การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน

Development of an Automatic Item Generation System for Item Bank Classified by Contents and Difficulty Levels: Assessment Engineering Applied Concepts

สุรชัย รักสมบัติ

มหาวิทยาลัยบูรพา

2564

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

59810027_1895881388

การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน

สุรชัย รักสมบัติ

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Development of an Automatic Item Generation System for Item Bank Classified by Contents and Difficulty Levels: Assessment Engineering Applied Concepts

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

SURACHAI RAKSOMBAT

A DISSERTATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE
COLLEGE OF RESEARCH METHODOLOGY AND COGNITIVE SCIENCE
BURAPHA UNIVERSITY
2021

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ สุรชัย รักสมบัติ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะทิพย์ ประดุจพรม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนก พานทอง)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิยดา คำเอม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะทิพย์ ประดุจพรม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนก พานทอง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พูลพงศ์ สุขสว่าง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา เรืองทิพย์)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
และวิทยาการปัญญา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ภัทราวดี มากมี)

วันที่ 1 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

59810027: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา; ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
คำสำคัญ: การพัฒนาระบบ, คลังข้อสอบ, การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ, โมเดลข้อสอบ

สุรชัย รักสมบัติ : การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน. (Development of an Automatic Item Generation System for Item Bank Classified by Contents and Difficulty Levels: Assessment Engineering Applied Concepts) คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์: ปิยะทิพย์ ประดุจพรม, กนก พานทอง ปี พ.ศ. 2564.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้ 1) การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการประยุกต์แนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน ด้วยการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ และพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบตามหลักการของการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ โดยใช้ข้อสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557-2561 และ 2) การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน พร้อมทั้งตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลข้อสอบ และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ โดยให้นักเรียนที่สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 226 คน ทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. ได้โมเดลข้อสอบจำแนกความยากโดยการประยุกต์แนวคิดของวิศวกรรมการประเมินด้วยค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 203 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับง่าย จำนวน 54 ข้อ สร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้ 7 รูปแบบ ระดับปานกลาง จำนวน 71 ข้อ สร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้ 7 รูปแบบ และระดับยาก จำนวน 78 ข้อ สร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้ 8 รูปแบบ รวมทั้ง 3 ระดับ สร้างเป็นโมเดลข้อสอบได้ 10 รูปแบบ ซึ่งโมเดลข้อสอบมีความถูกต้อง ผ่านเกณฑ์การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและพฤติกรรมที่วัด โดยรวมมีความสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ที่ www.aig-system.com โปรแกรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และมีประสิทธิภาพในการใช้งานอยู่ในระดับดีมากเป็นที่พึงพอใจของผู้ทดลองใช้โปรแกรม ซึ่งผลการสอบจากข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับผลการสอบข้อสอบต้นแบบทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ง่าย ปานกลาง และยาก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ .98, .97 และ .93 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

59810027: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE; Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: System development, Item bank, Automatic item generation, Item model

SURACHAI RAKSOMBAT: DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC ITEM GENERATION SYSTEM FOR ITEM BANK CLASSIFIED BY CONTENTS AND DIFFICULTY LEVELS: ASSESSMENT ENGINEERING APPLIED CONCEPTS. ADVISORY COMMITTEE: PIYATHIP PRADUJPROM, Ph.D., KANOK PANTHONG, Ph.D. 2021.

The objectives of this research were to create a mathematics item model at the Grade 7 level, and to develop an automatic item generation system for item banking classified by contents and difficulty levels. The study was conducted in two phases. Phase 1 entailed developing a mathematics item model in Grade 7, applying the concept of Assessment Engineering by analyzing questions with a three-parameter item response theory model, and developing an item model based on Automatic Item Generation, using competitive exams from academic years 2014–2018. Phase 2 entailed creating an automatic item generation system and organizing an item bank for Grade 7 students in the form of a web application, as well as determining construct validity and the relationship between the test scores obtained from the prototype test and the test constructed by the software developed for the study. Students who graduated from seventh-grade were invited to complete both tests (n=226). Data were analyzed with validity indices and Pearson's correlation coefficient.

The findings revealed that:

1. The items model classified by difficulty using the engineering assessment concept and the difficulty parameter of the mathematical prototype exam included 203 items divided into three levels. From the overall 10 test models, 54 items at the easy level had 7 test models, 71 items at the moderate level had 7 test models, and 78 items at the difficult level had 8 test models. The model was accurate and met the construct validity and behavior measurement criteria with the highest level of consistency.

2. The creation of an automatic item generation system for a mathematics item bank classified by contents and difficulty levels in the form of a web application was made accessible at www.aig-system.com. Experts agreed that the program was of high quality and efficient, and pleased the program's users. The results of the developed program revealed a strong positive correlation with the results from three levels of the prototype exams with respective coefficients of .98, .97 and .93 each of statistical significance at $p < .01$.

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน รวมถึงความเอาใจใส่ในทุกขั้นตอนของการทำดุษฎีนิพนธ์เป็นอย่างดีตลอดมา ทำให้ผู้วิจัยมีความมุ่งมั่นในการทำงานจนประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนก พานทอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สำหรับคำแนะนำ และตรวจทานข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้ง และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เสรี ชัดแช้ม ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ประสิทธิ์ประสาทวิชา และสร้างแรงบันดาลใจในการวิจัย ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. พูลพงศ์ สุขสว่าง สำหรับการให้คำแนะนำช่วยเหลือด้านสถิติต่าง ๆ ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุง แก้ไข ทำให้มั่นใจในคุณภาพของผลงานวิจัยที่ได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณบุคลากรทุกท่านและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกแห่งสำหรับการอำนวยความสะดวกตลอดการดำเนินการวิจัย และที่ขาดไม่ได้ คือ ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านสำหรับการเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อการให้ข้อมูลสำคัญสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจ เข้าใจ และช่วยเหลือสนับสนุนผู้วิจัยสามารถทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้โดยสมบูรณ์ นอกจากนี้ ขอขอบคุณ คุณธามม์ ธนาธัญญสกุล คุณณัฐฐา ธรรมชาติ และคุณธีรานันต์ ศิริโภคา ที่เสียสละเวลาเป็นที่ปรึกษา และช่วยเหลือด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณการสนับสนุนสำหรับข้อมูลผลการทดสอบจาก Top Test Center Company Limited และสำหรับโปรแกรมการทดสอบออนไลน์บนคอมพิวเตอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตจาก Top Edtech Company Limited

คุณค่าและประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาตราบเท่าทุกวันนี้

สุรชัย รักสมบัติ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดการวิจัย 5

สมมติฐานการวิจัย 6

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 7

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

ตอนที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 12

ตอนที่ 2 การสร้างแบบทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบเลือกตอบ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

ตอนที่ 3 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 47

ตอนที่ 4 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติตามแนวคิดวิศวกรรมการประเมิน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง . 77

ตอนที่ 5 การพัฒนาระบบด้วยวงจรพัฒนาระบบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 105

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 147
ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 148
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 148
ขั้นที่ 2 การประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 151
ขั้นที่ 3 การพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ 154
ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตาม เนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 162
ขั้นที่ 1 การศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และวงจรการพัฒนาระบบ 163
ขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 163
ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 177
ขั้นที่ 4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 177
บทที่ 4 ผลการวิจัย 183
ตอนที่ 1 ผลการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 184
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 207
บทที่ 5 สรุปผลและอภิปรายผล 250
สรุปผลการวิจัย 251
อภิปรายผลการวิจัย 257
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 267
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป 268

1959881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บรรณานุกรม 269

ภาคผนวก 280

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 281

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 284

ภาคผนวก ค โมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ 300

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน 333

ภาคผนวก จ ตารางการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองจากโปรแกรม AMOS 362

ภาคผนวก ฉ ตารางการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันจากโปรแกรม SPSS 390

ภาคผนวก ช แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม สำหรับผู้เชี่ยวชาญ 394

ภาคผนวก ซ แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม สำหรับผู้ใช้งาน 400

ภาคผนวก ฌ หนังสือขอความอนุเคราะห์ 404

ประวัติย่อของผู้วิจัย 422

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง วิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 13

ตารางที่ 2 กระบวนการพุทธิปัญญาของ Bloom และคณะแบบปรับใหม่ 21

ตารางที่ 3 โครงสร้างสองมิติของจุดประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom และคณะแบบปรับใหม่ ... 22

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ 26

ตารางที่ 5 ประเภทของความตรง ความหมาย และวิธีการตรวจสอบ 29

ตารางที่ 6 ประเภทของความเที่ยง ความหมาย และวิธีการประมาณค่า..... 36

ตารางที่ 7 รูปแบบของโจทย์ และตัวเลือกลักษณะต่าง ๆ ในโมเดลข้อสอบ..... 87

ตารางที่ 8 ความหมาย และสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล 113

ตารางที่ 9 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแผนภาพ E-R..... 119

ตารางที่ 10 ตัวอย่างของข้อมูลที่ใช้ในฐานข้อมูล..... 129

ตารางที่ 11 กำหนดการในการจัดการทดสอบข้อสอบต้นแบบด้วยระบบออนไลน์..... 181

ตารางที่ 12 กำหนดการในการจัดการทดสอบข้อสอบข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้าง
ข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ด้วยระบบออนไลน์ 182

ตารางที่ 13 จำนวนข้อสอบที่นำมาวิเคราะห์และผลการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 184

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3
พารามิเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557-2561..... 185

ตารางที่ 15 การจำแนกระดับความยากข้อสอบตามพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบ
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 185

ตารางที่ 16 ผลการประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1..... 186

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบโครงสร้างสาระการเรียนรู้ในแต่ละระดับความยากของข้อสอบ
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 187

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมที่วัดในแต่ละระดับความยากของข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 188

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับง่าย วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 191

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 192

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 193

ตารางที่ 22 โมเดลที่ 1 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) 194

ตารางที่ 23 โมเดลที่ 2 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) 195

ตารางที่ 24 โมเดลที่ 3 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) 196

ตารางที่ 25 โมเดลที่ 4 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) 197

ตารางที่ 26 โมเดลที่ 5 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) 199

ตารางที่ 27 โมเดลที่ 6 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) 200

ตารางที่ 28 โมเดลที่ 7 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) 202

ตารางที่ 29 โมเดลที่ 8 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) 203

ตารางที่ 30 โมเดลที่ 9 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) 204

ตารางที่ 31 โมเดลที่ 10 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) 205

1959881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 206

ตารางที่ 33 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านความตรงตามความต้องการของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 215

ตารางที่ 34 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านการทำงานของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 216

ตารางที่ 35 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ 217

ตารางที่ 36 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านการรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 218

ตารางที่ 37 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 218

ตารางที่ 38 ผลรวมการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ทั้ง 5 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ 219

ตารางที่ 39 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมโดยผู้ใช้งาน 220

ตารางที่ 40 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมโดยผู้ใช้งาน 221

ตารางที่ 41 ผลรวมการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ โดยผู้ใช้งาน 221

ตารางที่ 42 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สร้างได้จากโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับง่าย 223

ตารางที่ 43 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สร้างได้จากโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง 226

ตารางที่ 44 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สร้างได้จากโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับยาก 229

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของข้อสอบต้นแบบ 233

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ 235

ตารางที่ 47 ผลการสอบของนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบต้นแบบและแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม 236

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 48 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบโดยข้อสอบต้นแบบ A กับข้อสอบต้นแบบ B 245

ตารางที่ 49 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ A และต้นแบบ B กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ 246

ตารางที่ 50 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ C กับข้อสอบต้นแบบ D 247

ตารางที่ 51 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ C และต้นแบบ D กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ 247

ตารางที่ 52 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ E กับข้อสอบต้นแบบ F 248

ตารางที่ 53 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ E และต้นแบบ F กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ 249

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 6

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ 17

ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง 20

ภาพที่ 4 โมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิม 49

ภาพที่ 5 โมเดลการตอบสนองข้อสอบ 49

ภาพที่ 6 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบหนึ่งพารามิเตอร์ 55

ภาพที่ 7 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ 57

ภาพที่ 8 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์ 59

ภาพที่ 9 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบที่เป็น Isomorphic Instances 82

ภาพที่ 10 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบเป็น Variant Instances 83

ภาพที่ 11 โมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประมาณค่า และการปัดเศษ 84

ภาพที่ 12 ตัวอย่างข้อสอบที่สร้างจากโมเดลวิชาคณิตศาสตร์ 85

ภาพที่ 13 ประเภทของโจทย์ในโมเดลข้อสอบ 86

ภาพที่ 14 ประเภทของตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ 87

ภาพที่ 15 โมเดลที่ 1 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม 88

ภาพที่ 16 โมเดลที่ 2 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นแผนภาพ 89

ภาพที่ 17 โมเดลที่ 3 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม 90

ภาพที่ 18 โมเดลที่ 4 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ 91

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 19 โมเดลที่ 5 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ 92

ภาพที่ 20 โมเดลที่ 6 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม 93

ภาพที่ 21 โมเดลที่ 7 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม 94

ภาพที่ 22 โมเดลที่ 8 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นตาราง 95

ภาพที่ 23 โมเดลที่ 9 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม 96

ภาพที่ 24 โมเดลที่ 10 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม 97

ภาพที่ 25 การสำรวจเบื้องต้น 106

ภาพที่ 26 แผนภาพบริบท 116

ภาพที่ 27 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 116

ภาพที่ 28 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 117

ภาพที่ 29 ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลลัพธ์ของระบบ 121

ภาพที่ 30 ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล 123

ภาพที่ 31 ส่วนต่อประสานแบบใช้ประโยคคำสั่ง 125

ภาพที่ 32 ส่วนต่อประสานแบบเมนู 125

ภาพที่ 33 ส่วนต่อประสานแบบคำถาม และคำตอบ 126

ภาพที่ 34 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบกราฟิก 127

ภาพที่ 35 แบบจำลองน้ำตก 134

ภาพที่ 36 แบบจำลองแบบเพิ่มผลลัพธ์ 135

ภาพที่ 37 แบบจำลองแบบเกลียว 136

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 38 แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้น 137

ภาพที่ 39 วิธีดำเนินการวิจัย 147

ภาพที่ 40 ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 149

ภาพที่ 41 ขั้นตอนการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 152

ภาพที่ 42 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 155

ภาพที่ 43 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลข้อสอบโดยกำหนดส่วนที่คงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยน 158

ภาพที่ 44 ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบ 160

ภาพที่ 45 ขั้นตอนการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 162

ภาพที่ 46 วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) 163

ภาพที่ 47 การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .. 164

ภาพที่ 48 แผนภาพบริบทของระบบการสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ 165

ภาพที่ 49 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 0 ของระบบสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบ อัตโนมัติ 166

ภาพที่ 50 ผังงานการเลือกรูปแบบการใช้งาน 169

ภาพที่ 51 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม เมื่อเลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” 169

ภาพที่ 52 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option) ในการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” 170

ภาพที่ 53 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม เมื่อเลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” 171

ภาพที่ 54 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option) ในการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” 172

ภาพที่ 55 ผังงานแสดงการทำงานของเมนู“รายงานผลการสร้างข้อสอบ” 173

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 56 แบบจำลองน้ำตกที่วนซ้ำได้ 176

ภาพที่ 57 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 178

ภาพที่ 58 หน้าจอแรกของโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต 208

ภาพที่ 59 หน้าจอการลงทะเบียน 209

ภาพที่ 60 หน้าจอสำหรับการสร้างข้อสอบ 210

ภาพที่ 61 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” 211

ภาพที่ 62 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” 212

ภาพที่ 63 หน้าจอแสดงการรายงานผลการสร้างข้อสอบ 213

ภาพที่ 64 หน้าจอคู่มือการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก 214

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีการจัดรูปแบบการศึกษาที่เปลี่ยนไป ซึ่งเน้นทักษะการเรียนรู้ขั้นที่สูงขึ้น โดยเฉพาะทักษะการประเมินค่าจะถูกแทนที่ด้วยทักษะการนำเอาความรู้ใหม่ไปใช้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ มีความจำเป็นนอกเหนือจากทักษะชีวิตที่มนุษย์จำเป็นต้องมี การพัฒนาทักษะความรู้ความสามารถของเด็กในช่วงวัยที่อยู่ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ที่เป็นแผนแม่บทสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไป ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการศึกษา ประกอบด้วยยุทธศาสตร์ 6 ด้าน โดยเน้น "ยุทธศาสตร์การพัฒนาหลักสูตร กระบวนการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล" เป็น 1 ใน 6 ยุทธศาสตร์ เห็นได้ว่ารัฐบาลได้ให้ความสำคัญในการวัดและประเมินผล โดยประสงค์ที่จะให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นสามารถนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปฝึกคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดในเชิงสร้างสรรค์ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

หลักสูตรการศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก เด็กทุกคนเริ่มเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่เข้าศึกษาในระบบ และเรียนอย่างต่อเนื่องยาวนานจนเข้ามหาวิทยาลัย สิ่งสำคัญที่เกิดควบคู่กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีความสำคัญหลายประการทั้งในด้านการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ การตัดสินผลการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูล และจัดทำข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินผลที่ได้ในการสรุปผลการเรียนของผู้เรียน และเป็นข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้องตามความเหมาะสม รวมทั้งนำข้อมูลไปใช้วางแผนบริหารการจัดการศึกษาของสถานศึกษา (ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม, 2561) จากผลการศึกษาคะแนนผลการสอบ O-NET ในวิชาคณิตศาสตร์ ที่ทดสอบความรู้ทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2561 ทั่วประเทศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 37.50 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.04 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.72 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2562)

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนน O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น มีสาเหตุมาจากปัจจัยด้านต่าง ๆ หลายด้าน เช่น ตัวผู้เรียน ครูผู้สอน ผู้บริหาร และตัวข้อสอบ ในส่วนของปัจจัยด้านครูผู้สอนถือว่ามีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง เช่น ครูมีภาระงานมาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คุณวุฒิของครูไม่ตรงตามวิชาที่สอน การเข้าถึงข้อมูลของครูมีน้อย ซึ่งเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ได้เกี่ยวข้องกับนักเรียนฝ่ายเดียวเท่านั้น แต่ครูถือได้ว่ามีบทบาทสำคัญในการช่วยเหลือเด็กด้วย จากแนวคิดด้านการวัดและประเมินผลของหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 หน้าที่สำคัญประการหนึ่งของครูคณิตศาสตร์ คือ การสร้างเครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผลตามตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ เครื่องมือที่นิยมใช้กันมาก คือ แบบทดสอบประเภทเลือกตอบชนิดหลายตัวเลือก ซึ่งมักเป็นปัญหาสำหรับครูที่มีภาระงานมาก เพราะต้องใช้เวลาในการสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพ และวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการฝึกฝนบ่อย ๆ จากทฤษฎีฝึกสมอง (Mental Discipline) กล่าวว่า จิต สมอง หรือสติปัญญาสามารถพัฒนาให้ปราดเปรื่องได้โดยการฝึกสมองให้เป็นระเบียบ ฝึกโดยการคิด เรียนรู้ในสิ่งยาก ๆ ซ้ำ ๆ ซึ่งยิ่งยากมากเท่าไร สมองก็จะแข็งแกร่งมากขึ้นเท่านั้น จึงเป็นการพัฒนาสมองโดยให้นักเรียนเข้าใจ และฝึกฝนมาก ๆ จนเกิดทักษะ และความคงทนในการเรียนรู้ และถ่ายโยงไปใช้ได้อย่างอัตโนมัติ (เอื้อมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจวิชัย และภีรภา จันทร์อินทร์, 2552)

ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางด้านเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการวัดผลทางการศึกษา ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการการทดสอบที่มีประสิทธิภาพและการได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เพราะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตได้ทำให้เกิดการรูปแบบการทดสอบที่หลากหลาย (Gierl & Lai, 2012, p. 273) การนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทดสอบจะทำให้เกิดรูปแบบการทดสอบใหม่ ๆ และส่งผลถึงการพัฒนาด้านข้อสอบโดยตรง ซึ่งจะต้องมีการสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพขึ้นเป็นจำนวนมากเพื่อนำข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบทดแทนข้อสอบที่ถูกใช้ไป เป็นการป้องกันปัญหาการใช้ข้อสอบซ้ำกัน และเพื่อรักษาความเชื่อมั่นในการทดสอบ (Gierl & Lai, 2013, p. 37) การสร้างข้อสอบโดยวิธีการแบบดั้งเดิม คือ ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ดำเนินการสร้างข้อสอบ มักจะพบปัญหาหลายอย่างตามมา ได้แก่ค่าใช้จ่ายที่สูงในการดำเนินงาน ระยะเวลาการสร้างข้อสอบ การไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ในการสร้างข้อสอบ รวมถึงการที่ไม่สามารถสร้างข้อสอบในระดับที่ซับซ้อนมาก ๆ เพราะจำกัดด้วยความสามารถของผู้สร้างข้อสอบ (Arendasy & Sommer, 2012, p. 112)

Gierl and Lai (2012, pp. 274-275) กล่าวว่า การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมาก เพราะสามารถสร้างข้อสอบเป็นจำนวนมากในระยะเวลาสั้น ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการมีข้อสอบไม่เพียงพอ การสร้างข้อสอบอัตโนมัติเป็นงานวิจัยค่อนข้างใหม่ และมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะด้านที่มีการใช้ทฤษฎีทางการปัญญา (Cognitive) และจิตวิทยา (Psychometric) หลักการสร้างข้อสอบอัตโนมัติใช้สองขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่หนึ่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนา

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบจะสร้างแบบจำลองข้อสอบเป็นข้อสอบต้นแบบ โดยเน้นคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน และขั้นที่สอง ทำการจัดการเพื่อสร้างข้อสอบใหม่โดยใช้อัลกอริทึมทางคอมพิวเตอร์ การสร้างข้อสอบอัตโนมัติสามารถสร้างข้อสอบขึ้นใหม่เป็นจำนวนมากจากข้อสอบต้นแบบเพียงรายการเดียว จากงานวิจัยของ Gierl, Lai, and Turner (2012) กล่าวว่า การสร้างข้อสอบอัตโนมัติยังมีจุดอ่อนสองประการสำคัญ คือ ประการแรก ข้อสอบจำนวนมากที่ถูกสร้างขึ้นยังไม่สามารถนำเข้าสู่คลังข้อสอบเพื่อเตรียมนำไปใช้ในการทดสอบได้ทันทีจะต้องถูกนำไปวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบว่าผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีความเหมาะสมกับข้อสอบ จากนั้นจะนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ โดยคุณภาพของข้อสอบจะแยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรก เป็นแบบรายข้อ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) และค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (c-Parameter) ส่วนที่สอง เป็นแบบทั้งฉบับ ได้แก่ ค่าความตรง (Validity) และค่าความเที่ยง (Reliability) เพื่อให้แน่ใจว่าข้อสอบมีคุณภาพเพียงพอในการทำให้ผลการทดสอบมีมาตรฐานและน่าเชื่อถือ นอกจากนี้ผลของงานวิจัยยังพบว่า ข้อสอบที่ถูกสร้างแบบอัตโนมัติถูกคัดออกจำนวนมากเนื่องจากไม่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพ และประการที่สอง ข้อสอบจำนวนมากที่ถูกสร้างขึ้นไม่ได้จำแนกระดับความยากของข้อสอบ ทำให้ข้อสอบที่ถูกสร้างขึ้นไม่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เข้าทดสอบ จากงานวิจัยของ Luecht (2013) ได้กล่าวถึง การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) ภายใต้แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน (Assessment Engineering: AE) เป็นหลักการที่ทำให้การวัดผลการทดสอบหรือการให้คะแนนเป็นไปอย่างถูกต้อง และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบทดสอบ วิศวกรรมการประเมินเป็นการผสานรวมกันระหว่างการสร้างแบบจำลองความรู้ความเข้าใจ และหลักการออกแบบทางวิศวกรรม คือ การใช้แนวทางใหม่เกี่ยวกับลักษณะของการให้น้ำหนักการให้คะแนนในด้านความยากของข้อสอบและด้านเนื้อหาของข้อสอบ

แบบทดสอบที่มีคุณภาพจะต้องสร้างจากข้อสอบได้คุณภาพ การจัดทำคลังข้อสอบเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ คลังข้อสอบควรบรรจุด้วยข้อสอบที่มีคุณภาพ (นุภาพรรณ ปลื้มใจ ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์, 2558) ข้อสอบที่นำมาบรรจุในคลังข้อสอบต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่นำมาใช้กับคลังข้อสอบควรมีความละเอียดมากที่สุด ข้อสอบปรนัยแบบเลือกคำตอบควรใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพที่ถูกต้อง โดยใช้โมเดลของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ เพราะสามารถวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบได้อย่างละเอียด ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ และค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (Muninsakorn, Tinnaworn, & Sukhanonsawat, 2015) การสร้างแบบทดสอบในการวัดและประเมินผลเป็นขั้นตอนที่มีความ สำคัญมากต้องสร้างแบบทดสอบที่มีเนื้อหาสาระ ผลการเรียนรู้ที่

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คาดหวัง เหมาะสม และอยู่ในกรอบของมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งจะส่งผลให้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นเครื่องมือวัดผลซึ่งเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะสำหรับการประเมินด้านพุทธิพิสัย หรือความรู้ (Cognitive Domain) ของผู้เรียน มีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ สามารถให้คะแนนได้ใกล้เคียงหรือเหมือนกัน แม้ว่าผู้ประเมินจะต่างคนกัน นอกจากนั้นยังสามารถบริหารจัดการสอบได้ง่ายเหมาะกับผู้เรียนจำนวนมากในการวัดผลด้านความรู้ Anderson et al. (2001) ได้ปรับการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของ Bloom et al (1956) ออกเป็นลำดับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสมองสามารถวัดได้หลายระดับตามการจำแนกระดับความรู้ โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้น ได้แก่ จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) ประยุกต์ (Apply) วิเคราะห์ (Analyze) ประเมินค่า (Evaluate) และสร้างสรรค์ (Create) ซึ่งจำแนกตามกระบวนการพุทธิปัญญา (The Cognitive Process Dimension) เป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 (Level 1) ได้แก่ จำ (Remember) ระดับที่ 2 (Level 2) ได้แก่ เข้าใจ (Understand) และระดับที่ 3 (Level 3) ได้แก่ ประยุกต์ (Apply) วิเคราะห์ (Analyze) ประเมินค่า (Evaluate) และสร้างสรรค์ (Create)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน (AE) ของ Luecht (2013) ด้วยการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบโดยการจำแนกเนื้อหาตามโครงสร้างหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 3 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และจำแนกระดับความยากของข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ซึ่งการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) ของ Gierl, Zhou, and Alves (2008) จะเป็นการสร้างระบบข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ระบบดังกล่าวสามารถที่จะสร้างข้อสอบได้จำนวนมากในเวลาที่รวดเร็ว เป็นการช่วยลดภาระงานของครูในการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้การวัดผลการเรียนรู้มีคุณภาพ รวมทั้งได้ข้อสอบที่มีคุณภาพที่ได้แบ่งระดับความยากง่ายของข้อสอบเก็บไว้ในคลังข้อสอบจำนวนมากไว้ฝึกฝน ซึ่งจะช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน จากการค้นคว้าและทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมินทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 เพื่อประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.3 เพื่อพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบ

2. เพื่อพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

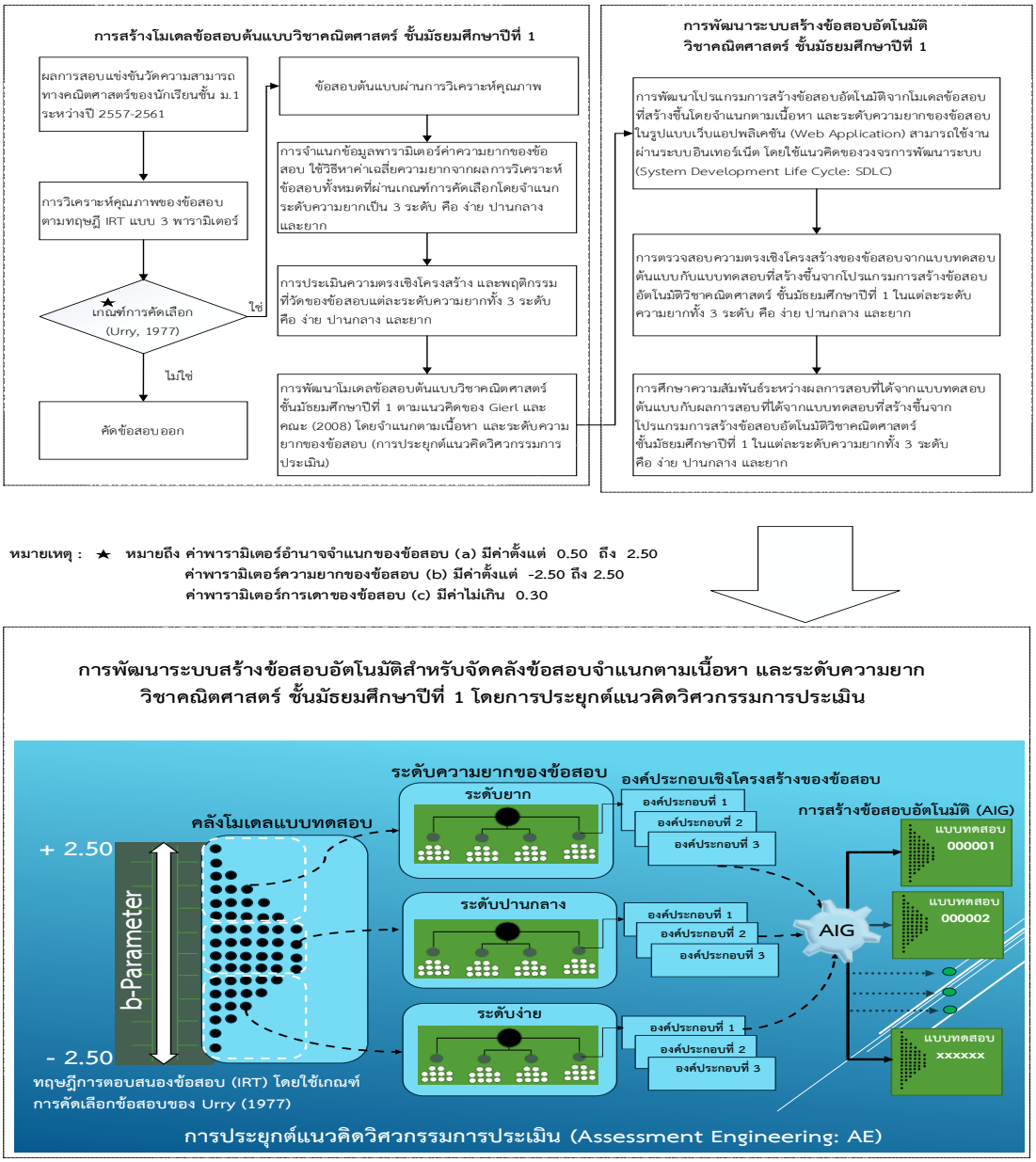
2.3 เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก โดยประยุกต์แนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน (AE) ของ Luecht (2013) โดยการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบด้วยวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบต้นแบบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ และนำข้อสอบต้นแบบมาพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบสำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) ตามหลักการของ Gierl et al. (2008) โดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ จากนั้นพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติซึ่งเป็นวิธีการในการสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบ (Item Model) ที่มีคุณภาพ ร่วมกับแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ของ อรยา ปรีชาพานิช (2557) มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบ โดยข้อสอบที่นำมาจัดคลังเป็นข้อสอบวัดความสามารถทางวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างปี 2557-2561 ซึ่งผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเรียบร้อยแล้วมาสร้างเป็นข้อสอบต้นแบบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำมาเป็นกรอบแนวคิดสำหรับงานวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

ระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน สามารถสร้างข้อสอบได้จำนวนมากจาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โมเดลข้อสอบต้นแบบที่จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีองค์ประกอบเชิงโครงสร้างของข้อสอบตามข้อสอบต้นแบบ

2. ผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลการสอบที่ได้จากข้อสอบต้นแบบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์

2. ได้ข้อสอบต้นแบบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. ได้โมเดลข้อสอบต้นแบบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบสำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. ได้ระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์สำหรับการทดสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ระหว่างปี 2557-2561 ข้อสอบที่นำมาใช้ทุกข้อผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแล้ว โดยมีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา

ข้อสอบวัดความสามารถทางวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นประเภทเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีเนื้อหาตามตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดำเนินการจัดทำมาตรฐานเป็น 3 กลุ่มสาระ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น

2. ด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

2.2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผลการสอบที่ได้จากการตอบแบบทดสอบ ดังนี้

3.1 ผลการสอบที่ได้จากการตอบแบบทดสอบต้นแบบ (หน่วยวัดเป็นคะแนน)

3.2 ผลการสอบที่ได้จากการตอบแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (หน่วยวัดเป็นคะแนน)

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics Items) หมายถึง ข้อสอบที่วัดความสามารถทางวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ข้อสอบ (Item) หมายถึง ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยกำหนดให้มีตัวเลือกได้ 4 ตัวเลือก

ข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา (Item Classified by Contents) หมายถึง ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จำแนกเนื้อหาของสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ออกเป็น 3 กลุ่มสาระ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น

ข้อสอบจำแนกตามระดับความยาก (Item Classified by Difficulty Levels) หมายถึง ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จำแนกระดับความยากง่ายของข้อสอบโดยใช้

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยที่ข้อสอบจะมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.50 ถึง +2.50 และจำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก คือ 1) ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากอยู่ใกล้ -2.50 เป็นข้อสอบง่าย 2) ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากอยู่ใกล้ค่าเฉลี่ยของข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ เป็นข้อสอบปานกลาง และ 3) ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากอยู่ใกล้ +2.50 เป็นข้อสอบยาก

ข้อสอบต้นแบบ (Template) หมายถึง ข้อคำถามที่สร้างขึ้น และผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แล้ว เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการสร้างโมเดลข้อสอบ (Item Model)

โมเดลแบบทดสอบ (Task Model) หมายถึง รูปแบบของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากของข้อสอบเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก

โมเดลข้อสอบ (Item Model) หมายถึง รูปแบบของข้อสอบที่แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ สำหรับการสร้างข้อสอบชุดใหม่ ซึ่งมีส่วนประกอบทั้งส่วนคงที่ และส่วนที่เป็นค่าแปรเปลี่ยน โมเดลข้อสอบประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่

1. ข้อคำถาม (Stem) หมายถึง คำหรือข้อความที่ผู้ออกข้อสอบใช้เป็นคำถามเพื่อให้ผู้สอบนำไปพิจารณาในการเลือกคำตอบจากตัวเลือก

2. ส่วนประกอบ (Elements) หมายถึง ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มักจะแสดงเป็นข้อความ (String: S) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข และค่าของตัวเลข (Integers: I) เมื่อมีระบบการจัดการกับส่วนประกอบเหล่านี้จะสามารถสร้างข้อสอบได้จำนวนมากจากโมเดลข้อสอบเพียงหนึ่งข้อ

3. ตัวเลือก (Options) หมายถึง คำหรือข้อความที่ผู้ออกข้อสอบนำเสนอตามหลังจากโจทย์เพื่อให้ผู้สอบเลือกไปใช้ตอบคำถาม

3.1 ตัวเลือกที่ถูกต้อง (Correct Option) หมายถึง คำตอบที่ถูกต้องมีเพียงตัวเลือกเดียวต่อข้อสอบข้อหนึ่ง

3.2 ตัวลวง (Distractors) หมายถึง คำตอบที่ผิด มีไว้ลวงให้ผู้สอบที่ไม่มีความรู้หรือมีความเข้าใจไม่ถูกต้องในเนื้อหาที่นำมาออกข้อสอบเลือกตอบ

4. ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) หมายถึง เนื้อหาเพิ่มเติมซึ่งอาจมีหรือไม่มีก็ได้ ประกอบอยู่ในข้อคำถาม และ/หรือ ในตัวเลือก เช่น ตาราง รูปภาพ แผนภาพ เสียง และวีดีโอ

5. คำตอบ (Key) หมายถึง ระบุตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวของข้อคำถาม

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (Items Parameter Analysis) หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยพิจารณาค่าพารามิเตอร์ ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) ค่าความยากของข้อสอบ (b-Parameter) และค่าการเดาของข้อสอบ (c-Parameter)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ (Items Quality Analysis) หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบโดยพิจารณาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ 3 ค่า ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) ค่าความยากของข้อสอบ (b-Parameter) และค่าการเดาของข้อสอบ (c-Parameter) แล้วคัดเลือกข้อสอบตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

คุณภาพของแบบทดสอบ (Test Quality) หมายถึง ลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบ ซึ่งจะแยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรก เป็นแบบรายข้อ ได้แก่ 1) ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) 2) ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) และ 3) ค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (c-Parameter) และส่วนที่สอง เป็นแบบทั้งฉบับ ได้แก่ 1) ค่าความตรง (Validity) และ 2) ค่าความเที่ยง (Reliability)

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) หมายถึง วิธีการสร้างข้อสอบโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถสร้างข้อสอบเป็นจำนวนมากเข้าคลังข้อสอบในระยะเวลาสั้น

วิศวกรรมการประเมิน (Assessment Engineering: AE) หมายถึง วิธีการที่นำมาใช้ในการออกแบบเพื่อทำให้การวัดผลการทดสอบ หรือการให้คะแนนเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยเป็นการควบรวมกันระหว่างการสร้างแบบจำลองความรู้ความเข้าใจ และหลักการออกแบบทางวิศวกรรม

วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) หมายถึง กระบวนการในการพัฒนาระบบด้านคอมพิวเตอร์ โดยเอาความต้องการของผู้ใช้มาอยู่ในรูปแบบแอปพลิเคชัน และมีขั้นตอนการพัฒนาระบบอย่างชัดเจน ตั้งแต่ขั้นแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาระบบ

ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ขอบเขต ความหมาย หรือลักษณะประจำตามทฤษฎีที่เครื่องมือวิจัยนั้น ๆ วัดได้ หรือหมายถึงความสามารถของเครื่องมือวิจัยที่สามารถวัดทฤษฎี หรือลักษณะของพฤติกรรมได้ตามที่สามารถวัดพฤติกรรมได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

องค์ประกอบเชิงโครงสร้าง (Structre Factor) หมายถึง ส่วนประกอบที่แสดงถึงโครงสร้างของข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) หมายถึง ทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคล (Latent Trait or Ability) กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามโดยใช้โค้งคุณลักษณะของข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) โค้งคุณลักษณะข้อสอบมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับโมเดล (Model) หรือแบบจำลองที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าว โมเดลที่นิยมใช้กัน คือ โมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ (One-Parameter Model) โมเดลแบบ 2 พารามิเตอร์ (Two-Parameter Model) และโมเดลแบบ 3 พารามิเตอร์ (Three-Parameter Model)

พารามิเตอร์ของข้อสอบ (Item Parameters) หมายถึง ดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพของข้อสอบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ประกอบด้วย พารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a-Parameters) พารามิเตอร์ความยาก (b-Parameters) และพารามิเตอร์การเดา (c-Parameters)

ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) หมายถึง ค่าที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความชันของโค้งคุณลักษณะของข้อสอบ ณ จุดเปลี่ยนโค้งมีค่าระหว่าง -α ถึง +α สำหรับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกข้อสอบที่เป็นลบ (-) แสดงว่า ข้อสอบไม่ดี จำแนกไม่ได้ ต้องตัดข้อสอบข้อนั้นทิ้ง ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบที่เป็นศูนย์ (0) แสดงว่า ข้อสอบไม่มีค่าอำนาจจำแนก และค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบที่เป็นบวก (+) แสดงว่า ข้อสอบดี จำแนกได้ ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จะมีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50

ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงระดับความสามารถของผู้สอบที่จุดเปลี่ยนโค้งคุณลักษณะของข้อสอบมีความชันมากที่สุด มีค่าระหว่าง -α ถึง +α ซึ่งค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบอยู่ใกล้ -2.50 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ง่าย และค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบอยู่ใกล้ 2.50 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ยาก สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้จะมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.50 ถึง +2.50

ค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (c-Parameter) หมายถึง ความน่าจะเป็นของผู้เข้าสอบที่ไม่มีความสามารถในการตอบข้อสอบนั้นจะตอบได้ถูกต้อง เป็นค่าที่แสดงถึงโอกาสการตอบข้อสอบถูกโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้จะมีค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (c) ไม่เกิน 0.3

คลังข้อสอบ (Item Bank) หมายถึง สถานที่หรือแหล่งเก็บรวบรวมข้อสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งผ่านกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) และค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (c-Parameter) ซึ่งในทางปฏิบัติจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.5 ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) ตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (c-Parameter) ไม่เกิน 0.3 โดยจัดเก็บไว้บนฐานข้อมูล และการจัดการนำข้อสอบมาใช้อย่างเป็นระบบด้วยคอมพิวเตอร์

นักเรียนที่สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (Completed Grade Seven Students) หมายถึง ผู้ที่เรียนได้ครบตามหลักสูตรที่กำหนดของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน เล่มนี้นำแนวคิดหรือทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับวิศวกรรมการประเมิน ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งการนำเสนอเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 การสร้างแบบทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบเลือกตอบ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 4 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติตามแนวคิดวิศวกรรมการประเมิน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 5 การพัฒนาระบบด้วยวงจรพัฒนาระบบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นฉบับที่จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ คือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะ ด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขัน และอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งจัดทำสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ฉบับที่ใช้ในปัจจุบัน เป็น 3 สาระ ได้แก่ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น มีรายละเอียด ดังนี้

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวน และพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจ และวิเคราะห์ รูปแบบ ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม การนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ และแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัด และเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจ และวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติ และความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับ ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์

การประเมินความรู้ความเข้าใจทางด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้มีการกำหนดตัวชี้วัด ตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง วิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวน และ พีชคณิต	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ	1. เข้าใจจำนวนตรรกยะ และความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	จำนวนตรรกยะ - จำนวนเต็ม - สมบัติของจำนวนเต็ม - ทศนิยม และเศษส่วน - จำนวนตรรกยะ และสมบัติของจำนวนตรรกยะ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	และนำไปใช้	2. เข้าใจ และใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	- เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก - การนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะ และเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้ปัญหา
		3. เข้าใจ และประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	อัตราส่วน - อัตราส่วน สัดส่วน - การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา
	มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจ และวิเคราะห์รูปแบบ ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม การนำไปใช้	ไม่มี	ไม่มี
	มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ และแก้ปัญหาที่กำหนดให้	1. เข้าใจ และใช้สมบัติของการเท่ากัน และสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์ และแก้ปัญหา โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้น

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
			ตัวแปรเดียวไปใช้ในชีวิตจริง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร - กราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้น - สมการเชิงเส้นสองตัวแปร การนำความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองแปรและกราฟของความสัมพันธ์ไปใช้ในชีวิตจริง
		2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง 3. เข้าใจ และใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	
สาระที่ 2 การวัด และเรขาคณิต	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้	ไม่มี	ไม่มี
	มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจ และวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1. ใช้ความรู้ ทางเรขาคณิต และเครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัต อื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้	การสร้างทางเรขาคณิต - การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต - การสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยใช้การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต - การนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างพื้นฐานทาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ปประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง 2. เข้าใจ และใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ	เรขาคณิตไปใช้ในชีวิตจริง รูปเรขาคณิตสามมิติ - หน้าตัดของรูปเรขาคณิต - ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์
สาระที่ 3 สถิติ และความน่าจะเป็น	มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	1. เข้าใจ และใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	สถิติ - การตั้งคำถามทางสถิติ - การเก็บรวบรวมข้อมูล - การนำเสนอข้อมูลแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น แผนภูมิรูปวงกลม - การแปลความหมายข้อมูล - การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง
	มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับความน่าจะเป็นและนำไปใช้	ไม่มี	ไม่มี

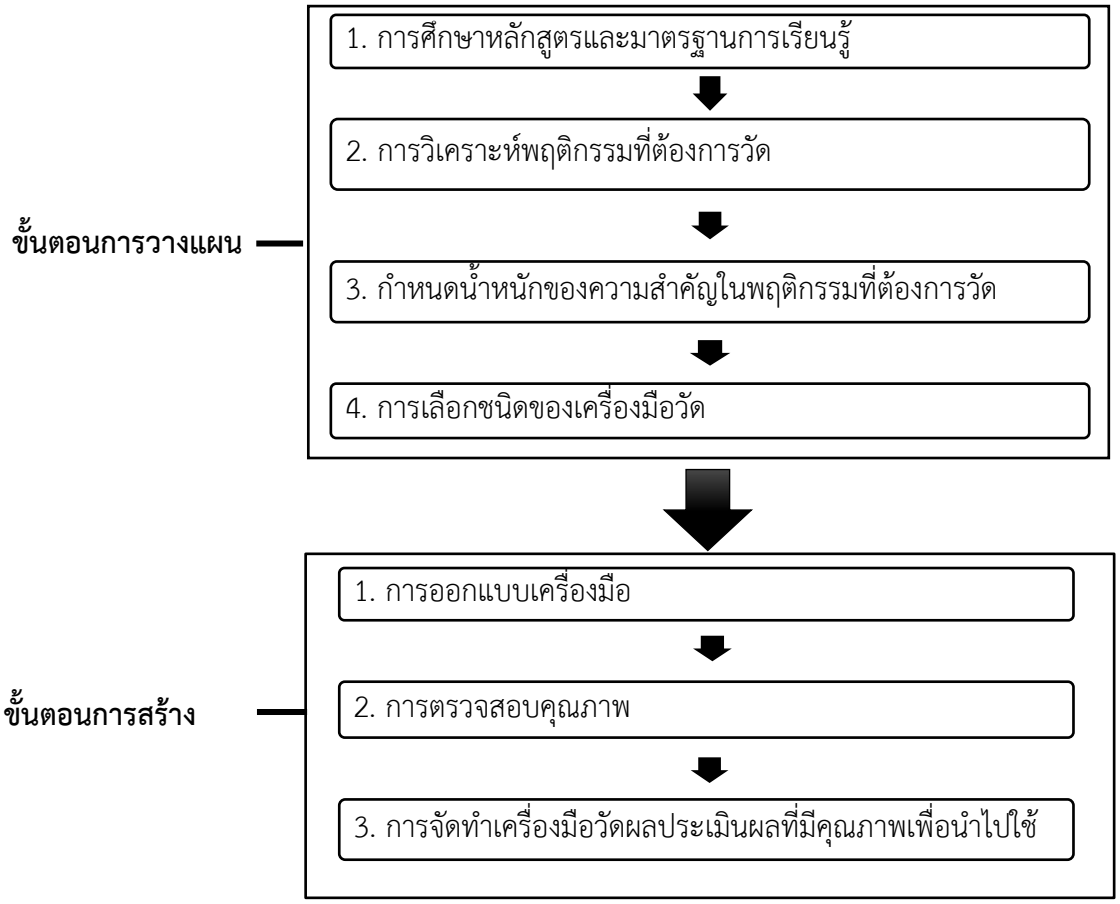
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 2 การสร้างแบบทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบเลือกตอบ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มในทุกรายวิชา ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ และทุกระดับ แบบทดสอบแต่ละฉบับประกอบด้วยชุดของข้อสอบจำนวนหลายข้อ เพื่อให้ใช้วัดและประเมินผู้เรียนได้ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการ โดยรูปแบบของข้อสอบมีอยู่หลากหลาย และควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ และการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การสร้างข้อสอบ

การสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการวางแผน

การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผลเป็นขั้นตอนแรก และมีความสำคัญมาก เนื่องจากการวางแผนที่ดีจะช่วยให้สร้างเครื่องมือที่มีเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังที่เหมาะสม และอยู่ในกรอบของมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรซึ่งจะส่งผลให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ขั้นตอนในการวางแผนสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลมีดังนี้

1. การศึกษาหลักสูตร และมาตรฐานการเรียนรู้

การศึกษาหลักสูตร และมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมในแต่ละระดับ เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้จะมุ่งเน้นการวัดระดับความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกัน

2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด

การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดสามารถพิจารณาได้โดยตรงจากมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากมาตรฐานการเรียนรู้จะประกอบด้วยกรอบเนื้อหาสาระโดยทั่วไป ระดับพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ ประกอบด้วยความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งสามารถประเมินสมรรถภาพ และทักษะการคิดไปพร้อมกันได้ด้วย

3. การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นขั้นตอนที่ต้องทำก่อนลงมือสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผล เพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหา และระดับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ของแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน และพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ และในแต่ละระดับมีความสำคัญไม่เท่ากัน เช่น ในบางระดับอาจมุ่งเน้นพฤติกรรมด้านความเข้าใจ และการนำไปใช้ ในขณะที่บางระดับที่สูงขึ้นอาจให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

4. การเลือกชนิดของเครื่องมือการวัด

เครื่องมือวัดผลประเมินผลมีอยู่หลากหลาย การที่จะเลือกใช้เครื่องมือลักษณะใดนั้นขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระดับของผู้เรียน ผู้ประเมิน การนำไปใช้เป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม ตัวอย่างของเครื่องมือวัดผลประเมินผล เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกของผู้เรียน แบบวัดภาคปฏิบัติ โครงงานคณิตศาสตร์ และแฟ้มสะสมงาน การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมจะช่วยให้วัดในสิ่งที่ต้องการได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้ผล

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

การประเมินที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการสร้าง

หลังจากได้วางแผนการสร้างเครื่องมือแล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นการสร้างหรือจัดทำเครื่องมือลักษณะต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือจะเริ่มด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียน และการออกแบบการตรวจและประเมินพฤติกรรม รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนน การออกแบบแบบบันทึกคะแนน การกำหนดวิธีการแปลความหมายคะแนนตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว การสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพ และเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการจำเป็นต้องบันทึกข้อมูลในการสร้างเพื่อการตรวจสอบความถูกต้อง และอ้างอิง ซึ่งมีประเด็นสำคัญได้แก่ 1) ระดับ 2) สาระการเรียนรู้ 3) มาตรฐานการเรียนรู้ 4) ตัวชี้วัด 5) พฤติกรรมที่วัด 6) คำถามหรือเครื่องมือวัด 7) คำตอบที่ถูกต้องหรือแนวการตอบ และ 8) เกณฑ์การให้คะแนนหรือแนวทางการประเมิน

2. การตรวจสอบคุณภาพ

หลังจากที่ได้เครื่องมือฉบับร่าง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในเบื้องต้นตามประเด็นที่ทำบันทึกไว้ และถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง ซึ่งคุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการ เช่น ความตรง (Validity) ความเที่ยง (Reliability) เป็นต้น

3. การจัดทำเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้

หลังจากมีการหาคุณภาพของเครื่องมือ นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องในการวัด เช่น ความชัดเจนของคำชี้แจงหรือคำสั่ง การกำหนดเวลาในการตอบ เป็นต้น

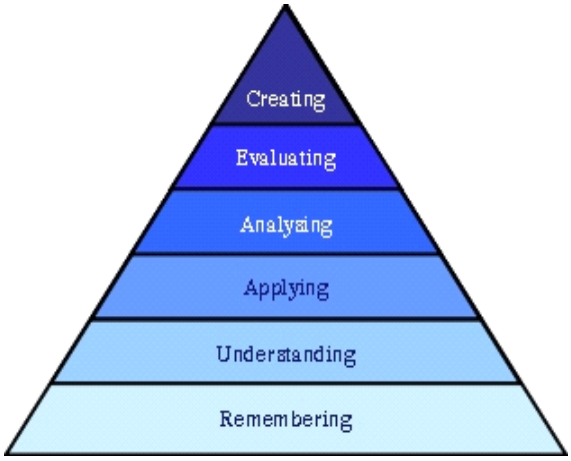
ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices: MC)

ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นเครื่องมือวัดผล ซึ่งเป็นที่รู้จัก และใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะสำหรับการประเมินด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ (Cognitive Domain) ของผู้เรียน มีความเป็นปรนัย (Objectivity) สูง กล่าวคือ สามารถให้คะแนนได้ใกล้เคียงหรือเหมือนกัน แม้ว่าผู้ประเมินจะต่างคนกัน นอกจากนั้นยังสามารถบริหารจัดการสอบได้ง่าย เหมาะกับผู้เรียนจำนวนมาก ข้อสอบแบบเลือกตอบมีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ คือ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1. ข้อสอบเลือกตอบใช้วัดผลด้านความรู้เป็นหลัก

การวัดผลด้านความรู้ Anderson et al. (2001) ได้ปรับการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของ Bloom et al. (1956, p. 18) ออกเป็นลำดับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสมอง สามารถวัดได้หลายระดับตามการจำแนกระดับความรู้ตามดังภาพที่ 3 โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) ประยุกต์ (Apply) วิเคราะห์ (Analyze) ประเมินค่า (Evaluate) และสร้างสรรค์ (Create)



ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (ดัดแปลงมาจาก Anderson et al., 2001, pp. 67-68)

ที่ผ่านมาจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของ Bloom et al. ได้รับการยอมรับ และนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (Anderson et al., 2001, p. XXI; Krathwohl, 2002, p. 213) เช่น การนำไปใช้ในชั้นเรียนเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการวางแผนการเรียนการสอน ความสอดคล้องของจุดประสงค์การสอน กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล แต่ยังมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคำที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่เนื่องจากเป็นคำที่ใช้เฉพาะในด้านการศึกษา ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเข้าใจความหมายของคำเหล่านั้นได้ (Krathwohl, 2002, p. 213) ในช่วง ค.ศ. 1990 ถึง 1999 (Anderson et al., 2001, p. XXI) ได้ปรับการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญาใหม่เพื่อให้เหมาะสม และเพิ่มความรู้ใหม่เข้าไปเพื่อให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ต่อมาในปี 2001 ได้นำเสนอแนวคิดไว้ในหนังสือ “A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives” โดยปรับเปลี่ยนวัตถุประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญาเป็น 2 ประเด็น คือ ปรับขั้นตอน และคำศัพท์ในกระบวนการพุทธิปัญญา และเพิ่มโครงสร้างจาก 1 มิติ เป็น 2 มิติ (Krathwohl, 2002, pp. 21-217) ดังนี้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1. การปรับลำดับขั้น และคำศัพท์ในกระบวนการพุทธิปัญญา ยังมี 6 กระบวนเหมือนเดิม แต่มีการเปลี่ยนชื่อเป็น จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) และประยุกต์ (Apply) ส่วน 3 กระบวนหลังเปลี่ยนชื่อที่มีลักษณะที่เป็นคำนามไปเป็นคำกริยา และสลับที่กันระหว่างกระบวนการที่ 5 กับ 6 และสร้างสรรค์ (Create) เปลี่ยนชื่อมาจาก การสังเคราะห์ (Synthesis) (Anderson et al., 2001, pp. 67-68; Krathwohl, 2002, pp. 213-215) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กระบวนการพุทธิปัญญาของ Bloom และคณะแบบปรับใหม่

กระบวนการ และคำศัพท์เดิม	**กระบวนการ และคำศัพท์ใหม่**
1. ความรู้ (Knowledge)	1. จำ (Remember)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. เข้าใจ (Understand)
3. การนำไปใช้ (Application)	3. ประยุกต์ (Apply)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)	4. วิเคราะห์ (Analyze)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ประเมินค่า (Evaluate)
6. การประเมินค่า (Evaluating)	6. สร้างสรรค์ (Create)

จากตารางที่ 2 กระบวนการ และคำศัพท์ใหม่อธิบายได้ดังนี้

1.1 จำ (Remember) หมายถึง ความสามารถในการดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวออกมา แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ (Recognizing) คือ จำได้ (Recognizing) และระลึกได้ (Recalling)

1.2 เข้าใจ (Understand) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายของคำพูด ตัวอักษร และการสื่อสารจากสื่อต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการสอน แบ่งประเภทย่อยได้ 7 ลักษณะคือ ตีความ (interpreting) ยกตัวอย่าง (Exemplifying) จำแนกประเภท (Classifying) สรุป (Summarizing) อนุมาน (Inferring) เปรียบเทียบ (Comparing) และอธิบาย (Explaining)

1.3 ประยุกต์ (Apply) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ แบ่งประเภทย่อยออกได้ 2 ลักษณะ คือ ดำเนินงาน (Executing) และใช้เป็นเครื่องมือ (Implementing)

1.4 วิเคราะห์ (Analyze) หมายถึง ความสามารถในการแยกส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ และค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบกับโครงสร้างรวม หรือส่วนประกอบเฉพาะ แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ บอกความแตกต่าง (Differentiating) จัดโครงสร้าง (Organizing) และระบุคุณลักษณะ (Attributing)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1.5 ประเมินค่า (Evaluate) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์หรือมาตรฐาน แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ ตรวจสอบ (Checking) และวิจารณ์ (Critiquing)

1.6 สร้างสรรค์ (Create) หมายถึง ความสามารถในการรวมส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยรูปแบบใหม่ ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล หรือทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบ แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ สร้าง (Generating) วางแผน (Planning) และผลิต (Producing)

2. เปลี่ยนโครงสร้างจากมิติเดียวเป็นสองมิติ Anderson and Krathwohl ได้เพิ่มโครงสร้างในมิติด้านความรู้ (Knowledge Dimension) เข้ามาในโครงสร้างของจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญา ทำให้โครงสร้างใหม่มีลักษณะเป็นสองมิติประกอบด้วยกระบวนการพุทธิปัญญา และมิติด้านความรู้ รวมถึงอธิบายความหมายของมิติด้านความรู้ที่เพิ่มเติมเข้ามาได้ (Krathwohl, 2002, pp. 212-213) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โครงสร้างสองมิติของจุดประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom และคณะแบบปรับใหม่

มิติด้านความรู้ (The Knowledge Dimension)	**มิติด้านกระบวนการ (The Cognitive Process Dimension)**					
	จำ (Remember)	เข้าใจ (Understand)	ประยุกต์ (Apply)	วิเคราะห์ (Analyze)	ประเมินค่า (Evaluate)	สร้างสรรค์ (Create)
A. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Factual Knowledge)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B. ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C. ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ (Procedural Knowledge)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ความรู้เกี่ยวกับอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 3 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) หมายถึง ส่วนประกอบพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องรู้เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสาขาวิชาที่เรียน หรือใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ (Knowledge of Terminology) และความรู้เฉพาะเกี่ยวกับรายละเอียดหรือส่วนประกอบ (Knowledge of Specific Details and Elements)

2.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) หมายถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบพื้นฐานภายใต้โครงสร้างขนาดใหญ่ที่มีการทำงานร่วมกัน แบ่งประเภทย่อยได้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

3 ลักษณะ คือ ความรู้เกี่ยวกับการแบ่งชั้น และจำแนกประเภท (Knowledge of Classification and Categories) ความรู้เกี่ยวกับหลัก และการสรุปอ้างอิง (Knowledge of Principles and Generalizations) และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี โมเดล และโครงสร้าง (Knowledge of Theories, Model and Structures)

2.3 ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ (Procedural Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงาน เช่น วิธีการหาความรู้ด้วยวิธีการสืบสวนสอบสวน และหลักเกณฑ์ในการใช้ทักษะขั้นตอน เทคนิค และวิธีการ แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะ และขั้นตอนในเนื้อหาเฉพาะ (Knowledge of Skills and Algorithms) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค และวิธีการในเนื้อหาเฉพาะ (Knowledge of Subject-Specific Techniques and Methods) และใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ที่ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดระเบียบวิธีการทำงานที่เหมาะสม (Knowledge of Criteria for Determining When to Use Appropriate Procedures)

2.4 ความรู้เกี่ยวกับอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทั่วไป มีความตะหนัก และมีความรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเอง แบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธี (Strategic Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในงาน ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เหมาะสมในการทำงาน (Knowledge about Cognitive Tasks, Including Appropriate Contextual and Conditional Knowledge) และความรู้เกี่ยวกับตนเอง (Self-Knowledge)

จากแนวคิดจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญาข้างต้น สรุปได้ว่า จุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญา ตามแนวคิดของ Bloom et al. (1956) ซึ่ง Anderson et al. (2001, pp. 27-31) ได้เพิ่มโครงสร้างมิติเดียวเป็นสองมิติ ทำให้ได้โครงสร้างใหม่ประกอบด้วยมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญา (The Cognitive Process Dimension) มี 6 กระบวนการ คือ จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) ประยุกต์ (Apply) วิเคราะห์ (Analyze) ประเมินค่า (Evaluate) และสร้างสรรค์ (Create) ส่วนมิติด้านความรู้ (The Knowledge Dimension) มี 4 ส่วน คือ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ (Procedural Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge) ที่เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสมองของผู้เรียน

การสร้างแบบทดสอบรวม (Summative Test) เป็นเครื่องมือวัดความรู้สรุปรวม ผู้สอนใช้แบบทดสอบนี้เพื่อวัดความรู้ผู้เรียนหลังจากเรียนเนื้อหาจบไปแล้วหลายบทเรียน เช่น แบบทดสอบกลางภาคเรียน แบบทดสอบไล่ เมื่อจบรายวิชา หรือช่วงชั้น แบบทดสอบลักษณะนี้ต้องมีมาตรฐานในการสร้าง และการให้ความหมายคะแนนสอบ โดยมีขั้นตอนสำคัญในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้สรุปรวม ดังนี้ 1) การกำหนดเป้าหมายของการวัด 2) การวิเคราะห์ระดับความสามารถในการ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คิดให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ 4) การกำหนดลักษณะของแบบทดสอบ และการกำหนดจำนวนข้อสอบ 5) การสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ 6) การเขียนข้อสอบ 7) การพิจารณาทบทวนข้อสอบ และ 8) การตรวจคุณภาพแบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการวัด เป็นการศึกษาตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ เพื่อนำมากำหนดเป็นขอบข่ายเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด ผู้สอนสามารถใช้การจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson, 1971) เป็นแนวทางในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด วิลสันจำแนกพฤติกรรมด้านสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ คือ

1.1 ความรู้ความจำ และการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว มีประสบการณ์มาแล้ว พฤติกรรมความรู้ความจำ และการคิดคำนวณ จำแนกได้เป็น 3 ขั้นย่อย ได้แก่

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts)

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ และนิยาม (Terminology)

1.1.3 ความสามารถในการใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) ได้แก่ บอกข้อเท็จจริงของขั้นตอนวิธี และดำเนินการตามขั้นตอนวิธี

1.2 ความเข้าใจ (Comprehend) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับปัญหาใหม่ ตลอดจนความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ พฤติกรรมความเข้าใจจำแนกเป็น 6 ขั้นย่อย ได้แก่

1.2.1 ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concepts)

1.2.2 ความเข้าใจหลักการ กฎ และนัยทั่วไปทางคณิตศาสตร์ (Principles, Rules and Generalization)

1.2.3 ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Structure)

1.2.4 ความเข้าใจในการแปลงปัญหารูปหนึ่งไปเป็นปัญหาอีกรูปแบบหนึ่ง (Transform Problem Elements from One Mode to Another)

1.2.5 ความเข้าใจแนวทางการให้เหตุผล (Follow a Line of Reasoning)

1.2.6 ความเข้าใจการอ่าน และตีความปัญหา (Read and Interpret on Problem)

1.3 การประยุกต์ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีหลายขั้นตอนที่คล้ายคลึงกับที่เคยเรียนมาแล้ว พฤติกรรมการนำไปใช้ จำแนกเป็น 4 ขั้นย่อย ดังนี้

1.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา (Solve Routine Problem)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1.3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make Comparison)

1.3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data)

1.3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตรกัน (Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries)

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาซับซ้อนที่ผู้เรียนไม่เคยลองฝึกทำมาก่อน การแก้ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมาร่วมกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อค้นพบวิธีการ หรือแนวทางในการแก้ปัญหา พฤติกรรมการวิเคราะห์จำแนกเป็น 5 ขั้นย่อย ได้แก่

1.4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (Solve non-Routine Problems)

1.4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Discover Relationships)

1.4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Construct Proofs)

1.4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์ (Criticize Proofs)

1.4.5 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานที่เป็นนัยทั่วไป และตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐาน (Formulate and Validate Generalization)

2. การวิเคราะห์ระดับความสามารถในการคิดให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อให้รายละเอียดของขอบเขตเนื้อหา และระดับความสามารถในการคิด ผู้สอนต้องระบุระดับความสามารถในการคิดสำหรับจุดประสงค์แต่ละข้อให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้สอนเขียนคำถามวัดความสามารถในการคิดให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3. การกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ถือเป็นตัวแทนของเนื้อหา และระดับความสามารถทางสติปัญญา จุดประสงค์การเรียนรู้อาจมีความสำคัญเท่ากันทุกข้อหรือไม่เท่ากันก็ได้ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างเนื้อหาบทเรียน

4. การกำหนดลักษณะของแบบทดสอบ และการกำหนดจำนวนข้อสอบ เป็นการพิจารณาว่าเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้ ถ้าอยู่ภายใต้เงื่อนไขเวลาที่กำหนดให้ในการสอบข้อสอบในแบบทดสอบควรเป็นชนิดใด และควรมีข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ จึงจะมั่นใจได้ว่าผู้เรียนทุกคนมีโอกาสได้คิด และทำข้อสอบได้ครบทุกข้อ

5. การสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ตารางวิเคราะห์ข้อสอบเป็นตาราง 2 ทาง แนวนอนระบุ ชื่อบทเรียน/จุดประสงค์การเรียนรู้ แนวตั้งระบุระดับความสามารถทางการคิด แต่ละช่องในตารางกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะใช้เพื่อวัดความสามารถของผู้เรียนภายใต้ประเด็นเนื้อหา และระดับความสามารถทางการคิด โดยแสดงตัวอย่างการสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบไว้ดังตารางที่ 4

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์

สาระ/จุดประสงค์การเรียนรู้/เนื้อหา	1.ความรู้			2.ความเข้าใจ					3.การประยุกต์				4.การวิเคราะห์				
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
สาระที่ 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สาระที่ 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สาระที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

6. การเขียนข้อสอบ จะเขียนให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
7. การพิจารณาทบทวนข้อสอบ ควรจัดทำการทบทวนข้อสอบทุกข้อว่าเป็นข้อสอบที่ดี
8. การวิเคราะห์ข้อสอบ
   8.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ
   8.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

2. ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นเครื่องมือชนิดเลือกตอบ (Selected Response)

ข้อสอบแบบเลือกตอบจะมีตัวเลือก 3-5 ตัวให้ผู้สอบเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว มีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

2.1 โจทย์ (Stem) เป็นรูปแบบของคำถาม หรือประโยคบางส่วน

2.2 ตัวเลือก (Options) เป็นส่วนที่ตอบคำถามหรือเติมประโยคให้สมบูรณ์

2.3 ตัวเลือกที่ถูกต้อง (Correct Option) ในบางครั้งเรียกคำตอบที่ถูกต้อง (Correct Answer) หรือ เฉลย (Key)

2.4 ตัวเลือกที่ไม่ถูกต้อง (Incorrect Option) โดยส่วนใหญ่เรียกว่า ตัวลวง (Distractor) (Haladyna & Rodriguez, 2013)

คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม กับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้ หากเป็นได้ควรมี 4 ตัวเลือก ซึ่งตัวเลือกดังกล่าวจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นตัวถูก และตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 203)

3. ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

3.1 สามารถประเมินความรู้ได้หลายระดับทั้งความจำ (ระดับที่ 1) และการประยุกต์ใช้ความรู้ (ระดับที่ 2 และ 3)

3.2 ประเมินเนื้อหาได้ครอบคลุมในระยะเวลาที่เหมาะสม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

3.3 มีการให้คำตอบที่ถูกต้องก่อนการสอบ การให้คะแนนมีความเที่ยง (Reliability) ลดปัญหาการให้คะแนนระหว่างผู้ประเมิน

3.4 สามารถตรวจข้อสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบได้ง่าย ปัจจุบันสามารถใช้ตรวจ และวิเคราะห์ได้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์

3.5 ไม่ถูกกระทบจากทักษะการเขียนของผู้สอบ

3.6 การบริหารจัดการสอบทำได้ง่าย จัดสอบกับผู้สอบจำนวนมากได้

3.7 สามารถเก็บข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าไปคลังข้อสอบ ลดปัญหาการจัดหาข้อสอบในอนาคตได้

3.8 มีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถครอบคลุมเนื้อหาได้ดี ถ้าการกำหนดตารางการสร้างข้อสอบที่เหมาะสม ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป

3.9 มีความเป็นปรนัยสูง สามารถตรวจให้คะแนนได้เหมือนกัน แม้ว่าผู้ประเมินจะต่างคนกัน (Inter-rater Reliability)

3.10 สามารถจัดสอบได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ใช้กับผู้เรียนจำนวนมากได้

4. ข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ

4.1 ไม่สามารถวัดทักษะในการจัดระบบความคิดหรือการตัดสินใจด้วยตนเองเนื่องจากมีคำตอบให้เลือก

4.2 ผู้สอบไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลในการเลือกตอบ

4.3 จำกัดความคิดของผู้สอบเฉพาะคำตอบที่ให้เลือก

4.4 แม้ว่าจะวัดความรู้ได้หลายระดับ ข้อสอบมีแนวโน้มที่จะเป็นการวัดความรู้ระดับความจำ การสร้างข้อสอบเพื่อวัดการแก้ปัญหาหรือความคิดสร้างสรรค์ทำได้ไม่ง่ายนัก

4.5 การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพต้องอาศัยความตั้งใจความใส่ใจอย่างจริงจัง เสียเวลา และอาศัยความร่วมมือของผู้สร้างข้อสอบ

4.6 มีโอกาสเดาได้ ถ้าข้อสอบไม่ดี ผู้สอบที่ไม่มีความรู้ อาจทำข้อสอบได้ถูกต้อง

4.7 มีโอกาสใช้ข้อสอบซ้ำ ผู้สอบจำข้อสอบได้ถ้ามีจำนวนข้อสอบไม่มาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ผู้สอนต้องสร้างข้อสอบให้มากพอ เพื่อเก็บไว้ในคลังข้อสอบ

4.8 ต้องมีการวางแผน และสร้างตารางออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา เพื่อให้การวัดผลมีความตรงเชิงเนื้อหา

5. แนวทางการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

การสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบนั้นประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ การสร้างคำถามและการสร้างตัวเลือก

5.1 การสร้างคำถามที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

5.1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

5.1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้าม ต้องเน้นด้วยการทำตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ

5.1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ชี้นำหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง หรือใช้คำตอบของข้อหนึ่งเป็นคำถามของอีกข้อหนึ่ง

5.1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด

5.1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)

5.2 การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบเลือกตอบมีจำนวน 3–5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในข้อสอบต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

5.2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน และมีความยาวใกล้เคียงกัน

5.2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก

5.2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถาม หรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ)

5.2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง-ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วนเพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ

เมื่อสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบได้ตามจำนวนที่ต้องการแล้ว จะต้องนำข้อสอบเหล่านั้นมาจัดฉบับ โดยใช้แนวทางดังนี้

ก) เรียงลำดับข้อสอบจากข้อง่ายไปข้อยาก

ข) ถ้าในแบบทดสอบประกอบด้วยเนื้อหาหลายเรื่อง ควรจัดลำดับข้อสอบที่วัดเนื้อหาในเรื่องเดียวกันไว้ด้วยกัน

ค) กระจายคำตอบที่ถูกต้องของแบบทดสอบทั้งฉบับ ให้มีจำนวนข้อที่ถูกต้องของแต่ละตัวเลือกใกล้เคียงกัน แต่ต้องไม่ใช้วิธีการกระจายโดยเรียงตัวเลือกถูกเป็นระบบ และไม่ควรให้ตัวเลือกถูกเดียวกันเรียงติดกันหลายข้อ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 32-33)

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบทุกชนิดที่จะนำมาใช้จะต้องผ่านการหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัดพฤติกรรมของผู้เรียน ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพดีจะส่งผลให้การทดสอบมีคุณภาพเช่นกัน คุณภาพของแบบทดสอบเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ความตรง (Validity)

ความตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือวัดผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้อง ของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมาย ถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม โดยมีการแบ่งประเภทของความตรง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประเภทของความตรง ความหมาย และวิธีการตรวจสอบ

ประเภท	ความหมาย	วิธีการตรวจสอบ
1. ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)	ความสามารถในการวัดกลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่องวัดได้ครอบคลุม เป็นตัวแทนของมวลเนื้อเรื่องหรือประสบการณ์ที่มุ่งวัด โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายของการวัด IOC หรือ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อเรื่องที่มุ่งวัด CVR และ CVI ควรมากกว่าหรือเท่ากับ 0.70	1. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความเหมาะสมของนิยาม และขอบเขตของมวลเนื้อเรื่องประสบการณ์ที่มุ่งวัด 2. ตรวจสอบกลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่อง หรือพฤติกรรมที่นำมาใช้วัดในเครื่องมือว่ามีความครอบคลุมเนื้อเรื่องหรือประสบการณ์ทั้งหมดหรือไม่เพียงไร 3. เปรียบเทียบสัดส่วนของข้อความว่ามีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละลักษณะเนื้อเรื่องที่มุ่งวัดมากน้อยเพียงไร
2. ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity)	ความสามารถในการวัดลักษณะที่สนใจได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอก	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างค่าที่วัดจากเครื่องมือกับค่าจากเกณฑ์ภายนอกซึ่งวัดได้จากเครื่องมืออิสระอื่นที่เชื่อถือได้

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ประเภท	ความหมาย	วิธีการตรวจสอบ
2.1 ความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity)	ความสามารถในการวัดลักษณะที่สนใจได้ตรงตามสมรรถนะของสิ่งนั้นในสภาพปัจจุบัน	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดจากเครื่องมือกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่น ซึ่งสามารถวัดสิ่งนั้นได้ในสภาพปัจจุบัน
2.2 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)	ความสามารถในการวัดลักษณะที่สนใจได้ตรงตามสมรรถนะของสิ่งนั้นที่จะเกิดขึ้นในอนาคต	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้จากเครื่องมือกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่นซึ่งสามารถวัดสิ่งนั้นได้ในเวลาต่อมาหรือในอนาคต
3. ความตรงเชิงทฤษฎีหรือโครงสร้าง (Construct Validity)	ความสามารถในการวัดได้ตรงตามลักษณะที่มุ่งวัด โดยผลการวัดมีความสอดคล้องกับโครงสร้างและความหมายทางทฤษฎีของลักษณะที่มุ่งวัดนั้น	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ได้จากเครื่องมือกับโครงสร้าง และคำทำนายทางทฤษฎีของลักษณะที่มุ่งวัด โดยอาศัยข้อสนับสนุนเชิงสะสมของหลักฐานจากวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆ เช่น 1) วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบผล 3) วิธีเปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง 4) วิธีวิเคราะห์เมทริกซ์พหุลักษณะพหุวิธี 5) วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ประเภทของความตรงจำแนกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือวิจัยทุกประเภท ก่อนนำเครื่องมือวิจัยไปรวบรวมข้อมูล ต้องตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาเป็นอันดับแรก ความหมายของความตรงเชิงเนื้อหา

ความตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง วัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด

ความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ หมายถึง เครื่องมือวัดที่มีเนื้อหาเป็นตัวแทนที่ดีของสิ่งที่ต้องการวัด มีขอบเขตครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดอย่างครบถ้วน

เครื่องมือวิจัยที่มีความตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง เครื่องมือวิจัยวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด หรือวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

แบบทดสอบความรู้วิจัยที่มีความตรงเชิงเนื้อหา หมายความว่า คำถามในแบบทดสอบความรู้วิจัยวัดความรู้การวิจัยได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

แบบทดสอบถามพฤติกรรมโภชนาการที่มีความตรงเชิงเนื้อหา หมายความว่า คำถามในแบบทดสอบถามวัดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคอาหารได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

จากความหมายต่าง ๆ เหล่านี้ จึงสามารถสรุป ความหมายของข้อสอบวัดความรู้ที่มีความตรงเชิงเนื้อหาได้ว่า เป็นข้อสอบที่วัดความรู้ได้ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

การตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือใช้ดุลยพินิจหรือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Opinion) หมายถึง การพิจารณาว่าเนื้อหาในคำถามวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในคำถามกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ และแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร ไม่ใช้ความคิดเห็นที่เป็นอัตนัยของผู้เชี่ยวชาญ

วิธีคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) มีดังนี้

ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหามีค่าระหว่าง 0.00–1.00

การแปลความหมายค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา

CVI = 1.00 หมายความว่า เนื้อหาของคำถามทุกข้อในแบบทดสอบถามสอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร

CVI = 0.00 หมายความว่า เนื้อหาของคำถามทุกข้อในแบบทดสอบถามไม่สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร

ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ ต้องไม่น้อยกว่า 0.80

ขั้นตอนคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา

ขั้นที่ 1 นำแบบทดสอบถามพร้อมด้วยโครงร่างวิจัยฉบับย่อให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้เรียนเชิญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในคำถามกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ของตัวแปร โดยกำหนดระดับความคิดเห็น 4 ระดับ ได้แก่ 1, 2, 3, 4 ซึ่งแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

1 หมายถึง คำถามไม่สอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ

2 หมายถึง คำถามต้องปรับปรุงมากจึงสอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ

3 หมายถึง คำถามต้องปรับปรุงเล็กน้อยจึงสอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ

4 หมายถึง คำถามมีความสอดคล้องกับคำนิยามเชิงปฏิบัติการ

ขั้นที่ 2 รวบรวมแบบทดสอบถามที่ได้รับกลับคืนจากผู้เชี่ยวชาญมาแจกแจงตามระดับความคิดเห็น 4 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4

ขั้นที่ 3 รวบรวมคำถามข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ความคิดเห็นระดับ 3 และ 4

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาจากสูตร

$$CVI = \frac{\text{จำนวนคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ความคิดเห็นระดับ 3 และ 4}}{\text{จำนวนคำถามทั้งหมด}}$$

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

แม้ว่าค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบถาม ≥ 0.80 ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพก็ตาม ผู้วิจัยไม่ควรเพิกเฉยหรือมองข้ามคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า ควรปรับปรุง แต่ควรใช้ดุลยพินิจปรับปรุงคำถามให้มีความสมบูรณ์ และชัดเจน (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร, 2555)

2. ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity)

ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ หมายถึง การวัดคุณภาพของแบบทดสอบ โดยเอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ระดับผลการเรียน เป็นต้น ถ้าผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนดี เมื่อทำข้อสอบชุดนั้นแล้วพบว่าได้คะแนนสูง แสดงว่า แบบทดสอบนั้นมีความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ดี แต่ถ้ามีผลตรงกันข้ามแสดงว่า แบบทดสอบนั้นไม่มีความตรง การทดสอบความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์จัดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1 ความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง การนำเอาผลการวัดจากแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับผลการเรียนอื่น ๆ ของผู้เรียนในปัจจุบัน เช่น การนำเอาผลการวัดจากแบบทดสอบเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่สร้างขึ้น ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนการปฏิบัติการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าผลการหาความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กันสูงกล่าว คือ ผู้เรียนที่มีทักษะการปฏิบัติการงานด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สูงจะทำแบบทดสอบนั้นได้ ทำนองเดียวกันคนที่ไม่มีทักษะการปฏิบัติการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ก็จะทำแบบทดสอบนั้นไม่ได้ ถ้าผลการหาความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกัน คือ มีความสัมพันธ์กันสูงแสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตรงเชิงสภาพสูง

2.2 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) การทดสอบความตรงที่ใช้หลักการเดียวกับการทดสอบความตรงเชิงสภาพ เพียงแต่ถ้าเป็นแบบเชิงพยากรณ์จะใช้ข้อมูลที่เป็นเกณฑ์ในอนาคต ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนจากการทำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เช่น ใช้ข้อมูลที่เป็นเกรดเฉลี่ยของผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาแล้ว หรือใช้คะแนนในรายวิชาใด ที่ได้สอบผ่านไปแล้วมาเป็นเกณฑ์ เป็นต้น

3. ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ขอบเขต ความหมาย หรือลักษณะประจำตามทฤษฎีที่เครื่องมือวิจัยนั้น ๆ วัดได้ หรือหมายถึงความสามารถของเครื่องมือวิจัยที่สามารถวัดทฤษฎี หรือลักษณะของพฤติกรรมได้ตามที่สามารถวัดพฤติกรรมได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เครื่องวิจัยที่มีความตรงเชิงโครงสร้างจะแสดงให้เห็นว่า ผลที่ได้จากการวัดมีความสัมพันธ์กับทฤษฎี หรือลักษณะที่กำหนดมากน้อยเพียงไร การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างจะต้องตรวจสอบทั้งเชิงเหตุผล (Logical) และการตรวจสอบเชิงประจักษ์ (Empirical)

การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นวิธีทางสถิติสำหรับตรวจสอบโครงสร้าง โดยการลดจำนวนตัวแปรลงให้เป็นจำนวนองค์ประกอบ หรือลักษณะร่วม ซึ่งมีจำนวนไม่กี่รายการ ลักษณะเช่นนี้จะช่วยให้คำบรรยายพฤติกรรมต่าง ๆ ง่ายขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเทคนิคทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับคน (หรือผู้ให้ข้อมูล) จำนวนมาก ตัวแปรจำนวนมาก และองค์ประกอบจำนวนมาก การวิเคราะห์องค์ประกอบจึงมีลำดับขั้น

ประเภทของเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

เทคนิคของการวิเคราะห์องค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจะใช้ในกรณีที่ผู้ศึกษาไม่มีความรู้ หรือมีความรู้น้อยมากเกี่ยวกับโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อศึกษาโครงสร้างของตัวแปร และลดจำนวนตัวแปรที่มีอยู่เดิมให้มีการรวมกันได้

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้สนับสนุนทฤษฎีหรือยืนยันความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของเครื่องมือที่สร้างขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นวิธีที่ใช้เปรียบเทียบโครงสร้างองค์ประกอบของเครื่องมือระหว่างกลุ่มประชากรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไปพร้อม ๆ กันด้วยซึ่งงานวิจัยแทบทุกเรื่องต้องใช้การวิเคราะห์โมเดลการวัด (Measurement Model) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ในการ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตรวจสอบยืนยันความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือที่สร้างขึ้นว่ามีโครงสร้างตรงตามทฤษฎีที่กำหนด (พูลพงศ์ สุขสว่าง, 2563, หน้า 152)

หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้สนับสนุนทฤษฎีหรือยืนยันความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือที่สร้างขึ้น ซึ่งหลักสำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน คือ ตัวแปรสังเกตได้ที่นำมาใช้วัดตัวแปรแฝงต้องเป็นตัวแปรต่อเนื่อง และที่สำคัญต้องมีทฤษฎีรองรับว่าตัวแปรแฝงที่สร้างขึ้นวัดได้จากตัวแปรสังเกตุได้ที่กำหนด (พูลพงศ์ สุขสว่าง, 2563, หน้า 152-153)

ประโยชน์ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

1. เป็นการยืนยันว่าตัวแปรที่ศึกษา มีองค์ประกอบตรงตามทฤษฎีที่กำหนดจริง

2. เป็นการยืนยันว่าเครื่องมือ ที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้างจริงหรือกล่าวอีกนัย คือ ตัวแปรแฝง แต่ละตัวแปรสามารถวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ที่กำหนด

3. องค์ประกอบที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีเมื่อนำมาใช้ในบริบทที่กำหนดนั้นองค์ประกอบใดมีน้ำหนักหรือความสำคัญมากกว่ากัน

4. ภายในองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ (ตัวแปรแฝง) ค่าน้ำหนักของตัวแปรสังเกตุได้ใดมีน้ำหนักหรือความสำคัญมากกว่ากัน

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันนั้นต้องเริ่มต้นจากการวิเคราะห์โมเดลการวัดของตัวแปรแฝงแต่ละตัวแปร เพื่อพิจารณาคัดเลือกตัวแปรสังเกตได้ที่สามารถนำมาใช้วัดตัวแปรแฝงให้ครบทุกตัวแปรแฝง แล้วจึงจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันต่อไป โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่ง (First order Confirmatory Factor Analysis)

วัตถุประสงค์หลักของของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่ง คือ เพื่อยืนยันว่าตัวแปรที่ศึกษา มีองค์ประกอบตรงตามทฤษฎีที่กำหนดจริง หรือเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้างจริงหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็ คือ ตัวแปรแฝง แต่ละตัวแปรสามารถวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ที่กำหนด นอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบว่า ภายในองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ (ตัวแปรแฝง) ค่าน้ำหนักของตัวแปรสังเกตได้ตัวใดมีน้ำหนักหรือความสำคัญมากกว่ากัน ในบริบทที่ศึกษา โดยขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่งมี 2 ขั้น ดังนี้

1. การตรวจสอบโมเดลการวัดของตัวแปรแฝง

การตรวจสอบโมเดลการวัดตัวแปรแฝงทุกตัวแปร มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกตัวแปรสังเกตได้ที่สามารถนำไปใช้วัดตัวแปรแฝงแต่ละตัวแปร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบโมเดการวัดของ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตัวแปรแฝงทุกตัวแปร โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดตัวแปรแฝงทุกตัวแปร ได้แก่ ค่าไคสแควร์ ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า เป็นต้น

2. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่ง

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่ง เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบว่า ภายในองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ (ตัวแปรแฝง) ค่าน้ำหนักของตัวแปรสังเกตุได้ตัวใดมีน้ำหนักหรือความสำคัญมากกว่ากันในบริบทที่ศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่สอง (Second order Confirmatory Factor Analysis)

วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่สองคล้ายกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่ง คือ 1) เพื่อยืนยันว่าตัวแปรที่ศึกษามีองค์ประกอบตรงตามทฤษฎีที่กำหนดจริง 2) การตรวจสอบว่าภายในองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบค่าน้ำหนักของตัวแปรสังเกตได้ตัวใดมีน้ำหนักหรือความสำคัญมากกว่ากัน ในบริบทที่ศึกษา และส่วนที่เพิ่มเติม คือ 3) ภายในองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบค่าน้ำหนักของตัวแปรสังเกตได้ตัวใดมีน้ำหนักหรือความสำคัญมากกว่ากัน ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่สอง จึงมี 3 ขั้น ดังนี้

1. การตรวจสอบโมเดลการวัดของตัวแปรแฝง
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่ง
3. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่สอง

ความเที่ยง (Reliability)

ความเที่ยง หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดจากการที่นำแบบทดสอบชุดนั้นไปทดสอบกับผู้เรียนไม่ว่าจะทดสอบจำนวนกี่ครั้งคะแนนที่ได้จะไม่แตกต่างกัน ความเที่ยงสามารถคำนวณเป็นตัวเลขได้หลายวิธี และแต่ละวิธีจะได้ค่าไม่เกิน 1 ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีค่าความเที่ยงสูง การประมาณค่าความเที่ยงสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีความคล้ายคลึงกันในการหาความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งได้มาจากเครื่องมือเดียวกัน หรือเครื่องมือที่คู่ขนานกัน เนื่องจากการใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สำหรับประมาณค่าความเที่ยง บางครั้งจึงเรียกผลที่ได้ว่า สัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability Coefficient) และสามารถจำแนกความเที่ยงออกเป็น 4 ประเภท โดยมีความหมาย และวิธีการประมาณค่าดังแสดงในตารางที่ 6

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 6 ประเภทของความเที่ยง ความหมาย และวิธีการประมาณค่า

ประเภท (Type of Reliability Measures)	ความหมาย (Meaning and Methods)	วิธีประมาณค่า (Procedures)
1. ความเที่ยงแบบความคงที่ (Measure of Stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกันโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (Test-Retest Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาที่ต่างกัน
2. ความเที่ยงแบบความสมมูล (Measure of Equivalence)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกันโดยใช้แบบสอบที่สมมูลกัน (Equivalent Forms Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ ที่ทัดเทียมกัน
3. ความเที่ยงแบบความคงที่ และสมมูล (Measure of Stability and Equivalence)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบที่สมมูลกัน (Test-Retest with Equivalence Forms)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในช่วงเวลาที่ต่างกันจากกลุ่มคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ ที่ทัดเทียมกัน
4. ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency)	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัดโดยใช้วิธีต่าง ๆ	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบเดียวกัน
	4.1 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split – Half Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกัน เช่น แบ่งเป็นข้อคู่ และข้อคี่ เป็นต้น จากนั้น

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ประเภท (Type of Reliability Measures)	ความหมาย (Meaning and Methods)	วิธีประมาณค่า (Procedures)
		จึงใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์
	4.2 วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0,1) และคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
	4.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
	4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance Method)	วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง จากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยท์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแบบเลือกตอบและการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีดังนี้

ปกรณ์ ประจันบาน, วารีรัตน์ แก้วอุไร และสำราญ มีแจ้ง (2556) ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอุดมศึกษา (U-NET) ในกลุ่มวิชาชีพเฉพาะด้านเกษตรศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีสุดท้าย ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตร (พืชศาสตร์) และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (อุตสาหกรรมเกษตร) ของมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 1,387 คน ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (อุตสาหกรรมเกษตร) คณะเกษตรศาสตร์ตามกรอบมาตรฐาน TQF ขั้นตอนที่

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

2 การดำเนินการออกข้อสอบวัดสมรรถนะผู้เรียน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตร (พืชศาสตร์) และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร(อุตสาหกรรมเกษตร) ขั้นตอนที่ 3 การหาคุณภาพข้อสอบในด้านค่าความยาก (Difficulty: p) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: r) ค่าความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) ขั้นตอนที่ 4 การสร้างเกณฑ์ปกติ และคู่มือการใช้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ข้อสอบทางการศึกษาระดับชาติ ด้านอุดมศึกษา (U-NET) ในกลุ่มวิชาชีพเฉพาะด้านเกษตรศาสตร์ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตร (พืชศาสตร์) และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (อุตสาหกรรมเกษตร) ฉบับละ 100 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ตรวจให้คะแนนแบบ ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน ออกตามเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรตามร่างกรอบมาตรฐาน TQF 2) ข้อสอบสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตร (พืชศาสตร์) ประกอบด้วยองค์ความรู้ 6 ด้าน ได้แก่ กลุ่มเคมีอาหาร กลุ่มจุลชีววิทยาอาหาร กลุ่มการแปรรูปอาหาร กลุ่มวิศวกรรมอาหาร กลุ่มการประกันคุณภาพและสุขาภิบาล และกลุ่มการวิจัย แบ่งสัดส่วนเนื้อหาเป็น 21 : 14 : 21 : 14 : 21 : 9 และข้อสอบสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (อุตสาหกรรมเกษตร) ประกอบด้วยองค์ความรู้ 8 ด้าน ได้แก่ กลุ่มวิชาปรับปรุงพันธุ์พืช กลุ่มวิชาสรีรวิทยาของพืช กลุ่มวิชาโรคพืช กลุ่มวิชาแมลงศัตรูพืช กลุ่มวิชาปฐพีวิทยาสิ่งแวดล้อมและการจัดการ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีชีวภาพพืช กลุ่มเศรษฐศาสตร์การเกษตร และกลุ่มปัญหาพิเศษ/การศึกษาอิสระ แบ่งสัดส่วนเนื้อหาเป็น 10 : 15 : 15 : 15 : 15 : 10 : 10 : 10 และ 3) ข้อสอบทุกข้อผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทุกข้อ และผ่านการทดลองใช้เพื่อหาความยากและอำนาจจำแนกรายข้อ และผ่านเกณฑ์ทุกข้อ และแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูงทั้งสองฉบับ 4) เกณฑ์การประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ด้านอุดมศึกษา (U-NET) ในกลุ่มวิชาชีพเฉพาะด้านเกษตรศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง

ปกรณ์ ประจันบาน และอนุชา กอนพ่วง (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียนสังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 39 ในปีการศึกษา 2557 จำนวน 1,100 คน ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) เครื่องมือเป็นแบบวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 2 แบบ ได้แก่ แบบทดสอบสถานการณ์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก และแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ รวมจำนวน 50 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ค่าความเที่ยง (Reliability) และค่าคะแนนมาตรฐานทีแบบการแจกแจงปกติ (Normal Distribution T–Score) และคะแนนมาตรฐานซี (Z-Score) ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดทักษะการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำแนกออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 แบบประเมินมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ และชุดที่ 2 ข้อสอบสถานการณ์ จำนวน 25 ข้อ รวม 50

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อ ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ ผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนเพื่อหาค่าความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยง พบว่า มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ทุกข้อ มีค่าความเที่ยงในระดับสูง และสร้างเกณฑ์การประเมินผล 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาการทดสอบเฉพาะบุคคลแบบ ซี เอ ที กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง ชั้นปีที่ 1 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 2,868 คน ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 เป็นการทดลองกลุ่มข้อสอบ ระยะที่ 2 เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ระยะที่ 3 เป็นการทดลองใช้แบบสอบเฉพาะบุคคล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการทดสอบ และระยะที่ 4 เป็นการหาคุณภาพของแบบสอบเฉพาะบุคคล ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบสอบเฉพาะบุคคลแบบ ซี เอ ที วิชา EN101 มี 152 ข้อ โดยจัดกลุ่มข้อสอบตามค่าความยากออกเป็น 11 ระดับ ระดับละ 6-43 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.500 ถึง 2.681 ค่าความยากอยู่ระหว่าง -3.614 ถึง 3.997 และค่าการเดาอยู่ระหว่าง 0.053 ถึง 0.300 2) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถที่ประมาณได้จากแบบสอบเฉพาะบุคคลแบบ ซี เอ ที กับคะแนนจากแบบสอบแบบคลาสสิกมีค่าเท่ากับ 0.813 และ 3) แบบสอบเฉพาะบุคคลแบบ ซี เอ ที มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถที่ประมาณได้จากแบบสอบเฉพาะบุคคลกับเกรดวิชา EN101 เท่ากับ 0.772

อุไร จักษ์ตรีมงคล (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดสำหรับการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 972 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบวัดทักษะการคิดตามแนวทางของแคมบริดส์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 38 ข้อ แบ่งเป็น การคิดแก้ปัญหาจำนวน 21 ข้อ และการคิดวิเคราะห์จำนวน 17 ข้อ ผลการศึกษาพบว่าข้อคำถามวัดทักษะการคิด จำนวน 38 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 - .74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 - .45 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดทั้งฉบับมีค่า .68 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพโดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับคะแนนเฉลี่ยสะสมพบว่า คะแนนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับคะแนนแบบวัดทักษะการคิดทั้งแบบการคิดวิเคราะห์ (17 ข้อ) การคิดแก้ปัญหา (21 ข้อ) และทั้งฉบับ (38 ข้อ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสหสัมพันธ์เป็น .367, .390 และ .458 ตามลำดับผลการสร้างเกณฑ์ปกติ พบว่าคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 0 – 32 สามารถแปลงเป็นคะแนนทีปกติ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างบุคคลได้โดยมีค่าคะแนนทีตั้งแต่ 17 – 83

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สุชาดา กรเพชรปาณี, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์ (2557) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับละ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จำนวน 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่หนึ่ง เป็นการจัดทำคลังข้อสอบโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL และคัดเลือกข้อสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 4.1.7 ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์บรรจุในคลังข้อสอบ ขั้นตอนที่สอง เป็นการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP พัฒนาโปรแกรม ใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล และใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) (Elliott, 2004) และการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ของ Thompson and Weiss (2011) ที่ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ และขั้นตอนที่สาม การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมผลการวิจัยปรากฏว่า คลังข้อสอบ O-NET สามารถบรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (ไม่เกิน 5 ตัวเลือก) ได้ไม่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของ Server โดยได้บรรจุข้อสอบ O-NET ที่วิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ และผ่านเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 258 ข้อ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 469 ข้อ และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,197 ข้อ

รุ่งฤดี กล้าหาญ, ดวงเดือน ศาสตรภัทร และสายสมร เฉลยกิตติ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการวัด และประเมินพฤติกรรมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของไทยในศตวรรษที่ 21 การสุ่มตัวอย่างใช้เทคนิควิธีการสุ่มเลือกแบบหลายขั้นตอน กลุ่มตัวอย่าง ครูประจำชั้นจำนวน 18 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ใน 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกรุงเทพมหานคร จำนวนรวม 704 คน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล และด้านการสอนระดับประถมศึกษา จำนวน 9 คน และระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูล คือ เดือนกรกฎาคม - เดือนสิงหาคม 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบบันทึกข้อมูล แบบสังเกต และแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของไทยในศตวรรษที่ 21 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของไทยในศตวรรษที่ 21 มี 5 ด้าน คือ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความมีวินัย ความอดทน และใฝ่เรียนรู้ ผลการศึกษาระดับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักเรียนในทุกภูมิภาค มีคะแนนเฉลี่ยการประเมินตนเองในคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทั้ง 5 ด้าน อยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

พบว่า คะแนนเฉลี่ยการประเมินตนเองในคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านความรับผิดชอบ มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือด้านใฝ่เรียนรู้ ความซื่อสัตย์ ความมีวินัย และความอดทน ผลการประเมินโดยครูประจำชั้นประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทั้ง 5 ด้านของนักเรียน ในแต่ละภูมิภาค พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการประเมินในคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทั้ง 5 ด้าน อยู่ในระดับมาก พิจารณาเป็นรายภูมิภาค พบว่า ภาคกลางมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรุงเทพมหานคร และภาคใต้ 2) รูปแบบการวัด และประเมินพฤติกรรมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของไทยในศตวรรษที่ 21 มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ วัตถุประสงค์หลักการ และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และ 3) ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการวัด และประเมินพฤติกรรมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของไทยในศตวรรษที่ 21 จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา และการสอนระดับประถมศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของรูปแบบในด้านความเหมาะสม และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ พบว่าโดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่า องค์ประกอบของรูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมในขั้นอภิปรายมีค่าเฉลี่ยของคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องมือประเมินสำหรับนักเรียนประเมินตนเอง และองค์ประกอบด้านวัตถุประสงค์ และเครื่องมือประเมินสำหรับครูประเมินนักเรียน และด้านเวลาที่ใช้ ส่วนผลการประเมินคุณภาพรูปแบบด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ โดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่า องค์ประกอบของรูปแบบมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ขั้นกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องมือประเมินสำหรับครูประเมินนักเรียน เครื่องมือประเมินสำหรับนักเรียนประเมินตนเอง และด้านเวลาที่ใช้

J. Zhou (2009) ได้ศึกษาการใช้ AE เพื่อสร้างแบบประเมินสำหรับการสอบใบอนุญาติการเป็นผู้ตรวจสอบบัญชี (Certified Public Accountant) โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และการจำลองเหตุการณ์ (Multiple Choice Questions and Simulations) การวิจัยเป็นการนำขั้นตอนของ AE 4 ขั้นตอน มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบ โดยแบ่งการวิจัยเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 วิศวกรรมประเมิน และการวัดผล (Assessment Engineering and Educational Measurement) ในส่วนนี้แบ่งขั้นตอนเป็น 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 การให้นิยามความหมายของโครงสร้าง (Construct Definition) ขั้นที่ 2 การพัฒนาการสร้างโมเดลข้อสอบ (Model-Driven Item Development) ขั้นที่ 3 การรวมส่วนประกอบของข้อสอบ (Automated Item Assembly) ขั้นที่ 4 การหาโมเดลที่เหมาะสม (Model Data Fit Assessment) ส่วนที่ 2 ทำการประยุกต์หลักการ AE สำหรับการทดสอบเพื่อประเมินสำหรับการขอใบอนุญาติเป็นผู้ตรวจสอบบัญชี ในส่วนนี้แบ่งขั้นตอนเป็น 2 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำการสร้างโครงสร้างต้นแบบ และโมเดลเชิงหลักฐาน (Construct

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Mapping and Evidence Modeling) ที่เกี่ยวกับทักษะของการสื่อสาร 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน การฟัง การพูด การอ่าน และการสื่อสารสองทาง ในขั้นนี้ได้นำกระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001) ซึ่งมี 6 ขั้น คือ จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) ประยุกต์ (Apply) วิเคราะห์ (Analyze) ประเมินค่า (Evaluate) และสร้างสรรค์ (Create) มาประยุกต์สร้างโครงสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 2 พัฒนาโมเดลแบบทดสอบ และโมเดลข้อสอบ (Developing Task and Item Models) และในส่วนที่ 3 ข้อสรุปในการศึกษา และแนวทางวิจัยในอนาคตของงานวิจัยนี้ โดยพบว่าสามารถใช้กรอบแนวคิดของหลักการ AE เพื่อสร้างข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบโดยการควบคุมเนื้อหา (Control Content Representation) และระดับความยาก (Difficulty Levels) ของข้อสอบ นอกจากนี้ พบว่าคลังข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากสามารถสร้างจากโครงสร้าง และโมเดลข้อสอบ

Finch (2010) ได้ศึกษาความลำเอียง และความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ โดยอาศัยโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความลำเอียง (Bias) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) และรากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) โดยทำการสร้างข้อมูลจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาโล (Monte Carlo) เป็นข้อมูลชนิดสองค่าที่มีความหลากหลายทั้งจำนวนของผู้สอบ (250, 500, 1,000 และ 2,000) ความยาวของข้อสอบ (15, 30 และ 60) การแจกแจงของคุณลักษณะแฝง (Normal, Skewed) ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบร่วม (0, 0.3, 0.5 และ 0.8) ชนิดของโมเดล (2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ ที่มีค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ) ใช้วิธีการประมาณค่า 2 วิธี คือวิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted Least Squares: ULS) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนัก (Robust weighted Least Squares: RWLS) ซึ่งวิธี ULS เป็นการประมาณค่าโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NOHARM และวิธี RWLS เป็นการประมาณค่าโดยใช้โปรแกรม Mplus ซึ่งทั้งสองโปรแกรมนี้ เป็นการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบในลักษณะพหุมิติ และยังได้ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบในลักษณะเอกมิติด้วยโปรแกรม BILOGMG ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างตัวแปรที่ศึกษาและความแม่นยำในการประมาณค่าของวิธีการจัดการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศจะเห็นได้ว่าการนำการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เพื่อการประเมินเชิงวินิจฉัยยังไม่แพร่หลาย และเป็นงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบมิติเดียวส่วนการประยุกต์ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติยังพบว่ามีน้อยมาก ดังนั้น การประยุกต์ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ และการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการประเมินวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนจึงยังต้องการการดำเนินการวิจัยที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนขึ้น

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Arendasy and Sommer (2012) ได้ศึกษาการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติเพื่อตอบสนองความต้องการข้อสอบที่เพิ่มขึ้นของการประเมินการศึกษา และการประกอบอาชีพระดับสูง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการกำหนดค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด (Automatic Min–Max Approach) ในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เพื่อการแก้ปัญหาการข้อสอบที่สร้างขึ้นมาไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ การพัฒนาตามแนวทางการกำหนดค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด มีการจัดการขั้นของปัญหาออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) นิยามของลักษณะตัวแปรแฝง (Latent Trait) และข้อกำหนดของรูปแบบการรู้คิด (Cognitive Model) 2) เลือกรูปแบบข้อสอบ (Item Format) และให้ความหมายแบบจำลองทางการรู้คิด (Cognitive Model) 3) กำหนดรูปแบบข้อสอบความรู้ความเข้าใจที่มีการวัดทักษะทางปัญญาเฉพาะเรื่องทีจะทดสอบ โดยจะมีการกำหนดระดับความยากของข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ศึกษาตัวแปร 1 ตัว (1PL Rasch Model) เพื่อประเมินค่าความแตกต่างของข้อสอบ ใช้ The Linear Logistic Test Model (LLTM) และ 4) การประเมินขอบเขตพื้นฐานทำนายค่าพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบ เพื่อให้หลักฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการแสดงของชุดหมายเลขของข้อสอบที่สร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ โดยขั้นนี้มีกลุ่มตัวอย่าง 1,888 คน อายุระหว่าง 12-77 ปี เพื่อทำการทดสอบข้อสอบที่สร้างขึ้น ตัวอย่างกลุ่มนี้มีการศึกษาส่วนใหญ่ที่ระดับ 2 และ 3 ของการศึกษาระดับนานาชาติ (International Standard Classification of Education: ISCED) ตอนที่ 2 การนำไปใช้ (Generalizability) โดยทำการทดสอบข้อสอบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นด้วยตัวอย่างกลุ่มอื่น โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 481 คน อายุระหว่าง 16-63 ปี และมีการศึกษาส่วนใหญ่ที่ระดับ 3 และ 4 ของการศึกษาระดับนานาชาติ การวิจัยใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยปรากฏว่า การสร้างข้อสอบอัตโนมัติด้วยวิธีการกำหนดค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด ดังนี้ 1) การทดสอบสมรรถภาพทางความรู้เชิงปริมาณ (Quantitative Knowledge) มีน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ .75 2) การทดสอบสมรรถภาพทางสติปัญญาลื่นไหล (Fluid Intelligence) มีน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ .99 และ 3) การทดสอบสมรรถภาพทางสติปัญญาตกผลึก (Crystalized Intelligence) มีน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ .79 และพบว่า ชุดข้อสอบจำนวนมากที่มีลักษณะทางจิตวิทยาสามารถสร้างได้โดยอัตโนมัติ และไม่ต้องคัดข้อสอบออก เนื่องจากมีลักษณะทางจิตวิทยาไม่เพียงพอหลังขั้นตอนการปรับเทียบข้อสอบ

Hou et al. (2012) ได้พัฒนามาตรวัด Fugl-Meyer Scale ในรูปแบบการทดสอบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT-FM) ที่มีความเที่ยง และมีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินการตอบสนองทางร่างกาย (Motor Function) ในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke Patient) โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสองระยะ ระยะที่หนึ่งเป็นการศึกษาด้วยการจำลองข้อมูล มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนา และตรวจสอบคุณสมบัติในการวัด (Psychometric Properties) ของ CAT-FM โดยใช้ข้อมูลการตอบมาตรวัดของกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 301 คน สำหรับการจำลองข้อมูล และ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ระยะที่สองเป็นการศึกษาภาคสนาม (Field Study) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการบริหารการทดสอบของ CAT-FM ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยหลอดเลือดสมอง จำนวน 49 คน การศึกษาดำเนินการในศูนย์การแพทย์ และโรงพยาบาล CAT-FM เป็นมาตรวัดที่ประกอบด้วย 2 มาตรวัด คือ มาตรวัดสำหรับการตอบสนองช่วงบนของร่างกาย (Upper Extremity) และมาตรวัดสำหรับการตอบสนองช่วงล่างของร่างกาย (Lower Extremity) คลังข้อสอบจึงแบ่งออกเป็น 2 คลังข้อสอบ ข้อคำถามในคลังข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีจำนวนทั้งสิ้น 37 ข้อ ซึ่งได้ข้อคำถามในคลังข้อสอบ มาจาก Fugl-Meyer Scale ฉบับดั้งเดิม การดำเนินการทดสอบมีการกำหนดทางเลือกในการยุติการทดสอบ 2 เกณฑ์ คือ 1) ยุติการทดสอบเมื่อค่าความเที่ยง (Reliability) มีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.9 หรือ 2) ยุติการทดสอบเมื่อค่าความเที่ยงมีค่าเพิ่มขึ้นน้อยกว่า .01 ภายหลังการทดสอบแต่ละข้อ ผลการศึกษาด้วยการจำลองข้อมูล แสดงให้เห็นว่า CAT-FM มีค่าความเที่ยงสูง (ค่าความเที่ยงสูงเท่ากับ .93 ทั้งในส่วนของมาตรวัดย่อย การตอบสนองช่วงบนของร่างกายและมาตรวัดย่อยการตอบสนองช่วงล่างของร่างกาย) นอกจากนี้ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามาตรวัด CAT-FM มีความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันมากกว่าหรือเท่ากับ .91 ทั้งในส่วนของมาตรวัดการตอบสนองช่วงบนของร่างกาย มาตรวัดการตอบสนองช่วงล่างของร่างกาย และมาตรวัดการตอบสนองทางร่างกายโดยรวม) ผลการประเมินการตอบสนองอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยการตอบสนองของผู้ป่วยจากมาตรวัดย่อยการตอบสนองช่วงบนของร่างกาย การตอบสนองช่วงล่างของร่างกายและการตอบสนองโดยรวมมีค่าเท่ากับ .67 .79 และ .7 ตามลำดับ) สำหรับผู้ป่วยที่ตอบมาตรวัดภายหลังการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง 14 และ 90 วัน จำนวนทั้งสิ้น 226 คน ผลการศึกษาภาคสนามพบว่า CAT-FM ใช้ระยะเวลาในการทดสอบโดยเฉลี่ย 242 วินาที และใช้ข้อคำถามเฉลี่ย 4.7 ข้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า CAT-FM เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ มีความตรง และความเที่ยงสำหรับการประเมินการตอบสนองทางร่างกายในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

X. Zhou (2012) ได้ศึกษาการออกแบบ *p*-Optimal ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์กับข้อสอบแบบพหุวิภาค การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบคลังข้อสอบแบบ *p*-Optimal ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์กับข้อสอบแบบพหุวิภาค โดยขยายวิธี *p*-Optimal (2007) โดยการจำลองข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าข้อจำกัดในทางปฏิบัติของการควบคุมการแสดงข้อสอบวิธีแบ่งชั้น (a-Stratified) และการจัดสมดุลเนื้อหาไม่ได้มีผลต่อขนาดคลังข้อสอบขนาดใหญ่ แต่อย่างไรก็ตาม การควบคุมการแสดงข้อสอบวิธีแบ่งชั้น (a-Stratified) ส่งผลกระทบต่อลักษณะของคลังข้อสอบมาก ข้อสอบที่รวมอยู่ในคลังข้อสอบจำลองที่มีการควบคุมการแสดงข้อสอบวิธีแบ่งชั้น (a-Stratified) ที่มีการควบคุมมีขนาดใหญ่ พารามิเตอร์ และให้ข้อมูลที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยในทางตรงกันข้ามสมดุลเนื้อหานำไปใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีผลกระทบเพียงเล็กน้อยในการออกแบบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คลังข้อสอบ และการดำเนินงานคลังข้อสอบมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับลักษณะคลังข้อสอบ เมื่อควบคุมการแสดงข้อสอบวิธีแบ่งชั้น (a-Stratified) ให้ผลที่สอดคล้องกัน ได้แก่ 1) ข้อมูลการทดสอบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าที่ได้ไม่จำกัด 2) RMSE เป็นที่สูงขึ้น และความสัมพันธ์ระหว่างความจริง และความสามารถในการประเมินต่ำ 3) ร้อยละของการจัดหมวดหมู่ที่ถูกต้องสำหรับความสำเร็จในระดับสูงสุดที่ต่ำ แต่สำหรับทุกคลังข้อสอบที่ดีที่สุดจำลองข้อมูลการทดสอบอย่างต่อเนื่องเหนือระดับเป้าหมาย 10.0 ก็สรุปได้ว่าวิธีการควบคุมการแสดงข้อสอบวิธีแบ่งชั้น (a-Stratified) ส่งผลให้การใช้งานที่มีประสิทธิภาพของรายการจำแนกน้อยกับการลดลงของขนาดเล็กในการวัดความแม่นยำ

Cunha, Xavier, Martinho, and Matos (2014) ได้ศึกษาการปรับและตรวจสอบความตรงของมาตรวัดความทรงจำในวัยเด็กเกี่ยวกับความอบอุ่น และความปลอดภัย (Early Memories of Warmth and Safeness Scale: EMWSS) ที่ได้ทำการแปลเป็นภาษาโปรตุเกสโดยทำการวิจัยในกลุ่มวัยรุ่น คุณสมบัติทางจิตวิทยาของมาตรวัดความทรงจำในวัยเด็ก EMWSS ถูกนำมาวิเคราะห์ และศึกษา โครงสร้างปัจจัยเพื่อยืนยันการใช้ภาษาโปรตุเกสในการสื่อสาร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นวัยรุ่นจำนวน 651 คน วัยรุ่นที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มาจากโรงเรียนรัฐบาลในเขต Castelo Branco ประเทศโปรตุเกส นักเรียนที่เป็นอาสาสมัครเข้าร่วมทดลอง และตอบคำถามบนเครื่องมือในห้องเรียน ใช้เวลาประมาณ 15 นาที ผลการวิจัยพบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) สนับสนุนองค์ประกอบเชิงโครงสร้างอันดับหนึ่งด้วยข้อคำถามทั้ง 21 รายการ และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของโมเดล และความเหมาะสม มาตรวัดความทรงจำในวัยเด็ก EMWSS สำหรับวัยรุ่นมีความสอดคล้องภายในระดับสูง ความน่าเชื่อถือการทดสอบซ้ำ และความสัมพันธ์ในด้านลบกับสภาวะความซึมเศร้า วิตกกังวล และความเครียด โดยภาพรวมชี้ให้เห็นว่ามาตรวัดความทรงจำในวัยเด็กเกี่ยวกับ EMWSS ที่แปลเป็นภาษาโปรตุเกสสำหรับกลุ่มวัยรุ่น เป็นเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือได้และมีความถูกต้องในการประเมินในเชิงบวกของความทรงจำทางอารมณ์ในกลุ่มอายุนี้

Pavia, Cavani, Di Blasi, and Giordano (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางจิตวิทยา และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบคำถามสำหรับประเมินการเสพติดสมาร์ทโฟน (Smartphone Addiction Inventory: SPAI) โดยการตรวจสอบค่าความเที่ยง (Reliability) และความตรงเชิงลู่เข้า (Convergent Validity) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อหาโครงสร้างองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่ำสุด และสูงสุดของแบบคำถาม SPAI กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจาก 10 คณะวิชาของมหาวิทยาลัย Palermo ในประเทศอิตาลี จำนวน 485 คน อายุระหว่าง 19-27 ปี โดยที่มหาวิทยาลัย Palermo ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ของอิตาลี ซึ่งเมืองนี้มีประชากรประมาณ 1,000,000 คน เครื่องมือวัด ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบคำถาม SPAI และเครื่องมือที่ใช้ในการวินิจฉัยการติดอินเตอร์เน็ต (The Internet

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Addiction Test: IAT) ผลการวิจัยพบว่า การตรวจสอบ SPAI ด้วย CFA ที่มีโมเดล 5 องค์ประกอบ จะได้ให้ผลที่ดีกว่า โมเดล 4 องค์ประกอบ โดยโมเดล 5 องค์ประกอบสามารถอธิบายได้ถึง 53% ของแปรปรวนทั้งหมด

Chidchai, Surachai, Tiwawan, and Poonpong (2017) ได้ศึกษาตัวชี้วัดในแต่ละองค์ประกอบที่มีต่อความสำเร็จของการทดสอบวัดความสามารถทางวิชาการที่จัดโดยหน่วยงานเอกชนสำหรับนักเรียนในโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 146 โรงเรียน ได้มาจากการใช้วิธีคำนวณกลุ่มตัวอย่าง 20 เท่าของตัวแปร โดยเป็นครูผู้ประสานงานในกิจกรรมการทดสอบทางวิชาการของโรงเรียนที่เคยเข้าร่วมการทดสอบ เครื่องมือการวิจัย คือ แบบสอบถามออนไลน์ วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดของตัวแปรแฝงด้วยโปรแกรม Lisrel และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม AMOS ผลการวิจัยปรากฏว่า โมเดลตัวชี้วัดความสำเร็จของการทดสอบวัดความสามารถทางวิชาการที่จัดโดยหน่วยงานเอกชนสำหรับนักเรียนในโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าไคสแควร์ เท่ากับ 1142.47 ค่าองศาอิสระเท่ากับ 696 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์เท่ากับ 1.641 ค่าดัชนี TLI, CFI มีค่าเท่ากับ .90 และ .92 ตามลำดับ และค่า RMSEA เท่ากับ .067 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของความสำเร็จของการทดสอบวัดความสามารถทางวิชาการได้ ดังนี้ ด้านราคา ด้านกระบวนการให้บริการ ด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ด้านพนักงาน ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ 91.10 %, 86.70 %, 75.20 %, 70.10%, 66.60 %, 64.20 %, 57.10 % ตามลำดับ นอกจากนี้ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อความสำเร็จของการทดสอบวัดความสามารถทางวิชาการ ได้แก่ ด้านราคา ด้านกระบวนการให้บริการ ด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ด้านพนักงาน ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านผลิตภัณฑ์

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการสร้าง การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบว่า ข้อสอบที่จะสร้างขึ้นต้องเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบ ตรงตามแผนสร้างแบบทดสอบ (Test Blue Print) ข้อสอบที่สร้างมีความเป็นปรนัยตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตามระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom’s Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001) และตรวจสอบหลังนำไปใช้ โดยการคำนวณค่าสถิติของแบบทดสอบซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งเป็นรายข้อ และตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ซึ่งในปัจจุบันพบว่า มีการนำทฤษฎี IRT มาใช้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดต่าง ๆ ที่พบ นอกจากนี้ยังพบว่า

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

มีการนำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) มาใช้วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง การประมาณค่าความเที่ยง และการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโครงสร้างและองค์ประกอบ และผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่านักวิจัยมีแนวโน้มที่จะใช้การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001) มาสร้างข้อสอบมากขึ้น ส่วนการการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบจะใช้ทฤษฎี IRT เข้ามาแทนที่ทฤษฎี CTT และใช้การวิเคราะห์ CFA เพื่อตรวจสอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อสำรวจ และระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตุได้ และใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่

ตอนที่ 3 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการวัดผลที่นำมาใช้โดยทั่วไปมีอยู่ 2 แนวทางหลัก ได้แก่ ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Testing Theory: CTT) และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม อยู่บนพื้นฐานของตัวแบบการวัด และข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับแบบทดสอบคู่ขนาน โดยคะแนนที่ได้จากการวัดของผู้สอบแต่ละคนเป็นผลรวมของคะแนนจริง (True Score) และคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score) ของผู้สอบนั้น แต่เป้าหมายของการวัด คือ ต้องการให้คะแนนที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบมากที่สุดจึงต้องหาวิธีการ เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ตามทฤษฎีนี้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อจะวิเคราะห์ค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และประสิทธิภาพของตัวลวง (Effectiveness of Distracters) ส่วนการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับจะวิเคราะห์ค่าความตรง หรือความตรง (Validity) ค่าความเที่ยงหรือความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ

อย่างไรก็ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมยังมีข้อบกพร่องหลายประการ ประการแรก เนื่องจากการทดสอบแบบดั้งเดิมมีพื้นฐานของการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ทำให้ค่าสถิติแปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบ แต่การวัดความสามารถของผู้สอบกลับขึ้นกับอยู่กับค่าสถิติเหล่านั้นทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่แน่นอน ประการที่สอง คือ การวิเคราะห์แบบนี้กำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผู้สอบทุกคนเท่ากัน ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ ประการสุดท้าย คือ การสร้างข้อสอบคู่ขนานด้วยทฤษฎีนี้ทำได้ยากเพราะพื้นฐานจากการวัดผลแบบอิงกลุ่มที่ค่าสถิติของแต่ละกลุ่มแตกต่างกันจากข้อบกพร่องของทฤษฎีแบบดั้งเดิมทำให้เกิดแนวทางใหม่ที่เรียกว่าทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น โดยนักวิชาการหลายคน เช่น Lawley (1943) ได้ให้แนวคิดในการพัฒนาทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในบทความเกี่ยวกับปัญหาของการเลือกข้อสอบและการสร้างแบบทดสอบ

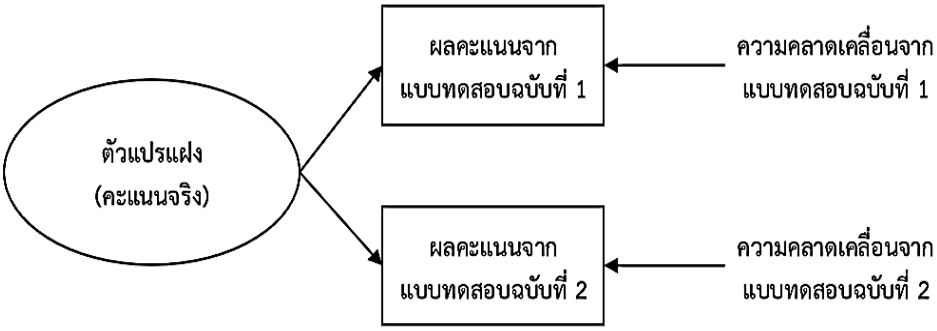
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ต่อมา Lord (1953) ได้พัฒนาทฤษฎีของคะแนนสอบ Rasch (1960) ได้พัฒนาโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบหนึ่งพารามิเตอร์ Birnbaum (1968) ได้พัฒนาโมเดลโลจิสสำหรับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่อใช้ประมาณค่าความสามารถทางสมองของผู้ตอบข้อสอบ Lord and Novick (1968) ได้เขียนตำราเรื่อง "Statistical Theories of Mental Test Scores" ซึ่งให้เนื้อหาที่ลุ่มลึก และครอบคลุมความรู้ทั้งทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ Samejima (1969) ได้พัฒนาโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่สามารถวัดได้หลายคุณลักษณะ Wright and Stone (1979) ได้ใช้แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสำหรับการออกแบบสร้างแบบสอบที่ดี ต่อมา Lord (1980) ได้เขียนหนังสือเพื่ออธิบายแนวคิด และประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสำหรับการทดสอบทั่วไป ในขณะเดียวกันได้มีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบ และประมาณความสามารถของผู้สอบ เช่น โปรแกรม BICAL โปรแกรม LOGIST โปรแกรม BILOG โปรแกรม Xcalibre เป็นต้น การวิเคราะห์ในช่วงแรกเป็นการวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple Choice) เท่านั้น ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้กับข้อมูลที่เป็น Rating Scale เช่น โปรแกรม MULTILOG โปรแกรม Xcalibre ความพยายามดังกล่าวมีส่วนผลักดันให้ทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบเป็นที่รู้จักแพร่หลายมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน และมีการนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ และระบบการทดสอบกว้างขวางยิ่งขึ้นตามลำดับ

หลักการพื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

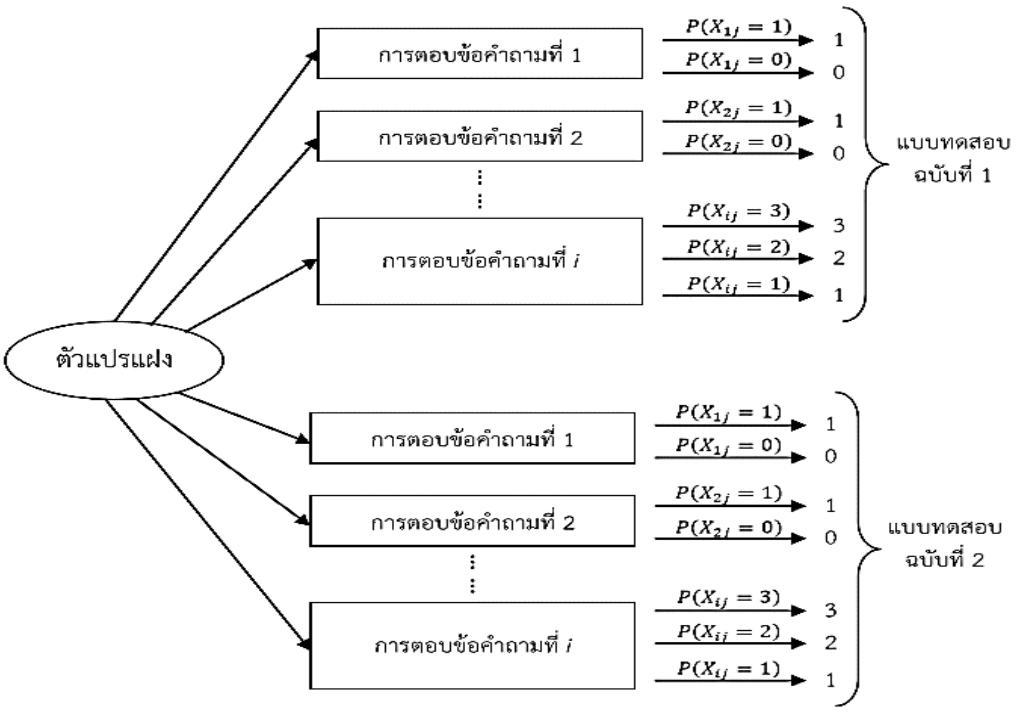
โมเดลการวัด (Measurement Model) เป็นโมเดลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของตัวแปรต้น (Independent Variables) เพื่อทำนายตัวแปรตาม (Dependent Variables) โมเดลดังกล่าว อาจเป็นโมเดลอย่างง่ายที่ใช้ผลรวมของตัวแปรต้นเพื่อทำนายตัวแปรตามในลักษณะของโมเดลถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Model) หรืออาจเป็นโมเดลความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น การรวมตัวกันของตัวแปรต้นโดยที่ตัวแปรอาจมีปฏิสัมพันธ์กัน หรือเกิดขึ้นภายใต้ฟังก์ชันการแจกแจงรูปแบบต่าง ๆ เช่น การแจกแจงปกติสะสม (Cumulative Normal Distribution) การแจกแจงแบบโลจิสติก (Logistic Distribution) ภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 แสดงให้เห็นแนวคิดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับพฤติกรรมที่แสดงออก โดยภาพที่ 4 แสดงให้เห็นแนวคิดของโมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT Model) ซึ่งอธิบายว่า คะแนนที่สังเกตได้ประกอบด้วยคะแนนจริง (True Score) และความคลาดเคลื่อน (Error)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 4 โมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิม (ดัดแปลงมาจาก Embretson & Reise, 2000, p. 42)

ภาพที่ 5 แสดงให้เห็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (IRT Model) ซึ่งเป็นโมเดลเชิงคณิตศาสตร์ที่อธิบายว่า ตัวแปรสังเกตได้ คือ ผลการตอบข้อคำถามแต่ละข้อ (เช่น 0 หรือ 1) ขณะที่ตัวแปรแฝงจะเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลอยู่เบื้องหลังความน่าจะเป็น (Probability) ของการตอบข้อคำถามถูกหรือความน่าจะเป็นในการเลือกรายการคำตอบ (Response Options) ความน่าจะเป็นนี้แสดงในรูปของ $P\ X_{is}=1$



ภาพที่ 5 โมเดลการตอบสนองข้อสอบ (ดัดแปลงมาจาก Embretson & Reise, 2000, p. 42)

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิมเป็นโมเดลอย่างง่ายมีตัวแปรตาม คือ ผลรวมคะแนนดิบของผู้สอบ (แทนด้วย X_{OS}) และตัวแปรต้นสองตัว ได้แก่ คะแนนจริงของผู้สอบซึ่งเป็นคุณลักษณะแฝงที่ต้องการวัด (แทนด้วย X_{TS}) กับคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัด (แทนด้วย X_{ES}) ผลรวมเชิงเส้นตรงของตัวแปรต้นสามารถทำนายตัวแปรตามได้ ดังสมการ

$$X_{OS} = X_{TS} + X_{ES} \quad (1)$$

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนความคลาดเคลื่อน คือ 1) ค่าคาดหมาย (Expected Value) ของความคลาดเคลื่อนในกลุ่มผู้สอบมีค่าเป็นศูนย์ และ 2) คะแนนความคลาดเคลื่อนต้องไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนจริงหรือคะแนนความคลาดเคลื่อนอื่น ๆ นอกจากนี้ ในการแปลความหมายตัวแปรต่าง ๆ จากโมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิม อาจมีข้อตกลงเบื้องต้นเพิ่มเติม เช่น เมื่อต้องการแปลความหมายความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัด (Standard Error of Measurement) จะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นเพิ่มขึ้นว่า คะแนนความคลาดเคลื่อนของแต่ละบุคคล จะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงของคะแนนความคลาดเคลื่อนระหว่างบุคคล จะต้องมีความเป็นเอกพันธ์ โมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิมมีข้อจำกัด ดังนี้ 1) คะแนนจริงเป็นค่าเฉพาะซึ่งได้มาจากแบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ใช้วัดในแต่ละครั้ง ค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามจึงเป็นค่าเฉพาะของแบบทดสอบ หรือมาตรวัดที่ใช้วัดในครั้งนั้น ๆ หากมีชุดของข้อคำถามมากกว่าหนึ่งชุดที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน การอ้างอิงคะแนนจริงจากแบบทดสอบ หรือมาตรวัดที่ต่างชุดทำได้โดยใช้แนวคิดของแบบทดสอบคู่ขนาน (Parallelism) หรือการปรับเทียบแบบทดสอบ (Test Equating) เท่านั้น 2) โมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นถึงตัวแปรอิสระสองตัวที่แยกจากกัน ได้แก่ คะแนนจริงและความคลาดเคลื่อน แต่ในความเป็นจริงแล้วตัวแปรทั้งสองไม่สามารถแยกจากกันได้โดยสมบูรณ์ โมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิมจึงใช้เพื่ออธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของการประมาณค่าทางสถิติของประชากรเท่านั้น จากสมการที่ 1 จะเห็นได้ว่าต้องมีการประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจริง (True Variance) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error Variance) แต่ในสถานการณ์จริงการวิเคราะห์คะแนนจริงแยกออกจากความคลาดเคลื่อนทำได้ยาก เพราะการวิเคราะห์ดังกล่าวอยู่ภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดจำนวนมาก และ 3) โมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิม (สมการที่ 1) แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติของข้อคำถาม (Item Properties) ไม่ได้เชื่อมโยงกับพฤติกรรมโดยตรง ดังนั้น การวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อคำถาม เช่น ค่าความยากของข้อคำถาม (Item Difficulty) ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม (Item Discrimination) ซึ่งใช้ในการคัดเลือกข้อคำถามที่มีความเหมาะสม จึงต้องใช้

หลักการอื่น นอกเหนือจากโมเดลการทดสอบแบบดั้งเดิม เช่น ความแปรปรวน (Variance) และความเที่ยง (Reliability) (Embretson & Reise, 2000, pp. 41-43)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีแนวคิดที่สำคัญสองประการ คือ 1) พฤติกรรมการตอบข้อคำถามของผู้ทดสอบ (Examinee) สามารถทำนายหรืออธิบายได้ด้วยชุดขององค์ประกอบที่เรียกว่า คุณลักษณะแฝง (Latent Traits) หรือความสามารถ (Abilities) และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการตอบข้อคำถามของผู้ทดสอบกับชุดของคุณลักษณะแฝงซึ่งมีอิทธิพลอยู่เบื้องหลังพฤติกรรมการตอบข้อคำถามนั้น สามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า ฟังก์ชันลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Function) หรือโค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) ซึ่งเมื่อระดับของคุณลักษณะเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูก (Correct Response) จะเพิ่มขึ้นด้วย โค้งลักษณะข้อสอบมีลักษณะเป็นฟังก์ชันโลจิส (Logistic Function) หรือฟังก์ชันปกติสะสม (Normal Ogive Function) ซึ่งมีหลากหลายโมเดล โดยทั่วไป การนำโมเดลการตอบสนองข้อสอบไปใช้ทางการศึกษา หรือทางจิตวิทยา จะต้องมีการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 2 ประการ (สุชาดา สกลกิจรุ่งโรจน์, เสรี ชัดแช้ม และ ม.ร.ว. สมพร สุทัศนีย์, 2558) ดังนี้

1. ความเป็นเอกมิติ (Unidimensionality)

ความเป็นเอกมิติ หมายถึง การที่ชุดของข้อคำถาม (หรือข้อสอบ) ในมาตรวัด (หรือแบบทดสอบ) มุ่งวัดคุณลักษณะแฝงเพียงคุณลักษณะเดียว (หรือความสามารถของบุคคลเพียงความสามารถเดียว) ในความเป็นจริง ข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าวไม่สามารถพบได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากปัจจัยทางด้านการรู้คิด (Cognitive) บุคลิกภาพ (Personality) และปัจจัยของการทดสอบ เช่น แรงจูงใจ ความกังวลในการทดสอบ ความรวดเร็วในการทำแบบทดสอบ การเดาคำตอบ และทักษะทางการรู้คิด อาจส่งผลร่วมกับพฤติกรรมที่แสดงออกในการทดสอบอยู่เสมอ ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นจึงมิได้เกิดจากคุณลักษณะที่ต้องการวัดเพียงคุณลักษณะเดียวอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ การตรวจสอบความเป็นเอกมิติ มีจุดประสงค์เพียงต้องการหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า ชุดของข้อคำถามมุ่งวัดองค์ประกอบหลัก (Dominant Factor) เพียงองค์ประกอบเดียว แบบทดสอบใดที่มีคุณลักษณะดังข้างต้น จะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีคุณลักษณะเป็นโมเดลเอกมิติ (Unidimensional Model) และแบบทดสอบใดมีจุดประสงค์เพื่อวัดองค์ประกอบหลักมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบ แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบนั้นเป็นโมเดลพหุมิติ (Multidimensional Model) ซึ่งเป็นโมเดลที่มีความซับซ้อนมากกว่าการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของเครื่องมือวัด ซึ่งการหาองค์ประกอบหลักสามารถกระทำได้โดยการใช้เทคนิควิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อคำนวณค่าไอเกน (Eigen Value) สำหรับศึกษาอัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนขององค์ประกอบแรกกับองค์ประกอบถัดไป ถ้ามีอัตราส่วนสูงแสดงว่าเครื่องมือนั้น มุ่งวัดคุณลักษณะหลักเพียงคุณลักษณะเดียว (Single

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Dominant Factor) นอกจากนี้ สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อเพิ่มความมั่นใจ และช่วยยืนยันได้ว่า เครื่องมือนั้นมุ่งวัดเพียงคุณลักษณะเดียว

2. ความเป็นอิสระ (Local Independence) ความเป็นอิสระ หมายถึง เมื่อควบคุมคุณลักษณะหรือความสามารถของบุคคลให้คงที่แล้ว ผลการตอบข้อคำถามในข้อคำถามแต่ละคู่จะต้องมีความเป็นอิสระจากกันทางสถิติ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า คุณลักษณะแฝงภายในบุคคลต้องเป็นปัจจัยเดียวที่ทำให้การตอบข้อคำถามของผู้ทดสอบมีความแตกต่างกัน ความแตกต่างกันของการตอบข้อคำถามต้องไม่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์รูปแบบอื่น ความเป็นอิสระสามารถอธิบายในเชิงคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

ความเป็นอิสระ หมายถึง ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามข้อที่ i, ($\Pr ob(X_{is}=1)$) มีความเป็นอิสระจากผลการตอบข้อคำถามข้ออื่น ๆ (i) เมื่อมีการควบคุมพารามิเตอร์บุคคล (θ_s) และพารามิเตอร์ข้อสอบ (ε_i) ดังสมการที่ 2

$$\Pr ob(X_{is}=1 \mid X_{i's}=1, \varepsilon_k, \theta_s) = \Pr ob(X_{is}=1 \mid \varepsilon_k, \theta_s) \qquad (2)$$

จากสมการที่ 2 จะสังเกตได้ว่า ความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบข้อที่ i อย่างมีเงื่อนไขจากผลการตอบข้อคำถามข้อที่ i มีความน่าจะเป็นเท่ากับความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบข้อที่ i หากพิจารณาอย่างผิวเผิน แนวคิดเรื่องความเป็นอิสระของข้อคำถามอาจดูขัดแย้งกับ แนวคิดเรื่องความสอดคล้องภายในของข้อคำถามตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ที่ระบุว่าข้อคำถามที่มีความสัมพันธ์กันมาก แสดงให้เห็นว่ามาตรวัดนั้นมีความเที่ยงในระดับสูง อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่าแนวคิดตามทฤษฎีทั้งสองนั้น มิได้ขัดแย้งกัน เพราะความเป็นอิสระของข้อคำถามตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เป็นความอิสระของข้อคำถามที่เกิดขึ้นหลังจากการควบคุมพารามิเตอร์บุคคล และพารามิเตอร์ข้อสอบที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการตอบข้อคำถามในโมเดลแล้ว

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคล (Latent Trait or Ability) กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristics Curve: ICC) ซึ่งมีการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) และค่าพารามิเตอร์การเดาข้อสอบของข้อสอบ (c-Parameter) IRT จึงอยู่บนฐานความคิดที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) ผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามของผู้ตอบ สามารถอธิบายได้ด้วยความสามารถที่มีอยู่ภายในของผู้ตอบ และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบข้อสอบกับความสามารถที่มีอยู่ภายใน สามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันลักษณะข้อสอบ หรือโค้งลักษณะข้อสอบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

(Item Characteristics Curve: ICC) อันมีลักษณะเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์เรียกว่าฟังก์ชันโลจิส (Logistic Function) หรือ ใกล้เคียงกับฟังก์ชันปกติสะสม (Normal Ogive function)

ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบสามารถนำมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกกับระดับความสามารถของผู้สอบที่วัดได้โดยแบบสอบฉบับนั้น เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟจะได้โค้งลักษณะข้อสอบ (ICC) โค้งลักษณะข้อสอบมีหลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับโมเดล (Model) หรือแบบจำลองที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ ดังกล่าว โมเดลที่นิยมใช้กัน คือ โมเดลหนึ่งพารามิเตอร์ (One-Parameter Model) โมเดลแบบสองพารามิเตอร์ (Two-Parameter Model) และโมเดลแบบสามพารามิเตอร์ (Three-Parameter Model)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีคุณลักษณะเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้โมเดลอย่างเหมาะสมจึงส่งผลสำคัญต่อคุณภาพของมาตรวัด ในเบื้องต้นการเลือกใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบต้องพิจารณาเลือกโมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูล เพราะโมเดลการตอบสนองข้อสอบมีให้เลือกใช้อย่างหลากหลาย แต่ละโมเดลมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป โมเดลการตอบสนองข้อสอบสามารถแบ่งตามชนิดของข้อมูลได้ 2 ประเภท ได้แก่ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Binary IRT Model หรือ Dichotomous IRT Model) และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous IRT Model) (สุชาดา สกลกิจรุ่งโรจน์ และคณะ, 2558)

1. โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous IRT Models)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบรูปแบบนี้เหมาะกับข้อมูลที่เมื่อตรวจให้คะแนน (Scored) แล้วมีคะแนนที่เป็นไปได้สองค่า (Binary Data) คือ 0 กับ 1 เช่น สำเร็จ (ให้ 1 คะแนน) และล้มเหลว (ให้ 0 คะแนน) ลักษณะของการตรวจให้คะแนน 2 ค่า อาจได้มาจากการตอบข้อคำถามหลากหลายรูปแบบ เช่น ในแบบทดสอบวัดความสามารถที่มีตัวเลือก “ถูก หรือ ผิด” (Right vs. Wrong) ในแบบประเมินตนเองด้านบุคลิกภาพที่มีตัวเลือกว่า “เป็นจริง หรือ ไม่เป็นจริง” (True vs. Not True) ในแบบทดสอบเจตคติที่มีตัวเลือกว่า “เห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย” (Agree vs. Disagree) และในมาตรประมาณค่าทางด้านพฤติกรรมที่มีตัวเลือกว่า “ใช่ หรือ ไม่ใช่” (Yes vs. No) การตอบข้อคำถามดังที่กล่าวมานี้ ล้วนมีการตรวจให้คะแนนแบบสองค่าทั้งสิ้น นอกจากนี้ พิจารณา ด้านมิติทางการวัดจะเห็นได้ว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า นั้น สามารถแบ่งตามมิติของการวัดตัวแปรได้ 2 ประเภท คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (Unidimensional IRT Models) ซึ่งมุ่งวัดความแตกต่างของบุคคลที่กำหนดโดยคุณลักษณะแฝงเพียงหนึ่งคุณลักษณะ และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional IRT Models) ซึ่งมุ่งวัดความแตกต่างของบุคคลที่

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

กำหนดโดยคุณลักษณะมากกว่าหนึ่งคุณลักษณะ

1.1 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะสองค่า (Unidimensional IRT Models for Binary Data) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติมีแนวคิดว่า คุณลักษณะแฝงเพียงหนึ่งคุณลักษณะ สามารถอธิบายความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลได้ โมเดลนี้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการสร้างข้อคำถามจากคุณลักษณะแฝงเพียงหนึ่งคุณลักษณะ อย่างไรก็ดี บางครั้งโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติอาจเหมาะกับข้อคำถามที่สร้างขึ้นจากองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบ เมื่อข้อคำถามทั้งหมดเกี่ยวข้องกับผลรวมของแต่ละองค์ประกอบ อย่างไรก็ดี โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะดังนี้ 1) ข้อคำถามได้รับอิทธิพลจากคุณลักษณะแฝง มากกว่าหนึ่งคุณลักษณะ และ 2) บุคคลมีกลวิธีโครงสร้างความรู้ หรือการแปลความข้อคำถามแตกต่างกัน ข้อมูลที่มีลักษณะสองประการนี้ เหมาะที่จะวิเคราะห์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

1.1.1 โมเดลโลจิสแบบดั้งเดิม (Traditional Logistic Models)

โมเดลโลจิสแบบดั้งเดิม มีพื้นฐานการแจกแจงแบบโลจิสติก ซึ่งแสดงความน่าจะเป็นด้วยรูปแบบอย่างง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อแทนผลรวมพารามิเตอร์บุคคล และพารามิเตอร์ข้อสอบในโมเดล ความน่าจะเป็นสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$P(X_{is}=1|\omega_{is})=\frac{e^{(\omega_{is})}}{1+e^{(\omega_{is})}} \quad (3)$$

เมื่อ $e^{(\omega_{is})}$ หมายถึง ลอการิทึมธรรมชาติ (มีค่าเท่ากับ 2.718) ยกกำลังค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามสำเร็จ (Success) สามารถคำนวณได้จากการหาค่าแอนติล็อกกาลิทึมตามสมการที่ 3

1.1.1.1 โมเดลโลจิสแบบหนึ่งพารามิเตอร์ หรือ ราส์ชโมเดล (One-Parameter Logistic Model (1PL) or Rasch Model) ราส์ชโมเดลคาดการณ์ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามสำเร็จ (Success) หรือตอบข้อสอบถูกของบุคคลที่ S ต่อข้อคำถามข้อที่ i ได้แก่ $P(X_{is}=1)$ ดังสมการ

$$P(X_{is}=1|\theta_s,b_i)=\frac{e^{(\theta_s-b_i)}}{1+e^{(\theta_s-b_i)}} \quad (4)$$

โดย

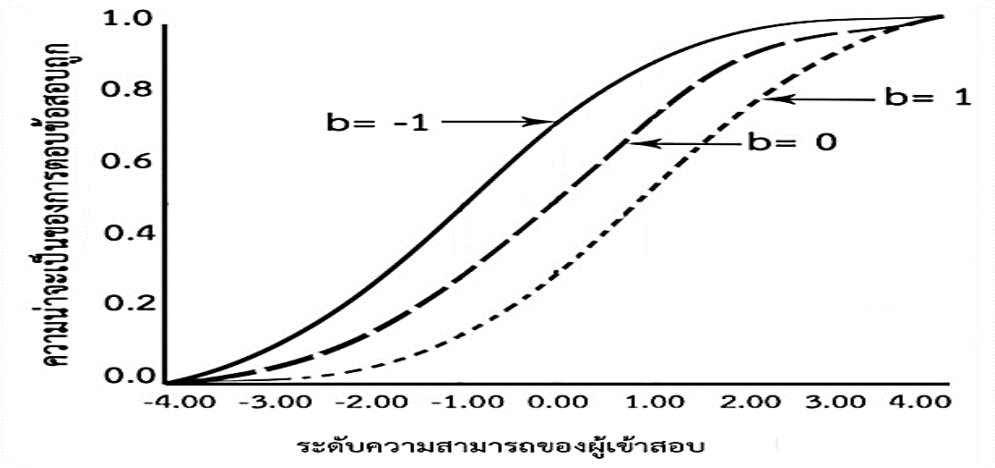
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

X_{is} หมายถึง การตอบข้อคำถามของบุคคลที่ S ต่อข้อคำถามข้อที่ i (0 หรือ 1)

θ_s หมายถึง ระดับคุณลักษณะแฝงที่ S

b_i หมายถึง พารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามข้อที่ i

จากสมการที่ 4 คือ ผลต่างของระดับของคุณลักษณะแฝง (Trait level) กับค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อคำถาม (a-Parameter) ซึ่งแทนที่ในสมการที่ 3 ราส์ชโมเดลสามารถเรียกได้ว่าเป็นโมเดลโลจิสแบบหนึ่งพารามิเตอร์ (One-parameter Logistic (1PL) Model) เนื่องจากมีพารามิเตอร์ข้อสอบเพียงหนึ่งพารามิเตอร์ ตัวอย่างโค้งลักษณะข้อสอบของราส์ชโมเดลแสดงได้ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบหนึ่งพารามิเตอร์
(ดัดแปลงมาจาก Embretson & Reise, 2000, p. 68)

จากภาพที่ 6 แสดงถึงโค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curves: ICCs) จากราส์ชโมเดลของข้อคำถามจำนวนสามข้อโค้งลักษณะข้อสอบนี้ มีลักษณะหลายประการ คือ 1) ความน่าจะเป็นของข้อคำถามแต่ละข้อค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามคุณลักษณะแฝงที่เพิ่มขึ้น 2) ข้อคำถามแต่ละข้อมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันเฉพาะในส่วนของพารามิเตอร์ความยาก แต่มีความชันของโค้งลักษณะข้อสอบไม่แตกต่างกัน โดยโค้งลักษณะข้อสอบมีการลู่เข้าหากันแต่ไม่ตัดกัน และ 3) จุดเปลี่ยนโค้งลักษณะข้อสอบมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูก (หรือเลือกคำตอบที่ได้ 1 คะแนน) เท่ากับ 0.50 นอกจากนั้น ภาพนี้ได้แสดงเส้นอ้างอิงที่ระดับคุณลักษณะแฝงต่าง ๆ (เส้นประที่ลากจากแกนนอน) ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามเมื่อโค้งลักษณะข้อสอบมี

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกเท่ากับ 0.50 ความสัมพันธ์ดังกล่าวทำให้สามารถแปลความหมายระดับคุณลักษณะแฝงเชื่อมโยงกับค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามได้ เช่น ข้อคำถามที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากเท่ากับ 1.00 หมายความว่า บุคคลที่มีระดับคุณลักษณะแฝงเท่ากับ 1.00 มีความน่าจะเป็นที่จะตอบข้อคำถามถูกเท่ากับ 0.50

1.1.1.2 โมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ (Two-Parameter Logistic Model (2PL))

โมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ มีพารามิเตอร์ข้อสอบเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งพารามิเตอร์ คือ พารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a-Parameters) ในกรณีนี้ ความน่าจะเป็นของบุคคลที่ S ในการตอบข้อคำถามข้อที่ i สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5 ดังนี้

$$P(X_{is}=1|\theta_s,b_i,a_i)=\frac{e^{a_i(\theta_S-b_i)}}{1+e^{a_i(\theta_S-b_i)}} \quad (5)$$

โดย

X_{is} หมายถึง การตอบข้อคำถามของบุคคลที่ S ต่อข้อคำถามข้อที่ i (0 หรือ 1)

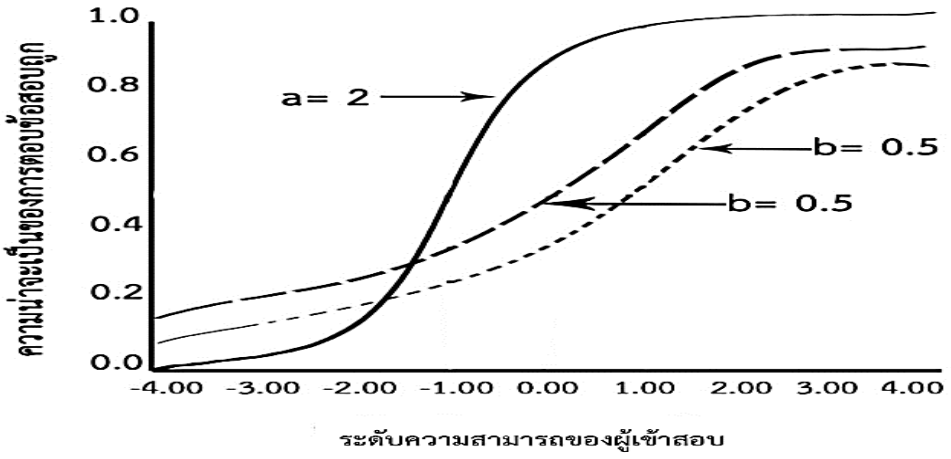
θ_s หมายถึง ระดับคุณลักษณะแฝงที่ S

b_i หมายถึง พารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามข้อที่ i

a_i หมายถึง พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อคำถามข้อที่ i

เมื่อเปรียบเทียบสมการที่ 4 และสมการที่ 5 จะพบความแตกต่างในส่วนของพารามิเตอร์อำนาจจำแนก ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีค่าอำนาจจำแนกที่แตกต่างกันไป ดังนั้น โมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ จึงเหมาะกับข้อมูลที่ไม่สามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ด้วยตำแหน่ง หรือระดับของคุณลักษณะแฝง (พารามิเตอร์ความยาก) เพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยมุมมองอื่น ในการอธิบายความแตกต่างของบุคคลเพิ่มเติมด้วย ตัวอย่างโค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ แสดงได้ดังภาพที่ 7

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 7 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์
(ดัดแปลงมาจาก Embretson & Reise, 2000, p. 71)

จากภาพที่ 7 แสดงโค้งลักษณะข้อสอบของข้อคำถามสามข้อภายใต้โมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ ซึ่งถึงแม้ระดับความยากของข้อคำถามแต่ละข้อจะมีค่าเท่ากับข้อคำถามที่แสดงในภาพที่ 6 แต่ในภาพนี้จะพบว่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกมีค่าแตกต่างไปจากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่าโค้งลักษณะข้อสอบมีการตัดกันอย่างไรก็ดี พารามิเตอร์ความยากยังคงบ่งบอกถึงตำแหน่งของระดับคุณลักษณะแฝงที่มีความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกเท่ากับ 0.50 เช่นเดิม

1.1.1.3 โมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์ (Three-Parameter Logistic Model: 3PL)

โมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์มีลักษณะโค้งลักษณะข้อสอบที่แตกต่างไปจากสองโมเดลที่ผ่านมา โดยจุดเริ่มต้นของโค้งลักษณะข้อสอบไม่ได้เริ่มจากศูนย์ ซึ่งหมายถึงผู้สอบมีโอกาสตอบข้อคำถามถูกต้องโดยไม่ต้องใช้ความสามารถหรือคุณลักษณะแฝงใด ๆ ที่ต้องการวัดเลย แต่อาจตอบถูกต้องเพราะผลจากการเดา (Guessing) เช่น ลักษณะการตอบข้อคำถามแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกอาจมีค่ามากกว่าศูนย์ แม้ผู้ทดสอบจะมีความสามารถหรือมีคุณลักษณะแฝงต่ำก็ตาม โมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์จึงมีพารามิเตอร์การเดา (c-Parameter) เพิ่มขึ้นมาหนึ่งตัว ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกในโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 6

$$P(X_{is}=1|\theta_s,b_i,a_i,c_i)=a_i+(1-a_i)\frac{e^{a_i(\theta_S-b_i)}}{1+e^{a_i(\theta_S-b_i)}} \qquad (6)$$

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โดย

X_{is} หมายถึง การตอบข้อคำถามของบุคคลที่ S ต่อข้อคำถามข้อที่ i (0 หรือ 1)

θ_s หมายถึง ระดับคุณลักษณะแฝงที่ S

b_i หมายถึง พารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามข้อที่ i

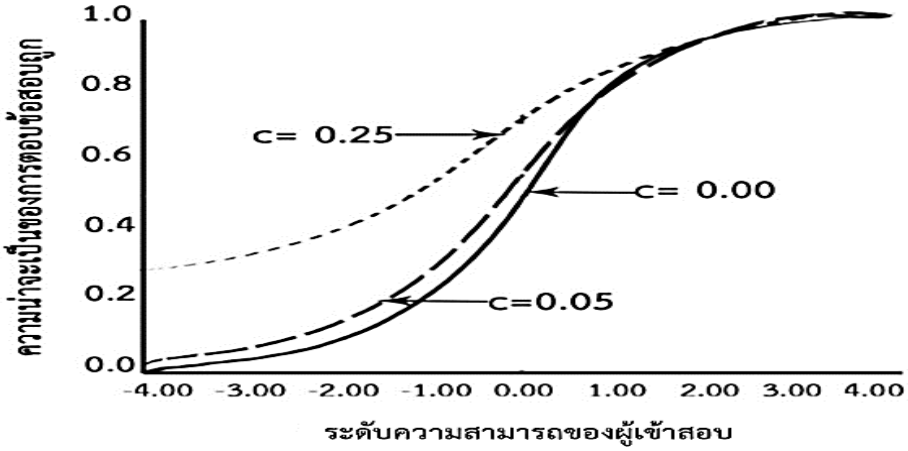
a_i หมายถึง พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อคำถามข้อที่ i

c_i หมายถึง พารามิเตอร์การเดาของข้อคำถามข้อที่ i

ข้อคำถามที่มีตัวเลือกการตอบ 4 ตัวเลือก ปกติแล้วหากผู้ทดสอบเดาสุ่มจะมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกเท่ากับ 0.25 อย่างไรก็ดี การประมาณค่าพารามิเตอร์การเดาจากโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์ จะมีค่าแตกต่างจากความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกจากการเดาสุ่ม (Random Guessing Probability) ยกตัวอย่างเช่น ถ้าผู้สอบสามารถตัดตัวลวงอื่น ๆ ได้ และเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือกที่เหลืออยู่ ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกจะมีค่าสูงขึ้นในโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์ หากมีค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อคำถามแต่ละข้อแตกต่างกันอาจนำไปสู่ปัญหาเกี่ยวกับการประมาณค่า ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจึงนิยมหาค่าพารามิเตอร์การเดาที่เป็นตัวแทนของข้อคำถามทุกข้อหรือสำหรับกลุ่มผู้สอบที่ใช้ข้อคำถามชุดเดียวกัน

นอกจากนี้ มีข้อสังเกตที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ พารามิเตอร์ความยากในโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์นั้นมีความแตกต่างไปจากโมเดลอื่น ๆ โดยค่าพารามิเตอร์ความยากยังคงเกิดขึ้นที่จุดเปลี่ยนโค้งของโค้งลักษณะข้อสอบ แต่จุดเปลี่ยนโค้งดังกล่าวไม่ได้อยู่ที่ระดับคุณลักษณะแฝงซึ่งมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกเท่ากับ 0.50 อีกต่อไป เนื่องจากจุดเปลี่ยนโค้งมีการเปลี่ยนตำแหน่ง ซึ่งเป็นผลมาจากโค้งที่ไม่ได้มีจุดเริ่มต้นที่ศูนย์ ค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูก จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกว่าเดิม ดังภาพที่ 8

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 8 โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์
(ดัดแปลงมาจาก Embretson & Reise, 2000, p. 72)

ภาพที่ 8 แสดงโค้งลักษณะข้อสอบของข้อคำถามสามข้อจะเห็นได้ว่าข้อคำถามทั้งสามข้อมีค่าพารามิเตอร์ความยากเท่ากับ 0.00 และมีพารามิเตอร์อำนาจจำแนกเท่ากับ 1.00 แต่ข้อคำถามทั้งสามข้อ มีพารามิเตอร์การเดาที่แตกต่างกัน (จุดเริ่มต้นโค้งแตกต่างกัน) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในระดับคุณลักษณะแฝงที่ต่ำที่สุด ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกต้องมีค่ามากกว่าศูนย์ โดยในข้อคำถามที่มีค่าเท่ากับ 0.25 ค่าความน่าจะเป็นน้อยที่สุดในการตอบข้อคำถามถูก มีค่าเท่ากับ 0.25 นอกจากนั้นจะสังเกตได้ว่าที่จุดเปลี่ยนโค้ง ค่าพารามิเตอร์ความยากไม่ได้มีค่าเท่ากับค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกเท่ากับ 0.50 เหมือนในโมเดลโลจิสแบบหนึ่งพารามิเตอร์ และโมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์

1.1.2 โมเดลปกติสะสม (Traditional Normal Ogive Models) โมเดลปกติสะสมเป็นโมเดลที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่นเดียวกับโมเดลโลจิส อย่างไรก็ตาม โค้งลักษณะข้อสอบของโมเดลปกติสะสมสร้างขึ้นจากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่าง จากโมเดลโลจิส โดยเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนมากกว่า เนื่องจากความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกได้มาจากค่าสัดส่วนสะสมของเคส (Cases) จากการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้น โมเดลปกติสะสมจึงสร้างโค้งลักษณะข้อสอบในลักษณะค่าสัดส่วนของเคส (Cases) ภายใต้คะแนนมาตรฐานที่มีค่าแน่นอน (Z_{is}) ดังสมการ

$$P(X_{is}=1)=\int_{-\infty}^{Z_{is}}\frac{1}{(2\pi)^{1/2}}\,e^{(-t^2/2)}dt \qquad (7)$$

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โดย

$\int_{-\infty}^{z_{is}} dt$ หมายถึง ปริพันธ์สำหรับการหาพื้นที่ของการแจกแจงตั้งแต่ $-\infty$ ถึง z_{is}

π หมายถึง ค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.14

ดังนั้น ในสมการที่ 7 จึงประกอบไปด้วยฟังก์ชันความหนาแน่นปกติ (Normal Density Function) และการหาค่าสัดส่วนของเคส (Cases) จนถึงตำแหน่งคะแนนมาตรฐานซี (Z_{is}) โดยคะแนนมาตรฐานซี (Z_{is}) จะประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

โมเดลปกติสะสมแบบสองพารามิเตอร์ และโมเดลปกติสะสมแบบสามพารามิเตอร์ถูกนำไปใช้ในหลายโอกาส ซึ่งมีโครงสร้างของพารามิเตอร์ในโมเดลเหมือนกับโมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ และโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์ตามลำดับ ในขณะที่โมเดลปกติสะสมแบบหนึ่งพารามิเตอร์มีแนวคิดทางทฤษฎี และการนำไปใช้แตกต่างไปจากโมเดลโลจิสแบบหนึ่งพารามิเตอร์ ดังนั้น ในส่วนนี้จึงนำเสนอเพียงโมเดลปกติสะสมแบบสองพารามิเตอร์ และโมเดลปกติสะสมแบบสามพารามิเตอร์เท่านั้น

1.1.2.1 โมเดลปกติสะสมแบบสองพารามิเตอร์ (Two-Parameter Normal Ogive Model)

โมเดลปกติสะสมแบบสองพารามิเตอร์มีโครงสร้างเช่นเดียวกับโมเดลโลจิสแบบสองพารามิเตอร์ โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 8

$$Z_{is} = a_i(\theta_s - b_i) \tag{8}$$

โดย

θ_s หมายถึง ระดับคุณลักษณะแฝงที่ S

b_i หมายถึง พารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามข้อที่ i

a_i หมายถึง พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อคำถามข้อที่ i

ค่าของพารามิเตอร์ทำหน้าที่เป็นคะแนนมาตรฐาน (Z_{is}) ในการหาสัดส่วนสะสมในขอบเขตของ ซึ่งสามารถคำนวณความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกได้จากสมการที่ 9

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

$$P(X_{is}=1|\theta_s,b_i,a_i)=\int_{-\infty}^{a_{is}(\theta_s-b_i)}\frac{1}{(2\pi)^{1/2}}e^{(-t^2/2)}dt \quad (9)$$

โดย

X_{is} หมายถึง การตอบข้อคำถามของบุคคลที่ S ต่อข้อคำถามข้อที่ i (0 หรือ 1)

θ_s หมายถึง ระดับคุณลักษณะแฝงที่ S

b_i หมายถึง พารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามข้อที่ i

a_i หมายถึง พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อคำถามข้อที่ i

$\int_{-\infty}^{Z_{is}}dt$ หมายถึง ปริพันธ์สำหรับการหาพื้นที่ของการแจกแจงตั้งแต่ $-\infty$ ถึง z_{is}

π หมายถึง ค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.14

ตัวอย่างเช่น ถ้า a_i =1.00 θ_s =2.00 และ b_i =1.00 ดังนั้น เมื่อคำนวณค่าของ Z_{is} ตามสมการที่ 8 จะได้ค่าเท่ากับ 1.00 สัดส่วนภายใต้ค่า Z_{is} ที่มีค่าเท่ากับ 1.00 จากการแจกแจงปกติ มีค่าเท่ากับ 0.8413 ดังนั้น ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกที่คำนวณได้จากสมการที่ 9 มีค่าเท่ากับ 0.8413 อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ หากผลรวมของค่าพารามิเตอร์ทำให้ได้ค่าคะแนนมาตรฐาน เท่ากับ -1.50 ความน่าจะเป็นที่คำนวณได้จากการแจกปกติสะสมจะเท่ากับ 0.0668

1.1.2.2 โมเดลปกติสะสมแบบสามพารามิเตอร์ (Two-Parameter Normal Ogive Model)

โมเดลนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์ซึ่งเพิ่มพารามิเตอร์การเดาเข้าไปในโมเดล โมเดลปกติสะสมแบบสามพารามิเตอร์สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 10 ดังนี้

$$P(X_{is}=1|\theta_s,b_i,a_i,c_i)=c_i+(1-c_i)\int_{-\infty}^{a_{is}(\theta_s-b_i)}\frac{1}{(2\pi)^{1/2}}e^{(-t^2/2)}dt \quad (10)$$

โดย

X_{is} หมายถึง การตอบข้อคำถามของบุคคลที่ S ต่อข้อคำถามข้อที่ i (0 หรือ 1)

θ_s หมายถึง ระดับคุณลักษณะแฝงที่ S

b_i หมายถึง พารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามข้อที่ i

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

a_i หมายถึง พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อคำถามข้อที่ i

c_i หมายถึง พารามิเตอร์การเดาของข้อคำถามข้อที่ i

$\int_{-\infty}^{z_{is}} dt$ หมายถึง ปริพันธ์สำหรับการหาพื้นที่ของการแจกแจงตั้งแต่ $-\infty$ ถึง Z_{is}

π หมายถึง ค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.14

เช่นเดียวกับโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์ ค่าพารามิเตอร์ความยากซึ่งเป็นบริเวณจุดเปลี่ยนโค้ง ไม่ได้มีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามถูกเท่ากับ 0.50

1.2 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะสองค่า (Multidimensional IRT Models for Binary Data)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ที่บ่งบอกคุณลักษณะของบุคคลตั้งแต่สองพารามิเตอร์ขึ้นไป มิติการวัดที่หลากหลายทำให้ข้อมูลการตอบข้อคำถามมีความสอดคล้องมากขึ้นเมื่อบุคคลตอบข้อคำถามที่มีความยากง่ายแตกต่างกันออกไปอย่างเป็นระบบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติสามารถจัดได้เป็นสองกลุ่ม คือ โมเดลเชิงสำรวจ (Exploratory Models) และโมเดลเชิงยืนยัน (Confirmatory Models) เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) จะพบว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ เชิงสำรวจ (Exploratory Multidimensional Models) เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ และพารามิเตอร์บุคคลมากกว่าหนึ่งมิติ เพื่อให้โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลโดยไม่มีการกำหนดจำนวนขององค์ประกอบอย่างชัดเจน ซึ่งตรงข้ามกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเชิงยืนยัน (Confirmatory Multidimensional Models) ซึ่งเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยกำหนดมิติขององค์ประกอบอย่างชัดเจน ตัวอย่างโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ เช่น โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบไม่ใช่เส้นตรงของแมคโดนัลด์ (Mcdonald’s Non-Linear Factor Analysis Model) โมเดลโลจิสแบบพหุมิติ (Multidimensional Logistic Models) โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ (Multidimensional Normal Ogive Models) โมเดลคุณลักษณะแฝงแบบพหุองค์ประกอบ (Multicomponent Latent Trait Model: MLTM) โมเดลคุณลักษณะแฝงแบบองค์ประกอบทั่วไป (General Component Latent Trait Model) โมเดลสำหรับการเรียนรู้ และการเปลี่ยนแปลง (Models for Learning and Change) โมเดลที่มีโครงสร้างระดับคุณลักษณะแฝงอย่างเจาะจง (Models With Specified Trait Level Structures) และโมเดลสำหรับการแยกกลุ่มของบุคคล (Models for Distinct Classes of Persons)

2. โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous IRT Models)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

มาตรวัดทางด้านจิตวิทยาส่วนใหญ่นั้นมีลักษณะการตรวจให้คะแนนที่ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการให้คะแนนแบบ 0 กับ 1 ดังนั้น โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous IRT Model) จึงมีข้อจำกัดสำหรับการนำไปใช้ในกรณีที่รูปแบบการตอบสามารถตรวจให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า เช่น มาตรวัดเจตคติหรือแบบประเมินบุคลิกภาพ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยข้อคำถามที่มีตัวเลือกคำตอบแบบเรียงลำดับหลายตัวเลือก ตัวเลือกคำตอบแบบเรียงลำดับหลายตัวเลือกสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ทดสอบได้มากกว่า และมีความน่าเชื่อถือมากกว่าตัวเลือกคำตอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า โมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูลลักษณะนี้ คือ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polytomous IRT Models) ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับคุณลักษณะแฝงของผู้ทดสอบ (Examinee Trait Level) กับความน่าจะเป็นในการเลือกรายการคำตอบโมเดลการตอบสนองข้อสอบในกลุ่มนี้ มีหลากหลายโมเดล และมีผู้พัฒนาโมเดลใหม่ ๆ ขึ้นมาเป็นระยะ แต่โมเดลที่เป็นที่คุ้นเคย และรู้จักกันโดยทั่วไป มี 6 โมเดลหลัก (Embretson & Reise, 2000, p. 95)

ดังนั้นอาจจะกล่าวโดยสรุป การประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 โมเดล

1. โมเดล 3 พารามิเตอร์ ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b-Parameter) และค่าพารามิเตอร์การเดา (c-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวนี้ มักพบในแบบทดสอบชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple Choice)

2. โมเดล 2 พารามิเตอร์ ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b-Parameter) และค่าพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้ จะพบในแบบวัดเจตคติ

3. โมเดล 1 พารามิเตอร์ เป็นรูปแบบพิเศษของโมเดล 3 พารามิเตอร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก เท่ากับ 1 ค่าพารามิเตอร์ความยาก เท่ากับ 0 โมเดลนี้จะสามารถใช้ได้ดีถ้าผู้สร้างข้อสอบด้วยการเขียนตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบในรูปแบบที่หลีกเลี่ยงการเดา ทำให้มีค่าพารามิเตอร์ความยากเพียงตัวเดียว

จะเห็นว่าทฤษฎีการตอบข้อสอบมีค่าสถิติรายข้อที่สำคัญ เรียกว่า ค่าพารามิเตอร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบของ Urry (1977) ประกอบด้วย

1.1 ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a-Parameter) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 2.5 ข้อสอบที่มีค่า a ที่ต่ำกว่า 0.5 จัดเป็นข้อสอบที่ไม่ดี

1.2 ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b-Parameter) เป็นค่า z-Score ปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -2.50 ถึง +2.50

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยาก ที่อยู่ใกล้ -2.50 เป็นข้อสอบง่าย

ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยาก ที่อยู่ใกล้ +2.50 เป็นข้อสอบยาก

ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยาก ที่อยู่ใกล้ 0 เป็นข้อสอบปานกลาง

1.3 ค่าพารามิเตอร์การเดา (c-Parameter) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.30 ในข้อสอบแบบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ค่าการเดาจะมีค่าใกล้เคียงกับ 1/จำนวนตัวเลือกในคำตอบ

2. ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ คือ ค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) เป็นค่า Z-Score มีค่าอยู่ระหว่าง $-\alpha$ ถึง $+\alpha$ ปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -3.00 ถึง +3.00

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีดังนี้

สำราญ มีแจ้ง, ประภัสสร วงษ์ดี และยุพิน โกณฑา (2552) ได้ศึกษาวิธีการปรับเทียบคะแนน O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างปี 2550 กับ ปี 2551 ให้อยู่ในมาตราเดียวกัน โดยดำเนินการสองวิธี ได้แก่ 1) วิธีการเทียบเป็นมาตราเดียวกัน และ 2) วิธีการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนน O-NET ทั้งสองปีไม่สามารถนำมาเทียบกันได้โดยตรง ต้องมีการแปลงคะแนนให้มีหน่วยเดียวกันก่อนนำมาเทียบกัน โดยผลปรับเทียบคะแนนโดยวิธีการปรับเทียบให้เป็นมาตราเดียวกันพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET เดิมกับค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET ที่ได้จากการปรับเทียบ (4 รายวิชา) ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ทั้งปีการศึกษา 2550 และ 2551 ขณะที่ผลการปรับเทียบคะแนนโดยวิธีการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบสามพารามิเตอร์ ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET เดิมกับค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET ที่ได้จากการปรับเทียบ (4 รายวิชา) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งปีการศึกษา 2550 และ 2551 นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบคุณภาพวิธีปรับเทียบคะแนน O-NET ระหว่างวิธีการเทียบเป็นมาตราเดียวกัน และวิธีการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ปรากฏว่า ทั้งสองวิธีคุณภาพสูง และต่างก็ให้คะแนนแปลงที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนน O-NET เดิม

ศิวะทัศน์ สุขสุวรรณ, พัชรี จันทร์เพ็ง และสังวรณ์ งัดกระโทก (2555) ได้ศึกษาคุณภาพของการเชื่อมโยงคะแนนแนวตั้งแบบพหุมิติสาหรับแบบทดสอบรูปแบบผสมซึ่งวัดคุณลักษณะได้หลากหลายด้วยวิธีโค้งลักษณะแบบทดสอบ ภายใต้โครงสร้างมิติความสามารถ และสัดส่วนน้ำหนักคะแนนของข้อสอบร่วมที่ต่างกัน โดยศึกษากับ 6 เงื่อนไข (2X3) ประกอบด้วย สัดส่วนน้ำหนักคะแนนข้อสอบร่วม 3 สัดส่วน คือ ร้อยละ 20 ร้อยละ 25 และร้อยละ 30 และโครงสร้างมิติ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ความสามารถ 2 ลักษณะ คือ แบบไม่ซับซ้อน และแบบซับซ้อน การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ที่อาศัยหลักการมอนติคาร์โลเพื่อออกแบบการเก็บข้อมูลสำหรับผู้สอบกลุ่มไม่เท่าเทียมกันโดยใช้ข้อสอบร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง 3,000 คน โดยมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างค่าพารามิเตอร์ที่แท้จริงของข้อสอบและแบบแผนการตอบของผู้สอบแต่ละระดับ 2) ประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ และ 3) เชื่อมโยงคะแนน เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบคุณภาพการเชื่อมโยงคะแนน คือ ดัชนีรากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ดัชนีความเอนเอียง และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการวัดซ้ำ ผลการวิจัยปรากฏว่า โครงสร้างมิติความสามารถ และสัดส่วนน้ำหนักคะแนนข้อสอบร่วมไม่ส่งผลต่อคุณภาพของการเชื่อมโยงคะแนน แต่โครงสร้างมิติความสามารถแบบไม่ซับซ้อน และสัดส่วนน้ำหนักคะแนนข้อสอบร่วมร้อยละ 25 ให้คุณภาพการเชื่อมโยงคะแนนดีกว่าเงื่อนไขอื่น ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้สัดส่วนข้อสอบร่วม และโครงสร้างมิติความสามารถให้เหมาะสมสาหรับการเชื่อมโยงคะแนนแนวตั้งแบบพหุมิติในสถานการณ์จริง

อนุชิต กลิ่นกำเนิด, อรจิรา สิทธิศักดิ์ และทัศนวรรณ ศูนย์กลาง (2555) ได้ศึกษาระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะในรูปของแอปพลิเคชัน โดยแบ่งผู้ใช้โปรแกรมเป็น 3 ระดับ คือ นักเรียน ครูผู้สอน และผู้ดูแลระบบ และแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยการวัดค่าความสามารถของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน ผ่านระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) และการประมาณค่าความสามารถ (θ) โดยใช้วิธีของเบส์ปรับใหม่ (Bayesin Updating) ในส่วนของครูผู้สอนระบบได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับช่วยให้ผู้สอนเตรียมเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสำหรับนักเรียนแต่ละระดับ โดยใช้เทคนิคสื่อหลายมิติแบบปรับตัว และจัดเตรียมแบบทดสอบโดยระบุค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการทำแบบทดสอบแบบปรับเหมาะได้ ผลการศึกษาปรากฏว่า ค่าความสามารถของผู้เข้าสอบก่อนเรียน และหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าความสามารถของผู้เข้าสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวม อยู่ในระดับมาก (เท่ากับ 4.68) แสดงว่าระบบที่พัฒนา ขึ้นสามารถนำไปประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ทิพย์ ขำอยู่, เสรี ชัดแช้ม และกฤษณะ ชินสาร (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษของนักศึกษาปริญญาตรี โดยใช้โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ พัฒนาวิธีการวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษ โดยใช้โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ และการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ วินิจฉัยพื้นความรู้ของผู้เข้าสอบตามแบบแผนการตอบข้อสอบ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการวินิจฉัย ระหว่างวิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการทดสอบ วินิจฉัยแบบกระดาษ-ดินสอ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่กำลังศึกษาปีการศึกษา 2555

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จำนวน 1,763 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดข้อสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษ 6 คุณลักษณะ และโปรแกรมการทดสอบวินิจฉัยแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 4.1.7 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์ ผลที่ได้จากงานวิจัยวิธีวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ทดสอบเพื่อวินิจฉัยพื้นความรู้ในทักษะการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนได้ วิธีการวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษโดยใช้วิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการทดสอบวินิจฉัยแทนวิธีการทดสอบวินิจฉัยแบบกระดาษ-ดินสอได้

สุนันทา ศิริเบญจา, ไชยรัตน์ ปราณี และดวงใจ สีเขียว (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ โดยประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีของเบส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในอำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 150 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ จำนวน 91 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีคุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ คือ มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.583-1.786 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง -3.000-2.983 ค่าการเดา อยู่ระหว่าง 0.112-0.294 และมีความเป็นมิติเดียวของข้อสอบจากการตรวจสอบการวิเคราะห์องค์ประกอบ และการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีของเบส์ มีประสิทธิภาพ โดยมีค่าเฉลี่ยฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ เท่ากับ 0.398 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศ ของแบบทดสอบ เท่ากับ 13.277 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าอยู่ระหว่าง 0.280-0.299 ค่าความสามารถของผู้สอบรายบุคคล (θ) อยู่ระหว่าง -1.322-2.117 และความพึงพอใจของนักเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ณัชชา มหปุญญานนท์ (2557) ได้ศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบแบบเลือกตอบภายใต้เงื่อนไขที่มีการวัดระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ วิธีการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน และจำนวนตัวถูกที่แตกต่างกัน ในประเด็นความเที่ยงตรงตามสภาพ ค่าความยากของข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ สารสนเทศของข้อสอบสารสนเทศเฉลี่ยของแบบทดสอบ และประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของแบบทดสอบ โดยเงื่อนไขระดับพฤติกรรมการเรียนรู้จำแนกเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความจำ และขั้นสูงกว่าความจำ เงื่อนไขวิธีการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วนจำแนกเป็นแบบเลือกชุดตัวถูก (SST) และแบบตัดตัวลวง (ET) และเงื่อนไขจำนวนตัวถูกจำแนกเป็นตัวถูกตัวเดียว และตัวถูกมากกว่า 1 ตัว

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณที่ลงทะเบียนรายวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ปีการศึกษา 2555 จำนวน 174 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 8 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ ผลการวิจัย ปรากฏผลดังนี้ 1) ความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบคู่ขนานทั้ง 8 ชุด ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน เมื่อทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 2) ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 8 ชุด ในภาพรวม และภาพย่อยรายเงื่อนไขไม่แตกต่างกันเมื่อทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 3) ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 8 ชุด ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) แบบทดสอบแบบเลือกชุดตัวถูกวัดความรู้ขั้นความจำที่มีคำตอบถูกมากกว่า 1 ตัว มีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ และประสิทธิภาพสัมพัทธ์สูงที่สุด

นุภาพรรณ ปลื้มใจ และคณะ (2558) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และดำเนินการวิจัย โดยเริ่มจากการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ O-NET ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จัดทำคลังข้อสอบพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทำการทดสอบบนเว็บไซต์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 61 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ข้อสอบที่อยู่ในคลังข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 1,197 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 1.3693 ค่าความยากของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 0.8624 และค่าการเดาของข้อสอบเฉลี่ยเท่ากับ 0.2024 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบค่อนข้างยาก

จารุจิตร สิทธิปรุ, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์ (2559) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 กลุ่มสาระ ระหว่างปี พ.ศ. 2551–2553 ในรูปแบบของ Web Application และใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยใช้โปรแกรมสำเร็จ รูป Xcalibre Version 4.1.7 ซึ่งแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ O-NET จำนวน 8 กลุ่มสาระ ขั้นตอนที่ 2 การจัดทำคลังข้อสอบ O-NET จำนวน 8 กลุ่มสาระ ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และขั้นตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยสรุปผลระดับความคิดเห็นในการทดลองใช้งานโปรแกรม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม จังหวัดชลบุรี จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ข้อสอบ O-NET จำนวน 8 กลุ่มสาระ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

และ 2) โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทำการทดสอบ ใน website: www.onetcat.net/onetm3 และวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้โปรแกรมด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ O-NET 8 กลุ่มสาระ แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความยากของข้อสอบ (b) เฉลี่ยค่อนข้างยาก 2) คลังข้อสอบ O-NET สามารถบรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือกได้ไม่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของ Server โดยได้บรรจุข้อสอบ O-NET ที่วิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ และผ่านเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ ทั้ง 8 กลุ่มสาระ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 469 ข้อ และ 3) โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้โปรแกรม ทั้งในด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม

สุชาดา กรเพชรปาณี, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์ (2559) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับละ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ การจัดทำคลังข้อสอบใช้ฐานข้อมูล MySQL และคัดเลือกข้อสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 258 ข้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 469 ข้อ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,197 ข้อ โดยข้อสอบในคลังข้อสอบ O-NET อยู่ในระดับค่อนข้างยาก การพัฒนาโปรแกรมจัดทำในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของ Thompson and Weiss (2011) การประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้ของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 224 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 432 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 435 คน ผลปรากฏว่า การใช้งานของโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET อยู่ในเกณฑ์ดี เป็นที่พึงพอใจของนักเรียน

Diao and Reckase (2009) ศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและการคัดเลือกข้อสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติด้วยวิธีการประมาณค่าความสามารถ 2 วิธี ที่นำเสนอโดย Segall ในปี 1996 และ 2002 คือ วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) และวิธีแบบเบส์ (Bayesian Method) ส่วนการคัดเลือกข้อสอบใช้วิธีการคัดเลือกโดยใช้ 4 รูปแบบย่อย คือ D-optimality, A-optimality และ Bayesian Volume Decrease (3 รูปแบบแรกใช้ Maximum Information Using Fisher's Information) และ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Kullback-Leibler Information แต่ละรูปแบบใช้ความยาวข้อสอบ 20 และ 50 ข้อ ส่วนรูปแบบ Bayesian Volume Decrease ยังมีเงื่อนไขการกำหนดเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วม ที่แตกต่างกันอีก 3 รูปแบบ คือ Identity, Diag และ True จำลองคลังข้อสอบด้วยข้อมลจริงจาก โปรแกรมการประเมินทางการศึกษาของรัฐมิชิแกน (Michigan Educational Assessment Program: MEAP) จากผู้สอบ 8,562 คน ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ ที่วัดความสามารถ 3 มิติ คือ ความสามารถด้านหลักการทางคณิตศาสตร์ในลักษณะนามธรรม (Ability to Abstract Math Concept) ความสามารถเกี่ยวกับคำศัพท์ และการดำเนินการ (Vocabulary and Operations Ability) และความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving Ability) ใช้โมเดลตอบสนองข้อสอบ แบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์แบบทดแทนกันได้ (The Compensatory Two – parameter Multidimensional IRT Model) และในการประมาณค่าความสามารถแบบเบส์ในช่วงระหว่างการ ดำเนินการสอบใช้การประมาณค่าด้วย Maximum-a-Posteriori (MAP) และประมาณค่าความสามารถ ในตอนสุดท้ายด้วย Expected A Posteriori (EAP) ผลการวิจัยพบว่า การประมาณค่าด้วยวิธีภาวะ น่าจะเป็นสูงสุด ด้วยข้อสอบจำนวน 50 ข้อ ต้องใช้เวลานานมากกว่าจะสามารถประมาณค่าได้แต่วิธี แบบเบส์สามารถประมาณค่าความสามารถได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อข้อสอบมีความยาวมากขึ้น วิธีแบบ เบส์จะมีความลำเอียง น้อยกว่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และในประเด็นประสิทธิภาพของการคัดเลือก ข้อสอบด้วย D-Optimality และ A-Optimality พบว่า ทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพในการคัดเลือก ข้อสอบที่ใกล้เคียงกันมาก ส่วนความสามารถในการคัดเลือกข้อสอบของวิธีแบบเบส์ทั้งสามรูปแบบ พบว่า มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน และการใช้ข้อสอบจำนวน 50 ข้อ ความลำเอียงจะน้อยกว่าการใช้ ข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ และท้ายสุดเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบ แบบเบส์ที่ใช้ Fisher’s Information กับวิธีแบบ KL ที่ใช้ Maximizing Kullback-Leibler Information พบว่าทั้งสองวิธีเป็นวิธีการคัดเลือกข้อสอบที่ดี ทำให้การประมาณค่าความสามารถมี ความถูกต้อง และมีเสถียรภาพเหมือนกัน

Kocalevent et al. (2009) ได้พัฒนาและตรวจสอบประสิทธิภาพของมาตรวัดความ เครียดรูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจำแนกความเครียดออกเป็นสอง องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) การเผชิญกับความเครียด และ 2) ปฏิกิริยาตอบสนองต่อความเครียด วิเคราะห์ข้อคำถามด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้ Generalized Partial Credit Model การประเมินประสิทธิภาพทางการทดสอบจัดทำขึ้นทั้งในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ และการนำ ไปใช้จริง โดยศึกษาจากผู้ป่วยโรคทางกายที่มีสาเหตุมาจากจิตใจ จำนวนทั้งสิ้น 1,092 คน (กลุ่ม ตัวอย่างที่ 1) และใช้กลุ่มตัวอย่างอีก 200 คน (กลุ่มตัวอย่างที่ 2) สำหรับการจำลองชุดข้อมูล จากนั้น จึงนำมาตรวัดความเครียด รูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ไปใช้ในกลุ่มผู้ป่วย ในจำนวน 116 คน (กลุ่มตัวอย่างที่ 3) เพื่อตรวจสอบความตรงของเครื่องมือ ผลการศึกษาทำให้ได้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คลังข้อคำถามสำหรับวัดการเผชิญกับความเครียดจำนวน 38 ข้อ และคลังข้อคำถามสำหรับวัดปฏิกิริยาตอบสนองต่อความเครียดจำนวน 31 ข้อ ในการจำลองสถานการณ์การทดสอบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ครั้งแรก ปรากฏว่าการวัดปฏิกิริยาตอบสนองต่อความเครียดใช้ข้อคำถามในการทดสอบประมาณ 7.0 ± 2.3 ข้อ และการวัดการเผชิญกับความเครียดใช้ข้อคำถามในการทดสอบประมาณ 11.6 ± 1.7 ข้อ โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการวัดให้มีค่าน้อยกว่า 0.32 ซึ่งทำให้มีค่าความเที่ยงมากกว่า 0.90 การจำลองสถานการณ์การทดสอบครั้งที่สอง ได้วิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1 อีกครั้ง พบว่า ในการวัดปฏิกิริยาตอบสนองต่อความเครียดใช้ข้อคำถามในการทดสอบประมาณ 5.6 ± 2.1 ข้อ และการวัดการเผชิญกับความเครียดใช้ข้อคำถามในการทดสอบประมาณ 10.0 ± 4.9 ข้อ การศึกษาความตรง ปรากฏว่า มาตรวัดความเครียด รูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ มีความสัมพันธ์กับเครื่องมืออื่น ๆ ในระดับสูง ดังนั้น จึงสรุปได้ว่ามาตรวัดความเครียดรูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการทดสอบที่สั้นกระชับ แต่มีความเที่ยงหรือความแม่นยำในการประมาณค่าสูง และช่วยลดความเหนื่อยล้าในการทดสอบได้เป็นอย่างดี

Finch (2010) ได้ศึกษาความลำเอียง และความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ โดยอาศัยโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความลำเอียง (Bias) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) และรากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) โดยทำการสร้างข้อมูลจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาโล (Monte Carlo) เป็นข้อมูลชนิดสองค่าที่มีความหลากหลายทั้งจำนวนของผู้สอบ (250, 500, 1,000 และ 2,000) ความยาวของข้อสอบ (15, 30 และ 60) การแจกแจงของคุณลักษณะแฝง (Normal, Skewed) ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบร่วม (0, 0.3, 0.5 และ 0.8) ชนิดของโมเดล (2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ ที่มีค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ) ใช้วิธีการประมาณค่า 2 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted Least Squares: ULS) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนัก (Robust weighted Least Squares: RWLS) ซึ่งวิธี ULS เป็นการประมาณค่าโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NOHARM และวิธี RWLS เป็นการประมาณค่าโดยใช้โปรแกรม Mplus ซึ่งทั้งสองโปรแกรมนี้ เป็นการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบในลักษณะพหุมิติ และยังได้ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบในลักษณะเอกมิติด้วยโปรแกรม BILOGMG ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างตัวแปรที่ศึกษา และความแม่นยำในการประมาณค่าของวิธีการจัดการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศจะเห็นได้ว่าการนำการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เพื่อการประเมินเชิงวินิจฉัยยังไม่แพร่หลาย และเป็นงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบมิติเดียวส่วนการประยุกต์ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติยังพบว่ามีน้อยมาก ดังนั้น การประยุกต์ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ และการทดสอบแบบปรับเหมาะ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการประเมินวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนจึงยังต้องการการดำเนินการวิจัยที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนขึ้น

J. S. Lai et al. (2011) ได้ศึกษาความตรง ความเที่ยง และประโยชน์ทางคลินิกของคลังข้อคำถาม Parent-Report Pediatric Perceived Cognitive Function (pedsPCF) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อวัดความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ของเด็ก ด้วยการสอบถามผ่านทางผู้ปกครอง การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาในผู้ปกครองของเด็กอายุ 7-17 ปี ซึ่งผู้ปกครองแต่ละคนต้องตอบข้อคำถามจากคลังข้อคำถาม pedsPCF จำนวน 45 ข้อ การศึกษาคุณสมบัติทางการวัดใช้แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบใช้เส้นโค้ง ROC (Receiver Operating Characteristic Curves) และการวิเคราะห์ความสามารถในการจำแนกเป็นตัวทำนายปัญหาด้านพฤติกรรมของเด็ก การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัด pedsPCF ฉบับเดิม และมาตรวัดรูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่ามาตรวัดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (r = 0.98) จึงสรุปได้ว่า คลังข้อคำถาม pedsPCF มีคุณสมบัติในการวัดที่ดี และมีความพร้อมสำหรับการนำไปใช้ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ในกลุ่มประชากรชาวสหรัฐอเมริกา

Moghadamzadeh, Salehi, and Khodaie (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ และฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบในโมเดลการตอบสนองแบบ 1 พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ โดยเริ่มต้นจากการสร้างฟังก์ชันสารสนเทศภายใต้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ จากนั้นจึงใช้ข้อมูลการตอบข้อสอบที่ได้จากคลังข้อสอบ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก ซึ่งได้มาจากข้อมูลการสอบของนักศึกษามหาวิทยาลัยอิหร่าน ที่ทำการทดสอบระดับชาติที่มีชื่อว่า “National Orgazation for Educational Testing (O-NET)” ซึ่งเป็นการทดสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย ในสาขาด้านคณิตศาสตร์ และฟิสิกส์ ในปี ค.ศ. 2009 ผู้วิจัยเลือกข้อมูลการทดสอบ 2,000 ชุด ด้วยวิธีการเลือกอย่างเป็นระบบ จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และ BILOG ผลการศึกษาปรากฏว่าค่าสารสนเทศของข้อสอบ และค่าสารสนเทศของแบบทดสอบที่ได้จากการประมาณค่าด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีค่าสูงกว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ และแบบ 3 พารามิเตอร์ นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ และค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบที่ได้จากโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ไม่แตกต่างจากค่าที่ได้จากโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งหมายความว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ มีความแม่นยำกว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ และแบบ 3 พารามิเตอร์ โดยเหตุผลที่โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ มีค่าสารสนเทศต่ำกว่าอาจเนื่องมาจากพารามิเตอร์การเดาที่เพิ่มเข้ามาในโมเดลซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการ

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ประมาณค่าความสามารถได้มากกว่า เมื่อมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่ามากกว่าจึงทำให้สารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าต่ำกว่าด้วย

Seo (2011) ได้ศึกษาวิธีการประมาณค่าความสามารถ และวิธีการคัดเลือกข้อสอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (MBICAT) ตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ (2PL) โดยการจำลองข้อมูล (Simulation Data) การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการประมาณค่าความสามารถแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE) วิธีการประมาณค่าสูงสุด (EAP) โดยใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบ Maximizing the Determinant of The Posterior Information โดยเปรียบเทียบวิธีการประมาณจากรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และความคลาดเคลื่นมาตรฐานที่สังเกตได้ (OSE) เกณฑ์การยุติการทดสอบเป็นแบบแปรผัน (Valiable Length) โดยกำหนดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่สังเกตได้ เท่ากับ .50 และ .55 ผลการศึกษาพบว่า วิธีการประมาณค่าความสามารถของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (MBICAT) มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำกว่าวิธีการประมาณค่าความสามารถของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ (BICAT) กรณี Group Factor

Kose and Demirtasli (2012) ได้ศึกษาเปรียบเทียบโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติภายใต้ความยาวของแบบสอบ และขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน โดยใช้ข้อมูลการทดสอบภาษาตุรกี โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และความยาวของแบบสอบเป็นตัวแปรต้นที่ถูกจัดกระทำในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลการทดสอบได้จากนักเรียนเกรด 8 จำนวน 1,516 คน ผลการศึกษาปรากฏว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ และพารามิเตอร์ความสามารถของบุคคลโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติมีค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าต่ำกว่า ขณะที่มีความแม่นยำในการวัดสูงกว่า นอกจากนี้พบว่าข้อมูลการทดสอบมีความสอดคล้องกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเป็นอย่างดี และยังพบด้วยว่าความยาวของแบบสอบ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่มีผลใด ๆ ต่อความสอดคล้องของข้อมูลการทดสอบกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ แต่ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น และแบบสอบที่มีความยาวมากขึ้นสามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการทดสอบได้ และมีผลต่อความสอดคล้องของข้อสอบกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

Hou et al. (2012) ได้พัฒนามาตรวัด Fugl-Meyer Scale ในรูปแบบการทดสอบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT-FM) ที่มีความเที่ยง และมีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินการตอบสนองทางร่างกาย (Motor Function) ในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke Patient) โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสองระยะ ระยะที่หนึ่งเป็นการศึกษาด้วยการจำลองข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และตรวจสอบคุณสมบัติในการวัด (Psychometric Properties) ของ CAT-FM โดยใช้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อมูลการตอบมาตรวัดของกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 301 คน สำหรับการจำลองข้อมูล และระยะที่สองเป็นการศึกษาภาคสนาม (Field Study) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการบริหารการทดสอบของ CAT-FM ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยหลอดเลือดสมอง จำนวน 49 คน การศึกษาดำเนินการในศูนย์การแพทย์ และโรงพยาบาล CAT-FM เป็นมาตรวัดที่ประกอบด้วย 2 มาตรวัด คือ มาตรวัดสำหรับการตอบสนองช่วงบนของร่างกาย (Upper Extremity) และมาตรวัดสำหรับการตอบสนองช่วงล่างของร่างกาย (Lower Extremity) คลังข้อสอบจึงแบ่งออกเป็น 2 คลังข้อสอบ ข้อคำถามในคลังข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีจำนวนทั้งสิ้น 37 ข้อ ซึ่งได้ข้อคำถามในคลังข้อสอบ มาจาก Fugl-Meyer Scale ฉบับดั้งเดิม การดำเนินการทดสอบมีการกำหนดทางเลือกในการยุติการทดสอบ 2 เกณฑ์ คือ 1) ยุติการทดสอบเมื่อค่าความเที่ยง (Reliability) มีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.9 หรือ 2) ยุติการทดสอบเมื่อค่าความเที่ยงมีค่าเพิ่มขึ้นน้อยกว่า .01 ภายหลังการทดสอบแต่ละข้อ ผลการศึกษาด้วยการจำลองข้อมูล แสดงให้เห็นว่า CAT-FM มีค่าความเที่ยงสูง (.93 ทั้งในส่วนของมาตรวัดย่อยการตอบสนองช่วงบนของร่างกาย และมาตรวัดย่อยการตอบสนองช่วงล่างของร่างกาย) นอกจากนี้ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามาตรวัด CAT-FM มีความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันมากกว่าหรือเท่ากับ .91 ทั้งในส่วนของมาตรวัดการตอบสนองช่วงบนของร่างกาย มาตรวัดการตอบสนองช่วงล่างของร่างกาย และมาตรวัดการตอบสนองทางร่างกายโดยรวม) ผลการประเมินการตอบสนองอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยการตอบสนองของผู้ป่วยจากมาตรวัดย่อยการตอบสนองช่วงบนของร่างกาย การตอบสนองช่วงล่างของร่างกาย และการตอบสนองโดยรวม มีค่าเท่ากับ .67 .79 และ .77 ตามลำดับ) สำหรับผู้ป่วยที่ตอบมาตรวัดภายหลังการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง 14 และ 90 วัน จำนวนทั้งสิ้น 226 คน ผลการศึกษาภาคสนามพบว่า CAT-FM ใช้ระยะเวลาในการทดสอบโดยเฉลี่ย 242 วินาที และใช้ข้อคำถามเฉลี่ย 4.7 ข้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า CAT-FM เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมีความตรง และความเที่ยง สำหรับการประเมินการตอบสนองทางร่างกายในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

J. Zhang, Chang, and Yi (2012) ได้เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างง่าย ๆ (เอกมิติ) กับโครงสร้างผสม (พหุมิติภายในข้อ) ระหว่างการวิเคราะห์แบบเอกมิติ และพหุมิติ โดยใช้การประมาณค่าด้วยวิธีการ Joint Maximum Likelihood และ Marginal Maximum Likelihood กับโมเดลแบบเอกมิติ 2 และ 3 พารามิเตอร์ โมเดลพหุมิติแบบ 2 และ 3 พารามิเตอร์ วิเคราะห์ข้อมูลที่จำลองขึ้นด้วยโปรแกรม BILOG, PARSCALE และ ASSEST ผลการวิจัยพบว่า เมื่อจำนวนสอบมีน้อย การวิเคราะห์แบบพหุมิติมีความถูกต้องในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมากกว่าในขณะที่การวิเคราะห์แบบเอกมิติจะดีกว่า เมื่อจำนวนข้อสอบในแต่ละมิติมีมากพอ นอกจากนี้ยังพบว่าการละเมิดข้อตกลงด้านความเป็นเอกมิติ โดยข้อสอบเป็น

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

พหุมิติแต่วิเคราะห์แบบเอกมิติ โมเดลจะประมาณค่าไม่ถูกต้อง และสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถจะมีค่าสูงเกินไป

Leroux, Lopez, Hembry, and Dodd (2013) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระสิทธิภาพของวิธีการควบคุมการแสดงข้อสอบระหว่างวิธีการ Progressive-Restricted Standard Error (PR-SE) กับวิธีการควบคุมการใช้ข้อสอบทั่วไป คือวิธีการ Randomesque วิธีการ Sympson-Hetter (SH) และวิธีการควบคุมการแสดงข้อสอบ ภายใต้โมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ และเปรียบเทียบในกรณีคลังข้อสอบขนาดเล็กเทียบกับคลังข้อสอบขนาดใหญ่ ผลการศึกษา ปรากฏว่าวิธีการ PR-SE สามารถเข้าควบคุมการแสดงข้อสอบในคลังได้เกือบทุกข้อ แต่วิธีการ Randamesque กับ วิธี SH สามารถเข้าควบคุมการแสดงข้อสอบของข้อสอบในคลังได้เพียง 52% และ 80% ในกรณีที่คลังข้อสอบมีขนาดใหญ่ และเล็กตามลำดับ

Yao (2014) ได้ศึกษาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้คะแนนโดเมน และคะแนนคอมโพสิท สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยมีการควบคุมอัตราการแสดงข้อสอบ และการจัดสมดุลเนื้อหา โดยมีวัตถุประสงค์การค้นหาวิธีการคัดเลือกข้อสอบในกรอบทฤษฎีกาตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT) ที่มีความแม่นยำทั้งในส่วนของคะแนนโดเมน (Domain Scores) และคะแนนคอมโพสิท (Composite Scores) ใช้ประโยชน์จากคลังข้อสอบ (Item Pool) และควบคุมอัตราการแสดงข้อสอบ โดยทำการศึกษาละเปรียบเทียบกระบวนการทั้งห้าอย่างในการเลือกรายการด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (MCAT) (กระบวนการใช้มุมขั้นต่ำ กระบวนการใช้ปริมาณ กระบวนการใช้ความคลาดเคลื่อนขั้นต่ำของผลรวมเชิงเส้น กระบวนการใช้ความคลาดเคลื่อนขั้นต่ำของคะแนนคอมโพสิทพร้อมที่คำนวณด้วยค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด และวิธี Kullback Leibler Information กับวิธีการสองวิธีในการควบคุมอัตราการแสดงข้อสอบ (Sympson-Hetter) และวิธีการแบบอัตราตายตัว ซึ่งวิธีหลังการทดสอบจำกัดอัตราการแสดงข้อสอบคงที่) ซึ่งใช้ข้อมูลที่จำลองขึ้นมา โดยมีการใช้ดัชนีความสำคัญสูงสุดกับการจัดสมดุลเนื้อหา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธี Sympson-Hetter นั้นมีความแม่นยำมากกว่า แต่มีการใช้คลังข้อสอบน้อยกว่า และใช้เวลามากกว่าวิธีการอัตราตายตัว วิธีการคัดเลือกข้อสอบทั้งห้าวิธี นั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันภายใต้วิธี Sympson-Hetter โดยสำหรับวิธีการแบบอัตราตายตัว นั้นมีความแม่นยำในการเลือกมากกว่า แต่ก็ต้องใช้คลังรายการมากกว่าวิธีการอื่นด้วย โดยวิธีการทั้งห้าอย่างนั้นมีรูปแบบที่แตกต่างกันไป โดยพบว่า (1) วิธี Kullback Leibler Information นั้นมีความแม่นยำมากกว่า แต่มีการใช้คลังข้อสอบน้อยกว่าวิธีการอื่น (2) วิธี Minimum Angle and Volume นั้นมีความแม่นยำ และการใช้คลังข้อสอบที่สมดุลกัน และ (3) วิธีการทั้งสองวิธีในการลดความผันผวนของความคลาดเคลื่อนนั้นใช้คลังข้อสอบได้ดีที่สุด และมีการรักษาคะแนนโดยรวมไว้ในระดับที่สูงพอประมาณ แต่มีความแม่นยำน้อยในบางโดเมน งานชิ้นนี้ประสบความสำเร็จการจัดทำดัชนี

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ความสำคัญสำหรับการจัดสมดุลเนื้อหา และการควบคุมอัตราการแสดงข้อสอบ

Muninsakorn et al. (2015) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ O-NET ตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ และคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ของ Urry เพื่อจัดทำคลังข้อสอบ O-NET ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นนำไปทดลองใช้และมีการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรม โดยจากผลงานวิจัยปรากฏว่า ข้อสอบ O-NET ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความยากของข้อสอบ (b) ในระดับค่อนข้างยาก คลังข้อสอบ O-NET ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 บรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก ได้โดยไม่จำกัด ขึ้นอยู่กับขนาดของ Server ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 258 ข้อ ที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามโมเดลโลจิส แบบ 3 พารามิเตอร์ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

Ozturk and Dogan (2015) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และการควบคุมการแสดงข้อสอบระหว่างวิธีการควบคุมการใช้ข้อสอบ 3 วิธี ได้แก่ 1) Randomesque 2) Sympson-Hetter และ 3) วิธี Fade-Away โดยใช้คลังข้อสอบจำลองด้วยการสุ่มค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) จากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง 0.50 ถึง 2.00 สุ่มค่าโอกาสในการเดาของข้อสอบ (c) จากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง 0.05 ถึง 0.20 ส่วนการจำลองค่าความยากของข้อสอบ (b) จะแบ่งได้ 2 ส่วน คือ 1) คลังข้อสอบที่มีความยากของข้อสอบปานกลาง ด้วยการสุ่มค่า b จากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง -3.00 ถึง 3.00 และ 2) คลังข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบสูงด้วยการสุ่มค่า b จากการแจกปกติ N (2, 1.5) ผลการศึกษาปรากฏว่า ประสิทธิภาพในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างกัน แต่วิธี Fade-Away สามารถควบคุมการแสดงข้อสอบได้ดีกว่าวิธี Randomesque และวิธี Sympson-Hetter

Seo and Weiss (2015) ได้ศึกษาการออกแบบที่ดีที่สุดสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติด้วยโมเดลสององค์ประกอบ ซึ่งในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT) ส่วนใหญ่มีกรอบการศึกษาโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบมิติเดียว แต่ตัวแปรทางจิตวิทยาต้องวัดหลายคน และหลายมิติ และอาจได้รับประโยชน์จากการใช้วิธีการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ การศึกษานี้ได้ศึกษาการตรวจสอบความถูกต้องความเที่ยงตรง และประสิทธิภาพของมิติข้อมูลแบบเต็มรูปแบบตามขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติโดยใช้รูปแบบ Bifactor โดยการจำลองข้อมูลโดยเลือกวิธีการคัดเลือกข้อสอบ 4 วิธีโดยใช้แบบจำลอง Bifactor 3 รูปแบบ และ 2 แบบจำลองตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ เพื่อ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

เปรียบเทียบการคัดเลือกข้อสอบ และการประมาณค่าความสามารถโดยใช้การทดสอบความยาวคงที่และการคัดเลือกข้อสอบแบบ D–A Optimality โดยการประมาณค่าดีขึ้นเกี่ยวกับปัจจัยทั่วไปภายใต้เงื่อนไข 3 รูปแบบตามโมเดล Bifactor ตามแบบจำลองทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ แบบ 2 พารามิเตอร์ ที่มีค่าอำนาจจำแนก (a) และค่าโอกาสการเดา (c) โดยใช้การประมาณค่าความสามารถแบบ MAP และวิธี EAP พบว่า วิธี MAP มีความถูกต้องในการประมาณค่าความสามารถที่มีความผิดพลาดที่ต่ำกว่าวิธี EAP ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ยกเว้นเงื่อนไขทั่วไปในการคัดเลือกข้อสอบแบบ D-Optimality

Sari and Huggins-Manley (2017) ได้ศึกษาการตรวจสอบการจัดสมดุลเนื้อหาในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์: การทดสอบความปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์กับการทดสอบความปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน โดยทำการศึกษาแบบจำลองเพื่อทดสอบความแม่นยำของผลการทดสอบ ในทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT) และการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบหลายขั้น (CA-MST) เมื่อจำนวนพื้นที่เนื้อหาแตกต่างกันไปตามช่วงความยาวที่หลากหลาย โดยได้เปรียบเทียบ CAT และการออกแบบ CA-MST สองรูปแบบ (แบบ 1-3 และ 1-3-3) ในเงื่อนไขต่าง ๆ รวมถึงความยาวของแบบทดสอบทั้งหมด (ความยาว 24 ข้อ และ 48 ข้อ) และจำกัดพื้นที่เนื้อหาที่มีการควบคุม ระดับเนื้อหา 5 ระดับของพื้นที่เนื้อหาประกอบด้วยพื้นที่เนื้อหาที่เป็นศูนย์ (ไม่มีการจัดสมดุลเนื้อหา) 2, 4, 6 และ 8 ได้วางเงื่อนไขทั้งหมดที่ได้รับ และการจัดการภายใน CAT และ CA-MST จำลองข้อมูลสร้างผู้สอบ 4,000 คนจาก N (0, 1) ภายใต้เงื่อนไขของแบบจำลอง IRT เพื่อพิจารณาอัตราการสัมผัสของ CAT และ CA-MSTs ผลการวิจัยพบว่า ความยาวของแบบ และรูปแบบการบริหารแบบทดสอบมีผลต่อผลลัพธ์มากกว่าจำนวนพื้นที่เนื้อหา และถ้าไม่คำนึงถึงสภาพการศึกษาใด ๆ DAT มีประสิทธิภาพดีกว่า CA-MSTs และ CA-MSTs ได้เปรียบเรื่องผลลัพธ์ในการเชื่อมต่อกับการควบคุมการออกแบบการทดสอบเนื้อหาการทดสอบ มีประสิทธิภาพคุ้มค่าใช้จ่าย และการใช้ข้อสอบ

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบว่า ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และคอมพิวเตอร์ทำให้มีการพัฒนารูปแบบการทดสอบที่ไม่จำกัดอยู่เพียงรูปแบบดั้งเดิมซึ่งเป็นรูปกระดาษ-ดินสอ แต่มีการปรับรูปแบบการบริหารการทดสอบให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการทดสอบมากยิ่งขึ้น เช่น การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (CT) การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT) เป็นต้น ทำให้การวิเคราะห์ข้อสอบจะต้องมีความแม่นยำ และรวดเร็ว ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี IRT จึงมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นมาใช้หลายโปรแกรม เช่น โปรแกรม BILOG โปรแกรม IRT (BAY) โปรแกรม PARSCALE โปรแกรม Xcalibre เป็นต้น ทำให้เกิดความสะดวกต่อผู้ใช้เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นการส่วนผลักดันให้ทฤษฎี IRT เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน และมีการนำไปใช้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ในการพัฒนาเครื่องมือ และระบบการทดสอบกว้างขวางยิ่งขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous IRT Models) ที่แบ่งออกเป็น 3 โมเดล โดยที่แต่ละโมเดลมีความเหมาะสมที่จะถูกนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม คือ โมเดล 3 พารามิเตอร์ เหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple choice) โมเดล 2 พารามิเตอร์ เหมาะสมกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นแบบวัดเจตคติ (Rating Scale) และโมเดล 1 พารามิเตอร์ สามารถใช้ได้ดีถ้าข้อสอบเป็นการเขียนตอบ จากการศึกษางานวิจัย ที่กล่าวข้างต้นทั้งในประเทศ และต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันมีการนำทฤษฎี IRT มาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเพื่อนำข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบอย่างแพร่หลาย เพราะการจัดทำคลังข้อสอบเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากคลังข้อสอบจะส่งผลต่อการจัดการทดสอบ จึงควรจัดทำคลังข้อสอบที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อสอบที่นำมาบรรจุในคลังข้อสอบต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขของทฤษฎี IRT สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่นำมาใช้กับคลังข้อสอบในการทดสอบควรมีความละเอียดมากที่สุด ดังนั้น ควรใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบปรนัยแบบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (Multiple choice) โดยใช้โมเดลของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ เพราะสามารถวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบได้อย่างละเอียด คือ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b-Parameter) และค่าพารามิเตอร์การเดา (c-Parameter)

ตอนที่ 4 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติตามแนวคิดวิศวกรรมการประเมิน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญของการประเมินผล การสร้างแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพจะทำให้สามารถวัดความสามารถของผู้เข้าทดสอบได้อย่างแท้จริง การดำเนินการทดสอบที่ผ่านมาส่วนใหญ่ใช้การทดสอบแบบดั้งเดิม คือ การทดสอบด้วยกระดาษ-ดินสอ (Paper–Pencil Testing) ต่อมามีการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบการทดสอบ โดยการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Testing: CT) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบแทนการใช้กระดาษคำตอบ โดยผู้เข้าสอบทำแบบทดสอบเดียวกันใช้เวลาเท่ากัน และสอบในสถานที่เดียวกัน ปัจจุบันนี้ยังได้พัฒนาไปสู่การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบโดยผู้เข้าสอบทำแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เข้าสอบ ซึ่งแต่ละคนอาจจะทำข้อสอบไม่เหมือนกัน และจำนวนข้อไม่เท่ากัน (สุชาดา กรเพชรปาณี, 2559, หน้า 16)

วิศวกรรมการประเมิน (AE) เป็นการใช้หลักการทางวิศวกรรมในการออกแบบ และพัฒนา

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

รวมถึงการวิเคราะห์การให้คะแนน และรายงานผลการประเมิน Drasgow, Luecht, and Bennett (2006, p. 471) ได้อธิบายถึงวิสัยทัศน์ของการทดสอบในศตวรรษที่ 21 จะใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามาช่วยเกี่ยวกับการทดสอบโดยเฉพาะทางด้านวิศวกรรม และโปรแกรมทางด้านการทดสอบสมัยใหม่จะเป็นการรวมของระบบต่าง ๆ (J. Zhou, 2009, pp. 1-2)

Luecht (2013) ได้พบว่า วิศวกรรมการประเมิน (AE) เป็นวิธีการใหม่ที่นำมาใช้ในการออกแบบ และเป็นเครื่องมือที่สามารถทำให้การวัดผลการทดสอบหรือการให้คะแนนเป็นไปอย่างถูกต้อง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับความซับซ้อนในการออกแบบ และพัฒนาระบบทดสอบโดยเป็นการควบรวมกันระหว่างการสร้างแบบจำลองความรู้ความเข้าใจ และหลักการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งต้องใช้ความคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับลักษณะของการให้น้ำหนักเกี่ยวกับการให้คะแนน ความยากของข้อสอบ และเนื้อหาของข้อสอบ จึงได้เสนอขั้นตอนหลักที่สำคัญ 4 ขั้นตอนของวิศวกรรมการประเมิน (AE) ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างโครงสร้างต้นแบบ และรูปแบบเชิงหลักฐาน (Construct Mapping and Evidence Modeling) การกำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะวัดความรู้ความสามารถของผู้สอบ และทักษะที่ต้องการประเมินผล ขั้นที่ 2 การสร้างโมเดลแบบทดสอบ (Task Modeling) โดยกำหนดเนื้อหาของข้อสอบ และระดับความยากของข้อสอบ ขั้นที่ 3 สร้างข้อสอบต้นแบบ (Template Design and Item Writing) การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน และขั้นที่ 4 การปรับเทียบและการควบคุมคุณภาพ (Calibrating and Quality Control) การควบคุมคุณภาพของข้อสอบต้นแบบด้วยวิธีทางสถิติและเปรียบเทียบระดับคะแนน

การนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบทำให้เกิดความท้าทายใหม่ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการพัฒนาข้อสอบ จำเป็นต้องมีข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากเพื่อสนับสนุนในคลังข้อสอบ สำหรับการทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์เมื่อมีการใช้งานอย่างต่อเนื่องและกว้างขวาง จะมีผลทำให้ข้อสอบในคลังข้อสอบมีจำนวนข้อสอบที่ยังไม่ผ่านการใช้งานลดลง (Gierl & Lai, 2012, p. 274) จึงต้องมีการเติมรายการข้อสอบเพื่อป้องกันปัญหาการใช้ข้อสอบซ้ำและรักษาระดับความเที่ยงในการทดสอบ มีการประเมินค่าใช้จ่ายในการสร้างข้อสอบโดยใช้วิธีการแบบดั้งเดิมซึ่งให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ดำเนินการสร้างข้อสอบนั้นจะมีค่าใช้จ่ายสูง และต้องใช้เวลาในการดำเนินการนาน (Arendasy & Sommer, 2012, p. 112) การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่กำลังได้รับความสนใจ และความนิยมมากในปัจจุบัน เพราะสามารถสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพเป็นจำนวนมากในระยะเวลาสั้น เป็นการแก้ปัญหาการมีข้อสอบที่มีคุณภาพไม่เพียงพอในคลังข้อสอบสำหรับการทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CBT)

นักวิชาการทางการศึกษาได้คาดการณ์ไว้กว่าหนึ่งทศวรรษที่ผ่านมาว่าคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตจะเป็นสองสิ่งที่จะขับเคลื่อน และมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเปลี่ยนแปลงการวัดผล

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ทางการศึกษา การคาดการณ์นั้นถูกต้อง เพราะการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการเปลี่ยนแปลงการวัดผลทางการศึกษาอย่างมากเนื่องจากขั้นตอนการบริหารการทดสอบรวมกับความนิยมที่เพิ่มขึ้นของสื่อดิจิทัล และการใช้งานทางอินเทอร์เน็ตในวงกว้างได้สร้างพื้นฐานสำหรับการทดสอบประเภทใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น (Gierl & Lai, 2012, pp. 273-274)

การทดสอบทางคอมพิวเตอร์บนอินเทอร์เน็ตมีข้อดีหลายประการสำหรับผู้ทดสอบ และผู้ตรวจ เมื่อเทียบกับการทดสอบแบบดั้งเดิมด้วยกระดาษแบบ-ดินสอ ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์สนับสนุนในการพัฒนาข้อสอบ โดยเป็นนวัตกรรมที่ช่วยให้ผู้ตรวจได้ใช้รูปแบบข้อสอบที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อวัดความรู้ และทักษะข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์สามารถรู้ผลคะแนนได้ทันที นอกจากนี้การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ยังยอมให้มีการทดสอบตามความต้องการโดยไม่กำหนดเวลา และสถานที่ ซึ่งช่วยให้ผู้ทดสอบสามารถจัดตารางการทดสอบของตนเองได้ ยังพบว่าความต้องการข้อสอบจำนวนมากมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการรับรู้ความเข้าใจ (Cognitive Diagnostic Assessment: CDA) CDA เป็นข้อสอบที่ออกแบบมาเพื่อวัดความรู้และทักษะที่จำเป็น เพื่อให้ผู้ทดสอบแสดงข้อมูลที่เกี่ยวกับจุดแข็ง และจุดอ่อนของปัญหาที่มีอยู่ของผู้ทดสอบ (Gierl & Lai, 2013, p. 37) ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางรูปแบบของการศึกษา และพัฒนาการประเมินด้านต่าง ๆ มีผลทำให้เกิดความต้องการในการจัดหาข้อสอบไว้ในคลังข้อสอบเป็นจำนวนมากเพื่อป้องกันปัญหาการใช้ข้อสอบซ้ำ วิธีการหนึ่งที่จะตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นนี้ คือ การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติเป็นงานวิจัยที่ค่อนข้างใหม่แต่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะด้านที่มีการใช้ทฤษฎีทางปัญญา (Cognitive) และจิตวิทยา (Psychometric) เพื่อสร้างแบบทดสอบ การสร้างข้อสอบอัตโนมัติต้องใช้สองขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนแรกผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาแบบทดสอบจะสร้างแบบจำลองข้อสอบเป็นต้นแบบโดยเน้นคุณลักษณะของงานที่ต้องจัดการประเมิน ขั้นที่สองจะทำการจัดการเพื่อสร้างข้อสอบใหม่โดยใช้อัลกอริทึมทางคอมพิวเตอร์ ทั้งสองขั้นตอนนี้จะสามารถสร้างข้อสอบใหม่เป็นจำนวนมากจากข้อสอบเพียงรายการเดียว (Gierl & Lai, 2012, pp. 274-275) จากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าการสร้างรายการอัตโนมัติเพื่อวัดความสามารถทางปัญญามีแนวทางที่นำมาใช้แล้วประสบความสำเร็จอยู่ด้วยกันสามแนวทางดังนี้

แนวทางการใช้รูปแบบการจำลองข้อสอบ (Item Model Approach)

แนวทางนี้จะเริ่มต้นด้วยการเลือกรายการข้อสอบมาหนึ่งข้อจากแบบทดสอบ ซึ่งจะมีการกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นไว้ และข้อสอบที่จะสร้างขึ้นใหม่ให้ใช้แทนกันได้ ข้อสอบที่สร้างขึ้นใหม่บนเงื่อนไขที่ตั้งไว้เรียกว่า Isomorphs หรือ Clone โดยมีงานวิจัยที่ศึกษาในแนวทางนี้ได้แก่ Gierl et al. (2008) ได้ทำการพัฒนาและนำโปรแกรมซอฟต์แวร์ ที่เรียกว่า “IGOR” (Item GeneratOR) เข้ามา

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ใช้สำหรับโมเดลข้อสอบทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวอย่างในแต่ละโมเดล นอกจากนี้ Gierl and Lai (2012, p. 273) ได้อธิบายถึงหลักการ 7 ข้อที่เป็นแนวทางในการพัฒนาและใช้แบบจำลองข้อสอบ (Item Model) สำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ คือ 1) กำหนดแบบรายการ และแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง 2) วิธีการพัฒนาแบบจำลองข้อสอบ 3) จัดทำอนุกรมวิธานของข้อสอบ 4) วิธีการใช้แบบจำลองข้อสอบสำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ 5) ประโยชน์ของการใช้แบบจำลองข้อสอบ 6) แนวคิดของคลังแบบจำลองข้อสอบ 7) การนำวิธีการทางสถิติมาใช้เพื่อการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับข้อสอบที่สร้างขึ้นได้โดยไม่ต้องนำไปทดสอบก่อนใช้งาน

แนวทางการออกแบบระบบการรู้คิด (Cognitive Design System Approach)

แนวทางนี้ขั้นตอนการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจะเริ่มสร้างจากกระบวนการกำหนดคุณลักษณะข้อสอบที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ ลักษณะของข้อสอบจะต้องอยู่บนพื้นฐานแบบจำลองของความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Model) ขอบเขตของกระบวนการทางความรู้ความเข้าใจจะเกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาเฉพาะตามประเภทของข้อสอบ ขั้นตอนแรก แบบจำลองข้อสอบความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Item Model) จะทำการประเมินโดยการตรวจสอบคุณลักษณะข้อสอบเพื่อทำนายระดับความยากของข้อสอบที่มีอยู่ ขั้นตอนที่สอง ข้อสอบใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นจะแก้ไขข้อจำกัดคุณสมบัติที่ทำให้สับสนในการทดสอบ และความถูกต้องของรูปแบบข้อสอบความรู้ความเข้าใจจะถูกตรวจสอบใหม่โดยใช้ชุดข้อสอบที่สร้างขึ้นใหม่ ความสำคัญของการเลือกคุณลักษณะข้อสอบจะอยู่บนพื้นฐานของชุดรูปแบบการประมวลผลความรู้ความเข้าใจ แนวทางการออกแบบความรู้ความเข้าใจเป็นส่วนที่มาจากรูปแบบข้อสอบ และทำให้สามารถผสมผสานการวิจัยทางทักษะทางปัญญา (Cognitive Science) และการวิจัยความแตกต่างของแต่ละบุคคล แนวทางนี้สามารถทำให้สามารถใช้ทดสอบในด้านทักษะทางปัญญาได้หลากหลาย (Arendasy & Sommer, 2012, p. 113)

แนวทางการกำหนดค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด (Automatic Min–Max Approach)

แนวทางการสร้างเริ่มต้นด้วยนิยามของลักษณะตัวแปรแฝง (Latent Trait) และข้อกำหนดของรูปแบบการรู้คิด (Cognitive Model) จะครอบคลุมช่วงรูปแบบข้อสอบที่กว้างขึ้นเมื่อเทียบกับรูปแบบข้อสอบความรู้ความเข้าใจที่ใช้ในกระบวนการออกแบบการรู้คิด (Cognitive Design System Approach) ต่อจากนั้นจะเลือกรูปแบบข้อสอบ (Item Format) และแบบจำลองทางการรู้คิด (Cognitive Model) จะรวมอยู่ในรูปแบบข้อสอบความรู้ความเข้าใจที่มีการวัดทักษะทางปัญญาเฉพาะเรื่องทีจะทดสอบ ซึ่งจะมีการกำหนดระดับความยากของข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ศึกษาตัวแปร 1 ตัว (1PL Rasch Model) เพื่อประเมินค่าความแตกต่างของข้อสอบ ต่อจากนั้นโดยใช้ The Linear Logistic Test Model (LLTM) เพื่อประเมินขอบเขตพื้นฐานทำนายค่าพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบ เพื่อให้หลักฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการแสดงของชุดหมายเลขของข้อสอบที่สร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งยังได้ทำการทดสอบการนำไปใช้ (Generalizability)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ในกลุ่มอื่น ๆ ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยพบว่า ข้อสอบที่สร้างขึ้นแบบอัตโนมัติใช้ทดสอบสมรรถภาพทางสติปัญญาลื่นไหล (Fluid Intelligence) มีโครงสร้างลักษณะทางจิตวิทยาที่ถูกต้อง และไม่ต้องคัดข้อสอบออกเมื่อนำมาการปรับเทียบข้อสอบ (Arendasy & Sommer, 2012, p. 113)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการใช้รูปแบบการจำลองข้อสอบ (Item Model Approach) หัวใจสำคัญของการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ คือ โมเดลข้อสอบ (Item Model) มีองค์ประกอบต่าง ๆ คือ ข้อคำถาม (Stem) ส่วนประกอบ (Elements) ตัวเลือก (Options) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) และคำตอบ (Key)

ข้อคำถาม (Stem) เป็นส่วนหนึ่งของโมเดลข้อสอบ ประกอบด้วยข้อมูล เนื้อหา ข้อคำถามที่จำเป็นกับผู้สอบในการตอบแบบทดสอบ

ส่วนประกอบ (Elements) เป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มักจะแสดงเป็นข้อความ (String: S) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ใช่ตัวเลข และค่าของตัวเลขเลข (Integers: I) เมื่อมีระบบการจัดการกับส่วนประกอบเหล่านี้ จะสามารถสร้างข้อสอบได้ในแบบคู่ขนานหรือตามค่าความยาก โดยสร้างได้จำนวนมากจากโมเดลข้อสอบเพียงหนึ่งข้อ

ตัวเลือก (Options) ประกอบด้วยคำตอบที่ให้เลือกตอบ โดยมีเพียงหนึ่งข้อที่ถูกต้อง (Correct Option) ที่สุด และตัวลวง (Distractors) ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งข้อ สำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบจำเป็นต้องมีทั้งโจทย์ (Stem) และตัวเลือก (Options)

ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) เป็นเนื้อหาเพิ่มเติมซึ่งอาจมีหรือไม่มีก็ได้ประกอบอยู่ในข้อคำถาม และ/หรือ ในตัวเลือก เช่น ตาราง รูปภาพ แผนภาพ เสียง และวีดีโอ

คำตอบ (Key) หมายถึง ระบุตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวของข้อคำถาม

โจทย์ และตัวเลือกสามารถแยกเป็นส่วนประกอบ ซึ่งส่วนประกอบนี้มักแสดงในรูปข้อความ (Strings: S) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ใช่จำนวน (Non-Numeric Values) และจำนวนเต็ม (Integers: I) ซึ่งเป็นค่าที่เป็นจำนวน ด้วยการจัดการอย่างเป็นระบบของส่วนประกอบ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล สามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากได้จากแต่ละโมเดล ถ้าข้อสอบตั้งใจจะวัดเนื้อหาที่ระดับความยากเดียวกัน ข้อสอบที่สร้างขึ้นก็จะเป็น Isomorphic เมื่อเป้าหมายของการสร้างข้อสอบนั้นคือการสร้างข้อสอบที่เหมือนกัน (Isomorphic Instances) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลจะจัดการส่วนประกอบที่มีอยู่ในเนื้อหา (Incidental Element) ซึ่งลักษณะภายนอกของข้อสอบไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับความยาก ในทางตรงกันข้าม ถ้าข้อสอบนั้นต้องการวัดเนื้อหาในระดับความยากที่แตกต่างกัน ข้อสอบที่สร้างขึ้นก็จะเป็น Variants เมื่อเป้าหมายของการสร้างข้อสอบเพื่อสร้าง Variants Instances ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล สามารถจัดการส่วนประกอบที่มีอยู่ในเนื้อหา แต่ต้องจัดการส่วนประกอบมูลฐาน (Radical Element) อีกหนึ่งส่วนหรืออาจมากกว่านั้นในโมเดลข้อสอบ ส่วนประกอบมูลฐานนี้เป็นลักษณะเชิงลึก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่เปลี่ยนความยากของข้อสอบ และอาจมีผลต่อคุณสมบัติการวัดทางจิตวิทยาของแบบทดสอบ เช่น มิติ (Dimensionality)

เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวคิดนี้ มีการนำเสนอโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งสองตัวอย่าง โจทย์ของตัวอย่างแรกมีจำนวนเต็ม (Integers) 2 จำนวน (I1, I2) ในขณะที่โจทย์ของตัวอย่างที่สอง มี 2 ข้อความ (String) (S1, S2)

ส่วนประกอบ I1 คือ ค่าใช้จ่ายของแอน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1525-1675 ดอลล่าร์สหรัฐ ($) ซึ่งเพิ่มทีละ 75 ดอลล่าร์สหรัฐ ($)

ส่วนประกอบ I2 คือ ราคาค่าจัดสวน ที่กำหนดเป็น 30 ดอลล่าร์สหรัฐ ($) ต่อ 1 ตารางเมตร หรือ 45 ดอลล่าร์สหรัฐ ($) ต่อ 1 ตารางเมตร

โดยตัวอย่างที่หนึ่ง แสดงดังภาพที่ 9 นำเสนอรูปร่าง (Shape) ของสนามหญ้าเพียงแบบเดียว คือ รูปร่างคงที่ ดังนั้น ไม่จำเป็นต้องมีตัวแปรข้อความ (String) โดยตัวเลือก 4 ตัวแทนด้วย A ถึง D ที่ถูกสร้างขึ้นในตัวอย่างนั้น ใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) สร้างจากค่าจำนวนเต็ม I1 และ I2 รวมไปถึงตัวเลือก A ในเฉลย (Keys)

Ann has paid $1,525 for planting her lawn. The cost of lawn is $45/m^2. Given the shape of her lawn is square, what is the side length of Ann's lawn?

A. 5.8
B. 6.8
C. 4.8
D. 7.3

ITEM MODEL VARIABLES

Stem

Ann has paid $I1 for planting her lawn. The cost of lawn is $I2/m^2. Given the shape of her lawn is square, what is the side length of Ann's lawn?

Elements

I1 Value Range: 1,525-1,675 by 75
I2 Value Range: 30 or 45

Options

A= $\sqrt{I1/I2}$
B= $\sqrt{I1/I2} + 1$
C= $\sqrt{I1/I2} - 1$
D= $\sqrt{I1/I2} + 1.5$

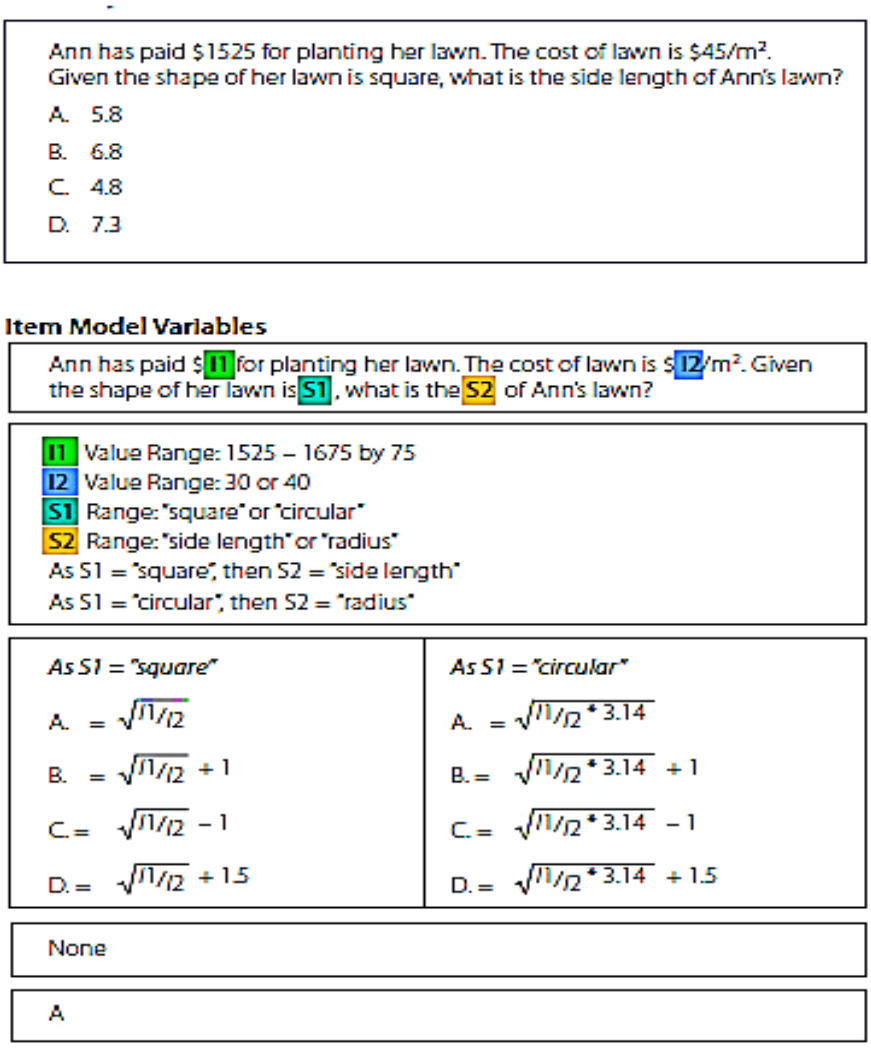
Key

A

ภาพที่ 9 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบที่เป็น Isomorphic Instances (Gierl et al., 2008, p. 7)

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตัวอย่างที่สอง แสดงดังภาพที่ 9 ตัวแปรรูปร่าง เป็นสี่เหลี่ยม และวงกลม ในส่วนของโจทย์ ดังนั้น ส่วนประกอบ S1 จึงอธิบายรูปร่างของสนาม และ S2 จะต้องขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์กับ S1 ด้วยเหตุนี้ ส่วนประกอบ S2 จะนำเสนอแนวคิดที่เหมาะสมเกี่ยวกับพื้นที่ (Area) ความยาวด้าน (Side Length) หรือ รัศมี (Radius) และต้องมีการคำนวณพื้นที่ของรูปร่าง เพราะการคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมต่างจากวงกลม ในส่วนของตัวเลือกมีการใช้ขั้นตอนวิธีสำหรับคำนวณหาพื้นที่วงกลม (แสดงไว้ที่ด้านขวามือของกล่องตัวเลือก) การคำนวณพื้นที่สำหรับรูปสี่เหลี่ยม และวงกลม เป็น Radical ของตัวอย่างที่ 2 ไม่มีข้อมูลเสริมสำหรับโมเดลข้อสอบนี้



ภาพที่ 10 โมเดลข้อสอบแสดงการสร้างข้อสอบเป็น Variant Instances (Gierl et al., 2008, p. 8)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากข้อสอบต้นแบบ (Parent Item) แสดงให้เห็นการสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดความรู้เรื่องการประมาณค่า และการปัดเศษ ดังภาพที่ 11

Parent Item:

A teacher has 3 boxes that each contains 176 drinking straws. After combining the straws in all 3 boxes, the TOTAL number of Straws is closest to A. 170 straws B. 180 straws C. 540 straws D. 600 straws

Item model:

Stem	A teacher has I1 S1 that each contains I2 S2. After combining the S2 in all I1 S1, the TOTAL number of is closest to
Elements	I1 Value Range: 3 – 5 by 1 I2 Value Range: 101 – 299 by 19 S1 Range: “boxes”, “trays”, “bowls”, “bags” S2 Range: “straws”, “cubes”, “blocks”, “marbles”, “chocolate”, “rings”
Options	A. ROUND (I2) to nearest 10s * (I1-1) S2 B. ROUND (I2) to nearest 100s * (I1+0.5) S2 C. ROUND (I2) to nearest 10s * I1 S2 D. ROUND (I2) to nearest 10s * (I1+1) S2
Auxiliary Information	None
key	C

ภาพที่ 11 โมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประมาณค่า และการปัดเศษ
(Gierl & Haladyna, 2013, p. 31)

จากภาพที่ 11 ในตัวโจทย์ประกอบไปด้วยข้อความ 2 ข้อความ (S1, S2) เลขจำนวนเต็ม 2 จำนวน (I1, I2) และไม่มีข้อมูลเสริม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

S1 เป็นส่วนของคลังข้อมูลรายการภาชนะสำหรับใส่ของชิ้นเล็ก ๆ จากโมเดลข้อสอบนี้มี 4 ชนิด การเพิ่มปริมาณข้อสอบสามารถทำได้โดยเพิ่มรายการภาชนะ

S2 เป็นส่วนของคลังข้อมูลรายการสิ่งของชิ้นเล็ก ๆ จากโมเดลข้อสอบนี้ มี 6 ชนิด

I1 คือจำนวนภาชนะ จากโมเดลข้อสอบนี้มี 3 ค่า ตั้งแต่ 3 ถึง 5

I2 คือจำนวนสิ่งของชิ้นเล็ก ๆ ที่บรรจุในภาชนะ จากโมเดลข้อสอบนี้มี 10 ค่า จาก 101 ถึง 299 โดยเพิ่มทีละ 19

จากการใช้ IGOR (Item GenaratOR) ซึ่งเป็นโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติที่พัฒนาโดย Gierl et al. (2008) กับโมเดลข้อสอบนี้ สามารถสร้างข้อสอบได้ถึง 576 ข้อ ซึ่งนำเสนอไว้ดังภาพที่ 12

5.A teacher has 3 boxes that each contain 177 drinking straws. After combining the straws in all 3 boxes, the TOTAL number of straws is closest to

a. 360 straws b. 540 straws

c. 700 straws d. 720 straws

114. A teacher has 4 boxes that each contain 234 cubes. After combining the cubes in all 4 boxes, the TOTAL number of cubes is closest to

a. 690 cubes b. 900 cubes

c. 920 cubes d. 1150 cubes

225. A teacher has 3 trays that each contain 253 blocks. After combining the blocks in all 3 trays, the TOTAL number of blocks is closest to

a. 500 blocks b. 750 blocks

c. 1000 blocks d. 1050 blocks

305. A teacher has 4 boxes that each contain 215 marbles. After combining the marbles in all 4 boxes, the TOTAL number of marbles is closest to

a. 660 marbles b. 880 marbles

c. 900 marbles d. 1100 marbles

ภาพที่ 12 ตัวอย่างข้อสอบที่สร้างจากโมเดลวิชาคณิตศาสตร์ (Gierl & Haladyna, 2013, p. 32)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Gierl et al. (2008) ได้ทำการพัฒนาและนำโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า “IGOR” (Item GeneratOR) เข้ามาใช้สำหรับโมเดลข้อสอบทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวอย่างในแต่ละโมเดล และได้นำเสนอตัวอย่างโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ การจัดหมวดหมู่การออกแบบโมเดลข้อสอบ (A Taxonomy for Designing Item Models) ต้องการอย่างน้อย 3 ตัวแปร คือ โจทย์ ตัวเลือก และข้อมูลเสริม แต่ละส่วนทำงานต่างกัน โจทย์เป็นส่วนของโมเดลที่ใช้กำหนดเนื้อหาของคำถาม แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังภาพที่ 13

ภาพที่ 13 ประเภทของโจทย์ในโมเดลข้อสอบ (ดัดแปลงมาจาก Gierl et al., 2008, p. 11)

จากภาพที่ 13 แสดงประเภทของโจทย์ในโมเดลข้อสอบ มี 4 รูปแบบ ได้แก่

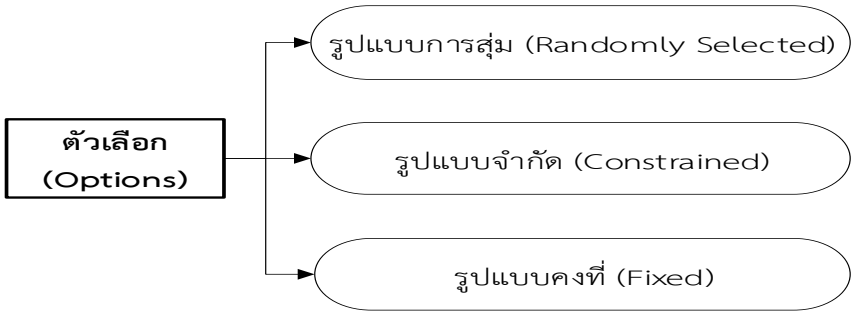
1. ส่วนประกอบอิสระ (Independent Element) มีจำนวนส่วนประกอบ 1 ส่วน เมื่อส่วนประกอบใดในโจทย์มีการเปลี่ยนแปลง จะไม่ส่งผลต่อส่วนประกอบอื่น

2. ส่วนประกอบไม่อิสระ (Dependent Element) มีจำนวนส่วนประกอบ 2 ส่วน แต่ละส่วนประกอบมีการเชื่อมโยงกับส่วนประกอบอื่น

3. รูปแบบผสมระหว่างส่วนประกอบอิสระ และส่วนประกอบไม่อิสระ (Mixed Independent/Dependent Element) โดยมีจำนวนส่วนประกอบอิสระ 1 ส่วน และจำนวนส่วนประกอบไม่อิสระ 1 ส่วน

4. ส่วนประกอบคงที่ (Fixed Element) มีลักษณะคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนของประเภทของตัวเลือก ได้แสดงไว้ดังภาพที่ 14

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 14 ประเภทของตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ (ดัดแปลงมาจาก Gierl et al., 2008, p. 12)

จากภาพที่ 14 แสดงประเภทของตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ มี 3 รูปแบบ ได้แก่

1. ตัวเลือกแบบเลือกจากจากการสุ่ม (Randomly Selected Options) คือ แบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงถูกเลือกจากการสุ่มจากคลังที่มีเนื้อหาตรงกัน

2. ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained Options) คือ แบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงถูกสร้างตามข้อกำหนด เช่น สูตร การคำนวณ

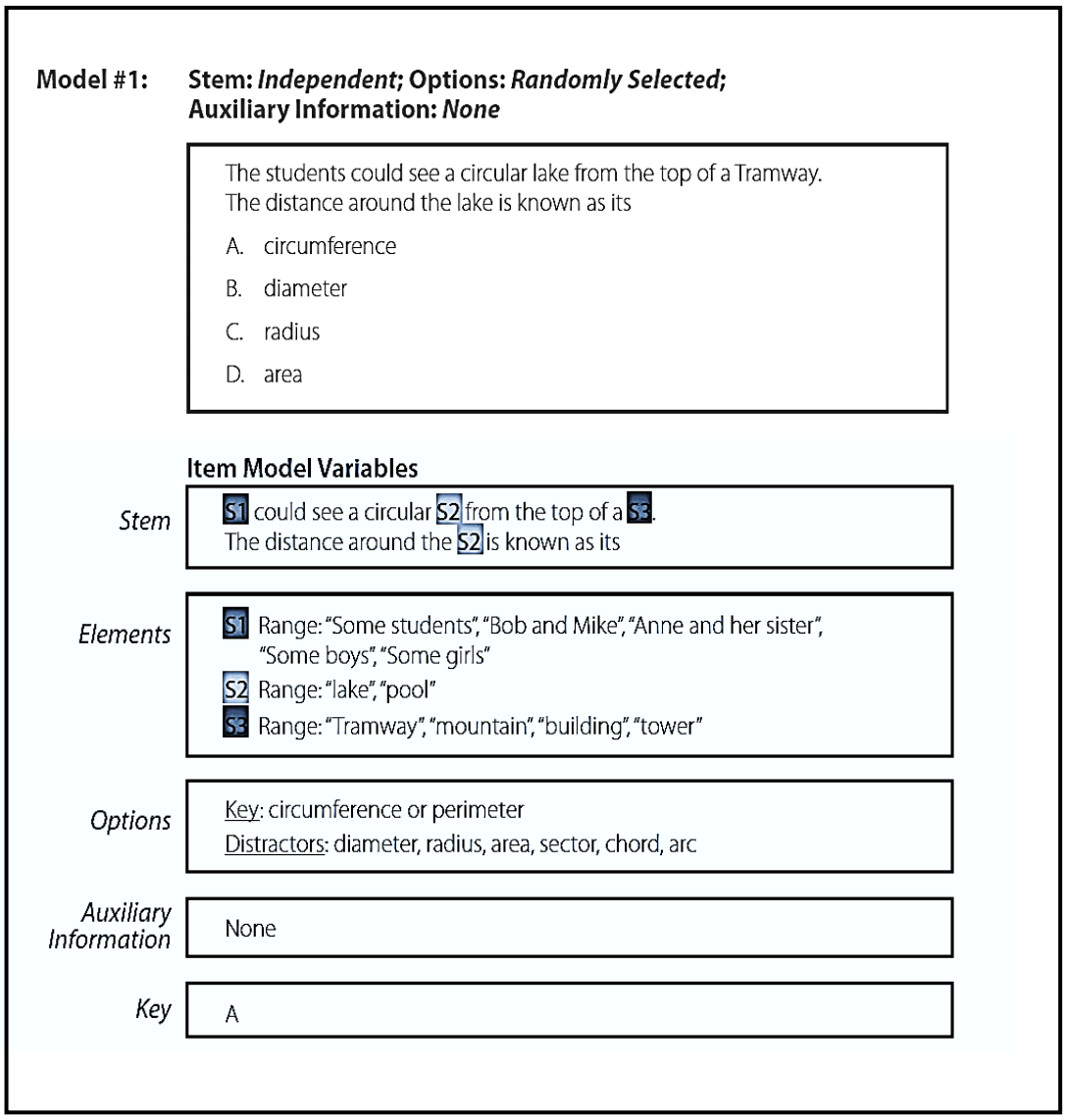
3. ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed Options) คือ แบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวง ไม่มีการเปลี่ยนแปลง การสลับกันของประเภทของโจทย์ และตัวเลือก ทำให้เกิดโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 รูปแบบของโจทย์ และตัวเลือกลักษณะต่าง ๆ ในโมเดลข้อสอบ

ตัวเลือก (**Options**)	**โจทย์** (**Stem**)			
	แบบอิสระ (**Independent**)	**แบบไม่อิสระ** (**Dependent**)	**แบบผสม** (**Mixed**)	**แบบคงที่** (**Fixed**)
แบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)	✓	✓	✓	✓
แบบจำกัด (Constrained)	✓	✓	✓	รูปแบบที่ไม่สามารถสร้างได้ (N/A)
แบบคงที่ (Fixed)	✓	✓	✓	รูปแบบที่ไม่สามารถสร้างได้ (N/A)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่ามีสร้างโมเดลข้อสอบได้จำนวน 10 รูปแบบ จากการจับคู่ระหว่างโจทย์กับตัวเลือกประเภทต่าง ๆ และมี 2 รูปแบบที่ไม่สามารถสร้างได้ (N/A) โดยมีการยกตัวอย่างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง 10 รูปแบบ ดังภาพที่ 15 ถึง 24

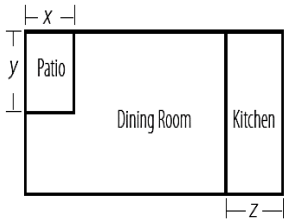


ภาพที่ 15 โมเดลที่ 1 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Model #2: **Stem: *Independent*; Options: *Constrained*; Auxiliary Information: *Diagram***

This is a diagram of the Pizza Place's floor plan. Fire regulations state that each customer in a dining room must have a minimum of 2.2 m^2 of floor space. What is the maximum number of customers that can be seated in the Pizza Place's dining room when $x = 3.0$, $y = 5.0$, $z = 4.0$, and the restaurant is 10 × 16?



A. 47

B. 59

C. 54

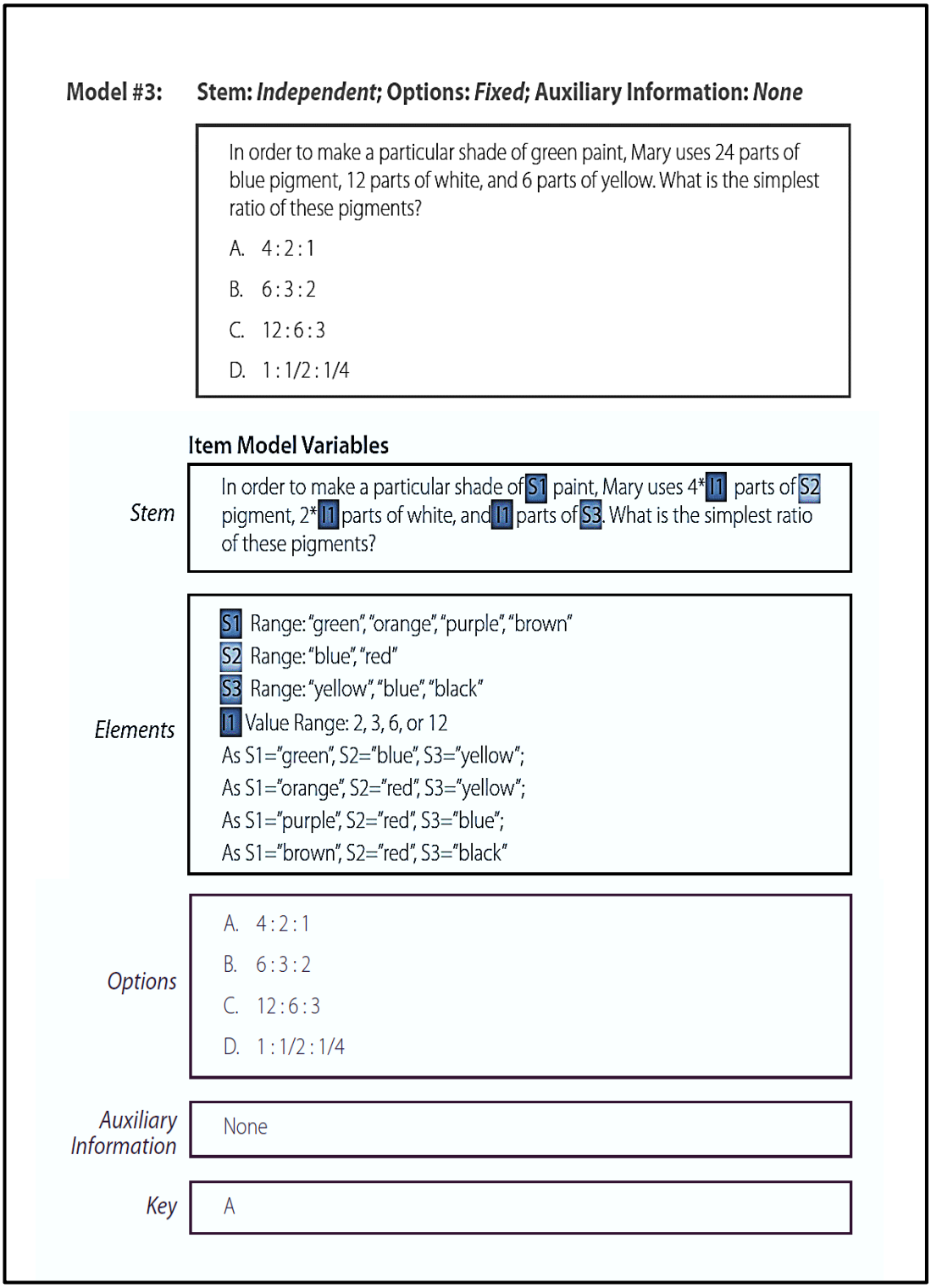
D. 72

Item Model Variables

Stem	This is a diagram of the Pizza Place's floor plan. Fire regulations state that each customer in a dining room must have a minimum of 2.2 m^2 of floor space. What is the maximum number of customers that can be seated in the Pizza Place's dining room when $x =$ I1, $y =$ I2, $z =$ I1 + 1, and the restaurant is 2 * I2 by I1 + 2 * I2 + 3?
Elements	I1 Value Range: 1–3 by 1 I2 Value Range: 10–18 by 1
Options	A. Round Down (4 * I2 * I2 + 4 * I2 – I1 * I2) / 2.2 B. Round Down (2 * I2 * (I1 + 2 * I2 + 3) – I1 * I2) / 2.2 C. Round Down (4 * I2 * I2 + 4 * I2) / 2.2 D. Round Down (2 * I1 * I2 + 4 * I2 * I2 + 6 * I2) / 2.2
Auxiliary Information	Diagram of a Pizza Place's floor plan
Key	A

ภาพที่ 16 โมเดลที่ 2 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นแผนภาพ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

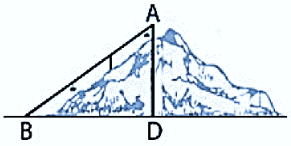


ภาพที่ 17 โมเดลที่ 3 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Model #4: **Stem: *Dependent*; Options: *Randomly Selected*; Auxiliary Information: *Pictures***

Some students visited the sights around Jasper. Omar observed that the Jasper Tramway formed an angle with the surroundings.



What kind of angle is ∠ABD?

A. Acute

B. Right

C. Obtuse

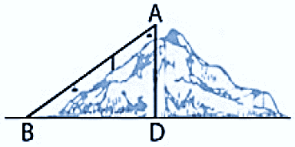
D. Straight

Item Model Variables

Stem

Some students visited S1. Omar observed that the S2 formed an angle with the surroundings.

What kind of angle is ∠ABD?



Elements

S1 Range: "the sights around Jasper", "a pizzeria", "a park", "a watch store"

S2 Range: "Jasper Tramway", "pizza slice", "park's table", "a clock"

As S1= "the sights around Jasper", S2= "Jasper Tramway"

As S1= "a pizzeria", then S2= "pizza slice"

AS S1= "a park", then S2= "park's table"

AS S1="a watch store", then S2="clock's pointer"

Options

Key: Acute

Distractors: Right, Obtuse, Straight, Vertical

Auxiliary Information

Picture of Jasper Tramway; Picture of pizza slice; Picture of park's table; Picture of a clock

Key

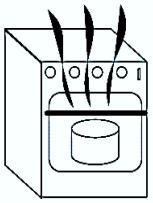
A

ภาพที่ 18 โมเดลที่ 4 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Model #5: **Stem: *Dependent*; Options: *Constrained*; Auxiliary Information: *Picture***

The thermostat of an oven malfunctioned. First, the temperature dropped 5°C, then it increased 7°C, fell 12°C, and finally decreased a further 30°C before it stabilized 185°C. What was the original temperature?



A. 239°C

B. 225°C

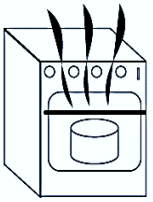
C. 131°C

D. 145°C

Item Model Variables

Stem

The thermostat of an oven malfunctioned. First, the temperature dropped I1 ° S1, then it increased I2 ° S1, fell I3 ° S1, and finally decreased a further I4 ° S1 before it stabilized I5 ° S1. What was the original temperature?



Elements

As S1 = "°C"	As S1 = "°F"
I1 Value range: 3 to 18 by 3	I1 Value range: 15 to 30 by 3
I2 Value range: 2 to 20 by 2	I2 Value range: 10 to 30 by 2
I3 Value range: 5 to 15 by 1	I3 Value range: 21 to 30 by 1
I4 Value range: 10 to 40 by 4	I4 Value range: 50 to 60 by 5
I5 Value range: 100 to 200 by 5	I5 Value range: 200 to 300 by 5

Options

A. I1 + I2 + I3 + I4 + I5

B. I1 − I2 + I3 + I4 + I5

C. I1 + I2 − I3 − I4 + I5

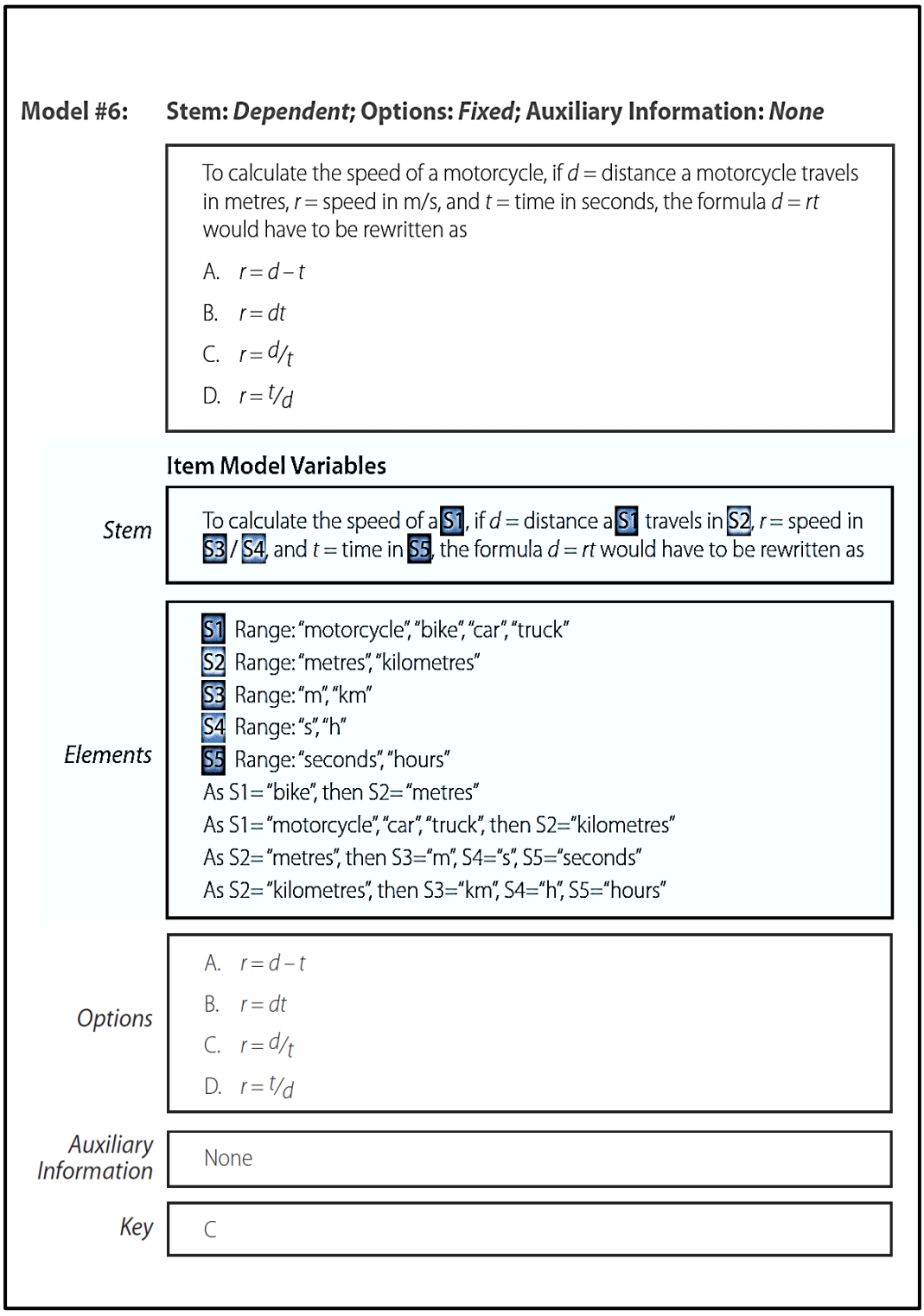
D. −I1 + I2 − I3 − I4 + I5

Auxiliary Information: Oven picture

Key: B

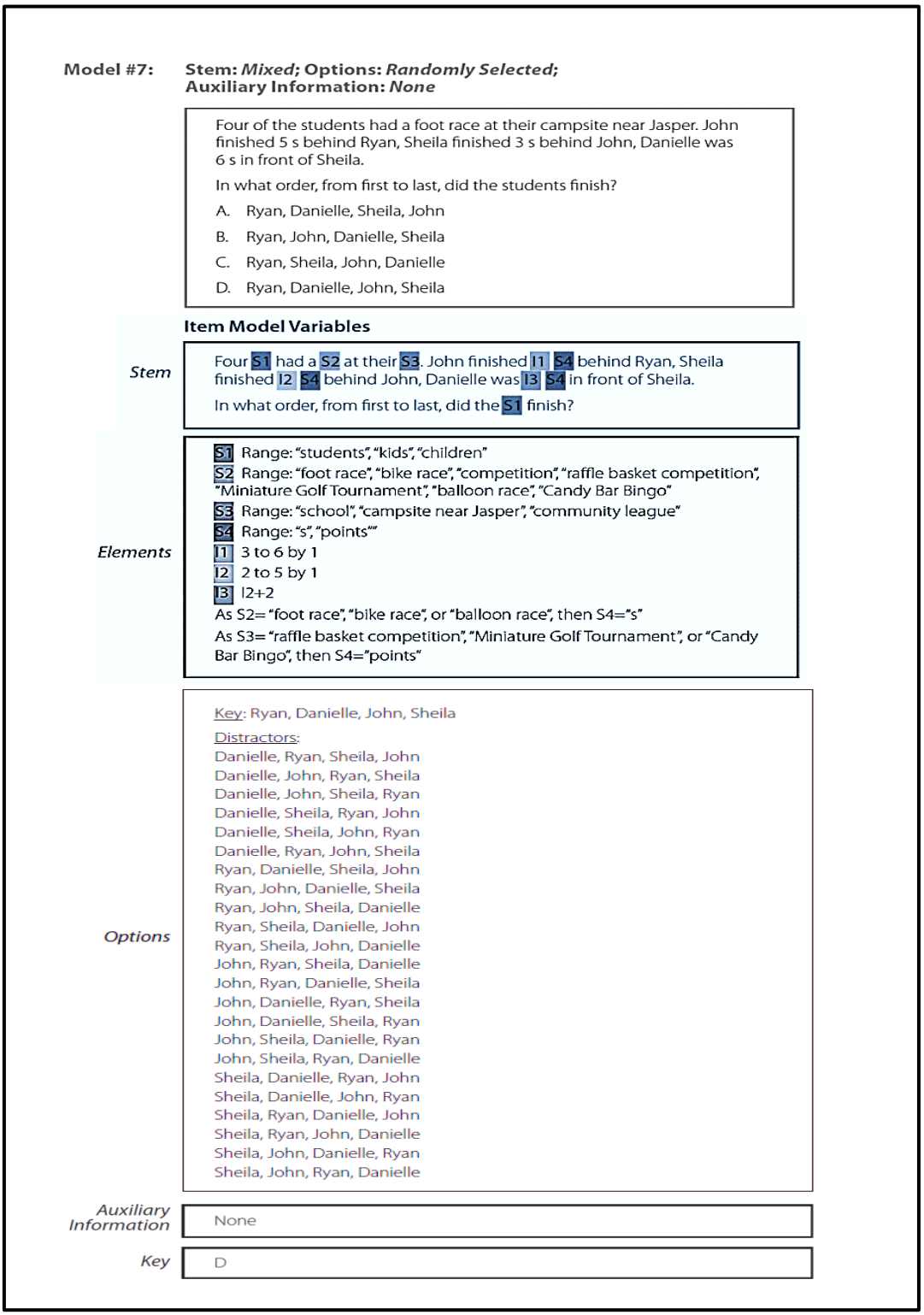
ภาพที่ 19 โมเดลที่ 5 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นรูปภาพ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 20 โมเดลที่ 6 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



Model #7: **Stem: *Mixed*; Options: *Randomly Selected*; Auxiliary Information: *None***

Four of the students had a foot race at their campsite near Jasper. John finished 5 s behind Ryan, Sheila finished 3 s behind John, Danielle was 6 s in front of Sheila.

In what order, from first to last, did the students finish?

A. Ryan, Danielle, Sheila, John
B. Ryan, John, Danielle, Sheila
C. Ryan, Sheila, John, Danielle
D. Ryan, Danielle, John, Sheila

Item Model Variables

Stem

Four S1 had a S2 at their S3. John finished I1 S4 behind Ryan, Sheila finished I2 S4 behind John, Danielle was I3 S4 in front of Sheila.

In what order, from first to last, did the S1 finish?

Elements

S1 Range: "students", "kids", "children"
S2 Range: "foot race", "bike race", "competition", "raffle basket competition", "Miniature Golf Tournament", "balloon race", "Candy Bar Bingo"
S3 Range: "school", "campsite near Jasper", "community league"
S4 Range: "s", "points""
I1 3 to 6 by 1
I2 2 to 5 by 1
I3 I2+2
As S2= "foot race", "bike race", or "balloon race", then S4="s"
As S3= "raffle basket competition", "Miniature Golf Tournament", or "Candy Bar Bingo", then S4="points"

Options

Key: Ryan, Danielle, John, Sheila

Distractors:
Danielle, Ryan, Sheila, John
Danielle, John, Ryan, Sheila
Danielle, John, Sheila, Ryan
Danielle, Sheila, Ryan, John
Danielle, Sheila, John, Ryan
Danielle, Ryan, John, Sheila
Ryan, Danielle, Sheila, John
Ryan, John, Danielle, Sheila
Ryan, John, Sheila, Danielle
Ryan, Sheila, Danielle, John
Ryan, Sheila, John, Danielle
John, Ryan, Sheila, Danielle
John, Ryan, Danielle, Sheila
John, Danielle, Ryan, Sheila
John, Danielle, Sheila, Ryan
John, Sheila, Danielle, Ryan
John, Sheila, Ryan, Danielle
Sheila, Danielle, Ryan, John
Sheila, Danielle, John, Ryan
Sheila, Ryan, Danielle, John
Sheila, Ryan, John, Danielle
Sheila, John, Danielle, Ryan
Sheila, John, Ryan, Danielle

Auxiliary Information: None

Key: D

ภาพที่ 21 โมเดลที่ 7 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Model #8: **Stem: *Mixed*; Options: *Constrained*; Auxiliary Information: *Table***

Mrs. Kary kept a record of participants in school activities and the total points some teams accumulated.

Team	Participants	Total Points
Red	26	762
Green	33	978
Yellow	22	641
Blue	29	?

Based on the information in the table, the Blue team's total number of points would most likely be

A. 692

B. 768

C. 809

D. 851

Item Model Variables

Stem

S2 kept a record of participants in school activities and the total points some teams accumulated.

Team	Participants	Total Points
S1_1	I1	Round I1 * I2
S1_2	I1 + 7	Round (I1 + 7) * I3
S1_3	I1 – 4	Round (I1 – 4) * I4
S1_4	I1 + 3	?

Based on the information in the table, the S1_4 team's total number of points would most likely be

Elements

S1 Range: "Blue", "Green", "Yellow", "Red", "Gray", "Brown", "Black", "White"
S2 Range: "Mr. Kary", "Mr. Rogers", "Mr. Pitt"
I1 Value Range: 20 to 29 by 1
I2 Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3
I3 Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3
I4 Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3
I5 Value Range: 29.00 to 29.99 by 0.3

Options

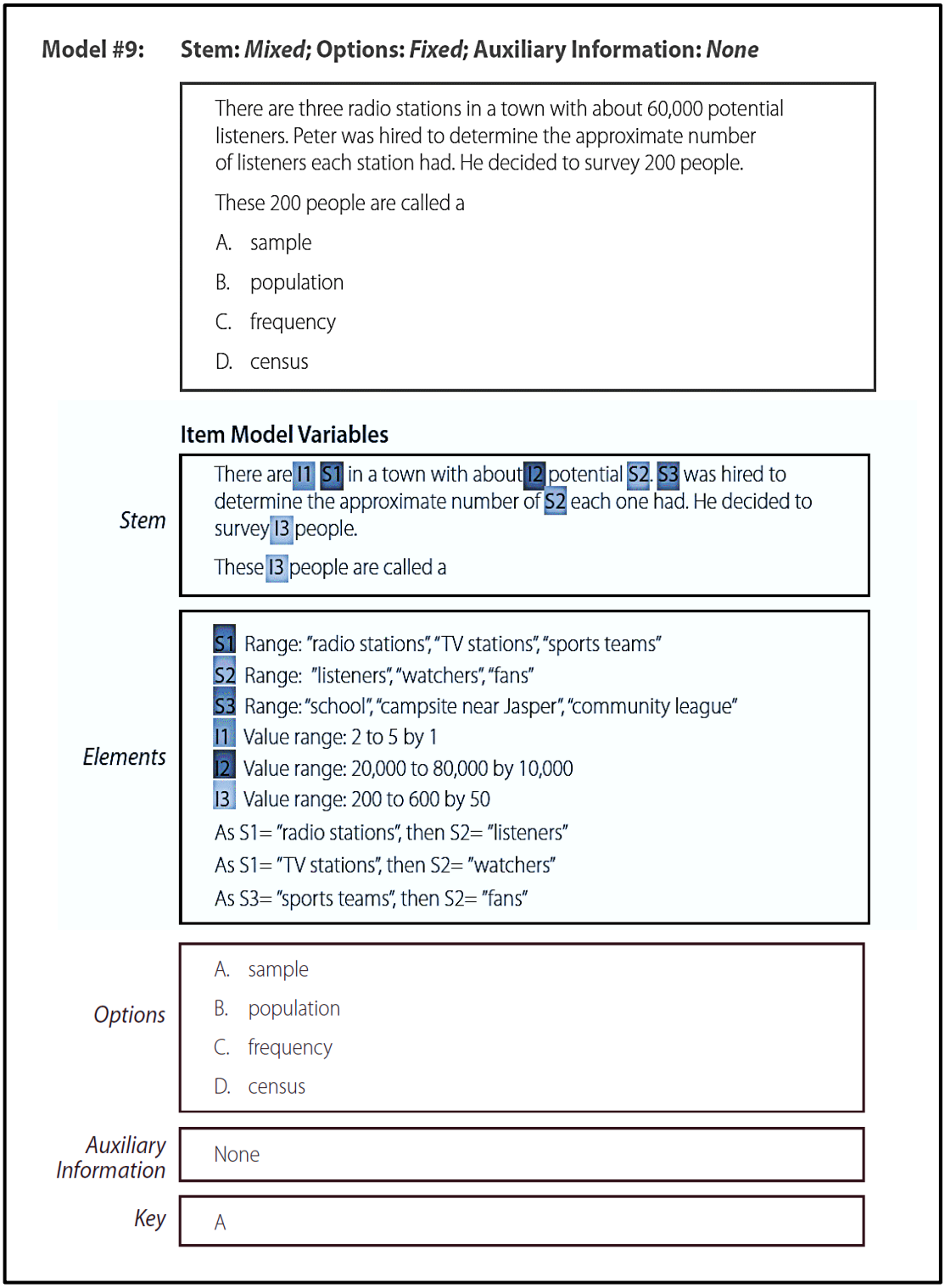
A. Round ((I1 –4) * I4 +7)
B. Round ((I1 – 4) * I4 + 29)
C. Round ((I1 * I2 + (I1 + 7) * I3 + (I1 – 4) * I4) / 3)
D. Round ((I1 + 3) * I5)

Auxiliary Information: Table

Key: D

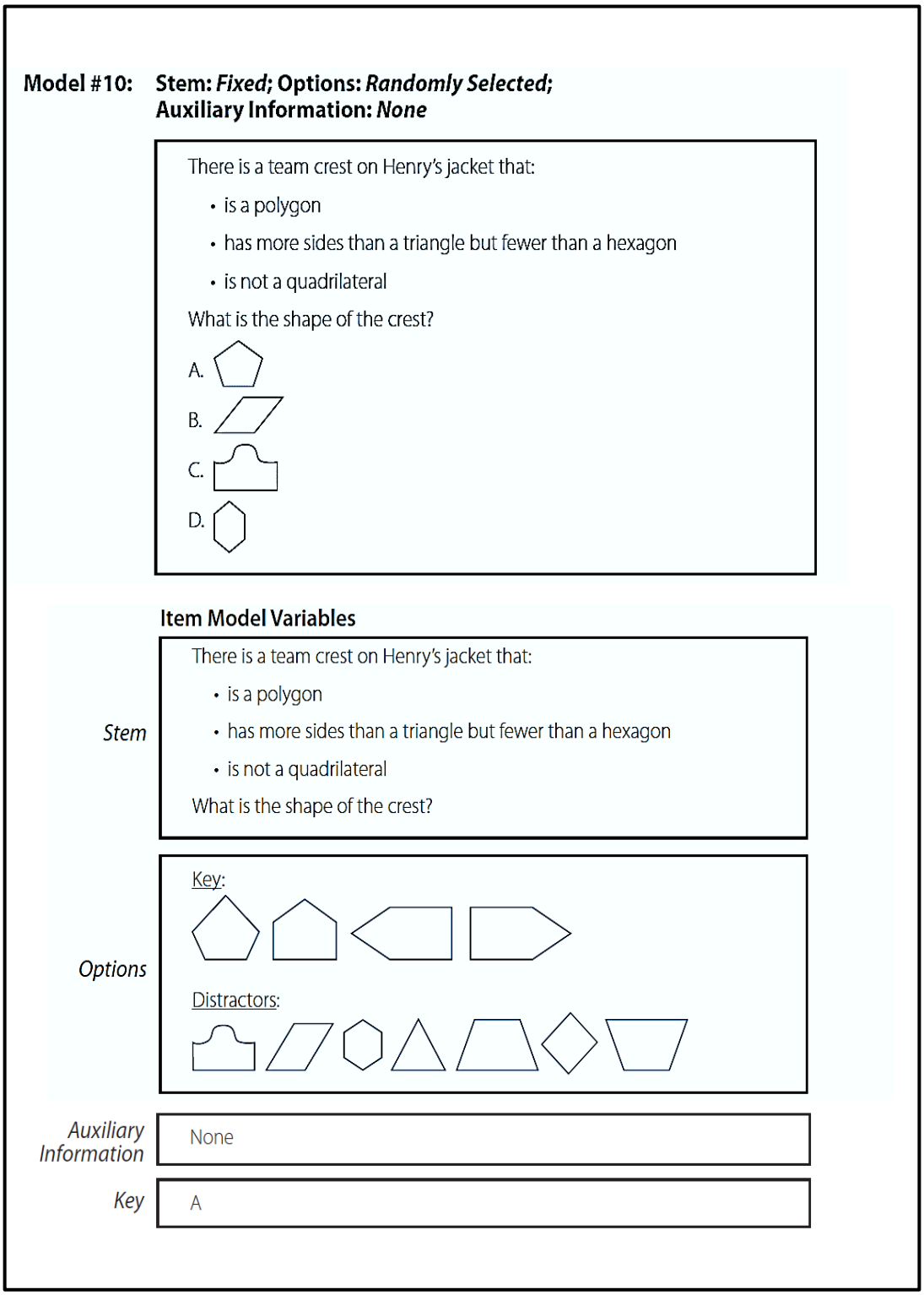
ภาพที่ 22 โมเดลที่ 8 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained) และมีข้อมูลเสริมเป็นตาราง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 23 โมเดลที่ 9 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed) และไม่มีข้อมูลเสริม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 24 โมเดลที่ 10 กรณีโจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected) และไม่มีข้อมูลเสริม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และวิศวกรรมการประเมิน มีดังนี้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และวิศวกรรมการประเมิน สามารถสรุปได้ ดังนี้

ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม (2561) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิด AIG ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และระยะที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยให้นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 แล้ว จำนวน 30 คน ทดสอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ แล้วนำผลการสอบมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) สร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบได้ 44 ข้อ จากข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551-2553 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์แล้ว 2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer และพิมพ์ URL 'http://www.aigtest.com' โปรแกรมมีความเหมาะสมในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และ 3) ผลการสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับผลการสอบจากแบบทดสอบต้นแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เท่ากับ .96 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

H. Lai, Alves, and Gierl (2009) ได้ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT) การวิจัยมี 2 ขั้นตอนดังนี้ 1) การพัฒนาโมเดลข้อสอบ (Item Model) ภายใต้ AIG โดยใช้ Item Model Taxonomy (Gierl et al., 2008) และ 2) สร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ โดยทำการสร้างข้อสอบทั้งหมด 4 วิชา ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ศิลป์ภาษา และสังคมศาสตร์ สำหรับนักเรียน 3 ระดับ คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยมีดังนี้ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้พัฒนาโมเดลข้อสอบจำนวน 6 โมเดล สร้างข้อสอบภายใต้ AIG ได้จำนวน 11,782 ข้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้พัฒนาโมเดลข้อสอบจำนวน 11 โมเดล สร้างข้อสอบภายใต้ AIG ได้จำนวน 41,409 ข้อ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้พัฒนาโมเดลข้อสอบจำนวน 1 โมเดล สร้างข้อสอบภายใต้ AIG

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ได้จำนวน 26 ข้อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้พัฒนาโมเดลข้อสอบจำนวน 8 โมเดล สร้างข้อสอบภายใต้ AIG ได้จำนวน 456 ข้อ วิชาศิลป์ภาษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้พัฒนาโมเดลข้อสอบจำนวน 5 โมเดล สร้างข้อสอบภายใต้ AIG ได้จำนวน 7,709 ข้อชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้พัฒนาโมเดลข้อสอบจำนวน 2 โมเดล สร้างข้อสอบภายใต้ AIG ได้จำนวน 2,160 ข้อ วิชาสังคมศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้พัฒนาโมเดลข้อสอบ จำนวน 1 โมเดล สร้างข้อสอบภายใต้ AIG ได้จำนวน 718 ข้อ สรุปโมเดลข้อสอบถูกพัฒนาขึ้นจำนวน 34 ข้อ ใน 4 วิชาข้างต้น สามารถนำมาใช้สร้างข้อสอบโดย AIG ได้ทั้งหมด 64,280 ข้อ

J. Zhou (2009) ได้ศึกษาการใช้ AE เพื่อสร้างแบบประเมินสำหรับการสอบใบอนุญาติการเป็นผู้ตรวจสอบบัญชี (Certified Public Accountant) โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ และการจำลองเหตุการณ์ (Multiple Choice Questions and Simulations) การวิจัยเป็นการนำขั้นตอนของ AE 4 ขั้นตอน มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบ โดยแบ่งการวิจัยเป็น 3 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 วิศวกรรมประเมินและการวัดผล ในส่วนนี้แบ่งขั้นตอนเป็น 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 การให้นิยามความหมายของโครงสร้าง (Construct Definition) ขั้นที่ 2 การพัฒนาการสร้างโมเดลข้อสอบ (Model-Driven Item Development) ขั้นที่ 3 การรวมส่วนประกอบของข้อสอบ (Automated Item Assembly) ขั้นที่ 4 การหาโมเดลที่เหมาะสม (Model Data Fit Assessment) ส่วนที่ 2 ทำการประยุกต์หลักการ AE สำหรับการทดสอบเพื่อประเมินสำหรับการขอใบอนุญาติเป็นผู้ตรวจสอบบัญชี ในส่วนนี้แบ่งขั้นตอนเป็น 2 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ทำการสร้างโครงสร้างต้นแบบและโมเดลเชิงหลักฐาน (Construct Mapping and Evidence Modeling) ที่เกี่ยวกับทักษะของการสื่อสาร 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน การฟัง การพูด การอ่าน และการสื่อสารสองทาง ในขั้นนี้ได้นำกระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001) มี 6 ขั้น คือ จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) ประยุกต์ (Apply) วิเคราะห์ (Analyze) ประเมินค่า (Evaluate) และสร้างสรรค์ (Create) มาประยุกต์สร้างโครงสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 2 พัฒนาโมเดลแบบทดสอบ และโมเดลข้อสอบ (Developing Task and Item Models) และในส่วนที่ 3 ข้อสรุปในการศึกษา และแนวทางวิจัยในอนาคตของงานวิจัยนี้ โดยพบว่าสามารถใช้กรอบแนวคิดของหลักการ AE เพื่อสร้างข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบโดยการควบคุมเนื้อหา (Control Content Representation) และระดับความยาก (Difficulty Levels) ของข้อสอบ นอกจากนี้ พบว่าคลังข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมากสามารถสร้างจากโครงสร้าง และโมเดลข้อสอบ

Arendasy, Sommer, and Gittler (2010) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศในการมองภาพแบบสามมิติในด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive) โดยผสมผสานการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติรวมกับประสบการณ์การออกแบบ การวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง อายุระหว่าง 16-65 ปี เป็นผู้ชาย 94 คน และผู้หญิง 104 คน และตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง อายุระหว่าง 14-68 ปี

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

เป็นผู้ชาย 151 คน และผู้หญิง 139 คน ผลการวิจัยพบว่า ผู้หญิงมีแนวโน้มที่จะสูญเสียการติดตามหรือสูญเสียการเป็นตัวแทนภายในของตนเองในระหว่างกระบวนการเปลี่ยนแปลงการหมุน

Arendasy and Sommer (2010) ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมของคุณลักษณะของข้อสอบกับขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของความแตกต่างระหว่างเพศในการหมุนสามมิติโดยใช้การสร้างข้สอบอัตโนมัติ การวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง อายุระหว่าง 16-65 ปี เป็นผู้ชาย 188 คน และผู้หญิง 197 คน และตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง อายุระหว่าง 13-64 ปี เป็นผู้ชาย 2963 คน และผู้หญิง 2986 คน ผลการวิจัยพบว่า การอคติทางเพศที่เกิดจากลักษณะการออกแบบข้อสอบที่เชื่อมโยงกับการรับรู้ทางจิตใจของมิติการหมุน ทำให้มีการประมาณค่าเกินขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของความแตกต่างทางเพศ ในขณะที่คุณลักษณะการออกแบบข้อสอบเกี่ยวข้องกับการเข้ารหัส และการเปลี่ยนแปลงการหมุนทำให้มีการประเมินขนาดขนาดอิทธิพลของความแตกต่างทางเพศน้อยลง

Arendasy and Sommer (2012) ได้ศึกษาการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติเพื่อตอบสนองความต้องการข้อสอบที่เพิ่มขึ้นของการประเมินการศึกษา และการประกอบอาชีพระดับสูง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการกำหนดค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด (Automatic Min–Max Approach) ในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เพื่อการแก้ปัญหาการข้อสอบที่สร้างขึ้นมาไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ การพัฒนาตามแนวทางการกำหนดค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด มีการจัดการขั้นของปัญหาออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) นิยามของลักษณะตัวแปรแฝง (Latent Trait) และข้อกำหนดของรูปแบบการรู้คิด (Cognitive Model) 2) เลือกรูปแบบข้อสอบ (Item Format) 2) ให้ความหมายแบบจำลองทางการรู้คิด (Cognitive Model) 3) กำหนดรูปแบบข้อสอบความรู้ความเข้าใจที่มีการวัดทักษะทางปัญญาเฉพาะเรื่องที่จะทดสอบ โดยจะมีการกำหนดระดับความยากของข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ศึกษาตัวแปร 1 ตัว (1PL Rasch Model) เพื่อประเมินค่าความแตกต่างของข้อสอบ ใช้ The Linear Logistic Test Model (LLTM) และ 4) การประเมินขอบเขตพื้นฐานทำนายค่าพารมิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบ เพื่อให้หลักฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการแสดงของชุดหมายเลขของข้อสอบที่สร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ โดยขั้นนี้มีกลุ่มตัวอย่าง 1,888 คน อายุระหว่าง 12-77 ปี เพื่อทำการทดสอบข้อสอบที่สร้างขึ้น ตัวอย่างกลุ่มนี้มีการศึกษาส่วนใหญ่ที่ระดับ 2 และ 3 ของการศึกษาระดับนานาชาติ (International Standard Classification of Education: ISCED) ตอนที่ 2 การนำไปใช้ (Generalizability) โดยทำการทดสอบข้อสอบอัตโนมัติ ที่สร้างขึ้นด้วยตัวอย่างกลุ่มอื่น โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 481 คน อายุระหว่าง 16-63 ปี และมีการศึกษาส่วนใหญ่ที่ระดับ 3 และ 4 ของการศึกษาระดับนานาชาติ การวิจัยใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยปรากฏว่า การสร้างข้อสอบอัตโนมัติด้วยวิธีการกำหนดค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด ดังนี้ 1) การทดสอบสมรรถภาพทางความรู้เชิงปริมาณ (Quantitative Knowledge) มีน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ .75 2) การทดสอบสมรรถภาพทางสติปัญญาลื่นไหล

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

(Fluid Intelligence) มีน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ .99 และ 3) การทดสอบสมรรถภาพทางสติปัญญาตกผลึก (Crystalized Intelligence) มีน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ .79 และพบว่าชุดข้อสอบจำนวนมากที่มีลักษณะทางจิตวิทยาสามารถสร้างได้โดยอัตโนมัติ และไม่ต้องคัดข้อสอบออกเนื่องจากมีลักษณะทางจิตวิทยาไม่เพียงพอหลังขั้นตอนการปรับเทียบข้อสอบ

Gierl and Lai (2012) ได้ศึกษาบทบาทของโมเดลข้อสอบในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติโดยนำหลักการ 7 ข้อ มาเป็นแนวทางในการพัฒนา และใช้แบบจำลองข้อสอบ (Item Model) สำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ได้แก่ 1) กำหนดแบบรายการ และแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง 2) วิธีการพัฒนาแบบจำลองข้อสอบ 3) จัดทำอนุกรมวิธานของข้อสอบ 4) วิธีการใช้แบบจำลองข้อสอบสำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ 5) ประโยชน์ของการใช้แบบจำลองข้อสอบ 6) แนวคิดของคลังแบบจำลองข้อสอบ และ 7) การนำวิธีการทางสถิติมาใช้เพื่อการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับข้อสอบที่สร้างขึ้นได้โดยไม่ต้องนำไปทดสอบก่อนใช้งาน ผลการศึกษาพบว่า โมเดลข้อสอบจำนวน 4 โมเดล แบ่งตามลักษณะความซับซ้อนทางปัญญาจากต่ำไปสูง ดังนี้ โมเดลที่ 1 การเรียงลำดับตัวเลข (Number Sequencing) เป็นลักษณะความซับซ้อนทางปัญญาขั้นที่ 1 สามารถสร้างข้อสอบได้จำนวน 105 ข้อ โมเดลที่ 2 การเปรียบเทียบจำนวน (Numerical Comparison) เป็นลักษณะความซับซ้อนทางปัญญาขั้นที่ 2 สามารถสร้างข้อสอบได้จำนวน 90 ข้อ โมเดลที่ 3 การบวก (Addition) เป็นลักษณะความซับซ้อนทางปัญญาขั้นที่ 3 สามารถสร้างข้อสอบได้จำนวน 30 ข้อ และโมเดลที่ 4 เศษส่วน (Fraction) เป็นลักษณะความซับซ้อนทางปัญญาขั้นที่ 4 สามารถสร้างข้อสอบได้จำนวน 18 ข้อ รวมสร้างข้อสอบได้ทั้งหมด 243 ข้อ

Gierl et al. (2012) ได้ศึกษาการสร้างข้อสอบอัตโนมัติปรนัยแบบหลายตัวเลือก เพื่อจะใช้ในการทดสอบเพื่อการขอใบรับรองในการผ่าตัดสำหรับแพทย์ เป็นการสร้างข้อสอบแบบปรนัยหลายตัวเลือก โดยใช้กระบวนการ 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญสร้างข้อสอบด้วยเนื้อหาความรู้ความเข้าใจ (Creating a Cognitive Model Structure) ขั้นที่ 2 พัฒนาโมเดลข้อสอบจากข้อสอบที่สร้างจากความรู้ความเข้าใจ (Creating Item Models) และขั้นที่ 3 สร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Item Generation) ด้วยการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาปรากฏว่า ด้วยวิธีการสามารถสร้างข้อสอบปรนัยแบบหลายตัวเลือกจำนวน 1,248 ข้อ จากโมเดลข้อสอบต้นแบบ 1 โมเดล

Gierl and Lai (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการอัตโนมัติในการสร้างข้อสอบ โดยนำเสนอวิธีการดำเนินการเป็นสามขั้นตอนสำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ดังนี้ ขั้นที่หนึ่ง การชี้บ่งเนื้อหาที่จะใช้ในการสร้างข้อสอบ และทำการจัดโครงสร้าง (Identifying Content for Item Models) ขั้นที่สอง การพัฒนาโมเดลข้อสอบ (Item Model Development) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาแบบทดสอบจะสร้างแบบจำลองข้อสอบที่มีส่วนประกอบสำหรับการประเมินที่ต้องจัดการ และขั้นที่สาม การสร้างข้อสอบโดยใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ และการประเมินความคล้ายกันของรูปแบบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบ (Generate Items Using Computer Technology and Evaluting Item Similarity) ในขั้นตอนนนี้รูปแบบข้อสอบจะถูกจัดการด้วยอัลกอริทึมที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างข้อสอบใหม่โดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ “IGOR” และทำการประเมินความคล้ายกันของข้อสอบที่สร้างขึ้นใหม่โดยใช้ Cosine Similarity Index (CSI) ผลการศึกษาพบว่า การดำเนินการตามขั้นตอนตามลำดับ สามารถสร้างข้อสอบได้จำนวนมากมายจากต้นฉบับเพียงชุดเดียว

Luecht (2013) ได้ศึกษาการนำกรอบแนวคิดของ AE มาใช้ในการสร้างข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนหลักที่สำคัญ 4 ขั้นตอนที่อยู่ภายใต้การประเมินทางวิศวกรรม ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างโครงสร้างต้นแบบ และโมเดลเชิงหลักฐาน (Construct Mapping and Evidence Modeling) ขั้นที่ 2 สร้างโมเดลแบบทดสอบ (Task Modeling) ขั้นที่ 3 สร้างข้อสอบต้นแบบ (Template Design and Item Writing) ขั้นที่ 4 การปรับเทียบ และการควบคุมคุณภาพ (Calibrating and Quality Control) จากการวิจัยพบว่า สามารถนำหลักการของ AE มาใช้ในการออกแบบ และเป็นเครื่องมือที่สามารถทำให้การวัดผลการทดสอบ หรือการให้คะแนนเป็นไปอย่างถูกต้อง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับความซับซ้อนในการออกแบบ และพัฒนาระบบทดสอบ ซึ่งจากการประเมินค่าใช้จ่ายในอดีตที่ผ่านมาพบว่าต้องใช้เงินประมาณ 300 ดอลลาร์สหรัฐ ในการสร้างข้อสอบขึ้นมา 1 ข้อ แต่เมื่อนำหลักการวิศวกรรมการประเมินมาช่วยสามารถสร้างข้อสอบโดยเป็นการผสานระหว่างการสร้างแบบจำลองความรู้ความเข้าใจ และหลักการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งต้องใช้ความคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับลักษณะของการให้น้ำหนักเกี่ยวกับการให้คะแนน ความยากของข้อสอบ และเนื้อหาของข้อสอบ สามารถสร้างข้อสอบจำนวน 400 ข้อ จากข้อสอบต้นแบบ 1 แบบ (Task Templates) โดยมีค่าใช้จ่ายในการสร้างข้อสอบต้นแบบประมาณ 600 ดอลลาร์สหรัฐ ดังนั้นจึงสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสร้างข้อสอบให้เหลือเพียง 1.50 ดอลลาร์สหรัฐต่อข้อสอบหนึ่งข้อ

Gierl and Lai (2015a) ได้ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติเพื่อให้เป็นแบบหลายภาษา โดยมีการใช้วิธีการ 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การชี้บ่งเนื้อหาที่จะใช้ในการสร้างข้อสอบ (Identifying Content for Item Models) ขั้นที่ 2 (Item Model Development) และขั้นที่ 3 การสร้างข้อสอบโดยใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ (Generate Items Using Computer Technology) ตามลำดับ มาใช้ในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติที่แบบหลายภาษา โดยนำวิธีการ “n-Layer Item Modeling” มาใช้ในขั้นตอนเกี่ยวกับการแปลภาษา เพื่อที่จะสร้างข้อสอบอัตโนมัติได้หลายภาษา ผลการศึกษาพบว่า สามารถสร้างข้อสอบเกี่ยวกับทางการแพทย์ได้จำนวน 720 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบภาษาอังกฤษ 360 ข้อ และข้อสอบภาษาฝรั่งเศษ 360 ข้อ

Gierl and Lai (2015b) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสร้างข้อสอบการแก้ปัญหาความเข้าใจทางด้านเหตุผล เพื่อการสร้างรูปแบบสมการทางด้านคณิตศาสตร์ และสัญลักษณ์ความเข้าใจทางด้านเหตุผล การวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 อธิบายแบบจำลองคณิตศาสตร์ และ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

แบบจำลองการคิดเชิงเหตุผล (Mathematics and Nonverbal Reasoning Item Models) ขั้นที่ 2 สร้างแบบจำลองข้อสอบ (Item Modeling Procedure) ขั้นที่ 3 อธิบายเหตุผลในการสร้างสามารถรวมเข้ากับกระบวนการสร้าง (Generation of the Solutions and Rationales) ขั้นที่ 4 สรุปผลลัพธ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ IGOR (Item Generation with IGOR) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ โปรแกรมซอฟต์แวร์ IGOR สร้างข้อสอบ 34,560 ข้อ จากรูปแบบการความเข้าใจทางด้านเหตุผล 6 องค์ประกอบ

Gierl, Lai, Hogan, and Matovinovic (2015) ได้ศึกษาการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับหลักสูตรมาตรฐานแกนกลางคณิตศาสตร์ของรัฐ (The Common Core State Standards in Mathematics: CCSSM) เพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้ข้อสอบที่มากขึ้นโดยการสร้างข้อสอบ โดยใช้โมเดลข้อสอบ และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ตามแนวทางของ AIG ตามแนวทางของ AIG โดยมี 3 ขั้นตอน คือ 1) พัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบ ชุด Generation 0 item models (G0) จำนวน 18 โมเดล โดยใช้วิธี n-layer 2) พัฒนาโมเดลชุด ชุด Generation 1 item models (G1) ให้สอดคล้องกับ CCSSM แต่วัดในชั้นที่แตกต่างกันกับชุด G0 และ 3) สร้างเฉลย และตัวลวง โดยผลของการศึกษานี้ ทำให้สามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากที่หลากหลายแต่สอดคล้องกับหลักสูตรมาตรฐานแกนกลางคณิตศาสตร์ของรัฐ (CCSSM)

H. Lai, Gierl, Byrne, Spielman, and Waldschmidt (2015) ได้ศึกษาการสร้างข้อสอบอัตโนมัติเกี่ยวการทดสอบด้านทัศนกรรม การวิจัยได้นำวิธีการสร้างโมเดล 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสร้างข้อสอบที่มีลักษณะคล้ายกับแบบจำลอง (Item Cloning) ขั้นที่ 2 การสร้างแบบลองความรู้ความเข้าใจที่ซับซ้อน (Cognitive Modeling) และขั้นที่ 3 การสร้างข้อสอบด้วยภาพเอ็กซ์เรย์ทางทัศนกรรม (Image-Anchored Modeling) ผลจากการศึกษาพบว่า สามารถสร้างข้อสอบอัตโนมัติแบบหลายตัวเลือก เพื่อใช้ในการทดสอบทางทัศนกรรมได้จำนวน 5,467 ข้อ

Gierl, Ball, Vele, and Lai (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำวิธีการสร้างโมเดลข้อสอบแบบหลายชั้น (n-Layer Item Modeling) เพื่อการแก้ปัญหาข้อจำกัดของวิธีการโคลน ซึ่งข้อสอบที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะคล้ายกัน งานวิจัยนี้เป็นการสร้างข้อสอบในรูปแบบที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบของภาษาเขียน แต่เป็นรูปแบบสัญลักษณ์ที่แสดงการเป็นเหตุเป็นผล (Nonverbal Reasoning Items) และมีความหลากหลาย ผลการวิจัยพบว่า สามารถสร้างข้อสอบจำนวน 1,340 ข้อ จากโมเดลข้อสอบที่สร้างเป็น 6 ชั้น โดยเป็นข้อสอบเกี่ยวกับการทดสอบด้านการแพทย์ ซึ่งเหมาะสำหรับการทดสอบการรับเข้าแพทย์ระดับสูง และได้ถูกนำไปใช้ในสถาบันทางการแพทย์ และวิทยาศาสตร์สุขภาพในประเทศออสเตรเลีย

Thomas (2016) ได้ศึกษาการนำหลักการ AE มาศึกษาย้อนรอยเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ คือ ค่าพารามิเตอร์

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อแสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของหลักการวิศวกรรม การประเมินในการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Task Models) โดยใช้หลักการของวิศวกรรมการประเมิน ซึ่งเป็นการนำผลการสอบของวิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ ของปี 2012, 2103 มาทำการศึกษาย้อนหลัง ผลการวิจัยสามารถตอบคำถามการวิจัยได้ดังนี้ 1) โมเดลของ AE ที่สร้างขึ้นมีแนวโน้มของค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) กับข้อมูลเชิงประจักษ์ไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = .001) ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) เชิงประจักษ์กับแบบจำลองความซับซ้อนของแบบจำลองงานมากกว่า .800 โดยมีค่าดังนี้ ค่าความสัมพันธ์ (R) ของวิชาภาษาอังกฤษ เท่ากับ .891 และ .854 ในปี 2012 และ ปี 2013 และค่า R ของวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .886 และ .831 ในปี 2012 และ ปี 2013 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าอำนาจการทำนาย (R^2) มีค่ามากกว่า .600 โดยมีค่าดังนี้ วิชาภาษาอังกฤษ เท่ากับ .794 และ .729 ในปี 2012 และ ปี 2013 ตามลำดับ ส่วนค่า R^2 วิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ .785 และ .691 ในปี 2012 และ ปี 2013 ตามลำดับ และ 2) สามารถที่จะนำโมเดลความยากทางความรู้ความเข้าใจตามหลักการทางวิศวกรรมการประเมินมาประมาณค่าพารามิเตอร์ความยาก (b-Parameter) ใน Rasch Model ของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบโดยใช้คะแนนของผู้ทดสอบได้หรือไม่ ผลการวิจัยพบว่า โมเดลความยากทางความรู้ความเข้าใจตามหลักการทางวิศวกรรมการประเมินสามารถใช้แทนที่ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เป็นของคะแนนผู้ทดสอบได้

Arendasy and Sommer (2017) ได้ศึกษาการลดขนาดของอิทธิพล (Effect Size) ของผลกระทบของการทดสอบซ้ำ (Retest Effect) การศึกษาครั้งนี้มีความหลากหลายของรูปแบบการบริหารข้อสอบ และแบบสอบซ้ำ มี 5 เงื่อนไขการทดลอง โดยผู้ทำการทดสอบ (จำนวน 960 คน) จะถูกสุ่มเพื่อทำแบบทดสอบในเงื่อนไขต่าง ๆ และมีการทดสอบซ้ำหลังสอบครั้งแรกเป็นเวลา 1 เดือน โดยมีการสร้างคลังข้อสอบสร้างขึ้นโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าขนาดของอิทธิพลของผลทดสอบสามารถลดลงได้มากเมื่อมีใช้รูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากสามารถป้องกันการเรียนรู้จากการทดสอบครั้งแรกกับการทดสอบครั้งที่สอง

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และวิศวกรรมการประเมิน รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบว่า การงานวิจัยด้านการสร้างข้อสอบอัตโนมัติมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อการอำนวยความสะดวกในการสร้างข้อสอบซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวัดผลและประเมินผลการศึกษาที่สำคัญ และด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบในรูปแบบต่าง ๆ หลากหลายสาขา เช่น การศึกษา แพทย์ ทันตกรรม จิตวิทยา และภาษา เป็นต้น ทำให้จำเป็นต้องมีข้อสอบที่มีคุณภาพและจำนวนที่เพียงพอ เพื่อสนับสนุนเข้าคลังข้อสอบสำหรับการทดสอบโดยในด้านต่าง ๆ ที่มีมากขึ้น ส่วนแนวทางเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

พบว่าแนวทางการใช้รูปแบบการจำลองข้อสอบได้รับการยอมรับ และนำมาใช้อย่างกว้างขวาง มากกว่าแนวทางอื่น นอกจากนี้ ยังพบว่าหลักการของ AE สามารถนำมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่านักวิจัยมีแนวโน้มที่จะศึกษา AIG ที่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่สร้างขึ้นได้โดยไม่ต้องนำไปวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบก่อนนำไปใช้ทดสอบจริง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 5 การพัฒนาระบบด้วยวงจรพัฒนาระบบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วงจรการพัฒนาระบบ เป็นการพัฒนาระบบงาน มีวงจรการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ตั้งแต่ต้นว่าเริ่มทำอะไรบ้าง พัฒนาเสร็จแล้วจะต้องบำรุงรักษาอย่างไร เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ ซึ่งปกติแบ่งเป็นขั้นตอนหรือกลุ่มงานที่สำคัญ เพื่อให้ง่ายต่อการลงมือปฏิบัติงานจะได้มีประสิทธิภาพ ขั้นตอนต่าง ๆ จะสัมพันธ์กันตลอดเวลาจนกว่าระบบงานจะเสร็จสิ้น (สุพรรษา ยวงทอง, 2557, หน้า 203)

วงจรการพัฒนาระบบ เป็นกระบวนการพัฒนาระบบด้านคอมพิวเตอร์ การสร้าง และพัฒนาระบบด้านคอมพิวเตอร์ รวมถึงการสร้าง และพัฒนาข้อมูลสารสนเทศ ให้อยู่ในรูปแบบของแอปพลิเคชัน โดยแสดงถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในขณะการพัฒนาระบบ เพื่อให้มีโครงสร้างแบบแผน SDLC จะมีการทวนซ้ำเป็นรอบในแต่ละขั้นตอนของวงจรพัฒนาระบบ (Boggs, 2004)

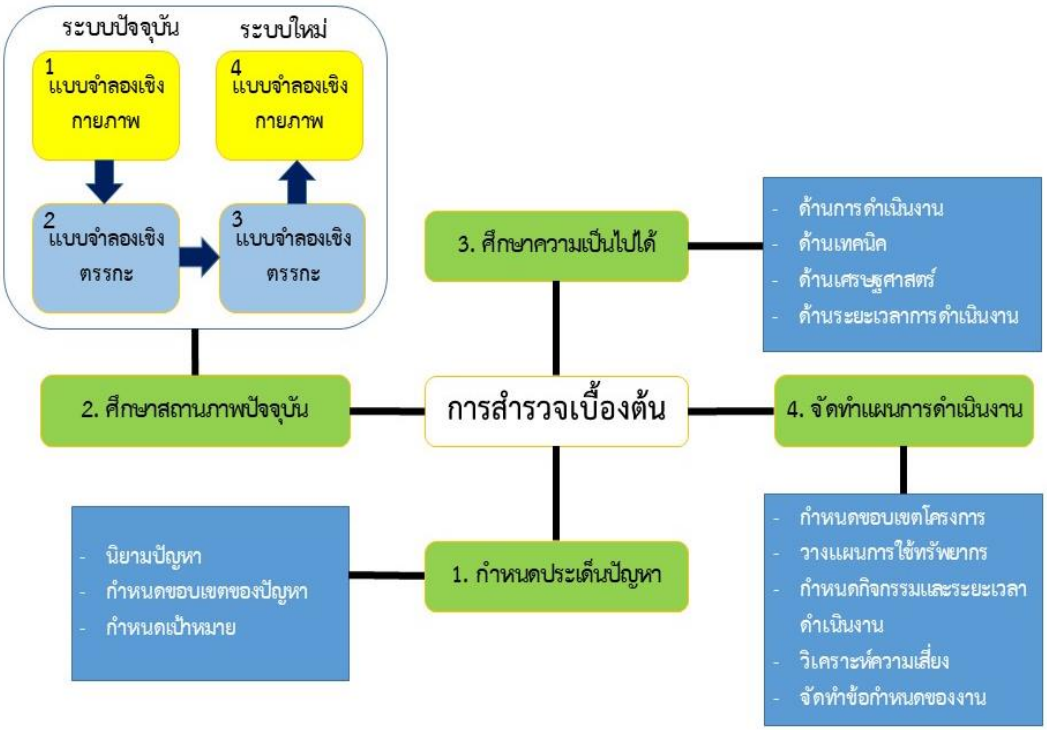
วงจรการพัฒนาระบบ เป็นกระบวนการทางความคิด ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อแก้ปัญหาทางธุรกิจ และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และพานิชกุล, 2551, หน้า 20)

สรุปความหมายของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) เป็นกระบวนการในการพัฒนาระบบด้านคอมพิวเตอร์ โดยเอาความต้องการของผู้ใช้มาอยู่ในรูปแบบของแอปพลิเคชัน มีลำดับขั้นตอนการพัฒนาระบบอย่างชัดเจน ตั้งแต่ขั้นแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 41-46) โดยมีขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Investigation Phase)

เป็นขั้นตอนการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ต้องการพัฒนาขึ้น ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนา จัดทำแผนการดำเนินงานซึ่งระบุรายละเอียด และระยะเวลาการดำเนินงาน รวมทั้งทรัพยากรต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละขั้นตอน ในขั้นตอนการสำรวจเบื้องต้นจะแบ่ง 4 ประเด็นหลัก ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 การสำรวจเบื้องต้น (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 77)

1.1 กำหนดประเด็นปัญหา (Problem Definition)

การกำหนดประเด็นปัญหา ถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการพัฒนาระบบทั้งหมด ถ้านักวิเคราะห์ระบบสามารถระบุประเด็นปัญหา และรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้ครบถ้วนก็สามารถระบุรายละเอียดของปัญหา และเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาระบบที่ตอบสนองความต้องการใช้งานขององค์กรได้อย่างแท้จริง

ผลจากการศึกษาประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์กร ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1.1.1 การนิยามปัญหา เป็นการอธิบายถึงปัญหาทุกประเด็นที่เกิดขึ้นในองค์กร ซึ่งอาจจะมีทั้งปัญหาหลัก และปัญหาอื่น ๆ ที่ตามมา

1.1.2 การกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการระบุถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาดังกล่าวในทุกมุมมองว่าส่งผลต่อองค์กรในระดับใดบ้าง

1.1.3 การกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา ซึ่งหนึ่งในเป้าหมายของการแก้ปัญหา

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1595881388

ที่เกิดขึ้นในองค์กรคือ การปรับบรุงกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1.1.3.1 ปรับปรุงเวลาที่ใช้ในการทำงานให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

1.1.3.2 ลดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนในการทำงาน

1.1.3.3 ลดข้อผิดพลาดของข้อมูลนำเข้าโดยการตรวจสอบความถูกต้องก่อนการดำเนินการ

1.1.3.4 ลดข้อผิดพลาดของการประมวลผล และสารสนเทศที่เป็นผลลัพธ์

1.1.3.5 ปรับปรุงกระบวนการทำงานที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ทั้งภายใน และภายนอกองค์กร

1.1.3.6 ปรับปรุงกระบวนการทำงานให้สามารถสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของพนักงานในองค์กร

1.1.3.7 ปรับปรุงกระบวนการทำงานให้สามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า ผู้ขาย และผู้ผลิต

1.2 การศึกษาสถานภาพของระบบปัจจุบัน

การศึกษาสถานภาพของระบบปัจจุบัน เป็นขั้นตอนของการรวบรวมข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษาระบบงานในปัจจุบัน เพื่อให้เข้าใจกระบวนการทั้งหมด รวมไปถึงปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานดังกล่าว

นอกจากนั้น นักวิเคราะห์ระบบยังควรศึกษาถึงข้อมูลนำเข้า และสารสนเทศที่ได้จากการทำงานด้วยว่าถูกต้องมีมาตรฐานเพียงพอหรือไม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้นักวิเคราะห์ระบบควรสอดแทรกประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับความต้องการปรับปรุงระบบงานในปัจจุบันจากผู้ใช้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องด้วย เพื่อใช้ประกอบการกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบัน และรองรับการขยายงานอย่างต่อเนื่องในอนาคต

ในระหว่างการศึกษาสถานภาพของระบบปัจจุบันนั้น นักวิเคราะห์ระบบมักจะสร้างแบบจำลองสำหรับแสดงรายละเอียดของระบบ เพื่อใช้ในการสื่อสารร่วมกันระหว่างนักพัฒนาระบบและผู้ใช้ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วงหลัก ดังนี้

1.2.1 การสร้างแบบจำลองของระบบปัจจุบัน ประกอบด้วย

1.2.1.1 แบบจำลองของระบบปัจจุบันในเชิงกายภาพ

เพื่อนำเสนอถึงแต่ละฟังก์ชันว่ามีเทคนิคการทำงานอย่างไร ไม่ว่าจะเป็นการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ การทำงานด้วยมือ หรือการผสมผสานกันทั้ง 2 รูปแบบก็ตาม

1.2.1.2 แบบจำลองของระบบปัจจุบันในเชิงตรรกะ

รายละเอียดแบบจำลองเชิงกายภาพไปสู่แบบจำลองเชิงตรรกะที่นำเสนอในมุมมองของแต่ละฟังก์ชันว่ามีหน้าที่อะไร โดยไม่คำนึงถึงวิธีการในเชิงปฏิบัติ เมื่อนักวิเคราะห์ระบบได้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สร้างแบบจำลองของระบบปัจจุบันทั้ง 2 รูปแบบข้างต้นแล้ว แบบจำลองดังกล่าวก็จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบที่จะพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในองค์กรต่อไป

1.2.2 การสร้างแบบจำลองของระบบใหม่ ประกอบด้วย

1.2.2.1 แบบจำลองของระบบใหม่ในเชิงตรรกะ (New Logical System)

เป็นการนำรายละเอียดจากแบบจำลองเชิงตรรกะของระบบปัจจุบัน มาใช้เป็นพื้นฐานร่วมกับข้อมูลความต้องการในงานระบบที่รวบรวมได้จากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองของระบบที่จะพัฒนาว่าควรมีฟังก์ชันการทำงานอะไรบ้าง

1.2.2.2 แบบจำลองของระบบใหม่ในเชิงกายภาพ (New Physical System)

รายละเอียดจากแบบจำลองเชิงตรรกะในขั้นตอนที่ 1.2.2.1 ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจไปสู่แบบจำลองเชิงกายภาพ เพื่อนำเสนอว่าแต่ละฟังก์ชันมีเทคนิคการทำงานอย่างไร

1.3 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)

การศึกษาความเป็นไปได้ หมายถึง การพิจารณาความเหมาะสม และประโยชน์ที่จะได้รับเมื่อเปรียบเทียบกับทรัพยากรที่ใช้ไป ทำให้องค์กรสามารถตัดสินใจกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประโยชน์ของการศึกษาความเป็นไปได้ คือ เข้าใจถึงนิยาม และขอบเขตของปัญหา รวมทั้งเป้าหมายในการพัฒนาระบบอย่างชัดเจน พัฒนาระบบที่เหมาะสมกับองค์กรได้ ลดความเสี่ยงจากการประมาณการที่ผิดพลาด และทำให้แน่ใจว่าจะได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร

การศึกษาความเป็นไปได้ แบ่งออกเป็น 4 ด้านหลัก ดังนี้

1.3.1 ความเป็นไปได้ในการดำเนินงาน (Operational Feasibility)

ความเป็นไปได้ในการดำเนินงาน เป็นการประเมินว่าระบบใหม่ที่จะพัฒนาสามารถใช้งานได้จริง และเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด รวมทั้งส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของผู้ใช้ในองค์กรอย่างไร เช่น การจัดโครงสร้างองค์กร ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และทัศนคติในการปฏิบัติงานในแง่ของความมีส่วนร่วมของพนักงาน หรือการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นจากการใช้ระบบใหม่ เป็นต้น

ประเด็นในการพิจารณาความเป็นไปได้ด้านการดำเนินงาน ประกอบด้วย

1.3.1.1 ผลการดำเนินงาน เพื่อประเมินว่าระบบใหม่มีความรวดเร็วในการประมวลผลมากน้อยเพียงใด

1.3.1.2 สารสนเทศ เพื่อประเมินว่าระบบใหม่สามารถประมวลผลสารสนเทศที่ถูกต้อง แม่นยำ และตรงความต้องการใช้งานมากน้อยเพียงใด

1.3.1.3 ประสิทธิภาพ เพื่อประเมินว่าระบบใหม่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรในการดำเนินงานมากน้อยเพียงใด

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1.3.1.4 การควบคุม เพื่อประเมินว่าระบบใหม่มีระบบป้องกันการทุจริต และการรักษาความปลอดภัยระบบมากน้อยเพียงใด

1.3.1.5 การบริการ เพื่อประเมินว่าระบบใหม่มีความยืดหยุ่นในการเตรียมความพร้อมสำหรับเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นกับระบบมากน้อยเพียงใด

1.3.2 ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technical Feasibility)

ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค เป็นการประเมิน 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

1.3.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคขององค์กร มีความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในระบบใหม่ที่จะพัฒนามากน้อยเพียงใด ควรพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญของบุคลากรเดิมหรือดำเนินการโดยวิธีการอื่น เช่น การจ้างที่ปรึกษาทางเทคนิค หรือการรับพนักงานใหม่ที่มีความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีดังกล่าว เป็นต้น

1.3.2.2 เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในระบบใหม่ที่จะพัฒนา องค์กรจำเป็นจะต้องจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ อุปกรณ์เครื่องมือ และเทคโนโลยีสารสนเทศอื่น ๆ เพิ่มเติมจากระบบเดิมที่มีอยู่หรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูล ดังต่อไปนี้

1.3.2.2.1 ประสิทธิภาพของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ โดยพิจารณาตามข้อกำหนดที่ได้กำหนดไว้ในสัญญาจ้าง ถ้าทรัพยากรเดิมที่มีอยู่แล้วมีประสิทธิภาพเพียงพอ ก็ยังสามารถใช้งานทรัพยากรเดิมเหล่านั้นได้ และจัดหาเพิ่มเติมเฉพาะบางส่วนที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเท่านั้น ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานโครงการไปได้บางส่วน

1.3.2.2.2 ความปลอดภัย เป็นการพิจารณาถึงระบบรักษาความปลอดภัยของระบบเดิมว่าเพียงพอ และเหมาะสมกับการใช้งานระบบใหม่ที่จะพัฒนาหรือไม่ ซึ่งในกรณีที่ระบบเดิม และระบบใหม่มีสภาพแวดล้อมในการดำเนินงานที่แตกต่างกัน ก็มักจะส่งผลในองค์กรต้องปรับปรุงในส่วนของการรักษาความปลอดภัยของระบบให้มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับระบบใหม่ที่จะพัฒนา

1.3.2.2.3 ความเข้ากันของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ ของระบบที่มีอยู่เดิม สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกันในสภาพแวดล้อมของระบบใหม่ที่จะพัฒนาได้หรือไม่

1.3.2.2.4 การรองรับสำหรับการขยายงานในอนาคต นักวิเคราะห์ระบบจะต้องประเมินถึงประเด็นนี้ให้รอบคอบ เนื่องจากการพัฒนาระบบมีการลงทุนค่อนข้างสูง จึงควรออกแบบ และพัฒนาให้สามารถรองรับการขยายตัวทางธุรกิจขององค์กรนั้น ๆ อย่างน้อย 3-5 ปี

ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์

1.3.3 ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility)

เป็นการประเมินว่าระบบใหม่ที่จะพัฒนาจำเป็นต้องลงทุน และได้รับผลตอบแทน

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากการลงทุนมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะครอบคลุมทั้งในระยะสั้น และระยะยาว โดยทั่วไปผู้บริหารขององค์กรมักต้องการทราบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของระบบเดิมเปรียบเทียบกับระบบใหม่ที่พัฒนา รวมไปถึงการประมาณการว่าระบบใหม่ที่พัฒนาจะถึงจุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis) ซึ่งต้นทุนกับผลตอบแทนมีค่าเท่ากัน ณ เวลาใดนั่นหมายความว่า ถ้าถึงจุดคุ้มทุนเร็วเท่าไหร่ การพัฒนาระบบใหม่ก็ยิ่งน่าสนใจมากขึ้นเท่านั้น สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณามีดังนี้

1.3.3.1 ต้นทุน

ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบจะประกอบด้วย

1.3.3.1.1 ต้นทุนที่จับต้องได้ (Tangible Costs) หมายถึง ต้นทุนที่สามารถวัดค่าในเชิงตัวเลขได้ แบ่งได้เป็น 5 กลุ่มหลัก ดังนี้

ก) ต้นทุนเกี่ยวกับการศึกษาระบบงานเดิม และวิเคราะห์ระบบงานใหม่

ข) ต้นทุนเกี่ยวกับการจัดหา และบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เครื่องมือ และเทคโนโลยีสารสนเทศอื่น ๆ

ค) ต้นทุนเกี่ยวกับจัดหา และบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้งาน

ง) ต้นทุนเกี่ยวกับบุคลากร เช่น ค่าตอบแทน และค่าฝึกอบรม เป็นต้น

จ) ต้นทุนเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เช่น ค่าไฟฟ้า และค่าโทรศัพท์ เป็นต้น

1.3.3.1.2 ต้นทุนที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Costs) หมายถึง ต้นทุนที่ไม่สามารถวัดค่าในเชิงตัวเลขได้ เช่น การทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการขาดแรงจูงใจในการทำงานของพนักงาน เป็นต้น

1.3.3.2 ผลตอบแทน

ผลตอบแทนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ มีดังนี้

1.3.3.2.1 ผลตอบแทนที่จับต้องได้ (Tangible Benefits) หมายถึง ผลประโยชน์ที่สามารถวัดค่าในเชิงตัวเลขได้ เช่น ผลกำไรที่เพิ่มขึ้น ค่าล่วงเวลาที่ลดลง และการลดจำนวนลูกหนี้ เป็นต้น

1.3.3.2.2 ผลตอบแทนที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Benefits) หมายถึง ผลประโยชน์ที่ไม่สามารถวัดค่าในเชิงตัวเลขได้ เช่น การเพิ่มความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า การสร้างภาพลักษณ์ที่ดีแก่องค์กร การเพิ่มความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน รวมทั้งการเพิ่มขวัญ และกำลังใจในการทำงานให้แก่พนักงาน เป็นต้น

1.3.4 ความเป็นไปได้ด้านระยะเวลาการดำเนินงาน (Schedule Feasibility)

ความเป็นไปได้ด้านระยะเวลาการดำเนินงาน เป็นการประเมินว่าระบบใหม่ที่จะพัฒนาจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาการดำเนินงานทั้งโครงการมากน้อยเพียงใด เนื่องจากระบบคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การพัฒนาระบบจึง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จำเป็นต้องพิจารณาความสอดคล้องกันของระยะเวลาการดำเนินงาน ซึ่งจะส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ฮาร์ดแวร์ที่ทันสมัย และรองรับการขยายงานในอนาคต

หลังจากที่ได้ศึกษาความเป็นไปได้ครบทุกด้านแล้ว นักวิเคราะห์ระบบจะจัดทำรายงานสรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการขึ้น เพื่อให้ผู้บริหารใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับองค์กรที่สุด โดยมีเนื้อหาสำคัญ ในรายงานประกอบด้วยข้อมูล ดังนี้

1.3.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับนิยามของปัญหา ขอบเขต และเป้าหมายการแก้ปัญหา

1.3.4.2 ผลการศึกษาสถานภาพของระบบปัจจุบัน เป็นการสรุปรายละเอียดของกระบวนการทำงานในปัจจุบัน ว่ามีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจมากน้อยเพียงใด

1.3.4.3 การนำเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ พร้อมทั้งตารางเปรียบเทียบความเป็นไปได้ของแต่ละวิธีการ

1.3.4.4 การให้ข้อเสนอแนะในมุมมองของนักวิเคราะห์ระบบ เกี่ยวกับทางเลือกในการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ พร้อมทั้งเหตุผลประกอบการสนับสนุน/ไม่สนับสนุนให้องค์กรเลือกวิธีการนั้น ๆ

1.4 การจัดทำแผนการดำเนินงานโครงการ

เมื่อผู้บริหารตัดสินใจเลือกวิธีการในการแก้ไขปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการจัดทำแผนการดำเนินงาน (Software Development Plan: SDP) ซึ่งประกอบด้วย 5 กิจกรรม ดังนี้

1.4.1 การกำหนดขอบเขตโครงการ (Project Scope) เป็นเนื้อหาส่วนที่สำคัญที่สุด เนื่องจากเป็นการระบุถึงความสามารถของระบบที่จะพัฒนา ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 หัวข้อ “ขอบเขตของระบบสารสนเทศ และสิ่งแวดล้อม”

1.4.2 การวางแผนการใช้ทรัพยากร (Resource Planning) เป็นการประมาณการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินงานโครงการทั้งหมด แบ่งตามกิจกรรมที่ทำในแต่ละช่วงเวลา เช่น จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์/เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง จำนวนโปรแกรมเมอร์ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นด้วย ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถใช้เทคนิค COCOMO (Construction Cost Model) เพื่อประมาณการทรัพยากร สำหรับโครงการดังกล่าว

1.4.3 การกำหนดกิจกรรม และระยะเวลาการทำงาน (Work Breakdown Structure and Scheduling) เป็นการกำหนดกิจกรรมที่จำเป็นต้องทำในแต่ละขั้นตอนของ SDLC และรายชื่อของผู้ที่รับผิดชอบกิจกรรม โดยกำหนดระยะเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมด้วย ซึ่งประกอบด้วยวันที่เริ่มต้น และวันที่สิ้นสุดของการทำกิจกรรมนั้น ๆ ขั้นตอนนี้จำเป็นต้องใช้ความรอบคอบ และอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาของนักวิเคราะห์ระบบ เนื่องจากการกำหนดระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมอื่น ๆ เป็นลูกโซ่ไปจนกระทั่งกิจกรรมสุดท้ายของ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โครงการ ภายใต้เงื่อนไขว่าจะต้องใช้เวลารวมทั้งหมดของทุกกิจกรรม เกินจากที่ได้กำหนดไว้ในสัญญาว่าจ้างของโครงการ นอกจากนักวิเคราะห์ระบบควรต้องกำหนดมาตรฐานที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม (ถ้ามี) รวมทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละกิจกรรม (Milestone) สำหรับใช้ในการประเมินผลการดำเนินงาน

1.4.4 การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) เป็นการระบุปัจจัยที่อาจทำให้เกิดความเสี่ยงในการดำเนินงานโครงการ รวมทั้งผลที่อาจเกิดขึ้นกับความเสี่ยงนั้น ๆ และควรมีข้อเสนอแนะในการจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นด้วย ซึ่งปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยง สำหรับการพัฒนาระบบสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเด็น ดังนี้

1.4.4.1 ขนาดของโครงการ โดยทั่วไปโครงการที่มีขนาดใหญ่จะมีความเสี่ยงกว่าโครงการขนาดเล็ก

1.4.4.2 ลักษณะของโครงการ โครงการพัฒนาระบบขั้นพื้นฐาน เช่น ระบบประมวลผลข้อมูลเชิงรายการหรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ จะมีความเสี่ยงต่ำกว่าโครงการพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน เช่น ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ หรือระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น

1.4.4.3 เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในโครงการ โครงการพัฒนาระบบที่ต้องประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงหรือเทคโนโลยีที่ทีมงานพัฒนาระบบไม่มีความคุ้นเคย จะมีความเสี่ยงสูงกว่าโครงการพัฒนาระบบที่ใช้เทคโนโลยีขั้นพื้นฐานหรือที่ทีมงานพัฒนาระบบคุ้นเคยเป็นอย่างดี

1.4.4.4 ทัศนคติของผู้ใช้กับการพัฒนาระบบ โครงการที่ผู้ใช้มีทัศนคติในแง่บวกต่อการพัฒนาระบบมักมีความเสี่ยงน้อยกว่าโครงการที่ผู้ใช้มีความคิดต่อต้านการพัฒนาระบบ ซึ่งในประเด็นนี้อาจต้องหาสาเหตุที่แท้จริงว่าเกิดจากสาเหตุใด เช่น การขาดทักษะความชำนาญด้านคอมพิวเตอร์หรือผ็ที่คาดว่าจะมีผลกระทบ เกี่ยวกับหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเองในองค์กร กรณีที่มีการพัฒนาระบบใหม่ เป็นต้น

1.4.5 การจัดทำข้อกำหนดของงาน (Statement of Work) เป็นการอธิบายรายละเอียดของกิจกรรมที่จะต้องทำทั้งหมดพร้อมทั้งผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างกลุ่มของนักพัฒนาระบบ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการทุกคน

2. การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis Phase)

เป็นขั้นตอนที่ประกอบด้วยการรวบรวมความต้องการใช้งานของผู้ใช้งาน (User Requirement) แล้วนำมาสรุปเป็นความต้องการของระบบ (System Requirement) จากนั้นจึงจะสร้างแบบจำลองกระบวนการ (Process Model) เพื่อให้เห็นกระบวนการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และแบบจำลองข้อมูล (Data Model) เพื่อใช้อธิบายโครงสร้าง และลักษณะของข้อมูล

2.1 แบบจำลองกระบวนการ (Process Model) เป็นแบบจำลองที่ทำให้เห็นกระบวนการทำงานของระบบอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แสดงให้เห็นถึงการนำเข้า และส่งออกข้อมูล โดยสร้างแบบจำลองกระบวนการในรูปแบบแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 99-129)

ก) กระบวนการทำงาน (Process)

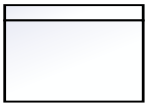
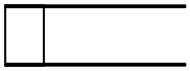
ข) เอนทิตีภายนอก (External Entity)

ค) กระแสข้อมูล (Data Flow)

ง) แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล ใช้ชุดสัญลักษณ์ที่กำหนดโดย Gane and Sarson (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 100-106) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความหมาย และสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล

ภาพสัญลักษณ์	ความหมาย
	กระบวนการทำงาน (Process)
	เอนทิตีภายนอก (External Entity) หมายถึง แหล่งข้อมูลซึ่งอาจเป็นบุคคล ระบบสารสนเทศ หรืออุปกรณ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการทำงาน
	กระแสข้อมูล (Data Flow) แสดงถึง ทิศทางการไหลของข้อมูลนำเข้า และข้อมูล/สารสนเทศที่เป็นผลลัพธ์
	แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) แสดงถึง แหล่งจัดเก็บข้อมูลทั้งในส่วนของข้อมูลนำเข้า และข้อมูลสารสนเทศที่เป็นผลลัพธ์

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

แผนภาพที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองกระบวนการ มีดังนี้

2.1.1 แผนภาพบริบท (Context Diagram) เป็นแผนภาพแสดงภาพรวมของระบบทั้งหมด ซึ่งแสดงถึงขอบเขตของระบบว่า มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมของระบบอย่างไร โดยไม่แสดงรายละเอียดกระบวนการทำงานภายในระบบ และไม่แสดงแหล่งจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ

การสร้างแผนภาพบริบท มีหลักการดังนี้

2.1.1.1 ระบบหนึ่ง ๆ จะมีการสร้างแผนภาพบริบทเพียง 1 ภาพเท่านั้น

2.1.1.2 แผนภาพบริบทจะมีกระบวนการทำงานเพียง 1 กระบวนการเท่านั้น โดยใช้ชื่อของระบบที่จะพัฒนาเป็นกระบวนการทำงาน และใช้หมายเลข 0 เพื่อกำกับระดับของกระบวนการทำงาน

2.1.1.3 กำหนดชื่อเอนทิตีภายนอกที่เกี่ยวข้องกับระบบ จากนั้นจึงสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบของกระแสข้อมูลที่รับ-ส่ง ระหว่างเอนทิตีภายนอกกับระบบทั้งหมด

การสร้างแผนภาพบริบทควรผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง และความสมบูรณ์ของแผนภาพก่อนที่จะสร้างแผนภาพระดับที่ 0 และแผนภาพระดับอื่น ๆ เพราะหากแผนภาพบริบทยังต้องแก้ไขในส่วนขอบเขตของระบบก็จะส่งผลกระทบไปยังแผนภาพระดับล่างอื่น ๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และหากนักวิเคราะห์ระบบหลงลืม การแก้ไขให้สอดคล้องกันของแผนภาพระดับใดระดับหนึ่งไปก็จะทำให้แผนภาพกระแสข้อมูลทั้งหมดขาดความน่าเชื่อถือไปในที่สุด

2.1.2 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 (Data Flow Diagram Level 0) เป็นแผนภาพในระดับถัดมาจากแผนภาพบริบท ซึ่งแสดงรายละเอียดของกระบวนการทำงานหลักของระบบเกี่ยวกับการประสานงานรับ-ส่งข้อมูล และสารสนเทศกับเอนทิตีภายนอกใดบ้าง นอกจากนี้ยังแสดงถึงการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างกระบวนการทำงานต่าง ๆ รวมทั้งการจัดเก็บ และการค้นหาข้อมูลจากแหล่งจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ

หลักการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0

2.1.2.1 ระบบหนึ่ง ๆ จะมีการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 เพียง 1 ภาพเท่านั้น เช่นเดียวกับแผนภาพบริบท

2.1.2.2 สร้างกระบวนการทำงานหลักของระบบ ตามหลักการกำหนดกระบวนการทำงานที่ได้กล่าวไว้แล้วก่อนหน้านี้ ทั้งนี้กระบวนการทำงานในแต่ละระดับควรมีกระบวนการ 5-7 กระบวนการ เพื่อให้การสื่อสารมีความชัดเจน สะอาดตา และไม่สร้างความสับสนจากการนำเสนอรายละเอียดของระบบมากจนเกินไป หมายความว่า ในกรณีที่นักวิเคราะห์ระบบกำหนดกระบวนการทำงานหลักได้มากกว่า 7 กระบวนการ ให้พิจารณาว่ากระบวนการทำงานใดสามารถจัดกลุ่มรวมกันได้ ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 นี้ และกระบวนการทำงานที่ถูกจัดกลุ่มรวมกันนี้ไปสร้างเป็นแผนภาพย่อย เพื่ออธิบายรายละเอียดอีกครั้งในแผนภาพกระแสข้อมูล

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ระดับที่ 1 ต่อไป

2.1.2.3 นำเอนทิตีภายนอก และกระแสข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ในแผนภาพบริบทมาสร้างความสัมพันธ์กับกระบวนการทำงานที่ได้กำหนดไว้แล้วในข้อ 2.1.2.2

2.1.2.4 สร้างกระแสข้อมูลที่เชื่อมโยงระหว่างกระบวนการทำงานต่าง ๆ (ถ้ามี)

2.1.2.5 สร้างแหล่งจัดเก็บข้อมูล ตามหลักการกำหนดแหล่งจัดเก็บข้อมูลที่ได้กล่าวไว้แล้วก่อนหน้านี้ โดยพิจารณาว่าแต่ละกระบวนการทำงาน จะต้องมีการจัดเก็บ และการค้นหาข้อมูลจากแหล่งจัดเก็บข้อมูลใดบ้าง

2.1.3 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 (Data Flow Diagram Level 1)

แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 เป็นแผนภาพย่อยที่ใช้อธิบายรายละเอียดของกระบวนการทำงานหนึ่ง ๆ จากแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 เนื่องจากในกระบวนการทำงานหนึ่ง ๆ มักจำเป็นจะต้องมีกิจกรรมย่อยหลายขั้นตอน ดังนั้น การแสดงรายละเอียดของวิธีการทำงานให้ชัดเจนจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นมาก เพราะยิ่งอธิบายได้ละเอียดมากเท่าไร การพัฒนาระบบให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับความต้องการใช้งานก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

หลักการสร้างแผนกระแสข้อมูล ระดับที่ 1

2.1.3.1 โดยทั่วไปนิยามการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 ก็ต่อเมื่อนักวิเคราะห์ระบบสามารถกำหนดกระบวนการการทำงานย่อยของกระบวนการทำงานใด ๆ ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 ได้ไม่น้อยกว่า 3 กระบวนการ มิเช่นนั้นแล้วจะถือว่ากระบวนการหลักดังกล่าว ไม่ได้ซับซ้อน และไม่จำเป็นต้องแสดงรายละเอียดการทำงานในระดับย่อยให้สิ้นเปลืองเวลาในการวิเคราะห์ระบบ

2.1.3.2 หมายเลขกำกับกระบวนการทำงานย่อยจะต้องเป็นเลขจำนวนจริงที่มีทศนิยม 1 ตำแหน่ง ประกอบด้วยตัวเลขเต็ม ตามจำนวนหมายเลขของกระบวนการทำงานหลักแล้วเพิ่มเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง เพื่อแสดงลำดับของกระบวนการทำงานย่อยดังกล่าวตั้งแต่ .1 , .2, .3 ไปเรื่อย ๆ จนครบทุกกระบวนการทำงาน

2.1.3.3 กระแสข้อมูลที่มีต้นทางหรือปลายทางเป็นเอนทิตีภายนอกหรือกระบวนการทำงานหลักใด ๆ จะแสดงทิศทางการไหลของข้อมูลเช่นเดียวกันกับในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 เพียงแต่ไม่ปรากฏสัญลักษณ์ของเอนทิตีภายนอกหรือกระบวนการทำงานหลักนั้น ๆ เนื่องจากแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที 1 จะต้องการเน้นไปยังส่วนของกระบวนการทำงานย่อยที่เป็นกิจกรรมภายใต้กระบวนการหลังหนึ่ง ๆ มากกว่าการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก

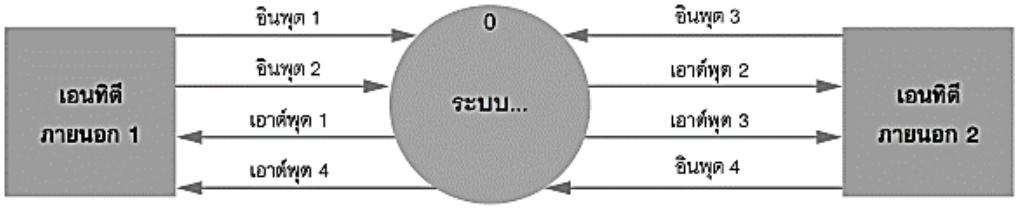
2.1.3.4 นำแหล่งจัดข้อมูลพร้อมทั้งกระแสข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 มาสร้างความสัมพันธ์กับกระบวนการทำงานย่อยที่ได้กำหนดไว้แล้วในข้อ 2.1.3.1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

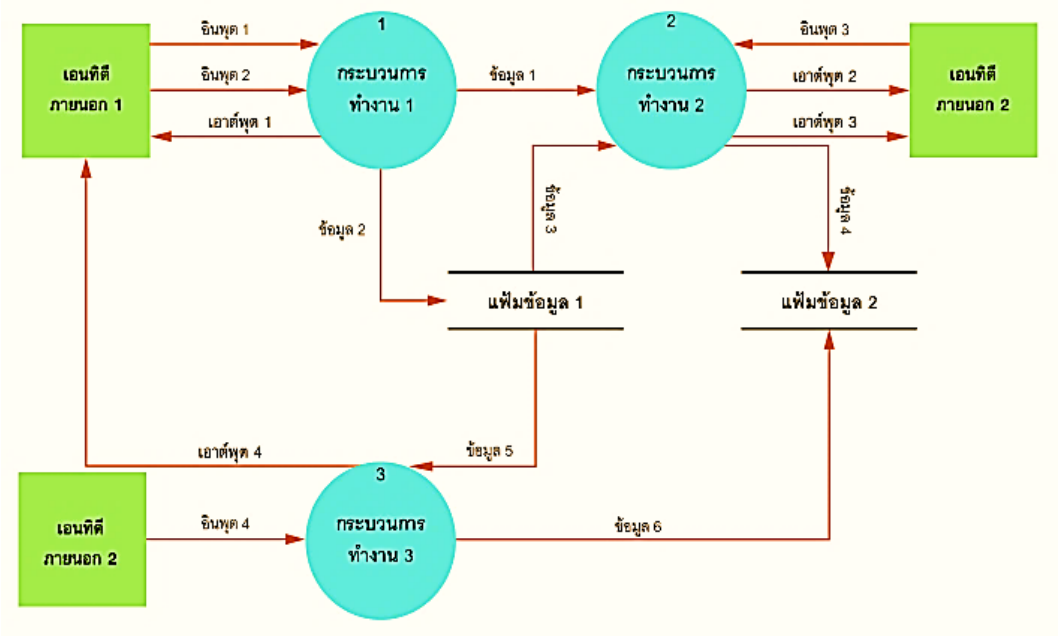
2.1.3.5 สร้างกระแสข้อมูลที่เชื่อมโยงระหว่างกระบวนทำงานย่อยต่าง ๆ (ถ้ามี)

ความสัมพันธ์ของแผนภาพบริบท และแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0

สามารถสร้างตัวอย่างของแผนภาพบริบท และแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 ได้ดังภาพที่ 26 และ 27 ตามลำดับ



ภาพที่ 26 แผนภาพบริบท (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 115)



ภาพที่ 27 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 116)

จากภาพที่ 26 และ 27 จะเห็นได้ว่าแผนภาพทั้ง 2 ระดับ มีความสัมพันธ์กันโดยสรุปเป็นประเด็นหลัก ดังนี้

ก) เอนทิตีภายนอกที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 จะต้องตรงกันกับที่แสดงไว้ในแผนภาพบริบท

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

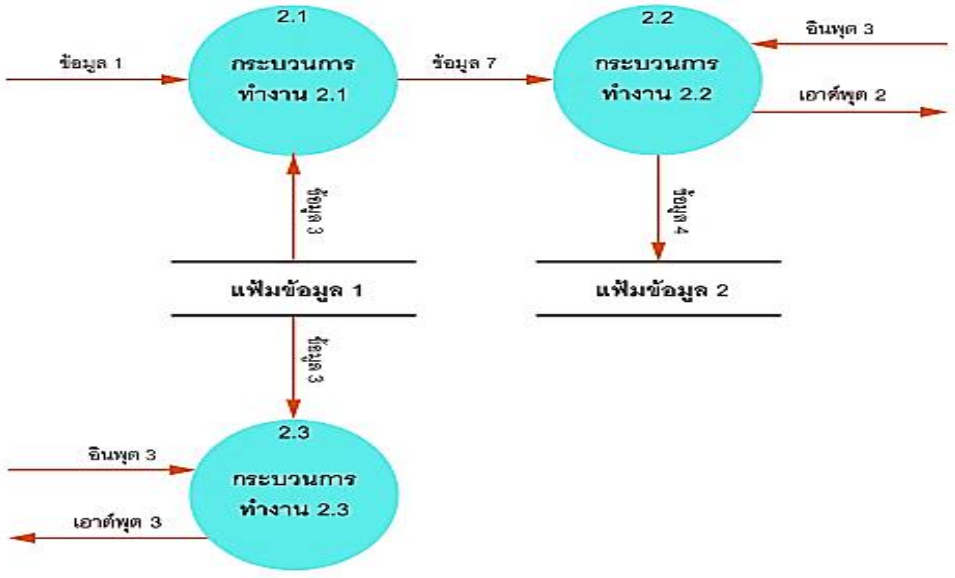
ข) กระแสข้อมูลที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีภายนอกกับระบบในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 จะต้องตรงกันกับที่แสดงไว้ในแผนภาพบริบท

ค) แหล่งจัดข้อมูลเป็นองค์ประกอบที่เพิ่มเติมจากแผนภาพบริบท นักวิเคราะห์ระบบสามารถกำหนดกระแสข้อมูล เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงาน และแหล่งจัดเก็บข้อมูลได้ตามความเหมาะสม จากภาพที่ 27 คือ ข้อมูล 2 ถึง 6

ง) กระแสข้อมูลที่แสดงถึงการทำงานที่สัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงานหลักในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 สามารถกำหนดเพิ่มเติมจากแผนภาพบริบทได้ ซึ่งจากภาพที่ 27 คือ ข้อมูล 1

ความสัมพันธ์แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 และแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1

จากแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 ในภาพที่ 27 แสดงรายละเอียดของกระบวนการทำงานที่ 2 โดยสร้างเป็นแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 ของกระบวนการทำงานที่ 2 (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 117)

จากภาพที่ 28 จะเห็นได้ว่าแผนภาพทั้ง 2 ระดับ มีความสัมพันธ์ดังนี้

ก) แหล่งจัดข้อมูลที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 จะต้องตรงกันกับที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0

ข) กระแสข้อมูลที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงานย่อย และแหล่งจัดเก็บ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อมูลที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 1 จะต้องตรงกันกับที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 โดยอาจปรากฏซ้ำได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น ข้อมูล 3 จากแฟ้มข้อมูล 1 จะไหลไปยังกระบวนการทำงานที่ 2.1 และ 2.3 ในลักษณะของข้อมูลนำเข้าเพื่อการประมวลผลทั้ง 2 เส้น

ค) กระแสข้อมูลซึ่งแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงานหลักนั้น ๆ กับเอนทิตีภายนอก รวมทั้งกระแสข้อมูล ซึ่งแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงานหลัก ๆ นั้น ๆ กับกระบวนการทำงานหลักอื่น ๆ ที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 จะต้องตรงกันกับที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 โดยอาจปรากฏซ้ำได้มากกว่า 1 ครั้ง

ง) กระแสข้อมูลในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 1 สามารถกำหนดเพิ่มเติมจากที่แสดงไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 ได้เฉพาะที่เป็นการทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่างกระบวนการทำงานย่อยต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูล 7 ที่เป็นกระแสข้อมูลที่ไหลจากกระบวนการทำงานที่ 2.1 ไปยังกระบวนการทำงานที่ 2.2

2.2 แบบจำลองข้อมูล (Data Model) ใช้สำหรับอธิบายโครงสร้าง และคุณลักษณะของข้อมูล รวมทั้งความสัมพันธ์ของข้อมูลในระบบ โดยเป็นแบบจำลองข้อมูลเชิงแนวคิดซึ่งใช้วิธีการนำเสนอด้วยการสร้างแผนภาพ E-R (Entity-Relationship Diagram)

แบบจำลองข้อมูลแนวคิดจะนำเสนอด้วยแผนภาพ E-R ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

2.2.1 เอนทิตี (Entity) หมายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบที่จะพัฒนา

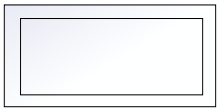
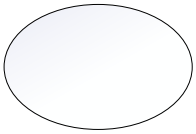
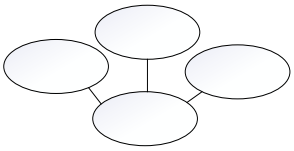
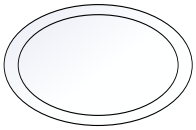
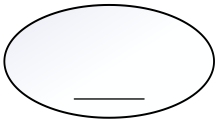
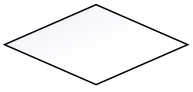
2.2.2 แอตทริบิวต์ (Attribute) เป็นข้อมูลคุณลักษณะของเอนทิตี้

2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Relationship) เป็นความสัมพันธ์ในส่วนของการอ้างอิงข้อมูล ระหว่างเอนทิตีในระบบ ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการทางธุรกิจของแต่ละองค์กร

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแผนภาพ E-R สามารถสรุปสัญลักษณ์ที่กำหนดโดย Peter Chen (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 154-163) ดังตารางที่ 9

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 9 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแผนภาพ E-R

ภาพสัญลักษณ์	ความหมาย
	เอนทิตี/แอนทิตีปกติ (Entity/Regular Entity)
	เอนทิตีแบบอ่อน (Weak Entity)
	แอตทริบิวต์ (Attribute)
	แอตทริบิวต์แบบผสม (Composite Attribute)
	แอตทริบิวต์ที่มีหลายค่า (Mutivalue Attribute)
	แอตทริบิวต์ที่ได้ค่าจากแอตทริบิวต์อื่น (Derived Attribute)
	แอตทริบิวต์ที่เป็นคีย์หลัก (Key Attribute)
	ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Relationship)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

วัตถุประสงค์หลักของการสร้างแผนภาพ E-R เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสารให้ผู้ใช้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้ตรวจสอบถึงความครบถ้วน และสมบูรณ์ของข้อมูล รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกลุ่มต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องเก็บรวบรวมไว้ในระบบ การวิเคราะห์ระบบเพื่อสร้างแผนภาพ E-R จะกำหนดเอนทิตีจากกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการทางธุรกิจขององค์กรนั้น ๆ และตรวจสอบความสอดคล้องกันกับแหล่งจัดเก็บข้อมูลที่ได้สร้างไว้ในแผนภาพกระแสข้อมูลซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ระบบในส่วนของการสร้างแบบจำลองกระบวนการ ส่วนแอตทริบิวต์จะเป็นคุณลักษณะของเอนทิตี โดยจะต้องมีอย่างน้อย 1 แอตทริบิวต์ที่เป็นตัวชี้เฉพาะของเอนทิตี้นั้น ๆ สุดท้าย คือ การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี

3 การออกแบบระบบเชิงตรรกะ (Logical Design Phase)

เป็นการกำหนดรายละเอียดองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 4 กิจกรรมย่อย ดังนี้

3.1 การออกแบบผลลัพธ์ของระบบ (System Output Design) ประกอบด้วยผลลัพธ์ 2 ประเภท ได้แก่ 1) ผลลัพธ์ภายนอก (External Output) และ 2) ผลลัพธ์ภายใน (Internal Output)

การออกแบบผลลัพธ์ของระบบ (System Output Design) เป็นส่วนที่ควรดำเนินการเป็นลำดับแรกของการออกแบบเชิงตรรกะ เนื่องจากผลลัพธ์ของระบบที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ จะส่งผลกระทบไปยังการออกแบบส่วนอื่น ๆ ทั้งการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล และการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ นอกจากนั้นผู้ใช้ระบบมักมีความคาดหวังกับผลลัพธ์ของระบบว่า จะต้องช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานขององค์กร ดังนั้น ผลลัพธ์ของระบบจึงมักจะถูกใช้ในการวัดระดับความพึงพอใจ และความสำเร็จในการพัฒนาระบบนั้น ๆ

เพื่อให้การออกแบบผลลัพธ์ของระบบสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ และผลจากการวิเคราะห์ระบบในขั้นตอนที่ผ่านมา นักวิเคราะห์ระบบจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ของระบบ ให้ชัดเจนก่อนออกแบบผลลัพธ์แต่ละรายการ ดังภาพที่ 29

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 29 ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลลัพธ์ของระบบ (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, p. 172)

จากภาพที่ 29 ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลลัพธ์ของระบบ มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 วัตถุประสงค์ในการใช้งาน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด หากนักวิเคราะห์ระบบได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ในการใช้งานผลลัพธ์อย่างชัดเจน ก็จะส่งผลให้สามารถออกแบบผลลัพธ์ได้ถูกต้อง และตรงประเด็น เนื่องจากผลลัพธ์เดียวกัน แต่ถ้าวัตถุประสงค์ในการใช้งานแตกต่างกัน ก็จะนำเสนอในรูปแบบ และเนื้อหาที่แตกต่างกัน

3.1.2 ผู้ใช้หลัก ปัจจัยนี้จะช่วยให้นักวิเคราะห์ระบบสามารถออกแบบผลลัพธ์ที่มีสารสนเทศเหมาะสมกับการปฏิบัติงานของผู้ใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้หลักเป็นเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการจะต้องการสารสนเทศที่แสดงรายละเอียดค่อนข้างมาก แต่ถ้าผู้ใช้หลักเป็นผู้บริหารที่มีระดับสูงจะต้องการสารสนเทศที่เป็นการสรุปมากขึ้นเท่านั้น

3.1.3 ความถี่ในการใช้งาน เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับช่วงระยะเวลาในการใช้งาน เนื่องจากผลลัพธ์บางอย่างสามารถกำหนดระยะเวลาของการจัดทำได้อย่างชัดเจน เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี เป็นต้น ดังนั้น ผลลัพธ์ในลักษณะนี้จะถูกออกแบบให้นำเสนอสารสนเทศที่เหมาะสมกับจำนวนข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล หมายความว่า ผลลัพธ์เป็นรายวันจะมีรูปแบบการนำเสนอรายละเอียดของสารสนเทศที่แตกต่างไปจากผลลัพธ์เป็นรายเดือนหรือรายปี นั่นเอง

3.1.4 สาระสำคัญของผลลัพธ์ ปัจจัยนี้จะพิจารณาถึงเนื้อหาที่ต้องนำเสนอใน

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ผลลัพธ์นั้น ๆ รวมไปถึงองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ลำดับก่อน-หลังของเนื้อหา ข้อมูลอ้างอิงที่จำเป็นต้องใช้งาน และการสรุปผล เป็นต้น

3.1.5 การเผยแพร่ผลลัพธ์ ปัจจัยนี้จะถูกใช้ในการออกแบบสิทธิ์การเข้าใช้งานผลลัพธ์แต่ละรายการว่ามีผู้ใช้ใดสามารถเรียกใช้งานได้บ้าง เนื่องจากแต่เดิมอาจมีการส่งผลลัพธ์ที่จัดทำมาขึ้นไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องด้วยการสำเนากระดาษ แต่เมื่อใช้ระบบคอมพิวเตอร์แล้ว วิธีการส่งผลลัพธ์จะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากผู้ใช้ระบบสามารถเรียกดูผลลัพธ์นั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง

3.1.6 สื่อที่ใช้ในการนำเสนอผลลัพธ์ ปัจจัยนี้จะพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำเสนอผลลัพธ์ผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรูปแบบของผลลัพธ์ว่าควรนำเสนอเป็นแบบฟอร์มในรูปแบบกระดาษ หรือเรียกดูผ่านหน้าจอ นอกจากนั้นแล้วยังสามารถนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบของข้อความ เสียง วิดีทัศน์ กราฟิก หรือภาพเคลื่อนไหว ได้อีกด้วย

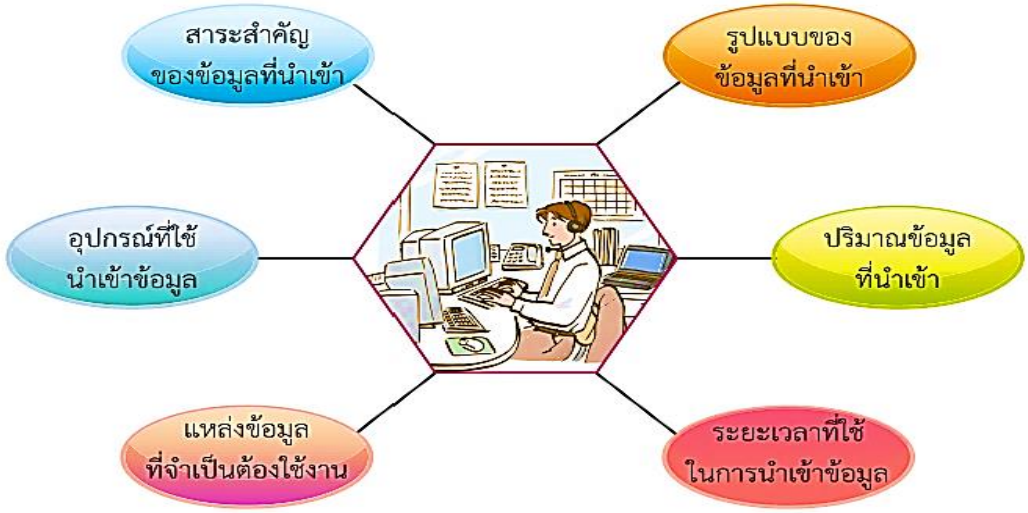
3.1.7 รูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอผลลัพธ์ ปัจจัยนี้จะพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำเสนอผลลัพธ์ว่าควรเป็นรูปแบบใด เช่น รูปแบบคำบรรยาย มักอยู่ในรูปแบบกลุ่มของประโยคที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน อาจมีย่อหน้าเดียว หรือหลายย่อหน้าก็ได้ รูปแบบตาราง ประกอบด้วยแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) ของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน รูปแบบกราฟิก มักนำเสนอด้วยแผนภูมิชนิดต่าง ๆ

3.2 การออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Design)

การออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล เป็นส่วนที่ดำเนินการต่อเนื่องจากการออกแบบผลลัพธ์ของระบบ เพราะเมื่อนักวิเคราะห์ระบบสามารถกำหนดรายละเอียดของผลลัพธ์ทั้งหมดแล้ว ก็จะนำผลมาดำเนินงานส่วนนั้นมาใช้ในการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล เพื่อให้ระบบสามารถนำเข้าข้อมูลได้ครบถ้วน และสอดคล้องตามความต้องการใช้งานผลลัพธ์ของผู้ใช้ระบบมากที่สุด

วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล คือ ควบคุมวิธีการนำเข้าข้อมูลและปริมาณข้อมูลที่นำเข้าให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน รวมทั้งการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการนำเข้าข้อมูล เนื่องจากคุณภาพของข้อมูลที่นำเข้าจะส่งผลกระทบโดยตรงกับคุณภาพผลลัพธ์ของระบบ ดังนั้น นักวิเคราะห์ระบบจึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล ดังภาพที่ 30

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 30 ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 180)

จากภาพที่ 30 ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 สาระสำคัญของข้อมูลที่นำเข้า จะต้องสัมพันธ์กับผลลัพธ์ของระบบ เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีการนำเข้าข้อมูลที่ไม่มีความจำเป็นใด ๆ ต่อระบบ ซึ่งข้อมูลลักษณะดังกล่าวจะเรียกว่า “ขยะ” เนื่องจากจัดเก็บไว้ก็สิ้นเปลืองเนื้อที่ของระบบโดยเปล่าประโยชน์

3.2.2 รูปแบบของข้อมูลที่นำเข้า จะต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่ต้องการนำเข้าสู่ระบบอยู่ในรูปแบบใด เช่น ข้อความ เสียง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว หรือวิดีทัศน์ เป็นต้น เนื่องจากเทคนิคที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูลแต่ละรูปแบบจะแตกต่างกัน

3.2.3 ปริมาณข้อมูลที่นำเข้า นักวิเคราะห์ระบบควรวิเคราะห์ปริมาณข้อมูลที่จำเป็นที่ต้องนำเข้าสู่ระบบสำหรับประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ได้ออกแบบไว้แล้ว เนื่องจากปริมาณข้อมูลที่นำเข้าจะเป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรของระบบ เช่น พื้นที่จัดเก็บข้อมูล ระยะเวลา และแรงงานที่ต้องใช้ในการนำเข้าข้อมูล รวมไปถึงความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นในการนำเข้าสู่ระบบซึ่งถ้าข้อมูลตั้งต้นผิดพลาด ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลก็จะผิดพลาดไปด้วย

3.2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล หมายถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการนำเข้าข้อมูลแต่ละรายการ เนื่องจากบางกลุ่มข้อมูลอาจจำเป็นต้องนำเข้าข้อมูล และประเมินผลลัพธ์ให้ผู้ใช้แบบทันทีทันใด แต่บางกลุ่มข้อมูลอาจไม่จำเป็นต้องเร่งรีบในการนำเข้าข้อมูล เนื่องจากเป็นการจัดเก็บไว้เป็นทะเบียนประวัติเท่านั้น หรืออาจมีการประมวลผลกลุ่มข้อมูลดังกล่าวเพียงเดือนละครั้ง

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1895881388

จึงสามารถรวบรวมข้อมูลไว้ในช่วงเวลาหนึ่งแล้วจึงค่อยนำเข้าสู่ระบบ

3.2.5 แหล่งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้งาน ปัจจัยนี้จะพิจารณาถึงแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการประมวลผล ซึ่งได้กำหนดไว้แล้วในแผนภาพกระแสข้อมูลทั้งที่มาจากแหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) และกระบวนการทำงาน (Process) ภายในระบบ แต่ก็อาจจะมีบางส่วนที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายนอก (External Source) ซึ่งในกรณีนี้นักวิเคราะห์ระบบจำเป็นต้องกำหนดวิธีการนำเข้าข้อมูล และวิธีการประมวลผลข้อมูลที่เหมาะสม เช่น ในกรณีที่ข้อมูลมีการจัดเก็บไว้แล้วในระบบอื่น อาจใช้วิธีการเชื่อมโยงไปยังระบบดังกล่าวเพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลในองค์กร หรือในกรณีที่ข้อมูลมีปริมาณมาก และมีที่มาจากหลายแหล่ง อาจพิจารณาใช้คลังข้อมูล (Data Warehouse) ในการจัดการข้อมูลดังกล่าว

3.2.6 อุปกรณ์ที่ใช้นำเข้าข้อมูล ปัจจุบันการนำเข้าข้อมูลสามารถใช้อุปกรณ์นำเข้าข้อมูลที่หลากหลาย ดังนั้น นักวิเคราะห์ระบบจึงต้องออกแบบรูปแบบ และวิธีการนำเข้าข้อมูลให้ชัดเจนก่อน เพื่อที่จะได้สามารถกำหนดอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

3.3 การออกแบบในส่วนของกระบวนการทำงาน (Process Design)

การออกแบบในส่วนของกระบวนการทำงาน เป็นส่วนที่แสดงถึงว่าประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานใด และมีวิธีการทำงานอย่างไร

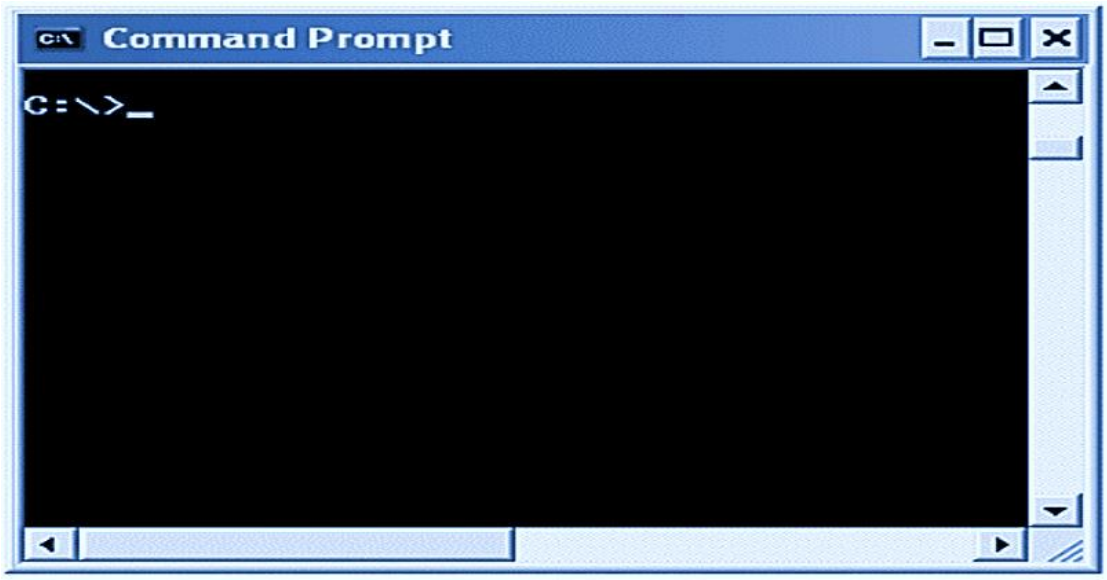
3.4 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design)

การสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบผ่านทางส่วนต่อประสานกับผู้ใช้จะมีได้หลายรูปแบบ ดังนี้

3.4.1 ส่วนต่อประสานแบบใช้ประโยคคำสั่ง (Command Dialog Interface)

ส่วนต่อประสานแบบใช้ประโยคคำสั่งผ่านทางหน้าจอ เป็นวิธีการในยุคแรกของการพัฒนาระบบ ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องเรียนรู้คำสั่งต่าง ๆ และพิมพ์คำสั่งต่าง ๆ เข้าสู่ระบบให้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ จึงจะสามารถใช้งานระบบนั้น ๆ ได้ ยกตัวอย่างเช่น การปฏิบัติงานบนระบบปฏิบัติการ Disk Operation System (DOS) ดังภาพที่ 31

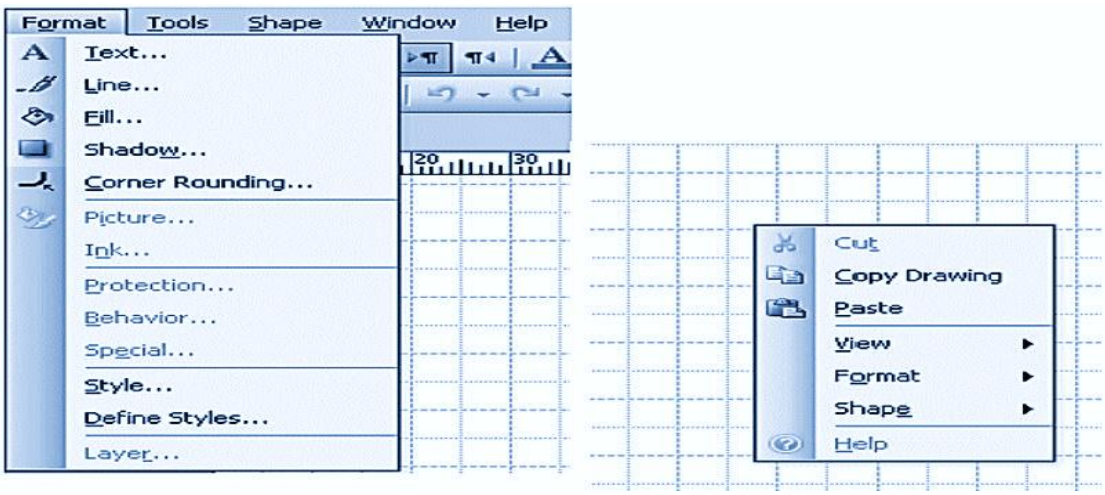
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 31 ส่วนต่อประสานแบบใช้ประโยคคำสั่ง (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 189)

3.4.2 ส่วนต่อประสานแบบเมนู (Menu Interface)

ส่วนต่อประสานแบบเมนู เป็นการแสดงรายการที่ผู้ใช้สามารถทำงานกับระบบโดยเลือกรายการที่ต้องการเข้าสู่กระบวนการทำงานนั้น ๆ ซึ่งในที่นี้ได้ยกตัวอย่างรูปแบบของเมนู 2 ประเภท คือ เมนูแบบ Pull-Down และเมนูแบบ Pop-Up ดังภาพที่ 32 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



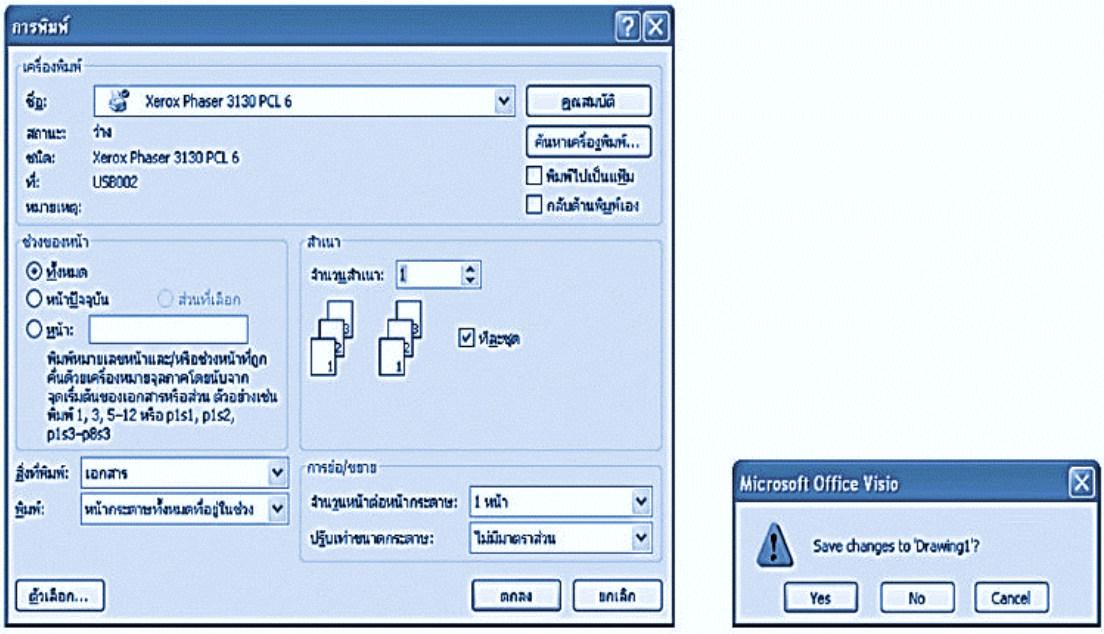
(ก) เมนูแบบ Pull-Down (ข) เมนูแบบ Pop-Up

ภาพที่ 32 ส่วนต่อประสานแบบเมนู (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 190)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

3.4.3 ส่วนต่อประสานแบบคำถาม และคำตอบ (Question and Answer User Interfaces)

ส่วนต่อประสานแบบคำถาม และคำตอบ เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในลักษณะที่ระบบจะมีการตั้งคำถาม และให้ผู้ใช้เป็นคนตอบคำถามเหลานั้น อาจเป็นคำถามเดี่ยวหรือชุดของคำถามก็ได้ ดังภาพที่ 33 (ก) นอกจากนั้นแล้วกล่องข้อความโต้ตอบ (Dialog Box) ที่เป็นคำถามจากระบบในลักษณะที่ให้ตอบว่าใช่หรือไม่ ก็จัดเป็นส่วนต่อประสานในรูปแบบนี้เช่นกัน ดังภาพที่ 33 (ข)



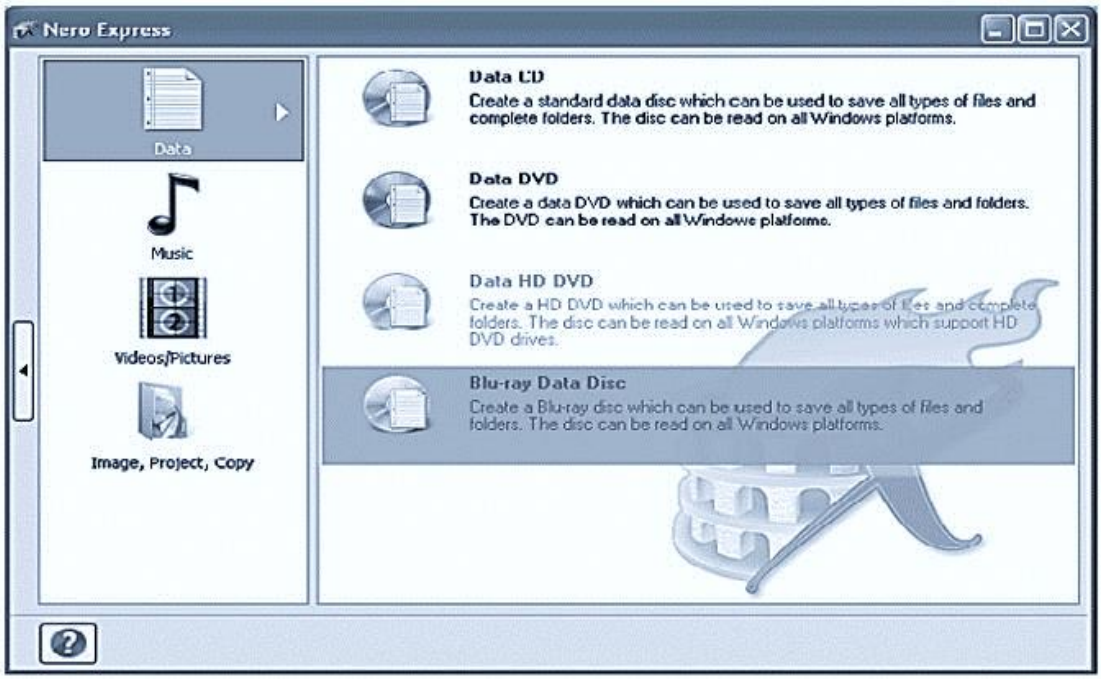
(ก) การตั้งคำถามแบบหลายประเด็น (ข) การตั้งคำถามแบบใช่หรือไม่

ภาพที่ 33 ส่วนต่อประสานแบบคำถาม และคำตอบ (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 190)

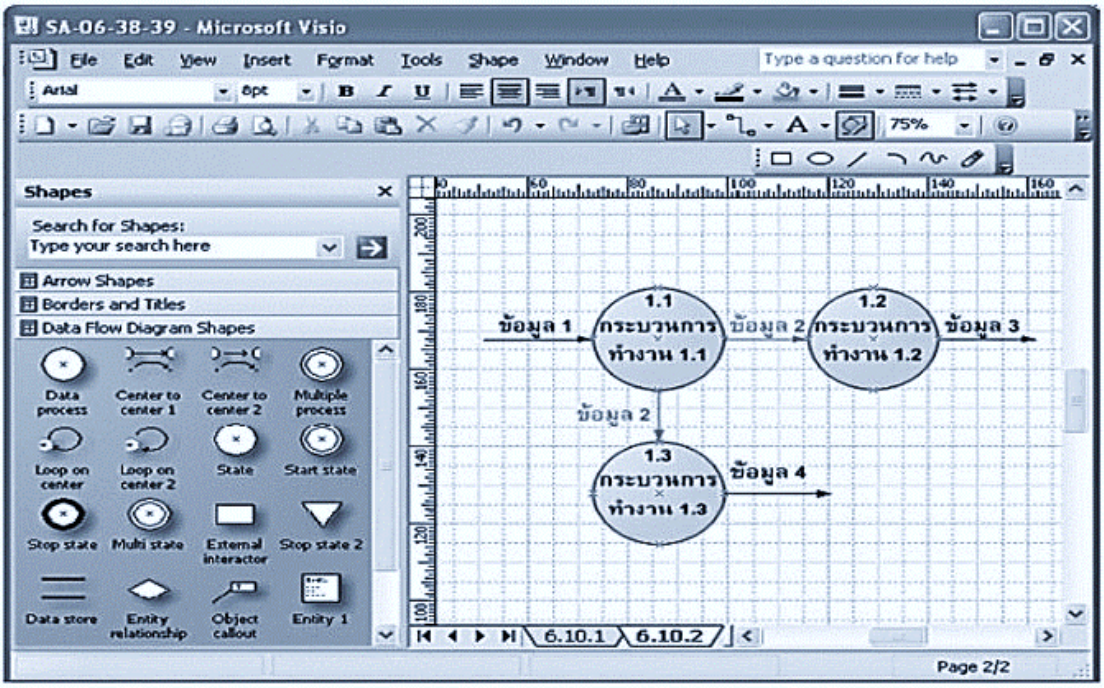
3.4.4 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interface: GUI)

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบกราฟิก เป็นส่วนต่อประสานที่ใช้รูปภาพในลักษณะของสัญลักษณ์ที่เป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างระบบ และผู้ใช้ ดังภาพที่ 34 (ก) ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากรูปภาพที่ใช้ทำให้เกิดความรู้สึกในเชิงบวกกับระบบว่าทันสมัย น่าใช้งานไม่เคร่งเครียดหรือเป็นทางการจนเกินไป จากนั้น GUI มักจะมีคุณสมบัติในการลากแล้ววาง (Drag-and-Drop) เพื่อช่วยให้การทำงานของผู้ใช้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรม Microsoft Visio ที่มีคลังต้นแบบของสัญลักษณ์ต่าง ๆ จัดแยกไว้เป็นหมวดหมู่ สำหรับให้ผู้ใช้ลากสัญลักษณ์ที่ต้องการมาวางลงบนพื้นที่การทำงาน ดังภาพที่ 34 (ข)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



(ก) โปรแกรม Nero Express



(ข) โปรแกรม Microsoft Visio

ภาพที่ 34 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบกราฟิก (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 191)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

4. การออกแบบระบบเชิงกายภาพ (Physical Design Phase)

เป็นการนำผลจากการออกแบบระบบเชิงตรรกะมาระบุลักษณะการทำงานของระบบทางกายภาพ ประกอบด้วย การกำหนด ลักษณะเฉพาะของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ต้องการใช้ในระบบ การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพ การออกแบบคุณลักษณะเฉพาะของโปรแกรม การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

4.1 หลักการออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพ

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพ เป็นการแปลงแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะไปสู่แบบจำลองข้อมูลเชิงกายภาพ เพื่อกำหนดคุณลักษณะของโครงสร้างข้อมูล (Data Structure) ภายในระบบ รวมไปถึงการกำหนดวิธีการเข้าถึงข้อมูล (Data Access Method) ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมหลายด้าน เช่น จำนวนรีเลชันที่ได้จากกระบวนการปรับบรรทัดฐาน ความถี่ในการเรียกใช้งานข้อมูลของรีเลชันต่าง ความเร็วในการสืบค้นข้อมูล การรักษาความปลอดภัยของฐานข้อมูล

ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นจะถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการฐานข้อมูล เพื่อให้ฐานข้อมูลสามารถประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับความต้อง การใช้งานของผู้ใช้มากที่สุด นอกจากนั้น ในขั้นตอนนี้จะกำหนดรายละเอียดทางกายภาพของโครงสร้างฐานข้อมูลให้ครบถ้วนตามรูปแบบของระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละประเภทได้กำหนดไว้ ตลอดจนกำหนดวิธีการเข้าถึงข้อมูล การรักษาความปลอดภัยในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ไม่ปกติกับฐานข้อมูล เช่น การกู้คืนข้อมูลเมื่อระบบเกิดข้อขัดข้องในระหว่างการใช้งาน หรือการกำหนดเทคนิคสำหรับแก้ปัญหาในกรณีที่เกิดสภาวะการทำงานพร้อมกัน เป็นต้น

4.1.1 การออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล

การออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล เป็นการกำหนดคุณลักษณะของโครงสร้างข้อมูลภายในระบบประกอบด้วยเขตข้อมูล (Field) ระเบียน (Record) แฟ้มข้อมูล (File) และฐานข้อมูล (Database) ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความสัมพันธ์ และโดเมนของข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ในแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ รวมไปถึงกฎเกณฑ์ของธุรกิจขององค์กรนั้น ๆ

โครงสร้างของฐานข้อมูลจากหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่เล็กที่สุดไปหาหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ใหญ่ที่สุด ดังนี้

4.1.1.1 เขตข้อมูล (Field)

ในแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะนั้น หน่วยจัดเก็บข้อมูลที่เล็กที่สุดคือ แอตทริบิวต์ ดังนั้น ในการกำหนดหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่เล็กที่สุดของแบบจำลองข้อมูลกายภาพจึงเป็นการแปลงแอตทริบิวต์มาเป็นเขตข้อมูลนั่นเอง

เขตข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ที่สอดคล้องกับประเภทของแอตทริบิวต์ในแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ ได้แก่ 1) เขตข้อมูลที่เป็นคีย์หลัก 2) เขตข้อมูลที่เป็นคีย์นอก และ 3)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

เขตข้อมูลที่ไม่เป็นคีย์ คุณลักษณะสำคัญที่จำเป็นต้องกำหนดให้เหมาะสมสำหรับแต่ละเขตข้อมูลคือ ชนิดของข้อมูล และขนาดของข้อมูล (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 124) ดังตารางที่ 10 เนื่องจากความเร็วในการประมวลผลข้อมูลจะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังกล่าว และยังส่งผลต่อเนื้อที่จัดเก็บข้อมูลในหน่วยความจำด้วย

ตารางที่ 10 ตัวอย่างของข้อมูลที่ใช้ในฐานข้อมูล

ชนิดของข้อมูล	**คำอธิบาย**
TEXT	ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร อักขระ หรือตัวแปรที่ไม่ใช้ในการคำนวณ
NUMBER	ข้อมูลที่เป็นตัวเลขทั้งชนิดจำนวนเต็ม และชนิดจำนวนจริง
DATE	ข้อมูลที่เป็นวันที่
LOGICAL	ข้อมูลทางตรรกศาสตร์ที่มีค่าเป็นจริงหรือเท็จ
IMAGE	ข้อมูลชนิดรูปภาพ

4.1.1.2 ระเบียน (Record)

ระเบียนเป็นกลุ่มของเซ็ตข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบที่จะพัฒนา และถูกกำหนดไว้แล้วในแบบจำลองเชิงตรรกะซึ่งผ่านการปรับบรรทัดฐานแล้ว ยกตัวอย่างเช่น ระเบียนพนักงานจะประกอบด้วยเขตข้อมูลรหัสพนักงาน ชื่อ-สกุล ที่อยู่ และหมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ สำหรับการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลในส่วนของระเบียน มักจะมีเป้าหมายว่า ออกแบบโครงสร้างข้อมูลอย่างไรให้ใช้พื้นที่ในหน่วยความจำของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์คุ้มค่ามากที่สุด และสามารถเข้าถึงระเบียนข้อมูลต่าง ๆ ของฐานข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

4.1.1.3 แฟ้มข้อมูล (File)

แฟ้มข้อมูลเป็นกลุ่มของระเบียนที่มีองค์ประกอบเป็นเขตข้อมูลชุดเดียวกัน โดยแฟ้มข้อมูลจะได้จากการแปลงรีเลชันต่าง ๆ ของแบบจำลองเชิงตรรกะซึ่งผ่านการปรับบรรทัดฐานแล้ว เหมือนคุณลักษณะเฉพาะของรีเลชันที่ผ่านกระบวนการปรับบรรทัดฐานแล้ว ดังนั้น เขตข้อมูลจึงเปรียบเสมือนแอตทริบิวต์ และระเบียนเปรียบเสมือนทูเพิลในรีเลชันนั่นเอง

แฟ้มข้อมูลที่ใช้ในฐานข้อมูลสามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภทตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ดังนี้

4.1.1.3.1 แฟ้มข้อมูลหลัก (Master File) สำหรับจัดเก็บข้อมูลหลักของ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ระบบนั้น ๆ เป็นแฟ้มที่มีความถี่ในการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลค่อนข้างต่ำ เช่น แฟ้มข้อมูลพนักงาน แฟ้มข้อมูลลูกค้า และแฟ้มข้อมูลสินค้า เป็นต้น

4.1.1.3.2 แฟ้มรายการเปลี่ยนแปลง (Transaction File) สำหรับจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงจากการปฏิบัติงานของระบบนั้น ๆ เป็นแฟ้มที่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตลอดเวลาที่มีการใช้งานระบบ เช่น แฟ้มข้อมูลการซื้อสินค้า แฟ้มข้อมูลการขายสินค้า แฟ้มข้อมูลการรับเงิน และแฟ้มข้อมูลการจ่ายเงิน เป็นต้น

4.1.1.3.3 แฟ้มเอกสาร (Document File) สำหรับจัดเก็บแฟ้มเอกสาร/รายงานหนึ่ง ๆ ไว้ในระบบ จะช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลเมื่อต้องการจัดทำเอกสารฉบับเดิมซ้ำอีกครั้ง

4.1.1.3.4 แฟ้มตารางอ้างอิง (Table Lookup File) สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อความสอดคล้องกันทั้งฐานข้อมูล ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะมีความเสถียร และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง เช่น รหัสไปรษณีย์

4.1.1.3.5 แฟ้มประวัติ (Archive File) สำหรับจัดเก็บระเบียนข้อมูลที่ถูกลบหรือถูกเคลื่อนย้ายออกแฟ้มรายการเปลี่ยนแปลงที่ใช้งานในปัจจุบัน เพื่อสำรองไว้ใช้ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบหรือประมวลผลทางธุรกิจ ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลย้อนหลัง

4.1.1.3.6 แฟ้มสำหรับการตรวจสอบ (Audit File) สำหรับจัดเก็บข้อมูลประวัติการปรับปรุงข้อมูลของแฟ้มรายการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในฐานข้อมูล เพื่อใช้ซ่อมแซมข้อมูลกรณีที่ฐานข้อมูลได้รับความเสียหาย โดยอาจใช้ข้อมูลบางส่วนจากแฟ้มประวัติที่ได้จัดเก็บสำรองไว้ด้วยกัน

4.1.1.4 ฐานข้อมูล (Database)

ฐานข้อมูลเป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้ใช้ระบบสามารถเรียกใช้งานข้อมูลเหล่านั้นร่วมกันได้ โดยฐานข้อมูลที่ดีจะต้องมีคุณลักษณะ ดังนี้

4.1.1.4.1 มีโครงสร้างข้อมูลที่ชัดเจน และไม่ซับซ้อน นั่นคือสามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ ขอบเขตของข้อมูล และข้อกำหนดต่าง ๆ ได้

4.1.1.4.2 สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล นั่นคือ ข้อมูลหนึ่ง ๆ ควรถูกจัดเก็บไว้เพียงแห่งเดียว เพื่อลดความขัดแย้งของข้อมูล ซึ่งจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล

4.1.1.4.3 มีข้อมูลที่ทันสมัย และตรงกับความต้องการใช้งานขององค์กร

4.1.1.4.4 รองรับการขยายตัวของการใช้งานฐานข้อมูลในอนาคตได้

การจัดการฐานข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพสามารถใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) มาทำหน้าที่ทั้งในส่วนของการเพิ่ม/แก้ไข/ลบข้อมูลอย่างมีระเบียบ การเรียกใช้งานข้อมูลร่วมกันระหว่างแอปลิเคชันต่าง ๆ การกำหนด

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้ การจัดการเรื่องความขัดแย้งของข้อมูล และการจัดการเรื่องระบบการรักษาความปลอดภัยของฐานข้อมูล

การใช้ DBMS จะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นอิสระจากข้อมูล (Program-Data Independent) นั่นคือ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไม่จำเป็นต้องนิยามโครงสร้างข้อมูลที่ต้องการใช้งานไว้ในโปรแกรม เนื่องจากข้อมูลเหล่านั้นได้ถูกนิยาม และจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลแล้ว นอกจากนั้นแล้วการจัดการหรือเรียกใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูลก็จะทำงานผ่านทาง DBMS เช่นกัน ในปัจจุบันมีระบบจัดการฐานข้อมูลให้เลือกใช้งานได้หลากหลาย เช่น Oracle, Informix, Ingres, DB2, Sybase, SQL Server, Power Builder และ Microsoft Access เป็นต้น

5. การพัฒนาระบบ (System Implementation Phase)

5.1 การเขียนโปรแกรม (Programming) และการทดสอบระบบ (System Testing) เป็นการระบุรูปแบบการพัฒนาระบบ ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม การทดสอบระบบด้วย เทคนิคต่าง ๆ เช่น เทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Output) จากการประมวลผลโปรแกรม (Process) โดยไม่เน้นรูปแบบการเขียนโปรแกรมของโปรแกรมเมอร์

การเขียนโปรมแกรม เป็นการเขียนคำสั่งแต่ละคำสั่งอย่างเป็นลำดับขั้นตอนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง ซึ่งผ่านการคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมกับขอบเขตของระบบสารสนเทศที่ต้องการพัฒนา เนื่องจากแต่ละภาษาคอมพิวเตอร์จะมีคุณลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาระบบแตกต่างกัน ดังนี้

5.1.1 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เอื้อต่อการสร้างแอปลิเคชัน เช่น C++, Visual Basic และ Delphi เป็นต้น

5.1.2 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เอื้อต่อการสร้างเว็บแอปลิเคชัน เช่น PHP, HTML, ASP, JSP และ Java Script เป็นต้น

5.1.3 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เอื้อต่อการทำงานเชื่อมโยงกับฮาร์ดแวร์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่น C# และ Java เป็นต้น

5.1.4 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เอื้อต่อการจัดการฐานข้อมูล เช่น SQL เป็นต้น

ในระหว่างการเขียนโปรแกรม ทั้งโปรแกรมเมอร์ และนักวิเคราะห์ระบบควรร่วมกันตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Error) ด้วยการตรวจสอบรหัสโปรแกรม (Source Code) ที่ได้สร้างขึ้นกับเช็คลิสต์รายการข้อผิดพลาดที่พบบ่อยของแต่ละภาษาคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นนักพัฒนาระบบยังควรตรวจสอบข้อผิดพลาดของการทำงานตามตรรกะของรหัสโปรแกรมเป็นลำดับว่ามีตรรกะใดที่ไม่ถูกต้องบ้าง เพื่อที่จะดำเนินการแก้ไขจุดบกพร่อง (Debugging) ของโปรแกรมให้ถูกต้อง ก่อนที่จะดำเนินการทดสอบระบบในขั้นตอนถัดไป

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ผลการดำเนินงานในการเขียนโปรแกรมจะถูกรวบรวมไว้ในคู่มือการพัฒนาระบบ (Software Development Manual) เพื่ออธิบายรหัสโปรแกรม รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ ของโปรแกรมอย่างละเอียด

5.2 การจัดทำเอกสาร (Documentation) ในขั้นตอนนี้จะต่อเนื่องจากการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบ และเอกสารสรุปผลการทดสอบระบบที่ได้จากขั้นตอนการเขียนโปรแกรม และการทดสอบระบบตามลำดับ โดยนักพัฒนาระบบจะต้องจัดทำเอกสารสำคัญอีก 2 ส่วนหลัก เพื่อส่งมอบให้แก่องค์กร ประกอบด้วย

5.2.1 คู่มือการติดตั้งระบบ (System Installation Manual) เป็นอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายให้ผู้ดูแลระบบทราบว่า จะต้องกำหนดสภาพแวดล้อมของระบบคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ อย่างไรบ้าง เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้อง รวมไปถึงการอธิบายวิธีการติดตั้งระบบอย่างละเอียด และเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงผลที่เกิดขึ้นจากระบบประกอบคำอธิบายด้วย เช่น หน้าจอรายงาน หรือข้อความแจ้งเตือนต่าง ๆ เป็นต้น

5.2.2 คู่มือการใช้ (User's Manual) เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายวิธีการใช้งานระบบแต่ละฟังก์ชันอย่างละเอียด สำหรับผู้ใช้ตั้งแต่ระดับเริ่มต้นใช้งานระบบเป็นครั้งแรกว่าจะต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง โดยแสดงตัวอย่างหน้าจอการใช้งานพร้อมทั้งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากระบบประกอบคำอธิบายด้วย เช่น หน้าจอ รายงาน หรือข้อความแสดงแจ้งเตือนต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้คู่มือนี้เป็นแนวทางในการใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว

5.3 การประเมินผลระบบ (System Evaluation)

การประเมินผลระบบ จะแบ่งเป็นสองส่วน คือ การประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินผลโดยผู้ใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

5.3.1 ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อทดสอบระบบแก้ไข และจัดทำคู่มือการเรียบร้อยแล้วจะนำระบบ และคู่มือการใช้งานไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม

5.3.2 ประเมินผลโดยผู้ใช้งาน

เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขระบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจะนำระบบ และคู่มือการใช้งานไปทดลองใช้งาน และประเมินผลการใช้งาน

6. การบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance)

การบำรุงรักษาระบบ เป็นกระบวนการทำงานขั้นสุดท้ายของวงจรการพัฒนาระบบ โดยจะเริ่มดำเนินการหลังจากที่ได้ติดตั้งใช้งานระบบแล้ว ซึ่งนั่นหมายความว่าการบำรุงรักษาจะสามารถดำเนินการไปพร้อม ๆ กับการประเมินผลระบบได้ โดยระยะเวลาของการบำรุงรักษาระบบมักกำหนดไว้ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ดังนั้น หากมีข้อบกพร่องของระบบเกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลาดังกล่าว

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

นักพัฒนาระบบจะต้องเร่งดำเนินการปรับปรุงระบบ

การบำรุงรักษาระบบจะแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

6.1 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขให้ถูกต้อง (Corrective Maintenance)

การบำรุงรักษาแบบแก้ไขให้ถูกต้อง เป็นการแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานในองค์กร เนื่องจากข้อผิดพลาดบางอย่างอาจไม่ถูกค้นพบในระหว่างการทดสอบระบบ ดังนั้น เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น นักพัฒนาระบบจึงไม่ต้องรีบปรับปรุงระบบให้ถูกต้องอย่างเร่งด่วน เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายทางธุรกิจกับองค์กรนั้น ๆ การบำรุงรักษาระบบในลักษณะนี้จึงเปรียบเสมือนการักษาโรคของแพทย์ตามอาการป่วยของคนไข้นั่นเอง ซึ่งทั้งผู้ใช้ และนักพัฒนาระบบไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่าจะเกิดปัญหาขึ้นเมื่อใด

6.2 การบำรุงรักษาแบบปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม (Adaptive Maintenance)

การบำรุงรักษาแบบปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม เป็นการปรับเปลี่ยนระบบตามความต้องการใช้งานหรือสภาพแวดล้อมของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป ยกตัวอย่างเช่น กฎเกณฑ์ทางธุรกิจ (Business Rules) ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หรือการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ เช่น ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ และฮาร์ดแวร์ เป็นต้น ส่งผลให้ระบบที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนระบบให้สามารถใช้งานได้ดังเดิม ซึ่งการบำรุงรักษาระบบในลักษณะนี้มักจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายใน และภายนอกองค์กรเป็นหลัก

6.3 การบำรุงรักษา และสร้างความสมบูรณ์ (Perfective Maintenance)

การบำรุงรักษา และสร้างความสมบูรณ์ เป็นการปรับปรุงระบบในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การลดขั้นตอนการทำงานของระบบที่ไม่จำเป็น หรือการเพิ่มส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้สามารถทำงานได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งการบำรุงรักษาระบบในลักษณะนี้มักเกิดขึ้นหลังจากที่ระบบมีความเสถียรแล้วในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

6.4 การบำรุงรักษาแบบป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาแบบป้องกัน เป็นการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับระบบในอนาคต ยกตัวอย่างเช่น การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบสำรองข้อมูล และระบบกู้คืนข้อมูล รวมไปถึงการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงระบบคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การบำรุงรักษาระบบในลักษณะนี้ควรดำเนินการเป็นระยะ ๆ ตามกำหนดการ เช่น ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน หรือทุก 6 เดือน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด ซึ่งอาจสร้างความเสียหายแก่ระบบ และองค์กรอย่างรุนแรงได้

โดยทั่วไปแล้วการพัฒนาระบบสารสนเทศหนึ่ง ๆ มักใช้การบำรุงรักษาทั้ง 4 รูปแบบร่วมกัน เพื่อให้ระบบที่ติดตั้งในองค์กรสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

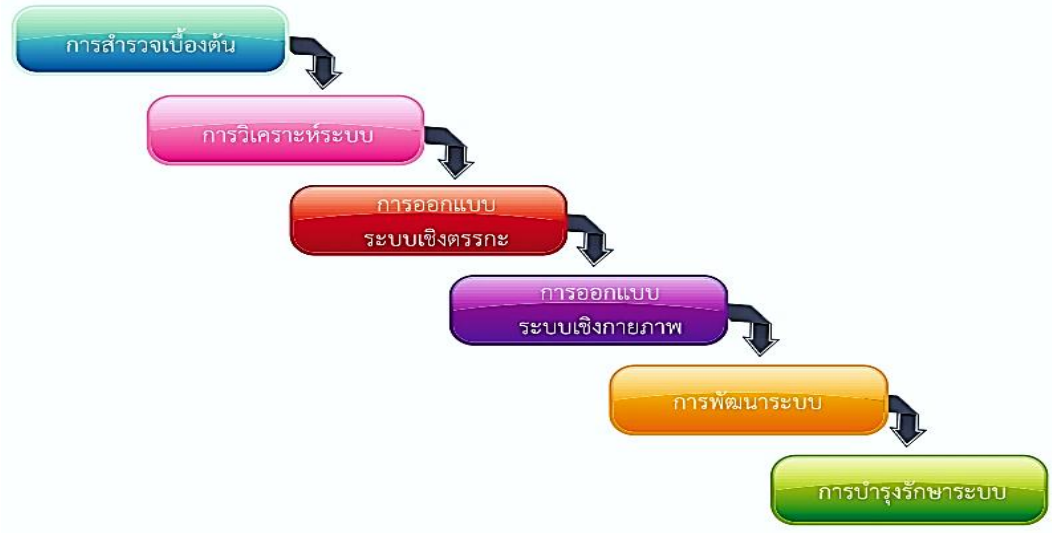
ความต้องการใช้งานให้มากที่สุด

แบบจำลองของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle Model: SDLC Model)

แบบจำลองของวงจรการพัฒนาระบบ เป็นแผนภาพที่แสดงถึงรูปแบบการดำเนินงานของ SDLC ที่มีผู้คิดค้นไว้หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีจุดเด่น และความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานกับการพัฒนาระบบที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model)

แบบจำลองน้ำตกเป็นรูปแบบการพัฒนาระบบที่นิยมใช้ในอดีตตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา จึงเรียกได้ว่าเป็นแบบจำลองดั้งเดิม (Traditional Model) โดยมีหลักการทำงานให้เสร็จในแต่ละขั้นตอนแล้วจึงจะทำงานในขั้นตอนถัดไป โดยไม่สามารถกลับไปแก้ไขข้อผิดพลาดในขั้นตอนที่ผ่านมาแล้วได้ ดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35 แบบจำลองน้ำตก (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 47)

การดำเนินงานตามรูปแบบดังกล่าวยังพบปัญหา และข้อจำกัดบางประการในการประยุกต์ใช้งาน ดังนี้

1.1 ในทางปฏิบัตินั้นการพัฒนาระบบจะไม่สามารถดำเนินการในแต่ละขั้นตอนให้เสร็จสมบูรณ์ แล้วจึงดำเนินการในขั้นตอนถัดไปได้ แต่มักมีการดำเนินการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนแบบคาบเกี่ยวกัน เช่น การสำรวจเบื้องต้นเมื่อรวบรวมข้อมูลมาได้ระดับหนึ่งจะสามารถวิเคราะห์ระบบได้เพื่อสามารถรู้ว่ายังต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกบ้าง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1.2 การวนซ้ำกลับไปทำขั้นตอนที่ผ่านมาแล้วเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในระหว่างการพัฒนาระบบ สาเหตุหลัก มีดังนี้

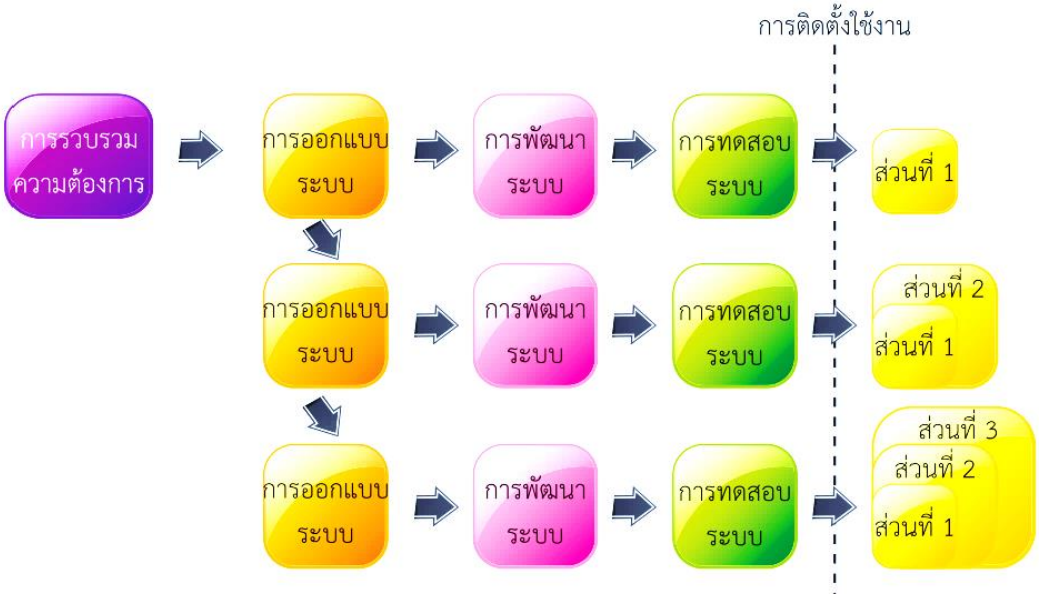
1.2.1 ในขั้นตอนสำรวจเบื้องต้นอาจได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เมื่อดำเนินการในขั้นตอนอื่น ๆ จึงเกิดปัญหาที่ทำให้โครงการไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ จนกว่าจะย้อนกลับไปค้นหาข้อเท็จจริงซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

1.2.2 ความต้องการของผู้ใช้เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา หมายความว่าสิ่งที่ผู้ใช้คิดว่าดีที่สุดในอดีต เมื่อผ่านไประยะหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงความคิดว่ายังดีไม่พอ ควรต้องเพิ่มส่วนนั้นหรือดัดแปลงส่วนนี้ จึงจะทำให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ผลที่ตามมา คือ นักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำความเข้าใจ และย้อนเข้าไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบใหม่อีกครั้ง เพื่อตัดสินใจว่าจะรับมือกับสถานการณ์นั้นอย่างไร

ปัญหาดังกล่าวได้ถูกแก้ไขโดยการปรับปรุงแบบจำลองน้ำตก ให้สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนก่อนหน้านี้ได้ เพื่อให้ได้ผลการดำเนินการที่ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ภายใต้ขอบเขตการทำงาน ซึ่งการย้อนกลับนี้สามารถย้อนกลับไปยังขั้นตอนใด ๆ ที่มีผลกระทบจากกรณีนั้น ๆ

2. แบบจำลองแบบเพิ่มผลลัพธ์ (Incremental Model)

แบบจำลองแบบเพิ่มผลลัพธ์เป็นรูปแบบการแบ่งงานในการพัฒนาระบบออกเป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนจะดำเนินการตามขั้นตอนของ SDLC ครั้งละ 1 รอบไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ระบบที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 แบบจำลองแบบเพิ่มผลลัพธ์ (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 48)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

3. แบบจำลองแบบเกลียว (Spiral Model)

แบบจำลองแบบเกลียวมีแนวคิดว่า การทำงานทุกอย่างล้วนแล้วแต่มีความเสี่ยง (Risk) ทั้งสิ้น และความเสี่ยงสามารถเกิดขึ้นได้ทุกระยะตั้งแต่เริ่มต้นโครงการไปถึงกระทั่งจบโครงการ เช่น เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบหลักในโครงการนี้ได้ลาออกจากองค์กร หรือบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์สำหรับใช้ในโครงการได้ยกเลิกผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว เป็นต้น การพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพจึงต้องมีการประเมินความเสี่ยง และหาวิธีการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมกับโครงการเป็นระยะ ๆ ซึ่งเป็นที่มาของแบบจำลองแบบเกลียวที่มีการดำเนินการตามขั้นตอนของ SDLC เป็นวงรอบ ดังนี้

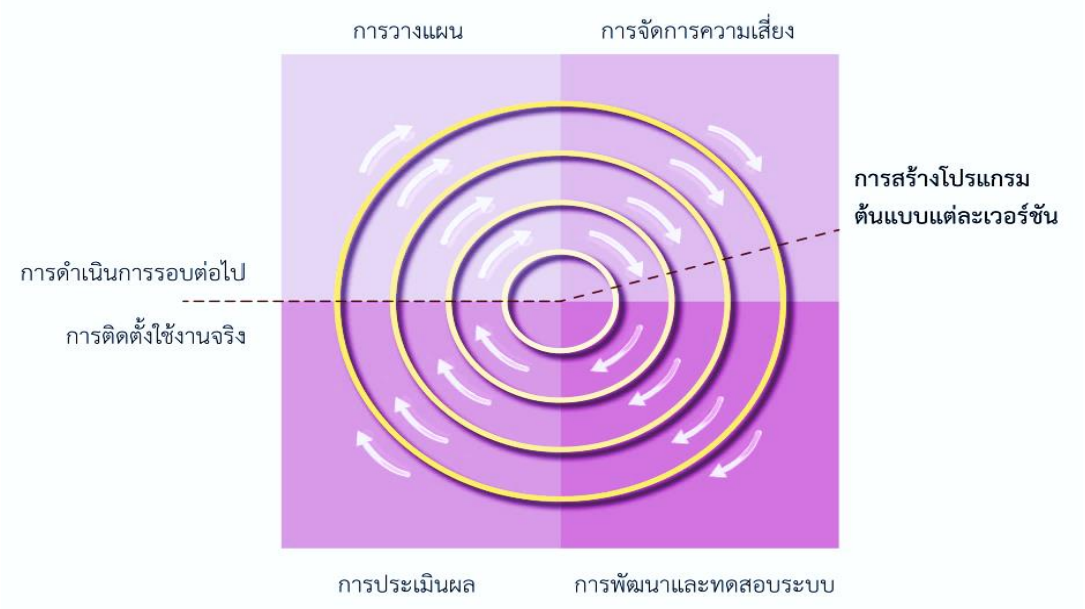
3.1 ขั้นตอนของการวางแผนการดำเนินงานในแต่ละวงรอบ ในที่นี้จะรวมถึงการปรับแผนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันด้วย

3.2 ขั้นตอนการจัดความเสี่ยง ในขั้นตอนนี้จะมีการสร้างโปรแกรมต้นแบบเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ และกำหนดแนวการในการจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละวงรอบ

3.3 ขั้นตอนการพัฒนา และทดสอบระบบ เป็นการนำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1 และ 3.2 มาพัฒนาระบบแต่ละเวอร์ชัน จากนั้นจึงทดสอบระบบตามหลักการวิศวกรรมซอฟต์แวร์

3.4 ขั้นตอนการประเมินผลระบบ จะทำโดยผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย จากนั้นจึงติดตั้งเพื่อใช้งานระบบเวอร์ชันนั้น ๆ

ในกรณีที่ระบบมีความครบถ้วนสมบูรณ์ก็สามารถส่งมอบงานได้ แต่ถ้าระบบยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานในรอบถัดไป ดังภาพที่ 37

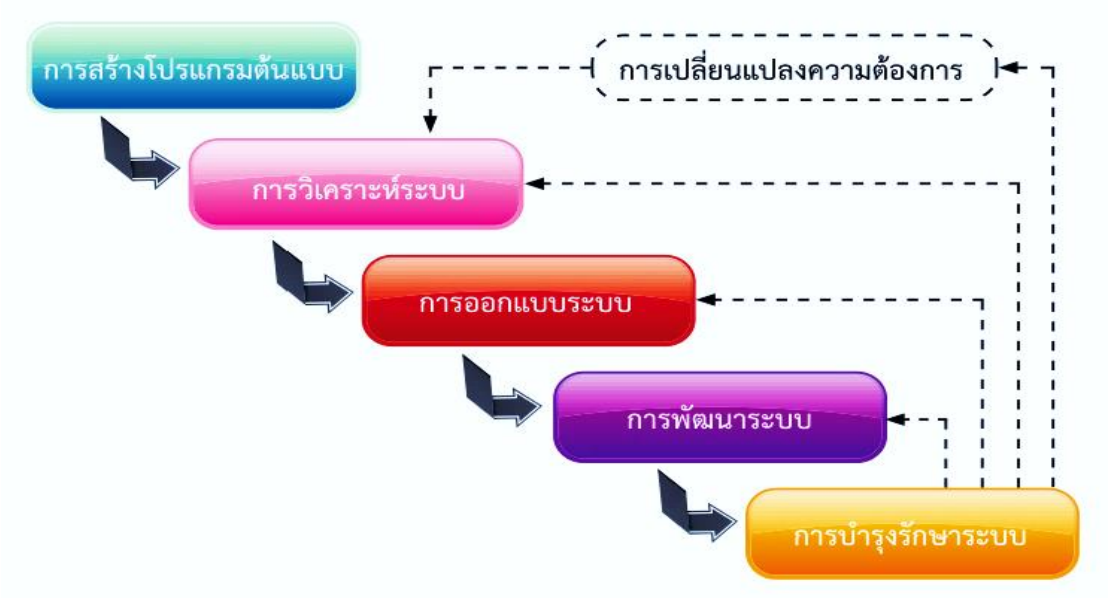


ภาพที่ 37 แบบจำลองแบบเกลียว (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 49)

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

4. แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้น (Rapid Prototyping Model)

แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้น ได้พัฒนาต่อเนื่องมาจากแบบจำลองน้ำตก ซึ่งพบว่าการสำรวจข้อมูลความต้องการใช้งานระบบจากผู้ใช้งานแต่ละฝ่ายมักจะมีอุปสรรคจากการที่ผู้ใช้ไม่สามารถจินตนาการได้ว่าสิ่งที่พวกเขาต้องการจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างไร และครอบคลุมความต้องการใช้งานครบถ้วนแล้วหรือไม่ ดังนั้น การสร้างโปรแกรมต้นแบบที่มีฟังก์ชันการทำงาน และรูปแบบรายงานต่าง ๆ เทียบได้กับระบบงานที่จะพัฒนาจริง แต่ยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูล และยังไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จะช่วยให้ผู้ใช้ระบบสามารถมองเห็นภาพรวมทั้งหมดของระบบก่อนเริ่มดำเนินการวิเคราะห์ และออกแบบระบบต่อไป ดังภาพที่ 38



ภาพที่ 38 แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้น (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 50)

ข้อควรระวังของการใช้แบบจำลองที่มีการสร้างโปรแกรมต้นแบบในระยะเริ่มต้นของ SDLC คือ นักพัฒนาระบบจะต้องตระหนักถึงที่มาของโปรแกรมต้นแบบว่าได้สร้างขึ้นอย่างรวดเร็ว และผ่านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถระบุความต้องการใช้งานระบบที่แท้จริงของผู้ใช้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น เมื่อบรรลุวัตถุประสงค์แล้วจึงควรยกเลิกการใช้งานโปรแกรมต้นแบบนั้นอย่างเด็ดขาด และพัฒนาระบบขึ้นมาใหม่ตามหลักการวิศวกรรมซอฟต์แวร์

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงจรการพัฒนาระบบ มีดังนี้

สุชาดา กรเพชรปาณี และคณะ (2557) พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับละ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จำนวน 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่หนึ่ง เป็นการจัดทำคลังข้อสอบโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL และคัดเลือกข้อสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2533 ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 4.1.7 ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์บรรจุในคลังข้อสอบ ขั้นตอนที่สอง เป็นการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP พัฒนาโปรแกรมใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล และใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) (Elliott, 2004) และขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ของ Thompson and Weiss (2011) ที่ใช้กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ และขั้นตอนที่สาม เป็นการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยให้นักเรียนที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1,091 คน จำแนกเป็นชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 224 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 432 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 435 คน ทำการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ใน website://www.onetcat.net ตั้งแต่วันที่ 9 มิถุนายน ถึง 21 มิถุนายน พ.ศ. 2557 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่ใช้โปรแกรมด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ที่พัฒนาขึ้น เป็นโปรแกรมการจัดการทดสอบในรูปแบบของ Web Application ในwebsite://www.onetcat.net มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ทั้งในด้านความสะดวกในการใช้งาน ความถูกต้องในการใช้งาน ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม และความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม

ธวัชชัย ศรีพรงาม, เสรี ชัดแช้ม และ ม.ร.ว. สมพร สุทัศนีย์ (2558) ศึกษาการพัฒนาระบบคลังรูปภาพที่สื่อความหมายทางด้านอารมณ์ความรู้สึกในบริบทของคนไทย การวิจัยนี้ได้รวบรวมรูปภาพที่สื่อความหมายทางด้านอารมณ์ความรู้สึกในบริบทของคนไทย ตรวจสอบคุณภาพของรูปภาพและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบคลังรูปภาพที่สื่อความหมายทางด้านอารมณ์ความรู้สึกในบริบทของคนไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นคนสัญชาติไทยอายุระหว่าง 18 ปี ถึง 60 ปี ไม่จำกัดเพศ ระดับการศึกษา และสถานภาพสมรส จำนวน 664 คน เลือกตัวอย่างแบบตามสะดวก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สำหรับกระบวนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมตามแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสำรวจเบื้องต้น 2) การวิเคราะห์ระบบ 3) การออกแบบระบบเชิงตรรกะ 4) การออกแบบระบบเชิงกายภาพ 5) การพัฒนาระบบ และ 6) การบำรุงรักษาระบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบคลังรูปภาพพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาพีเอชพี (Professional Home Page) ระบบฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) ทำงานหลักบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ประเมินผลการใช้งานของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) รูปภาพที่สื่อความหมายทางด้านอารมณ์ความรู้สึกในบริบทของคนไทย ผ่านการตรวจสอบคุณภาพรายรูปภาพจำนวนทั้งสิ้น 315 ภาพ จำแนกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ ด้านความประทับใจ จำนวน 115 ภาพ ด้านการตื่นตัว จำนวน 108 ภาพ และด้านการมีอิทธิพล จำนวน 92 ภาพ 2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบคลังรูปภาพพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) สามารถทำงานออนไลน์ได้และจัดเก็บรูปภาพที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จำนวน 315 ภาพ จำแนกตามลักษณะอารมณ์ความรู้สึกในแต่ละด้านทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความประทับใจ (ลักษณะไม่ประทับใจ ลักษณะเฉย ๆ และลักษณะประทับใจมาก) ด้านการตื่นตัว (ลักษณะสงบ ลักษณะเฉย ๆ และลักษณะตื่นเต้น) และ ด้านการมีอิทธิพล (ลักษณะมีอิทธิพลด้อยกว่าหรือกลัว ลักษณะเฉย ๆ และลักษณะมีอิทธิพลเหนือกว่าหรือไม่กลัว) สำหรับใช้ประเมินอารมณ์ความรู้สึกของคนไทย โปรแกรมง่ายต่อการใช้งานและสะดวกในการค้นหารูปภาพประกอบอารมณ์ความรู้สึก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบคลังรูปภาพสามารถเข้าถึงได้ที่ http://www.thaiapbs.khonit.net

นุภาพรรณ ปลื้มใจ และคณะ (2558) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาโปรแกรม ใช้ MySQL เป็นระบบในการจัดการฐานข้อมูลซึ่งสามารถเชื่อมต่อถึงกันโดยตรงผ่าน Unix Socket และ ใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งในการเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์ และออกแบบโปรแกรม เป็นขั้นตอนที่วิเคราะห์รูปแบบวัตถุประสงค์ของโปรแกรม รวมทั้งวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เพื่อหา Source Destination และการจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของโปรแกรมทั้งข้อมูล และการทำงานของโปรแกรมการทดสอบ 2) ออกแบบฐานข้อมูลเป็นขั้นตอนที่ออกแบบลักษณะของข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บลงในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น 3) พัฒนาโปรแกรมเป็นขั้นตอนที่นำรูปแบบโครงสร้างของหน้าจอต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้ และข้อสอบที่วิเคราะห์ไว้แล้วมาพัฒนาโปรแกรมตามวัตถุประสงค์ 4) ทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมเป็นขั้นตอนของการทดลองใช้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อค้นหา และแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการพัฒนา 5) จัดทำคูมือการใช้โปรแกรม เป็นขั้นตอนที่จัดทำเอกสารการใช้งานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ 6) ประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน เป็นขั้นตอนผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่า ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นว่าโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งในด้านความสะดวกในการนำไปใช้ และด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม (Mean = 3.95, SD = 0.63)

สุชาดา สกลกิจรุ่งโรจน์ และคณะ (2558) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับมาตรวัดความสุขของคนไทย โดยใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม ทำการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมด้วยการสร้างแบบจำลองกระบวนการ และแบบจำลองข้อมูล รวมทั้งกำหนดรายละเอียดองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนี้ 1) คัดเลือกข้อคำถามเริ่มต้นที่ให้ค่าสารสนเทศสูงที่สุด ณ ตำแหน่งค่าคุณลักษณะแฝงเริ่มต้นเท่ากับ 0.0 2) ประมาณค่าคุณลักษณะแฝงของผู้ทดสอบด้วยวิธีการ Expected a Posteriori (EAP) 3) คัดเลือกข้อคำถามข้อถัดไป โดยใช้ผลการประมาณค่าคุณลักษณะแฝงที่ได้จากกระบวนการก่อนหน้ามาเป็นข้อมูลสำหรับการเลือกข้อคำถามข้อถัดไปที่ให้ค่าสารสนเทศสูงที่สุด ณ ตำแหน่งค่าคุณลักษณะแฝงที่ประมาณค่าได้ และ 4) ยุติการทดสอบ โดยกำหนดเกณฑ์การยุติการทดสอบเมื่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าคุณลักษณะแฝงมีค่าต่ำกว่า 0.30 หรือข้อคำถามหมดคลัง โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับมาตรวัดความสุขของคนไทย สร้างขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ใช้ซอฟต์แวร์ MySQL เป็นระบบในการจัดการฐานข้อมูล ใช้ภาษา PHP ในการเขียนโปรแกรม แล้วจึงทดสอบระบบโดยใช้เทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ จากนั้นจึงจัดทำคู่มือการใช้งานแล้วนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เพื่อประเมินผลโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งาน ผลการวิจัยปรากฏว่า โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับมาตรวัดความสุขของคนไทย สามารถเข้าใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา เมื่อมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ผ่านทางเว็บไซต์ http://www.thscat.com/Test การทดลองใช้ และผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับมาตรวัดความสุขของคนไทย เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานเป็นอย่างดี ซึ่งชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เพื่อวัดความสุขของคนไทย

จารุจิตร สิทธิปรุ และคณะ (2559) ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาโปรแกรมใช้ MySQL เป็นระบบในการจัดการฐานข้อมูล และใช้ภาษา SQL เป็นคำสั่งในการเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล ผู้วิจัยได้พัฒนา

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์ และออกแบบโปรแกรม เป็นขั้นตอนที่วิเคราะห์รูปแบบวัตถุประสงค์ของโปรแกรม รวมทั้งวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เพื่อหา Source Destination และการจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของโปรแกรมทั้งข้อมูล และการทำงานของโปรแกรมการทดสอบ 2) ออกแบบฐานข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ออกแบบลักษณะของข้อมูลที่ตองการจัดเก็บลงในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น 3) พัฒนาโปรแกรม เป็นขั้นตอนที่นำรูปแบบโครงสร้างของหน้าจอต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้และข้อสอบที่วิเคราะห์ไว้แล้วมาพัฒนาโปรแกรมตามวัตถุประสงค์ 4) ทดสอบ และแก้ไขโปรแกรม เป็นขั้นตอนของการทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อค้นหา และแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการพัฒนา 5) จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม เป็นขั้นตอนที่จัดทำเอกสารการใช้งานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ 6) ประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน เป็นขั้นตอนผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่า ผู้ทดลองใช้มีความคิดเห็นว่าโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งในด้านความสะดวกในการนำไปใช้ และด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม (Mean = 3.84, SD = 1.10)

Chakraborty, Baowaly, Arefin, and Bahar (2012) ได้ศึกษาบทบาทของวิศวกรรมความต้องการ (Requirement Engineering) ในวงจรการพัฒนาระบบ วิศวกรรมความต้องการเป็นกระบวนการที่จะทำให้วิศวกรซอฟต์แวร์เข้าใจ และเข้าถึงความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง ด้วยการสกัดความต้องการ ตรวจสอบ และนิยามความต้องการ เพื่อนำไปสร้างเป็นข้อกำหนดความต้องการด้านระบบ หรือซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาระบบในขั้นตอนต่อไป ด้วยความสำคัญของวิศวกรรมความต้องการที่มีบทบาทอย่างยิ่งในทุกขั้นตอนของการพัฒนาระบบปัจจุบันจึงมีการพัฒนาแนวทางการดำเนินการตามแนวคิดของวิศวกรรมความต้องการอย่างหลากหลาย แต่แนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ได้แก่ Object-Based และ Problem Domain-Based Approaches งานวิจัยนี้จึงได้นำระบบของโรงพยาบาลมาวิเคราะห์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิศวกรรมความต้องการที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าแนวทางการวิเคราะห์ความต้องการตามวิธีการแบบ Object-Based และ Problem Domain-Based Approached ยังมีข้อจำกัดบางประการในการนำไปใช้ซึ่งอาจต้องเลือกใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมมากกว่า

Kumar and Chandwal (2013) ได้เปรียบเทียบโมเดลวงจรการพัฒนาระบบ ปี ค.ศ. 2013 (SDLC-2013 Model) เทียบกับโมเดลวงจรการพัฒนาระบบอื่น ๆ โดยใช้ The Constructive Cost Model (COCOMO) ซึ่งเป็นโมเดลสำหรับการประมาณค่าความคุ้มค่า และความคุ้มทุนของการพัฒนาโปรแกรมเป็นโมเดลในการเปรียบเทียบผลการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ได้จาก Waterfall Model, Prototype Model, Incremental Model และ SDLC-2013 Model ซึ่งโมเดลต่าง ๆ

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

เหล่านี้มีแนวคิด และโครงสร้างในการพัฒนาแตกต่างกัน รวมทั้งมีความเหมาะสมในการนำไปใช้แตกต่างกันด้วย ความแตกต่างทางโครงสร้างดังกล่าวหากนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตัวเดียวกัน ก็จะส่งผลให้ Lines of Code (LOC) ในการพัฒนาโปรแกรมแตกต่างกันซึ่งผลปรากฏว่า SDLC-2013 Model มีประสิทธิภาพมากกว่า Waterfall Model, Prototype Model, และ Incrementa Model ทั้งในด้านการประหยัดค่าใช้จ่าย เวลา และแรงงาน

Kumar, Zadgaonkar, and Shukla (2013) ได้ศึกษาความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้โมเดลวงจรการพัฒนาระบบ ปี ค.ศ. 2013 (SDLC-2013 Model) ซึ่งเป็นโมเดลที่พัฒนาขึ้น และให้ความสำคัญกับความพึงพอใจของลูกค้า และเพิ่มคุณภาพการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความคุ้มค่าทั้งด้านเวลา และค่าใช้จ่าย โมเดลที่พัฒนาขึ้นนี้เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างลูกค้า และผู้พัฒนาระบบเพื่อให้เกิดความเข้าใจในความต้องการของลูกค้ามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้พัฒนาระบบเข้าใจความต้องการทางระบบของลูกค้าเป็นอย่างดีตั้งแต่ช่วงเริ่มงาน มีค่าใช้จ่ายต่ำขณะที่สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ทันเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่ำ แต่มีความเกี่ยวข้องกับลูกค้า มีการรับประกันความสำเร็จ และได้รับความพึงพอใจจากลูกค้าสูง อีกทั้งโมเดลยังมีความยืดหยุ่น มีช่วงระยะเวลาสำหรับการพัฒนาสั้น และมีผลลัพธ์เป็นที่น่าพึงพอใจ

Barjtya, Sharma, and Rani (2017) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบ SDLC ทั้งหมดและวิธีการลูกผสมอื่น ๆ ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยอธิบายถึงข้อดี และข้อเสียของโมเดลต่าง ๆ ที่มีอยู่ ข้อจำกัดต่าง ๆ และแนวทางการใช้ประโยชน์ โดยได้กล่าวถึงแบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองดั้งเดิม (Traditional Model) ของ SDLC ซึ่งมีหลักการทำงานโดยให้ดำเนินการให้เสร็จในแต่ละขั้นตอนแล้วจึงทำงานต่อในขั้นต่อไป แต่ไม่มีทางเลือกสำหรับการย้อนกลับซึ่งผลที่เกิดในระยะถัดไปก็มาจากผลของระยะก่อนหน้านี้ แบบจำลองน้ำตกนั้นง่ายต่อการจัดการและเข้าใจได้ง่าย แต่ในบางสถานการณ์จะทำให้โครงการล่าช้า เนื่องจากการที่จะย้ายไปขั้นต่อไปก็ต้องให้ขั้นตอนแรกเสร็จสมบูรณ์เสียก่อน และจากการศึกษานี้ยังพบว่าระเบียบวิธีการพัฒนาระบบ (System Development Methodology) แบบ Agile เป็นรูปแบบที่ดีกว่าแบบอื่นทั้งในเรื่องประสิทธิภาพ รอบเวลาที่เร็วขึ้น และการวิเคราะห์ความเสี่ยง

Habibi, Jha, Sinha, and Choudhary (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับโมเดลของวงจรพัฒนาซอฟต์แวร์แนวทางใหม่ (A Novel Software Development Life Cycle Model) ที่สามารถออกแบบวงจรพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) ให้ใช้ได้กับการเปลี่ยนแปลง และความต้องการอย่างต่อเนื่องตามขั้นตอนแบบขั้นต่อขั้น และปรับใช้กับผลิตภัณฑ์ในการทำซ้ำแบบครั้งเดียว และสามารถยกระดับของผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ ผลการศึกษาพบว่าความแตกต่างระหว่างโมเดลของวงจรพัฒนาซอฟต์แวร์แนวทางใหม่ และโมเดลแบบก้าวหน้า

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

(Incremental Model) คือ โมเดลของวงจรพัฒนาซอฟต์แวร์แนวทางใหม่สามารถจบงานได้ภายในการทำซ้ำเพียงครั้งเดียว ในขณะที่โมเดลแบบก้าวหน้าจบงานด้วยชุดของการทำซ้ำเพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์ โมเดลของวงจรพัฒนาซอฟต์แวร์แนวทางใหม่มีกรอบเวลาที่สั้นจึงสามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ในเวลาอันรวดเร็ว ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลงเนื่องจากการทำซ้ำเพียงครั้งเดียว และเนื่องจากความจำเป็นในการกำหนดกรอบเวลาให้สั้น จึงส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการใช้โมเดลของวงจรพัฒนาซอฟต์แวร์แนวทางใหม่ จึงต้องเลือกระหว่างกรอบเวลาหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โมเดลนี้จึงเหมาะกับงานที่ใช้การทำซ้ำแบบครั้งเดียว และงานที่ต้องการให้สำเร็จโดยควบคุมเรื่องค่าใช้จ่าย คุณภาพ ตารางเวลา และความสำเร็จเป็นสำคัญ

Abadi et al. (2018) ได้ศึกษาการออกแบบระบบเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต และกำไรให้กับบริษัทที่ยังคงใช้การซื้อขายแบบ manual โดยใช้การซื้อขายออนไลน์เข้ามาช่วย รูปแบบของการทำงานได้นำวิธีการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) มาใช้ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบได้แก่ PHP programming language, MySQL Database และ Adobe Photoshop CS3 ซึ่งประกอบด้วยการค้นหาผลิตภัณฑ์ รายการ การส่งของ และการยืนยันการจ่ายเงิน รวมถึงการควบรวมเครือข่ายคลังสินค้าทั้งหมด โดยปกติการทำงานร่วมกัน และธุรกรรมระหว่างคนทำธุรกิจภายในเทคโนโลยีออนไลน์อาจเกี่ยวโยงถึง กลุ่มธุรกิจต่อธุรกิจ (B2B) ธุรกิจต่อผู้บริโภค (B2C) ผู้บริโภคต่อธุรกิจ (C2B) และผู้บริโภคต่อผู้บริโภค (C2C) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) สร้างรูปแบบการทำธุรกรรมการซื้อขายด้วยระบบออนไลน์ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการขายผลิตภัณฑ์ 2) ระบบการทำธุรกรรมการซื้อขายออนไลน์เพื่อใช้ยืนยัน และตรวจสอบการทำธุรกรรมช่วยให้งานสำเร็จได้เร็วขึ้น และง่ายขึ้น

Ahmar et al. (2018) ได้ศึกษาการออกแบบระบบข้อมูลการประชุมแบบ web-based (eConf) เพื่อใช้ในการจัดการระบบข้อมูลในการจัดสัมมนาที่สามารถอำนวยความสะดวกเรื่องข้อมูลของผู้ลงทะเบียนได้ โดยการพัฒนาระบบข้อมูลใช้วิธีการของวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งในส่วนของการลงทะเบียนในการสัมมนาจะมีรูปแบบการลงทะเบียนสำหรับผู้เข้าร่วม และผู้พูด ระบบจะแสดงให้เห็นผู้เข้าร่วมสัมมนาและสถานะบทคัดย่อของผู้พูด หน้าการจัดการเป็นหน้าที่มีประโยชน์มากในการแสดงให้เห็นข้อมูล ตรวจสอบ และเปลี่ยนสถานะบทคัดย่อของผู้ลงทะเบียนที่ได้ส่งเข้ามาว่าได้รับการตอบรับหรือปฏิเสธ เมื่อได้รับการตอบรับผู้เข้าร่วมสามารถทำการจ่ายเงิน อัพโหลดบทความ และพิมพ์บัตรเชิญสำหรับผู้เข้าร่วมสัมมนาได้ ซึ่งจากการพัฒนา และดำเนินการของระบบข้อมูลการประชุมนี้ จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าระบบข้อมูลนี้ช่วยให้คณะกรรมการที่จัดงานสัมมนาทำงานได้ง่ายขึ้น และลดขั้นตอนการทำงานลง เนื่องจากงานส่วนใหญ่สามารถดำเนินการได้จากในระบบ eConf นี้

Akbar et al. (2018) ได้ศึกษาวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Life Cycle: SDLC) รูปแบบใหม่ที่เรียกว่า AZ-Model โดยเพิ่มกิจกรรมใหม่ใน SDLC โปรแกรมนี้สามารถเอาแก้ไขข้อจำกัดของรูปแบบเดิม และมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ภายในกรอบระยะเวลาที่กำหนด และยังได้ทำการเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อทดสอบความถูกต้องของ AZ-Model สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ โมเดลได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การมีส่วนร่วมของลูกค้า 2) การพัฒนา และ 3) การนำไปใช้ ลูกค้าจะมีส่วนร่วมใน SDLC จนกระทั่งจุดสิ้นสุดของการออกแบบ การมีส่วนร่วมที่มีประสิทธิภาพช่วยลดความเสี่ยงในการเปลี่ยนแปลงความต้องการต่าง ๆ นอกจากนี้ ก่อนที่จะไปสู่ขั้นตอนการพัฒนา มีการทดสอบขั้นตอนการออกแบบเพื่อวิเคราะห์และลดความเสี่ยงโดยใช้ร่วมกับการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ การกำหนดกรอบระยะเวลา และการจัดการที่ดีช่วยให้ส่งมอบงานได้ทันเวลาการจัดการงานช่วยให้แต่ละขั้นตอน แต่ละงานอย่างมีการจัดการที่ดี และทรัพยากรที่มีถูกใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้น กรอบระยะเวลาที่เหมาะสม และการวางแผนงานที่ดี จะช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับองค์กร มีการทำแบบสอบถามกจากผู้ใช้เพื่อดูว่าโมเดลสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า AZ-Model มีประสิทธิภาพอย่างมากสำหรับองค์การในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพภายใต้กรอบระยะเวลา และค่าใช้จ่ายที่กำหนด

Ibadurrahman, Wikusna, and Suryatiningsih (2018) ได้ศึกษาการออกแบบโปรแกรมบนเว็บเพื่อการจัดเก็บข้อมูล และการอภิปรายผลเพื่อการทดลอง เพื่อช่วยให้อาจารย์ผู้สอนได้รู้ว่านักศึกษามีความพร้อมสำหรับการสอบมากน้อยเพียงใด และช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียน และคาดการณ์ได้ว่าทำได้ดีเพียงใดในการสอบ โปรแกรมนี้สร้างขึ้นโดยใช้ HTML, CSS, PHP Program Language และ PHP MyAdmin Storage ร่วมกับการวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC) โดยใช้วิธีแบบ Waterfall Model การวิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบระบบ ออกรหัส ทำการทดสอบ และนำไปปฏิบัติ ด้วยการใช้โปรแกรมบนเว็บเพื่อการจัดเก็บข้อมูล และการอภิปรายผลเพื่อการทดลอง ผลการศึกษาพบว่านักศึกษา และอาจารย์ผู้สอนสามารถเห็นความก้าวหน้าของพวกเขาที่ผ่านมาได้

Dalang and Kusniyati (2019) ได้ศึกษาการออกแบบระบบจัดการสินทรัพย์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) เพื่อแทนที่วิธีแบบเก่าที่ใช้อยู่ซึ่งใช้วิธีแบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) ของ SDLC โมเดล (System Development Life Cycle Model: SDLC Model) หรือที่เรียกอีกอย่างว่า แบบจำลองดั้งเดิม (Classic Life Cycle Model) โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้ การวิเคราะห์ ออกแบบ ถอดรหัส ทดสอบ และการสนับสนุน การสร้างระบบการจัดการสินทรัพย์แบบร่างสำหรับสินค้า โดยคาดว่าจะช่วยเร่งกระบวนการการทำรายงานในการใช้สินทรัพย์ IT ของสินค้า และลดความผิดพลาดของข้อมูล เพื่อให้ได้รายงานที่สามารถเชื่อถือได้ ผลการศึกษาวิจัย สรุปได้ดังนี้ 1) หลังเสร็จขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ และนำไปใช้ ได้ข้อสรุป

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

และข้อแนะนำว่าระบบการจัดการสินทรัพย์ IT ช่วยให้เข้าสู่โปรแกรมได้ง่ายขึ้น 2) ด้วยโปรแกรมนี้ ทีม IT สามารถรับรู้ และความคุมสินทรัพย์ IT หาข้อมูลได้รวดเร็ว แม่นยำ และเชื่อถือได้ 3) รายงานที่มีความสมบูรณ์มากกว่านี้จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจ 4) เพิ่มลักษณะ และความสามารถเพื่อให้ง่ายต่อผู้ใช้งานเพื่อให้ระบบนี้เป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับการตัดสินใจที่ถูกต้อง 5) เนื่องจากโปรแกรมนี้ใช้เฉพาะกับข้อมูลสินทรัพย์ IT คาดว่าจะมีการเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมนี้กับระบบการจัดซื้อสินค้า และคำนวณค่าใช้จ่าย 6) รหัสผ่านต้องอยู่ระหว่าง 10-12 ตัวอักษร และมีความซับซ้อน เพื่อความปลอดภัยสูงสุด 7) ทำการวิจัยในเชิงลึกเพื่อให้ระบบการจัดการสินทรัพย์สามารถประยุกต์ใช้ได้กับฝ่ายนำเข้าส่งออก และฝ่ายขนส่ง

Hall, Shepherd, and Coull (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาความปลอดภัยของโปรแกรมบน Web Application โดยระบุพฤติกรรมที่น่าสงสัยจากเนื้อหาโปรแกรมบน Web Application โดยใช้เครื่องมือ Black Watch ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบ Python-based ที่ทำการวิเคราะห์เหตุการณ์ที่น่าสงสัยที่เกิดขึ้นบนโปรแกรมของเว็บลูกค้า จากการศึกษาที่ผ่านมา Black Watch มีประสิทธิภาพในการตรวจพบการบุกรุกจากผู้ใช้ทั้งที่ได้รับอนุญาต และไม่ได้รับอนุญาต นอกจากนี้ ผู้ใช้งาน และผู้พัฒนายังกล่าวด้วยว่า Black Watch ใช้งานได้ง่าย และสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมที่มีอยู่ได้อย่างดี ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันองค์กรไม่สามารถใช้เพียงการป้องกันการบุกรุกได้ แต่ต้องให้ความสำคัญกับการตรวจจับสัญญาณการบุกรุกตั้งแต่แรกเริ่ม การสามารถตรวจจับได้อย่างแม่นยำเบื้องต้น ช่วยเพิ่มความสามารถให้องค์กรในตอบสนองเพื่อชะลอการบุกรุกนั้น วิธีการที่ใช้ตรวจจับในปัจจุบันมักขาดการรูปแบบที่จำเป็นในการเพิ่มอัตราการตรวจจับทำให้เกิดการบุกรุกเข้ามาโดยไม่มีการแจ้งเตือน Black Watch ถูกพัฒนามาเพื่อเพิ่มระดับการรับรู้ของการบุกรุกโดยทำงานร่วมกับเนื้อหาของโปรแกรมในเว็บในตัวมันเอง โดยการติดตั้งจุดในโปรแกรมที่พฤติกรรมที่น่าสงสัยสามารถตรวจพบได้ ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถระบุพฤติกรรมของผู้ใช้งานได้อย่างแม่นยำโดยไม่ปรากฏให้ผู้ใช้งานเห็น พฤติกรรมนี้สัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมบนเว็บเพื่อระบุรูปแบบการใช้งานของผู้ใช้ว่ามีพฤติกรรมที่น่าสงสัยหรือไม่ ถ้ามีการบุกรุกเกิดขึ้นจะเกิดการตอบสนองที่เหมาะสม

Zen, Al Ikhsan, and Purwant (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการจัดการข้อมูลการสั่งซื้อเพื่อการซ่อมบำรุงส่วนงานของเครื่องจักรแบบออนไลน์ เมื่อเครื่องจักรมีปัญหาแบบฟอร์มใบงานซ่อมบำรุง (MWO) จะต้องถูกส่งไปยังฝ่ายเครื่องกลเพื่อให้เข้ามาแก้ไขปัญหา โดยแบบฟอร์มนี้จะถูกส่งแบบ Manual ทำให้หลายครั้งที่แบบฟอร์มนี้ถูกละเลย เมื่อเครื่องจักรซ่อมเสร็จก่อนที่แบบฟอร์มจะมาถึง แบบฟอร์มนี้ยังต้องนำไปเข้ารายงานในไฟล์ Excel เพื่อจัดการระบบข้อมูล งานวิจัยนี้จึงนำกรณีนี้มาเป็นกรณีศึกษา โดยใช้วงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) และระบบจัดการวัสดุโมเดล UML (Unified Modelling Language) ผลการศึกษาปรากฏว่า การใช้แบบฟอร์มใบงานซ่อมบำรุงแบบออนไลน์ สามารถส่งการ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

แจ้งเตือนในบริเวณที่ติดตั้ง และแบบฟอร์มใบงานซ่อมบำรุงสามารถจัดเก็บในรูปแบบดิจิตอลได้

จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ พบว่ามีการนำวงจรการพัฒนาระบบมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในด้านต่าง ๆ หลากหลายรูปแบบ เช่น การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบคลังรูปภาพ การออกแบบระบบเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต การออกแบบระบบเพื่อใช้ในการจัดการระบบข้อมูล การออกแบบระบบจัดการสินทรัพย์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาความปลอดภัยของโปรแกรมบน Web Application เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบว่าวงจรการพัฒนาระบบมีโมเดลให้เลือกใช้หลายรูปแบบ แต่ละโมเดลมีความเหมาะสมกับบริบทที่แตกต่างกัน และผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่านักวิจัยมีแนวโน้มที่จะศึกษาโมเดล SDLC ในรูปแบบใหม่เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของรูปแบบเดิม ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถนำวงจรการพัฒนาระบบมาประยุกต์กับการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

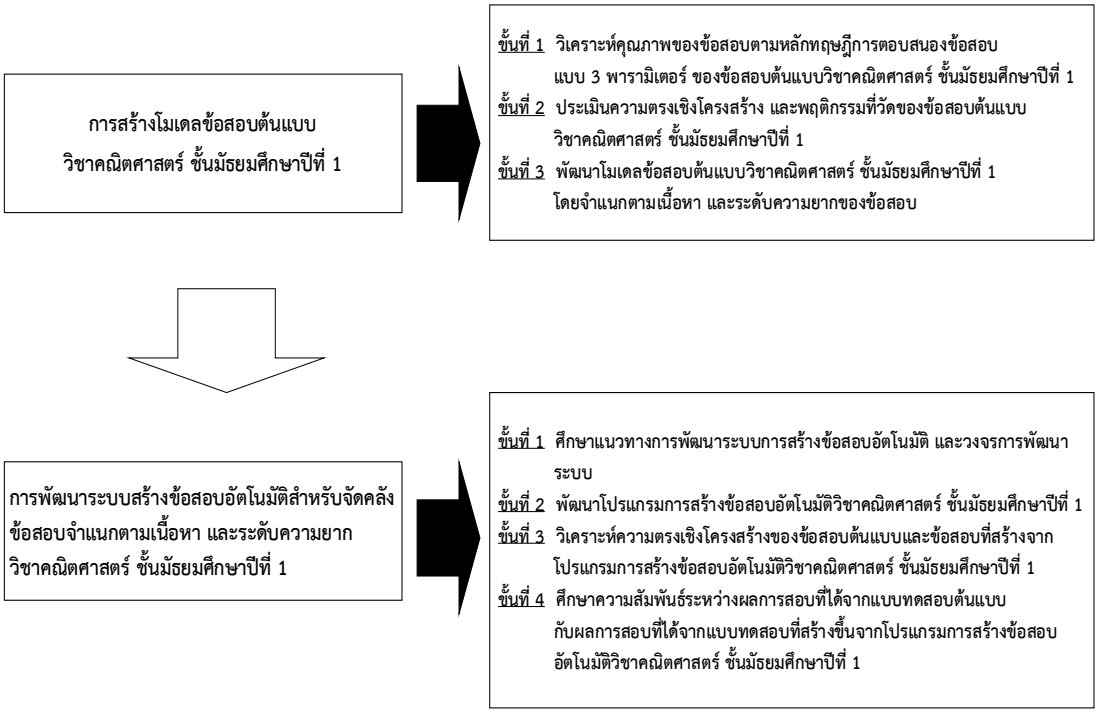
การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวิจัยนี้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน มีวิธีการดำเนินการวิจัย 2 ระยะ ดังภาพที่ 39



ภาพที่ 39 วิธีดำเนินการวิจัย

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

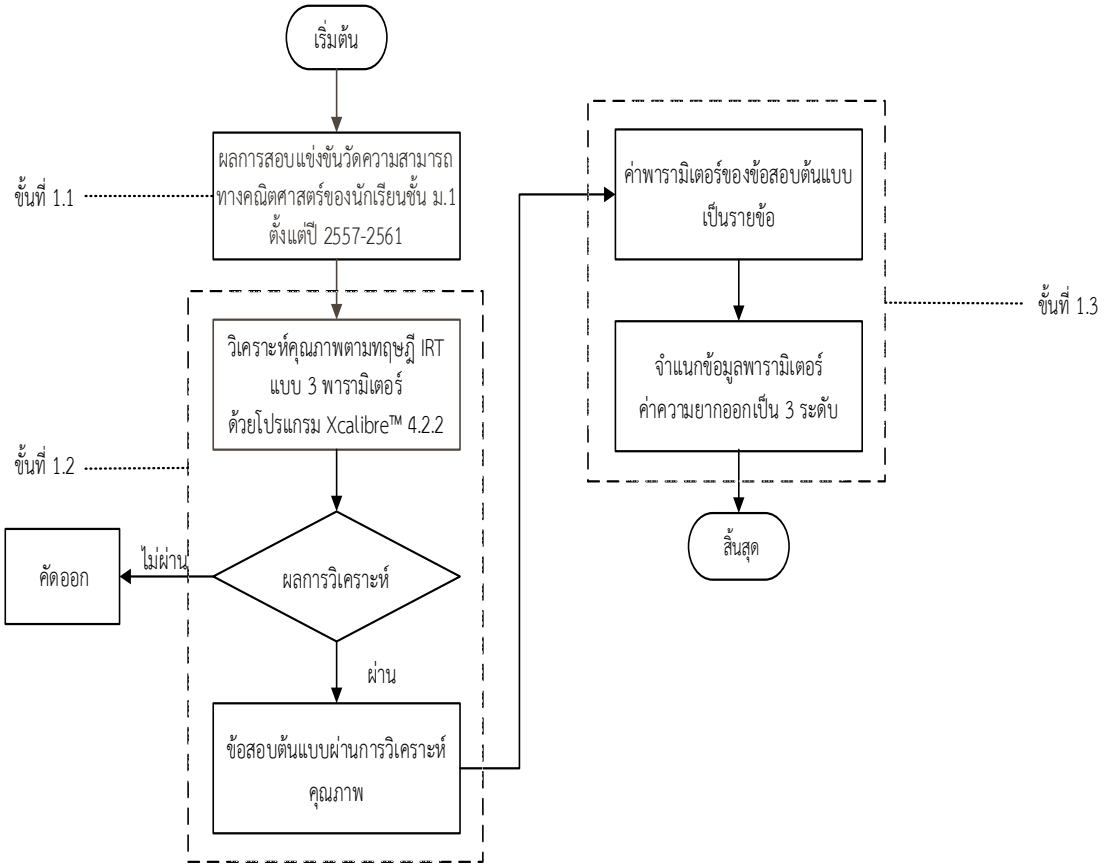
ระยะที่ 1 การสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน (AE) โดยการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบต้นแบบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ แล้วผู้วิจัยจำแนกข้อมูลโดยพิจารณาจากพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ง่าย ปานกลาง และยาก พร้อมทั้งประเมินโครงสร้างของข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 สาระการเรียนรู้ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จากนั้นจึงนำข้อสอบต้นแบบมาพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบสำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติโดยจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยรวบรวมข้อสอบและผลการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เข้าสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary Data) ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 – 2561 มีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 480 ข้อ โดยรวมนักเรียน 5 ปีย้อนหลังเป็นจำนวนทั้งสิ้น 27,886 คน โดยนำผลการตอบข้อสอบมาวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ด้วยโปรแกรม Xcalibre™ 4.2.2 เพื่อนำมาสร้างเป็นข้อสอบต้นแบบ เมื่อได้ข้อสอบต้นแบบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพ ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์มาจำแนกข้อมูลโดยพิจารณาจากพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 40

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 40 ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากภาพที่ 40 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1.1 รวบรวมผลการสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2557-2561

ผู้วิจัยรวบรวมไฟล์ข้อมูลผลการตอบข้อสอบการสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557-2561 ที่ผ่านการตรวจด้วยเครื่อง OpScan 3,4 & 4U Scanners ซึ่งเป็นเครื่องสแกนที่ทำการอ่านหมายด้วยแสง หรือ Optical Mark Read (OMR) Scanners เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการรวบรวมข้อมูล และมีประสิทธิผลสูงกว่าการนำเข้าข้อมูลด้วยมือ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ด้วยในเวลาเดียวกัน โดยที่เครื่อง OpScan 3,4 & 4U Scanners จะอ่านข้อมูลหรือตรวจกระดาษคำตอบด้วยโปรแกรมสำเร็จ รูป ScanTools^{R} II เพื่อเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ขั้นที่ 1.2 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์

การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ มีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 จัดเตรียมข้อมูลผลการตอบข้อสอบ พร้อมกำหนดเงื่อนไขของการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์

1.2.2 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้โปรแกรม Xcalibre™ 4.2.2

1.2.3 การคัดเลือกข้อสอบ คัดเลือกข้อสอบจากผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ โดยคัดเลือกข้อสอบที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ (Urry, 1977, pp. 181-196)

ก) ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50

ข) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50

ค) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30

ขั้นที่ 1.3 จำแนกข้อมูลพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ

นำข้อคำถาม ตัวเลือก เฉลย ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (a-Parameter) ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) และค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ (c-Parameter) บันทึกลงในฐานข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยการจำแนกค่าความยาก (b-Stratified Model) สำหรับข้อสอบที่คัดเลือกไว้จะมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.50 ถึง +2.50 จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า นุภาพรรณ ปลื้มใจ และคณะ (2558, หน้า 117) ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และใช้ค่าความยากของข้อสอบจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งหมด และแบ่งออกเป็น 7 ช่วง คือ ช่วงที่ 1) ค่ามากกว่า 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยากมาก ช่วงที่ 2) ค่าความยากตั้งแต่1.0001 ถึง 2.0000 หมายถึง ข้อสอบยาก ช่วงที่ 3) ค่าความยากตั้งแต่ 0.5001 ถึง 1.0000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก ช่วงที่ 4) ค่าความยากตั้งแต่ -0.4999 ถึง 0.5000 หมายถึง ข้อสอบปานกลาง ช่วงที่ 5) ค่าความยากตั้งแต่ -0.9999 ถึง -0.5000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย ช่วงที่ 6) ค่าความยากตั้งแต่ -2.0000ถึง -1.0000 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย และช่วงที่ 7) ค่าความยากน้อยกว่า -2.0000 หมายถึง ข้อสอบง่ายมาก

สุนันทา ศิริเบญจา และคณะ (2556, หน้า 98) ได้ทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จัดเก็บเข้าสู่ระบบคลังข้อสอบออนไลน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้วิธีหาค่าความยากจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งหมด

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ดังนั้นการจำแนกข้อมูลค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ผู้วิจัยจะใช้ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์มาแจกแจงข้อมูลภายใต้เส้นโค้งปกติ และจำแนกออกเป็น 3 ช่วง ตามระดับค่าความยากของข้อสอบ ดังนี้

ช่วงแรก บรรจุข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่อยู่ระหว่าง -2.50 ถึง 0.50 เป็นข้อสอบง่าย

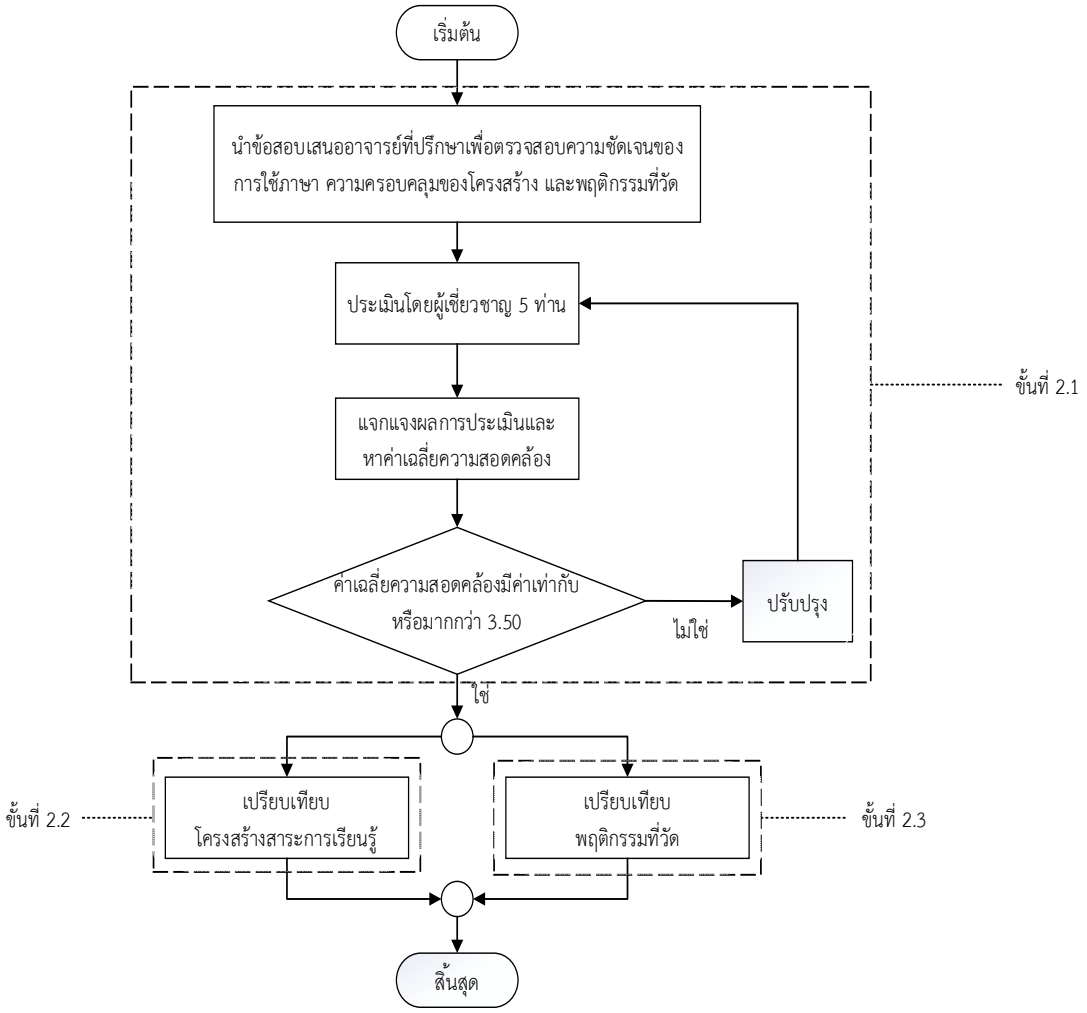
ช่วงที่สอง บรรจุข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่อยู่ระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ คือ 0.51 ถึง 1.50 เป็นข้อสอบปานกลาง

ช่วงสุดท้าย บรรจุข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบที่อยู่ระหว่าง 1.51 ถึง +2.50 เป็นข้อสอบยาก

ขั้นที่ 2 การประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยนำข้อสอบในแต่ละข้อที่จำแนกระดับความยากออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก มาประเมินว่าข้อสอบแต่ละระดับความยากประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 สาระการเรียนรู้ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น สำหรับการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง แสงเลิศอุทัย จิตติรัตน์ (2560, หน้า 3) ได้แนะนำไว้ว่า วิธีที่จะใช้ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างได้วิธีหนึ่ง คือ การประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับองค์ประกอบของทฤษฎีที่ต้องการวัด โดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับทฤษฎีหรือพิจารณาว่าข้อสอบหรือประเด็นคำถามมีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนลักษณะพฤติกรรมตามโครงสร้างทฤษฎีนั้นหรือไม่ เกณฑ์การพิจารณาให้ใช้เกณฑ์การประเมินมาตรประมาณค่า 5 ระดับ คะแนน 5 คือ ข้อความมีความสอดคล้องมากที่สุด และคะแนน 1 คือ ข้อความมีความสอดคล้องน้อยที่สุด จากนั้นให้นำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาหาความสอดคล้อง และพิจารณาคะแนนค่าความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 3.50 ขึ้นไป และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าข้อสอบหรือประเด็นคำถามนั้นใช้ได้ แต่หากไม่เป็นไปตามประเด็นดังกล่าว ให้ตัดทิ้งไปหรือปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ ส่วนด้านพฤติกรรมที่วัดจะให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระดับความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom’s Taxonomy) (Krathwohl, 2002) ที่แบ่งเป็น 6 ขั้น ได้แก่ 1) จำ (Remember) 2) เข้าใจ (Understand) 3) ประยุกต์ (Apply) 4) วิเคราะห์ (Analyze) 5) ประเมินค่า (Evaluate) และ 6) สร้างสรรค์ (Create) เกณฑ์การพิจารณาให้ใช้เกณฑ์การประเมินมาตรประเมิน 5 ระดับ และพิจารณาคะแนนค่าความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 3.50 ขึ้นไป ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 41

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 41 ขั้นตอนการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากภาพที่ 41 แสดงขั้นตอนการประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ผู้วิจัยนำข้อสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความชัดเจนในการใช้ภาษา และความครอบคลุมโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัด หลังจากอาจารย์ที่ปรึกษาเห็นชอบจึงจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ถึงผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์การทำงานตั้งแต่ 10 ปี ขึ้นไป ประกอบด้วย

1) รศ.ดร. ภัทราวดี มากมี ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย วิธีวิทยาการวิจัยและสถิติ ตำแหน่ง คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

2) ดร. บุญสม ศรีศักดา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตำแหน่งหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี

3) นางสายใจ ประเสริฐสุข ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

4) นายคำดี ขินานา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตำแหน่งครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนสมเด็จพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

5) นางวรินทร หงษ์อุดร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตำแหน่งครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความตรงเชิงโครงสร้างว่ากรอบแนวคิดหรือทฤษฎีที่นำไปใช้กำหนดเป็นโครงสร้างในการวัดมีความสอดคล้องหรือไม่ กำหนดระดับการแสดงความคิดเห็นในลักษณะมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Wiersma & Jurs, 1990, pp. 272-274) ซึ่งแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

5 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องมากที่สุด

4 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องมาก

3 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องปานกลาง

2 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องน้อย

1 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องน้อยที่สุด

เกณฑ์แปลความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า มีความสอดคล้องในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า มีความสอดคล้องในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า มีความสอดคล้องในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า มีความสอดคล้องในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า มีความสอดคล้องในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยรวบรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาแจกแจงตามระดับความคิดเห็น 5 ระดับ และคำนวณค่าเฉลี่ยความสอดคล้อง ข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องต่ำกว่า 3.50 จะถูกปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ หรือคัดออกไป ส่วนข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปใช้ได้

ขั้นที่ 2.2 เปรียบเทียบโครงสร้างสาระการเรียนรู้ในแต่ละระดับความยากของข้อสอบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

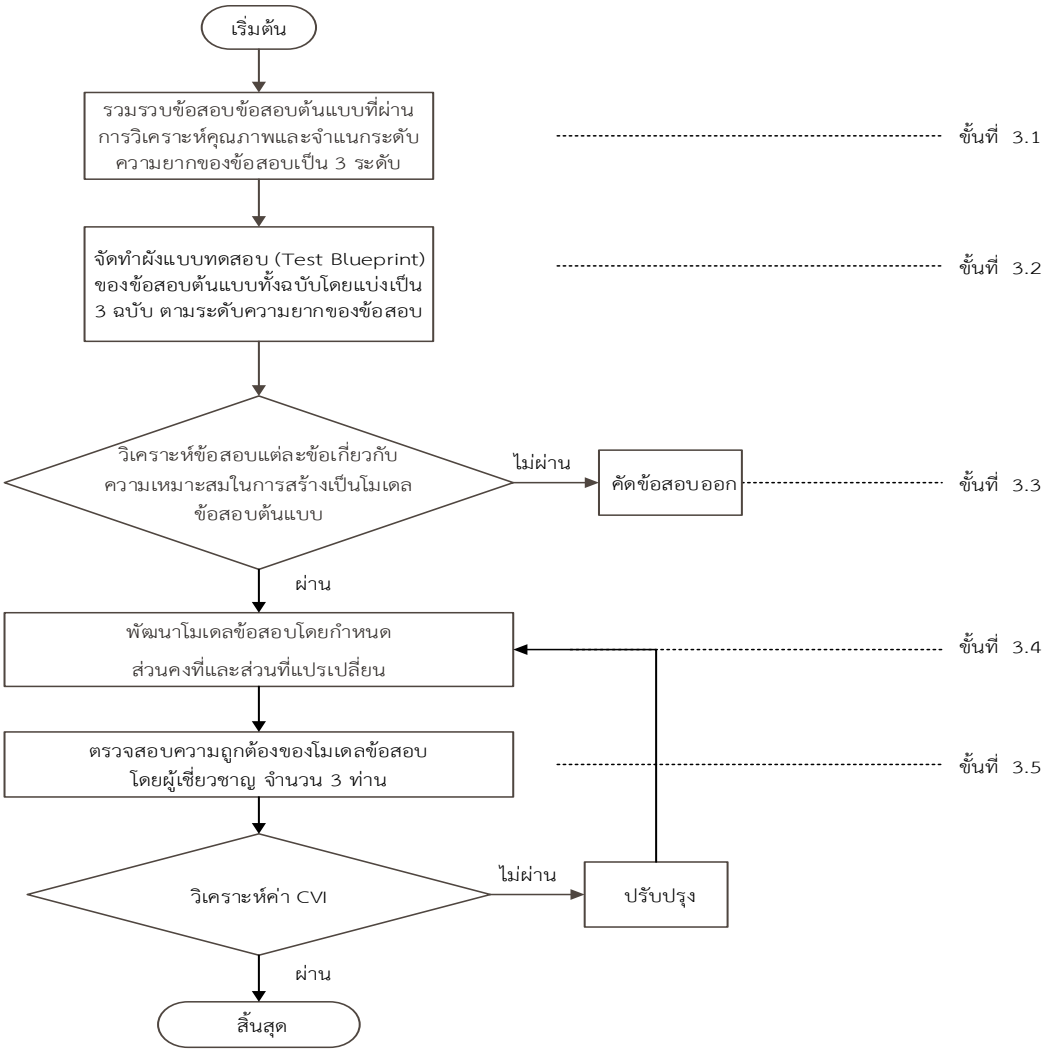
ขั้นที่ 2.3 เปรียบเทียบพฤติกรรมที่วัดในแต่ละระดับความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นที่ 3 การพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ

การพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบ เป็นการรวบรวมข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557-2561 ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) และจำแนกระดับความยากง่ายของข้อสอบ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ตามค่าพารามิเตอร์ความยากรายข้อเรียบร้อยแล้วจากขั้นที่ 1 และประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบจากขั้นที่ 2 และจัดทำผังแบบทดสอบของข้อสอบต้นแบบทั้งฉบับในแต่ละระดับความยากของข้อสอบ โดยจัดทำให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้หลักกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และระบุระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom’s Taxonomy) (Krathwohl, 2002) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อสอบโดยจะพิจารณาเนื้อความของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ถ้าข้อสอบข้อใดไม่เหมาะสมจะตัดออกไป และนำข้อสอบที่เหมาะสมมาสร้างโมเดลข้อสอบโดยกำหนดส่วนที่คงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนตามแนวทางของ Gierl et al. (2008) ตามลำดับ จากนั้นนำข้อสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินตรวจสอบความถูกต้องของข้อสอบแต่ละข้อในการสร้างเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ

ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียด ดังภาพที่ 42

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 42 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากภาพที่ 42 แสดงขั้นตอนขั้นตอนการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 3.1 รวมรวบข้อสอบข้อสอบต้นแบบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และจำแนกระดับความยากของข้อสอบเป็น 3 ระดับ

ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อสอบนั้นจะเป็นข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557-2561 ซึ่งประกอบด้วย 3 สาระ ดังนี้ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) และจำแนกระดับความยากง่ายของข้อสอบ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก เรียบร้อยแล้ว

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ขั้นที่ 3.2 จัดทำผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของข้อสอบต้นแบบทั้งฉบับ โดยแบ่งเป็น 3 ฉบับ ตามระดับความยากของข้อสอบ

ผู้วิจัยทำการจัดทำผังแบบทดสอบของข้อสอบต้นแบบทั้งฉบับในแต่ละระดับความยาก คือ ง่าย ปานกลาง และยาก โดยจัดทำให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้หลักกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และระบุระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Krathwohl, 2002)

ขั้นที่ 3.3 วิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อเกี่ยวกับความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ

การวิเคราะห์ข้อสอบจะพิจารณาเนื้อความของข้อสอบแต่ละข้อว่า มีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ถ้าข้อสอบข้อใดไม่เหมาะสม ผู้วิจัยจะคัดข้อสอบข้อนั้นออกไป โดยแนวทางของ Gierl et al. (2008) ได้นำเสนอตัวอย่างโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ และพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับสร้างข้อสอบในแต่ละโมเดลข้อสอบด้วยการสลับกันของประเภทของโจทย์และตัวเลือก ทำให้เกิดโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ จำนวน 10 รูปแบบ จากการจับคู่ระหว่างโจทย์กับตัวเลือกประเภทต่าง ๆ และมี 2 รูปแบบที่ไม่สามารถสร้างได้ ดังตารางที่ 7 ในบทที่ 2

ขั้นที่ 3.4 พัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบโดยกำหนดส่วนที่คงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยน

การพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบ จะเป็นการนำข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3.3 มาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ โดยกำหนดส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยน โดยอาจเป็นได้ทั้งตัวเลข ข้อความ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบมาวิเคราะห์ และกำหนดข้อมูลที่เหมาะสม โดยแบ่งรายละเอียดเป็น 5 ส่วน คือ 1) โจทย์ (Stem) 2) ส่วนประกอบ (Element) 3) ตัวเลือก (Options) 4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) และ 5) เฉลย (Key) โดยมีแนวทางการสร้างโมเดลข้อสอบในแต่ละส่วน ดังนี้

3.4. โจทย์ (Stem) เป็นส่วนสำคัญที่ประกอบด้วยข้อมูล เนื้อหา ข้อคำถามที่จำเป็นกับผู้สอบในการตอบแบบทดสอบ ผู้วิจัยจะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ โดยวิเคราะห์ว่าข้อมูลใดที่จะกำหนดให้เป็นส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ ก็ให้กำหนดเป็นตัวแปร ดังนี้

3.4.1.1 ข้อความ กำหนดเป็น ตัวแปร S และถ้าในโจทย์มีข้อความหลายส่วนให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น S1, S2 หรือ S3 เป็นต้น อาจมีบางกรณีที่ต้องมีเงื่อนไขเกี่ยวกับข้อความ ซึ่งจะตั้งเป็นตัวแปร As_S และกำกับด้วยตัวเลข เช่น As_S1, As_S2 หรือ As_S3 เป็นต้น

3.4.1.2 จำนวน กำหนดเป็น ตัวแปร I และถ้าในโจทย์มีจำนวนหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น I1, I2 หรือ I3 เป็นต้น อาจมีบางกรณีที่ต้องมีเงื่อนไขหรือช่วงของจำนวน ซึ่งจะตั้งเป็นตัวแปร As_I และกำกับด้วยตัวเลข เช่น As_I1, As_I2 หรือ As_I3 เป็นต้น

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

3.4.1.3 รูปภาพประกอบ ให้กำหนดเป็นตัวแปร P และถ้าในโจทย์มีรูปภาพหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น P1, P2 หรือ P3 เป็นต้น อาจมีบางกรณีที่ต้องมีเงื่อนไขเกี่ยวกับรูปภาพ ซึ่งจะตั้งเป็นตัวแปร As_P และกำกับด้วยตัวเลข เช่น As_P1, As_P2 หรือ As_P3 เป็นต้น

รายละเอียดของการกำหนดเกี่ยวกับค่าทั้งหมดที่สามารถแปรเปลี่ยนได้ ได้แก่ ค่าของตัวแปร S ตัวแปร I ตัวแปร P ตัวแปร As_S ตัวแปร As_I และตัวแปร As_P นั้น จะระบุไว้ในช่วงของ Elements

3.4.2 ส่วนประกอบ (Element) จะมีรายละเอียดของการกำหนดเกี่ยวกับค่าทั้งหมดที่สามารถแปรเปลี่ยนได้ ได้แก่ ค่าของตัวแปร S ตัวแปร I ตัวแปร P ตัวแปร As_S ตัวแปร As_I และตัวแปร As_P โดยกำหนดเป็นช่วงข้อมูลที่ผู้วิจัยเห็นว่าเหมาะสมสำหรับโจทย์แต่ละข้อ เช่น S1 เป็นตัวแปรแทนชื่อคน อาจกำหนดให้ S1 สุ่มเลือกจาก ‘เปา’ ‘ไก่’ ‘กิ๊ก’ และ ‘วิน’ เป็นต้น หรือ I1 เป็นตัวแปรแทนค่าเงิน ในโจทย์อาจกำหนดให้ I1 สุ่มเลือกค่าได้ตั้งแต่ 100 ถึง 10,000 เป็นต้น หรือ P1 เป็นตัวแปรแทนรูปภาพ อาจกำหนดให้ P1 สุ่มเลือกจาก ‘Px’ ‘Py’ ‘Pz’ และ ‘Pw’ เป็นต้น โดยในการกำหนดค่าเพื่อให้โปรแกรมสุ่มมาใช้นั้น ควรพิจารณาให้มีความเป็นไปได้ และเหมาะสมกับข้อมูลอื่น ๆ ในโจทย์ด้วย

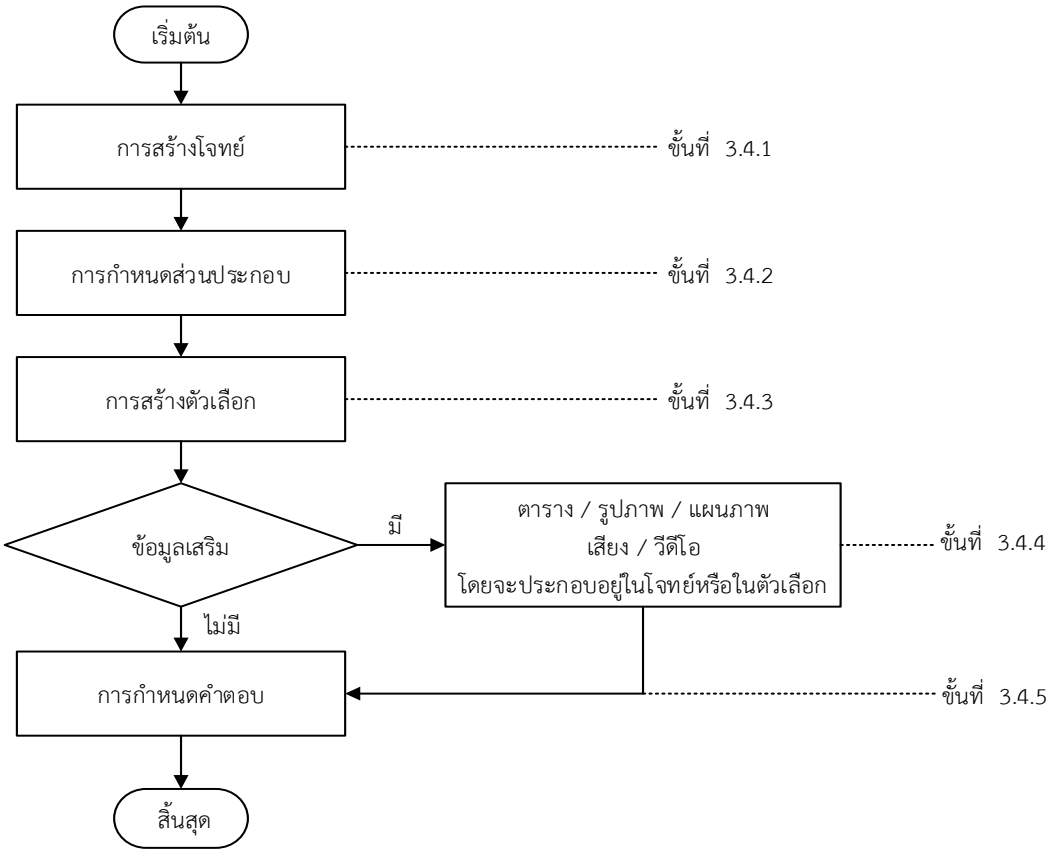
3.4.3 ตัวเลือก (Options) ประกอบด้วยคำตอบจำนวน 4 ตัวเลือก โดยมีเพียงหนึ่งข้อที่ถูกต้องที่สุด และที่เหลือเป็นตัวลวง ถ้าตัวเลือกนั้นเป็นจำนวนจะกำหนดเป็นตัวแปร I ถ้ามีหลายส่วนจะมีตัวเลขกำกับ เช่น I1, I2, I3 หรือเป็นตัวแปร As_I เมื่อมีเงื่อนไขที่ซับซ้อน เป็นต้น และในทำนองเดียวกัน ถ้าตัวเลือกนั้นเป็นข้อความ หรือรูปภาพ จะกำหนดเป็นตัวแปร S หรือตัวแปร P ตามลำดับ

3.4.4 ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) เป็นข้อมูลส่วนย่อยที่อาจใส่ไว้ในส่วนของโจทย์ (Item) หรือ ส่วนของตัวเลือก (Options) ซึ่งเป็นได้ทั้ง ข้อความ รูปภาพ ตาราง แผนภาพ เสียง หรือ วิดีโอ สำหรับข้อสอบที่ผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นรูปภาพจึงกำหนดเป็นตัวแปร P และถ้ามีรูปร่างหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น P1, P2, P3

3.4.5 เฉลย (Key) ผู้วิจัยเขียนโปรแกรมกำหนดให้สลับคำตอบกันแบบสุ่มในแต่ละข้อ

ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลข้อสอบโดยกำหนดส่วนที่คงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนมีรายละเอียด แสดงไว้ดังภาพที่ 43

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 43 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลข้อสอบโดยกำหนดส่วนที่คงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยน

ขั้นที่ 3.5 ตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ถึงผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์การทำงาน ตั้งแต่ 10 ปี ขึ้นไป ประกอบด้วย

1) รศ.ดร. พูลพงศ์ สุขสว่าง ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ สถิติการศึกษา และการวัดและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

2) รศ.ดร. วิยดา คำเอม ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3) นางภณิตา แก้วเจริญเนตร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่งครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนสรรพวิทยา จังหวัดตาก

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

การประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบจะพิจารณาข้อสอบทีละข้อว่ามีความถูกต้องเน้นที่ระดับความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อสอบข้อนั้น ๆ แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Content Validity Index) ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหามี 2 ประเภท คือ ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Level CVI) และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (Scale-Level CVI) ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณามาตรประเมินความถูกต้อง 4 ระดับ แต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

4 หมายถึง โมเดลข้อสอบมีความถูกต้อง

3 หมายถึง โมเดลข้อสอบต้องปรับปรุงเล็กน้อยจึงถูกต้อง

2 หมายถึง โมเดลข้อสอบต้องปรับปรุงมากจึงถูกต้อง

1 หมายถึง โมเดลข้อสอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Level CVI) และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (Scale-Level CVI) มีดังนี้

โพลิทและเบ็ค (Polit & Beck, 2006) ใช้คำย่อแทนค่าทั้งสองว่า I-CVI และ S-CVI โดยค่า I-CVI ที่ดีควรมีค่ามากกว่า 0.80 และข้อสอบที่มีความสมบูรณ์ ค่า I-CVI จะเท่ากับ 1.00 (Polit & Beck, 2006, p. 491) เมื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะทำการนับข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนให้คะแนน โดยนับเฉพาะข้อที่ได้ 3 และ 4 คะแนนเท่านั้น มาคำนวณหาค่า I-CVI และวิธีคำนวณ มีดังนี้

$$\text{I - CVI} = \frac{N_c}{N} \qquad (11)$$

โดย

N_c หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินข้อคำถามในระดับความถูกต้องระดับ 3 และ 4

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ข้อสอบที่ได้คะแนน 1 และ 2 คะแนน ผู้วิจัยจะทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญหรือคัดออกไป หลังจากการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิจนได้ค่า I-CVI ตามเกณฑ์ทุกข้อแล้วจึงคำนวณค่า S-CVI/Ave โดยหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของค่า I-CVI หารด้วยจำนวนข้อคำถาม ซึ่งค่า S-CVI/Ave ควรได้อย่างน้อย 0.90 (Polit & Beck, 2006, p. 493)

ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหามีค่าระหว่าง 0.00 – 1.00

การแปลความหมายค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา

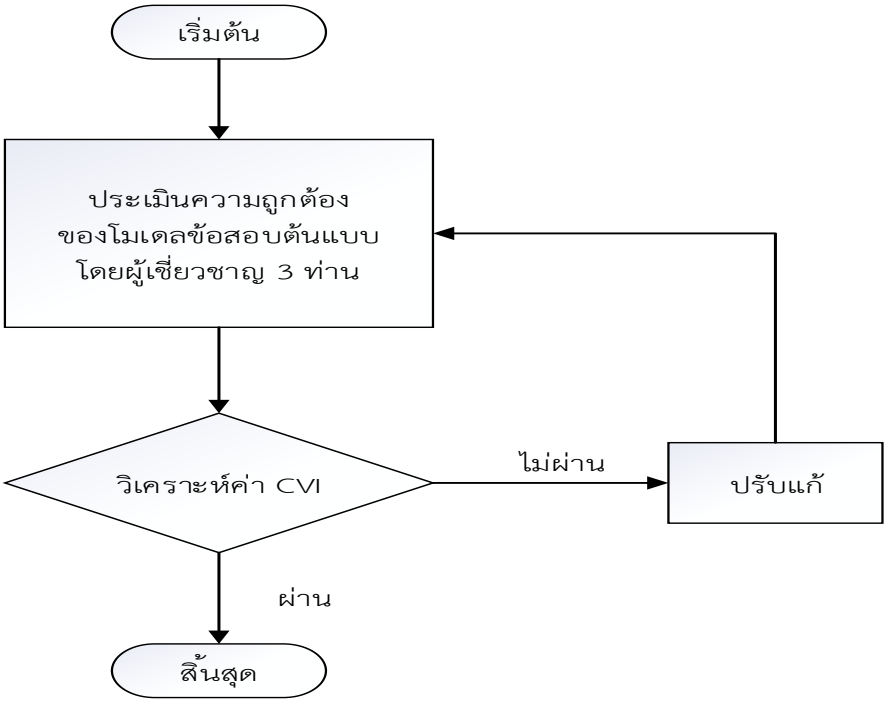
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

I-CVI = 1.00 หมายความว่า เนื้อหาของคำถามทุกข้อในแบบทดสอบถามสอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร

I-CVI = 0.00 หมายความว่า เนื้อหาของคำถามทุกข้อในแบบทดสอบถามไม่สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีของตัวแปร

สำหรับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index) แสงเลิศอุทัยจิตติรัตน์ (2560, หน้า 8) ได้แนะนำไว้ว่า ผู้พัฒนาเครื่องมือสามารถใช้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 - 5 คน เพื่อทำการประเมินข้อคำถาม โดยเลือกผู้ที่มีความเชี่ยวชาญหรือประสบการณ์ตรงกับเนื้อหาหรือสิ่งที่ต้องการวัดจริง ๆ ซึ่งค่า I-CVI ที่ใช้เป็นเกณฑ์ คือ 1.00 ทั้งนี้อาจใช้แค่ 3 คนก็ได้ เพราะไม่ว่าจะใช้ 3 หรือ 5 คน ก็จะต้องได้ความเห็นที่ตรงกันหมดจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด เพื่อให้ผลการพิจารณามีนัยสำคัญทางสถิติ หากเพิ่มผู้ทรงคุณวุฒิอีก 2 คน แต่เป็นผู้ที่ไม่มีความเชี่ยวชาญจริง ผู้ทรงคุณวุฒิที่เพิ่มเข้ามาอาจมีความเห็นไม่ตรงกับผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คนแรก ก็จะทำให้ค่า I-CVI ไม่ได้ตามเกณฑ์ขั้นต่ำ

ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 44



ภาพที่ 44 ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 ทำการตรวจความถูกต้อง ข้อสอบระดับง่าย จำนวนทั้งหมด 54 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ เมื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการนับข้อสอบโดยนับเฉพาะข้อที่ได้ 3 และ 4 คะแนน แล้วคำนวณหาค่า I-CVI ตามสูตรการคำนวณ ได้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) ระดับง่าย ปานกลาง และยาก เท่ากับ 1.00, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ และได้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) ระดับง่าย ปานกลาง และยาก เท่ากับ 1.00, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์

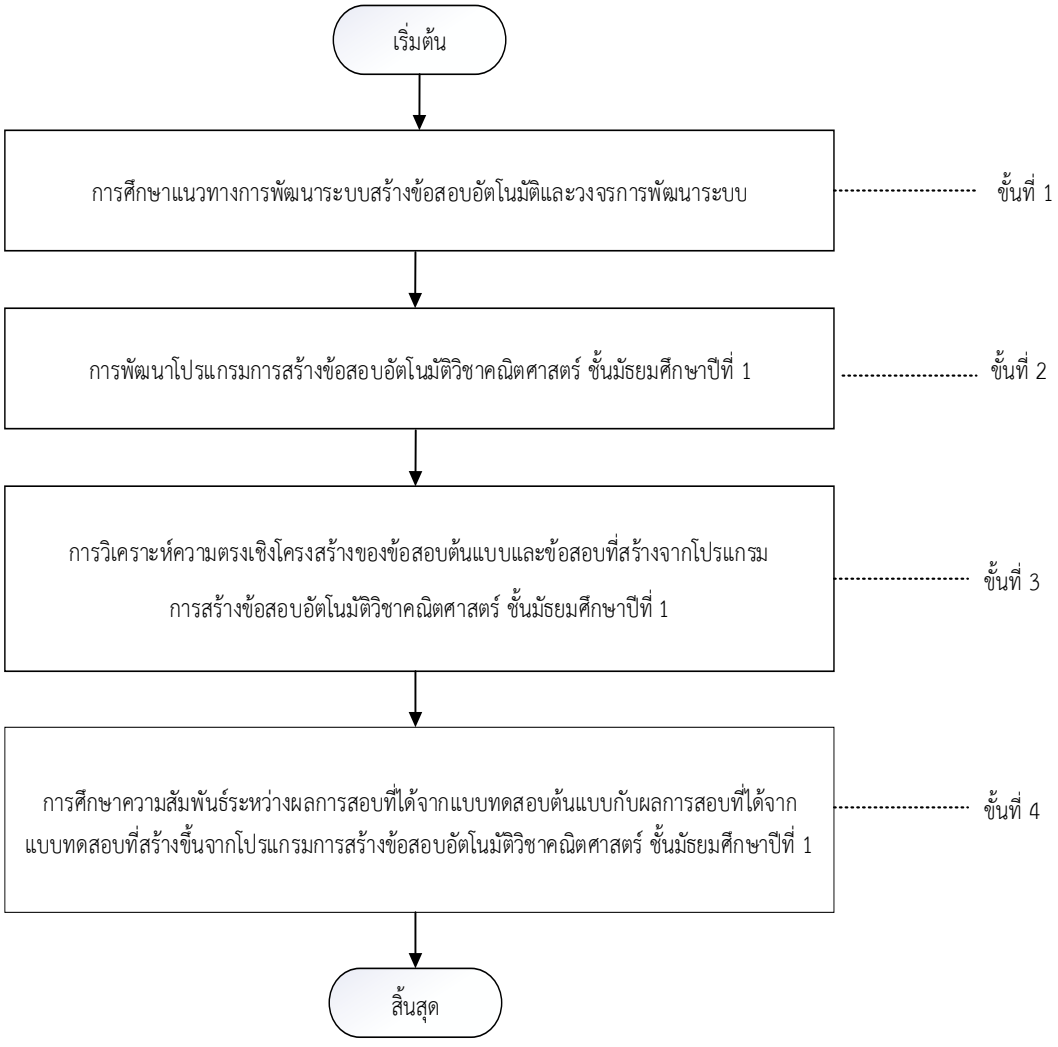
ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 ทำการตรวจความถูกต้อง ข้อสอบระดับง่าย จำนวนทั้งหมด 54 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ เมื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการนับข้อสอบโดยนับเฉพาะข้อที่ได้ 3 และ 4 คะแนน แล้วคำนวณหาค่า I-CVI ตามสูตรการคำนวณ ได้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) ระดับง่าย ปานกลาง และยาก เท่ากับ 1.00, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ และได้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) ระดับง่าย ปานกลาง และยาก เท่ากับ 1.00, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์

ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3 ทำการตรวจความถูกต้อง ข้อสอบระดับง่าย จำนวนทั้งหมด 54 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ เมื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการนับข้อสอบโดยนับเฉพาะข้อที่ได้ 3 และ 4 คะแนน แล้วคำนวณหาค่า I-CVI ตามสูตรการคำนวณ ได้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) ระดับง่าย ปานกลาง และยาก เท่ากับ 1.00, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ และได้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) ระดับง่าย ปานกลาง และยาก เท่ากับ 1.00, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นตอนการพัฒนาระบบพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวทางวงจรการพัฒนาระบบ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 45



ภาพที่ 45 ขั้นตอนการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากภาพที่ 45 แสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดังนี้

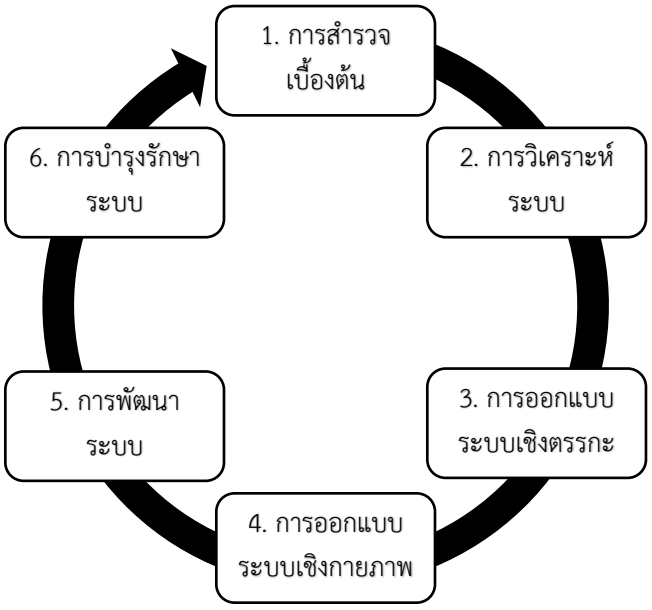
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ขั้นที่ 1 การศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และวงจรการพัฒนาระบบ

แนวทางการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นวิธีการในการสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลแบบทดสอบ (Task Model) ที่จำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก ร่วมกับแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) (อรยา ปรีชาพานิช, 2557)

ขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

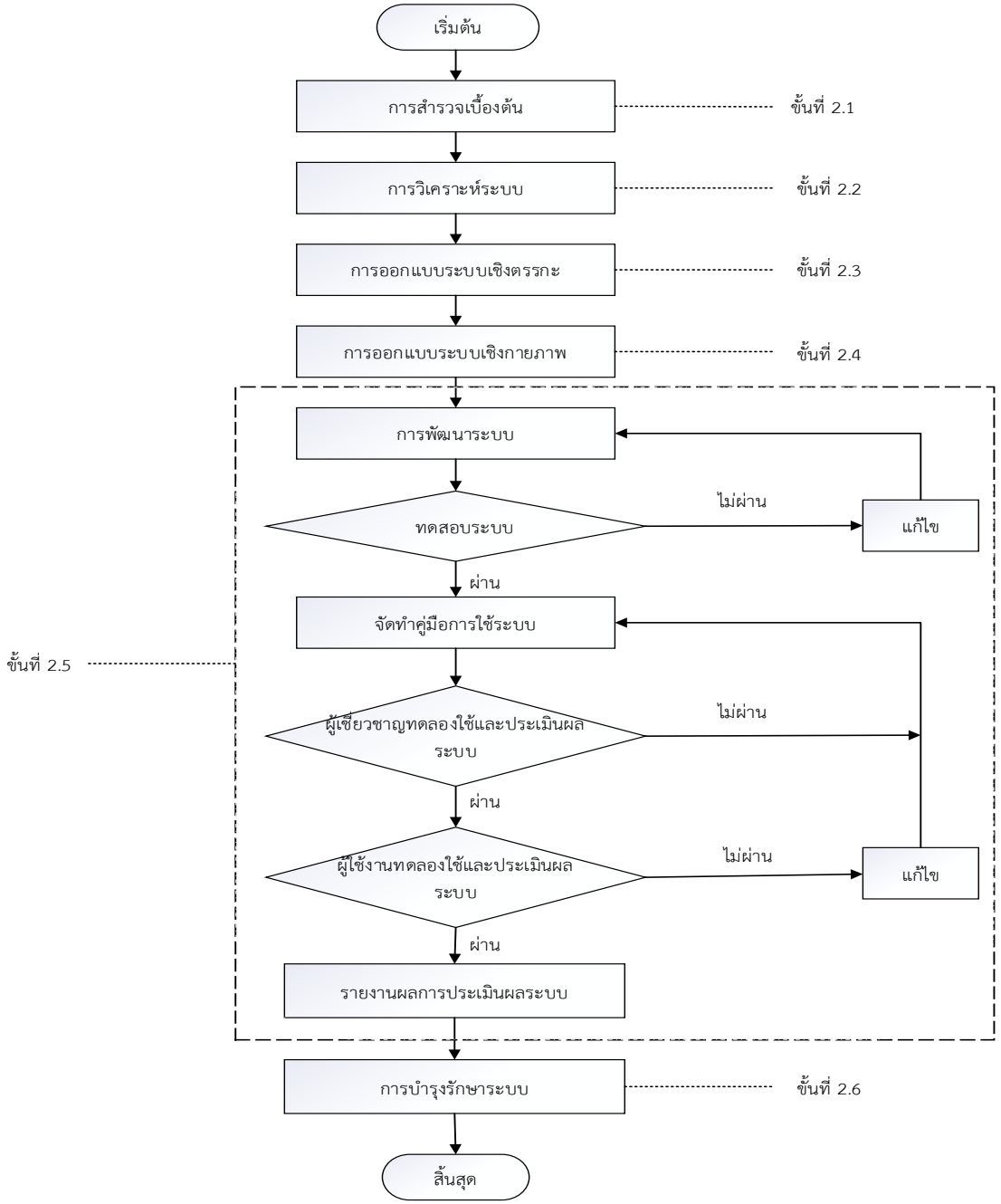
การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยจะใช้ NoSQL เป็นระบบในการจัดการฐานข้อมูลซึ่งมีประสิทธิภาพสำหรับแอปพลิเคชันที่ต้องใช้ข้อมูลปริมาณมาก นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของวงจรการพัฒนา (SDLC) (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 41-46) ดังภาพที่ 46



ภาพที่ 46 วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC)

จากภาพที่ 46 วงจรการพัฒนาระบบ สามารถนำมาเขียนขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดังภาพที่ 47

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 47 การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากภาพที่ 47 แสดงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 2.1 การสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Investigation Phase) ทำการ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ต้องการพัฒนาขึ้น ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนา จัดทำแผนการดำเนินงานโดยระบุรายละเอียด และระยะเวลาการดำเนินงาน รวมทั้งทรัพยากรต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 2.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis Phase) เป็นขั้นตอนที่สร้างแบบจำลองกระบวนการ (Process Model) เพื่อให้เห็นกระบวนการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และแบบจำลองข้อมูล (Data Model) เพื่อใช้อธิบายโครงสร้าง และลักษณะของข้อมูล

2.2.1 แบบจำลองกระบวนการ (Process Model) เป็นแบบจำลองที่ทำให้เห็นกระบวนการทำงานของระบบอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แสดงให้เห็นถึงการนำเข้า และส่งออกข้อมูล โดยสร้างแบบจำลองกระบวนการในรูปแบบแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 99-129) ได้แก่

ก) กระบวนการทำงาน (Process)

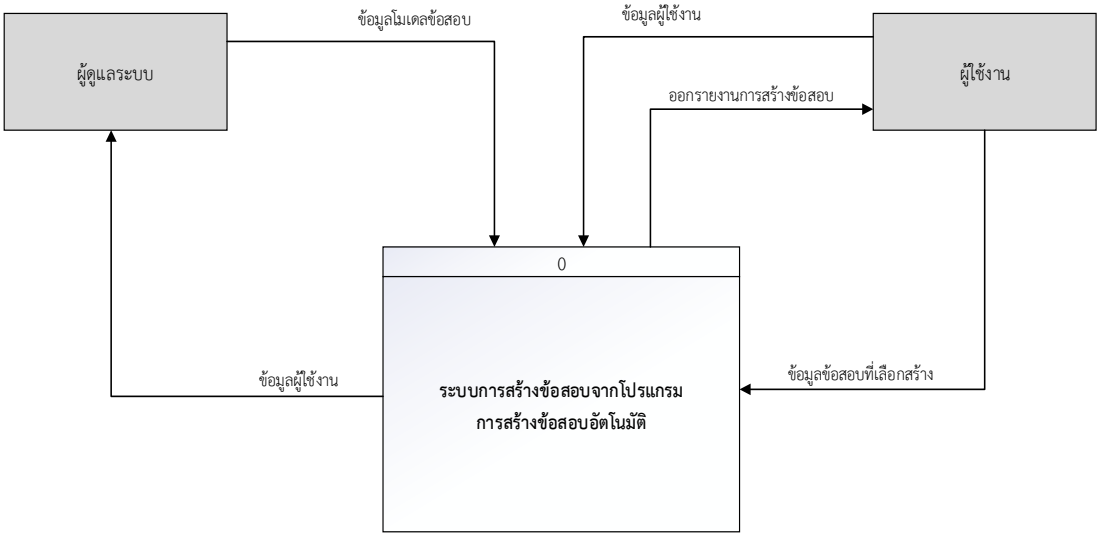
ข) เอนทิตีภายนอก (External Entity)

ค) กระแสข้อมูล (Data Flow)

ง) แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store)

แผนภาพที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองกระบวนการ มีดังนี้

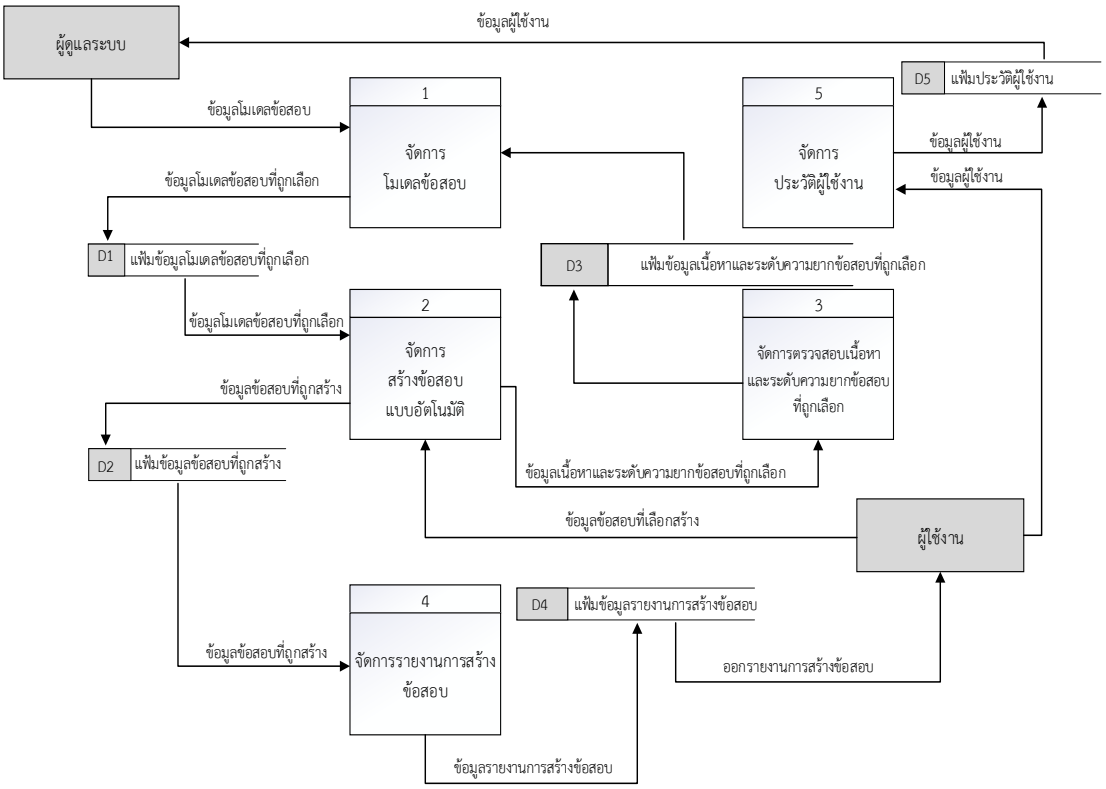
2.2.1.1 แผนภาพบริบท (Context Diagram) เป็นแผนภาพแสดงภาพรวมของระบบทั้งหมด ซึ่งแสดงถึงขอบเขตของระบบ โดยไม่แสดงรายละเอียดกระบวนการทำงานภายในระบบ และไม่แสดงแหล่งจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ มีรายละเอียดดังภาพที่ 48



ภาพที่ 48 แผนภาพบริบทของระบบการสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

2.2.1.2 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับที่ 0 (Data Flow Diagram Level) เป็นแผนภาพในระดับถัดมาจากแผนภาพบริบท ซึ่งแสดงรายละเอียดของกระบวนการทำงานหลักของระบบเกี่ยวกับการประสานงานรับ-ส่งข้อมูล และสารสนเทศกับเอนทิตีภายนอก นอกจากนี้ยังแสดงถึงการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างกระบวนการทำงานต่าง ๆ รวมทั้งการจัดเก็บ และการค้นหาข้อมูลจากแหล่งจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ มีรายละเอียดดังภาพที่ 49



ภาพที่ 49 แผนภาพกระแสข้อมูล ระดับ 0 ของระบบสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

จากภาพที่ 49 แสดงกระบวนการหลักของระบบสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ดังนี้

กระบวนการหลักที่ 1 คือ จัดการโมเดลข้อสอบ

กระบวนการหลักที่ 2 คือ จัดการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ

กระบวนการหลักที่ 3 คือ จัดการตรวจสอบเนื้อหาและระดับความยากข้อสอบ

กระบวนการหลักที่ 4 คือ จัดการรายงานการสร้างข้อสอบ

กระบวนการหลักที่ 5 คือ จัดการประวัติผู้ใช้งาน

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ขั้นตอนที่ 2.3 การออกแบบระบบเชิงตรรกะ (Logical Design Phase) เป็นการกำหนดรายละเอียดองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของระบบ ประกอบด้วย 4 กิจกรรมย่อย ดังนี้

2.3.1 การออกแบบผลลัพธ์ของระบบ (System Output Design) ประกอบด้วยผลลัพธ์ 2 ประเภท ได้แก่ 1) ผลลัพธ์ภายนอก (External Output) และ 2) ผลลัพธ์ภายใน (Internal Output)

2.3.2 การออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Design)

2.3.3 การออกแบบในส่วนของกระบวนการทำงาน (Process Design)

2.3.4 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design)

ขั้นตอนที่ 2.4 การออกแบบระบบเชิงกายภาพ (Physical Design Phase) เป็นการกำหนดฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ต้องการใช้ในระบบ รวมถึงการจัดการฐานข้อมูล การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยมีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ดังนี้

2.4.1 ซีพียู (CPU) ระดับ Intel (R) Core (TM) i5 ขึ้นไป

2.4.2 RAM 16.00 GB

2.4.3 System type ใช้ windows 10 และจำนวนในการรับส่งข้อมูล 64 bit

ขั้นตอนที่ 2.5 การพัฒนาระบบ (System Implementation Phase)

2.5.1 การเขียนโปรแกรม (Programming)

ขั้นตอนนี้เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้โดยเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานให้อยู่ในรูปรหัสภาษาคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยจะใช้รูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาหลักที่ใช้ในการสร้างโฮมเพจ ร่วมกับภาษา CSS (Cascading Style Sheets) ที่เป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียน Syntax ที่มีความเฉพาะใช้ในการกำหนดรูปแบบเอกสารเว็บหรือตกแต่งเอกสาร HTML ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร ตำแหน่ง เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง ตามต้องการ โดยการกำหนดคุณสมบัติให้กับ Element ต่าง ๆ ของ HTML และใช้ JavaScript สำหรับงานการคำนวณ การแสดงผล การรับ-ส่งข้อมูล และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันทีทันใด

ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.5.1.1 การกำหนด และวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของวงจรการพัฒนาโปรแกรม การให้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหาต่าง ๆ นั้น จะต้องมีแนวทางที่แก้ไขปัญหาที่เหมาะสมให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

2.5.1.1.1 กำหนดขอบเขตของปัญหา โดยกำหนดรายละเอียดให้ชัดเจนว่า

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จะให้คอมพิวเตอร์ทำอะไร ตัวแปรค่าคงที่ที่ต้องใช้เป็นลักษณะใด ถ้าหากเราไม่กำหนดขอบเขตของปัญหาจะทำให้คอมพิวเตอร์ตัดสินได้ยากว่าข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขั้นนั้นถูกหรือผิด

2.5.1.1.2 กำหนดลักษณะของข้อมูลเข้า และออกจากระบบ โดยต้องรู้ว่าข้อมูลที่จะส่งเข้าไปเป็นอย่างไร เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผล และแสดงผลลัพธ์ เช่น การรับค่าจากคีย์บอร์ด การใช้เมาส์ การกำหนดปุ่มต่าง ๆ ลักษณะการแสดงผลทางหน้าจอ ว่าจะให้มีรูปร่างอย่างไร โดยคำนึงถึงผู้ใช้เป็นหลักในการออกแบบโปรแกรม

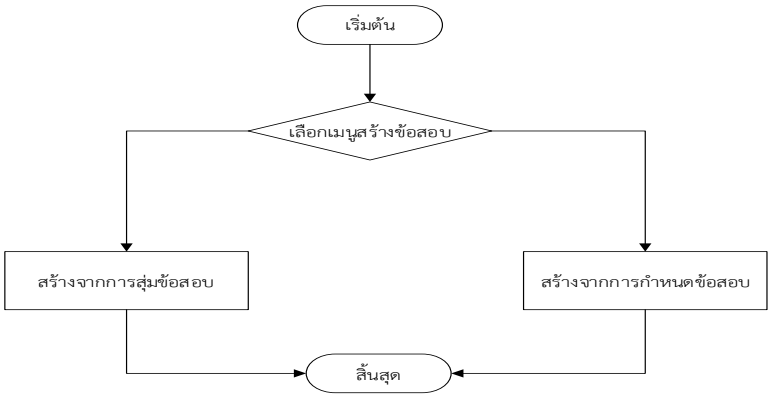
2.5.1.1.3 กำหนดวิธีการประมวลผล (Processing Specification) โดยต้องรู้ว่าจะให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลอย่างไร จึงได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

2.5.1.2 การเขียนผังงาน และซูโดโค้ด

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะต้องใช้เครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบโปรแกรม ซึ่งยังไม่ได้เป็นโปรแกรมจริง ๆ แต่จะช่วยให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น และทำให้ผู้อื่นนำโปรแกรมไปพัฒนาต่อได้ง่ายขึ้น โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่เรียกว่าอัลกอริทึม (Algorithm) ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้ประโยคที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ และมีรายละเอียดการทำงานพอสมควรเพียงพอที่จะนำไปเขียนเป็นโปรแกรมให้ทำงานจริง โดยอัลกอริทึมนั้น อาจเขียนให้อยู่ในรูปของรหัสลำลองหรือซูโดโค้ด (Pseudocode) หรือผังงาน (Flow chart) ก็ได้ โดยซูโดโค้ด จะเป็นคำอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เป็นคำย่อไม่มีรูปแบบเฉพาะตัวโดยแต่ละส่วนจะเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรม ซึ่งทำให้เขียนโปรแกรมเป็นภาษาต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ส่วนผังงานจะใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนการทำงาน และทิศทางของโปรแกรม

โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สร้างข้อสอบคู่ขนานจากโมเดลข้อสอบที่กำหนดไว้ ซึ่งจะมีเมนูแสดงหน้าจอต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้ 1) การลงทะเบียน 2) การสร้างข้อสอบ 3) การรายงานผลการสร้างข้อสอบ 4) คู่มือการใช้งานโปรแกรม 5) ข้อมูลอ้างอิง 6) ติดต่อสอบถาม และ 7) ข้อมูลผู้ใช้ ซึ่งการทำงานที่เป็นหัวใจสำคัญของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คือ การสร้างข้อสอบ มีวิธีการสร้างข้อสอบรายละเอียด ดังภาพที่ 50

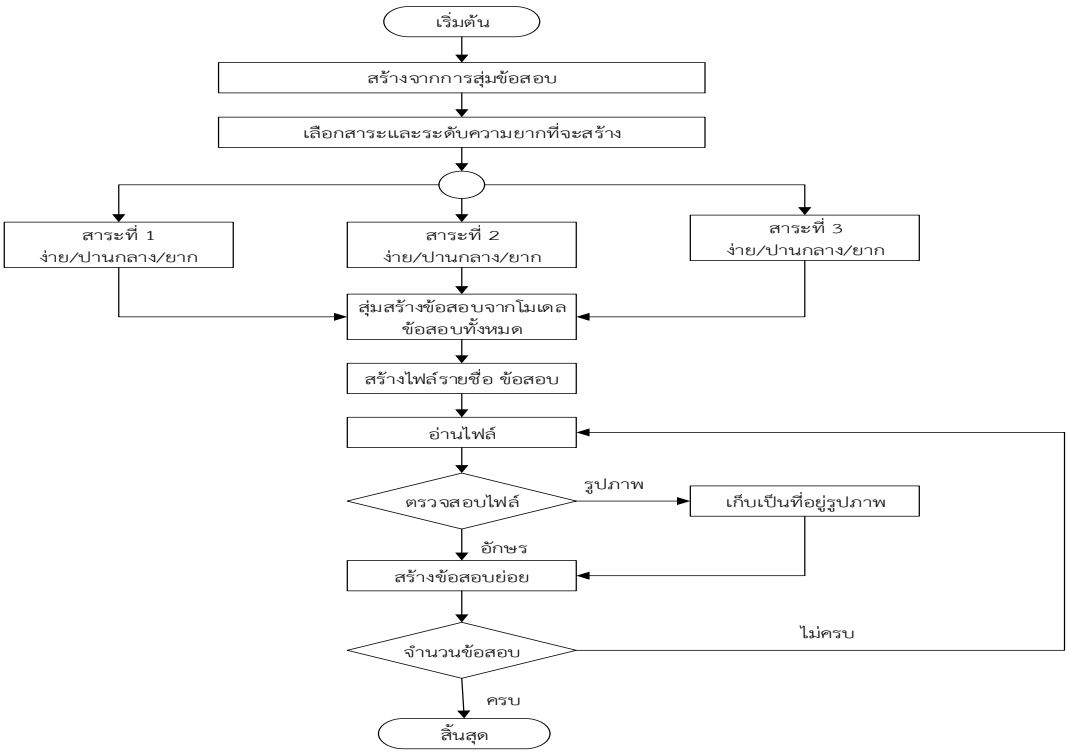
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 50 ผังงานการเลือกรูปแบบการใช้งาน

จากภาพที่ 50 แสดงผังงานการเลือกรูปแบบการใช้งานโดยเริ่มจากเข้าที่เมนู “สร้างข้อสอบ” แล้วจะมีให้เลือก 2 วิธี คือ 1) สร้างจากการสุ่มข้อสอบ หรือ 2) สร้างจากการกำหนดข้อสอบ

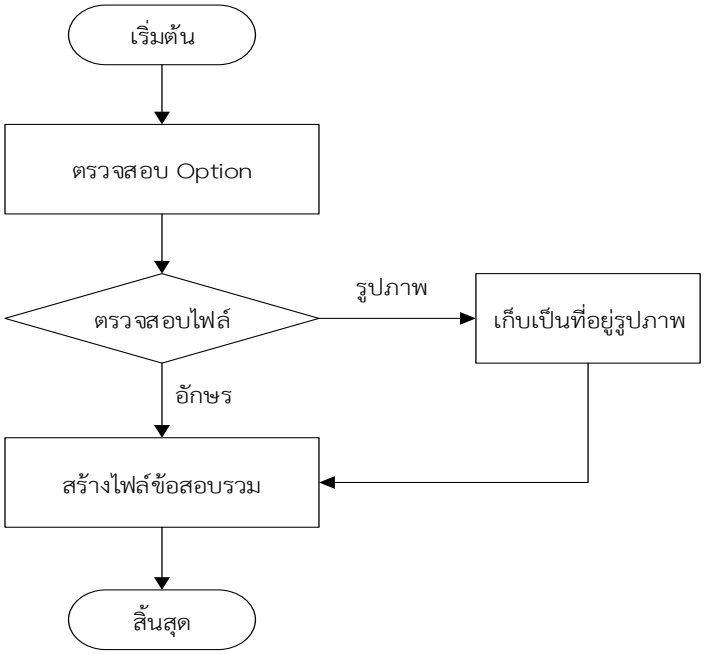
ในส่วนของวิธีที่ 1 คือ สร้างจากการสุ่มข้อสอบ มีผังงานการพัฒนาโปรแกรม ดังภาพที่ 51



ภาพที่ 51 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม เมื่อเลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ”

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากภาพที่ 51 เป็นผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม เมื่อเลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” จากนั้นให้ดำเนินการกำหนดคุณสมบัติของข้อสอบที่ต้องการสร้างให้โปรแกรมสร้างขึ้น โดยที่เนื้อหาของข้อสอบประกอบด้วย 3 สาระ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น และในแต่ละสาระจำแนกข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก เมื่อทำการสร้างข้อสอบ ระบบจะทำการสุ่มสร้างข้อสอบจากโมเดลข้อสอบทั้งหมดที่มีอยู่ในแต่ละสาระและระดับความยาก แล้วทำการประมวลผลโดยตรวจสอบว่าโมเดลข้อไหนเป็นข้อความธรรมดาหรือรูปภาพ ถ้าเป็นรูปหรือมีรูปภาพจะทำการเปลี่ยนข้อมูลเป็นที่อยู่ของไฟล์รูปนั้น ๆ แทน เมื่อทำเสร็จในข้อหนึ่ง ๆ แล้วจะวนทำซ้ำจนครบรายชื่อโมเดลในไฟล์รายชื่อข้อสอบหมดจึงจะจบการทำงาน ซึ่งในการสร้างข้อสอบนั้นจะมี ส่วนเพิ่มเติม (Option) โดยมีผังงานการพัฒนาโปรแกรม ดังภาพที่ 52

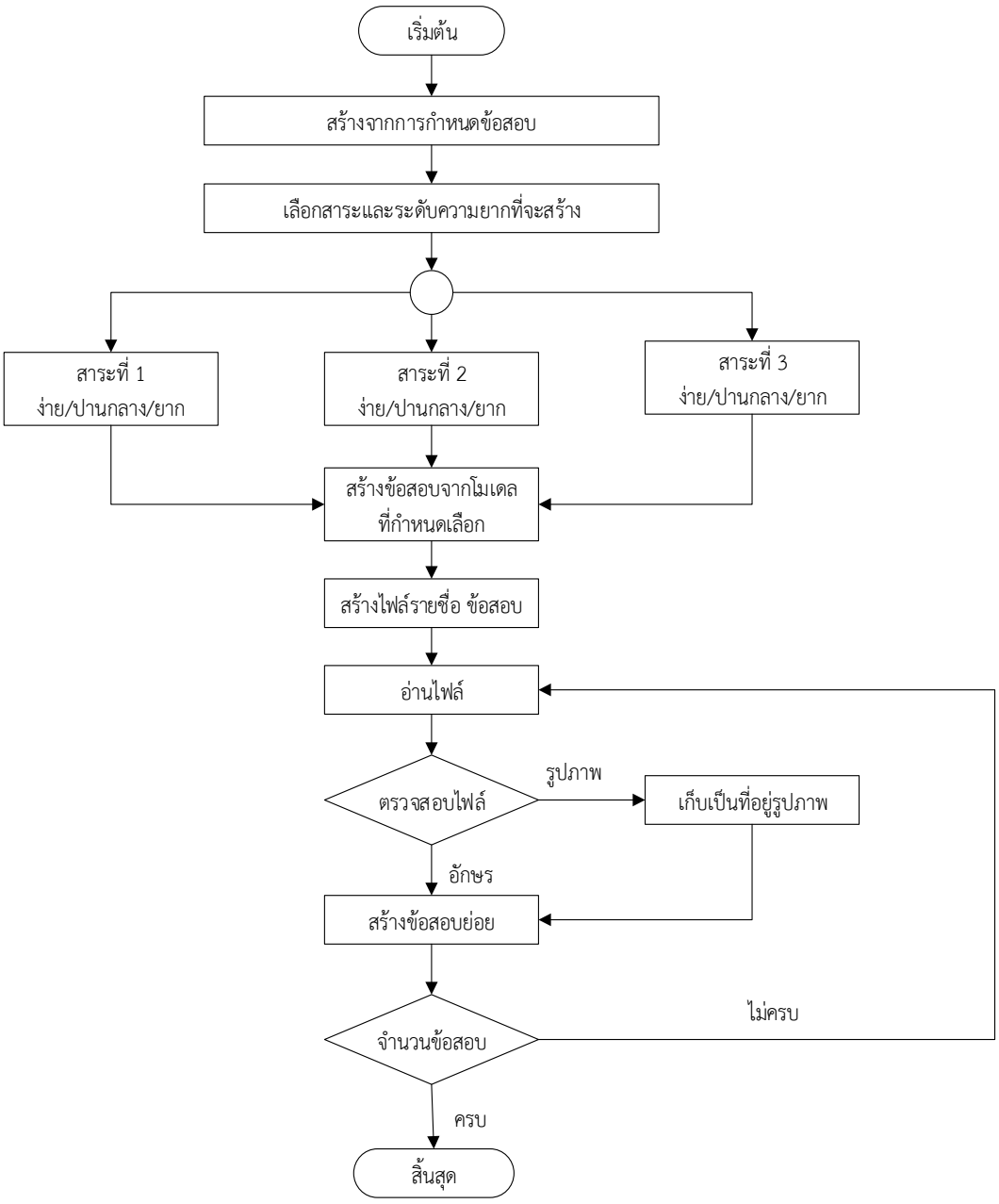


ภาพที่ 52 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option) ในการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ”

จากภาพที่ 52 ขั้นตอนการสร้างข้อสอบ ระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีส่วนเพิ่มเติม (Option) อะไรบ้าง และเข้าไปอ่านไฟล์ข้อสอบย่อยแล้วทำการตรวจสอบเป็นรูปแบบใดเป็นอักษรหรือรูปภาพ ถ้าเป็นอักษรจะทำการสร้างไฟล์ข้อสอบ แต่ถ้าเป็นรูปภาพจะแปลงเป็นที่อยู่รูปภาพ แล้วนำไปสร้างไฟล์ข้อสอบรวม และจบขั้นตอน

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ในส่วนของระบบที่ 2 คือ สร้างจากการกำหนดข้อสอบ จะมีผังงานการพัฒนาโปรแกรม ดังภาพที่ 53

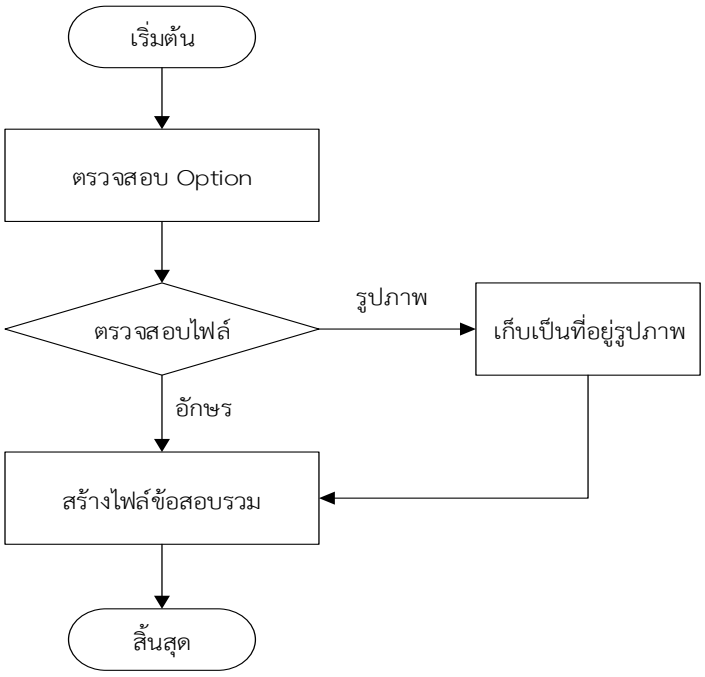


ภาพที่ 53 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรม เมื่อเลือกรูปแบบการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ”

จากภาพที่ 53 แสดงการสร้างข้อสอบแบบสร้างจากการกำหนดข้อสอบ เริ่มจาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

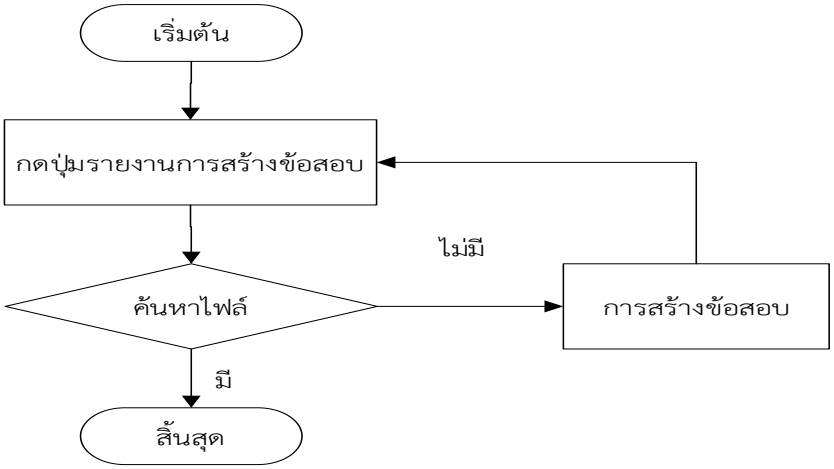
เลือกหัวข้อ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” จากนั้นให้ดำเนินการกำหนดเลือกข้อสอบที่ต้องการสร้างให้โปรแกรมสร้างขึ้น โดยที่เนื้อหาของข้อสอบประกอบด้วย 3 สาระ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น และในแต่ละสาระจำแนกข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก เมื่อทำการสร้างข้อสอบ ระบบจะทำการสร้างข้อสอบจากโมเดลข้อสอบที่กำหนดเลือกในแต่ละสาระ และระดับความยากที่เลือกไว้ แล้วทำการประมวลผล โดยตรวจสอบว่าโมเดลข้อไหนเป็นข้อความธรรมดาหรือรูปภาพ ถ้าเป็นรูปหรือมีรูปภาพจะทำการเปลี่ยนข้อมูลเป็นที่อยู่ของไฟล์รูปนั้น ๆ แทน เมื่อทำเสร็จในข้อหนึ่ง ๆ แล้วจะวนทำซ้ำจนครบรายชื่อโมเดลในไฟล์รายชื่อข้อสอบหมดจึงจะจบการทำงาน ซึ่งในการสร้างข้อสอบนั้นจะมีส่วนเพิ่มเติม (Option) โดยมีผังงานดังภาพที่ 54



ภาพที่ 54 ผังงานแสดงการตรวจสอบส่วนเพิ่มเติม (Option) ในการสร้างข้อสอบแบบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ”

จากภาพที่ 54 ขั้นตอนการสร้างข้อสอบ ระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีส่วนเพิ่มเติม (Option) อะไรบ้าง และเข้าไปอ่านไฟล์ข้อสอบย่อยแล้วทำการตรวจสอบเป็นรูปแบบใดเป็นอักษรหรือรูปภาพ ถ้าเป็นอักษรจะทำการสร้างไฟล์ข้อสอบ แต่ถ้าเป็นรูปภาพจะแปลงเป็นที่อยู่รูปภาพแล้วนำไปสร้างไฟล์ข้อสอบรวม และจบขั้นตอน จากนั้นจะเข้าสู่ผังงานการรายงานผลการสร้างข้อสอบที่เมนู “รายงานผลการสร้างข้อสอบ” ดังภาพที่ 55

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 55 ผังงานแสดงการทำงานของเมนู“รายงานผลการสร้างข้อสอบ”

จากภาพที่ 55 แสดงผังงานการทำงานของเมนู “รายงานผลการสร้างข้อสอบ” โดยการออกรายงานจะเริ่มเมื่อกดที่เมนู “รายงานผลการสร้างข้อสอบ” ระบบค้นหาไฟล์ข้อสอบที่สร้าง ถ้าไม่มีจะให้ทำการสร้างข้อสอบ ถ้ามีจะออกรายงาน

2.5.2 การทดสอบระบบ (System Testing)

เมื่อพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรียบร้อยแล้ว จะทำการทดสอบระบบ โดยใช้เทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบเน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Output) จากการประมวลผล (Process) โดยไม่เน้นรูปแบบการเขียนโปรแกรม เพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้นก่อน เช่น อาจมีการสร้างโจทย์หรือตัวเลือกซ้ำ การผิดพลาดในการรายงานผล เป็นต้น โดยเมื่อพบข้อผิดพลาดจะดำเนินการแก้ไข และมีการทดสอบซ้ำจนไม่พบข้อผิดพลาด และปรับปรุงแก้ไขในส่วนอื่น ๆ ให้มีความสมบูรณ์ที่สุด จากนั้นนำโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติที่ทำการทดสอบโดยผู้วิจัยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความคิดเห็น และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2.5.3 การจัดทำคู่มือการใช้งาน (User’s Manual)

เมื่อโปรแกรมได้รับการทดสอบ และปรับปรุงจุดบกพร่องเป็นที่เรียบร้อย จะต้องมีการจัดทำคู่มือการใช้งานระบบ เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยจัดทำหลังจากที่ทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และต้องทำการแก้ไขข้อผิดพลาด และปรับปรุงให้สมบูรณ์เสียก่อน และจะจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

อัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อจะเป็นแนวทางให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาก่อนการใช้งาน

2.5.4 การประเมินผลระบบ (System Evaluation)

การประเมินผลระบบ แบ่งเป็นสองส่วน คือ การประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินผลโดยผู้ใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.5.4.1 ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อทดสอบระบบแก้ไข และจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรียบร้อยแล้ว จะนำโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก และคู่มือการใช้งานไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญต้องมีความรู้ทางด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีการศึกษา ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาเอก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผศ.ดร. ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเทคโนโลยีการศึกษา ตำแหน่งผู้อำนวยการสำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา สำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2) ผศ.ดร. ดุสิต ขาวเหลือง ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเทคโนโลยีการศึกษา ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาการอาชีวศึกษาและพัฒนาสังคม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3) ดร. รัชกฤช ธนพัฒนดล ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำศูนย์วิชาการประเมินผล สำนักทะเบียนและวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช

4) ดร. ศราวุธ ราชมณี ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

ทำการประเมินผลการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใน 5 ด้าน คือ 1) ความตรงตามความต้องการของโปรแกรมฯ (Function Requirement) 2) การทำงานของโปรแกรมฯ (Functional) 3) การใช้งาน (Usability) 4) การรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมฯ (Security) และ 5) ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ (Program Manual) โดยใช้แบบประเมินที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

จากนั้นจะนำข้อมูลวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) และรายงานผลการประเมิน

2.5.4.2 ประเมินผลโดยผู้ใช้งาน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 คน แล้ว จะนำโปรแกรมสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และคู่มือการใช้งานไปทดลองใช้โดยผู้ใช้งาน เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานโปรแกรมฯ ใน 2 ด้าน ได้แก่ 1) ลักษณะทั่วไปของโปรแกรมฯ และ 2) ความสะดวกในการใช้โปรแกรมฯ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้ เป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นครูกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา

การประเมินผลจะทำภายหลังจากผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานโปรแกรมสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านทางเว็บไซต์ https://www.aig-system.com เรียบร้อยแล้ว โดยใช้แบบประเมินที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์แปลความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับดีมาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับพอใช้

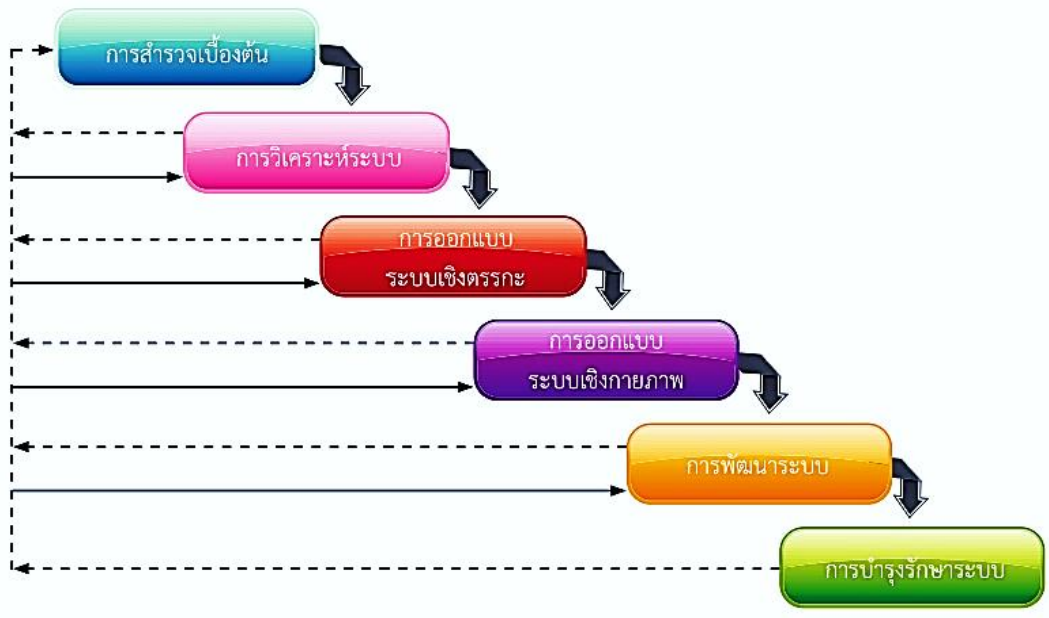
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับควรปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมในระดับควรปรับปรุงอย่างยิ่ง

หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) และรายงานผลการประเมิน

2.6 การบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance Phase) จะเป็นการติดตามผลการใช้งาน และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ

แบบจำลองของวงจรการพัฒนาระบบที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) โดยแบบจำลองน้ำตกเป็นรูปแบบการพัฒนาระบบที่นิยมใช้ในอดีตตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา โดยมีหลักการทำงานให้เสร็จในแต่ละขั้นตอน แล้วจึงจะทำงานในขั้นตอนถัดไป และในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงแบบจำลองน้ำตกให้เป็นแบบจำลองน้ำตกที่วนซ้ำได้ คือ สามารถย้อนกลับไปแก้ไขข้อมูลในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ เพื่อให้ผลการดำเนินการที่ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งการย้อนกลับนี้สามารถย้อนกลับไปยังขั้นตอนใด ๆ ที่มีผลกระทบจากกรณีนั้น ๆ ได้ ดังภาพที่ 56



ภาพที่ 56 แบบจำลองน้ำตกที่วนซ้ำได้ (อรยา ปรีชาพานิช, 2557, หน้า 48)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประชากรที่ใช้ในการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นนักเรียนที่สำเร็จระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยในการทดสอบจะใช้แบบทดสอบต้นแบบ และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เมื่อได้ผลการสอบแล้วจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองด้วยโปรแกรม AMOS เพื่อตรวจสอบว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการดังภาพที่ 57 และจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า พูลพงศ์ สุขสว่าง (2563, หน้า 20-30) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลมีหลักในการพิจารณา 3 ข้อ คือ 1) พิจารณาความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของโมเดลทั้ง 3 ส่วน คือ ค่าไคสแควร์ ต้องมีค่าน้อยกว่าค่าไคสแควร์เกณฑ์ หรือไคสแควร์สัมพัทธ์น้อยกว่า 2 ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน ได้แก่ ค่า GFI, AGFI, TLI, CFI, NFI ต้องมีค่ามากกว่า 0.95 และค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า ได้แก่ ค่า RMSEA, RMR, SRMR ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.05 2) พิจารณาค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นว่าแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ และ 3) พิจารณาความสมเหตุสมผลของขนาดและทิศทางของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้น

ขั้นที่ 4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

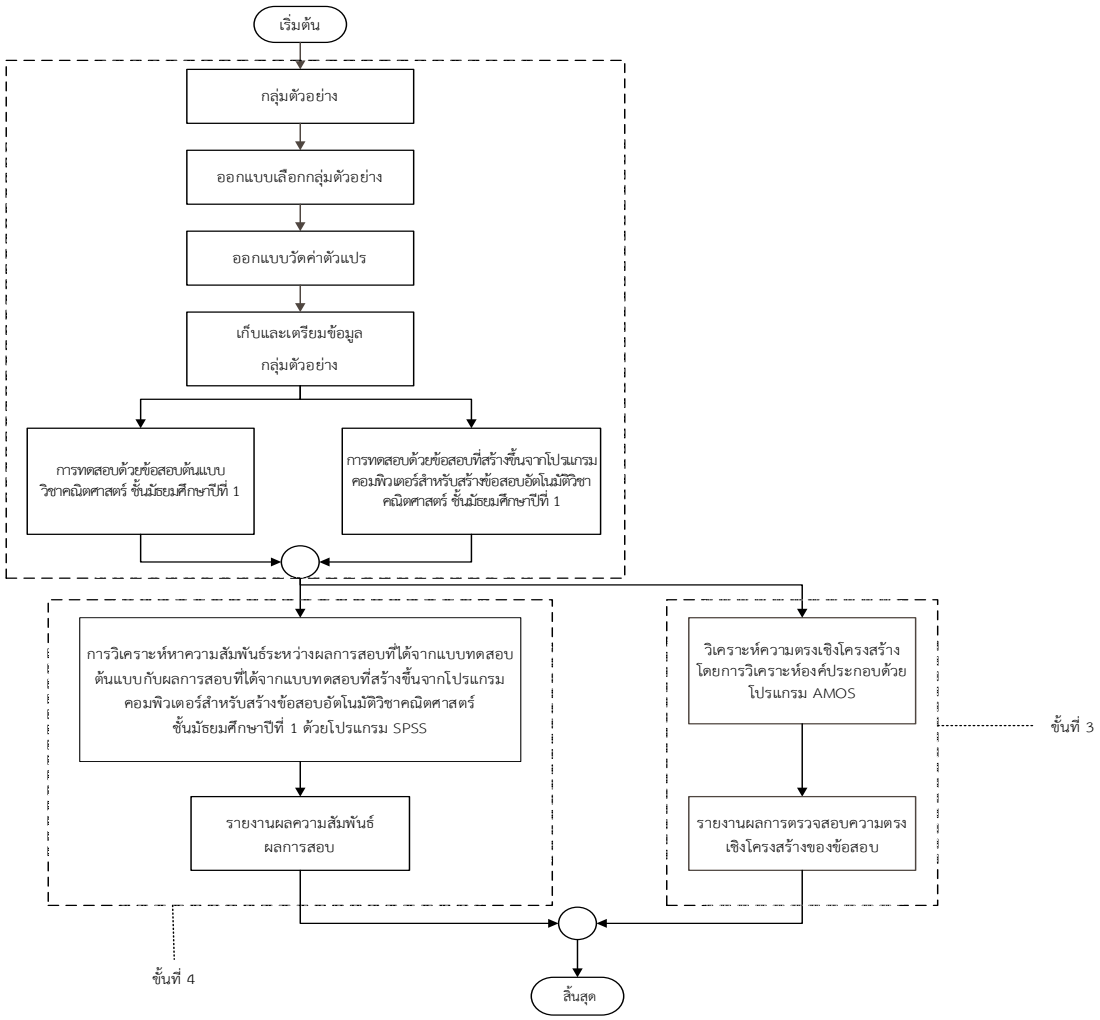
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นนักเรียนที่สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยในการทดสอบจะใช้แบบทดสอบต้นแบบ และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เมื่อได้ผลการสอบแล้วจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของผลการสอบของข้อสอบต้นแบบกับข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และนำผลการวิเคราะห์ผลการสอบจากกลุ่มตัวอย่างมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson’s Correlation Coefficient) โดยใช้โปรแกรม SPSS สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการ ดังภาพที่ 57 การรายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์จะพิจารณาจากผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson’s Correlation Coefficient) ของผลการสอบจากข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากข้อสอบที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด โดยจะออกมาใน 3 ลักษณะ คือ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1) สหสัมพันธ์ทางบวก (Positive Correlations) 2) สหสัมพันธ์ทางลบ (Negative Correlations) และ 3) สหสัมพันธ์เป็นศูนย์ (Zero Correlations)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และการศึกษาความสัมพันธ์ของผลการสอบของข้อสอบต้นแบบกับข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการ ดังภาพที่ 57

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 57 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากภาพที่ 57 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบ ควรไม่ต่ำกว่า 5 เท่า ของตัวแปรที่ศึกษา (ข้อคำถาม) (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2014, pp. 100-115) งานวิจัยนี้จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบแต่ละระดับเท่ากับ 40 ข้อ จึงใช้กลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 200 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 226 คน ไม่จำกัดเพศ มีอายุระหว่าง 12 - 16 ปี

2. การออกแบบการเลือกตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยเกณฑ์การคัดเลือกมีดังนี้ 1) เป็นนักเรียนสำเร็จชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2561 หรือเป็นนักเรียนที่สำเร็จมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2562 2) สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการเข้าร่วมการวิจัยเพื่อทำข้อสอบออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต 3) สามารถให้ข้อมูลส่วนตัวเพื่อความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างการเข้าร่วมการวิจัย และ 4) สามารถเข้าร่วมทำการวิจัยได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนการวิจัยเสร็จสิ้น

โดยประกาศรับสมัครผู้เข้าร่วมการวิจัยผ่านทางเว็บไซต์และเครือข่ายสังคมออนไลน์ และทำการคัดเลือกผู้ที่มีคุณสมบัติและความพร้อมที่จะเข้าร่วมการวิจัย

3. เครื่องมือใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 แบบทดสอบข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.2 แบบทดสอบข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล และเตรียมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบทดสอบทั้ง 2 ประเภท จะถูกจัดทำขึ้นและเตรียมเก็บข้อมูล

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ของกลุ่มตัวอย่างด้วยการสอบทางระบบออนไลน์ที่ www.toptestcenter.com/exam-online การเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ครั้ง ระยะเวลาครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ห่างกันอย่างน้อย 15 วัน

ครั้งที่ 1 แบบทดสอบข้อสอบต้นแบบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบข้อสอบต้นแบบ เป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกว่ามีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ มีรายละเอียด ดังนี้

ข้อสอบระดับง่าย จำนวน 54 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิ จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ

ข้อสอบระดับปานกลาง จำนวน 71 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 22 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 9 ข้อ

ข้อสอบระดับยาก จำนวน 78 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 28 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 10 ข้อ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบจากข้อสอบต้นแบบโดยจัดให้ข้อสอบต้นแบบทุกข้อถูกนำมาทดสอบ จึงได้ทำการสร้างแบบทดสอบในแต่ละระดับความยากจำนวน 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดมีจำนวนข้อสอบ 40 ข้อ และสัดส่วนของเนื้อหาของข้อสอบแต่ละชุด ประกอบด้วย ข้อที่ 1-20 เป็นเนื้อหาของสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 21-35 เป็นเนื้อหาของสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และข้อที่ 36-40 เป็นเนื้อหาของสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

ข้อสอบต้นแบบ มีทั้งสิ้นจำนวน 6 ชุด ประกอบด้วยข้อสอบระดับง่าย จำนวน 2 ชุด (ข้อสอบต้นแบบ A และต้นแบบ B) ข้อสอบระดับปานกลาง จำนวน 2 ชุด (ข้อสอบต้นแบบ C และต้นแบบ D) และข้อสอบระดับยาก จำนวน 2 ชุด (ข้อสอบต้นแบบ E และต้นแบบ F)

ผู้วิจัยได้ทำการจัดเตรียมข้อสอบต้นแบบ จำนวน 2 เซต ได้แก่ เซตแรก ประกอบด้วยข้อสอบต้นแบบ A ต้นแบบ C และต้นแบบ E และเซตที่สอง ประกอบด้วย ข้อสอบต้นแบบ B ต้นแบบ D และต้นแบบ F เข้าสู่ระบบการสอบออนไลน์ โดยแต่ละเซตจัดเตรียมข้อมูลให้ทำการทดสอบห่างกันเป็นระยะเวลา 15 วัน เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการจำข้อคำถาม หรือคำตอบได้ (Carry Over Effect) (อารยา องค์เอี่ยม และพงศ์ธารา วิจิตเวชไพศาล, 2561 หน้า 39) และให้ผู้ทดสอบแต่ละคนได้ทำข้อสอบครบทั้ง 6 ชุด โดยจัดการทดสอบข้อสอบต้นแบบด้วยระบบออนไลน์ที่เว็บไซต์ www.toptestcenter.com/exam-online ดังตารางที่ 11

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 11 กำหนดการในการจัดการทดสอบข้อสอบต้นแบบด้วยระบบออนไลน์

ข้อสอบต้นแบบ	จำนวน (ข้อ)	กำหนดเวลาส่งคำตอบ (ชั่วโมง)	กำหนดวันการทดสอบ
A	40	2	
C	40	2	8 ม.ค. – 14 ม.ค. 2564
E	40	2	
เว้นระยะ 15 วัน			15 ม.ค. – 29 ม.ค. 2564
B	40	2	
D	40	2	30 ม.ค. – 5 ก.พ. 2564
F	40	2	

ครั้งที่ 2 แบบทดสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เป็นข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมฯ โดยขั้นตอนการสร้างข้อสอบเลือกจากเมนู “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” และการเลือกข้อสอบที่จะสร้างจะเลือกรูปแบบข้อสอบที่เป็นคู่ขนานกับข้อสอบต้นแบบ คือ จำนวนข้อและการเรียงสัดส่วนของเนื้อหาของข้อสอบจะเหมือนกับข้อสอบต้นแบบ โดยเลือกสร้างจากข้อสอบ ดังนี้

ข้อสอบระดับง่าย สร้างจากโมเดลข้อสอบต้นแบบ A จำนวน 20 ชุด และสร้างจากโมเดลข้อสอบต้นแบบ B จำนวน 20 ชุด

ข้อสอบระดับปานกลาง สร้างจากโมเดลข้อสอบต้นแบบ C จำนวน 20 ชุด และสร้างจากโมเดลข้อสอบต้นแบบ D จำนวน 20 ชุด

ข้อสอบระดับยาก สร้างจากโมเดลข้อสอบต้นแบบ E จำนวน 20 ชุด และสร้างจากโมเดลข้อสอบต้นแบบ F จำนวน 20 ชุด

ดังนั้นข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมฯ มีจำนวนทั้งสิ้น 120 ชุด ประกอบด้วยข้อสอบระดับง่าย จำนวน 40 ชุด (ต้นแบบ A 20 ชุด และต้นแบบ B 20 ชุด) ข้อสอบระดับปานกลาง จำนวน 40 ชุด (ต้นแบบ C 20 ชุด และต้นแบบ D 20 ชุด) และข้อสอบระดับยากจำนวน 40 ชุด (ต้นแบบ E 20 ชุด และต้นแบบ F 20 ชุด)

ผู้วิจัยได้ทำการจัดเตรียมข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมฯ โดยให้แต่ละเซตของข้อสอบมีจำนวนข้อสอบ 3 ชุด ประกอบด้วย ข้อสอบระดับง่าย 1 ชุด ข้อสอบระดับปานกลาง 1 ชุด และข้อสอบระดับยาก 1 ชุด โดยนำหลักการของแผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการหาจำนวนทั้งหมดที่เป็นไปได้ของการจัดชุดข้อสอบมาใช้ในการจัดข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบทุกชุด

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ถูกนำมาให้กลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบ และทำให้สามารถจัดเตรียมข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมฯ ได้จำนวนทั้งสิ้น 160 เซต โดยที่ผู้ทำการทดสอบแต่ละคนจะได้ทำข้อสอบครบทั้ง 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก อย่างละ 1 ชุด โดยจัดการทดสอบด้วยระบบออนไลน์ที่เว็บไซต์ www.toptestcenter.com/exam-online ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 กำหนดการในการจัดการทดสอบข้อสอบข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ด้วยระบบออนไลน์

ข้อสอบสร้างจากโปรแกรมฯ	จำนวน (ข้อ)	กำหนดเวลาส่งคำตอบ (ชั่วโมง)	กำหนดวันการทดสอบ
ข้อสอบระดับง่าย	40	2	
ข้อสอบระดับปานกลาง	40	2	21 – 27 ก.พ. 2564
ข้อสอบระดับยาก	40	2	

การเก็บรวบรวมข้อมูล และเตรียมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง มีขั้นตอน ดังนี้

4.1 กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบบนระบบออนไลน์ที่เว็บไซต์ www.toptestcenter.com/exam-online โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบได้ในระหว่างวันที่ 21 - 27 กุมภาพันธ์ 2564 และจะต้องทำข้อสอบทั้ง 3 ชุด คือ ข้อสอบระดับง่าย ปานกลาง และยาก ข้อสอบมีจำนวนชุดละ 40 ข้อ และให้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมงต่อชุด ระบบสอบออนไลน์จะนับเวลาถอยหลังเมื่อเริ่มต้นทำข้อสอบในแต่ละชุด เพื่อไม่ให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความเมื่อยหล้าจากการทำข้อสอบมากจนเกินไป จึงกำหนดให้สามารถเลือกทำข้อสอบชุดใดชุดหนึ่งก่อนก็ได้ เมื่อทำเสร็จและส่งคำตอบชุดใดชุดหนึ่งเรียบร้อยแล้ว ผู้ทำการทดสอบสามารถที่จะออกจากระบบและหยุดการทำข้อสอบไว้ก่อนก็ได้ และหากต้องการเข้าระบบเพื่อทำข้อสอบชุดที่เหลือในเวลาใดก็ได้ตามสะดวก แต่ต้องอยู่ภายในช่วงวันที่ได้กำหนดไว้ในข้างต้น

4.2 เก็บรวบรวมผลการทดสอบ เพื่อนำมาจัดเตรียมข้อมูลผลการตอบข้อสอบ

4.3 การเตรียมไฟล์ข้อมูลผลการตอบข้อสอบ เพื่อเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบ และข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้ ได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นตัวแปรและค่าสถิติต่าง ๆ ไว้ ดังนี้

Mean	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
Min	หมายถึง	ค่าต่ำสุด
Max	หมายถึง	ค่าสูงสุด
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
I-CVI	หมายถึง	ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ
S-CVI	หมายถึง	ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งฉบับ
p-value	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญ α ที่จะปฏิเสธ H_0
χ^2	หมายถึง	ค่าไคสแควร์
df	หมายถึง	ค่าองศาอิสระ
CFI	หมายถึง	ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ
TLI	หมายถึง	ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน
RMSEA	หมายถึง	ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ
r	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 1 ผลการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ผลการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. ผลการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบ

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวิเคราะห์มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อสอบและผลการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เข้าสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary Data) ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 – 2561 มีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 480 ข้อ โดยจำแนกข้อมูล 5 ปี ย้อนหลัง แสดงข้อมูลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนข้อสอบที่นำมาวิเคราะห์และผลการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปีการศึกษา (พ.ศ.)	จำนวน (ข้อ)	จำนวน (คน)
2557	120	6,769
2558	110	5,474
2559	100	5,826
2560	50	3,375
2561	100	6,442
รวม	**480**	

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

แบบ 3 พารามิเตอร์ มีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ (Urry, 1977, pp. 181-196) คือ 1) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 2) ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และ 3) ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30 ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557-2561

ค่าพารามิเตอร์	ช่วงค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก
ค่าอำนาจจำแนก (a)	0.51 ถึง 2.42
ค่าความยาก (b)	-1.19 ถึง 2.49
ค่าการเดา (c)	0.08 ถึง 0.30

จากตารางที่ 14 ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกมีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.51 ถึง 2.42 มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ตั้งแต่ -1.19 ถึง 2.49 มีค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบตั้งแต่ 0.08 ถึง 0.30

ขั้นที่ 3 จำแนกข้อมูลค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบจะใช้ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ และจำแนกออกเป็น 3 ช่วง ตามระดับค่าความยากของข้อสอบ คือ ช่วงแรก บรรจุข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ ความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.50 ถึง 0.50 เป็นข้อสอบที่ง่าย ช่วงที่สอง บรรจุข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.51 ถึง 1.50 เป็นข้อสอบปานกลาง ช่วงสุดท้าย บรรจุข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 1.51 ถึง 2.50 เป็นข้อสอบที่ยาก แสดงผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การจำแนกระดับความยากข้อสอบตามพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b)	ระดับความยากของข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
-1.19 ถึง 0.50	ง่าย	65
0.51 ถึง 1.50	ปานกลาง	155
1.51 ถึง 2.49	ยาก	148
	รวม	**368**

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากตารางที่ 15 ข้อสอบจำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ซึ่งระดับง่าย ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ -1.19 ถึง 0.50 เป็นข้อสอบที่ง่าย จำนวน 65 ข้อ ระดับปานกลาง ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.51 ถึง 1.50 เป็นข้อสอบปานกลาง จำนวน 155 ข้อ และระดับยาก ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 1.51 ถึง 2.49 เป็นข้อสอบที่ยาก จำนวน 148 ข้อ รวมข้อสอบทั้ง 3 ระดับ มีจำนวนทั้งสิ้น 368 ข้อ

2. ผลการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับองค์ประกอบของทฤษฎีที่ต้องการวัด ส่วนด้านพฤติกรรมที่วัดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระดับความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom's Taxonomy) (Anderson et al., 2001) แบ่ง เป็น 6 ขั้น ได้แก่ 1) จำ (Remember) 2) เข้าใจ (Understand) 3) ประยุกต์ (Apply) 4) วิเคราะห์ (Analyze) 5) ประเมินค่า (Evaluate) และ 6) สร้างสรรค์ (Create) เกณฑ์การพิจารณาใช้เกณฑ์การประเมินมาตรประมาณค่า 5 ระดับ แสดงผลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ระดับความยากของข้อสอบ (b)	จำนวน (ข้อ)	ความตรงเชิงโครงสร้าง		พฤติกรรมที่วัด		ระดับความสอดคล้อง
		Mean	SD	Mean	SD	
ง่าย	58	4.71	0.13	4.73	0.12	มากที่สุด
ปานกลาง	147	4.69	0.12	4.76	0.09	มากที่สุด
ยาก	140	4.68	0.11	4.77	0.09	มากที่สุด
รวม	**345**	**4.69**	**0.12**	**4.76**	**0.10**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 16 ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและด้านพฤติกรรมที่วัด จำนวน 345 ข้อ โดยความตรงเชิงโครงสร้างมีความสอดคล้องเฉลี่ย เท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.12 และพฤติกรรมที่วัดมีความสอดคล้องเฉลี่ย เท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.10 โดยรวมมีความสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1859881388

ขั้นที่ 2 เปรียบเทียบโครงสร้างสาระการเรียนรู้ในแต่ละระดับความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบโครงสร้างสาระการเรียนรู้ในแต่ละระดับความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โครงสร้างสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	**ระดับความยากของข้อสอบ**		
	ง่าย (ข้อ)	**ปานกลาง (ข้อ)**	**ยาก (ข้อ)**
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	32	105	101
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต	20	32	28
สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น	6	10	11
รวม	**58**	**147**	**140**

จากตารางที่ 17 ข้อสอบระดับง่าย มีจำนวนทั้งหมด 58 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 32 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 20 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 6 ข้อ ข้อสอบระดับปานกลาง มีจำนวนทั้งหมด 147 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 105 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 32 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 10 ข้อ และข้อสอบระดับยาก มีจำนวนทั้งหมด 140 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 101 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 28 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 11 ข้อ

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบพฤติกรรมที่วัดในแต่ละระดับความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงผลดังตารางที่ 18

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมที่วัดในแต่ละระดับความยากของข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

พฤติกรรมที่วัดโดยจำแนกลำดับการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของบลูม และคณะ ฉบับปรับปรุง (Anderson et al., 2001)	**ระดับความยากของข้อสอบ**		
	ง่าย (ข้อ)	**ปานกลาง (ข้อ)**	**ยาก (ข้อ)**
ขั้นที่ 1 จำ (Remember)	0	0	0
ขั้นที่ 2 เข้าใจ (Understand)	40	76	41
ขั้นที่ 3 ประยุกต์ (Apply)	3	45	78
ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze)	15	20	18
ขั้นที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate)	0	5	1
ขั้นที่ 6 สร้างสรรค์ (Create)	0	1	2
รวม	**58**	**147**	**140**

จากตารางที่ 18 ข้อสอบระดับง่าย มีจำนวนทั้งหมด 58 ข้อ ประกอบด้วยการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญา ขั้นที่ 2 เข้าใจ (Understand) จำนวน 40 ข้อ ขั้นที่ 3 ประยุกต์ (Apply) จำนวน 3 ข้อ และขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) จำนวน 15 ข้อ ข้อสอบระดับปานกลาง มีจำนวนทั้งหมด 147 ข้อ ประกอบด้วยการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญา ขั้นที่ 2 เข้าใจ (Understand) จำนวน 76 ข้อ ขั้นที่ 3 ประยุกต์ (Apply) จำนวน 45 ข้อ ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) จำนวน 20 ข้อ ขั้นที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) จำนวน 5 ข้อ และขั้นที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) จำนวน 1 ข้อ และข้อสอบระดับยาก มีจำนวนทั้งหมด 140 ข้อ ประกอบด้วยการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญา ขั้นที่ 2 เข้าใจ (Understand) จำนวน 41 ข้อ ขั้นที่ 3 ประยุกต์ (Apply) จำนวน 78 ข้อ ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) จำนวน 18 ข้อ ขั้นที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) จำนวน 1 ข้อ และขั้นที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) จำนวน 2 ข้อ

3. ผลการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบ

โมเดลข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นใช้รูปแบบการจำลองข้อสอบ (Item Model Approach) ประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ 1) โจทย์ (Stem) 2) ส่วนประกอบ (Element) 3) ตัวเลือก (Options) 4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) และ 5) เฉลย (Key) รายละเอียด ดังนี้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1) โจทย์ (Stem) เป็นส่วนสำคัญที่ประกอบด้วยข้อมูล เนื้อหา ข้อคำถามที่จำเป็นกับผู้ทดสอบในการตอบแบบทดสอบ โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ โดยวิเคราะห์ว่าข้อมูลใดที่จะกำหนดให้เป็นส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ ให้กำหนดเป็นตัวแปร ดังนี้

1.1) ข้อความ กำหนดเป็น ตัวแปร S และถ้าโจทย์มีข้อความหลายส่วนให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น S1, S2 หรือ S3 เป็นต้น อาจมีบางกรณีที่ต้องมีเงื่อนไขเกี่ยวกับข้อความ ซึ่งจะตั้งเป็นตัวแปร As_S และกำกับด้วยตัวเลข เช่น As_S1, As_S2 หรือ As_S3 เป็นต้น

1.2) จำนวน กำหนดเป็น ตัวแปร I และถ้าโจทย์มีจำนวนหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น I1, I2 หรือ I3 เป็นต้น อาจมีบางกรณีที่ต้องมีเงื่อนไขหรือช่วงของจำนวน ซึ่งจะตั้งเป็นตัวแปร As_I และกำกับด้วยตัวเลข เช่น As_I1, As_I2 หรือ As_I3 เป็นต้น

1.3) รูปภาพประกอบ ให้กำหนดเป็นตัวแปร P และถ้าในโจทย์มีรูปภาพหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น P1, P2 หรือ P3 เป็นต้น อาจมีบางกรณีที่ต้องมีเงื่อนไขเกี่ยวกับรูปภาพ ซึ่งจะตั้งเป็นตัวแปร As_P และกำกับด้วยตัวเลข เช่น As_P1, As_P2 หรือ As_P3 เป็นต้น

รายละเอียดของการกำหนดเกี่ยวกับค่าทั้งหมดที่สามารถแปรเปลี่ยนได้ ได้แก่ ค่าของตัวแปร S ตัวแปร I ตัวแปร P ตัวแปร As_S ตัวแปร As_I และตัวแปร As_P นั้น จะระบุไว้ในช่วงของ Elements

2) ส่วนประกอบ (Element) จะมีรายละเอียดของการกำหนดเกี่ยวกับค่าทั้งหมดที่สามารถแปรเปลี่ยนได้ ได้แก่ ค่าของตัวแปร S ตัวแปร I ตัวแปร P ตัวแปร As_S ตัวแปร As_I และตัวแปร As_P โดยกำหนดเป็นช่วงข้อมูลที่ผู้วิจัยเห็นว่าเหมาะสมสำหรับโจทย์แต่ละข้อ เช่น S1 เป็นตัวแปรแทนชื่อคน อาจกำหนด ให้ S1 สุ่มเลือกจาก ‘เปา’ ‘ไก่’ ‘กิ๊ก’ และ ‘วิน’ เป็นต้น หรือ I1 เป็นตัวแปรแทนค่าเงิน ในโจทย์อาจกำหนดให้ I1 สุ่มเลือกค่าได้ตั้งแต่ 100 ถึง 10,000 เป็นต้น หรือ P1 เป็นตัวแปรแทนรูปภาพ อาจกำหนดให้ P1 สุ่มเลือกจาก ‘Px’ ‘Py’ ‘Pz’ และ ‘Pw’ เป็นต้น

3) ตัวเลือก (Options) ประกอบด้วยคำตอบจำนวน 4 ตัวเลือก โดยมีเพียงหนึ่งข้อที่ถูกต้องที่สุด และที่เหลือเป็นตัวลวง ถ้าตัวเลือกนั้นเป็นจำนวนจะกำหนดเป็นตัวแปร I ถ้ามีหลายส่วนจะมีตัวเลขกำกับ เช่น I1, I2, I3 หรือเป็นตัวแปร As_I เมื่อมีเงื่อนไขที่ซับซ้อน เป็นต้น และในทำนองเดียวกัน ถ้าตัวเลือกนั้นเป็นข้อความ หรือรูปภาพ จะกำหนดเป็นตัวแปร S หรือตัวแปร P ตามลำดับ

4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) เป็นข้อมูลส่วนย่อยที่อาจใส่ไว้ในส่วนของโจทย์ (Item) หรือส่วนของตัวเลือก (Options) ซึ่งเป็นได้ทั้ง ข้อความ รูปภาพ ตาราง แผนภาพ เสียง หรือ วิดีโอ สำหรับงานวิจัยนี้ข้อสอบในการนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นรูปภาพ จึงกำหนดเป็นตัวแปร P และถ้ามีรูปร่างหลายส่วน ให้กำกับด้วยตัวเลข เช่น P1, P2, P3

5) เฉลย (Key) เป็นตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด โดยระบุเพียงตัวเลือกเดียวในข้อคำถามแต่ละข้อ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

การพัฒนาโมเดลข้อสอบมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อเพื่อความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ

นำข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ และการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาจัดทำผังแบบทดสอบของข้อสอบต้นแบบทั้งฉบับในแต่ละระดับความยากของข้อสอบ 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก และวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อเกี่ยวกับความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ โดยจะพิจารณาเนื้อความของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ถ้าข้อสอบข้อใดไม่เหมาะสม จะคัดข้อสอบข้อนั้นออกไป โดยใช้แนวทางของ Gierl et al. (2008) ที่มีการนำเสนอตัวอย่างโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ โดยการจัดหมวดหมู่การออกแบบโมเดลข้อสอบ (A Taxonomy for Designing Item Models) ต้องการอย่างน้อย 2 ตัวแปร คือ โจทย์ และตัวเลือก โดยแต่ละส่วนจะทำงานแตกต่างกัน แสดงผลดังตารางที่ 19 - 21

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับง่าย วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โมเดล	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ	สาระการเรียนรู้			รวม
		สาระที่ 1	สาระที่ 2	สาระที่ 3	
		จำนวน (ข้อ)	จำนวน (ข้อ)	จำนวน (ข้อ)	
1	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	7	14	3	24
2	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	12	-	2	14
3	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	-	-	-
4	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	1	1	-	2
5	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	4	-	-	4
6	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	1	-	1
7	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม	-	-	-	-
8	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	5	-	-	5
9	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	-	-	-
10	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	2	2		4
	รวม	**31**	**18**	**5**	**54**

จากตารางที่ 19 ข้อสอบระดับง่าย จำนวน 54 ข้อ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ และสามารถสร้างโมเดลข้อสอบได้ 7 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 4, 5, 6, 8 และ 10

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โมเดล	รูปแบบของโจทย์ และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ	สาระการเรียนรู้			รวม
		สาระที่ 1	สาระที่ 2	สาระที่ 3	
		จำนวน(ข้อ)	จำนวน(ข้อ)	จำนวน (ข้อ)	
1	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	5	14	5	24
2	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	23	5	3	31
3	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	1	-	1
4	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	-	-	-	-
5	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	1	-	-	1
6	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	-	-	-
7	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม	2	1	-	3
8	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	8	-	1	9
9	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	-	-	-
10	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	1	1	-	2
	รวม	**40**	**22**	**9**	**71**

จากตารางที่ 20 ข้อสอบระดับปานกลาง จำนวน 71 ข้อ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 22 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 9 ข้อ และสามารถสร้างโมเดลข้อสอบได้ 7 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 3, 5, 7, 8, และ 10

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โมเดล	รูปแบบของโจทย์ และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ	สาระการเรียนรู้			รวม
		สาระที่ 1	สาระที่ 2	สาระที่ 3	
		จำนวน (ข้อ)	จำนวน (ข้อ)	จำนวน (ข้อ)	
1	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	4	17	4	25
2	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	16	6	2	24
3	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	-	-	-
4	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	1	1	1	3
5	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	1	1	-	2
6	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	-	-	-	-
7	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม	3	2	3	8
8	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด	11	-	-	11
9	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม ตัวเลือกเป็นแบบคงที่	1	-	-	1
10	โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม	3	1	-	4
	รวม	**40**	**28**	**10**	**78**

จากตารางที่ 21 ข้อสอบระดับยาก จำนวน 78 ข้อ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 28 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 10 ข้อ และสร้างโมเดลข้อสอบได้ 8 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 และ 10

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาโมเดลข้อสอบ ซึ่งสามารถสร้างโมเดลข้อสอบได้ทั้งสิ้น 10 รูปแบบ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค) ดังอย่างโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นแสดงดังตารางที่ 22-31

ตารางที่ 22 โมเดลที่ 1 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 15 (ข้อสอบระดับยาก)	(2)D
Stem	
คู่อันดับใดเป็นกราฟเส้นตรงที่ทำมุมกับแกน S1 เท่ากับ 45 องศา	
Elements	
S1 Range: “x”, “y”	
Options	
Key: “(0,0), (1,1), (2,2), (3,3)”, “(1,1), (2,2), (3,3), (4,4)”, “(2,2), (3,3), (4,4), (5,5)”, “(1,2), (2,3), (3,4), (4,5)”, “(1,3), (2,4), (3,5), (4,6)”, “(0,1), (1,2), (2,3), (3,4)”, “(0,2), (1,3), (2,4), (3,5)” Distractors: “(1,3), (2,5), (3,7), (4,9)”, “(1,2), (2,5), (3,6), (4,7)”, “(1,2), (4,2), (6,3), (8,4)”, “(1,3), (2,6), (3,9), (4,12)”, “(1,2), (2,4), (3,6), (4,8)”, “(1,2), (3,3), (2,4), (4,5)”,	
Auxiliary Information	
ไม่มี	
Key	
2	

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 23 โมเดลที่ 2 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 1 (ข้อสอบระดับง่าย)	(25)E
Stem	
ค่าของ $[I1 \div I2] \times [(I3) \div I4]$ ตรงกับข้อใด	
Elements	
I1 value range: 100-5000 by 10 I2 value range: 2-20 by 1 I3 value range: [-500] – [-10] by 1 I4 value range: 2-10 by 1 I5 = $[I1 \div I2] \times [(I3) \div I4]$ [I5 value: เป็นจำนวนเต็ม]	
Options	
1) I5 2) -I5 3) I5*2 4) -I5*2	
Auxiliary Information	
ไม่มี	
Key	
1	

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 24 โมเดลที่ 3 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 22 (ข้อสอบระดับปานกลาง)	(56)M

Stem

รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านยาว I1, I2 และ I3 เซนติเมตร เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด

Elements

I1 = 3*I4

I2 = 4*I4

I3 = 5*I4

I4 value range: 1-500 by 1

Options

1) สามเหลี่ยมมุมแหลม
2) สามเหลี่ยมมุมฉาก
3) สามเหลี่ยมมุมป้าน
4) สามเหลี่ยมหน้าจั่ว

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 25 โมเดลที่ 4 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 4 (ข้อสอบระดับง่าย)	(40)E

Stem

รูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใดที่ได้จากการมองภาพS1 ตามที่กำหนด

Pf Ps Po

S2 S3 S4

Elements

S1 Range: “ด้านหน้าและด้านข้าง” , “ด้านหน้าและด้านบน” , “ด้านข้างและด้านบน”

S2 = “ด้านหน้า”

S3 = “ด้านข้าง”

S4 = “ด้านบน”

P Range: P2-P4, P6-P8, P10-P12, P14-16, P18 - P20

Options

Option1

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านข้าง” then Pf = P2 , Ps = P3 , ไม่แสดง [S4 และ Po]

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านบน” then Pf = P2 , Po = P4 , ไม่แสดง [S3 และ Ps]

As_ S1 = “ด้านข้างและด้านบน” then Ps = P3 , Po = P4 , ไม่แสดง [S2 และ Pf]

Key = P1

Distractors = P5, P9, P13, P17

Option2

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านข้าง” then Pf = P6 , Ps = P7 , ไม่แสดง [S4 และ Po]

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านบน” then Pf = P6 , Po = P8 , ไม่แสดง [S3 และ Ps]

As_ S1 = “ด้านข้างและด้านบน” then Ps = P7 , Po = P8 , ไม่แสดง [S2 และ Pf]

Key = P5

Distractors = P1, P9, P13, P17

Option3

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านข้าง” then Pf = P10 , Ps = P11 , ไม่แสดง [S4 และ Po]

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านบน” then Pf = P10 , Po = P12 , ไม่แสดง [S3 และ Ps]

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 25 (ต่อ)

As_ S1 = “ด้านข้างและด้านบน” then Ps = P11 , Po = P12 , ไม่แสดง [S2 และ Pf]

Key = P9

Distractors = P1, P5, P13, P17

Option3

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านข้าง” then Pf = P14 , Ps = P15 , ไม่แสดง [S4 และ Po]

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านบน” then Pf = P14 , Po = P16 , ไม่แสดง [S3 และ Ps]

As_ S1 = “ด้านข้างและด้านบน” then Ps = P15 , Po = P16 , ไม่แสดง [S2 และ Pf]

Key = P13

Distractors = P1, P5, P9, P17

Option4

As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านข้าง” then Pf = P18 , Ps = P19 , ไม่แสดง [S4 และ Po]

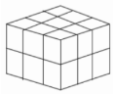
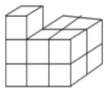
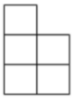
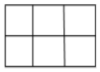
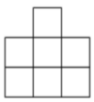
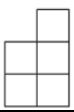
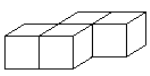
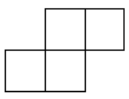
As_ S1 = “ด้านหน้าและด้านบน” then Pf = P18 , Po = P20 , ไม่แสดง [S3 และ Ps]

As_ S1 = “ด้านข้างและด้านบน” then Ps = P19 , Po = P20 , ไม่แสดง [S2 และ Pf]

Key = P17

Distractors = P1, P5, P9, P13

Auxiliary Information

รูปเรขาคณิต 3 มิติ	ด้านหน้า	ด้านข้าง	ด้านบน
P1 	P2	P3	P4
P5	P6	P7	P8
P9 	P10	P11 	P12 
P13	P14 	P15 	P16
P17 	P18	P19	P20 

Key

4

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 26 โมเดลที่ 5 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 3 (ข้อสอบระดับปานกลาง)	(57)M

Stem

ผลบวกของจำนวนเฉพาะตั้งแต่ I1 ถึง I2 ต่างจากผลบวกของจำนวนเฉพาะ I3 ถึง I4 เท่ากับข้อใด

Elements

I1 = 1

I2 = value range: 20 - 40 by 1

As_ I2 = value range: 20 – 22 then I5 = 77

As_ I2 = value range: 23 – 28 then I5 = 100

As_ I2 = 29 then I5 = 129

As_ I2 = value range: 30 – 36 then I5 = 160

As_ I2 = value range: 37 – 40 then I5 = 197

I3 = 60

I4 = value range: 80 - 90 by 1

As_ I4 = value range: 80 – 82 then I6 = 351

As_ I4 = value range: 83 – 88 then I6 = 434

As_ I4 = value range: 89 – 90 then I6 = 523

I7 = I6-I5

Options

1) I7

2) I7 + 12

3) I7 + 20

4) I7 +40

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 27 โมเดลที่ 6 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 7 (ข้อสอบระดับง่าย)	(45)E

Stem

ผลรวมขนาดของมุม S1 มุมฉาก และมุม S2 มุมตรงมีค่าเท่าใด

Elements

S1 Range: “ครึ่ง”, “1/4”, “1/3”

S2 Range: “ครึ่ง”, “1/4”, “1/3”

Options

Options1

As_ S1 = “ครึ่ง” then S2 = “ครึ่ง”

Key: “135°”

Distractors: “270°”, “225°”, “105°”

Options2

As_ S1 = “1/4” then S2 = “ครึ่ง”

Key: “112.5°”

Distractors: “157.5°”, “225°”, “270°”

Options3

As_ S1 = “ครึ่ง” then S2 = “1/4”

Key: “90°”

Distractors: “112.5°”, “135°”, “105°”

Options4

As_ S1 = “1/4” then S2 = “1/4”

Key: “65.5°”

Distractors: “90°”, “112.5°”, “105°”

Options5

As_ S1 = “ครึ่ง” then S2 = “1/3”

Key: “105°”

Distractors: “120°”, “90°”, “135°”

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 27 (ต่อ)

Options6

As_ S1 = “1/4” then S2 = “1/3”

Key: “85.5°”

Distractors: “75°”, “105°”, “115.5°”

Options7

As_ S1 = “1/3” then S2 = “ครึ่ง”

Key: “120°”

Distractors: “90°”, “135°”, “105°”

Options8

As_ S1 = “1/3” then S2 = “1/4”

Key: “75°”

Distractors: “82.5°”, “67.5°”, “90°”

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 28 โมเดลที่ 7 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 31 (ข้อสอบระดับยาก)	(55)D

Stem

ให้ S1 เป็นคำตอบของสมการ $\frac{3A+1}{2} = \frac{7A-2}{5}$

และ S2 เป็นคำตอบของสมการ $7(B+3)-5 = 4B+8$

แล้วค่าของ S1 – I1S2 ตรงกับข้อใด

Elements

S1 Range: “A”, “X”, “M”

S2 Range: “B”, “Y”, “N”

As_S1 = “A” then S2 = “B”

As_S1 = “X” then S2 = “Y”

As_S1 = “M” then S2 = “N”

I1 Value Range: [-30] - [30] by 3

I2 = $-9 - \left[(I1)* \left(-\frac{8}{3}\right)\right]$

Options

Key: I2

Distractors: Value range: [-100] - [100]

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 29 โมเดลที่ 8 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 20 (ข้อสอบระดับง่าย)	(48)E

Stem

ถ้า S1 = I1, S2 = I2 และ S3 = I3 แล้วค่าของ I4S1 - S2 - I5S3 มีค่าตรงกับข้อใด

Elements

S1 Range: "x", "a", "p"

S2 Range: "y", "b", "q"

S3 Range: "z", "c", "r"

As_ S1 = "x" then S2 = "y" and S3 = "z"

As_ S1 = "a" then S2 = "b" and S3 = "c"

As_ S1 = "p" then S2 = "q" and S3 = "r"

I1 value range: [-50] – [50] by 1

I2 value range: [-50] – [50] by 1

I3 value range: [-50] – [50] by 1

I1 ≠ I2 ≠ I3

I4 value range: 1-20 by 1

I5 value range: 1-20 by 1

I6 = (I4*I1) – I2 – (I5*I3)

Options

1) (I4*I1) + I2 – (I5*I3)

2) (I4*I1) + I2 + (I5*I3)

3) (I4*I1) - I2 + (I5*I3)

4) I6

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

4

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 30 โมเดลที่ 9 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 22 (ข้อสอบระดับยาก)

(74)D

Stem

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. ไม่มีจำนวนจริง S1 ที่ทำให้ $S1^2 < S1$

ข. ถ้า $\left(\frac{I1}{I2}\right)^{S1} = \frac{I2}{I1}$ แล้ว S1 = -1

Elements

S1 Range: "x", "a", "n"

I1 value range: 2-9999 by 1

I2 value range: 2-9999 by 1

I1 ≠ I2

Options

1) ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

2) ข้อ ก. ถูก ข้อ ข. ผิด

3) ข้อ ก. ผิด ข้อ ข. ถูก

4) ผิดทั้งข้อ ก. และ ข.

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 31 โมเดลที่ 10 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 18 (ข้อสอบระดับง่าย)	(54)E
Stem	
ข้อใด มีความยาวจำกัด	
Elements	
ไม่มี	
Options	
Key: $\overline{AB}$, $\overline{CD}$, $\overline{MN}$, $\overline{PQ}$, $\overline{XY}$	
Distractors: $\overleftrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AB}$, $\overleftarrow{AB}$, $\overrightarrow{MN}$, $\overrightarrow{MN}$, $\overrightarrow{MN}$, $\overleftrightarrow{PQ}$, $\overrightarrow{PQ}$, $\overleftarrow{PQ}$, $\overleftrightarrow{CD}$, $\overrightarrow{CD}$, $\overleftarrow{CD}$, $\overleftrightarrow{XY}$, $\overrightarrow{XY}$, $\overleftarrow{XY}$	
Auxiliary Information	
ไม่มี	
Key	
1	

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน การประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบจะพิจารณา ข้อสอบทีละข้อว่ามีความถูกต้อง เน้นที่ระดับความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อสอบข้อนั้น ๆ แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Content Validity Index) ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา มี 2 ประเภท คือ ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Level CVI) และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (Scale-Level CVI) ซึ่งโพลิทและเบ็ค (Polit & Beck, 2006) ใช้คำย่อแทนค่าทั้งสองว่า I-CVI และ S-CVI โดยค่า I-CVI ที่ดีควรมีค่ามากกว่า 0.80 และค่า S-CVI/Ave ควรได้อย่างน้อย 0.90 (Polit & Beck, 2006, p. 493) แสดงผลดังตารางที่ 32

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ดัชนีตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ	ค่าดัชนีตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ									เกณฑ์การพิจารณา	ผลการตรวจสอบความถูกต้อง
	ข้อสอบระดับง่าย (54 ข้อ)			ข้อสอบระดับปานกลาง (71 ข้อ)			ข้อสอบระดับยาก (78 ข้อ)				
	สาระที่ 1 (31 ข้อ)	สาระที่ 2 (18 ข้อ)	สาระที่ 3 (5 ข้อ)	สาระที่ 1 (40 ข้อ)	สาระที่ 2 (22 ข้อ)	สาระที่ 3 (9 ข้อ)	สาระที่ 1 (40 ข้อ)	สาระที่ 2 (28 ข้อ)	สาระที่ 3 (10 ข้อ)		
I-CVI	1.00			1.00			1.00			มากกว่า 0.80 (>0.80)	ผ่านเกณฑ์
S-CVI	1.00			1.00			1.00			ไม่น้อยกว่า 0.90 (≥ 0.90)	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 32 ข้อสอบระดับง่าย มีจำนวนทั้งหมด 54 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Level CVI) เท่ากับ 1 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (Scale-Level CVI) เท่ากับ 1 โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์

ข้อสอบระดับปานกลาง มีจำนวนทั้งหมด 71 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 22 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 9 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Level CVI) เท่ากับ 1 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (Scale-Level CVI) เท่ากับ 1 โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์

ข้อสอบระดับยาก มีจำนวนทั้งหมด 78 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 28 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 10 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Level CVI) เท่ากับ 1 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (Scale-Level CVI) เท่ากับ 1 โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยนำเสนอผลการวิจัยเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. การพัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

2. ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. การพัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าใช้งานได้ที่ https://www.aig-system.com มีรายละเอียดดังนี้

1.1 รูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ใช้ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาหลักที่ใช้ ในการสร้างโฮมเพจร่วมกับภาษา CSS (Cascading Style Sheets) ที่เป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียน Syntax ที่มีความเฉพาะในการกำหนดรูปแบบเอกสารเว็บหรือตกแต่งเอกสาร HTML ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร ตำแหน่ง เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง โดยการกำหนดคุณสมบัติให้กับ Element ต่าง ๆ ของ HTML และใช้ JavaScript สำหรับงานการคำนวณ การแสดงผลการรับ-ส่งข้อมูล และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันทีทันใด

1.2 โปรแกรมจะทำงานบนคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) ในรูปแบบ Platform as a Service (PaaS) ทั้งในส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) และส่วนของการจัดการดูแลข้อมูลต่าง ๆ (Database Serve) นอกจากนี้ โปรแกรมได้ถูกออกแบบมาให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับระบบปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ (Tablet Computer)

1.3 การใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ได้จัดทำเอกสารการใช้งานของโปรแกรม โดยแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ได้แก่ 1) การลงทะเบียน 2) การสร้างข้อสอบ 3) การรายงานผลการสร้างข้อสอบ 4) คู่มือการใช้งานโปรแกรม 5) ข้อมูลอ้างอิง 6) ติดต่อสอบถาม และ 7) ข้อมูลผู้ใช้ มีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 หน้าจอแรกของโปรแกรม แสดงดังภาพที่ 58

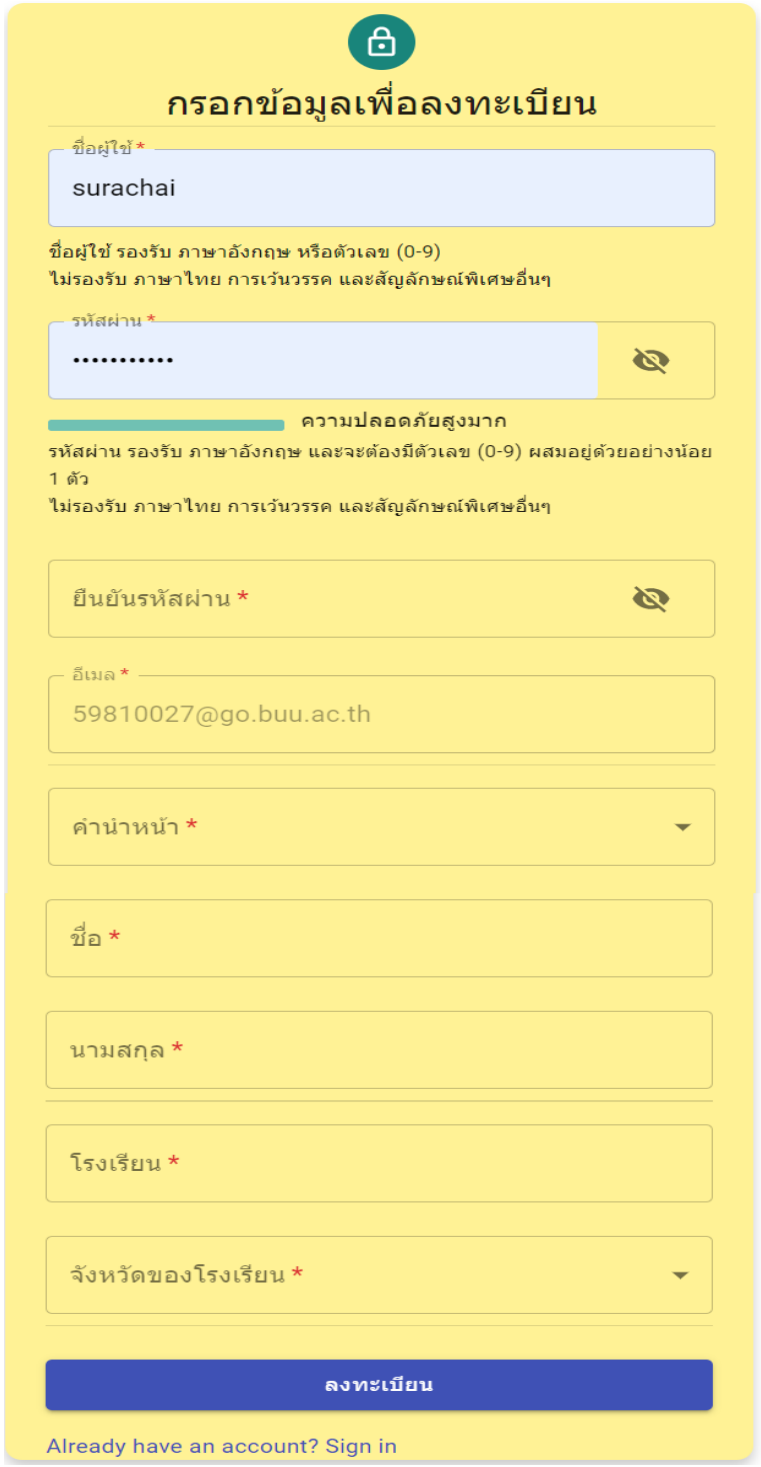
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 58 หน้าจอแรกของโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

จากภาพที่ 58 เป็นส่วนของการเข้าสู่ระบบ ประกอบด้วย รายละเอียด 2 ส่วน ดังนี้ 1) ลงทะเบียนเพื่อเข้าสร้างข้อสอบ (กรณีที่ผู้ใช้ไม่เคยลงทะเบียนใช้งานไว้) และ 2) เข้าสู่ระบบเพื่อสร้างข้อสอบ (กรณีที่ผู้ใช้เคยลงทะเบียนใช้งานไว้แล้ว)

1.3.2 การลงทะเบียน เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องลงทะเบียนเพื่อการเข้าไปสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก แสดงดังภาพที่ 59

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 59 หน้าจอการลงทะเบียน

จากภาพที่ 59 ส่วนนี้เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องลงทะเบียน เพื่อการเข้าไปสร้างข้อสอบ สำหรับผู้ใช้งานใหม่ต้องกรอกรายละเอียด 9 ส่วน ดังนี้ 1) ชื่อผู้ใช้ (Username) 2) รหัสผ่าน

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
18958813388

(Password) 3) ยืนยันรหัสผ่าน (CF Password) 4) อีเมล 5) คำนำหน้า 6) ชื่อ 7) นามสกุล 8) ชื่อโรงเรียน และ 9) จังหวัดของโรงเรียน

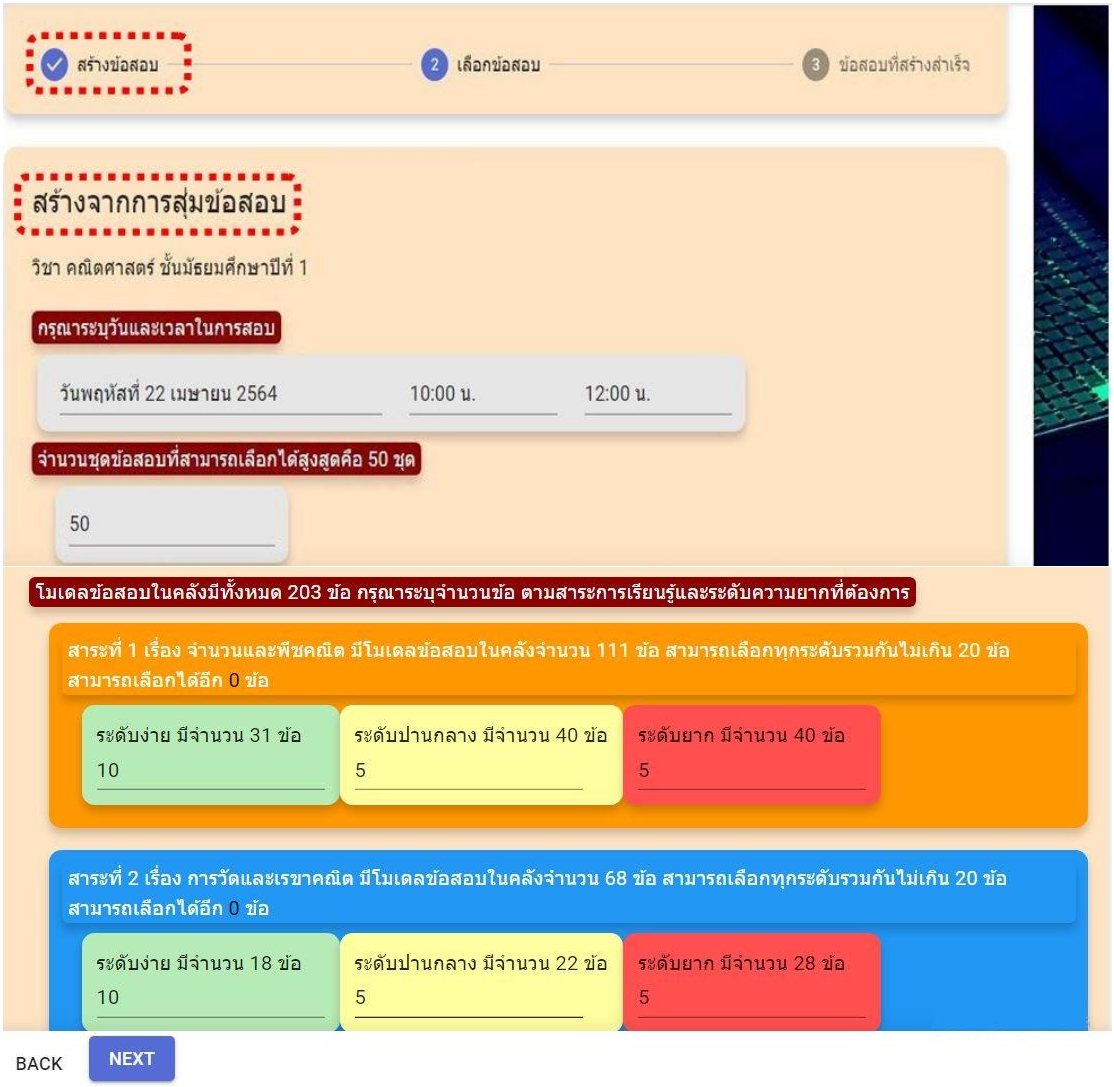
1.3.3 การสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้ใช้งานจะต้องกดเลือกเมนู “สร้างข้อสอบ” ด้านบนขวามือของหน้าจอ แสดงดังภาพที่ 60

ภาพที่ 60 หน้าจอสำหรับการสร้างข้อสอบ

จากภาพที่ 60 ในส่วนนี้ผู้ใช้งานโปรแกรม สามารถเลือกรูปแบบของข้อคำถามที่ต้องการสร้างข้อสอบได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” ถ้าเลือกกดรูปแบบนี้ ผู้ใช้งานจะต้องเข้าไปดำเนินการกำหนดคุณสมบัติของข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้น โดยที่เนื้อหาของข้อสอบประกอบด้วย 3 สาระ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น และในแต่ละสาระจำแนกข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก เมื่อทำการสร้างข้อสอบโปรแกรมจะทำการสุ่มสร้างข้อสอบจากโมเดลข้อสอบทั้งหมดที่มีอยู่ในแต่ละสาระและระดับความยาก แสดงดังภาพที่ 61

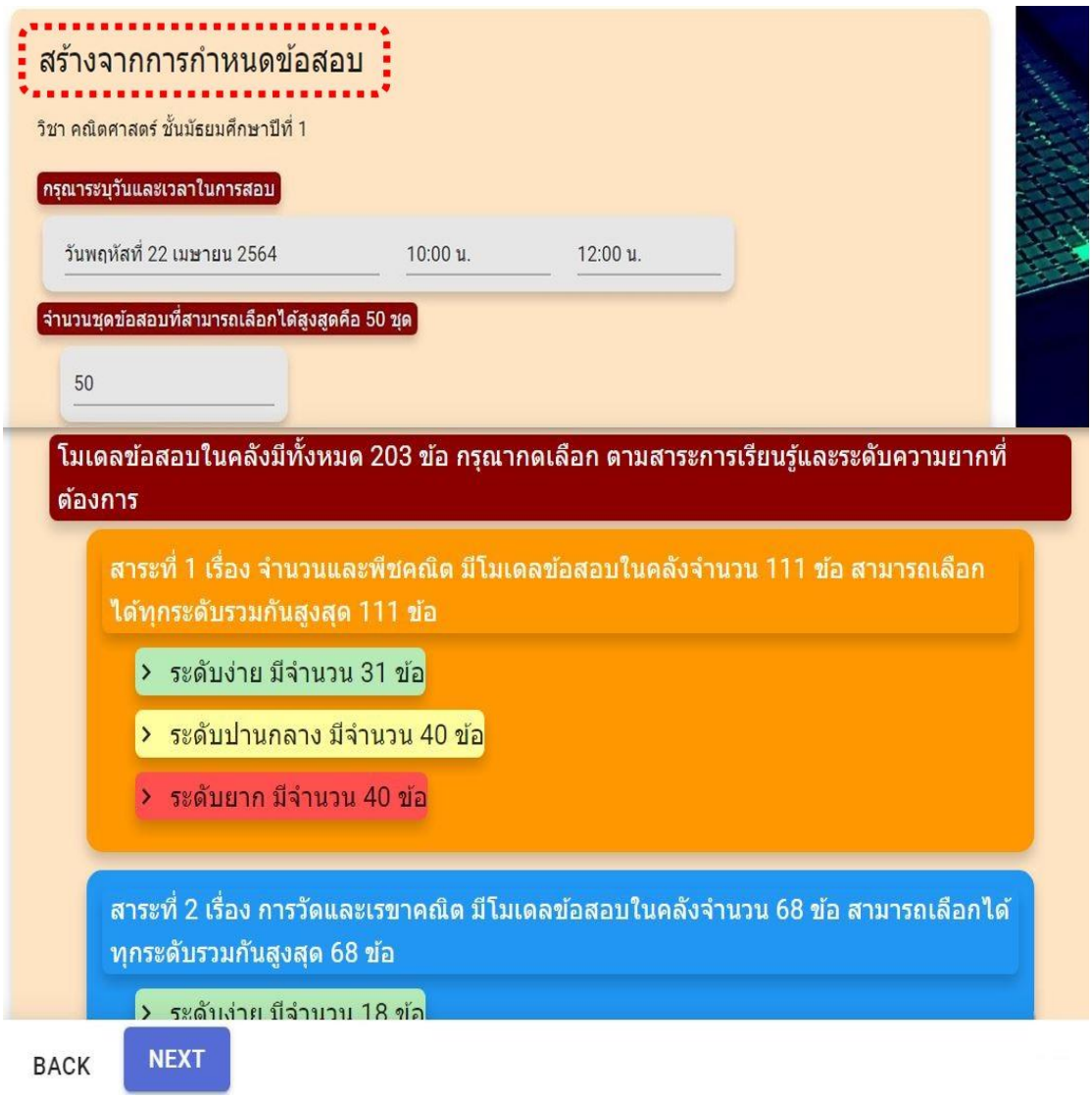
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 61 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ”

รูปแบบที่ 2 “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” ถ้าเลือกกดรูปแบบนี้ผู้ใช้งานต้องเข้าไปดำเนินการกำหนดเลือกข้อสอบที่ต้องการสร้างให้โปรแกรมสร้างขึ้นโดยที่เนื้อหาของข้อสอบประกอบด้วย 3 สาระ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น และในแต่ละสาระจำแนกข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก เมื่อทำการสร้างข้อสอบโปรแกรมจะทำการสร้างข้อสอบจากโมเดลข้อสอบที่กำหนดเลือกในแต่ละสาระและระดับความยากที่เลือกไว้ แสดงดังภาพที่ 62

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1895881388



ภาพที่ 62 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ”

1.3.4 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกรายละเอียดของแต่ละส่วน ดังนี้

1) “วันและเวลาในการสอบ” ให้ระบุ “วัน” และ “เวลา” ที่จะใช้สำหรับการสอบของข้อสอบชุดที่สร้างขึ้น

2) “จำนวนชุดข้อสอบ” ให้ผู้ใช้งานระบุจำนวนชุดข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้นมา โปรแกรมนี้สามารถสร้างได้สูงสุด จำนวน 50 ชุด

3) “จำนวนข้อคำถาม” โมเดลข้อสอบในคลังมีทั้งหมด 203 ข้อ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดเลือกข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้นมา มีรายละเอียด ดังนี้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สาระที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 31 ข้อ ระดับปานกลาง 40 ข้อ และระดับยาก 40 ข้อ รวมทั้งสิ้น 111 ข้อ

สาระที่ 2 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 18 ข้อ ระดับปานกลาง 22 ข้อ และระดับยาก 28 ข้อ รวมทั้งสิ้น 68 ข้อ

สาระที่ 3 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 5 ข้อ ระดับปานกลาง 9 ข้อ และระดับยาก 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 24 ข้อ

1.3.5 การรายงานผลการสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการรายงานผลการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งจะแสดงผลการสร้างข้อสอบเป็น 3 ลักษณะ คือ 1) เรียกดู 2) พิมพ์ข้อคำถาม และ 3) พิมพ์เฉลย ดังภาพที่ 63

ภาพที่ 63 หน้าจอแสดงการรายงานผลการสร้างข้อสอบ

จากภาพที่ 63 ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถดูผลการสร้างข้อสอบได้ในรูปแบบของไฟล์ PDF รวมถึงสามารถทำการดาวน์โหลดลงในคอมพิวเตอร์ หรือพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ได้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1.3.6 คู่มือการใช้งาน เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของวิธีการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังภาพที่ 64

ภาพที่ 64 หน้าจอคู่มือการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

1.3.7 ข้อมูลอ้างอิง เป็นส่วนประวัติย่อของผู้วิจัย

1.3.8 ติดต่อสอบถาม เป็นส่วนที่หากเมื่อผู้ใช้งานมีข้อสงสัย หรือเกิดปัญหาในการใช้งาน โปรดติดต่อสอบถามไปยังผู้วิจัย ตามข้อมูลติดต่อที่ให้ไว้ในส่วนของหน้าจอ

1.3.9 ข้อมูลผู้ใช้ เป็นส่วนที่หากผู้ใช้งานต้องการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน หรือต้องการออกจากระบบการใช้งานโปรแกรม

1.3.10 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบ จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากโดยผู้เชี่ยวชาญ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบ จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากโดยผู้เชี่ยวชาญ พร้อมคู่มือการใช้งานโปรแกรมส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน ได้ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ใน 5 ด้าน คือ 1) ด้านความตรงตามความต้องการของโปรแกรมฯ 2) ด้านการทำงานของโปรแกรมฯ 3) ด้านการใช้งาน 4) การรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมฯ และ 5) ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ ซึ่งประเมินในระหว่างวันที่ 1 ถึง 21 ธันวาคม พ.ศ. 2563 สามารถแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ดังตารางที่ 33 - 38

ตารางที่ 33 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านความตรงตามความต้องการของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านที่	**ความตรงตามความต้องการของโปรแกรมฯ**			
	1. ความสามารถของโปรแกรมในการจัดการโปรแกรมฯ เช่น สามารถสร้างข้อสอบข้อสอบอัตโนมัติผ่านทางเว็บไซต์ได้	4.50	0.58	มาก
	2. ความสามารถของโปรแกรมในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก เช่น สามารถเลือกสร้างข้อสอบด้วยวิธีการสร้างจากการสุ่มข้อสอบและวิธีการสร้างจากการกำหนดข้อสอบได้ตามที่ชี้แจงไว้ในคู่มือการใช้งาน	4.75	0.50	มากที่สุด
	3. ความสามารถของโปรแกรมในการสร้างชุดข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก เช่น สามารถเลือกจำนวนของชุดข้อสอบทั้งวิธีการสร้างจากการสุ่มข้อสอบและวิธีการสร้างจากการกำหนดได้ตามที่ชี้แจงไว้ในคู่มือการใช้งาน	4.75	0.50	มากที่สุด
	4. ความสามารถของโปรแกรมในการรายงานผลการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก เช่น สามารถรายงานผลการสร้างข้อสอบได้ตามที่ชี้แจงไว้ในคู่มือการใช้งาน	4.25	0.50	มาก
	5. โปรแกรมตรงตามวัตถุประสงค์ในการสร้างโปรแกรม	4.25	0.50	มาก
	สรุป	**4.50**	**0.52**	**มาก**

จากตารางที่ 33 แสดงให้เห็นว่า ด้านความตรงตามความต้องการของโปรแกรมฯ มีความเหมาะสมในระดับมาก (Mean = 4.50, SD = 0.52)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 34 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านการทำงานของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านที่ 2	**การทำงานของโปรแกรมฯ**			
	1. ความถูกต้องของโปรแกรมในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ด้วยวิธีการสร้างจากการสุ่มข้อสอบ เช่น จำนวนชุดข้อสอบ และจำนวนข้อคำถามในแต่ละชุดถูกสร้างขึ้นได้ถูกต้องตามจำนวนที่เลือกไว้ในแต่ละสาระและระดับความยาก (กรณีของระดับความยาก สามารถดูอ้างอิงเมื่อเทียบกับเฉลยคำตอบ)	4.00	0.82	มาก
	2. ความถูกต้องของโปรแกรมในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ด้วยวิธีการสร้างจากการกำหนดข้อสอบ เช่น จำนวนชุดข้อสอบ และจำนวนข้อคำถามในแต่ละชุด ถูกสร้างขึ้นได้ถูกต้องตามจำนวนที่เลือกไว้ในแต่ละสาระและระดับความยาก (กรณีของระดับความยากสามารถดูอ้างอิงเมื่อเทียบกับเฉลยคำตอบ)	4.25	0.50	มาก
	3. ความถูกต้องของโปรแกรมในการสร้างตัวเลือกได้เหมาะสมและถูกต้อง เช่น ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีตัวเลือกครบตามที่กำหนด (4 ตัวเลือก) โดยที่ไม่มีตัวเลือกที่ซ้ำกัน และมีตัวเลือกที่เป็นเฉลยคำตอบเพียง 1 ตัวเลือก	4.25	0.96	มาก
	4. ความถูกต้องของโปรแกรมในการเฉลยคำตอบที่ถูกได้อย่างถูกต้อง เช่น ข้อสอบมีตัวเลือกที่เป็นเฉลยของคำตอบและเป็นตัวเลือกเดียวกับที่แสดงไว้ส่วนของเฉลยคำตอบมีการจัดรูปแบบของเฉลยคำตอบแยกเป็นสาระและระดับความยากให้เห็นอย่างชัดเจน	4.50	0.58	มาก
	สรุป	**4.25**	**0.57**	**มาก**

จากตารางที่ 34 แสดงให้เห็นว่า ด้านการทำงานของโปรแกรมฯ มีความเหมาะสมในระดับมาก (Mean = 4.25, SD = 0.57)

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 35 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านที่ 3	**การใช้งาน**			
	1. ความง่ายต่อการใช้งานของโปรแกรมฯ	4.50	0.58	มาก
	2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ	4.00	0.82	มาก
	3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	4.00	0.00	มาก
	4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	4.00	0.00	มาก
	5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย เช่น การแจ้งจำนวนข้อสอบในคลังทั้งหมด การแจ้งจำนวนข้อสอบในแต่ละสาระฯ การแจ้งจำนวนข้อสอบในแต่ละระดับความยาก การแจ้งจำนวนข้อสอบที่ถูกเลือกสร้างทั้งหมด	4.50	0.58	มาก
	6. ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย เช่น มีระบบปฏิทินในการกำหนดวัน และระบบนาฬิกาในการกำหนดเวลาเพื่อสามารถระบุวันและเวลาที่จะใช้ข้อสอบในการทดสอบ	4.25	0.96	มาก
	7. ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	4.00	0.82	มาก
	8. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ เช่น มีกล่องข้อความแจ้งเตือนขั้นตอนการดำเนินงาน (ข้อสอบกำลังถูกสร้าง และข้อสอบถูกสร้างสำเร็จ) มีการแจ้งเตือนจำนวนข้อสอบในคลังที่สามารถจะเลือกสร้างได้อีกหลังจากทำการเลือกสร้างข้อสอบไปแล้วบางส่วน	4.25	0.50	มาก
	9. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	4.00	0.00	มาก
	10. คำศัพท์ที่ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	4.25	0.50	มาก
	สรุป	**4.18**	**0.48**	**มาก**

จากตารางที่ 35 แสดงให้เห็นว่า ด้านการใช้งานมีความเหมาะสมในระดับมาก (Mean = 4.18, SD = 0.48)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 36 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านการรักษาความปลอดภัย และการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านที่ 4	**การรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมฯ**			
	1. ก่อนการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานโปรแกรมฯ มีการตรวจสอบเพื่อยืนยันตัวตนด้วยอีเมลแอดเดรส	4.25	0.96	มาก
	2. รหัสผ่านมีการกำหนดให้ใช้ตัวอักษรและตัวเลขผสมกัน	4.25	0.96	มาก
	3. การแจ้งเตือนระดับความปลอดภัยในการกำหนดรหัสผ่าน	4.50	1.00	มาก
	4. การแจ้งเตือนเมื่อมีการเข้าสู่ระบบไม่ถูกต้องของผู้ใช้งาน	4.25	0.96	มาก
	5. การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ใช้งาน	4.25	0.96	มาก
	6. การออกจากระบบของผู้ใช้งานโปรแกรมฯ	4.25	0.96	มาก
	สรุป	**4.29**	**0.97**	**มาก**

จากตารางที่ 36 แสดงให้เห็นว่า ด้านการรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมฯ มีความเหมาะสมในระดับมาก (Mean = 4.29, SD = 0.97)

ตารางที่ 37 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านที่ 5	**ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ**			
	1. เนื้อหาคู่มือการใช้โปรแกรมเข้าใจง่าย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรม	4.50	0.58	มาก
	2. คู่มือการใช้โปรแกรมแสดงวิธีการใช้งานอย่างมีลำดับขั้นตอน	4.50	0.58	มาก
	3. ภาษาที่ใช้ในคู่มือการใช้โปรแกรมเข้าใจง่าย	4.50	0.58	มาก
	4. คู่มือมีการใช้ภาพประกอบอธิบายกระบวนการต่าง ๆ อย่างชัดเจน	4.50	0.58	มาก
	5. เมื่ออ่านคู่มือแล้วผู้ใช้มีความมั่นใจว่าสามารถใช้งานโปรแกรมได้	4.25	0.50	มาก
	สรุป	**4.45**	**0.56**	**มาก**

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากตารางที่ 37 แสดงให้เห็นว่า ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ มีความเหมาะสมในระดับมาก (Mean = 4.45, SD = 0.56)

สรุปผลรวมการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ทั้ง 5 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ผลรวมการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ทั้ง 5 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
1	ด้านความตรงความต้องการของโปรแกรมฯ	4.50	0.52	มาก
2	ด้านการทำงานของโปรแกรมฯ	4.25	0.57	มาก
3	ด้านการใช้งาน	4.18	0.48	มาก
4	ด้านการรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมฯ	4.29	0.97	มาก
5	ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	4.45	0.56	มาก
	สรุป	**4.33**	**0.54**	**มาก**

จากตารางที่ 38 แสดงผลการประเมินโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.33, SD = 0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทั้ง 5 ด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านความตรงตามความต้องการของโปรแกรมฯ (Mean = 4.50, SD = 0.52) ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ (Mean = 4.45, SD = 0.56) การรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรมฯ (Mean = 4.29, SD = 0.97) ด้านการทำงานของโปรแกรมฯ (Mean = 4.25, SD = 0.57) และด้านการใช้งาน (Mean = 4.18, SD = 0.48)

นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

1. การกรอกข้อมูลรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านควรแจ้งจำนวนและลักษณะของตัวอักษรหรือตัวเลขที่ใช้ในการกรอกให้ชัดเจน

2. ขนาดของหน้าจอแสดงผล ควรเปิดให้สามารถรองรับอุปกรณ์ได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น การใช้งานกับระบบปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ สามารถใช้งานได้ในคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ (Tablet Computer) หรืออุปกรณ์อื่น ๆ และควรระบุข้อจำกัดด้วย

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ โดยผู้ใช้งาน

การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากใช้โดยผู้ใช้งาน เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งาน 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมฯ 2) ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมฯ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เป็นครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอนในชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 40 คน ดังนี้ โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 3 คน โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 8 คน โรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 11 คน และโรงเรียนสรรพวิทยาคม จังหวัดตาก จำนวน 18 คน ทำการประเมินในระหว่างวันที่ 23 มกราคม ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2564 สามารถแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ดังตารางที่ 39-40

ตารางที่ 39 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมโดยผู้ใช้งาน

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความคิดเห็น
ด้านที่ 1	**ลักษณะทั่วไปของโปรแกรมฯ**			
	1. การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก	4.48	0.55	ดี
	2. การออกแบบโปรแกรมมีความน่าสนใจ	4.60	0.55	ดีมาก
	3. รูปแบบของโปรแกรมเข้าใจง่าย	4.48	0.60	ดี
	4. โปรแกรมง่ายต่อการใช้งาน	4.55	0.60	ดีมาก
	5. การแสดงผลข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว	4.63	0.49	ดีมาก
	6. โปรแกรมมีระบบป้องกันการทำงานผิดพลาดของผู้ใช้งาน	4.50	0.51	ดี
	สรุป	**4.54**	**0.55**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 39 แสดงให้เห็นว่า ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม มีประสิทธิภาพในระดับดีมาก (Mean = 4.54, SD = 0.55)

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 40 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม โดยผู้ใช้งาน

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความคิดเห็น
ด้านที่ 2	**ความสะดวกในการใช้โปรแกรม**			
	1. โปรแกรมมีเมนูที่เข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมได้ง่ายและสะดวก	4.40	0.59	ดี
	2. ผู้ใช้งานสามารถเลือกสร้างข้อสอบด้วยวิธีการสุ่มข้อสอบ และสร้างข้อสอบด้วยวิธีการกำหนดข้อสอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้	4.57	0.55	ดีมาก
	3. ผู้ใช้งานสามารถเลือกสร้างข้อสอบตามเนื้อหาและระดับความยากได้ตามความต้องการของผู้ใช้	4.65	0.53	ดีมาก
	4. โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้เร็วกว่าการสร้างข้อสอบด้วยมือ	4.62	0.49	ดีมาก
	5. โปรแกรมสามารถแสดงผลการสร้างข้อสอบบนหน้าจอภาพได้ครบถ้วน	4.53	0.60	ดีมาก
	6. ผู้ใช้งานสามารถบันทึกรายงานผลการสร้างข้อสอบ และสั่งพิมพ์แบบทดสอบพร้อมเฉลยคำตอบได้อย่างสะดวก	4.58	0.55	ดีมาก
	7. เมื่อมีข้อสงสัยในการใช้โปรแกรม ผู้ใช้สามารถดูคำชี้แจงจากคู่มือการใช้โปรแกรม และสามารถปฏิบัติตามได้	4.35	0.62	ดี
	สรุป	**4.53**	**0.56**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 40 แสดงให้เห็นว่า ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมมีประสิทธิภาพในระดับดีมาก (Mean = 4.53, SD = 0.56)

สรุปผลรวมการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมทั้ง 2 ด้าน โดยผู้ใช้งาน แสดงดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ผลรวมการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ โดยผู้ใช้งาน

ลำดับที่	รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความคิดเห็น
1	ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมฯ	4.54	0.55	ดีมาก
2	ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมฯ	4.53	0.56	ดีมาก
	สรุป	**4.54**	**0.56**	**ดีมาก**

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากตารางที่ 41 แสดงผลการประเมินโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้ใช้งาน แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมในภาพรวมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก (Mean = 4.54, 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีทั้ง 2 ด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ 1) ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมฯ (Mean = 4.54, SD = 0.55) และ 2) ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมฯ (Mean = 4.53, SD = 0.56)

จากผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น จากการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมมีความเหมาะสมเพียงพอที่จะนำไปใช้งานจริงได้

การสร้างข้อสอบจากระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้ จะสามารถสร้างข้อสอบได้จำนวนข้อในปริมาณมากจากโมเดลข้อสอบต้นแบบ จำนวนทั้งสิ้น 203 ข้อ แยกออกเป็น 3 ระดับ รายละเอียด ดังนี้

ระดับแรก ข้อสอบต้นแบบระดับง่าย จำนวน 54 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ

ระดับที่สอง ข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง จำนวน 71 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 22 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 9 ข้อ

ระดับสุดท้าย ข้อสอบต้นแบบระดับยาก จำนวน 78 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 28 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 10 ข้อ

โดยจำนวนข้อสูงสุดที่สามารถสร้างได้ แสดงดังตารางที่ 42 – 44

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 42 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สร้างได้จากโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับง่าย

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 2	34,574,400
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 2	7,184,987,800
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 2	800,000
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 2	1,024
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 5	941,192,000
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 5	78,400
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 8	1,800
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 2	4,741,632
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 8	1,782
ข้อที่ 10	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 11	โมเดลที่ 2	17,550
ข้อที่ 12	โมเดลที่ 10	1,008
ข้อที่ 13	โมเดลที่ 5	1,200,000
ข้อที่ 14	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 15	โมเดลที่ 2	4,096
ข้อที่ 16	โมเดลที่ 2	2,484
ข้อที่ 17	โมเดลที่ 10	360
ข้อที่ 18	โมเดลที่ 2	400,000
ข้อที่ 19	โมเดลที่ 1	27
ข้อที่ 20	โมเดลที่ 8	10,800,000,000
ข้อที่ 21	โมเดลที่ 1	351
ข้อที่ 22	โมเดลที่ 8	3,456,000
ข้อที่ 23	โมเดลที่ 8	60,000,000,000
ข้อที่ 24	โมเดลที่ 4	1,372
ข้อที่ 25	โมเดลที่ 1	108
ข้อที่ 26	โมเดลที่ 5	21,000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 42 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต		
ข้อที่ 27	โมเดลที่ 2	3,360,000
ข้อที่ 28	โมเดลที่ 2	17,729,280,000
ข้อที่ 29	โมเดลที่ 2	66,690
ข้อที่ 30	โมเดลที่ 1	32
ข้อที่ 31	โมเดลที่ 1	16
	รวม	**96,704,189,940**
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 1	6,018
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 1	60
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 1	3,524
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 4	60
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 1	12
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 1	10
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 6	8
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 1	6
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 10	โมเดลที่ 1	872
ข้อที่ 11	โมเดลที่ 1	11
ข้อที่ 12	โมเดลที่ 10	50
ข้อที่ 13	โมเดลที่ 1	240
ข้อที่ 14	โมเดลที่ 1	5
ข้อที่ 15	โมเดลที่ 1	7
ข้อที่ 16	โมเดลที่ 1	40
ข้อที่ 17	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 18	โมเดลที่ 10	2,275
	รวม	**7,128**

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 42 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 2	63,000
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 1	15
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 1	52
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 1	1,184
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 2	924
	รวม	**65,175**
รวมทั้งสิ้น 54 ข้อ	**7 รูปแบบ**	**96,704,262,243**

จากตารางที่ 42 ข้อสอบต้นแบบระดับง่าย จำนวน 54 ข้อ ประกอบด้วยรูปแบบโมเดล 7 รูปแบบ สร้างข้อสอบจากโปรแกรม ได้ดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 96,704,189,940 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 7,128 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 65,175 ข้อ สามารถสร้างข้อสอบได้สูงสุดจากโปรแกรม รวมทั้งสิ้น 96,704,262,243 ข้อ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 43 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สร้างได้จากโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 2	53,887,680,000
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 2	729,000,000
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 5	360,000
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 1	40
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 2	75
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 2	52,500
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 8	39,600
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 8	225
ข้อที่ 10	โมเดลที่ 2	1,152,480
ข้อที่ 11	โมเดลที่ 7	1,215
ข้อที่ 12	โมเดลที่ 8	40,500
ข้อที่ 13	โมเดลที่ 8	7,452
ข้อที่ 14	โมเดลที่ 10	18,287,621,712,360,000,000,000,000
ข้อที่ 15	โมเดลที่ 7	27
ข้อที่ 16	โมเดลที่ 8	256
ข้อที่ 17	โมเดลที่ 8	120
ข้อที่ 18	โมเดลที่ 2	1,200
ข้อที่ 19	โมเดลที่ 2	927,080
ข้อที่ 20	โมเดลที่ 2	3,240,000
ข้อที่ 21	โมเดลที่ 1	1,296
ข้อที่ 22	โมเดลที่ 2	7,762,392
ข้อที่ 23	โมเดลที่ 2	3,701,776,000
ข้อที่ 24	โมเดลที่ 2	12
ข้อที่ 25	โมเดลที่ 2	5,625
ข้อที่ 26	โมเดลที่ 2	35

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 43 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต		
ข้อที่ 27	โมเดลที่ 8	59,049
ข้อที่ 28	โมเดลที่ 2	4,000,000
ข้อที่ 29	โมเดลที่ 2	10,497,600
ข้อที่ 30	โมเดลที่ 2	99,994
ข้อที่ 31	โมเดลที่ 2	100
ข้อที่ 32	โมเดลที่ 8	4,999,700,005,999,960
ข้อที่ 33	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 34	โมเดลที่ 2	8,000
ข้อที่ 35	โมเดลที่ 2	49,000,000
ข้อที่ 36	โมเดลที่ 2	262,500,000
ข้อที่ 37	โมเดลที่ 2	2,401
ข้อที่ 38	โมเดลที่ 2	2,160
ข้อที่ 39	โมเดลที่ 1	3,600
ข้อที่ 40	โมเดลที่ 2	384
	รวม	**18,287,621,717,359,800,000,000,000**
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 1	6
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 1	25,080
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 2	4
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 1	5
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 1	168
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 1	16
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 1	1,159,377
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 7	648
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 1	5
ข้อที่ 10	โมเดลที่ 1	4

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 43 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต		
ข้อที่ 11	โมเดลที่ 2	125,000,000,000
ข้อที่ 12	โมเดลที่ 1	16
ข้อที่ 13	โมเดลที่ 1	3
ข้อที่ 14	โมเดลที่ 2	32
ข้อที่ 15	โมเดลที่ 1	256
ข้อที่ 16	โมเดลที่ 10	1,430
ข้อที่ 17	โมเดลที่ 1	32
ข้อที่ 18	โมเดลที่ 1	46
ข้อที่ 19	โมเดลที่ 2	5
ข้อที่ 20	โมเดลที่ 1	6
ข้อที่ 21	โมเดลที่ 2	40
ข้อที่ 22	โมเดลที่ 3	500
	รวม	**125,001,187,679**
สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 2	80
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 1	9
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 1	18
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 1	56
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 8	27,000
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 1	5
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 1	448
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 2	1,120
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 2	612,220,032
	รวม	**612,248,768**
รวมทั้งสิ้น 71 ข้อ	**7 รูปแบบ**	**18,287,621,717,359,900,000,000,000**

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากตารางที่ 43 ข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง จำนวน 71 ข้อ ประกอบด้วย รูปแบบโมเดล 7 รูปแบบ สร้างข้อสอบจากโปรแกรม ได้ดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 18,287,621,717,359,800,000,000,000 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 125,001,187,679 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 612,248,768 ข้อ สามารถสร้างข้อสอบได้สูงสุดจากโปรแกรม รวมทั้งสิ้น 18,287,621,717,359,900,000,000,000 ข้อ

ตารางที่ 44 จำนวนข้อสอบสูงสุดที่สร้างได้จากโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับยาก

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 2	5
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 2	1,875
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 2	384,160
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 2	45
ข้อที่ 5	โมเดลที่1	4,900
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 8	26,400
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 2	61,236
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 2	256,000
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 10	243
ข้อที่ 10	โมเดลที่ 2	2,048,000
ข้อที่ 11	โมเดลที่ 8	453,600
ข้อที่ 12	โมเดลที่ 8	2,700,000,000
ข้อที่ 13	โมเดลที่ 10	864
ข้อที่ 14	โมเดลที่ 8	108,000
ข้อที่ 15	โมเดลที่ 1	720
ข้อที่ 16	โมเดลที่ 2	63,999,360,000
ข้อที่ 17	โมเดลที่ 1	1,166,400
ข้อที่ 18	โมเดลที่ 2	1,000
ข้อที่ 19	โมเดลที่ 2	4,782,969
ข้อที่ 20	โมเดลที่ 8	288

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 44 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต		
ข้อที่ 21	โมเดลที่ 8	3,538,944
ข้อที่ 22	โมเดลที่ 9	299,880,012
ข้อที่ 23	โมเดลที่ 8	106,391,997,070,312,000
ข้อที่ 24	โมเดลที่ 2	60
ข้อที่ 25	โมเดลที่ 5	999,100
ข้อที่ 26	โมเดลที่ 2	1,000,000
ข้อที่ 27	โมเดลที่ 8	125,000
ข้อที่ 28	โมเดลที่ 2	4,800
ข้อที่ 29	โมเดลที่ 2	9,600
ข้อที่ 30	โมเดลที่ 2	23,914,845
ข้อที่ 31	โมเดลที่ 7	270
ข้อที่ 32	โมเดลที่ 7	2,768,554,687,500
ข้อที่ 33	โมเดลที่ 4	108
ข้อที่ 34	โมเดลที่ 2	8,019
ข้อที่ 35	โมเดลที่ 1	10,125,000
ข้อที่ 36	โมเดลที่ 10	8,201,250
ข้อที่ 37	โมเดลที่ 7	1,536
ข้อที่ 38	โมเดลที่ 8	59,049
ข้อที่ 39	โมเดลที่ 8	16,875
ข้อที่ 40	โมเดลที่ 8	186,624
	รวม	**106,394,832,681,728,000**
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 7	30
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 1	6
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 1	903
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 1	6

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 44 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต		
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 2	5
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 10	โมเดลที่ 10	252
ข้อที่ 11	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 12	โมเดลที่ 1	21
ข้อที่ 13	โมเดลที่ 5	25
ข้อที่ 14	โมเดลที่ 4	8
ข้อที่ 15	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 16	โมเดลที่ 1	8
ข้อที่ 17	โมเดลที่ 1	3
ข้อที่ 18	โมเดลที่ 7	6
ข้อที่ 19	โมเดลที่ 2	25
ข้อที่ 20	โมเดลที่ 1	4
ข้อที่ 21	โมเดลที่ 8	32
ข้อที่ 22	โมเดลที่ 1	3
ข้อที่ 23	โมเดลที่ 1	9
ข้อที่ 24	โมเดลที่ 2	480
ข้อที่ 25	โมเดลที่ 1	12
ข้อที่ 26	โมเดลที่ 2	57,122
ข้อที่ 27	โมเดลที่ 2	10,000
ข้อที่ 28	โมเดลที่ 2	708
	รวม	**69,692**

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 44 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รูปแบบ	จำนวนข้อที่สร้างได้จากโปรแกรม (ข้อ)
สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น		
ข้อที่ 1	โมเดลที่ 7	630
ข้อที่ 2	โมเดลที่ 1	6,650
ข้อที่ 3	โมเดลที่ 2	250,811
ข้อที่ 4	โมเดลที่ 7	3,840
ข้อที่ 5	โมเดลที่ 7	7,290,000
ข้อที่ 6	โมเดลที่ 4	50
ข้อที่ 7	โมเดลที่ 1	6,330,800
ข้อที่ 8	โมเดลที่ 2	990
ข้อที่ 9	โมเดลที่ 1	2,394
ข้อที่ 10	โมเดลที่ 1	800
	รวม	**13,886,965**
รวมทั้งสิ้น 78 ข้อ	**8 รูปแบบ**	**106,394,832,695,684,000**

จากตารางที่ 44 ข้อสอบต้นแบบระดับยาก จำนวน 78 ข้อ ประกอบด้วยรูปแบบโมเดล 8 รูปแบบ สร้างข้อสอบจากโปรแกรม ได้ดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 106,394,832,681,728,000 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 69,692 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 13,886,965 ข้อ สามารถสร้างข้อสอบได้สูงสุดจากโปรแกรมรวมทั้งสิ้น 106,394,832,695,684,000 ข้อ

2. ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบ

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบทั้ง 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ว่าข้อสอบแต่ละระดับความยากประกอบด้วยองค์ประกอบทั้ง 3 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น ใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ด้วยโปรแกรม AMOS (IBM SPSS AMOS) แล้วพิจารณามีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2 / df\right)$ ค่าดัชนีความสอด

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คล้องเปรียบเทียบ (CFI) ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) แสดงผลดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของข้อสอบต้นแบบ

ดัชนีตรวจสอบความตรง	ระดับความยากของข้อสอบ						เกณฑ์การพิจารณา	ผลการตรวจสอบ
	ง่าย		ปานกลาง		ยาก			
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F		
p-value	0.373	0.416	0.477	0.373	0.245	0.399	มากกว่า 0.05 (>0.05)	ผ่านเกณฑ์
χ^2/df	1.017	1.011	1.002	1.018	1.038	1.013	น้อยกว่า 2 (<2)	ผ่านเกณฑ์
CFI	0.995	0.996	0.999	0.995	0.981	0.992	เข้าใกล้ 1 (≥ 0.95)	ผ่านเกณฑ์
TLI	0.993	0.995	0.999	0.993	0.979	0.990	เข้าใกล้ 1 (≥ 0.95)	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	0.009	0.007	0.003	0.009	0.013	0.008	เข้าใกล้ 0 (<0.05)	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 45 ข้อสอบระดับง่าย พบว่าข้อสอบต้นแบบ A มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.373 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.017 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.995 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.993 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.009 และข้อสอบต้นแบบ B มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.416 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.011 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.996 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.995 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.007 ผลการตรวจสอบโดยรวมความตรงเชิงโครงสร้างโมเดลผ่านเกณฑ์

ข้อสอบระดับปานกลาง พบว่าข้อสอบต้นแบบ C มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.477 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.002 ค่าดัชนีความ

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.999 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.999 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.003 และข้อสอบต้นแบบ D มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.373 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.018 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.995 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.993 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.009 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยรวมโมเดลผ่านเกณฑ์

ข้อสอบระดับยาก พบว่าข้อสอบต้นแบบ E มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.245 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.038 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.981 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) ค่าเท่ากับ 0.979 และดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.013 และข้อสอบต้นแบบ F มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.399 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.013 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.992 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.990 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.008 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยรวมโมเดลผ่านเกณฑ์

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ทั้ง 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ว่าแต่ข้อสอบละระดับความยากประกอบด้วยองค์ประกอบทั้ง 3 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น ใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ด้วยโปรแกรม AMOS (IBM SPSS AMOS) แล้วพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) แสดงผลดังตารางที่ 46

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

ดัชนีตรวจสอบความตรง	ระดับความยากของข้อสอบ: ง่าย (สร้างจากโปรแกรม)	ระดับความยากของข้อสอบ: ปานกลาง (สร้างจากโปรแกรม)	ระดับความยากของข้อสอบ: ยาก (สร้างจากโปรแกรม)	เกณฑ์การพิจารณา	ผลการตรวจสอบ
p-value	0.420	0.441	0.364	มากกว่า 0.05 (>0.05)	ผ่านเกณฑ์
χ^2/df	1.010	1.007	1.018	น้อยกว่า 2 (<2)	ผ่านเกณฑ์
CFI	0.996	0.997	0.992	เข้าใกล้ 1 (≥ 0.95)	ผ่านเกณฑ์
TLI	0.995	0.996	0.991	เข้าใกล้ 1 (≥ 0.95)	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	0.007	0.006	0.009	เข้าใกล้ 0 (<0.05)	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 46 ข้อสอบระดับง่าย พบว่าข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.420 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.010 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.996 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.995 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.007 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยรวมโมเดลผ่านเกณฑ์

ข้อสอบระดับปานกลาง พบว่าข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติมีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.441 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.007 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.997 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.996 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.006 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยรวมโมเดลผ่านเกณฑ์

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบระดับยาก พบว่าข้อสอบสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.364 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.018 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.992 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.991 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.009 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยรวมโมเดลผ่านเกณฑ์

3. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เมื่อพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรียบร้อยแล้ว ได้นำแบบทดสอบจากข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมฯ ให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบและนำค่าคะแนนจากการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ด้วยโปรแกรม SPSS โดยข้อมูลผลการสอบของนักเรียนแสดงดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ผลการสอบของนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบต้นแบบและแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
1	36	36	36	35	34	34	28	26	28
2	33	33	34	19	22	20	12	11	12
3	38	39	38	38	38	38	31	32	32
4	29	30	30	30	28	30	21	19	21
5	36	37	36	32	31	32	28	27	28
6	38	39	38	38	38	38	32	31	32
7	36	37	36	35	34	35	30	29	30
8	31	33	32	26	26	26	22	23	22
9	27	27	26	17	16	16	13	12	12
10	25	26	25	16	15	17	13	13	13

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
11	18	20	19	13	14	15	11	11	10
12	31	33	31	26	25	26	24	25	24
13	31	32	30	25	24	25	21	20	21
14	14	13	14	11	11	10	9	9	8
15	16	15	16	5	7	8	7	8	6
16	19	19	19	12	13	13	9	9	9
17	34	36	35	35	35	35	29	29	31
18	31	33	32	28	27	27	20	21	20
19	31	30	31	24	24	24	23	23	23
20	35	35	35	36	35	36	28	28	28
21	36	36	36	34	33	34	30	30	30
22	34	34	34	30	29	30	25	25	25
23	30	29	30	24	23	23	21	21	21
24	12	12	11	9	11	7	6	7	5
25	29	29	29	24	24	24	18	19	19
26	38	38	38	38	37	38	33	33	32
27	24	23	23	13	14	10	9	10	7
28	30	31	30	24	24	23	25	24	23
29	14	16	12	12	12	7	11	10	5
30	26	26	26	23	23	23	16	14	13
31	28	28	26	20	21	20	16	14	12
32	35	35	35	31	29	32	26	26	27
33	27	28	28	16	17	12	13	13	8
34	26	27	26	25	25	25	14	13	9
35	26	27	24	27	27	26	19	18	18
36	21	21	23	19	18	17	15	13	10
37	31	32	31	29	29	30	18	19	17
38	21	21	19	21	19	20	13	13	9

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
39	19	18	17	13	14	10	14	12	10
40	37	37	37	36	35	37	36	35	36
41	38	38	38	35	35	35	30	30	30
42	19	20	19	16	15	14	13	11	8
43	23	23	22	18	19	16	14	13	10
44	33	34	32	26	27	27	21	21	21
45	20	21	19	16	17	14	11	11	6
46	37	37	36	36	36	34	30	30	32
47	22	21	19	17	18	15	7	8	4
48	26	27	24	25	25	25	17	16	14
49	16	18	17	15	15	13	13	12	10
50	29	30	29	25	25	25	17	14	13
51	20	23	19	13	14	11	13	10	9
52	37	37	37	36	36	36	34	33	34
53	24	24	24	19	19	16	14	13	8
54	27	25	26	17	17	13	14	12	6
55	31	32	28	20	21	17	18	15	12
56	36	36	34	33	34	35	25	26	23
57	33	34	33	24	24	23	20	18	16
58	39	40	39	37	36	37	30	30	32
59	29	30	29	28	27	28	22	20	17
60	31	33	29	21	21	19	16	15	14
61	39	38	37	37	36	35	29	28	30
62	27	28	26	17	18	15	15	14	11
63	24	25	21	25	25	25	22	21	20
64	25	24	21	22	21	17	16	13	12
65	17	18	14	17	17	15	17	13	8
66	30	31	28	20	21	16	18	15	12

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
67	34	35	35	33	33	33	30	31	30
68	18	18	15	15	14	9	15	13	7
69	36	36	35	34	34	37	32	32	34
70	18	18	17	17	17	16	10	11	9
71	29	30	28	21	21	18	18	16	10
72	20	22	16	18	18	15	18	15	7
73	25	26	27	19	20	17	21	14	13
74	26	27	24	16	15	11	11	10	4
75	22	24	24	20	20	17	18	14	12
76	16	19	15	12	14	10	10	9	4
77	34	35	35	20	21	12	19	17	9
78	35	35	35	34	32	34	32	32	33
79	31	32	30	27	26	24	20	20	15
80	25	26	24	22	21	21	20	19	17
81	29	29	26	26	26	17	20	19	10
82	35	36	35	31	31	31	26	25	24
83	34	35	32	29	28	27	22	21	19
84	27	28	23	27	26	24	19	17	6
85	33	34	27	28	27	24	21	18	11
86	33	34	31	25	25	22	22	19	18
87	26	27	24	24	23	18	22	21	16
88	34	35	33	31	29	28	25	24	20
89	37	37	35	31	29	26	24	23	18
90	39	38	38	38	38	38	35	36	36
91	32	32	28	26	26	25	25	26	23
92	35	36	36	31	30	30	22	21	10
93	30	31	28	27	26	22	24	22	16
94	37	38	36	33	33	29	30	30	30

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
95	20	22	15	18	19	10	19	17	13
96	37	38	37	35	33	33	30	31	26
97	33	34	32	34	33	36	26	25	22
98	34	35	31	33	34	33	29	28	26
99	21	23	16	17	19	13	16	12	6
100	21	23	18	20	19	16	20	15	13
101	33	34	29	26	26	20	17	10	14
102	33	34	30	27	27	25	20	13	19
103	39	40	39	37	36	35	29	27	27
104	30	31	28	25	25	22	23	20	15
105	37	37	37	36	35	33	34	34	31
106	29	29	26	25	25	26	20	12	15
107	36	36	32	31	29	31	28	27	29
108	35	36	36	29	28	26	27	27	23
109	24	24	22	23	22	20	18	10	14
110	38	38	37	34	35	30	30	29	31
111	35	36	34	29	28	30	26	24	25
112	32	34	33	29	28	27	26	24	24
113	39	40	39	39	39	38	30	30	31
114	33	34	33	28	27	26	28	27	26
115	34	35	34	31	30	33	19	12	13
116	36	37	36	33	31	33	29	28	31
117	36	37	35	32	29	31	28	27	29
118	17	18	18	12	14	10	9	12	7
119	33	34	33	26	26	26	19	13	20
120	27	27	27	19	20	19	19	13	20
121	32	33	33	33	30	35	29	28	30
122	32	33	33	33	33	34	28	26	27

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
123	34	35	34	32	30	36	30	30	32
124	37	37	36	30	29	31	27	25	27
125	12	17	13	10	13	8	12	12	4
126	35	36	34	30	29	31	28	27	30
127	26	27	29	23	22	25	22	22	26
128	32	33	33	29	28	32	21	23	22
129	21	22	23	17	17	15	14	13	10
130	31	32	30	28	27	29	26	25	28
131	38	38	38	37	36	37	35	33	35
132	29	30	30	30	29	29	29	27	29
133	11	12	13	10	12	10	12	12	9
134	34	35	35	31	30	33	28	26	28
135	36	36	35	31	29	32	28	27	33
136	25	25	25	23	22	23	20	14	17
137	36	36	36	36	35	35	30	29	33
138	29	31	31	11	13	13	11	12	11
139	36	36	36	36	35	36	30	29	32
140	28	28	27	12	14	14	11	13	12
141	23	24	25	19	19	19	15	13	15
142	27	28	28	26	26	28	16	13	9
143	37	37	35	36	36	35	30	28	30
144	26	25	23	21	20	18	20	14	8
145	8	11	11	8	9	9	13	11	8
146	35	36	35	29	28	28	20	14	17
147	30	31	32	24	23	23	20	15	14
148	23	24	24	18	19	21	16	14	15
149	14	18	13	9	11	9	7	6	6
150	36	37	36	33	31	32	21	20	23

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
151	19	19	20	13	16	14	12	14	12
152	30	31	31	29	26	29	22	20	26
153	29	31	29	28	27	25	14	14	11
154	39	40	39	34	32	33	29	28	31
155	15	19	16	16	16	11	12	14	10
156	37	37	37	23	23	25	21	15	18
157	30	31	32	24	23	24	21	15	11
158	28	29	29	24	24	24	21	16	15
159	31	32	32	25	25	22	21	15	20
160	37	38	36	33	32	34	29	27	30
161	33	33	34	33	31	34	39	28	32
162	31	31	32	26	25	26	23	18	23
163	29	30	30	26	25	27	23	22	25
164	19	22	21	18	17	18	16	16	15
165	35	36	37	34	32	35	28	26	30
166	31	32	32	26	26	26	24	19	24
167	27	28	27	18	17	18	14	16	14
168	28	29	29	23	24	23	22	17	19
169	22	23	22	20	21	16	22	17	17
170	37	37	36	34	31	33	29	28	30
171	28	28	27	25	24	25	22	17	22
172	25	26	27	24	23	24	22	18	22
173	37	38	37	35	36	35	29	28	33
174	29	30	30	18	20	21	15	17	16
175	28	30	30	26	26	26	23	17	23
176	37	37	37	30	30	33	28	27	29
177	11	12	11	7	9	9	7	8	8
178	31	32	31	27	27	28	22	14	24

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
179	24	25	25	21	21	22	23	18	22
180	21	23	22	19	20	19	23	17	18
181	31	32	32	30	30	32	29	27	30
182	37	38	37	36	37	34	32	33	33
183	4	10	10	8	10	10	8	8	7
184	32	33	33	30	29	32	28	26	30
185	33	33	32	29	28	32	26	25	25
186	10	11	10	8	9	9	8	8	7
187	24	25	26	23	22	23	23	18	22
188	11	13	12	8	9	10	9	9	8
189	34	35	35	28	27	27	23	18	22
190	27	28	28	26	26	26	24	17	23
191	27	28	29	25	25	25	24	17	24
192	12	18	10	10	13	10	10	9	9
193	20	22	22	20	20	21	20	18	20
194	33	33	35	29	28	31	24	17	23
195	34	35	35	28	28	28	24	19	22
196	38	38	36	30	31	32	24	18	23
197	33	35	30	24	24	25	24	20	21
198	38	39	38	30	29	33	29	26	27
199	38	38	37	30	29	31	28	26	29
200	36	36	36	28	30	33	28	26	28
201	34	36	35	28	29	30	24	20	24
202	39	40	39	36	36	37	28	26	33
203	38	38	38	36	38	36	27	26	29
204	25	27	27	24	23	25	24	19	24
205	36	36	34	28	29	30	28	26	28
206	37	36	36	28	29	30	27	25	27

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ลำดับที่นักเรียน	ผลการสอบ								
	ข้อสอบระดับง่าย (คะแนน)			ข้อสอบระดับปานกลาง (คะแนน)			ข้อสอบระดับยาก (คะแนน)		
	ต้นแบบ A	ต้นแบบ B	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ C	ต้นแบบ D	สร้างจากโปรแกรม	ต้นแบบ E	ต้นแบบ F	สร้างจากโปรแกรม
207	22	24	20	19	20	21	21	20	20
208	38	39	39	25	24	24	24	22	23
209	38	39	39	36	38	36	34	36	32
210	37	37	38	36	38	36	36	35	36
211	40	40	40	40	40	40	40	39	38
212	25	25	26	20	24	24	24	21	23
213	37	38	36	28	28	29	27	25	27
214	21	24	23	19	20	20	20	19	19
215	37	38	35	28	28	29	20	21	20
216	38	38	37	28	29	31	20	21	21
217	38	39	39	37	35	36	27	25	25
218	38	38	37	28	29	29	25	23	24
219	38	39	36	27	27	27	26	24	20
220	38	39	37	27	27	26	26	24	21
221	38	39	35	27	27	25	26	24	22
222	38	37	37	28	27	31	27	25	20
223	38	36	35	26	26	25	27	25	24
224	39	38	40	26	25	25	27	25	36
225	38	38	40	38	39	39	36	38	38
226	38	36	37	36	36	35	34	33	31
Min	**4**	**10**	**10**	**5**	**7**	**7**	**6**	**6**	**4**
Max	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**39**	**38**
Mean	**29.66**	**30.46**		**25.44**	**25.31**		**21.99**	**20.26**	
	30.06		**29.33**	**25.38**		**24.89**	**21.13**		**20.08**
SD	**7.58**	**7.19**		**7.86**	**7.33**		**7.14**	**7.33**	
	7.39		**7.58**	**7.60**		**8.46**	**7.24**		**8.86**

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากตารางที่ 47 แสดงผลการสอบที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้าทดสอบจำนวน 226 คน ดังนี้

ข้อสอบระดับง่าย ปรากฏว่า ข้อสอบต้นแบบฉบับ A และ B มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยรวมเท่ากับ 30.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.39 เมื่อพิจารณาเป็นรายฉบับ พบว่า ข้อสอบต้นแบบ A มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 29.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.58 ข้อสอบต้นแบบ B มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 30.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.19 และข้อสอบสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 29.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.58

นำข้อมูลผลการสอบโดยข้อสอบต้นแบบ A และต้นแบบ B มาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ผลดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบโดยข้อสอบต้นแบบ A กับข้อสอบต้นแบบ B

	ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ B	
	r	*p*-value
ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ A	.99**	.00

** $P < 0.01$

จากตารางที่ 48 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ A กับต้นแบบ B มีค่าเท่ากับ .99 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นำข้อมูลผลการสอบข้อสอบต้นแบบและผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของข้อสอบระดับง่ายมาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ดังตารางที่ 49

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 49 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ A และต้นแบบ B กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ	**ผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ**	
	r	*p*-value
ต้นแบบ A	.98**	.00
ต้นแบบ B	.97**	.00
รวม	**.98****	**.00**

** $P < 0.01$

จากตารางที่ 49 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบในภาพรวม มีค่าเท่ากับ .98 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเป็นรายฉบับ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ A กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ .98 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ B กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ .97 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อสอบระดับปานกลาง ปรากฏว่า ข้อสอบต้นแบบฉบับ C และ D มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยรวม เท่ากับ 25.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.60 เมื่อพิจารณาเป็นรายฉบับ พบว่า ข้อสอบต้นแบบ C มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 25.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.86 ข้อสอบต้นแบบ D มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 25.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.33 และข้อสอบสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 24.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 8.46

นำข้อมูลผลการสอบข้อสอบต้นแบบ C และต้นแบบ D มาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ดังตารางที่ 50

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 50 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ C กับข้อสอบต้นแบบ D

	ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ D	
	r	*p*-value
ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ C	.99**	.00

** $P < 0.01$

จากตารางที่ 50 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน มีค่าเท่ากับ .99 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นำข้อมูลผลการสอบข้อสอบต้นแบบและผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของข้อสอบระดับปานกลางมาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ C และต้นแบบ D กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ	**ผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ**	
	r	*p*-value
ต้นแบบ C	.97**	.00
ต้นแบบ D	.96**	.00
รวม	**.97****	**.00**

** $P < 0.01$

จากตารางที่ 51 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบในภาพรวมมีค่าเท่ากับ .97 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเป็นรายฉบับ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ C กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ .97 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ D กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ .96 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อสอบระดับยาก ปรากฏว่า ข้อสอบต้นแบบฉบับ E และ F มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยรวม เท่ากับ 21.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.24 เมื่อพิจารณาเป็นรายฉบับ พบว่า พบว่าข้อสอบต้นแบบ E มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 21.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.14 ข้อสอบต้นแบบ F มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 20.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.33 และข้อสอบสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 20.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 8.86

นำข้อมูลผลการสอบข้อสอบต้นแบบ E และต้นแบบ F มาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ดังตารางที่ 52

ตารางที่ 52 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ E กับข้อสอบต้นแบบ F

	ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ F	
	r	*p*-value
ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ E	.95**	.00

** $P < 0.01$

จากตารางที่ 52 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน มีค่าเท่ากับ .95 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นำข้อมูลผลการสอบข้อสอบต้นแบบและผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของข้อสอบระดับปานกลางมาหาความสัมพันธ์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ผลดังตารางที่ 53

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ 53 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ E และต้นแบบ F กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

ผลการสอบข้อสอบต้นแบบ	**ผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ**	
	r	*p*-value
ต้นแบบ E	.93**	.00
ต้นแบบ F	.92**	.00
รวม	**.93****	**.00**

** $P < 0.01$

จากตารางที่ 53 ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบในภาพรวมมีค่าเท่ากับ .93 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเป็นรายฉบับ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ E กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ .93 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบข้อสอบต้นแบบ F กับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติมีค่าเท่ากับ .92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บทที่ 5
สรุปผลและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้ 1) การสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน และการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบด้วยวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบต้นแบบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ แล้วจำแนกข้อมูลค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก และทำการประเมินโครงสร้างของข้อสอบว่าประกอบด้วย 3 สาระการเรียนรู้ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จากนั้นนำข้อสอบต้นแบบมาพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบสำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติโดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ ในการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบจะพิจารณาเนื้อความของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ตามแนวคิดของ Gierl et al. (2008) ซึ่งได้นำเสนอโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ จำนวน 10 รูปแบบ โดยการพิจารณาองค์ประกอบโมเดลข้อสอบ 2 ส่วน คือ โจทย์ และตัวเลือก และ 2) การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นวิธีการใช้อัลกอริทึมทางคอมพิวเตอร์รมาช่วยในการสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลแบบทดสอบที่จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก โดยใช้แนวคิดแบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) ของวงจรการพัฒนาระบบ เมื่อระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากถูกพัฒนาขึ้นได้มีการนำไปทดลองโดยผู้ใช้งานจริงผ่านทางเว็บไซต์ https://www.aig-system.com การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) โดยพิจารณาค่าทางสถิติ ได้แก่ มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ ดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) และดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่สำเร็จชั้น

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นนักเรียนจาก 139 โรงเรียน ที่กำลังศึกษาอยู่ใน 61 จังหวัด จำนวน 226 คน ซึ่งคัดเลือกตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างด้วยการสอบทางระบบออนไลน์

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวบรวมข้อสอบและผลการตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เข้าสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ ตั้งแต่ปีการศึกษา พ.ศ. 2557 – 2561 มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 480 ข้อ

1.1.1 ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.51 ถึง 2.42 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ เท่ากับ 1.15 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ตั้งแต่ -1.19 ถึง 2.49 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ เท่ากับ 1.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.81 และค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.08 ถึง 0.30 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ เท่ากับ 0.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.03

1.1.2 ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพจำแนกความยากของข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ซึ่งระดับง่าย เป็นข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ -1.19 ถึง 0.50 มีจำนวน 65 ข้อ ระดับปานกลาง เป็นข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.51 ถึง 1.50 มีจำนวน 155 ข้อ และระดับยาก เป็นข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 1.51 ถึง 2.49 มีจำนวน 148 ข้อ รวมข้อสอบทั้ง 3 ระดับ มีจำนวนทั้งสิ้น 368 ข้อ

1.2 ผลการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

1.2.1 ข้อสอบผ่านเกณฑ์การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและด้านพฤติกรรมที่วัด จำนวน 345 ข้อ โดยความตรงเชิงโครงสร้างมีความสอดคล้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.12 และพฤติกรรมที่วัดมีความสอดคล้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.10 โดยรวมมีความสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1.2.2 ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ข้อสอบที่ผ่านการประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและด้านพฤติกรรมที่วัด มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 345 ข้อ ประกอบด้วย 3 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มีจำนวน 238 ข้อ (ข้อสอบง่าย 32 ข้อ ข้อสอบปานกลาง 105 ข้อ และข้อสอบยาก 101 ข้อ) สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มีจำนวน 80 ข้อ (ข้อสอบง่าย 20 ข้อ ข้อสอบปานกลาง 32 ข้อ และข้อสอบยาก 28 ข้อ) และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มีจำนวน 27 ข้อ (ข้อสอบง่าย 6 ข้อ ข้อสอบปานกลาง 10 ข้อ และข้อสอบยาก 11 ข้อ)

1.2.3 ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก เปรียบเทียบด้านพฤติกรรมที่วัดในแต่ละระดับความยาก ประกอบด้วย ข้อสอบระดับง่าย มีจำนวนทั้งหมด 58 ข้อ ประกอบด้วย การเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญา ขั้นที่ 2 เข้าใจ (Understand) จำนวน 40 ข้อ ขั้นที่ 3 ประยุกต์ (Apply) จำนวน 3 ข้อ และขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) จำนวน 15 ข้อ ข้อสอบระดับปานกลาง มีจำนวนทั้งหมด 147 ข้อ ประกอบด้วยการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญา ขั้นที่ 2 เข้าใจ (Understand) จำนวน 76 ข้อ ขั้นที่ 3 ประยุกต์ (Apply) จำนวน 45 ข้อ ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) จำนวน 20 ข้อ ขั้นที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) จำนวน 5 ข้อ และขั้นที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) จำนวน 1 ข้อ และข้อสอบระดับยาก มีจำนวนทั้งหมด 140 ข้อ ประกอบด้วยการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญา ขั้นที่ 2 เข้าใจ (Understand) จำนวน 41 ข้อ ขั้นที่ 3 ประยุกต์ (Apply) จำนวน 78 ข้อ ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) จำนวน 18 ข้อ ขั้นที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) จำนวน 1 ข้อ และขั้นที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) จำนวน 2 ข้อ

1.3 ผลการพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ โดยพิจารณาเนื้อความของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ตามแนวคิดของ Gierl et al. (2008) ซึ่งแบ่งประเภทโมเดลของข้อสอบเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทโจทย์หรือข้อคำถาม และประเภทตัวเลือกของโมเดลข้อสอบ โดยมีโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ จำนวน 10 รูปแบบ

1.3.1 ข้อสอบระดับง่าย จำนวน 54 ข้อ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ และสามารถสร้างโมเดลข้อสอบได้ 7 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 4, 5, 6, 8 และ 10 ข้อสอบระดับปานกลาง จำนวน 71 ข้อ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 22 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 9 ข้อ และสามารถสร้างโมเดลข้อสอบได้ 7 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 3, 5, 7, 8 และ 10 และข้อสอบระดับยาก จำนวน 78 ข้อ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

28 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 10 ข้อ และสร้างโมเดลข้อสอบได้ 8 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 และ 10 เมื่อรวมข้อสอบทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ข้อสอบระดับง่าย ระดับปานกลาง และระดับยาก มีข้อสอบที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ จำนวนทั้งสิ้น 203 ข้อ และสามารถสร้างรูปแบบโมเดลได้ 10 รูปแบบ

1.3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ โดยการพิจารณาข้อสอบที่ละข้อว่ามีความถูกต้อง เน้นที่ระดับความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อสอบข้อนั้น ๆ แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Content Validity Index: CVI) จากการประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ ปรากฏว่า ข้อสอบทั้ง 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก จำนวนทั้งสิ้น 203 ข้อ มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Level CVI) เท่ากับ 1 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งฉบับ (Scale-Level CVI) เท่ากับ 1 โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์

2. ผลการพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 การพัฒนาระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน การใช้งานสามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ที่ https://www.aig-system.com มีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 รูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ใช้ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาหลักที่ใช้ ในการสร้างโฮมเพจร่วมกับภาษา CSS (Cascading Style Sheets) ที่เป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียน Syntax ที่มีความเฉพาะในการกำหนดรูปแบบเอกสารเว็บหรือตกแต่งเอกสาร HTML ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร ตำแหน่ง เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง โดยการกำหนดคุณสมบัติให้กับ Element ต่าง ๆ ของ HTML และใช้ JavaScript สำหรับงานการคำนวณ การแสดงผลการรับ-ส่งข้อมูล และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที

2.1.2 โปรแกรมจะทำงานบนคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) ในรูปแบบ Platform as a Service (PaaS) ทั้งในส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน และส่วนของการจัดการดูแลข้อมูลต่าง ๆ นอกจากนี้ โปรแกรมได้ถูกออกแบบมาให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับระบบปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ (Tablet Computer)

2.1.3 การใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ได้จัดทำคู่มือการใช้งานของโปรแกรม โดยแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ได้แก่

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1) การลงทะเบียน เป็นส่วนผู้ใช้ต้องลงทะเบียนเพื่อการเข้าไปสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) การสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3) การรายงานผลการสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการายงานผลการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4) คู่มือการใช้งานโปรแกรม เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของวิธีการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5) ข้อมูลอ้างอิง เป็นส่วนประวัติย่อของผู้วิจัย

6) ติดต่อสอบถาม เป็นส่วนที่หากเมื่อผู้ใช้งานมีข้อสงสัย หรือเกิดปัญหาในการใช้งาน โปรดติดต่อสอบถามไปยังผู้วิจัย

7) ข้อมูลผู้ใช้ เป็นส่วนที่หากผู้ใช้งานต้องการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน หรือต้องการออกจากระบบการใช้งานโปรแกรม

2.1.4 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากโดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.33, SD = 0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทั้ง 5 ด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านความตรงตามความต้องการของโปรแกรม (Mean = 4.50, SD = 0.52) ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม (Mean = 4.45, SD = 0.56) การรักษาความปลอดภัย และการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรม (Mean = 4.29, SD = 0.48) ด้านการทำงานของโปรแกรม (Mean = 4.25, SD = 0.57) และด้านการใช้งาน (Mean = 4.18, SD = 0.48)

2.1.5 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ โดยผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอนในชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 40 ท่าน ทดลองใช้งานและประเมินผลการใช้งานโปรแกรมฯ ทั้ง 2 ด้าน ปรากฏว่า ในภาพรวมของโปรแกรมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก (Mean = 4.54, SD = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทั้ง 2 ด้าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ 1) ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรมฯ (Mean = 4.54, SD = 0.55) และ 2) ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรมฯ (Mean = 4.53, SD = 0.56)

2.2 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบต้นแบบระดับง่าย ได้แก่ ข้อสอบต้นแบบ A และข้อสอบต้นแบบ B มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.373 และ 0.416 ตามลำดับ ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ มีค่าตามเกณฑ์ คือ 1.017 และ 0.011 ตามลำดับ ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.995 และ 0.996 ตามลำดับ ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.993 และ 0.995 ตามลำดับ และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.009 และ 0.007 ตามลำดับ แสดงให้ เห็นว่าองค์ประกอบข้อสอบต้นแบบระดับง่าย วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น และเมื่อนำโมเดลของข้อสอบต้นแบบ A และ โมเดลข้อสอบต้นแบบ B มาทำการสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ พบว่า ค่าสถิติมีค่าตามเกณฑ์ ดังนี้ ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.420 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.010 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.996 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.995 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.007 แสดงว่า โมเดลองค์ประกอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติไม่มีการแปรเปลี่ยน

ข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง ได้แก่ ข้อสอบต้นแบบ C และข้อสอบต้นแบบ D มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.477 และ 0.373 ตามลำดับ ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ มีค่าตามเกณฑ์ คือ 1.002 และ 0.018 ตามลำดับ ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.999 และ 0.995 ตามลำดับ ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.999 และ 0.993 ตามลำดับ และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.003 และ 0.009 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น และเมื่อนำโมเดลข้อสอบต้นแบบ C และโมเดลข้อสอบต้นแบบ D มาทำการสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ พบว่า ค่าสถิติมีค่าตามเกณฑ์ ดังนี้ ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.441 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.007 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.997 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.996 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

เท่ากับ 0.006 แสดงว่า โมเดลองค์ประกอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติไม่มีการแปรเปลี่ยน

ข้อสอบต้นแบบระดับยาก ได้แก่ ข้อสอบต้นแบบ E และข้อสอบต้นแบบ F มีค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.245 และ 0.399 ตามลำดับ ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ มีค่าตามเกณฑ์ คือ 1.038 และ 0.013 ตามลำดับ ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.981 และ 0.992 ตามลำดับ ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.979 และ 0.990 ตามลำดับ และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) มีค่าตามเกณฑ์ คือ 0.013 และ 0.008 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น และเมื่อนำโมเดลข้อสอบต้นแบบ E และโมเดลข้อสอบต้นแบบ F มาทำการสร้างข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ พบว่า ค่าสถิติมีค่าตามเกณฑ์ ดังนี้ ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) เท่ากับ 0.364 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ เท่ากับ 1.018 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) เท่ากับ 0.992 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) เท่ากับ 0.991 และดัชนี รากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.009 แสดงว่า โมเดลองค์ประกอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติไม่มีการแปรเปลี่ยน

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า โมเดลองค์ประกอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ไม่มีการแปรเปลี่ยน เป็นไปตามข้อสอบต้นแบบ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อสอบระดับง่าย พบว่า โดยภาพรวมข้อสอบต้นแบบมีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 30.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.39 ข้อสอบสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติมีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 29.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.58 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบในภาพรวม มีค่าเท่ากับ .98 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อสอบระดับปานกลาง พบว่า โดยภาพรวมข้อสอบต้นแบบมีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 25.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.60 ข้อสอบสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

อัตโนมัติ มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 24.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 8.46 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบในภาพรวม มีค่าเท่ากับ .97 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อสอบระดับยาก พบว่า โดยภาพรวมข้อสอบต้นแบบมีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 21.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.24 ข้อสอบสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 20.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 8.86 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบในภาพรวม มีค่าเท่ากับ .93 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ผลการสอบข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของข้อสอบทั้ง 3 ระดับ คือ ข้อสอบระดับง่าย ระดับปานกลาง และระดับยาก มีความสัมพันธ์กันทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 ค่าความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบมีค่าไม่เกิน 0.30 (Urry, 1977) มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 368 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ 480 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 76.67 โดยมีข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.51 ถึง 2.42 มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ตั้งแต่ -1.19 ถึง 2.49 มีค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบ ตั้งแต่ 0.08 ถึง 0.30 ซึ่งค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่า เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นุภาพรรณ ปลื้มใจ และคณะ (2558) กล่าวว่า การจัดทำคลังข้อสอบเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากคลังข้อสอบจะส่งผลต่อการจัดการแบบทดสอบควรจัดทำคลังข้อสอบที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อสอบที่นำมาบรรจุในคลังข้อสอบต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ แบบ 2 พารามิเตอร์ และแบบ 3 พารามิเตอร์ เป็นการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่นำมาใช้กับคลังข้อสอบในการทดสอบควรมีความละเอียดมากที่สุด ดังนั้น การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบจึงใช้โมเดลของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ เพราะสามารถวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบได้ทั้งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ค่าความยากของข้อสอบ และค่าการเดาของข้อสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิพย์ ขำอยู่ และคณะ (2556), สุนันทา ศิริเบญจา และคณะ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

(2556), จารุจิตร สิทธิปรุ และคณะ (2559), สุชาดา กรเพชรปาณี และคณะ(2559), ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง (2562), ศักดิ์ชัย จันทะแสง, เสรี ชัดแช้ม, และปิยะทิพย์ ประดุจพรม (2562), Muninsakorna et al. (2015) ซึ่งจะใช้การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ เป็นส่วนใหญ่

การจำแนกระดับความยากข้อสอบตามพารามิเตอร์ค่าความยากของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการนำข้อสอบจำนวน 368 ข้อ ที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อสอบมาทำการแจกแจงแบบปกติ และจำแนกข้อมูลค่าพารามิเตอร์ความยาก คือ ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ -1.19 ถึง 0.50 เป็นข้อสอบง่าย ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.51 ถึง 1.50 เป็นข้อสอบปานกลาง ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 1.51 ถึง 2.49 เป็นข้อสอบที่ยาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนันทา ศิริเบญจา และคณะ (2556) พบว่าการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์เข้าสู่ระบบคลังข้อสอบออนไลน์ตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ โดยใช้ค่าความยากจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุจิตร สิทธิปรุ และคณะ (2559), สุชาดา กรเพชรปาณี และคณะ (2559) พบว่าการใช้ค่าความยากข้อสอบที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบมาใช้จำแนกระดับความยากของข้อสอบจะส่งผลให้การคัดเลือกข้อสอบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ การจำแนกระดับความยากข้อสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jendryczko, Berkemeyer, and Holling (2020) พบว่าการใช้ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อจำแนกระดับความยากของรูปภาพเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก และนำมาทำการสร้างรูปภาพอัตโนมัติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ของผลการตอบจากรูปภาพต้นแบบกับรูปภาพที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมสร้างรูปภาพแบบอัตโนมัติ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความเป็นคู่ขนานกันของรูปภาพความยากระดับเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

1.2 การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และด้านพฤติกรรมที่วัด มีจำนวน 345 ข้อ จากข้อสอบที่ผ่านคุณภาพการวิเคราะห์ตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ จำนวน 368 ข้อ คิดเป็น ร้อยละ 93.75 มีความตรงเชิงโครงสร้างมีความสอดคล้องเฉลี่ย เท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.12 และพฤติกรรมที่วัดมีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.10 สรุปผลโดยรวมมีความสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ แสงเลิศอุทัย จิตติรัตน์ (2560) กล่าวว่า ความตรงเชิงโครงสร้างเป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่วัดโครงสร้างหรือคุณลักษณะตามโครงสร้างหรือทฤษฎีของสิ่งนั้นหรือตรงตามลักษณะที่จะวัดได้ครบถ้วน การตรวจสอบความ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สอดคล้องของข้อสอบกับองค์ประกอบของทฤษฎีที่ต้องการวัด โดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับทฤษฎีหรือพิจารณาว่าข้อสอบหรือประเด็นคำถามมีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนลักษณะพฤติกรรมตามโครงสร้างทฤษฎีนั้น เกณฑ์การพิจารณาให้ใช้เกณฑ์การประเมินมาตรประมาณ 5 ระดับ จากคะแนนค่าความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 3.50 ขึ้นไป และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1.00 แสดงว่า ข้อสอบหรือประเด็นคำถามนั้นใช้ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของขนิษฐา ราศรี และประภาพร ศรีตระกูล (2553), ปราณี มีหาญพงษ์ และกรรณิการ์ ฉัตรดอกไม้ไพร (2561), จุฬาลักษณ์ ทิพวัน และวราพร เอราวรรณ์, (2563), ปัญจาภรณ์ ตันทนิส และวรรณ์ดี แสงประทีปทอง, (2563), สุนทรี ศรีโกไสย, พัชรี หมื่นชัย, ชฎาพร คำฟู, ศิริวรรณ ทวีวัฒนปรีชา, และรัตนา สายพานิชย์ (2563) พบว่าการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อให้คุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดในคุณลักษณะ พฤติกรรม หรือเนื้อหาสาระ หรือสิ่งที่ต้องการวัด หรือวัดได้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างได้จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ คือ จำแนกเนื้อหาตามโครงสร้างหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 3 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และจำแนกระดับความยากของข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม (2561), ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง (2562), สุขุมาภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุจพรม (2563) พบว่าการจำแนกข้อสอบตามสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 และการสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบเพื่อสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเลือกสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติตามสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

การประเมินด้านพฤติกรรมที่วัดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินระดับความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom’s Taxonomy) (Anderson et al., 2001) ที่แบ่งเป็น 6 ขั้น ได้แก่ 1) จำ (Remember) 2) เข้าใจ (Understand) 3) ประยุกต์ (Apply) 4) วิเคราะห์ (Analyze) 5) ประเมินค่า (Evaluate) และ 6) สร้างสรรค์ (Create) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศักดิ์ชัย จันทะแสง และคณะ (2562) พบว่าการจำแนกเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 โดยควบคุมการแสดงข้อสอบด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ กำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นชั้นภูมิ และให้ค่าความยากของข้อสอบที่เหมือนกันเป็นหน่วยสุ่ม และวิเคราะห์ข้อสอบตามมิติของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom’s Taxonomy) ทำให้ได้ข้อสอบที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบเก็บไว้ในคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบช่วง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ของแต่ละระดับชั้นร่วมกับการจัดสมดุลเนื้อหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ J. Zhou (2009), Luecht (2013) พบว่าการใช้กระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom's Taxonomy) มาทำการประเมินสร้างโครงสร้างต้นแบบก่อนทำการพัฒนาโมเดลข้อสอบ และสามารถสร้างคลังข้อสอบคุณภาพจำนวนมากจากโครงสร้างต้นแบบที่นำไปพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thomas (2016) พบว่าใช้กระบวนการทางปัญญาตามทฤษฎีของบลูม ฉบับปรับปรุง (A Revision of Bloom's Taxonomy) มาทำการประเมินความยากของข้อสอบ (b-Parameter) ในอดีตเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเชิงประจักษ์

1.3 การพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยากของข้อสอบ

1.3.1 การวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อเพื่อความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ

การวิจัยนี้พัฒนาโมเดลข้อสอบตามหลักการของ Gierl et al. (2008) โดยใช้รูปแบบการจำลองข้อสอบ (Item Model Approach) ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ 1) โจทย์ (Stem) 2) ส่วนประกอบ (Element) 3) ตัวเลือก (Options) 4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) และ 5) เฉลย(Key) ซึ่งเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เนื่องจากรูปแบบการจำลองข้อสอบ (Item Model Approach) สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยหลากหลายสาขา เช่น คณิตศาสตร์ ภาษา การศึกษา ทันตแพทย์ และแพทย์ เป็นต้น โดยมีงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจำลองข้อสอบ (Item Model Approach) มาพัฒนาโมเดลข้อสอบสำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม (2561), ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง (2562), สุขุมาภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุจพรม (2563), H. Lai et al. (2009), Gierl and Lai (2012), Gierl and Haladyna (2013), Gierl, Lai, et al. (2015) พบว่าการใช้รูปแบบของการจำลองข้อสอบในการสร้างโมเดลข้อสอบสำหรับศึกษาการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และสามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบที่พัฒนาขึ้น เช่น งานวิจัยของ Gierl and Lai (2015a) พบว่าการใช้รูปแบบของการจำลองข้อสอบในการสร้างโมเดลข้อสอบสำหรับศึกษาการสร้างข้อสอบอัตโนมัติได้สองภาษา (ภาษาอังกฤษ และภาษาฝรั่งเศส) ในครั้งเดียวกัน และสามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบที่พัฒนาขึ้น H. Lai et al. (2015) พบว่าใช้รูปแบบของการจำลองข้อสอบร่วมกับการสร้างแบบจำลององค์ความรู้ (Cognitive Model) และการสร้างแบบจำลองที่ยึดรูปภาพ (Image-Anchored Model) ในการสร้างการสร้างข้อสอบอัตโนมัติด้านทันตแพทย์ Gierl, Ball, et al. (2015), Gierl and Lai (2015b) พบว่าการใช้รูปแบบของการจำลองข้อสอบในการสร้างโมเดลข้อสอบในรูปแบบที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบของ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาษาเขียน แต่เป็นรูปแบบสัญลักษณ์ที่แสดงการเป็นเหตุเป็นผล (Nonverbal Reasoning Items) และสามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบที่พัฒนาขึ้น Latifi, Gierl, Wang, Lai, and Wang (2016) พบว่าการประยุกต์รูปแบบของการจำลองข้อสอบเพื่อสร้างแบบจำลองการกระจายองค์ประกอบ (CDSM) ในการพัฒนาการสร้างข้อสอบอัตโนมัติแบบหลายตัวเลือก X. Zhang and Gierl (2016) พบว่าการประยุกต์รูปแบบของการจำลองข้อสอบร่วมกับทฤษฎีกราฟในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความตรงของเนื้อหาตามต้องการ และ Gierl and Lai (2018) พบว่าการใช้รูปแบบของการจำลองข้อสอบสำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติไปใช้ร่วมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อประโยชน์ในการสนับสนุนการประเมินเชิงรูปแบบทางการแพทย์

งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาโมเดลและได้ข้อสอบที่เหมาะสมในการสร้างเป็นโมเดลข้อสอบมีจำนวน 203 ข้อ จากจำนวนข้อสอบที่นำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมทั้งหมดจำนวน 345 ข้อ สามารถสร้างโมเดลข้อสอบได้ครบ 10 รูปแบบ ตามหลักการของ Gierl et al. (2008) ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) การมีข้อสอบจำนวนมากที่ผ่านการวิเคราะห์เพื่อนำมาสร้างเป็นโมเดลข้อสอบ 2) ข้อสอบที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อสอบที่ใช้ในการสอบแข่งขันวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทำให้ข้อสอบมีรูปแบบของโจทย์และตัวเลือกที่หลากหลาย เพราะรูปแบบของโมเดลข้อสอบเกิดจากการสลับกันของประเภทของโจทย์และตัวเลือกทำให้เกิดโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ โดยต้องอาศัยข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้ของโจทย์และตัวเลือกในการสร้างโมเดลข้อสอบ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงร้อยละของรูปแบบโมเดลข้อสอบ คือ โมเดลที่ 1 และโมเดลที่ 2 มีร้อยละของข้อสอบในรูปแบบโมเดลในสัดส่วนที่มากใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 35.96 และร้อยละ 33.99 ตามลำดับ โมเดลที่ 8 มีร้อยละของข้อสอบในรูปแบบโมเดลในสัดส่วนที่ปานกลาง คือ ร้อยละ 12.32 โมเดลที่ 11 โมเดลที่ 10 โมเดลที่ 5 และโมเดลที่ 4 มีร้อยละของข้อสอบในรูปแบบโมเดลในสัดส่วนที่ต่ำ คือ ร้อยละ 5.42 ร้อยละ 4.93 ร้อยละ 3.45 และร้อยละ 2.46 ตามลำดับ และในส่วนโมเดลที่ 3 โมเดลที่ 6 และโมเดลที่ 9 มีร้อยละของข้อสอบในรูปแบบโมเดลในสัดส่วนที่ต่ำมาก คือ ร้อยละ 0.49 เท่ากัน และพบว่า รูปแบบโมเดลที่ 3 โมเดลที่ 6 และโมเดลที่ 9 มีลักษณะของตัวเลือกที่เหมือนกัน คือ ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ ซึ่งเป็นรูปแบบคำตอบที่ถูกต้องและตัวลวงไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปแบบโมเดลที่สร้างยากและไม่ค่อยพบในการสร้างโมเดลข้อสอบ เนื่องจากโมเดลจะทำการแปรเปลี่ยนองค์ประกอบของโจทย์เท่านั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม (2561) ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยนำข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาวิเคราะห์ความเหมาะสมเพื่อสร้างเป็นโมเดลข้อสอบโดยพิจารณารูปแบบข้อสอบ ปรากฏว่า มีข้อสอบที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบจำนวน 44 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดจำนวน 51 ข้อ โดยมีข้อสอบ 7 ข้อ ที่ไม่สามารถนำมาสร้างโมเดลได้ เนื่องจากมีข้อจำกัด ได้แก่ ไม่สามารถวิเคราะห์หาทิศทางและรูปแบบที่จะสร้างโมเดลข้อสอบอย่างเหมาะสมได้

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ไม่สามารถเปลี่ยนรูป และตัวเลขในโจทย์ให้สัมพันธ์กันได้ หรือเป็นโจทย์ที่ต้องตีความหมายซึ่งเกินระดับความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยพบว่างานวิจัยไม่มีสร้างข้อสอบโมเดลที่ 6 และโมเดลที่ 9 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขุมาภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุจพรม (2563) ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบ โดยพิจารณารูปแบบข้อสอบ ปรากฏว่า มีข้อสอบที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบจำนวน 50 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดจำนวน 163 ข้อ โดยมีข้อสอบ 113 ข้อ ที่ไม่สามารถนำมาสร้างโมเดลได้ สาเหตุมาจากข้อสอบบางข้อที่ไม่สามารถนำมาสร้างให้สอดคล้องตามรูปแบบของโมเดลข้อสอบได้ เนื่องจากเกิดข้อจำกัด ได้แก่ ไม่สามารถวิเคราะห์รูปแบบการกำหนดทิศทางที่จะสร้างโมเดลข้อสอบออกมาอย่างเหมาะสมได้ ไม่สามารถเปลี่ยนเนื้อหาหรือข้อความ รูปภาพ ตาราง และตัวเลขในโจทย์ให้สัมพันธ์สอดคล้องกันได้ และข้อสอบบางข้อต้องตีความหมาย ซึ่งเกินระดับความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และพบว่างานวิจัยไม่มีการสร้างข้อสอบโมเดลที่ 9 นอกจากนี้ยังพบว่ามีงานวิจัยที่พัฒนาโมเดลโดยมุ่งศึกษาเพื่อแก้ปัญหาในส่วนของตัวเลือกของข้อสอบโดยเฉพาะ เช่น งานวิจัยของ Shin, Guo, and Gierl (2019) ได้ศึกษาการสร้างตัวเลือก (Options) แบบอัตโนมัติ โดยสร้างตัวเลือกในส่วนที่เป็นตัวลวง (Distractor) ให้ดูเหมือนมีความสมเหตุสมผลแต่ไม่ได้เป็นตัวเลือกถูกต้องในข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice) และ Shin, Bulut, and Gierl (2020) ได้ศึกษาการวางตำแหน่งของตัวลวง (Distractor) ที่ดูเหมือนสมเหตุสมผลแต่ไม่เป็นคำตอบที่ถูกต้องในข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice) และพบว่าระยะห่างของตำแหน่งตัวลวงกับคำตอบที่ถูกต้องมีผลต่อการตัดสินใจเลือกตอบ

1.3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบโดยการพิจารณาข้อสอบทีละข้อว่ามีความถูกต้อง เน้นที่ระดับความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อสอบข้อนั้น ๆ แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Content Validity Index) จากการประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ ปรากฏว่า ข้อสอบทั้ง 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก จำนวนทั้งสิ้น 203 ข้อ มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ โดยรวมโมเดลข้อสอบมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจิตรา เทียนสวัสดิ์ (2550) กล่าวว่า การคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาควรกระทำสองระดับ คือ หาความตรงของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) และของเครื่องมือทั้งฉบับ (S-CVI) ซึ่งหากข้อคำถามได้ถูกปรับปรุงจนกระทั่งมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ขั้นต่ำแล้ว เครื่องมือทั้งฉบับก็จะมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ได้เอง สำหรับการนำเสนอค่าดัชนีในรายงานการวิจัยนั้น ผู้พัฒนาเครื่องมือควรรายงานทั้งดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของรายข้อและภาพรวมของ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

เครื่องมือทั้งฉบับ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการคำนวณ เพื่อให้เป็นหลักฐานแสดงถึงคุณภาพของเครื่องที่น่าเชื่อถือ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Polit and Beck (2006) กล่าวว่า ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) ที่ดีควรมีค่ามากกว่า 0.80 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) ควรได้อย่างน้อย 0.90 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุไรวรรณ ชัยชนะวิโรจน์ และชญาภา วันทุม (2560), สุนทรี ศรีโกไสย และคณะ (2563) พบว่าการใช้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทำให้เครื่องมือมีความเชื่อถือได้ในระดับสูง สามารถใช้เป็นเครื่องมือและประเมินผลลัพธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 การพัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต รูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันใช้ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาหลักที่ใช้ในการสร้างโฮมเพจร่วมกับภาษา CSS (Cascading Style Sheets) ที่เป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียน Syntax ที่มีความเฉพาะในการกำหนดรูปแบบเอกสารเว็บหรือตกแต่งเอกสาร HTML ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร ตำแหน่ง เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง โดยการกำหนดคุณสมบัติให้กับ Element ต่าง ๆ ของ HTML และใช้ JavaScript สำหรับงานการคำนวณ การแสดงผลการรับ-ส่งข้อมูล และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที โดยที่โปรแกรมจะทำงานบนคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) ในรูปแบบ Platform as a Service (PaaS) ทั้งในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันและส่วนของการจัดการดูแลข้อมูลต่าง ๆ และพัฒนาโปรแกรมตามหลักการวงจรการพัฒนาระบบ 6 ขั้นตอน ของ อรยา ปรีชาพานิช (2557) ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ทั้ง 5 ด้าน ภาพรวมของโปรแกรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีความเหมาะสมมากอันดับที่ 1 คือ ด้านความตรงตามความต้องการของโปรแกรมฯ ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถของระบบตรงตามความต้องการของผู้ใช้ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมฯ ได้ถูกออกแบบผลลัพธ์ของระบบได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ และด้านที่มีความเหมาะสมมากอันดับที่ 5 คือ ด้านการใช้งาน ซึ่งเป็นส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถของระบบในการติดต่อระหว่างระบบและผู้ใช้ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมฯ ยังมีข้อจุดอ่อนในด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) ที่จะต้องมีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น และจากผลการประเมินความคิดเห็นโดยผู้ทดลองใช้โปรแกรม พบว่าทั้ง 2 ด้าน ภาพรวมของโปรแกรมมีประสิทธิภาพ อยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นช่วยลดภาระงานการสร้างข้อสอบของครูได้มาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม (2561), ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง (2562), สุขุมาภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุจพรม (2563) พบว่าการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

วิชาคณิตศาสตร์ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันตามแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ด้วยขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน ดังที่กล่าวข้างต้น โปรแกรมฯ เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และเป็นที่พึงพอใจของผู้ทดลองใช้โปรแกรมฯ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาดา กรเพชรปาณี และคณะ (2557), นุภาพรรณ ปลื้มใจ และคณะ (2558), สุชาดา สกลกิจรุ่งโรจน์ และคณะ (2558), จารุจิตร สิทธิปรุ และคณะ (2559) พบว่าการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ตามแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) ด้วยขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน โปรแกรมฯ เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และเป็นที่พึงพอใจของผู้ทดลองใช้โปรแกรมฯ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ibadurrahman et al. (2018) พบว่าการออกแบบโปรแกรมบนเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ HTML, CSS ร่วมกับการวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) เพื่อการจัดเก็บข้อมูลการเรียนการสอน โปรแกรมสามารถทำให้นักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนเห็นข้อมูลการเรียนการสอนที่ผ่านมาได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dalang and Kusniyati (2019) พบว่าการออกแบบระบบจัดการสินทรัพย์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) โดยใช้วงจรพัฒนาระบบ (SDLC) โปรแกรมสามารถรับรู้ และความคุมสินทรัพย์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศหาข้อมูลได้รวดเร็ว แม่นยำ และเชื่อถือได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hall et al. (2019) พบว่าการใช้วงจรพัฒนาระบบ (SDLC) เพื่อพัฒนาความปลอดภัยของโปรแกรมบนเว็บแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพในการตรวจพบการบุกรุกได้อย่างแม่นยำ และช่วยเพิ่มความสามารถให้องค์กรในการตอบสนองเพื่อชะลอการบุกรุก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zen et al. (2019) พบว่าการพัฒนาระบบการจัดการข้อมูลการสั่งซื้อเพื่อการซ่อมบำรุงส่วนงานของเครื่องจักรแบบออนไลน์ โดยใช้วงจรพัฒนาระบบ (SDLC) ทำให้สามารถส่งการแจ้งเตือนในบริเวณที่ติดตั้ง และแบบฟอร์มใบงานซ่อมบำรุงสามารถจัดเก็บในรูปแบบดิจิตอลได้

2.2 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลของข้อสอบต้นแบบและข้อสอบที่สร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของข้อสอบทั้ง 3 ระดับ คือ ข้อสอบระดับง่าย ปานกลาง และยาก พบว่า โมเดลองค์ประกอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติไม่มีการแปรเปลี่ยน องค์ประกอบเป็นไปตามข้อสอบต้นแบบ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความมุ่งหมายที่จะวัดเนื้อหาแยกแต่ละระดับความยาก โดยข้อสอบที่สร้างขึ้นจะเป็น Isomorphic เพื่อเป้าหมายของการสร้างข้อสอบ คือ การสร้างข้อสอบ ที่เหมือนกัน (Isomorphic Instances) โดยจัดการส่วนประกอบที่มีอยู่ในเนื้อหา (Incidental Element) ซึ่งลักษณะภายนอกของข้อสอบไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับความยากและโครงสร้าง ซึ่งการตรวจสอบ

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ความสอดคล้องของโมเดลใช้การพิจารณาดัชนีตรวจสอบความตรง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล และสุชาดา บวรกิติวงศ์ (2563) กล่าวว่า สถิติทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์และเกณฑ์การพิจารณาที่สำคัญประกอบด้วย ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์หรือระดับนัยสำคัญ (*p*-value) ต้องมีค่ามีค่ามากกว่า 0.05 ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ $\left(\chi^2/df\right)$ ต้องมีค่าน้อยกว่า 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (TLI) ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ ทิพวัน และวราพร เอราวรรณ์, (2563), วรัฏฐา อุปชิตกุล และสมพงษ์ พันธุรัตน์ (2563), ศุภกิจ จิตคล่องทรัพย์, บุญเรียง ขจรศิลป์ และธนีนาฏ ณ สุนทร (2563) พบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล โดยการพิจารณาดัชนีตรวจสอบความตรงโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Arendasy and Sommer (2012) พบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองสำหรับตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติทำให้สร้างข้อสอบได้จำนวนมากและไม่มีการสูญเสียข้อสอบจากการเปรียบเทียบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cunha et al. (2014), Pavia et al. (2016), Chidchai et al. (2017) พบว่าใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์ (Pearson’s Correlation Coefficient) พบว่า ผลการสอบข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติของข้อสอบทั้ง 3 ระดับ คือ ข้อสอบระดับง่าย ระดับปานกลาง และระดับยาก มีค่าเข้าใกล้ +1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ เป็นสหสัมพันธ์ทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างโมเดลข้อสอบตามแนวคิดของ Gierl et al. (2008) โดยใช้รูปแบบการสร้างโมเดลข้อสอบซึ่งมีองค์ประกอบต่าง ๆ 5 ส่วน คือ 1) ข้อคำถาม (Stem) 2) ส่วน ประกอบ (Elements) 3) ตัวเลือก (Options) 4) ข้อมูลเสริม (Auxiliary Information) และ 5) คำตอบ (Key) โดยโจทย์และตัวเลือกสามารถแยกเป็นส่วนประกอบ ซึ่งในส่วนประกอบจะแสดงในรูปของข้อความ (Strings: S) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ใช่จำนวน (Non-Numeric Values) และจำนวนเต็ม (Integers: I) ซึ่งเป็นค่าที่เป็นจำนวนด้วย การจัดการอย่างเป็นระบบของส่วนประกอบสามารถสร้างข้อสอบจำนวนมากได้จากแต่ละโมเดลโดยข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความมุ่งหมายที่จะวัดเนื้อหาแยกแต่ละระดับความยาก ข้อสอบที่สร้างขึ้นจะเป็น

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Isomorphic เพื่อเป้าหมายของการสร้างข้อสอบ คือ การสร้างข้อสอบ ที่เหมือนกัน (Isomorphic Instances) โดยจัดการส่วนประกอบที่มีอยู่ในเนื้อหา (Incidental Element) ซึ่งลักษณะภายนอกของข้อสอบไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงระดับความยากและโครงสร้าง แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการจำแนกตามระดับความยาก (Item Classified by Difficulty Levels) โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยที่ข้อสอบจะมีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ -2.50 ถึง +2.50 และจำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ซึ่งระดับง่าย เป็นข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ -1.19 ถึง 0.50 ระดับปานกลาง เป็นข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.51 ถึง 1.50 และระดับยาก ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 1.51 ถึง 2.49 และทำการสร้างโมเดลในแต่ละระดับความยากเพื่อแยกศึกษาในแต่ละระดับความยาก และการตรวจสอบความสัมพันธ์จะทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ปรากฏว่า ข้อสอบระดับง่าย ผลการสอบข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีความสัมพันธ์กันทางบวกระดับสูง โดยมีค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันในภาพรวม เท่ากับ .98 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อสอบระดับปานกลาง ผลการสอบข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติมีความสัมพันธ์กันทางบวกระดับสูง โดยมีค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันในภาพรวม เท่ากับ .97 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และข้อสอบระดับยาก มีผลการสอบข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีความสัมพันธ์กันทางบวกระดับสูง โดยมีค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันในภาพรวม เท่ากับ .93 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม (2561) พบว่าการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันระดับสูง ได้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ .96 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขุมาภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุจพรม (2563) พบว่าการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบที่ได้จากข้อสอบต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากข้อสอบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันระดับสูง ได้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ .92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thomas (2016) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) ในอดีตกับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b-Parameter) เชิงประจักษ์กับแบบจำลองความซับซ้อนมากกว่า .800 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jendryczko et al. (2020) พบว่าศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการสอบได้จากรูปภาพต้นแบบกับผลการสอบที่ได้จากรูปภาพที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมสร้างรูปภาพแบบอัตโนมัติ โดยการจำแนกความยากของรูปภาพด้วยค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความเป็นคู่ขนานกันของรูปภาพในความยากระดับเดียวกัน คือ พบค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันมีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นโปรแกรมในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน การใช้งานสามารถใช้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ที่ https://www.aig-system.com โดยโปรแกรมได้ถูกออกแบบมาให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับระบบปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ (Tablet Computer) ซึ่งครูผู้สอน และผู้สนใจทั่วไป สามารถเข้ามาใช้โปรแกรมนี้ได้สะดวกทุกที่และทุกเวลาที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

2. การนำระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปใช้ ควรนำไปทดลองใช้ในบริบทเล็ก ๆ ก่อน เพื่อศึกษาปัญหา และความเหมาะสมของการนำไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีปัญหาแตกต่างกัน ก่อนที่จะนำไปขยายผลต่อไป เช่น ประสิทธิภาพของการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เป็นต้น

3. ครูที่สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถใช้ระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สร้างข้อสอบเพื่อเป็นแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดคู่มือการใช้งานได้จากเว็บไซต์ https://www.aig-system.com และปฏิบัติตามคำชี้แจงในคู่มือการใช้โปรแกรม และหากมีข้อสงสัยสามารถติดต่อผู้วิจัยผ่านทางเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่แจ้งไว้บนเว็บไซต์ข้างต้น

4. การพัฒนาระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการพัฒนาโปรแกรมฯ ตามหลักการวงจรการพัฒนาระบบ ที่มีความเหมาะสมของโปรแกรมฯ ในระดับมาก และมีการออกแบบผลลัพธ์ของระบบสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ระบบอยู่ในเกณฑ์ดี ผู้ที่สนใจในการพัฒนาโปรแกรมฯ อื่น ๆ สามารถนำหลักการวงจรการพัฒนาระบบไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยได้

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้ครูสามารถพิมพ์ข้อสอบใส่เข้าไปได้เลย และออกแบบให้นักเรียนเข้าไปทดสอบออนไลน์และสามารถประมวลผลได้ทันที

2. ควรพัฒนาระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้โปรแกรมสามารถใช้งานได้สะดวกทั้งในระบบปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ และระบบปฏิบัติการบนสมาร์ทโฟน

3. ควรมีการพัฒนาระบบการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในที่ส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถของระบบด้านการติดต่อระหว่างระบบและผู้ใช้ระบบ เช่น ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) ให้โปรแกรมมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และพานิชกุล, พ. (2551). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. กรุงเทพฯ: เคทีพี เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

ขนิษฐา ราศรี และประภาพร ศรีตระกูล. (2553). การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *13*(4), 60-70.

จารุจิตร สิทธิปรุ, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์. (2559). การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *22*(1), 47-62.

จุฬาลักษณ์ ทิพวัน และวราพร เอราวรรณ์. (2563). การพัฒนาตัวบ่งชี้กรอบความคิดแบบเติบโตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *26*(2), 119-133.

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล และสุชาดา บวรกิติวงศ์. (2563). การเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดระหว่างการประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุดและการวิเคราะห์แบบเบส. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *26*(2), 3-19.

ณัชชา มหปุญญานนท์. (2557). คุณภาพของแบบทดสอบแบบเลือกตอบภายใต้เงื่อนไขที่มีการวัดระดับพฤติกรรมการเรียนรู้วิธีการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน และจำนวนตัวถูกที่แตกต่างกัน. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, *9*(25), 1-22.

ทิพย์ ขำอยู่, เสรี ชัดแช้ม และกฤษณะ ชินสาร. (2556). การวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษโดยประยุกต์โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *10*(2), 55-70.

ธวัชชัย ศรีพรงาม, เสรี ชัดแช้ม และ ม.ร.ว. สมพร สุทัศนีย์. (2558). การพัฒนาระบบคลังรูปภาพที่สื่อความหมายทางด้านอารมณ์ความรู้สึกในบริบทของคนไทย. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *13*(2), 57-70.

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

นุภาพรรณ ปลื้มใจ, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์. (2558). การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *13*(2), 109-125.

บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร. (2555). การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย: คุณสมบัติการวัดเชิงจิตวิทยา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปกรณ์ ประจันบาน, วารีรัตน์ แก้วอุไร และสำราญ มีแจ้ง. (2556). การวิจัยและพัฒนาแบบทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ด้านอุดมศึกษา (*U-NET)*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

ปกรณ์ ประจันบาน และอนุชา กอนพ่วง. (2558). การวิจัยและพัฒนาแบบวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

ปราณี มีหาญพงษ์ และกรรณิการ์ ฉัตรดอกไม้ไพร. (2561). การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยทางการพยาบาล. *วารสารพยาบาลทหารบก*, *19*(1), 9-15.

ปัญจาภรณ์ ตันทนิส และวรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2563). การพัฒนาระบบการกำกับ ติดตาม และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาโรงเรียนในสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *26*(2), 177-189.

ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง. (2562). การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบแบบหลายตัวเลือกโดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ. *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้*, *12*(2), 74-87.

พูลพงศ์ สุขสว่าง (2563). โมเดลสมการโครงสร้าง (*Structural Equation Modeling)* (พิมพ์ครั้งที่ 3 ed.). ชลบุรี: เอ.พี.บลูปริ้นท์.

รุ่งฤดี กล้าหาญ, ดวงเดือน ศาสตรภัทร และสายสมร เฉลยกิตติ. (2558). การพัฒนารูปแบบการวัดและประเมินพฤติกรรมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของไทยในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

วรัฏฐา อุปชิตกุล และสมพงษ์ พันธุรัตน์. (2563). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ไอซีที) ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *26*(2), 237-250.

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ศศิธร จันทรมหา และเสรี ชัดแช้ม. (2561). การสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *16*(1), 138-149.

ศิวะทัศน์ สุขสุวรรณ, พัชรี จันทร์เพ็ง และสังวรณ์ งัดกระโทก. (2555). คุณภาพของการเชื่อมโยงคะแนนแนวตั้งแบบพหุมิติสาหรับแบบทดสอบรูปแบบผสมด้วยวิธีโค้งลักษณะแบบทดสอบ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *38*(2), 109-118.

ศุภกิจ จิตคล่องทรัพย์, บุญเรียง ขจรศิลป์ และธนีนาฏ ณ สุนทร. (2563). การพัฒนาคุณลักษณะตัวบ่งชี้และแบบประเมินภาวะผู้นำแบบคริสเตียนสำหรับนักเรียนโรงเรียนสังกัดมูลนิธิแห่งสภาคริสตจักรในประเทศไทย. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *26*(2), 264-278.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2562). NIETS News. วารสารจดหมายข่าวสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 75, 1-8.

สำราญ มีแจ้ง, ประภัสสร วงษ์ดี และยุพิน โกณฑา. (2552). การเปรียบเทียบคะแนน O-NET ระหว่างปีโดยวิธีการเทียบเป็นมาตราเดียวกันกับโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. *วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *7*(2), 81-92.

สุขุมาภรณ์ จันทนา และปิยะทิพย์ ประดุจพรม. (2563). การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารการวัดผลการศึกษา*, *37*(102), 162-177.

สุจิตรา เทียนสวัสดิ์. (2550). ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา: ข้อวิพากษ์และข้อเสนอแนะวิธีการคำนวณ. *พยาบาลสาร*, *34*(4), 1-9.

สุชาดา กรเพชรปาณี, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์. (2557). การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ *O-NET* กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

สุชาดา กรเพชรปาณี, ปิยะทิพย์ ตินวร และโสพส สุขานนท์สวัสดิ์. (2559). การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสอบ O-NET. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *14*(1), 14-31.

สุชาดา สกลกิจรุ่งโรจน์, เสรี ชัดแช้ม และ ม.ร.ว. สมพร สุทัศนีย์. (2558). การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับมาตรวัดความสุขคนไทย. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *13*(1), 1-17.

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สุนทรี ศรีโกไสย, พัชรี หมื่นชัย, ชฎาพร คำฟู, ศิริวรรณ ทวีวัฒนปรีชา และรัตนา สายพานิชย. (2563). ความตรงและความเชื่อถือได้ของดัชนีชี้วัดความเครียดผู้ปกครองของเด็กอายุ 1 เดือน ถึง 12 ปี. *วารสารสุขภาพจิตแห่งประเทศไทย*, *28*(1), 56-71.

สุนันทา ศิริเบญจา, ไชยรัตน์ ปราณี และดวงใจ สีเขียว. (2556). การพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ สาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีของเบส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, *8*(22), 87-102.

สุพรรษา ยวงทอง. (2557). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2556). การพัฒนาการทดสอบเฉพาะบุคคลแบบ ซี เอ ที. *วารสารวิจัยรามคำแหง (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, *16*(2), 28-35.

แสงเลิศอุทัย จิตติรัตน์. (2560). คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, *7*(1), 1-15.

อนุชิต กลิ่นกำเนิด, อรจิรา สิทธิศักดิ์ และทัศนวรรณ ศูนย์กลาง. (2555). ผลการประเมินระบบบริหารจัดการการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ กรณีศึกษาเรื่ององค์ประกอบของระบบสารสนเทศ. วารสารวิชาการทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศประยุกต์, 1(2), 5-11.

อรยา ปรีชาพานิช. (2557). คู่มือเรียน การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (*System Analysis and Design)* ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์.

อารยา องค์เอี่ยม, และพงศ์ธารา วิจิตเวชไพศาล. (2561). การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย. *วิสัญญีสาร, 44*(1), 36-42.

อุไร จักษ์ตรีมงคล. (2556). การพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดสำหรับการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

อุไรวรรณ ชัยชนะวิโรจน์ และชญาภา วันทุม. (2560). การทดสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย. *วารสารการพยาบาลและสุขภาพ*, *11*(2), 105-111.

เอื้อมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจวิชัย และภีรภา จันทร์อินทร์. (2552). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนนการทดสอบ *O-NET* ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำ. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Abadi, S., Huda, M., Hehsan, A., Mohamad, A. M., Basiron, B., Ihwani, S. S., . . . Gumanti, M. (2018). Design of online transaction model on traditional industry in order to increase turnover and benefits. *International Journal of Engineering & Technology, 7*(2.27), 231-237. doi:10.14419/ijet.v7i2.27.11982

Ahmar, A. S., Hidayat, R., Napitupulu, D., Rahim, R., Sonatha, Y., & Azmi, M. (2018). eConf: an Information System to Manage the Conference. *Journal of Physics: Conference Series,* 1028. doi:10.1088/1742-6596/1028/1/012044

Akbar, M. A., Sang, J., Khan, A. A., Fazal, E. A., Nasrullah, Shafiq, M., . . . Xiang, H. (2018). Improving the Quality of Software Development Process by Introducing a New Methodology–AZ-Model. *IEEE Access, 6*, 4811-4823. doi:10.1109/access.2017.2787981

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., . . . Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition*. White Plains, NY: Longman.

Arendasy, M. E., & Sommer, M. (2010). Evaluating the contribution of different item features to the effect size of the gender difference in three-dimensional mental rotation using automatic item generation. *Intelligence, 38*(6), 574-581. doi:10.1016/j.intell.2010.06.004

Arendasy, M. E., & Sommer, M. (2012). Using automatic item generation to meet the increasing item demands of high-stakes educational and occupational assessment. *Learning and Individual Differences, 22*(1), 112-117. doi:10.1016/j.lindif.2011.11.005

Arendasy, M. E., & Sommer, M. (2017). Reducing the effect size of the retest effect: Examining different approaches. *Intelligence, 62*, 89-98. doi:10.1016/j.intell.2017.03.003

Arendasy, M. E., Sommer, M., & Gittler, G. (2010). Combining automatic item generation and experimental designs to investigate the contribution of cognitive components to the gender difference in mental rotation. *Intelligence, 38*(5), 506-512. doi:10.1016/j.intell.2010.06.006

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Barjtya, S., Sharma, A., & Rani, U. (2017). A detailed study of Software Development Life Cycle (SDLC) Models. *International Journal Of Engineering And Computer Science, 6*(7), 22097-22100.

Bloom, B., Englehart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain.* New York and Toronto: Longmans, Green.

Chakraborty, A., Baowaly, M. K., Arefin, A., & Bahar, A. N. (2012). The Role of Requirement Engineering in Software Development Life Cycle. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, 3*(5), 723-729.

Chidchai, M., Surachai, R., Tiwawan, S., & Poonpong, S. (2017). *Success Indicators of Academic Ability Test Business Conducted by Private Sector for Students in Basic Education Schools*. Paper presented at the Proceedings of the Burapha University International Conference 2017, "Creativity, Innovation, and Smart Culture for the Better Society", (pp. 246-256). Pattaya: Burapha University.

Cunha, M., Xavier, A., Martinho, M. I., & Matos, M. (2014). Measuring Positive Emotional Memories in Adolescents: Psychometric Properties and Confirmatory Factor Analysis of the Early Memories of Warmth and Safeness Scale. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy, 14*(2), 245-259.

Dalang, N. D., & Kusniyati, H. (2019). Design Of Web-Based Asset IT Management Systems (Case Study Of PT Bollore Logistics). *International Journal of Computer Techniques, 6*(1), 1-5.

Diao, Q., & Reckase, M. (2009). *Comparison of ability estimation and item selection methods in multidimensional computerized adaptive testing*. Paper presented at the the Multidimensional CAT Paper Session, June 3, 2009, Graduate Management Admission Council.

Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, New Jersey: Lawreence Erlbaum Associates.

Finch, H. (2010). Item Parameter Estimation for the MIRT Model: Bias and Precision of Confirmatory Factor Analysis—Based Models. *Applied Psychological Measurement, 34*(1), 10-26. doi:10.1177/0146621609336112

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Gierl, M. J., Ball, M. M., Vele, V., & Lai, H. (2015). A Method for Generating Nonverbal Reasoning Items Using n-Layer Modeling. In *Computer Assisted Assessment. Research into E-Assessment* (pp. 12-21).

Gierl, M. J., & Haladyna, T. M. (2013). *Automatic item generation : Theory and practice*. New York: Routledge.

Gierl, M. J., & Lai, H. (2012). The Role of Item Models in Automatic Item Generation. *International Journal of Testing, 12*(3), 273-298. doi:10.1080/15305058.2011.635830

Gierl, M. J., & Lai, H. (2013). Instructional Topics in Educational Measurement (ITEMS) Module: Using Automated Processes to Generate Test Items. *Educational Measurement: Issues and Practice, 32*(3), 36-50.

Gierl, M. J., & Lai, H. (2015a). A Methodology for Multilingual Automatic Item Generation. *Mesure et évaluation en éducation, 37*(3), 39-61. doi:10.7202/1036327ar

Gierl, M. J., & Lai, H. (2015b). Using Automated Processes to Generate Test Items And Their Associated Solutions and Rationales to Support Formative Feedback. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A,* 25, 9-20.

Gierl, M. J., & Lai, H. (2018). Using Automatic Item Generation to Create Solutions and Rationales for Computerized Formative Testing. *Appl Psychol Meas, 42*(1), 42-57. doi:10.1177/0146621617726788

Gierl, M. J., Lai, H., Hogan, J. B., & Matovinovic, D. (2015). A Method for Generating Educational Test Items that are Aligned to the Common Core State Standards. *Journal of Applied Testing Technology, 16*(1), 1-18.

Gierl, M. J., Lai, H., & Turner, S. R. (2012). Using automatic item generation to create multiple-choice test items. *Med Educ, 46*(8), 757-765. doi:10.1111/j.1365-2923.2012.04289.x

Gierl, M. J., Zhou, J., & Alves, C. (2008). Developing a Taxonomy of Item Model Types to Promote Assessment Engineering. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment, 7*(2), 1-51.

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Habibi, M. A., Jha, D. K., Sinha, G., & Choudhary, A. (2017). Our-Approach: A Novel Software Development Life Cycle Model. *GLOBAL JOURNAL FOR RESEARCH ANALYSIS, 6*(1), 705-706.

Hair, J. J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis (new int. ed.)*. Harlow: Pearson Education.

Haladyna, T. M., & Rodriguez, M. C. (2013). *Developing and validating test items*. New York: Routledge.

Hall, C. C., Shepherd, L. A., & Coull, N. (2019). BlackWatch: Increasing Attack Awareness Within Web Applications. *arXiv preprint arXiv:*1901.04243, 1-20.

Hou, W. H., Shih, C. L., Chou, Y. T., Sheu, C. F., Lin, J. H., Wu, H. C., . . . Hsieh, C. L. (2012). Development of a computerized adaptive testing system of the Fugl-Meyer motor scale in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil, 93*(6), 1014-1020. doi:10.1016/j.apmr.2011.12.005

Ibadurrahman, I., Wikusna, W., & Suryatiningsih, S. (2018). Aplikasi Bank Soal Beserta Pembahasan Untuk Try Out Berbasis Website. *e-Proceeding of Applied Science*, *4*(3), 1341-1347.

Jendryczko, D., Berkemeyer, L., & Holling, H. (2020). Introducing a Computerized Figural Memory Test Based on Automatic Item Generation: An Analysis With the Rasch Poisson Counts Model. *Front Psychol, 11*, 1-16. doi:10.3389/fpsyg.2020.00945

Kocalevent, R. D., Rose, M., Becker, J., Walter, O. B., Fliege, H., Bjorner, J. B., . . . Klapp, B. F. (2009). An evaluation of patient-reported outcomes found computerized adaptive testing was efficient in assessing stress perception. *J Clin Epidemiol, 62*(3), 278-287. doi:10.1016/j.jclinepi.2008.03.003

Kose, I. A., & Demirtasli, N. C. (2012). Comparison of Unidimensional and Multidimensional Models Based on Item Response Theory in Terms of Both Variables of Test Length and Sample Size. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 46*, 135-140. doi:10.1016/j.sbspro.2012.05.082

Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice, 41*(4), 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Kumar, N., & Chandwal, P. (2013). Comparison of SDLC-2013 Model with Other SDLC Models by Using COCOMO. *International Journal of Emerging Science and Engineering, 1*(6), 76-84.

Kumar, N., Zadgaonkar, A. S., & Shukla, A. (2013). Evolving a New Software Development Life Cycle Model SDLC-2013 with Client Satisfaction. *International Journal of Soft Computing and Engineering, 3*(1), 216-221.

Lai, H., Alves, C., & Gierl, M. J. (2009). *Using Automatic Item Generation to Address Item Demands for CAT*. Paper presented at the The CAT Research and Applications Around the World Poster Session, June 2, 2009, Graduate Management Admission Council.

Lai, H., Gierl, M. J., Byrne, B. E., Spielman, A. I., & Waldschmidt, D. M. (2015). Three Modeling Applications to Promote Automatic Item Generation for Examinations in Dentistry. *Journal of Dental Education, 80*(3), 339-347.

Lai, J. S., Butt, Z., Zelko, F., Cella, D., Krull, K. R., Kieran, M. W., & Goldman, S. (2011). Development of a parent-report cognitive function item bank using item response theory and exploration of its clinical utility in computerized adaptive testing. *J Pediatr Psychol, 36*(7), 766-779. doi:10.1093/jpepsy/jsr005

Latifi, S., Gierl, M. J., Wang, R., Lai, H., & Wang, A. (2016). Information-based methods for evaluating the semantics of automatically generated test items. *Artificial Intelligence Research, 6*(1), 69-79. doi:10.5430/air.v6n1p69

Leroux, A. J., Lopez, M., Hembry, I., & Dodd, B. G. (2013). A Comparison of Exposure Control Procedures in CATs Using the 3PL Model. *Educational and Psychological Measurement, 73*(5), 857-874. doi:10.1177/0013164413486802

Luecht, R. M. (2013). Assessment Engineering Task Model Maps, Task Models and Templates as a New Way to Develop and Implement Test Specifications. *Journal of Applied Testing Technology, 14*, 1-38.

Moghadamzadeh, A., Salehi, K., & Khodaie, E. (2011). A comparison Method of Equating Classic and Item Response Theory (IRT): A Case of Iranian Study in the University Entrance Exam. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 29*, 1368-1372. doi:10.1016/j.sbspro.2011.11.375

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Muninsakorn, Y., Tinnaworn, P., & Sukhanonsawat, S. (2015). *Development of the Computerized Adaptive Testing Program for O-NET at the Grade 6 Level.* Paper presented at the Burapha University International Conference 2015 "Moving Forward to a Prosperous and Sustainable Community", (pp. 290-298). Chonburi: Burapha University.

Ozturk, N. B., & Dogan, N. (2015). Investigating Item Exposure Control Methods in Computerized Adaptive Testing. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 85-98. doi:10.12738/estp.2015.1.2593

Pavia, L., Cavani, P., Di Blasi, M., & Giordano, C. (2016). Smartphone Addiction Inventory (SPAI): Psychometric properties and confirmatory factor analysis. *Computers in Human Behavior, 63*, 170-178. doi:10.1016/j.chb.2016.05.039

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Res Nurs Health, 29*(5), 489-497. doi:10.1002/nur.20147

Sari, H. İ., & Huggins-Manley, A. C. (2017). Examining Content Control in Adaptive Tests: Computerized Adaptive Testing vs. Computerized Adaptive Multistage Testing. *Educational Sciences: Theory & Practice, 17*(5), 1759-1781. doi:10.12738/estp.2017.5.0484

Seo, D. G. (2011). Application of the Bifactor Model to Computerized Adaptive Testing.

Seo, D. G., & Weiss, D. J. (2015). Best Design for Multidimensional Computerized Adaptive Testing With the Bifactor Model. *Educ Psychol Meas, 75*(6), 954-978. doi:10.1177/0013164415575147

Shin, J., Bulut, O., & Gierl, M. J. (2020). The Effect of the Most-Attractive-Distractor Location on Multiple-Choice Item Difficulty. *The Journal of Experimental Education, 88*(4), 643-659. doi:10.1080/00220973.2019.1629577

Shin, J., Guo, Q., & Gierl, M. J. (2019). Multiple-Choice Item Distractor Development Using Topic Modeling Approaches. *Front Psychol, 10*, 825. doi:10.3389/fpsyg.2019.00825

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Thomas, C. (2016). *A Comparison of Traditional Test Blueprinting to Assessment Engineering in a Large Scale Assessment Context.* (Doctoral Dissertation), The University of North Carolina at Greensboro, U.S.A.

Urry, V. W. (1977). Tailored testing: A successful application of latent trait theory. *Journal of Educational Measurement, 14*(2), 181-196.

Wiersma, W., & Jurs, S. G. (1990). *Educational measurement and testing*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.

Zen, M., Al Ikhsan, S. H., & Purwant, E. H. (2019). SISTEM INFORMASI MAINTENANCE WORK ORDER BERBASIS WEB STUDI KASUS DEPARTEMEN BUILD. *Jurnal IKRA-ITH Informatika, 3*(1), 30-37.

Zhang, J., Chang, H. H., & Yi, Q. (2012). Comparing single-pool and multiple-pool designs regarding test security in computerized testing. *Behav Res Methods, 44*(3), 742-752. doi:10.3758/s13428-011-0178-5

Zhang, X., & Gierl, M. J. (2016). A Model-Based Method for Content Validation of Automatically Generated Test Items. *Journal of Educational Issues, 2*(2), 184-202. doi:10.5296/jei.v2i2.10040

Zhou, J. (2009). *A Review of Assessment Engineering Principles with Select Applications to the Certified Public Accountant Examination*. Paper presented at the A Technical Report for the American Institute of Certified Public Accountants, (pp. 1-28). American Institute of Certified Public Accountants.

Zhou, X. (2012). *Designing P-Optimal Item Pools in Computerized Adaptive Tests with Polytomous Items.* (Doctoral dissertation), Michigan State University, U.S.A.

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีดังนี้

1) รศ.ดร. ภัทราวดี มากมี คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

2) ดร. บุญสม ศรีศักดา หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี

3) นางสายใจ ประเสริฐสุข หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

4) นายคำดี ขินานา ครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนสมเด็จพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

5) นางวรินทร หงษ์อุดร ครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

2. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีดังนี้

1) รศ.ดร. พูลพงศ์ สุขสว่าง อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

2) รศ.ดร. วิยดา คำเอม อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถิติประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3) นางภณิตา แก้วเจริญเนตร ครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) โรงเรียนสรรพวิทยา จังหวัดตาก

3. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก มีดังนี้

1) ผศ.ดร. ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ ผู้อำนวยการสำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา สำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2) ผศ.ดร. ดุสิต ขาวเหลือง อาจารย์ประจำภาควิชาการอาชีวศึกษาและพัฒนาสังคม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

3) ดร. รัชกฤช ธนพัฒนดล อาจารย์ประจำศูนย์วิชาการประเมินผล สำนักทะเบียน และวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช

4) ดร. ศราวุธ ราชมณี อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยโปรแกรม Xcalibre™ 4.2.2 โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ (Urry, 1977) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50 ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 368 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ 480 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 76.67

จำแนกข้อสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก คือ ระดับแรก ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ -1.19 ถึง 0.50 เป็นข้อสอบที่ง่าย จำนวน 65 ข้อ ระดับที่สอง ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.51 ถึง 1.50 เป็นข้อสอบปานกลาง จำนวน 155 ข้อ และระดับสุดท้าย ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตั้งแต่ 1.51 ถึง 2.49 เป็นข้อสอบที่ยาก จำนวน 148 ข้อ ดังตารางที่ ข-1

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ และจำแนกระดับความยากเป็น 3 ระดับ ด้วยค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
1	0.57	-1.19	0.24	ง่าย
2	0.81	-0.95	0.24	ง่าย
3	1.10	-0.81	0.24	ง่าย
4	0.97	-0.75	0.22	ง่าย
5	0.77	-0.74	0.13	ง่าย
6	0.76	-0.70	0.25	ง่าย
7	0.77	-0.68	0.21	ง่าย
8	0.85	-0.65	0.13	ง่าย
9	0.84	-0.62	0.26	ง่าย
10	0.95	-0.57	0.23	ง่าย
11	0.50	-0.57	0.25	ง่าย
12	1.12	-0.56	0.24	ง่าย
13	0.83	-0.55	0.24	ง่าย
14	0.86	-0.51	0.23	ง่าย

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
15	1.03	-0.46	0.22	ง่าย
16	1.04	-0.44	0.21	ง่าย
17	1.04	-0.43	0.25	ง่าย
18	1.01	-0.37	0.25	ง่าย
19	1.09	-0.35	0.22	ง่าย
20	0.82	-0.35	0.27	ง่าย
21	0.79	-0.35	0.23	ง่าย
22	0.64	-0.34	0.23	ง่าย
23	0.70	-0.32	0.22	ง่าย
24	0.62	-0.26	0.23	ง่าย
25	0.84	-0.25	0.23	ง่าย
26	1.08	-0.23	0.23	ง่าย
27	1.34	-0.22	0.25	ง่าย
28	0.76	-0.21	0.24	ง่าย
29	1.17	-0.20	0.24	ง่าย
30	0.90	-0.19	0.22	ง่าย
31	0.59	-0.18	0.25	ง่าย
32	1.14	-0.15	0.22	ง่าย
33	1.14	-0.14	0.21	ง่าย
34	1.32	-0.13	0.21	ง่าย
35	1.19	-0.09	0.27	ง่าย
36	0.57	-0.07	0.23	ง่าย
37	0.51	-0.03	0.27	ง่าย
38	0.59	-0.02	0.23	ง่าย
39	1.27	0.00	0.24	ง่าย
40	0.57	0.00	0.22	ง่าย

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
41	1.00	0.05	0.24	ง่าย
42	0.82	0.06	0.22	ง่าย
43	0.84	0.11	0.22	ง่าย
44	1.20	0.13	0.24	ง่าย
45	1.05	0.14	0.21	ง่าย
46	1.11	0.16	0.23	ง่าย
47	1.18	0.16	0.20	ง่าย
48	0.78	0.19	0.23	ง่าย
49	1.26	0.21	0.25	ง่าย
50	1.23	0.21	0.22	ง่าย
51	0.68	0.21	0.21	ง่าย
52	0.71	0.22	0.21	ง่าย
53	1.42	0.22	0.21	ง่าย
54	0.86	0.24	0.27	ง่าย
55	1.09	0.25	0.25	ง่าย
56	1.04	0.26	0.24	ง่าย
57	1.17	0.27	0.22	ง่าย
58	1.16	0.30	0.21	ง่าย
59	0.65	0.31	0.22	ง่าย
60	1.28	0.32	0.20	ง่าย
61	1.23	0.34	0.24	ง่าย
62	1.37	0.34	0.23	ง่าย
63	0.71	0.42	0.21	ง่าย
64	0.67	0.49	0.20	ง่าย
65	1.17	0.50	0.20	ง่าย
66	1.10	0.52	0.18	ปานกลาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
67	0.62	0.53	0.22	ปานกลาง
68	0.74	0.54	0.22	ปานกลาง
69	0.81	0.54	0.23	ปานกลาง
70	1.36	0.57	0.20	ปานกลาง
71	0.90	0.59	0.25	ปานกลาง
72	1.12	0.60	0.21	ปานกลาง
73	1.09	0.61	0.23	ปานกลาง
74	0.62	0.62	0.28	ปานกลาง
75	0.89	0.62	0.24	ปานกลาง
76	1.61	0.63	0.16	ปานกลาง
77	1.07	0.63	0.19	ปานกลาง
78	1.34	0.63	0.20	ปานกลาง
79	1.34	0.63	0.30	ปานกลาง
80	0.93	0.65	0.20	ปานกลาง
81	0.66	0.65	0.24	ปานกลาง
82	0.80	0.66	0.21	ปานกลาง
83	0.90	0.66	0.21	ปานกลาง
84	0.78	0.66	0.19	ปานกลาง
85	0.60	0.66	0.23	ปานกลาง
86	0.57	0.67	0.27	ปานกลาง
87	1.07	0.68	0.25	ปานกลาง
88	0.84	0.68	0.22	ปานกลาง
89	0.82	0.68	0.27	ปานกลาง
90	1.00	0.70	0.22	ปานกลาง
91	0.63	0.70	0.24	ปานกลาง
92	1.13	0.70	0.25	ปานกลาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
93	1.39	0.71	0.25	ปานกลาง
94	0.88	0.71	0.27	ปานกลาง
95	1.11	0.71	0.22	ปานกลาง
96	1.02	0.71	0.19	ปานกลาง
97	0.92	0.72	0.24	ปานกลาง
98	0.56	0.72	0.23	ปานกลาง
99	1.38	0.74	0.29	ปานกลาง
100	0.92	0.74	0.26	ปานกลาง
101	0.79	0.76	0.22	ปานกลาง
102	0.90	0.77	0.24	ปานกลาง
103	0.70	0.80	0.26	ปานกลาง
104	0.83	0.80	0.19	ปานกลาง
105	1.44	0.81	0.21	ปานกลาง
106	0.65	0.82	0.23	ปานกลาง
107	1.01	0.82	0.19	ปานกลาง
108	1.05	0.82	0.24	ปานกลาง
109	0.90	0.82	0.23	ปานกลาง
110	1.17	0.83	0.27	ปานกลาง
111	1.37	0.83	0.23	ปานกลาง
112	1.04	0.83	0.25	ปานกลาง
113	0.83	0.84	0.25	ปานกลาง
114	1.27	0.85	0.21	ปานกลาง
115	1.08	0.86	0.23	ปานกลาง
116	1.05	0.87	0.23	ปานกลาง
117	0.69	0.88	0.27	ปานกลาง
118	1.38	0.88	0.29	ปานกลาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	พารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
119	0.97	0.88	0.23	ปานกลาง
120	1.66	0.88	0.23	ปานกลาง
121	1.02	0.88	0.23	ปานกลาง
122	1.05	0.91	0.21	ปานกลาง
123	0.72	0.92	0.20	ปานกลาง
124	0.87	0.93	0.17	ปานกลาง
125	0.97	0.93	0.25	ปานกลาง
126	1.18	0.94	0.23	ปานกลาง
127	1.05	0.96	0.21	ปานกลาง
128	1.45	0.97	0.24	ปานกลาง
129	0.54	0.97	0.25	ปานกลาง
130	0.91	0.97	0.18	ปานกลาง
131	0.53	0.99	0.24	ปานกลาง
132	1.08	1.00	0.21	ปานกลาง
133	0.75	1.00	0.27	ปานกลาง
134	1.40	1.01	0.25	ปานกลาง
135	0.94	1.01	0.26	ปานกลาง
136	1.38	1.03	0.29	ปานกลาง
137	1.18	1.03	0.23	ปานกลาง
138	0.59	1.05	0.26	ปานกลาง
139	1.42	1.05	0.24	ปานกลาง
140	0.72	1.05	0.22	ปานกลาง
141	0.88	1.05	0.24	ปานกลาง
142	1.60	1.06	0.27	ปานกลาง
143	1.90	1.06	0.22	ปานกลาง
144	0.95	1.07	0.24	ปานกลาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
145	1.01	1.07	0.21	ปานกลาง
146	0.72	1.07	0.25	ปานกลาง
147	1.45	1.07	0.22	ปานกลาง
148	0.67	1.08	0.09	ปานกลาง
149	1.93	1.08	0.22	ปานกลาง
150	1.83	1.09	0.20	ปานกลาง
151	2.42	1.09	0.20	ปานกลาง
152	1.36	1.09	0.22	ปานกลาง
153	1.07	1.09	0.26	ปานกลาง
154	2.33	1.10	0.19	ปานกลาง
155	0.67	1.11	0.23	ปานกลาง
156	0.72	1.12	0.26	ปานกลาง
157	0.60	1.12	0.21	ปานกลาง
158	1.02	1.14	0.20	ปานกลาง
159	1.41	1.15	0.25	ปานกลาง
160	0.93	1.16	0.08	ปานกลาง
161	1.11	1.17	0.23	ปานกลาง
162	1.10	1.17	0.23	ปานกลาง
163	0.94	1.18	0.24	ปานกลาง
164	2.34	1.18	0.21	ปานกลาง
165	2.26	1.20	0.23	ปานกลาง
166	0.93	1.20	0.28	ปานกลาง
167	1.39	1.20	0.18	ปานกลาง
168	0.60	1.21	0.24	ปานกลาง
169	2.10	1.21	0.22	ปานกลาง
170	1.48	1.21	0.26	ปานกลาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
171	0.58	1.22	0.27	ปานกลาง
172	0.70	1.24	0.30	ปานกลาง
173	0.88	1.24	0.29	ปานกลาง
174	0.85	1.24	0.24	ปานกลาง
175	0.94	1.24	0.22	ปานกลาง
176	1.62	1.24	0.21	ปานกลาง
177	0.56	1.24	0.24	ปานกลาง
178	0.87	1.24	0.22	ปานกลาง
179	1.02	1.25	0.20	ปานกลาง
180	1.16	1.25	0.24	ปานกลาง
181	1.77	1.28	0.29	ปานกลาง
182	1.67	1.28	0.23	ปานกลาง
183	1.55	1.30	0.18	ปานกลาง
184	0.78	1.32	0.30	ปานกลาง
185	1.90	1.32	0.26	ปานกลาง
186	2.23	1.32	0.23	ปานกลาง
187	1.32	1.32	0.18	ปานกลาง
188	1.12	1.33	0.22	ปานกลาง
189	1.27	1.34	0.26	ปานกลาง
190	1.91	1.35	0.26	ปานกลาง
191	0.64	1.36	0.26	ปานกลาง
192	0.89	1.36	0.25	ปานกลาง
193	1.27	1.38	0.22	ปานกลาง
194	1.25	1.38	0.24	ปานกลาง
195	1.32	1.38	0.21	ปานกลาง
196	1.17	1.38	0.24	ปานกลาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
197	1.59	1.38	0.23	ปานกลาง
198	1.58	1.38	0.19	ปานกลาง
199	0.86	1.40	0.21	ปานกลาง
200	1.01	1.41	0.24	ปานกลาง
201	2.07	1.41	0.24	ปานกลาง
202	1.48	1.43	0.23	ปานกลาง
203	1.43	1.43	0.25	ปานกลาง
204	1.37	1.43	0.21	ปานกลาง
205	1.11	1.43	0.26	ปานกลาง
206	0.81	1.45	0.20	ปานกลาง
207	2.29	1.45	0.22	ปานกลาง
208	1.34	1.46	0.26	ปานกลาง
209	1.34	1.46	0.23	ปานกลาง
210	1.07	1.46	0.19	ปานกลาง
211	1.40	1.47	0.19	ปานกลาง
212	1.24	1.47	0.20	ปานกลาง
213	2.07	1.48	0.27	ปานกลาง
214	2.19	1.48	0.27	ปานกลาง
215	0.99	1.48	0.18	ปานกลาง
216	1.00	1.48	0.30	ปานกลาง
217	0.72	1.49	0.23	ปานกลาง
218	1.65	1.49	0.24	ปานกลาง
219	0.97	1.50	0.26	ปานกลาง
220	2.00	1.50	0.18	ปานกลาง
221	0.95	1.51	0.27	ยาก
222	1.31	1.51	0.15	ยาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
223	1.37	1.52	0.23	ยาก
224	2.04	1.53	0.21	ยาก
225	1.72	1.53	0.18	ยาก
226	1.28	1.54	0.19	ยาก
227	0.85	1.54	0.30	ยาก
228	1.17	1.54	0.28	ยาก
229	1.14	1.54	0.19	ยาก
230	2.20	1.55	0.21	ยาก
231	1.36	1.56	0.14	ยาก
232	1.43	1.56	0.13	ยาก
233	0.92	1.56	0.24	ยาก
234	1.59	1.58	0.22	ยาก
235	1.13	1.59	0.27	ยาก
236	0.88	1.59	0.23	ยาก
237	0.99	1.60	0.22	ยาก
238	1.26	1.60	0.30	ยาก
239	1.06	1.61	0.23	ยาก
240	1.14	1.61	0.23	ยาก
241	1.51	1.62	0.25	ยาก
242	1.08	1.64	0.28	ยาก
243	1.92	1.64	0.26	ยาก
244	1.50	1.64	0.13	ยาก
245	1.01	1.64	0.21	ยาก
246	0.85	1.65	0.24	ยาก
247	0.68	1.66	0.27	ยาก
248	1.57	1.68	0.26	ยาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
249	1.90	1.68	0.20	ยาก
250	1.26	1.68	0.25	ยาก
251	1.58	1.69	0.25	ยาก
252	0.68	1.69	0.26	ยาก
253	1.36	1.69	0.29	ยาก
254	0.89	1.70	0.28	ยาก
255	1.01	1.70	0.27	ยาก
256	1.31	1.71	0.25	ยาก
257	1.21	1.71	0.19	ยาก
258	0.56	1.72	0.27	ยาก
259	1.51	1.72	0.20	ยาก
260	1.26	1.72	0.28	ยาก
261	1.67	1.73	0.27	ยาก
262	1.41	1.73	0.29	ยาก
263	1.54	1.73	0.21	ยาก
264	1.09	1.73	0.22	ยาก
265	1.60	1.74	0.27	ยาก
266	0.80	1.76	0.28	ยาก
267	1.04	1.76	0.27	ยาก
268	1.65	1.79	0.26	ยาก
269	1.58	1.81	0.25	ยาก
270	0.83	1.82	0.21	ยาก
271	2.12	1.83	0.23	ยาก
272	0.52	1.83	0.22	ยาก
273	1.37	1.83	0.27	ยาก
274	1.78	1.84	0.20	ยาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
275	1.40	1.84	0.23	ยาก
276	0.65	1.84	0.22	ยาก
277	1.53	1.84	0.22	ยาก
278	1.39	1.85	0.28	ยาก
279	1.22	1.85	0.22	ยาก
280	1.31	1.85	0.22	ยาก
281	1.79	1.85	0.24	ยาก
282	0.61	1.85	0.26	ยาก
283	0.96	1.85	0.21	ยาก
284	1.07	1.86	0.24	ยาก
285	0.58	1.86	0.24	ยาก
286	1.33	1.86	0.22	ยาก
287	0.92	1.87	0.26	ยาก
288	0.51	1.87	0.24	ยาก
289	1.08	1.88	0.25	ยาก
290	0.76	1.89	0.29	ยาก
291	1.46	1.90	0.21	ยาก
292	0.58	1.91	0.25	ยาก
293	1.18	1.91	0.24	ยาก
294	1.44	1.92	0.15	ยาก
295	0.52	1.92	0.26	ยาก
296	1.55	1.92	0.22	ยาก
297	0.70	1.93	0.23	ยาก
298	1.51	1.94	0.20	ยาก
299	1.93	1.95	0.17	ยาก
300	0.50	1.95	0.28	ยาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
301	1.78	1.96	0.19	ยาก
302	1.57	1.97	0.22	ยาก
303	1.93	1.97	0.27	ยาก
304	1.47	1.98	0.21	ยาก
305	1.20	2.01	0.19	ยาก
306	0.87	2.02	0.26	ยาก
307	0.82	2.02	0.29	ยาก
308	1.60	2.02	0.24	ยาก
309	1.72	2.02	0.23	ยาก
310	1.20	2.02	0.22	ยาก
311	1.98	2.03	0.18	ยาก
312	1.06	2.03	0.25	ยาก
313	0.92	2.03	0.23	ยาก
314	0.99	2.04	0.24	ยาก
315	1.03	2.05	0.20	ยาก
316	1.32	2.05	0.17	ยาก
317	1.34	2.05	0.27	ยาก
318	1.08	2.05	0.24	ยาก
319	1.21	2.05	0.17	ยาก
320	1.40	2.07	0.27	ยาก
321	0.92	2.07	0.28	ยาก
322	1.40	2.09	0.24	ยาก
323	1.94	2.10	0.21	ยาก
324	2.07	2.10	0.22	ยาก
325	1.91	2.10	0.24	ยาก
326	0.60	2.10	0.23	ยาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
327	1.48	2.11	0.21	ยาก
328	1.49	2.11	0.27	ยาก
329	1.92	2.13	0.20	ยาก
330	0.67	2.14	0.25	ยาก
331	1.30	2.16	0.25	ยาก
332	1.57	2.17	0.24	ยาก
333	1.22	2.18	0.22	ยาก
334	1.38	2.19	0.23	ยาก
335	1.73	2.20	0.21	ยาก
336	1.07	2.21	0.26	ยาก
337	0.56	2.21	0.30	ยาก
338	1.52	2.23	0.19	ยาก
339	1.32	2.24	0.20	ยาก
340	1.56	2.25	0.27	ยาก
341	0.72	2.27	0.28	ยาก
342	1.18	2.27	0.17	ยาก
343	1.19	2.27	0.23	ยาก
344	1.40	2.29	0.20	ยาก
345	1.57	2.29	0.23	ยาก
346	1.43	2.30	0.23	ยาก
347	1.10	2.31	0.21	ยาก
348	1.27	2.32	0.27	ยาก
349	0.83	2.32	0.25	ยาก
350	1.40	2.32	0.27	ยาก
351	1.44	2.35	0.22	ยาก
352	0.81	2.35	0.20	ยาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ			
	ค่าอำนาจจำแนก (a)	ค่าความยาก (b)	ค่าการเดา (c)	ระดับความยาก
353	1.09	2.35	0.21	ยาก
354	2.04	2.37	0.22	ยาก
355	0.93	2.38	0.20	ยาก
356	1.32	2.42	0.20	ยาก
357	0.69	2.43	0.28	ยาก
358	1.21	2.43	0.13	ยาก
359	0.85	2.44	0.20	ยาก
360	1.03	2.45	0.25	ยาก
361	0.99	2.46	0.22	ยาก
362	1.33	2.47	0.28	ยาก
363	0.90	2.48	0.23	ยาก
364	0.81	2.48	0.22	ยาก
365	0.74	2.48	0.30	ยาก
366	1.13	2.49	0.25	ยาก
367	1.11	2.49	0.20	ยาก
368	1.23	2.49	0.24	ยาก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ค

โมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ

การพัฒนาโมเดลข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ โดยการนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบและจำแนกระดับความยากเป็น 3 ระดับ ด้วยค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ จำนวน 368 ข้อ มาประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การประเมินความตรงเชิงโครงสร้างและด้านพฤติกรรมที่วัด มีจำนวน 345 ข้อ จากนั้นนำข้อสอบมาทำการวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อเกี่ยวกับความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นโมเดลข้อสอบต้นแบบ โดยจะพิจารณาเนื้อความของข้อสอบแต่ละข้อว่ามีส่วนที่สามารถกำหนดเป็นส่วนคงที่ และส่วนที่แปรเปลี่ยนได้หรือไม่ ถ้าข้อสอบข้อใดไม่เหมาะสมจะคัดข้อสอบข้อนั้นออกไป โดยใช้แนวทาง ของ Gierl et al. (2008) ที่มีการนำเสนอโมเดลข้อสอบรูปแบบต่าง ๆ จำนวน 10 รูปแบบ มีรายละเอียดดังนี้

โมเดลที่ 1 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

โมเดลที่ 2 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)

โมเดลที่ 3 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)

โมเดลที่ 4 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

โมเดลที่ 5 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)

โมเดลที่ 6 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)

โมเดลที่ 7 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

โมเดลที่ 8 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)

โมเดลที่ 9 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)

โมเดล 10 โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)

การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน การประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบจะพิจารณาข้อสอบที่ละข้อว่ามีความถูกต้อง เน้นที่ระดับความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อสอบข้อนั้น ๆ แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Content Validity Index) ปรากฏว่า ข้อสอบระดับง่าย มีจำนวนทั้งหมด 54 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 31 ข้อ

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 18 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 5 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 1.00 โดยรวมโมเดลมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยสามารถสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับง่ายได้ 7 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 4, 5, 6, 8 และ 10 แสดงตัวอย่างโมเดลข้อสอบ ดังตารางที่ ค-1 ถึง ค-7 โดยที่โมเดลข้อสอบระดับง่ายทั้งหมด 54 ข้อ เก็บไว้ในรูปไฟล์ PDF แบบออนไลน์ และสามารถเข้าถึงรายละเอียดของโมเดลข้อสอบโดยการสแกนคิวอาร์โค้ด (QR Code) แสดงดังภาพ ค-1

ภาพที่ ค-1 คิวอาร์โค้ด (QR Code) ไฟล์ PDF แบบออนไลน์ของโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับง่าย

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-1 ข้อสอบระดับง่าย โมเดลที่ 1

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 14 (2)E</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="3">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="2">โมเดลที่ 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="2">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent)
ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

พิจารณาการแก้สมการต่อไปนี้

$$\frac{5(6 - 3x)}{9} = 10$$

$5(6-3x) = 90$ ..... ขั้นตอน a

$6-3x = 18$ ..... ขั้นตอน b

$-3x = 12$ ..... ขั้นตอน c

$x = -4$ ..... ขั้นตอน d

จากการแก้สมการข้างต้น ขั้นตอนใดแก้สมการโดยใช้ S1

Elements

S1 Range: “สมบัติการเท่ากันของการบวก”, “สมบัติการเท่ากันของการคูณ”

Options

As_ S1 = “สมบัติการเท่ากันของการบวก”

Key: “c”

Distractors: “a”, “b”, “d”

As_ S1 = “สมบัติการเท่ากันของการคูณ”

Key: “a, b”, “b, d”, “a, d”

Distractors: “a, c”, “b, c”, “c, d”

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-2 ข้อสอบระดับง่าย โมเดลที่ 2

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 3					(27)E
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 2
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

จงหาจำนวนนับที่มากที่สุดที่หาร I1 และ I2 แล้วเหลือเศษ I3 เท่ากัน

Elements

I1 value range: 100 - 350 by 1

I2 value range: 400 - 800 by 1

I3 value range: 1 - 9 by 1

I4 = I1-I3

I5 = I2-I3

I6 = math. gcd(I4, I5) , [I6 value ≠ 1] เมื่อ math. gcd(I4, I5) คือ ห.ร.ม. ของ I4 กับ I5

Options

1) I6-2

2) I6

3) I6+4

4) I6+6

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-3 ข้อสอบระดับง่าย โมเดลที่ 4

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 24 (39)E</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 4</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent)
ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="6">Stem
บ้านหลังหนึ่ง มีพื้นที่ห้องรับแขกเป็น $\frac{1}{I1}$ ของพื้นที่ทั้งหมด มีพื้นที่ห้องนอนเป็น $\frac{1}{I2}$ ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ห้องครัวเป็น $\frac{1}{I3}$ ของพื้นที่ทั้งหมด จงหาว่าพื้นที่S1 คิดเป็นพื้นที่เท่าไรของพื้นที่ทั้งหมด</td></tr>
<tr><td colspan="6">Elements
S1 Range: “ห้องรับแขก ห้องนอน และห้องครัว”, “ห้องรับแขก และห้องนอน”, “ห้องนอน และห้องครัว”, “ห้องรับแขก และห้องครัว”
I1 value range: 2-9 by 1
I2 value range: 2-9 by 1
I3 value range: 2-9 by 1
$I1 \neq I2 \neq I3$
$I4 = \frac{1}{I1} + \frac{1}{I2} + \frac{1}{I3}$
$I5 = \frac{1}{I1} + \frac{1}{I2}$
$I6 = \frac{1}{I2} + \frac{1}{I3}$
$I7 = \frac{1}{I1} + \frac{1}{I3}$</td></tr>
</table>

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

Options

As_ S1 = “ห้องรับแขก ห้องนอน และห้องครัว”

Key: I4

Distractors: I5, I6, I7

As_ S1 = “ห้องรับแขก และห้องนอน”

Key: I5

Distractors: I4, I6, I7

As_ S1 = “ห้องนอน และห้องครัว”

Key: I6

Distractors: I5, I4, I7

As_ S1 = “ห้องรับแขก และห้องครัว”

Key: I7

Distractors: I5, I6, I4

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-4 ข้อสอบระดับง่าย โมเดลที่ 5

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 13</td><td>(43)E</td></tr>
<tr><td colspan="7">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="3">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 5</td></tr>
<tr><td colspan="3">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent)
ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td colspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

ผลคูณของตัวหารร่วมมากของ I1 และ I2 กับตัวคูณร่วมน้อยของ I3 และ I4 เท่ากับกับข้อใด

Elements

I1 value range: 100-300 by 10

I2 value range: 200-500 by 10

I3 value range: 10-50 by 1

I4 value range: 30-80 by 1

$I1 \neq I2$

$I3 \neq I4$

$I5 = \text{math. gcd}(I1, I2)$ โดยที่ $I5 \neq 1$

$I6 = \text{math. lcm}(I3, I4) = \frac{(I3*I4)}{\text{math. gcd}(I3, I4)}$

math. gcd(I1, I2) คือ ห.ร.ม. ของ I1 และ I2

math. lcm(I3, I4) คือ ค.ร.น. ของ I3 และ I4

$\text{lcm}(I3, I4) = \frac{(I3*I4)}{\text{math. gcd}(I3, I4)}$

$I7 = I5*I6$

Options

1) I7

2) I7*2

3) I7*3

4) I7*4

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-5 ข้อสอบระดับง่าย โมเดลที่ 6

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 7 (45)E</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 6</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent)
ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="6">Stem
ผลรวมขนาดของมุม S1 มุมฉาก และมุม S2 มุมตรงมีค่าเท่าใด
Elements
S1 Range: “ครึ่ง”, “1/4”, “1/3”
S2 Range: “ครึ่ง”, “1/4”, “1/3”
Options
Options1
As_ S1 = “ครึ่ง” then S2 = “ครึ่ง”
Key: “135°”
Distractors: “270°”, “225°”, “105°”

Options2
As_ S1 = “1/4” then S2 = “ครึ่ง”
Key: “112.5°”
Distractors: “157.5°”, “225°”, “270°”

Options3
As_ S1 = “ครึ่ง” then S2 = “1/4”
Key: “90°”
Distractors: “112.5°”, “135°”, “105°”

Options4
As_ S1 = “1/4” then S2 = “1/4”
Key: “65.5°”
Distractors: “90°”, “112.5°”, “105°”</td></tr>
</table>

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-5 (ต่อ)

Options5

As_ S1 = “ครึ่ง” then S2 = “1/3”

Key: “105°”

Distractors: “120°”, “90°”, “135°”

Options6

As_ S1 = “1/4” then S2 = “1/3”

Key: “85.5°”

Distractors: “75°”, “105°”, “115.5°”

Options7

As_ S1 = “1/3” then S2 = “ครึ่ง”

Key: “120°”

Distractors: “90°”, “135°”, “105°”

Options8

As_ S1 = “1/3” then S2 = “1/4”

Key: “75°”

Distractors: “82.5°”, “67.5°”, “90°”

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-6 ข้อสอบระดับง่าย โมเดลที่ 8

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 9					(47)E
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 8
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

ถ้า $\left(\frac{S1}{S2}\right)^{I1}$ แล้วข้อใดถูกต้อง

Elements

S1 Range: "x", "a", "m"

S2 Range: "y", "b", "n"

As_ S1 = "x" then S2 = "y"

As_ S1 = "a" then S2 = "b"

As_ S1 = "m" then S2 = "n"

I1 value range: 2 - 200 by 1

Options

1) $\frac{S1}{S2}$ เป็นฐาน I1 เป็นเลขชี้กำลัง

2) S1 และ S2 เป็นฐาน I1 เป็นเลขชี้กำลัง

3) I1 เป็นฐาน และ S2 เป็นเลขชี้กำลัง

4) I1 เป็นฐาน $\frac{S1}{S2}$ เป็นเลขชี้กำลัง

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

1

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1959881388

ตารางที่ ค-7 ข้อสอบระดับง่าย โมเดลที่ 10

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 12 (53)E</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 10</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed)
ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

เมื่อใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิตสามมิติในแนวขนานกับฐาน รูปสามมิติในข้อใดจะได้หน้าตัดแตกต่างจากข้ออื่น

Options

Key: P4 Distractors: P1, P2, P3, P5, P6, P7, P8, P9, P10

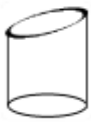
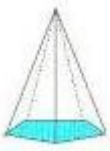
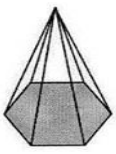
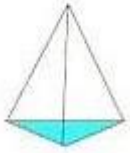
Key: P7 Distractors: P1, P2, P3, P5, P6, P4, P8, P9, P10

Key: P8 Distractors: P1, P2, P3, P5, P6, P4, P7, P9

Key: P9 Distractors: P1, P2, P3, P5, P6, P7, P8, P4, P10

Key: P10 Distractors: P1, P2, P3, P5, P6, P4, P7, P9

Auxiliary Information

<table>
<tr><td>P1
  </td><td>P2
 </td><td>P3
 </td><td>P4
 </td><td>P5
 </td></tr>
<tr><td>P6
 </td><td>P7
  </td><td>P8
  </td><td>P9
  </td><td>P10
 </td></tr>
</table>

Key

4

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบระดับปานกลาง มีจำนวนทั้งหมด 71 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 22 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 9 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 1.00 โดยรวมโมเดลมีความถูกต้องผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยสามารถสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับปานกลางได้ 7 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 3, 5, 7, 8, และ 10 แสดงตัวอย่างโมเดลข้อสอบ ดังตารางที่ ค-8 ถึง ค-14 โดยที่โมเดลข้อสอบระดับปานกลางทั้งหมด 71 ข้อ เก็บไว้ในรูปไฟล์ PDF แบบออนไลน์ และสามารถเข้าถึงรายละเอียดของโมเดลข้อสอบโดยการสแกนคิวอาร์โค้ด (QR Code) ดังภาพที่ ค-2

ภาพที่ ค-2 คิวอาร์โค้ด (QR Code) ไฟล์ PDF แบบออนไลน์ของโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับปานกลาง

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-8 ข้อสอบระดับปานกลาง โมเดลที่ 1

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 1					(6)M
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 1
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

จากรูป ขนาดของมุมกลับ S1 เท่ากับข้อใด

P

Elements

S1 Range: “B$\hat{O}$E", “B$\hat{O}$F", "B$\hat{O}$D", “A$\hat{O}$F”, “A$\hat{O}$E”, “A$\hat{O}$D”

Options

As_ S1 = “B$\hat{O}$F”

Key: “225°”

Distractors:“210°”, “245°”, “250°”

As_ S1 = “B$\hat{O}$E”

Key: “292.5°”

Distractors:“262.5°”, “270.5°”, “315.5°”

As_ S1 = “B$\hat{O}$D”

Key: “315°”

Distractors:“330°”, “300°”, “345°”

As_ S1 = “A$\hat{O}$F”

Key: “45°”

Distractors:“22.5°”, “30°”, “60°”

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-8 (ต่อ)

Options

As_ S1 = “$A\hat{O}E$”

Key: “112.5°”

Distractors:“105°”, “110°”, “115°”

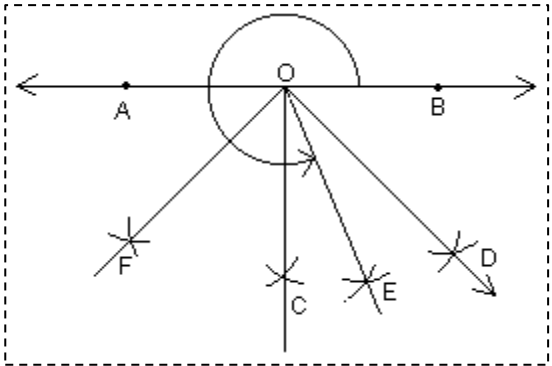
As_ S1 = “$A\hat{O}D$”

Key: “135°”

Distractors:“115°”, “125°”, “132.5°”

Auxiliary Information

P



Key

3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-9 ข้อสอบระดับปานกลาง โมเดลที่ 2

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 1					(25)M
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 2
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

ถ้า $A+(I1)=I2$ และ $(I3\times I4)+(I5\times I6)+I7 = I8+B$ แล้ว $A-I9B$ มีค่าเท่ากับข้อใด

Elements

I1 value Range: [-30] – [30] by 1

I2 value Range: [-10] – [10] by 1

I3 value Range: 2-9 by 1

I4 value Range: 100 - 2000 by 100

I5 value Range: 2 - 9 by 1

I6 value Range: 10 - 90 by 10

I7 value Range: 1 - 9 by 1

I8 value Range: 1000 - 9900 by 10

I9 value Range: 1 - 9 by 1

I10 = I2 – I1

I11 = $(I3 \times I4)+(I5 \times I6)+I7$ - I8

I12 = I10 – I9*I11

Options

1) I12

2) I12 + 2

3) I12 + 3

4) I12 + 4

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-10 ข้อสอบระดับปานกลาง โมเดลที่ 3

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 22					(56)M
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 3
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านยาว I1, I2 และ I3 เซนติเมตร เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด

Elements

I1 = 3*I4

I2 = 4*I4

I3 = 5*I4

I4 value range: 1-500 by 1

Options

1) สามเหลี่ยมมุมแหลม
2) สามเหลี่ยมมุมฉาก
3) สามเหลี่ยมมุมป้าน
4) สามเหลี่ยมหน้าจั่ว

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-11 ข้อสอบระดับปานกลาง โมเดลที่ 5

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 3					(57)M
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 5
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

ผลบวกของจำนวนเฉพาะตั้งแต่ I1 ถึง I2 ต่างจากผลบวกของจำนวนเฉพาะ I3 ถึง I4 เท่ากับข้อใด

Elements

I1 = 1
I2 = value range: 20 - 40 by 1
As_ I2 = value range: 20 – 22 then I5 = 77
As_ I2 = value range: 23 – 28 then I5 = 100
As_ I2 = 29 then I5 = 129
As_ I2 = value range: 30 – 36 then I5 = 160
As_ I2 = value range: 37 – 40 then I5 = 197
I3 = 60
I4 = value range: 80 - 90 by 1
As_ I4 = value range: 80 – 82 then I6 = 351
As_ I4 = value range: 83 – 88 then I6 = 434
As_ I4 = value range: 89 – 90 then I6 = 523
I7 = I6-I5

Options

1) I7
2) I7 + 12
3) I7 + 20
4) I7 +40

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-12 ข้อสอบระดับปานกลาง โมเดลที่ 7

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 15 (59)M</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 7</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed)
ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="6">Stem
ถ้า S1 และ S2 เป็นจำนวนเต็มบวก ซึ่งตัวหารร่วมมากของ S1และ S2 เท่ากับ c แล้วตัวหารร่วมมากของ I1S1 และ I1S2 ตรงกับข้อใด</td></tr>
<tr><td colspan="6">Elements
S1 Range: “p”, “m”, “a”
S2 Range: “q”, “n”, “b”
As_ S1 = “p” then S2 = “q”
As_ S1 = “m” then S2 = “n”
As_ S1 = “a” then S2 = “b”
I1 value range: 2-4 by 1</td></tr>
<tr><td colspan="6">Options
As_ I1 = 2, Key: 2c Distractors: c, 3c, 4c
As_ I1 = 3, Key: 3c Distractors: c, 2c, 4c
As_ I1 = 4, Key: 4c Distractors: c, 3c, 2c</td></tr>
<tr><td colspan="6">Auxiliary Information
ไม่มี</td></tr>
<tr><td colspan="6">Key
2</td></tr>
</table>

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-13 ข้อสอบระดับปานกลาง โมเดลที่ 8

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 17					(66)M
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 8
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

$(-\,I1)^{2x}$ = I2 แล้ว $I1^{(I3)x+I4}$ มีค่าเท่ากับข้อใด

Elements

I1 value range: 2-9 by 1

I2 = $I1^{2}$

I3 value range: 3-5 by 1

I4 value range: 1-5 by 1

I5 = $I1^{I3+I4}$

Options

Key = I5

As_ I3+I4 = 4, Distractors: $I1^{2}$, $I1^{3}$, $I1^{5}$

As_ I3+I4 = 5, Distractors: $I1^{3}$, $I1^{4}$, $I1^{6}$

As_ I3+I4 = 6, Distractors: $I1^{4}$, $I1^{5}$, $I1^{7}$

As_ I3+I4 = 7, Distractors: $I1^{5}$, $I1^{6}$, $I1^{8}$

As_ I3+I4 = 8, Distractors: $I1^{6}$, $I1^{7}$, $I1^{9}$

As_ I3+I4 = 9, Distractors: $I1^{7}$, $I1^{8}$, $I1^{10}$

As_ I3+I4 = 10, Distractors: $I1^{8}$, $I1^{9}$, $I1^{11}$

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-14 ข้อสอบระดับปานกลาง โมเดลที่ 10

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 16 (71)M</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 10</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed)
ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

จากรูปที่กำหนดให้ ถ้าลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดสองจุดแล้วเส้นเชื่อมระหว่างจุดทั้งสองไม่ตัดผ่านเส้นรอบรูป คือข้อใด

P1

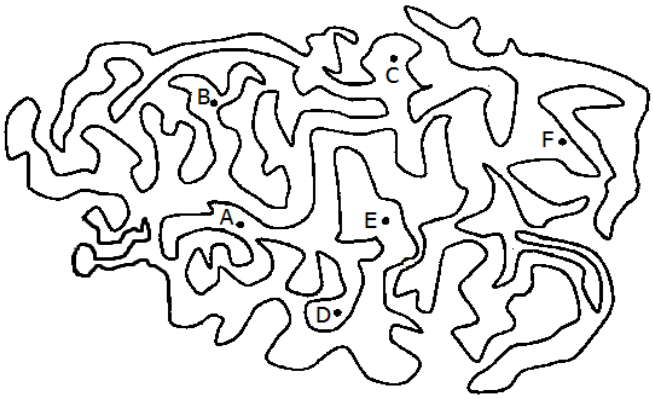
Options

Key: “B, C”, “E, F”, “A, D”, “B, F”, “C, F”

Distractors: “A, B”, “D, B”, “B, A”, “B, D”, “C, A”, “C, D”, “D, C”, “D, E”, “D, F”, “E, A”, “E, D”, “F, A”, “F, D”

Auxiliary Information

P1



Key

1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบระดับยาก มีจำนวนทั้งหมด 78 ข้อ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จำนวน 40 ข้อ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต จำนวน 28 ข้อ และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น จำนวน 10 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 1.00 โดยรวมโมเดลมีความความถูกต้องผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยสามารถสร้างโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับยากได้ 8 รูปแบบ ได้แก่ โมเดลที่ 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 และ 10 แสดงตัวอย่างโมเดลข้อสอบ ดังตารางที่ ค-15 ถึง ค-22 โดยที่โมเดลข้อสอบระดับยากทั้งหมด 78 ข้อ เก็บไว้ในรูปไฟล์ PDF แบบออนไลน์ และสามารถเข้าถึงรายละเอียดของโมเดลข้อสอบโดยการสแกนคิวอาร์โค้ด (QR Code) แสดงดังภาพที่ ค-3

ภาพที่ ค-3 คิวอาร์โค้ด (QR Code) ไฟล์ PDF แบบออนไลน์ของโมเดลข้อสอบต้นแบบระดับยาก

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-15 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 1

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 5					(1)D
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 1
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

ทศนิยมตำแหน่งที่ I1 ของ จำนวน 0.000135791357913579... คือเลขใด

Elements

I1 Value Range: 100 – 5000 by 1

I2 = $\left(\frac{I1-3}{5}\right)$ [พิจารณาค่าเศษที่เหลือ]

Options

As_ $\left(\frac{I1-3}{5}\right)$ เหลือเศษ 1, Key: 1 ; Distractors: 3, 5, 7, 9

As_ $\left(\frac{I1-3}{5}\right)$ เหลือเศษ 2, Key: 3 ; Distractors: 1, 5, 7, 9

As_ $\left(\frac{I1-3}{5}\right)$ เหลือเศษ 3, Key: 5 ; Distractors: 1, 3, 7, 9

As_ $\left(\frac{I1-3}{5}\right)$ เหลือเศษ 4, Key: 7 ; Distractors: 1, 3, 5, 9

As_ $\left(\frac{I1-3}{5}\right)$ เหลือเศษ 0, Key: 9 ; Distractors: 1, 3, 5, 7

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

4

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-16 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 2

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น ข้อที่ 3</td><td>(48)D</td></tr>
<tr><td colspan="7">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="3">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบอิสระ (Independent)
ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td colspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

โรงเรียนแห่งหนึ่งมีครูชาย I1 คน ครูหญิง I2 คน มีนิสิตฝึกสอน I3 คน ถ้าเขียนแผนภูมิวงกลมแสดงจำนวนผู้สอนของโรงเรียนนี้ จำนวนนิสิตฝึกสอนจะมีขนาดกี่องศาในแผนภูมิ

Elements

I1 Value Range: 50 - 200 by1

I2 Value Range: 50 - 200 by 1

I3 Value Range: 10 - 20 by 1

$I4 = \left(\frac{I3}{I1+I2+I3}\right) *100*3.6$

Options

1) I4 - 1

2) I4

3) I4 + 1

4) I4 + 2

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-17 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 4

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น ข้อที่ 6</td><td>(52)D</td></tr>
<tr><td colspan="7">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="4">โมเดลที่ 4</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="4">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent)
ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td colspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

แผนภูมิรูปวงกลมแสดงจำนวนนักเรียนที่ชอบกีฬาประเภทต่าง ๆ ดังนี้

P

มุมที่จุดศูนย์กลางของS1 S2กว่า มุมที่จุดศูนย์กลางของS3 เท่ากับข้อใด

Elements

S1 Range: “เทนนิส”, “ว่ายน้ำ”, “วอลเลย์บอล”, “ปิงปอง”, “เทควันโด”

S3 Range: “เทนนิส”, “ว่ายน้ำ”, “วอลเลย์บอล”, “ปิงปอง”, “เทควันโด”

S2 Range: “เล็ก”, “ใหญ่”

As_S2 = “เล็ก” then S1 = “ว่ายน้ำ”, “ปิงปอง”, “เทควันโด” and S3 = “เทนนิส”, “วอลเลย์บอล”, “ปิงปอง”

As_S2 = “ใหญ่” then S3 = “ว่ายน้ำ”, “ปิงปอง”, “เทควันโด” and S1 = “เทนนิส”, “วอลเลย์บอล”, “ปิงปอง”

S1 ≠ S3

Options

As_S2 = “เล็ก” Then S1 = “ว่ายน้ำ”, S3 = “เทนนิส” Key: “49.5 องศา” Distractors: “40.5 องศา”, “45 องศา”, “67 .5 องศา” Then S1 = “ปิงปอง”, S3 = “เทนนิส” Key: “4.5 องศา” Distractors: “5.5 องศา”, “4 องศา”, “6.5 องศา”	As _2 = “ใหญ่” then S3 = “ว่ายน้ำ”, S1 = “เทนนิส” Key: “49.5 องศา” Distractors: “40.5 องศา”, “45 องศา”, “67 .5 องศา” Then S3 = “ปิงปอง”, S1 = “เทนนิส” Key: “4.5 องศา” Distractors: “5.5 องศา”, “4 องศา”, “6.5 องศา”

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-17 (ต่อ)

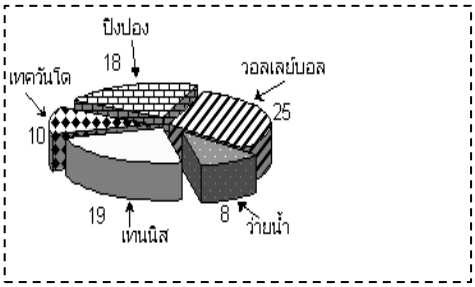
Options	
Then S1 = “เทควันโด”, S3 = “เทนนิส” Key: “40.5 องศา” Distractors: “49.5 องศา”, “45 องศา”, “67 .5 องศา”	Then S3 = “เทควันโด”, S1 = “เทนนิส” Key: “40.5 องศา” Distractors: “49.5 องศา”, “45 องศา”, “67 .5 องศา”
Then S1 = “ว่ายน้ำ”, S3 = “วอลเลย์บอล” Key: “76.5 องศา” Distractors: “70.5 องศา”, “75 องศา”, “67.5 องศา”	Then S3 = “ว่ายน้ำ”, S1 = “วอลเลย์บอล” Key: “76.5 องศา” Distractors: “70.5 องศา”, “75 องศา”, “67.5 องศา”
Then S1 = “ปิงปอง”, S3 = “วอลเลย์บอล” Key: “31.5 องศา” Distractors: “35.5 องศา”, “30.5 องศา”, “36.5 องศา”	Then S3 = “ปิงปอง”, S1 = “วอลเลย์บอล” Key: “31.5 องศา” Distractors: “35.5 องศา”, “30.5 องศา”, “36.5 องศา”
Then S1 = “เทควันโด”, S3 = “วอลเลย์บอล” Key: “67.5 องศา” Distractors: “49.5 องศา”, “45 องศา”, “40.5 องศา”	Then S3 = “เทควันโด”, S1 = “วอลเลย์บอล” Key: “67.5 องศา” Distractors: “49.5 องศา”, “45 องศา”, “40.5 องศา”
Then S1 = “ว่ายน้ำ”, S3 = “ปิงปอง” Key: “45 องศา” Distractors: “46.5 องศา”, “40.5 องศา”, “47.5 องศา”	Then S3 = “ว่ายน้ำ”, S1 = “ปิงปอง” Key: “45 องศา” Distractors: “46.5 องศา”, “40.5 องศา”, “47.5 องศา”
Then S1 = “เทควันโด”, S3 = “ปิงปอง” Key: “36 องศา” Distractors: “45 องศา”, “40 องศา”, “39.5 องศา”	Then S3 = “เทควันโด”, S1 = “ปิงปอง” Key: “36 องศา” Distractors: “45 องศา”, “40 องศา”, “39.5 องศา”

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-17 (ต่อ)

Auxiliary Information

P



Key

3

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-18 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 5

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 13 (54)D</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="3">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="2">โมเดลที่ 5</td></tr>
<tr><td colspan="3">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="2">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบไม่อิสระ (Dependent)
ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

เมืองจำลองแห่งหนึ่งมีสถานที่ต่าง ๆ คือ S1 หากต้องการสร้างทางเดิน เชื่อมระหว่างสถานที่ทั้ง I1 แห่ง เพื่อเดินไปมาหากันได้ โดยไม่ต้องผ่านสถานที่อีกแห่งหนึ่ง ต้องสร้างทางเชื่อมทั้งหมดกี่เส้น

Elements

S1 = “โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”,
“โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”,
“โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”,
“โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง เทศบาล และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”
“โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง เทศบาล ปั๊มน้ำมัน และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”

I1 = “5”, “6”, “7”, “8”, “9”

As_S1 = “โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”
then I1 = “5”

As_S1 = “โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”
then I1 = “6”

As_S1 = “โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน” then I1 = “7”

As_S1 = “โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง เทศบาล และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน”
then I1 = “8”

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-18 (ต่อ)

As_S1 = “โรงเรียน, วัด, ตลาดสด, สถานีอนามัย, สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง เทศบาล ปั๊มน้ำมัน และห้องสมุดประจำหมู่บ้าน” then I1 = “9” I2 = $\sum$(I1-1)
Option
1) I2 2) I2+2 3) I2+4 4) I2+6
Auxiliary Information
ไม่มี
Key
1

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-19 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 7

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 31 (55)D</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 7</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed)
ตัวเลือกแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

ให้ S1 เป็นคำตอบของสมการ $\frac{3A+1}{2} = \frac{7A-2}{5}$

และ S2 เป็นคำตอบของสมการ $7(B+3)-5 = 4B+8$

แล้วค่าของ S1 – I1S2 ตรงกับข้อใด

Elements

S1 Range: “A”, “X”, “M”

S2 Range: “B”, “Y”, “N”

As_S1 = “A” then S2 = “B”

As_S1 = “X” then S2 = “Y”

As_S1 = “M” then S2 = “N”

I1 Value Range: [-30] - [30] by 3

I2 = $-9 - \left[(I1)* \left(-\frac{8}{3}\right)\right]$

Options

Key: I2

Distractors: Value range: [-100] - [100]

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-20 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 8

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 6</td><td>(63)D</td></tr>
<tr><td colspan="7">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="3">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 8</td></tr>
<tr><td colspan="3">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed)
ตัวเลือกเป็นแบบจำกัด (Constrained)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td colspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

สารน้ำตาลที่เหลืออยู่ในกระแสเลือดภายหลังที่ร่างกายรับสารน้ำตาลเข้าไปโดยผ่านทางอาหาร หรือเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลผสมอยู่ สามารถประมาณได้จากสูตร $A = B\times \left(\frac{I1}{100}\right)^{\frac{1}{t}}$

เมื่อ A แทนจำนวนน้ำตาลที่เหลืออยู่ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

B แทนจำนวนน้ำตาลที่บริโภคเข้าไป มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

t แทนเวลาหลังจากการบริโภค มีหน่วยเป็นชั่วโมง

ถ้า S1 บริโภคอาหารเมื่อเวลา I2 น. โดยอาหารที่บริโภคเข้าไปมีน้ำตาล I3 มิลลิกรัม

อยากทราบว่าเมื่อเวลา I4 น. จะมีน้ำตาลอยู่ในกระแสเลือดของ S1 ประมาณกี่มิลลิกรัม

Elements

S1 value range: “ประชัย”, “ปรีชา”, “ปัญญา”, “ปริญญา”, “ดนัย”, “ชิดชัย”, “วิทยา”, “ธนาธร”

I1 value range: 25, 36, 49, 64, 81,100, 121, 144, 169, 196

I2 time range: 0.00 - 22.00 by 1.00

I3 value range: 50 - 200 by 10

I4 = I2 + I5

I5 = 2.00

$I6 = I3\times \left(\frac{I1}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$

Options

1) I6 – 10

2) I6

3) I6 + 10

4) I6 + 20

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-21 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 9

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ข้อที่ 22					(74)D
ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ					
ความคิดเห็นของผู้วิจัย	โมเดลข้อสอบ				โมเดลที่ 9
	รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ				โจทย์มีลักษณะเป็นแบบผสม (Mixed) ตัวเลือกเป็นแบบคงที่ (Fixed)
ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา	ระดับความถูกต้อง				ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	
				✓	

Stem

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. ไม่มีจำนวนจริง S1 ที่ทำให้ $S1^2 < S1$

ข. ถ้า $\left(\frac{I1}{I2}\right)^{S1} = \frac{I2}{I1}$ แล้ว S1 = -1

Elements

S1 Range: "x", "a", "n"

I1 value range: 2-9999 by 1

I2 value range: 2-9999 by 1

I1 ≠ I2

Options

1) ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

2) ข้อ ก. ถูก ข้อ ข. ผิด

3) ข้อ ก. ผิด ข้อ ข. ถูก

4) ผิดทั้งข้อ ก. และ ข.

Auxiliary Information

ไม่มี

Key

3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตารางที่ ค-22 ข้อสอบระดับยาก โมเดลที่ 10

<table>
<tr><td colspan="6">สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ข้อที่ 10 (78)D</td></tr>
<tr><td colspan="6">ประเมินความถูกต้องของโมเดลข้อสอบ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความคิดเห็นของผู้วิจัย</td><td colspan="2">โมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โมเดลที่ 10</td></tr>
<tr><td colspan="2">รูปแบบของโจทย์และตัวเลือกในโมเดลข้อสอบ</td><td colspan="3">โจทย์มีลักษณะเป็นแบบคงที่ (Fixed)
ตัวเลือกเป็นแบบเลือกจากการสุ่ม (Randomly Selected)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา</td><td colspan="4">ระดับความถูกต้อง</td><td>ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

Stem

จากรูป $\overline{AB}$ ขนานกับ $\overline{CD}$ ให้ขนาดของ $A\hat{B}E, E\hat{C}D, B\hat{E}C = a^\circ, b^\circ, c^\circ$ ตามลำดับ ข้อใดต่อไปนี้มีค่าเท่ากับ 180°

P

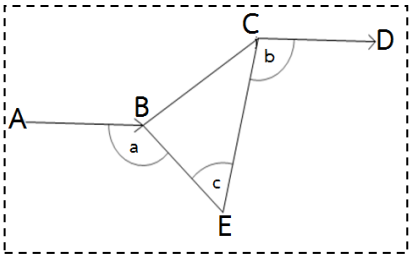
Option

Key: “a+b-c”, “a-c+b”, “b+a-c”

Distractors: “a+b+c”, “a-b+c”, “b+c-a”, “a-c-b”, “b-a-c”, “b-a+c”, “c-a+b”, “a-b-c”, “c+a-b”

Auxiliary Information

P



Key

2

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คู่มือการใช้งาน

โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน

Use Guided for Computer Program for Automatic Item Generation System for Item Bank Classified by Contents and Difficulty Levels: Assessment Engineering Applied Concepts

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

เมษายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คำนำ

คู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน (Automatic Item Generation System for Item Bank Classified by Contents and Difficulty Levels: Assessment Engineering Applied Concepts) เล่มนี้ แบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้ 1) การลงทะเบียน 2) การสร้างข้อสอบ 3) การรายงานผลการสร้างข้อสอบ 4) คู่มือการใช้งาน 5) ข้อมูลอ้างอิง 6) ติดต่อสอบถาม และ 7) ข้อมูลผู้ใช้

คู่มือเล่มนี้เหมาะสำหรับครูผู้สอน นักเรียน นิสิต/นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปที่จะศึกษาหรือผู้ที่สนใจพัฒนาโปรแกรมต่อ หากคู่มือการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน ในเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สุรชัย รักสมบัติ

เมษายน 2564

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
1	คู่มือการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน	1
	วัตถุประสงค์ของโปรแกรม	1
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
2	วิธีใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน	1
	ส่วนที่ 1 การลงทะเบียน	3
	ส่วนที่ 2 การสร้างข้อสอบ	6
	ส่วนที่ 3 การรายงานผลการสร้างข้อสอบ	15
	ส่วนที่ 4 คู่มือการใช้งาน	19
	ส่วนที่ 5 ข้อมูลอ้างอิง	20
	ส่วนที่ 6 ติดต่อสอบถาม	20
	ส่วนที่ 7 ข้อมูลผู้ใช้	21

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 หน้าจอแรกของโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต 2
2 หน้าจอการกรอกข้อมูลอีเมลเพื่อยืนยันตัวตน 3
3 หน้าจอการกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานเพื่อลงทะเบียน 4
4 หน้าจอแสดงผลการลงทะเบียนเรียบร้อย 5
5 หน้าจอแสดงหน้าแรกของโปรแกรม 6
6 หน้าจอสำหรับการสร้างข้อสอบ 6
7 หน้าจอแสดงวิธีการสร้างข้อสอบ 7
8 หน้าจอการเลือกสร้างจากการสุ่มข้อสอบ 7
9 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” 8
10 หน้าจอแสดงการเลือกข้อสอบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ 9
11 หน้าจออยู่ระหว่างโปรแกรมดำเนินการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” 10
12 หน้าจอแสดงการสร้างข้อสอบจากการสุ่มข้อสอบสำเร็จ 10
13 หน้าจอแสดงการสร้างจากการกำหนดข้อสอบ 11
14 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ“สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” 11
15 หน้าจอแสดงจำนวนข้อคำถาม “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” 12
16 หน้าจอแสดงการเลือกข้อสอบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” 13
17 หน้าจออยู่ระหว่างโปรแกรมทำการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” 14
18 หน้าจอแสดงการสร้างข้อสอบจากการกำหนดข้อสอบสำเร็จ 14
19 หน้าจอแสดงการรายงานผลการสร้างข้อสอบ 15
20 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างข้อสอบที่ได้จากโปรแกรมการสร้างข้อสอบ 16
21 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างข้อสอบในรูปแบบของไฟล์ PDF 17
22 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างเฉลยข้อสอบในรูปแบบของไฟล์ PDF 18
23 หน้าจอคู่มือการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน 19
24 หน้าจอข้อมูลอ้างอิง 20

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

25 หน้าจอติดต่อสอบถาม 20
26 หน้าจอแสดงชื่อผู้ใช้ 21
27 หน้าจอเข้าสู่การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน 21
28 หน้าจอแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน 22
29 หน้าจอแสดงการออกจากระบบการใช้งานโปรแกรม 23

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

คู่มือการใช้งาน

โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน

(Automatic Item Generation System for Item Bank Classified by Contents and Difficulty Levels: Assessment Engineering Applied Concepts)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน (Automatic Item Generation System for Item Bank Classified by Contents and Difficulty Levels: Assessment Engineering Applied Concepts) เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยลดภาระงานในการออกข้อสอบของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีลักษณะการใช้งาน คือ การสร้างข้อสอบจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบที่สร้างขึ้นจากข้อสอบต้นแบบที่จำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

ผู้สนใจใช้งานโปรแกรมควรศึกษารายละเอียดในคู่มือเล่มนี้ก่อนการใช้โปรแกรมเพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพและตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

วัตถุประสงค์ของโปรแกรม

1. เพื่อสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อรายงานผลการสร้างข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูผู้สอน นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปสามารถนำโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. สถานศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปเป็นแนวทางส่งเสริมและพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน และผู้สนใจทั่วไป

วิธีใช้งาน

โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน

โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์ แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน โดยโปรแกรมจะทำงานบนคลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) ในรูปแบบ Platform as a Service (PaaS) ทั้งในส่วน Web Application และส่วน Database Server โปรแกรมนี้ได้ถูกออกแบบมาให้เหมาะสำหรับ การใช้งานกับระบบปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ (tablet computer) แต่ในส่วนของระบบปฏิบัติการบนสมาร์ทโฟน การแสดงผลบนหน้าจอสมาร์ทโฟนยังไม่เหมาะสมในการใช้งาน ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานโปรแกรมได้ที่เว็บไซต์ https://www.aig-system.com โดยแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้ 1) การลงทะเบียน 2) การสร้างข้อสอบ 3) การรายงานผลการสร้างข้อสอบ 4) คู่มือการใช้งานโปรแกรม 5) ข้อมูลอ้างอิง 6) ติดต่อสอบถาม และ 7) ข้อมูลผู้ใช้ หน้าจอแรกของโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 หน้าจอแรกของโปรแกรมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

จากภาพที่ 1 เป็นส่วนของการเข้าสู่ระบบ ประกอบด้วย รายละเอียด 2 ส่วน ดังนี้

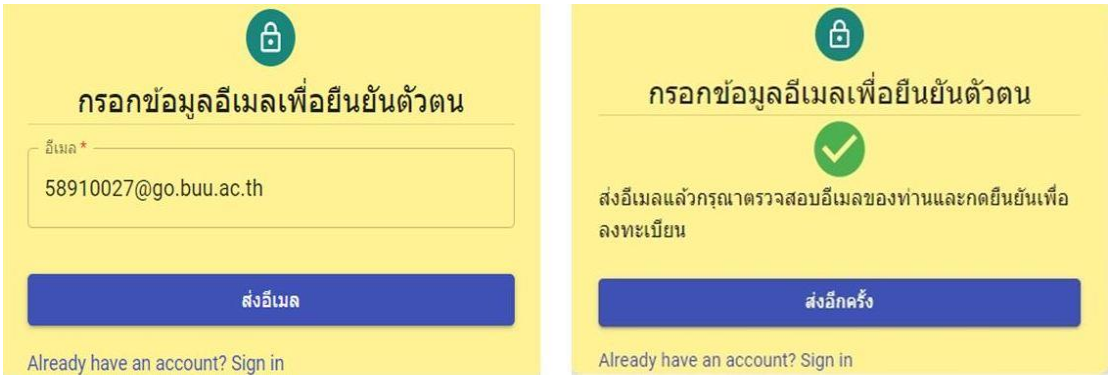
1) ลงทะเบียนเพื่อเข้าสร้างข้อสอบ (กรณีที่ผู้ใช้ไม่เคยลงทะเบียนใช้งานไว้)

2) เข้าสู่ระบบเพื่อสร้างข้อสอบ (กรณีที่ผู้ใช้เคยลงทะเบียนใช้งานไว้แล้ว)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

กรณีที่ผู้ใช้ไม่เคยลงทะเบียนใช้งานไว้

ให้กดลงทะเบียนเพื่อเข้าสร้างข้อสอบ จะปรากฏหน้าจอให้ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลอีเมลแอดเดรสของตน ดังภาพที่ 2 (ก) และให้กดส่งอีเมลเพื่อดำเนินการยืนยันตัวตน โดยจะมีข้อความแจ้งเตือนให้เข้าไปตรวจสอบอีเมลและยืนยันตัวตน ดังภาพที่ 2 (ข) และโปรแกรมจะส่งข้อมูลไปที่อีเมลแอดเดรสนั้นโดยอัตโนมัติ จากนั้นให้เข้าตรวจสอบอีเมลเพื่อทำการกดลิงค์เข้าสู่ระบบการลงทะเบียน แสดงดังภาพที่ 2



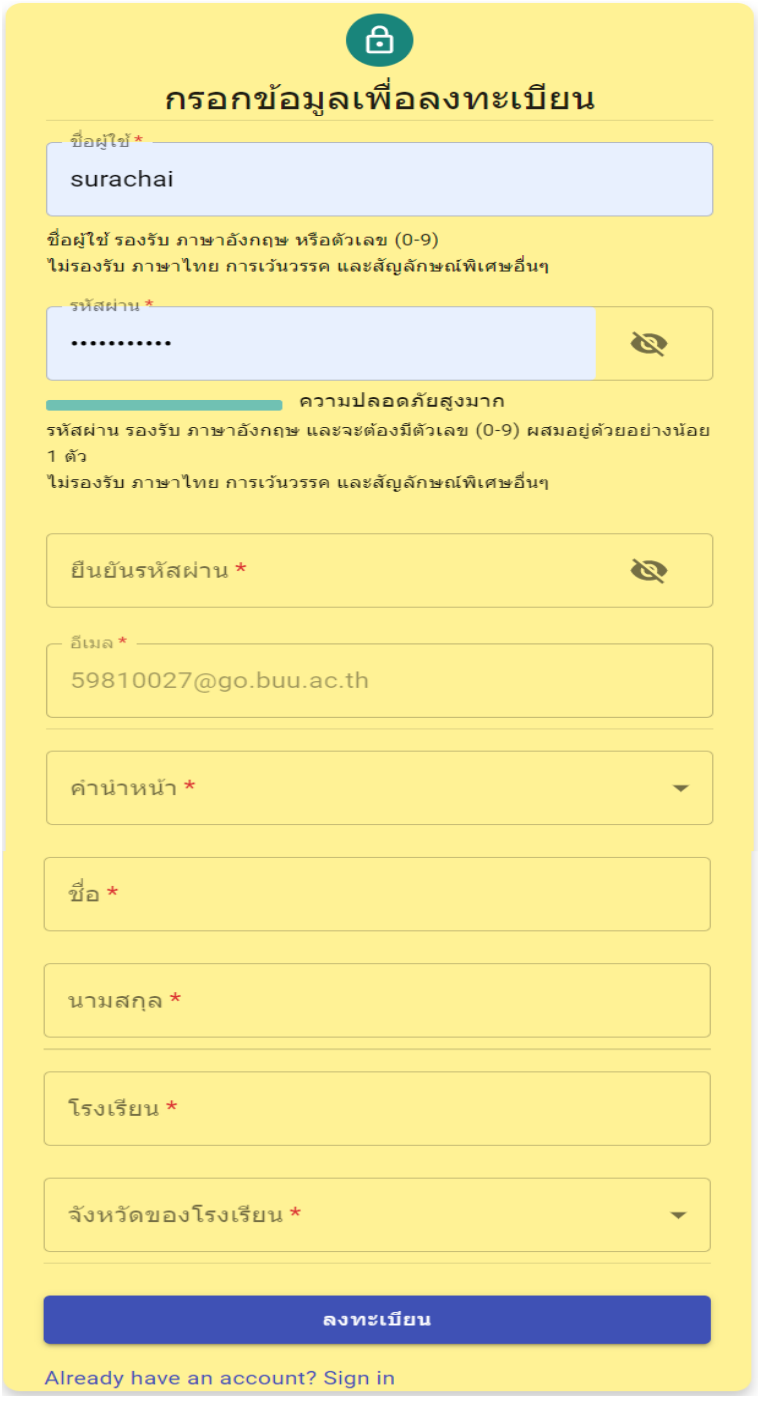
(ก) การกรอกข้อมูลอีเมลแอดเดรส (ข) การแจ้งเตือนเพื่อดำเนินการยืนยันตัวตน

ภาพที่ 2 หน้าจอการกรอกข้อมูลอีเมลเพื่อยืนยันตัวตน

ส่วนที่ 1 การลงทะเบียน

การลงทะเบียน เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องลงทะเบียนเพื่อการเข้าไปสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน แสดงดังภาพที่ 3

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 3 หน้าจอการกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานเพื่อลงทะเบียน

จากภาพที่ 3 แสดงหน้าจอการกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานเพื่อลงทะเบียน โดยจะต้องกรอกข้อมูลส่วนตัวให้ครบถ้วนสมบูรณ์ (ข้อความที่มีเครื่องหมายดอกจันสีแดง บังคับให้ผู้เข้าใช้งานในระบบจะต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน) ประกอบด้วยรายละเอียด 9 ส่วน ดังนี้

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
18958811388

1) กรอกรายละเอียด “ชื่อผู้ใช้ (Username)”

รูปแบบชื่อผู้ใช้มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

- จำนวน 6-8 ตัว
- รองรับ ภาษาอังกฤษ, ตัวเลข หรือภาษาอังกฤษและตัวเลข (0-9) ผสมกัน
- ไม่รองรับ ภาษาไทย, การเว้นวรรค และสัญลักษณ์พิเศษอื่น ๆ

2) กรอกรายละเอียด “รหัสผ่าน (Password)”

รูปแบบรหัสผ่านมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

- จำนวน 6-12 ตัว
- รองรับ ภาษาอังกฤษ และจะต้องมีตัวเลข (0-9) ผสมอยู่ด้วยอย่างน้อย 1 ตัว
- ไม่รองรับ ภาษาไทย, การเว้นวรรค และสัญลักษณ์พิเศษอื่น ๆ

3) กรอกรายละเอียด “ยืนยันรหัสผ่าน (CF Password)

4) รายละเอียดของ “อีเมล”

- ในส่วนนี้ไม่ต้องกรอก เนื่องจากระบบจะนำอีเมลที่ผู้ลงทะเบียนใช้ในการยืนยันตัวตนมาใส่ให้อัตโนมัติ และจะไม่สามารถแก้ไขอีเมลได้ โดยการใช้งานจะเป็นแบบ 1 อีเมล ต่อ 1 ชื่อผู้ใช้งาน ในกรณีที่ลืมรหัสผ่าน ให้กด “ลืมรหัสผ่าน” และทำการกรอกอีเมลที่ทำการยืนยันตัวตนและกดส่ง รหัสผ่านจะถูกส่งไปยังอีเมลที่ลงทะเบียนไว้

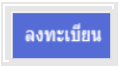
5) เลือก “คำนำหน้าชื่อ” ของผู้เข้าใช้งานโปรแกรม

6) กรอกรายละเอียด “ชื่อ”

7) กรอกรายละเอียด “นามสกุล”

8) กรอกรายละเอียด “ชื่อโรงเรียน”

9) เลือก “จังหวัดของโรงเรียน” ของผู้เข้าใช้งานโปรแกรม

เมื่อกรอกรายละเอียดแต่ละส่วนเรียบร้อยแล้วให้ไปกดที่ปุ่ม 

แล้วจะไปปรากฏหน้าจอ แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงผลการลงทะเบียนเรียบร้อย

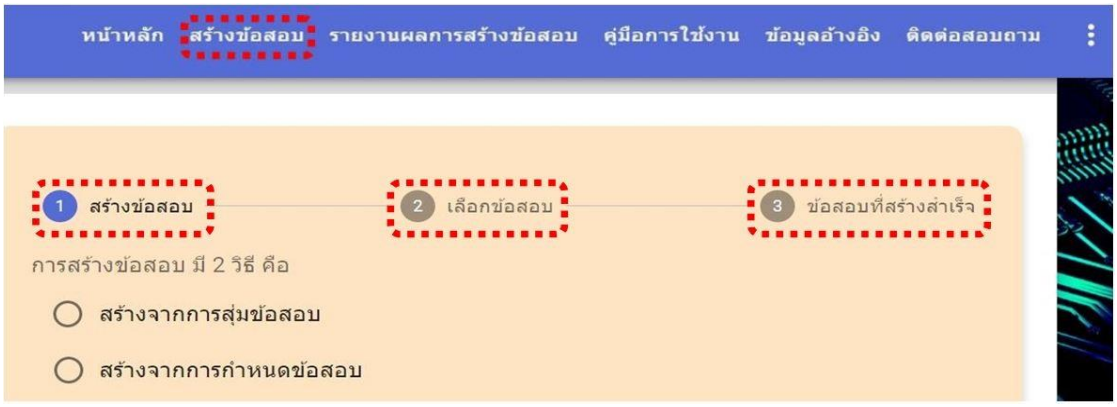
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากภาพที่ 4 แสดงหน้าจอของผลการลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว จะมีกล่องข้อความขึ้นมาแจ้งผู้เข้าใช้งานโปรแกรมว่า “การลงทะเบียนเสร็จสิ้น” แล้วจะไปปรากฏหน้าจอ แสดงดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงหน้าแรกของโปรแกรม

ส่วนที่ 2 การสร้างข้อสอบ

การสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน โดยผู้ใช้งานจะต้องกดเลือกที่เมนู “สร้างข้อสอบ” แถบด้านบนของหน้าจอ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 หน้าจอสำหรับการสร้างข้อสอบ

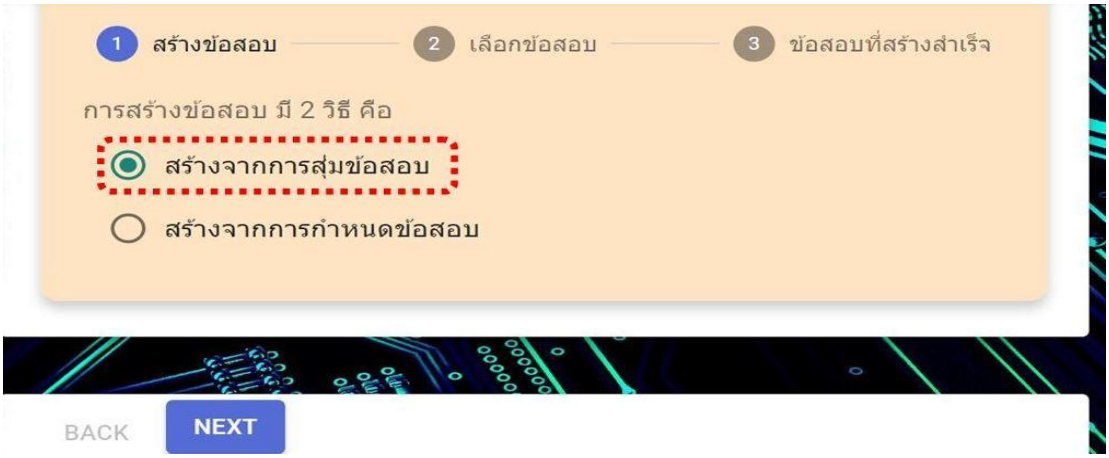
จากภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนของการสร้างข้อสอบ มี 3 ขั้นตอน คือ 1) สร้างข้อสอบ 2) เลือกข้อสอบ และ 3) ข้อสอบที่สร้างเสร็จ และมีวิธีการสร้างข้อสอบให้เลือก แสดงดังภาพที่ 7

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 7 หน้าจอแสดงวิธีการสร้างข้อสอบ

จากภาพที่ 7 แสดงวิธีการสร้างข้อสอบ มี 2 วิธี คือ 1) สร้างจากการสุ่มข้อสอบ และ 2) สร้างจากการกำหนดข้อสอบ

1. การสร้างจากการสุ่มข้อสอบ กดเลือก “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 หน้าจอการเลือกสร้างจากการสุ่มข้อสอบ

จากภาพที่ 8 เมื่อกดที่ปุ่ม NEXT จะแสดงหน้าจอการกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ และจะปรากฏเครื่องหมาย ✓ ณ ตำแหน่ง “สร้างข้อสอบ” แสดงดังภาพที่ 9

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 9 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ”

จากภาพที่ 9 แสดงหน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ” ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกรายละเอียดแต่ละส่วนให้เรียบร้อย คือ วันและเวลาในการสอบ ให้ระบุ “วัน” และ “เวลา” ที่จะใช้ในการสอบของข้อสอบ การเลือกข้อสอบมีรายละเอียดที่จะต้องกรอก ดังนี้

1.1 จำนวนชุดข้อสอบ ให้ผู้ใช้งานระบุจำนวนชุดข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้นมา โปรแกรมนี้สามารถสร้างได้สูงสุด จำนวน 50 ชุด ในแต่ละครั้งที่ทำการสร้าง

1.2 จำนวนข้อคำถาม โมเดลข้อสอบในคลังมีทั้งหมด 203 ข้อ ผู้ใช้งานสามารถระบุจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้นมา โดยโปรแกรมสามารถสร้างได้สูงสุด จำนวน 60 ข้อ ในแต่ละชุด มีรายละเอียด ดังนี้

1.2.1 สาระที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 31 ข้อ ระดับปานกลาง 40 ข้อ และระดับยาก 40 ข้อ รวมทั้งสิ้น 111 ข้อ โดยการสร้างจากการสุ่มข้อสอบสามารถเลือกสร้างข้อสอบในสาระที่ 1 ได้สูงสุดไม่เกิน 20 ข้อ ในการสร้างข้อสอบแต่ละชุด (เลือกข้อสอบคละกันในแต่ละระดับความยากง่ายได้ แต่รวมกันแล้วเลือกได้ไม่เกิน 20 ข้อ)

1.2.2 สาระที่ 2 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 18 ข้อ ระดับปานกลาง 22 ข้อ และระดับยาก 28 ข้อ รวมทั้งสิ้น 68 ข้อ โดยการสร้างจากการสุ่มข้อสอบสามารถเลือกสร้างข้อสอบในสาระที่ 2 ได้สูงสุดไม่เกิน 20 ข้อ ในการสร้างข้อสอบแต่ละชุด (เลือกข้อสอบคละกันในแต่ละระดับความยากง่ายได้ แต่รวมกันแล้วเลือกได้ไม่เกิน 20 ข้อ)

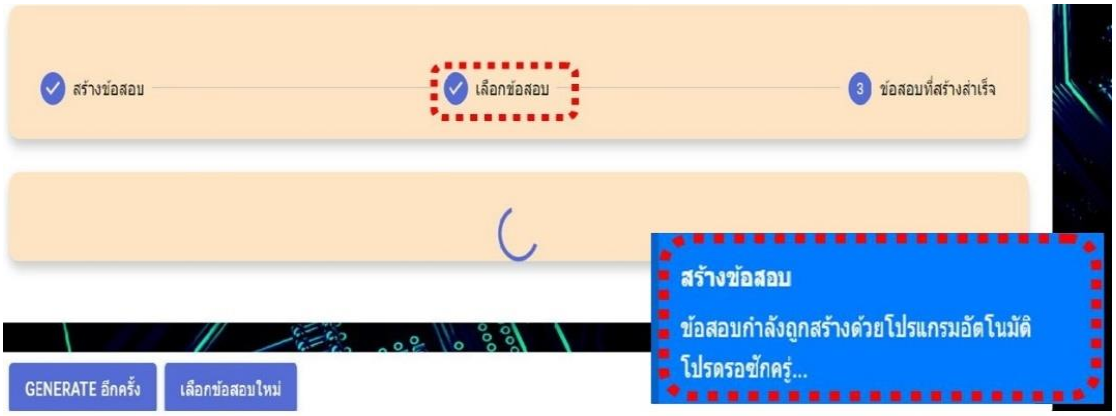
1.2.3 สาระที่ 3 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 5 ข้อ ระดับปานกลาง 9 ข้อ และระดับยาก 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 24 ข้อ โดยการสร้างจากการสุ่มข้อสอบสามารถเลือกสร้างข้อสอบใน

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

สาระที่ 3 ได้สูงสุดไม่เกิน 20 ข้อ ในการสร้างข้อสอบแต่ละชุด (เลือกข้อสอบคละกันในแต่ละระดับความยากง่ายได้ แต่รวมกันแล้วเลือกได้ไม่เกิน 20 ข้อ) แสดงดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 หน้าจอแสดงการเลือกข้อสอบ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ”

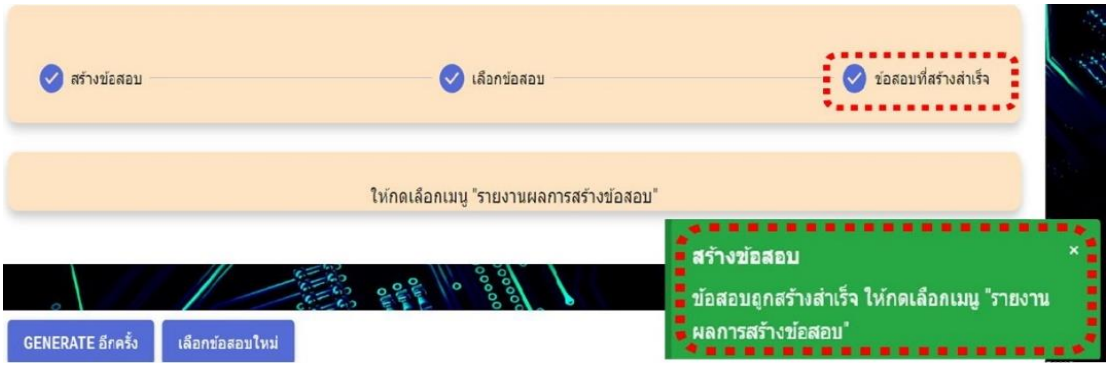
จากภาพที่ 10 เมื่อผู้ใช้งานเลือกข้อสอบเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม NEXT โปรแกรมจะดำเนินการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 หน้าจออยู่ระหว่างโปรแกรมดำเนินการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ “สร้างจากการสุ่มข้อสอบ”

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

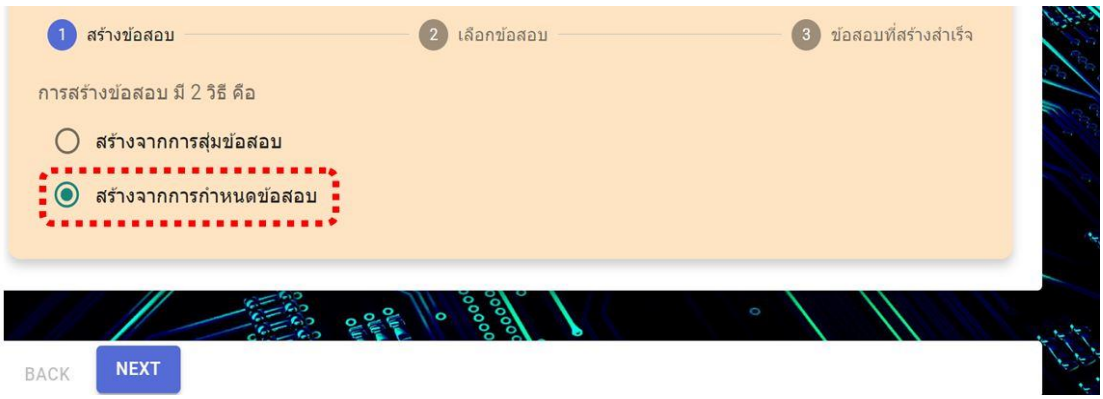
จากภาพที่ 11 เมื่อโปรแกรมการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ อยู่ระหว่างดำเนินการสร้างข้อสอบจะปรากฏเครื่องหมาย ณ ตำแหน่ง “เลือกข้อสอบ” และจะมีกล่องข้อความแจ้งให้ทราบถึงขั้นตอนการดำเนินงานว่า “ข้อสอบกำลังถูกสร้างด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ โปรดรอสักครู่” และเมื่อดำเนินการสร้างข้อสอบสำเร็จ จะแสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 หน้าจอแสดงการสร้างข้อสอบจากการสุ่มข้อสอบสำเร็จ

จากภาพที่ 12 เมื่อโปรแกรมการสร้างข้อสอบจากการสุ่มข้อสอบสำเร็จ จะปรากฏเครื่องหมาย ณ ตำแหน่ง “ข้อสอบที่สร้างสำเร็จ” และจะมีกล่องข้อความแจ้งให้ทราบถึงขั้นตอนการดำเนินงานว่า “ข้อสอบถูกสร้างสำเร็จให้กดเลือกเมนู รายงานผลการสร้างข้อสอบ” (การรายงานผลการสร้างข้อสอบ ดูรายละเอียดในส่วนที่ 3)

2. สร้างจากการกำหนดข้อสอบ กดเลือก “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 หน้าจอแสดงการสร้างจากการกำหนดข้อสอบ

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

จากภาพที่ 13 เมื่อกดที่ปุ่ม NEXT จะแสดงหน้าจอการกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” แสดงดังภาพที่ 14

ภาพที่ 14 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ”

ภาพที่ 14 แสดงหน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกรายละเอียดแต่ละส่วนให้เรียบร้อย คือ วันและเวลาในการสอบ ให้ระบุ “วัน” และ “เวลา” ที่จะใช้ในการสอบของข้อสอบ การเลือกข้อสอบ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 “จำนวนชุดข้อสอบ” ให้ผู้ใช้งานระบุจำนวนชุดข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้นมา โปรแกรมนี้สามารถสร้างได้สูงสุด จำนวน 50 ชุด ในแต่ละครั้งที่ทำการสร้าง

2.2 “จำนวนข้อคำถาม” โมเดลข้อสอบในคลังมีทั้งหมด 203 ข้อ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดเลือกข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้นมา มีรายละเอียด ดังนี้

สาระที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 31 ข้อ ระดับปานกลาง 40 ข้อ และระดับยาก 40 ข้อ รวมทั้งสิ้น 111 ข้อ

สาระที่ 2 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 18 ข้อ ระดับปานกลาง 22 ข้อ และระดับยาก 28 ข้อ รวมทั้งสิ้น 68 ข้อ

สาระที่ 3 ประกอบด้วยข้อสอบ ระดับง่าย 5 ข้อ ระดับปานกลาง 9 ข้อ และระดับยาก 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 24 ข้อ แสดงดังภาพที่ 15

1959881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

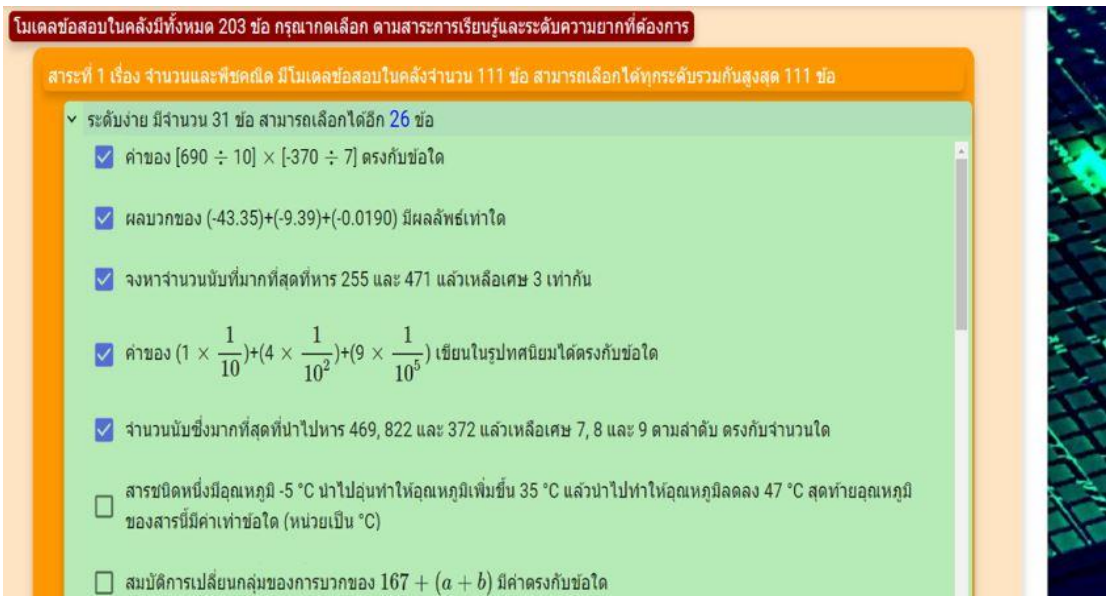
ภาพที่ 15 หน้าจอแสดงจำนวนข้อคำถาม “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ”

2.3 “ขั้นตอนการสร้างจากการกำหนดข้อสอบ” มีดังนี้

2.3.1 ผู้ใช้งานสามารถเลือกโมเดลข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างขึ้นมาตามข้อสอบที่มีอยู่ในคลังข้อสอบตามความต้องการ โดยกดเลือกให้เครื่องหมาย ☑ ปรากฏที่โมเดลข้อสอบที่ต้องการเลือกสร้าง ข้อสอบจะมีการจัดแบ่งตามสาระการเรียนรู้ 3 สาระ ในแต่ละสาระการเรียนรู้จะแบ่งข้อสอบตามระดับความยากง่ายเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ปานกลาง และยาก ตามลำดับ และจำนวนข้อสอบจะปรากฏให้เห็นตามจำนวนที่ผู้ใช้งานเลือกไว้

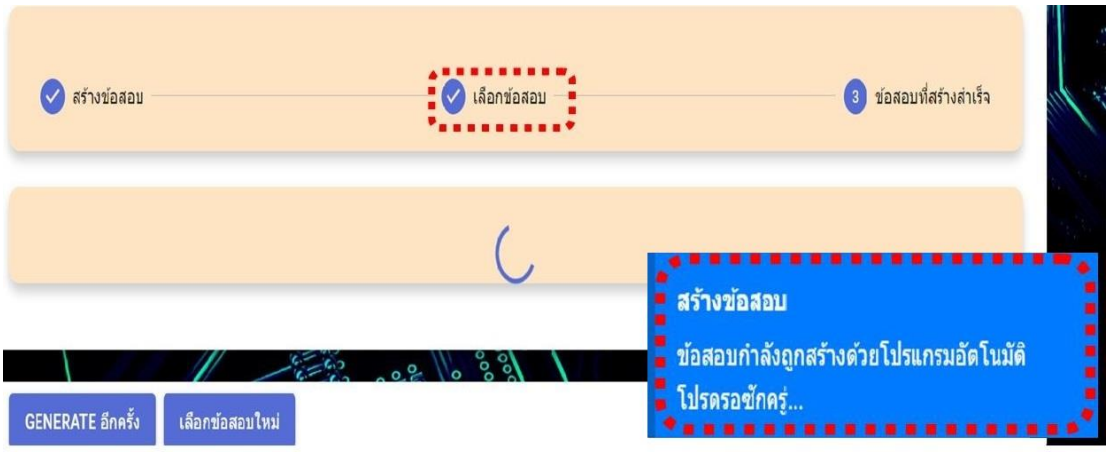
2.3.2 ผู้ใช้งานสามารถเลือกข้อสอบได้สูงสุด 203 ข้อ โดยข้อสอบที่ได้จากการสร้างจากการกำหนดข้อสอบจะมีลำดับการจัดเรียงข้อสอบ ดังนี้ สาระที่ 1 สาระที่ 2 และสาระที่ 3 ตามลำดับ และในแต่ละสาระจัดเรียงจาก ง่าย ปานกลาง และยาก ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 16

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 16 หน้าจอแสดงการเลือกข้อสอบ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ”

เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกข้อสอบเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม NEXT โปรแกรมจะดำเนินการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 17

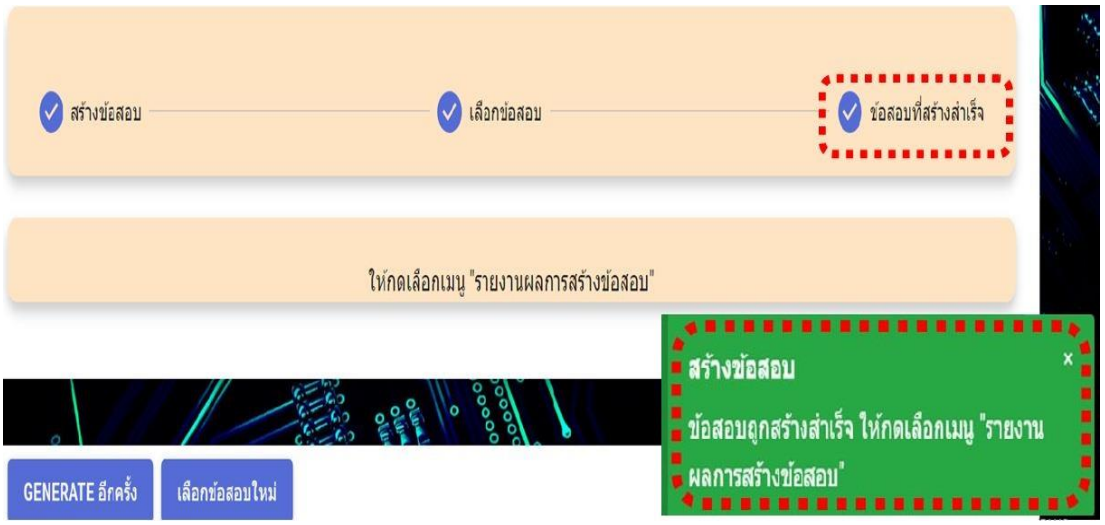


ภาพที่ 17 หน้าจออยู่ระหว่างโปรแกรมทำการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ”

จากภาพที่ 17 เมื่อโปรแกรมการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ อยู่ระหว่างดำเนินการสร้างข้อสอบจะปรากฏเครื่องหมาย ✓ ณ ตำแหน่ง “เลือกข้อสอบ” และจะมีกล่องข้อความแจ้ง

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ให้ทราบถึงขั้นตอนการดำเนินงานว่า “ข้อสอบกำลังถูกสร้างด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ โปรดรอสักครู่” และเมื่อดำเนินการสร้างข้อสอบสำเร็จ จะแสดงดังภาพที่ 18



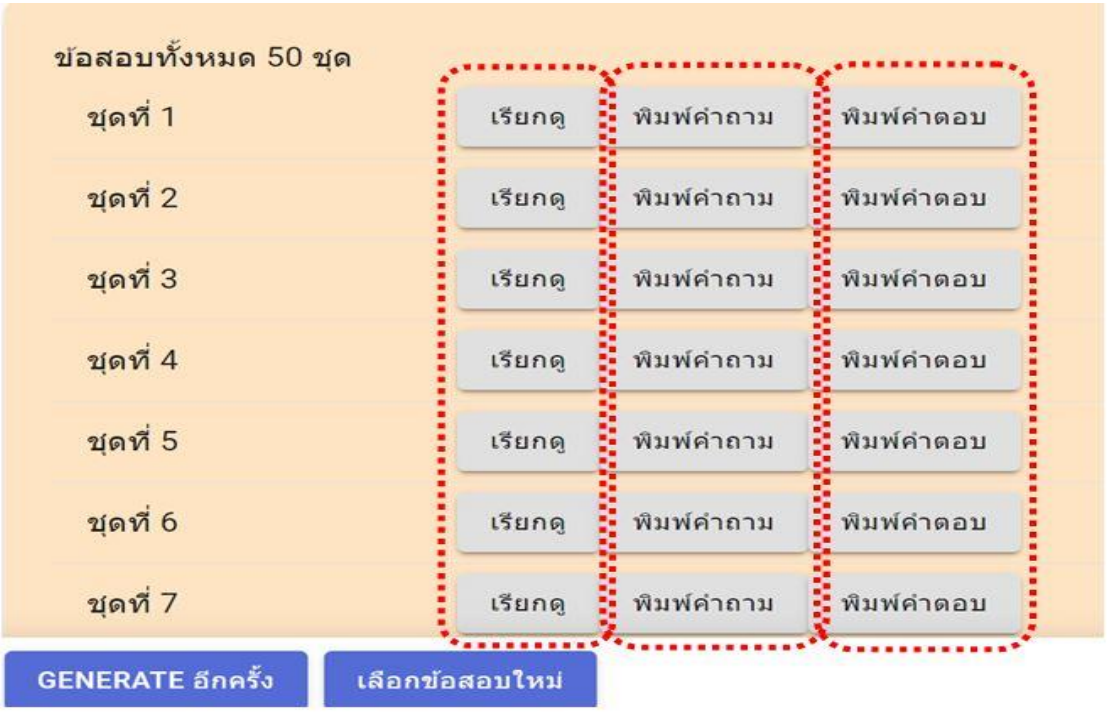
ภาพที่ 18 หน้าจอแสดงการสร้างข้อสอบจากการกำหนดข้อสอบสำเร็จ

จากภาพที่ 18 เมื่อโปรแกรมทำการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ “สร้างจากการกำหนดข้อสอบ” สำเร็จ จะปรากฏเครื่องหมาย ✓ ณ ตำแหน่ง “ข้อสอบที่สร้างสำเร็จ” และจะมีกล่องข้อความแจ้งให้ทราบถึงขั้นตอนการดำเนินงานว่า “ข้อสอบถูกสร้างสำเร็จให้กดเลือกเมนูรายงานผลการสร้างข้อสอบ” (การรายงานผลการสร้างข้อสอบ ดูรายละเอียดในส่วนที่ 3)

ส่วนที่ 3 การรายงานผลการสร้างข้อสอบ

การรายงานผลการสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการรายงานผลการสร้างข้อสอบ ปรากฏหน้าจอ แสดงดังภาพที่ 19

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 19 หน้าจอแสดงการรายงานผลการสร้างข้อสอบ

จากภาพที่ 19 แสดงการรายงานผลการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน ซึ่งจะแสดงผลการสร้างข้อสอบเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

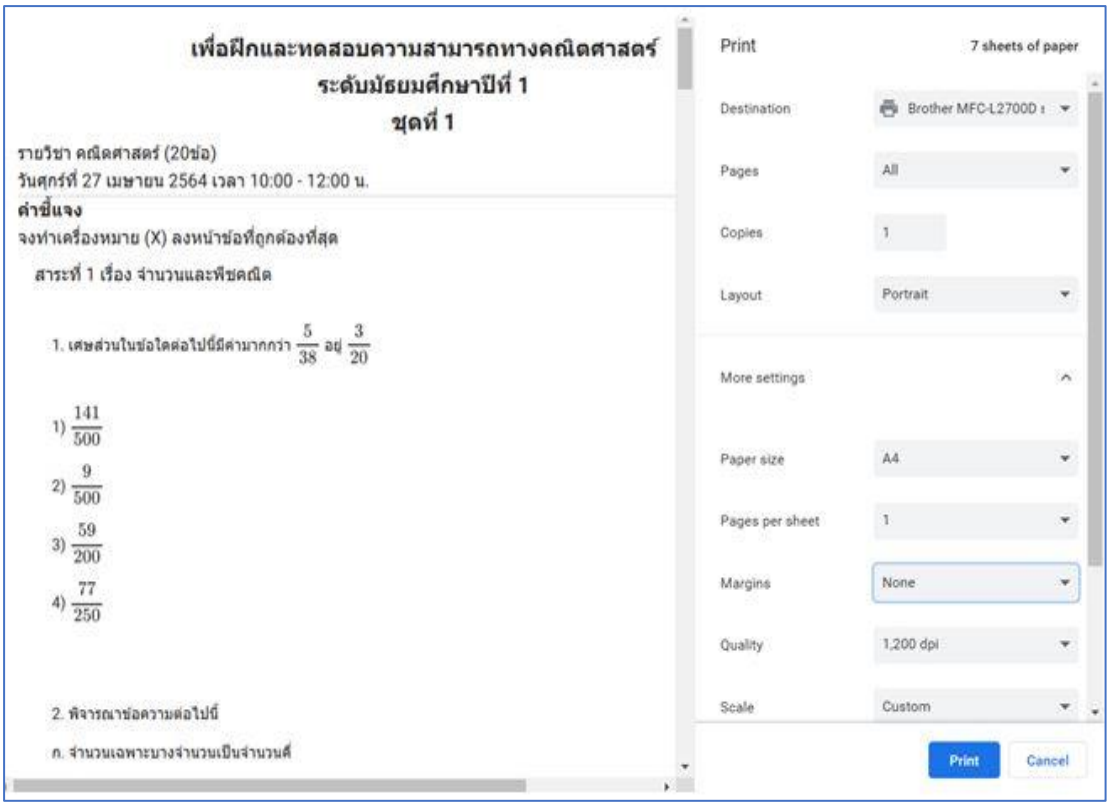
1. “เรียกดู” เมื่อกดที่ปุ่มนี้ ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถดูข้อสอบที่สร้างตามจำนวนที่เลือกข้อสอบไว้ แสดงดังภาพที่ 20

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 20 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างข้อสอบที่ได้จากโปรแกรมการสร้างข้อสอบ

2. “พิมพ์คำถาม” เมื่อกดที่ปุ่มนี้ ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถดูผลการสร้างข้อสอบได้ในรูปแบบของไฟล์ PDF รวมถึงสามารถทำการดาวน์โหลดลงในคอมพิวเตอร์ หรือพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ได้ แสดงดังภาพที่ 21

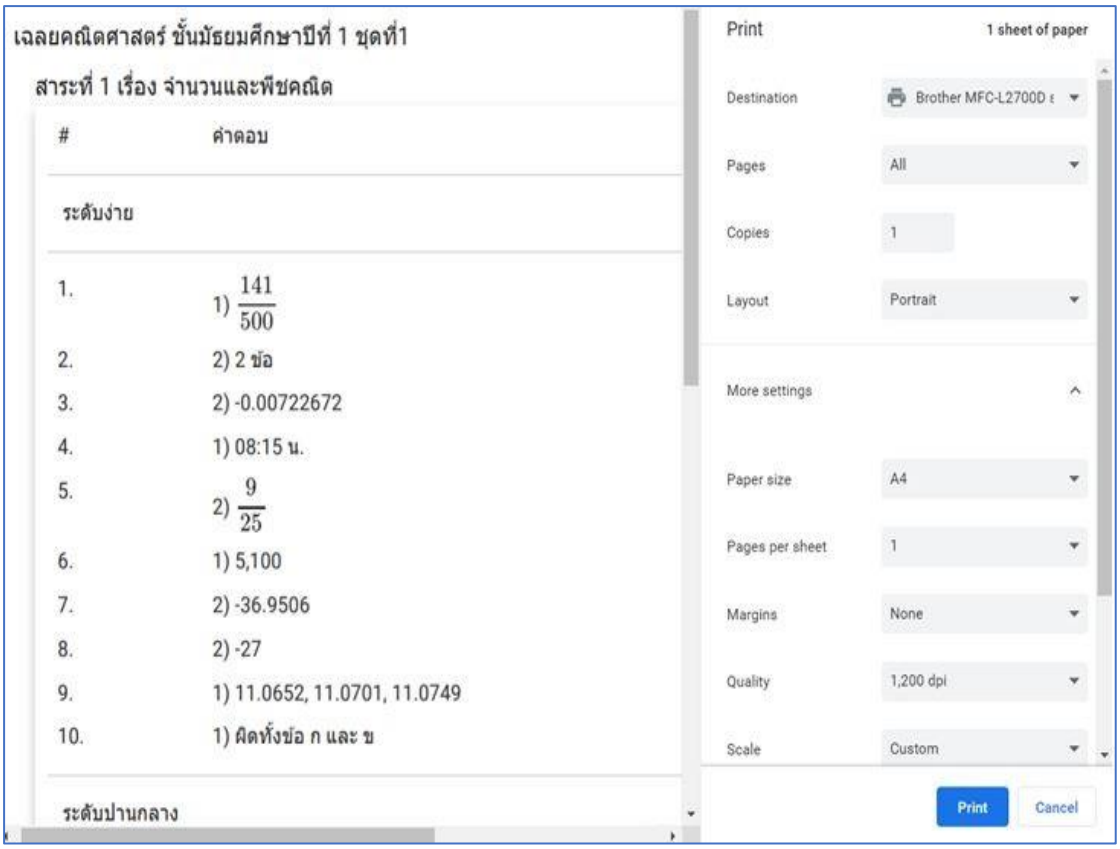
1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 21 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างข้อสอบในรูปแบบของไฟล์ PDF

3. “พิมพ์เฉลย” เมื่อกดที่ปุ่มนี้ ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถดูผลการสร้างเฉลยข้อสอบได้ในรูปแบบของไฟล์ PDF รวมถึงสามารถทำการดาวน์โหลดลงในคอมพิวเตอร์ หรือพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ได้ แสดงดังภาพที่ 22

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ 22 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างเฉลยข้อสอบในรูปแบบของไฟล์ PDF

ในส่วนที่ 3 การรายงานผลการสร้างข้อสอบนี้ เมื่อผู้ใช้งานโปรแกรมเรียกดูข้อสอบที่สร้างตามจำนวนที่เลือกข้อสอบไว้แล้ว (ภาพที่ 20) ถ้าหากต้องการให้โปรแกรมสร้างข้อสอบใหม่แทนที่ข้อสอบชุดเดิมที่สร้างขึ้น ให้กดปุ่ม GENERATE อีกครั้ง จะปรากฏข้อความ “การเลือกข้อสอบใหม่ จะทำให้การเลือกจำนวนชุดข้อสอบและจำนวนข้อแต่ละระดับ รวมถึงข้อสอบที่ generate เสร็จแล้ว ณ ตอนนี้หายไป ยังต้องการที่จะ generate ใหม่อยู่หรือไม่” ให้กดปุ่ม ตกลง โปรแกรมจะทำการสร้างข้อสอบชุดใหม่ให้ทันที

แต่ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงวิธีการสร้างข้อสอบ จำนวนชุดข้อสอบ หรือจำนวนข้อสอบที่เลือกในแต่ละระดับ ให้กดปุ่ม เลือกข้อสอบใหม่ ในภาพที่ 19 จะปรากฏข้อความ “การเลือกข้อสอบใหม่ จะทำให้การเลือกจำนวนชุดข้อสอบและจำนวนข้อแต่ละระดับ รวมถึงข้อสอบที่ generate เสร็จแล้ว ณ ตอนนี้หายไป ยังต้องการที่จะเลือกข้อสอบใหม่อยู่หรือไม่” และให้กดปุ่ม ตกลง หน้าจอจะกลับไปที่ส่วนที่ 2 การสร้างข้อสอบ (ภาพที่ 6)

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ส่วนที่ 4 คู่มือการใช้งาน

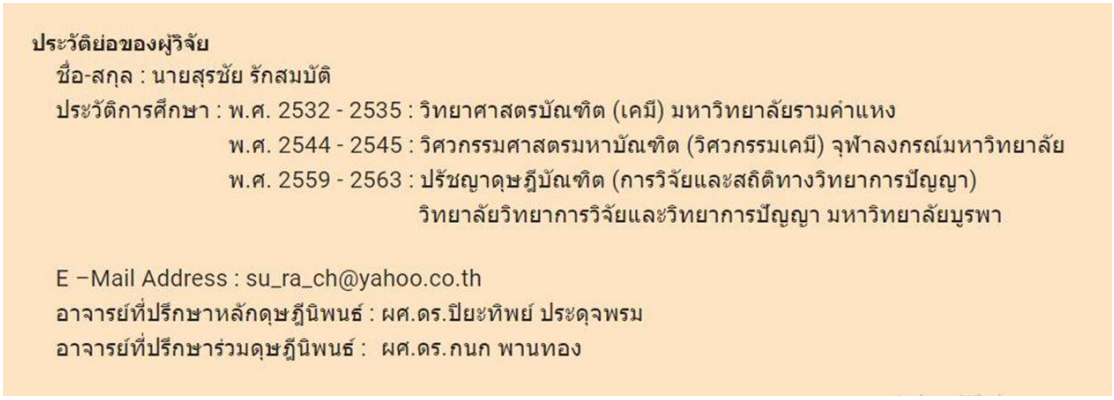
คู่มือการใช้งาน เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของวิธีการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน แสดงดังภาพที่ 23

ภาพที่ 23 หน้าจอคู่มือการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ส่วนที่ 5 ข้อมูลอ้างอิง

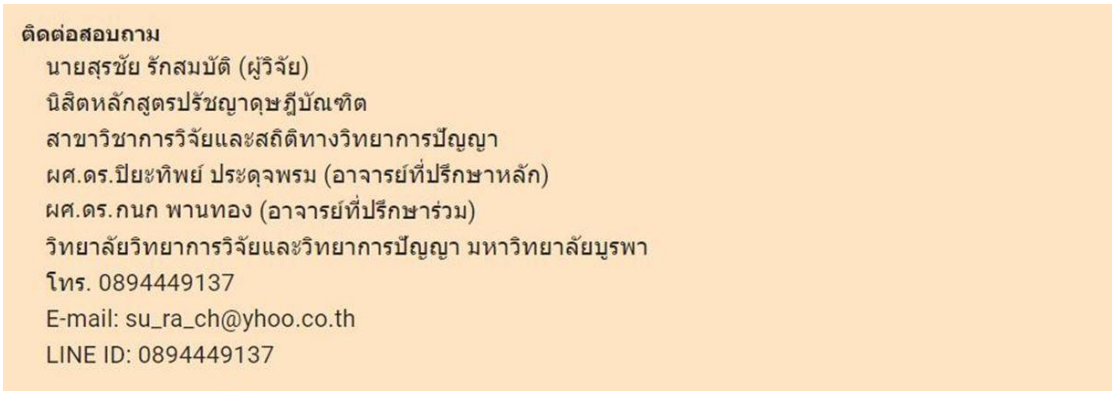
เมื่อกดปุ่ม “ข้อมูลอ้างอิง” หน้าจอจะแสดงประวัติย่อของผู้วิจัย แสดงดังภาพที่ 24


ประวัติย่อของผู้วิจัย
ชื่อ-สกุล : นายสุรชัย รักสมบัติ
ประวัติการศึกษา : พ.ศ. 2532 - 2535 : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยรามคำแหง
พ.ศ. 2544 - 2545 : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2559 - 2563 : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
E –Mail Address : su_ra_ch@yahoo.co.th
อาจารย์ที่ปรึกษาหลักดุษฎีนิพนธ์ : ผศ.ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมดุษฎีนิพนธ์ : ผศ.ดร.กนก พานทอง

ภาพที่ 24 หน้าจอข้อมูลอ้างอิง

ส่วนที่ 6 ติดต่อสอบถาม

หากผู้ใช้งานมีข้อสงสัย หรือเกิดปัญหาในการใช้งาน โปรดติดต่อสอบถามไปยังผู้วิจัย ตามข้อมูลติดต่อที่ให้ไว้ในส่วนของหน้าจอ “ติดต่อสอบถาม” แสดงดังภาพที่ 25


ติดต่อสอบถาม
นายสุรชัย รักสมบัติ (ผู้วิจัย)
นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
ผศ.ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม (อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก)
ผศ.ดร.กนก พานทอง (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร. 0894449137
E-mail: su_ra_ch@yhoo.co.th
LINE ID: 0894449137

ภาพที่ 25 หน้าจอติดต่อสอบถาม

ส่วนที่ 7 ข้อมูลผู้ใช้

หากผู้ใช้งานต้องการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน หรือต้องการออกจากระบบการใช้งานโปรแกรม ให้เลือกกดที่ปุ่ม

(ชื่อผู้ใช้) แสดงดังภาพที่ 26

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 26 หน้าจอแสดงชื่อผู้ใช้

จากภาพที่ 26 เมื่อเลือกกดที่ปุ่ม XXX (ชื่อผู้ใช้) จะสามารถเลือกเมนูย่อยได้ 2 ส่วน ดังนี้

1. กดเลือก Profile เมื่อต้องการแก้ไขข้อมูลและรหัสผ่าน แสดงดังภาพที่ 27

ภาพที่ 27 หน้าจอเข้าสู่การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน

จากภาพที่ 27 เมื่อกดเลือก Profile หน้าจอจะเข้าสู่การแก้ไขข้อมูลและรหัสผ่าน แสดงดังภาพที่ 28

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาพที่ 28 หน้าจอแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน

จากภาพที่ 28 เมื่อแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่านเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม

ข้อมูลและรหัสผ่านที่แก้ไขใหม่จะถูกบันทึก

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

2. กดเลือก Sign out เมื่อต้องการออกจากระบบการใช้งานโปรแกรม แสดงดังภาพที่ 29

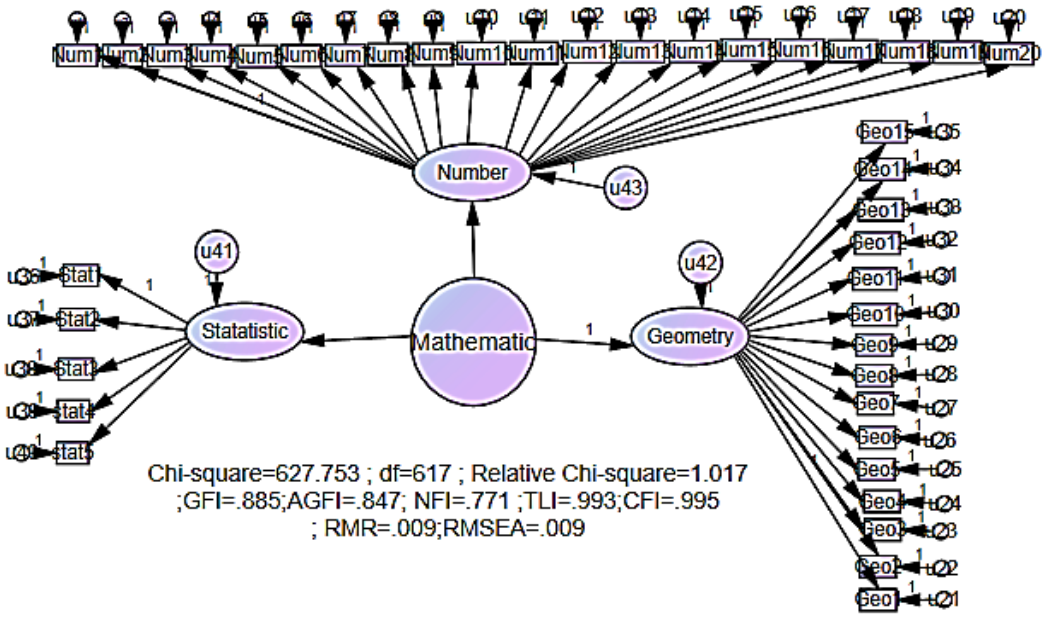
ภาพที่ 29 หน้าจอแสดงการออกจากระบบการใช้งานโปรแกรม

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก จ

ตารางการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองจากโปรแกรม AMOS



ภาพที่ จ-1 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับง่าย ต้นแบบ A

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	203	627.753	617	.373	1.017
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2739.991	780	.000	3.513

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.009	.885	.847	.666
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.036	.380	.349	.362

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.771	.710	.995	.993	.995
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.791	.610	.787
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	10.753	.000	73.805
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1959.991	1804.231	2123.275

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	2.790	.048	.000	.328
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	12.178	8.711	8.019	9.437

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.009	.000	.023	1.000
Independence model	.106	.101	.110	.000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	1033.753	1124.221	1728.122	1931.122
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2819.991	2837.817	2956.812	2996.812

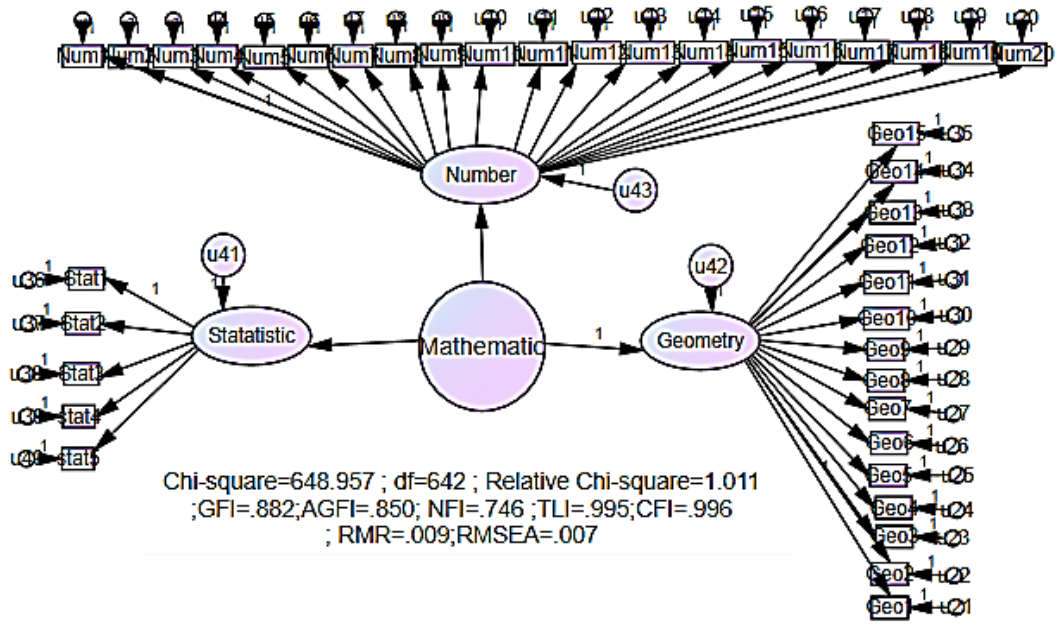
ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.594	4.547	4.875	4.997
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	12.533	11.841	13.259	12.613

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	243	252
Independence model	70	72

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-2 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับง่าย ต้นแบบ B

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	178	648.957	642	.416	1.011
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2559.920	780	.000	3.282

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.009	.882	.850	.691
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.032	.420	.390	.400

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.746	.692	.996	.995	.996
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.823	.614	.820
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	6.957	.000	70.811
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1779.920	1630.401	1936.981

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	2.884	.031	.000	.315
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	11.377	7.911	7.246	8.609

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.007	.000	.022	1.000
Independence model	.101	.096	.105	.000

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	1004.957	1084.283	1613.812	1791.812
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2639.920	2657.746	2776.741	2816.741

ECVI

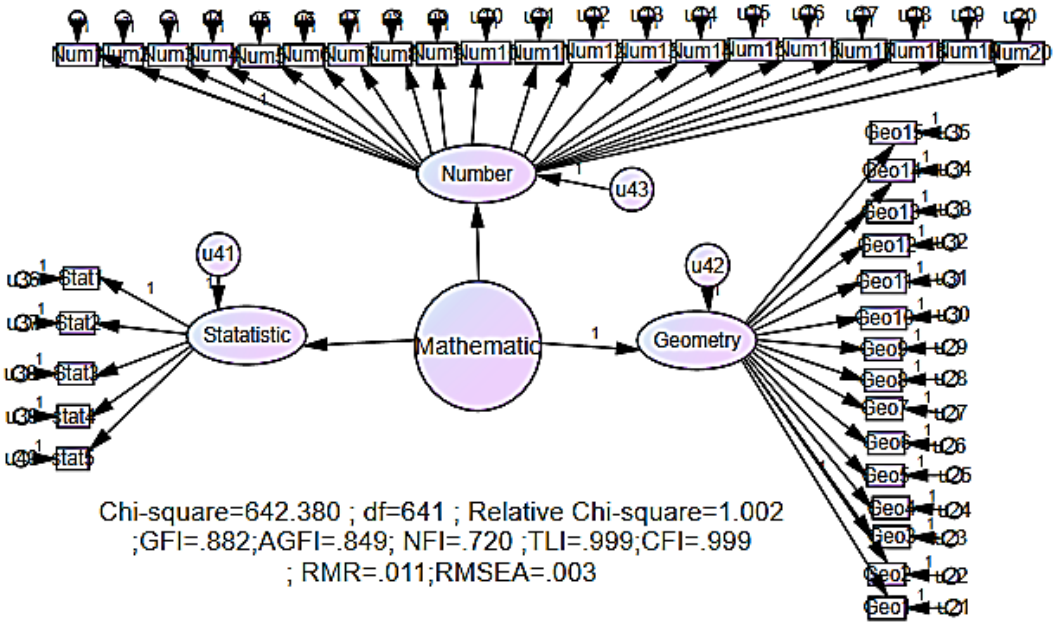
Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.466	4.436	4.750	4.819
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	11.733	11.068	12.431	11.812

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	244	253
Independence model	75	77

Minimization:	.069
Miscellaneous:	2.149
Bootstrap:	.000
Total:	2.218

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-3 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับปานกลาง ต้นแบบ C

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	179	642.380	641	.477	1.002
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2293.210	780	.000	2.940

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.011	.882	.849	.690
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.038	.466	.439	.443

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.720	.659	.999	.999	.999
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.822	.592	.821
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	1.380	.000	64.689
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1513.210	1373.446	1660.560

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	2.855	.006	.000	.288
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	10.192	6.725	6.104	7.380

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.003	.000	.021	1.000
Independence model	.093	.088	.097	.000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	1000.380	1080.152	1612.656	1791.656
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2373.210	2391.036	2510.031	2550.031

ECVI

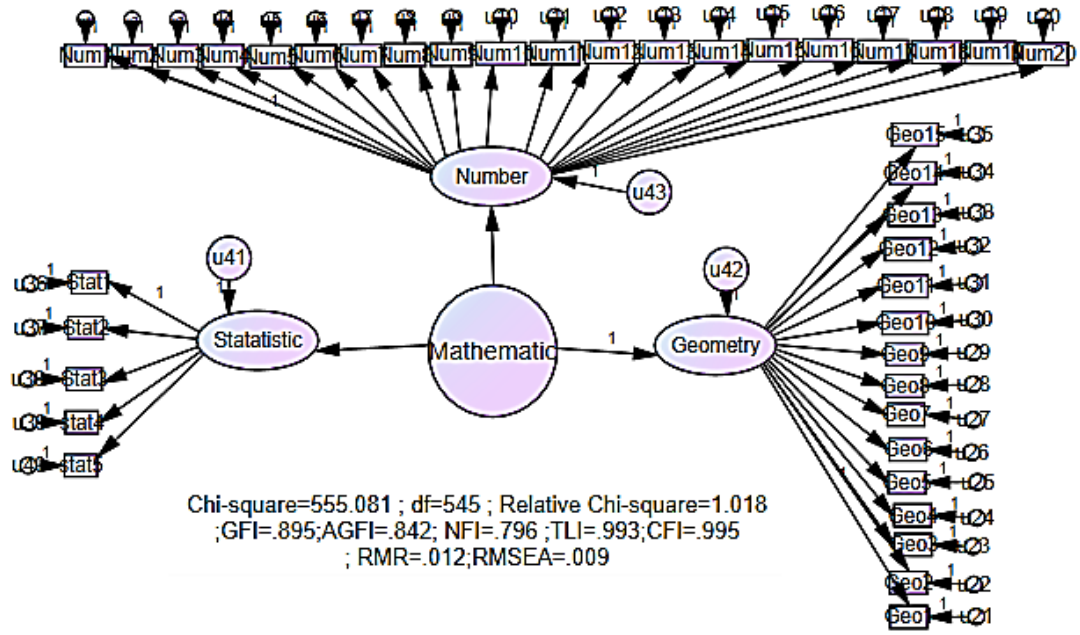
Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.446	4.440	4.728	4.801
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	10.548	9.926	11.202	10.627

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	246	255
Independence model	84	86

Minimization:	.063
Miscellaneous:	3.696
Bootstrap:	.000
Total:	3.759

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-4 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับปานกลาง ต้นแบบ D

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	275	555.081	545	.373	1.018
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2725.850	780	.000	3.495

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.012	.895	.842	.595
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.036	.480	.454	.457

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.796	.709	.995	.993	.995
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.699	.556	.695
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	10.081	.000	69.653
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1945.850	1790.564	2108.654

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	2.467	.045	.000	.310
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	12.115	8.648	7.958	9.372

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.009	.000	.024	1.000
Independence model	.105	.101	.110	.000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	1105.081	1227.635	2045.728	2320.728
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2805.850	2823.676	2942.671	2982.671

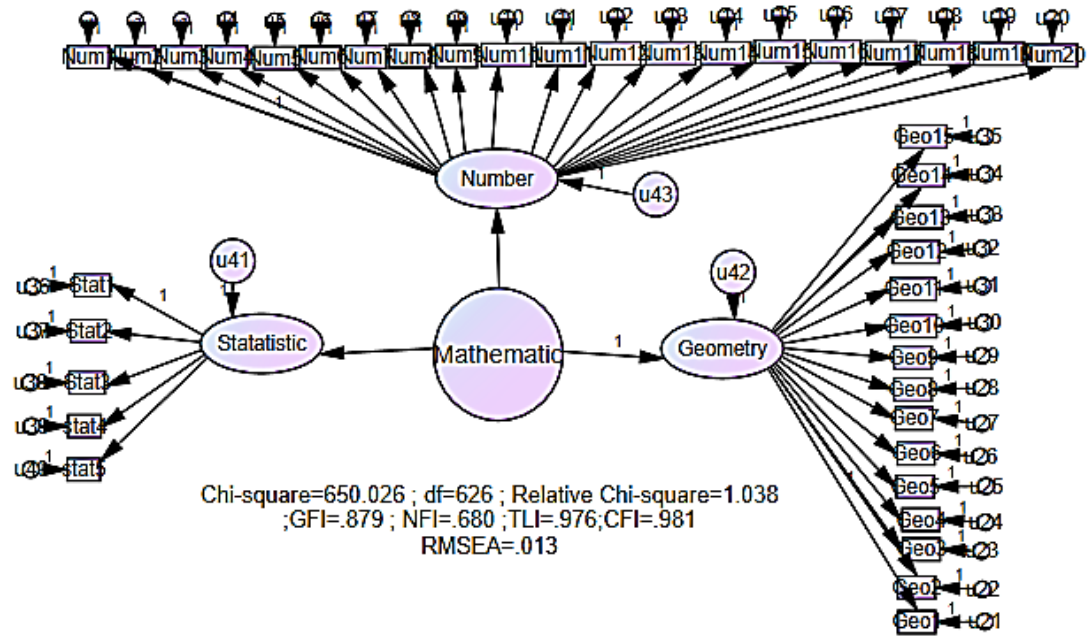
ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.911	4.867	5.176	5.456
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	12.470	11.780	13.194	12.550

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	244	254
Independence model	70	73

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-5 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับยาก ต้นแบบ E

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	194	650.026	626	.245	1.038
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2028.952	780	.000	2.601

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.013	.879	.841	.671
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.033	.568	.546	.540

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.680	.601	.983	.976	.981
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.803	.545	.787
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	24.026	.000	88.671
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1248.952	1119.549	1385.987

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	2.889	.107	.000	.394
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	9.018	5.551	4.976	6.160

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.013	.000	.025	1.000
Independence model	.084	.080	.089	.000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	1038.026	1124.483	1701.610	1895.610
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2108.952	2126.779	2245.774	2285.774

ECVI

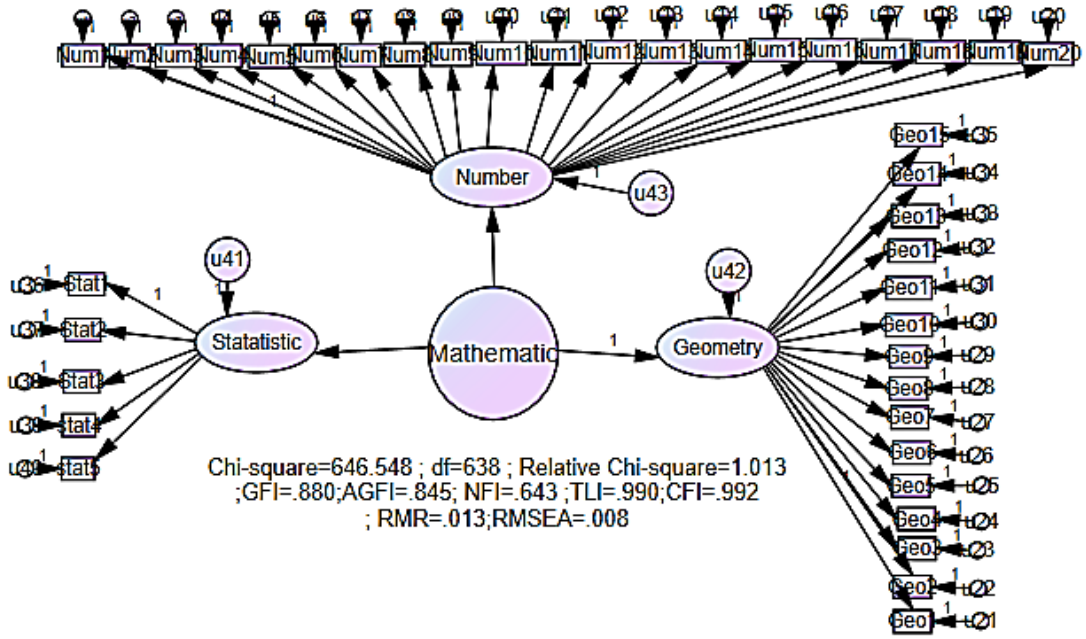
Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.613	4.507	4.901	4.998
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	9.373	8.798	9.982	9.452

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	238	247
Independence model	94	98

Minimization:	.092
Miscellaneous:	1.949
Bootstrap:	.000
Total:	2.041

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-6 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับยาก ต้นแบบ F

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	182	646.548	638	.399	1.013
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	1813.516	780	.000	2.325

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.013	.880	.845	.684
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.033	.569	.547	.542

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.643	.564	.993	.990	.992
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.818	.526	.811
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	8.548	.000	72.362
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1033.516	913.202	1161.512

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	2.874	.038	.000	.322
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	8.060	4.593	4.059	5.162

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.008	.000	.022	1.000
Independence model	.077	.072	.081	.000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	1010.548	1091.656	1633.085	1815.085
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	1893.516	1911.342	2030.337	2070.337

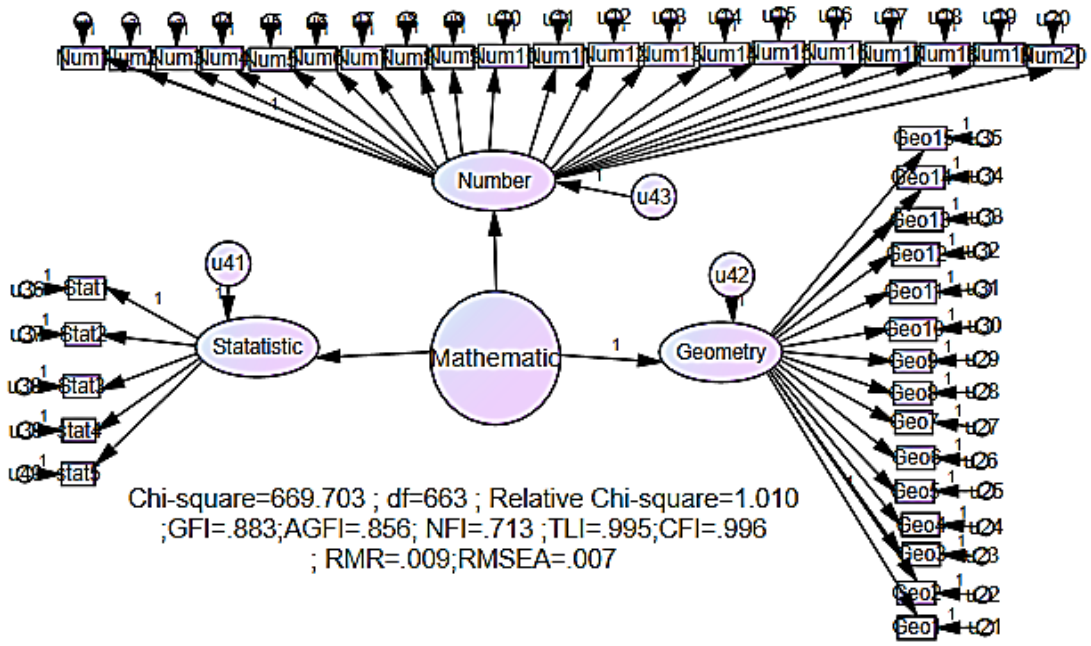
ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.491	4.453	4.775	4.852
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	8.416	7.881	8.984	8.495

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	243	252
Independence model	105	109

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-7 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับง่ายสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	157	669.703	663	.420	1.010
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2333.565	780	.000	2.992

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.009	.883	.856	.714
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.034	.438	.409	.416

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.713	.662	.996	.995	.996
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.850	.606	.846
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	6.703	.000	71.481
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1553.565	1412.280	1702.426

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	2.976	.030	.000	.318
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	10.371	6.905	6.277	7.566

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.007	.000	.022	1.000
Independence model	.094	.090	.098	.000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	983.703	1053.671	1520.727	1677.727
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2413.565	2431.391	2550.386	2590.386

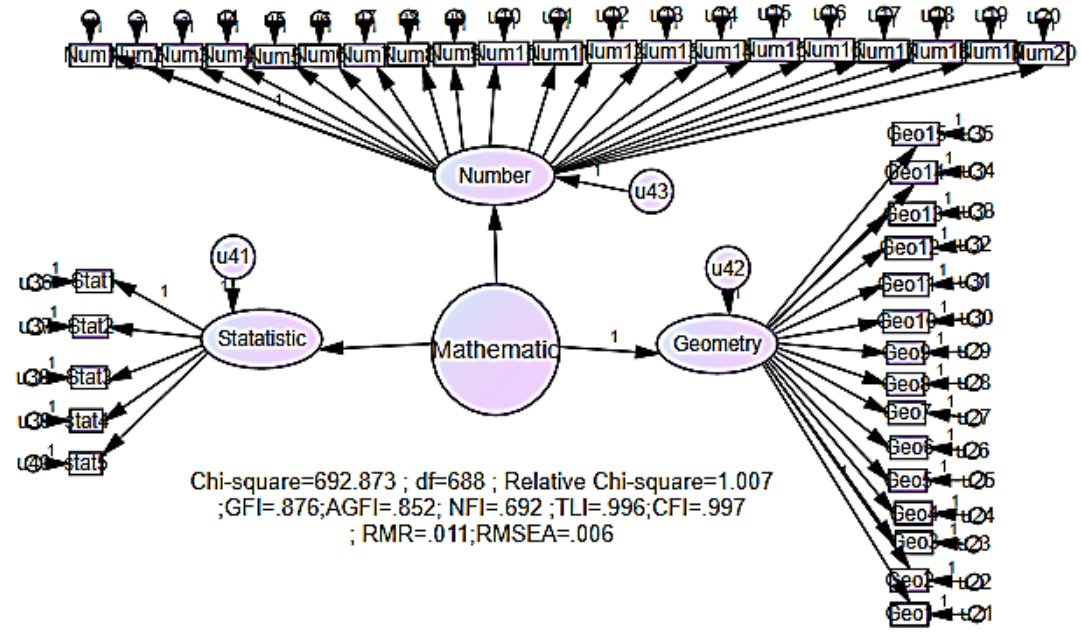
ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.372	4.342	4.660	4.683
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	10.727	10.099	11.389	10.806

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	244	253
Independence model	82	85

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-8 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับปานกลางสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	132	692.873	688	.441	1.007
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2248.928	780	.000	2.883

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.011	.876	.852	.735
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.042	.424	.395	.403

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1895881388

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.692	.651	.997	.996	.997
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.882	.610	.879
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	4.873	.000	70.601
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1468.928	1330.842	1614.602

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	3.079	.022	.000	.314
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	9.995	6.529	5.915	7.176

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.006	.000	.021	1.000
Independence model	.091	.087	.096	.000

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	956.873	1015.699	1408.384	1540.384
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2328.928	2346.754	2465.749	2505.749

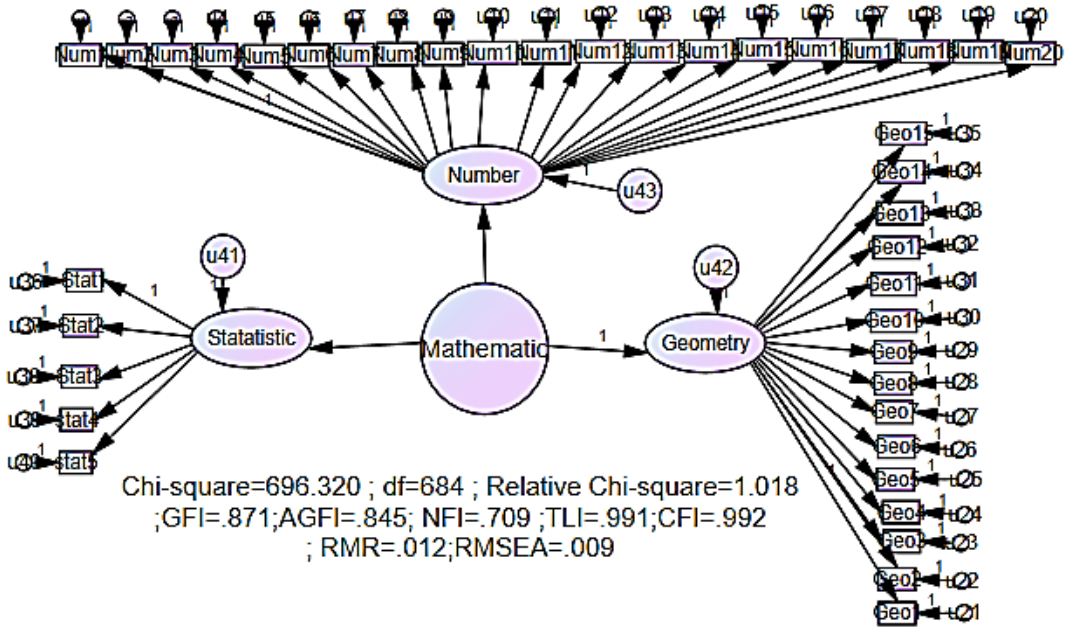
ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.253	4.231	4.545	4.514
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	10.351	9.737	10.998	10.430

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	244	253
Independence model	85	88

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122



ภาพที่ จ-9 ค่าดัชนีตรวจสอบความตรงข้อสอบระดับยากสร้างจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	136	696.320	684	.364	1.018
Saturated model	820	.000	0		
Independence model	40	2396.610	780	.000	3.073

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.012	.871	.845	.726
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.047	.398	.367	.378

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.709	.669	.993	.991	.992
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.877	.622	.870
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	12.320	.000	78.514
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1616.610	1472.982	1767.801

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	3.095	.055	.000	.349
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	10.652	7.185	6.547	7.857

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.009	.000	.023	1.000
Independence model	.096	.092	.100	.000

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	968.320	1028.928	1433.512	1569.512
Saturated model	1640.000	2005.435	4444.839	5264.839
Independence model	2476.610	2494.436	2613.431	2653.431

ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	4.304	4.249	4.598	4.573
Saturated model	7.289	7.289	7.289	8.913
Independence model	11.007	10.369	11.679	11.086

HOELTER

Model	HOELTER .05	HOELTER .01
Default model	242	250
Independence model	80	83

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ฉ

ตารางการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันจากโปรแกรม SPSS

ข้อสอบระดับง่าย

ตารางที่ ฉ-1 ค่าคะแนนเฉลี่ยข้อสอบระดับง่าย

Descriptive Statistics

Item	Mean	Std. Deviation	N
A	29.66	7.582	226
B	30.46	7.188	226
AIG_AB	29.33	7.578	226

ตารางที่ ฉ-2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบโดยข้อสอบต้นแบบ A และข้อสอบต้นแบบ B กับผลการสอบโดยข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

Correlations

		A	B	AIG_AB
A	Pearson Correlation	1	.991**	.976**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	226	226	226
B	Pearson Correlation	.991**	1	.974**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	226	226	226
AIG_AB	Pearson Correlation	.976**	.974**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	226	226	226

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบระดับปานกลาง

ตารางที่ ฉ-3 ค่าคะแนนเฉลี่ยข้อสอบระดับปานกลาง

Descriptive Statistics			
Item	Mean	Std. Deviation	N
C	25.44	7.856	226
D	25.31	7.329	226
AIG_CD	24.89	8.457	226

ตารางที่ ฉ-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบโดยข้อสอบต้นแบบ C และ D กับผลการสอบโดยข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

Correlations				
		C	D	AIG_CD
C	Pearson Correlation	1	.990**	.966**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	226	226	226
D	Pearson Correlation	.990**	1	.963**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	226	226	226
AIG_CD	Pearson Correlation	.966**	.963**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	226	226	226

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ข้อสอบระดับยาก

ตารางที่ ฉ-5 ค่าคะแนนเฉลี่ยข้อสอบระดับยาก

Descriptive Statistics			
Item	Mean	Std. Deviation	N
E	21.99	7.142	226
F	20.26	7.331	226
AIG_EF	20.08	8.859	226

ตารางที่ ฉ-6 ตารางค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการสอบโดยข้อสอบต้นแบบ E และ F กับผลการสอบโดยข้อสอบจากโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

Correlations				
		E	F	AIG_EF
E	Pearson Correlation	1	.949**	.931**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	226	226	226
F	Pearson Correlation	.949**	1	.921**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	226	226	226
AIG_EF	Pearson Correlation	.931**	.921**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	226	226	226

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ช

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเหมาะสม (Black-Box Testing)
โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการใช้งานโปรแกรมฯ รวมทั้งคู่มือการใช้โปรแกรมฯ เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมฯ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยแบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความตรงตามความต้องการของโปรแกรม (Function Requirement)

ด้านที่ 2 การทำงานของโปรแกรม (Functional)

ด้านที่ 3 การใช้งาน (Usability)

ด้านที่ 4 การรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรม (Security)

ด้านที่ 5 ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม (Program Manual)

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ

โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน หลังจากท่านได้ศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรม และทดลองใช้โปรแกรมแล้ว โดยเกณฑ์ประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมาก

ระดับ 5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	1	2	3	4	5
1. ความตรงตามความต้องการของโปรแกรม (Function Requirement)					
1.1 ความสามารถของโปรแกรมในการจัดการโปรแกรมฯ เช่น สามารถสร้างข้อสอบข้อสอบอัตโนมัติผ่านทางเว็บไซต์ได้					
1.2 ความสามารถของโปรแกรมในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก เช่น สามารถเลือกสร้างข้อสอบด้วยวิธีการสร้างจากการสุ่มข้อสอบ และวิธีการสร้างจากการกำหนดข้อสอบได้ตามที่ชี้แจงไว้ในคู่มือการใช้งาน					
1.3 ความสามารถของโปรแกรมในการสร้างชุดข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก เช่น สามารถเลือกจำนวนของชุดข้อสอบทั้งวิธีการสร้างจากการสุ่มข้อสอบ และวิธีการสร้างจากการกำหนดได้ตามที่ชี้แจงไว้ในคู่มือการใช้งาน					
1.4 ความสามารถของโปรแกรมในการรายงานผลการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก เช่น สามารถรายงานผลการสร้างข้อสอบได้ตามที่ชี้แจงไว้ในคู่มือการใช้งาน					
1.5 โปรแกรมตรงตามวัตถุประสงค์ในการสร้างโปรแกรมฯ คือ 1) เพื่อสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อรายงานผลการสร้างข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วัตถุประสงค์ เขียนไว้ในหน้าที่ 1. ของคู่มือการใช้งาน)					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	1	2	3	4	5
2. การทำงานของโปรแกรม (Functional)					
2.1 ความถูกต้องของโปรแกรมในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ด้วยวิธีการสร้างจากการสุ่มข้อสอบ เช่น จำนวนชุดข้อสอบ และจำนวนข้อคำถามในแต่ละชุดถูกสร้างขึ้นได้ถูกต้องตามจำนวนที่เลือกไว้ในแต่ละสาระและระดับความยาก (กรณีของระดับความยาก สามารถดูอ้างอิงเมื่อเทียบกับเฉลยคำตอบ)					
2.2 ความถูกต้องของโปรแกรมในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก ด้วยวิธีการสร้างจากการกำหนดข้อสอบ เช่น จำนวนชุดข้อสอบ และจำนวนข้อคำถามในแต่ละชุด ถูกสร้างขึ้นได้ถูกต้องตามจำนวนที่เลือกไว้ในแต่ละสาระและระดับความยาก (กรณีของระดับความยาก สามารถดูอ้างอิงเมื่อเทียบกับเฉลยคำตอบ)					
2.3 ความถูกต้องของโปรแกรมในการสร้างตัวเลือกได้เหมาะสม และถูกต้อง เช่น ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีตัวเลือกครบตามที่กำหนด (4 ตัวเลือก) โดยที่ไม่มีตัวเลือกที่ซ้ำกัน และมีตัวเลือกที่เป็นเฉลยคำตอบเพียง 1 ตัวเลือก					
2.4 ความถูกต้องของโปรแกรมในการเฉลยคำตอบที่ถูกได้อย่างถูกต้อง เช่น ข้อสอบมีตัวเลือกที่เป็นเฉลยของคำตอบและเป็นตัวเลือกเดียวกับที่แสดงไว้ส่วนของเฉลยคำตอบ มีการจัดรูปแบบของเฉลยคำตอบแยกเป็นสาระและระดับความยากให้เห็นอย่างชัดเจน					
3. การใช้งาน (Usability)					
3.1 ความง่ายต่อการใช้งานของโปรแกรม					
3.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ					
3.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ					
3.4 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ					
3.5 ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย เช่น การแจ้งจำนวนข้อสอบในคลังทั้งหมด การแจ้งจำนวนข้อสอบในแต่ละสาระฯ การแจ้งจำนวนข้อสอบในแต่ละระดับความยาก การแจ้งจำนวนข้อสอบที่ถูกเลือกสร้างทั้งหมด					
3.6 ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย เช่น มีระบบปฏิทินในการกำหนดวัน และระบบนาฬิกาในการกำหนดเวลาเพื่อสามารถระบุวันและเวลาที่จะใช้ข้อสอบในการทดสอบ					
3.7 ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ					

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	1	2	3	4	5
3.8 ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ เช่น มีกล่องข้อความแจ้งเตือนขั้นตอนการดำเนินงาน (ข้อสอบกำลังถูกสร้าง และข้อสอบถูกสร้างสำเร็จ) มีการแจ้งเตือนจำนวนข้อสอบในคลังที่สามารถ จะเลือกสร้างได้อีกหลังจากทำการเลือกสร้างข้อสอบไปแล้วบางส่วน					
3.9 ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ					
3.10 คำศัพท์ที่ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย					
4. การรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้โปรแกรม (Security)					
4.1 ก่อนการลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานโปรแกรมฯ มีการตรวจสอบเพื่อยืนยันตัวตนด้วยอีเมลแอดเดรส					
4.2 รหัสผ่านมีการกำหนดให้ใช้ตัวอักษรและตัวเลขผสมกัน					
4.3 การแจ้งเตือนระดับความปลอดภัยในการกำหนดรหัสผ่าน เช่น ความปลอดภัยต่ำ ความปลอดภัยปานกลาง ความปลอดภัยสูง ความปลอดภัยสูงมาก					
4.4 การแจ้งเตือนเมื่อมีการเข้าสู่ระบบไม่ถูกต้องของผู้ใช้งาน เช่น การกรอกชื่อผู้ใช้ และการกรอกรหัสผ่านไม่ถูกต้อง					
4.5 การแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ใช้งาน เช่น สามารถแก้ไขข้อมูลและรหัสผ่านได้เมื่อต้องการ					
4.6 การออกจากระบบของผู้ใช้งานโปรแกรมฯ เช่น เมื่อสิ้นสุดการใช้งานสามารถออกจากโปรแกรมฯ ได้					
5. ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม (Program Manual)					
5.1 เนื้อหาคู่มือการใช้โปรแกรมเข้าใจง่าย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรม					
5.2 คู่มือการใช้โปรแกรมแสดงวิธีการใช้งานอย่างมีลำดับขั้นตอน					
5.3 ภาษาที่ใช้ในคู่มือการใช้โปรแกรมเข้าใจง่าย					
5.4 คู่มือมีการใช้ภาพประกอบอธิบายกระบวนการต่าง ๆ อย่างชัดเจน					
5.5 เมื่ออ่านคู่มือแล้ว ผู้ใช้มีความมั่นใจว่าสามารถใช้งานโปรแกรมได้					

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ซ

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม สำหรับผู้ใช้งาน

แบบประเมินความเหมาะสม (Black-Box Testing)
โปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน
(สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการใช้งานโปรแกรมฯ รวมทั้งคู่มือการใช้โปรแกรมฯ เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมฯ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยแบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้
ด้านที่ 1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม
ด้านที่ 2 ความสะดวกในการใช้โปรแกรม

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ

โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน หลังจากท่านได้ศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรม และทดลองใช้โปรแกรมแล้ว โดยเกณฑ์ประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 3 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 4 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมาก

ระดับ 5 หมายถึง โปรแกรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	1	2	3	4	5
1. ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม					
1.1 การเรียกใช้โปรแกรมมีความสะดวก					
1.2 การออกแบบโปรแกรมมีความน่าสนใจ					
1.3 รูปแบบของโปรแกรมเข้าใจง่าย					
1.4 โปรแกรมง่ายต่อการใช้งาน					
1.5 การแสดงผลข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว					
1.6 โปรแกรมมีระบบป้องกันการทำงานผิดพลาดของผู้ใช้งาน					
2. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม					
2.1 โปรแกรมมีเมนูที่เข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมได้ง่ายและสะดวก					
2.2 ผู้ใช้งานสามารถเลือกสร้างข้อสอบด้วยวิธีการสุ่มข้อสอบ และสร้างข้อสอบด้วยวิธีการกำหนดข้อสอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้					
2.3 ผู้ใช้งานสามารถเลือกสร้างข้อสอบตามเนื้อหาและระดับความยากได้ตามความต้องการของผู้ใช้					
2.4 โปรแกรมสามารถสร้างข้อสอบได้เร็วกว่าการสร้างข้อสอบด้วยมือ					
2.5 โปรแกรมสามารถแสดงผลการสร้างข้อสอบบนหน้าจอภาพได้ครบถ้วน					
2.6 ผู้ใช้งานสามารถบันทึกรายงานผลการสร้างข้อสอบ และสั่งพิมพ์แบบทดสอบพร้อมเฉลยคำตอบได้อย่างสะดวก					
2.7 เมื่อมีข้อสงสัยในการใช้โปรแกรม ผู้ใช้สามารถดูคำชี้แจงจากคู่มือการใช้โปรแกรม และสามารถปฏิบัติตามได้					

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ภาคผนวก ฌ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และพฤติกรรมที่วัดของข้อสอบต้นแบบ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา โทร. ๒๐๗๗, ๒๐๗๘, ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔

ที่ อว ๘๓๒๔/๕๕๕ **วันที่** ๑๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

(เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๓๒๕/๑๖๗ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๓๓๑

๒๗ กันยายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ ดร.บุญสม ศรีศักดา บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสงวนหญิง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.บุญสม ศรีศักดา บุคลากรในสังกัดหน่วยงานของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านอนุญาตให้ ดร.บุญสม ศรีศักดา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๓๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๓๗, ๒๐๓๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๙๘๕
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๑๒๔/ว ๑๕๓

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ กันยายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสายใจ ประเสริฐสุข

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๑๑๘/ว๑๕๗ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ กันยายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน นายคำดี ขินาบา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๓ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๘๑๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๓๗, ๒๐๓๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๑๗ ๓๔๑๕
http://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๑๒๔/ว ๑๕๓

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ กันยายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน นางวรินทร หงษ์อุดร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๓ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลข้อสอบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา โทร. ๒๐๗๗, ๒๐๗๘, ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔

ที่ อว ๘๑๒๔/๐๖๔๑ **วันที่** ๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้ (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)

คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1895881388

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๓๒๘/ว ๐๑๙๗

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๓๓๑

๙ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิยดา คำเอม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรา ดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๑๙ ๓๙๘๙
http://www.rmcs.buu.ac.th

ที่ อว ๘๓๒๔/ว๐๐๙๗

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๓๓๓

๙ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

เรียน นางภณิตา แก้วเจริญเนตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

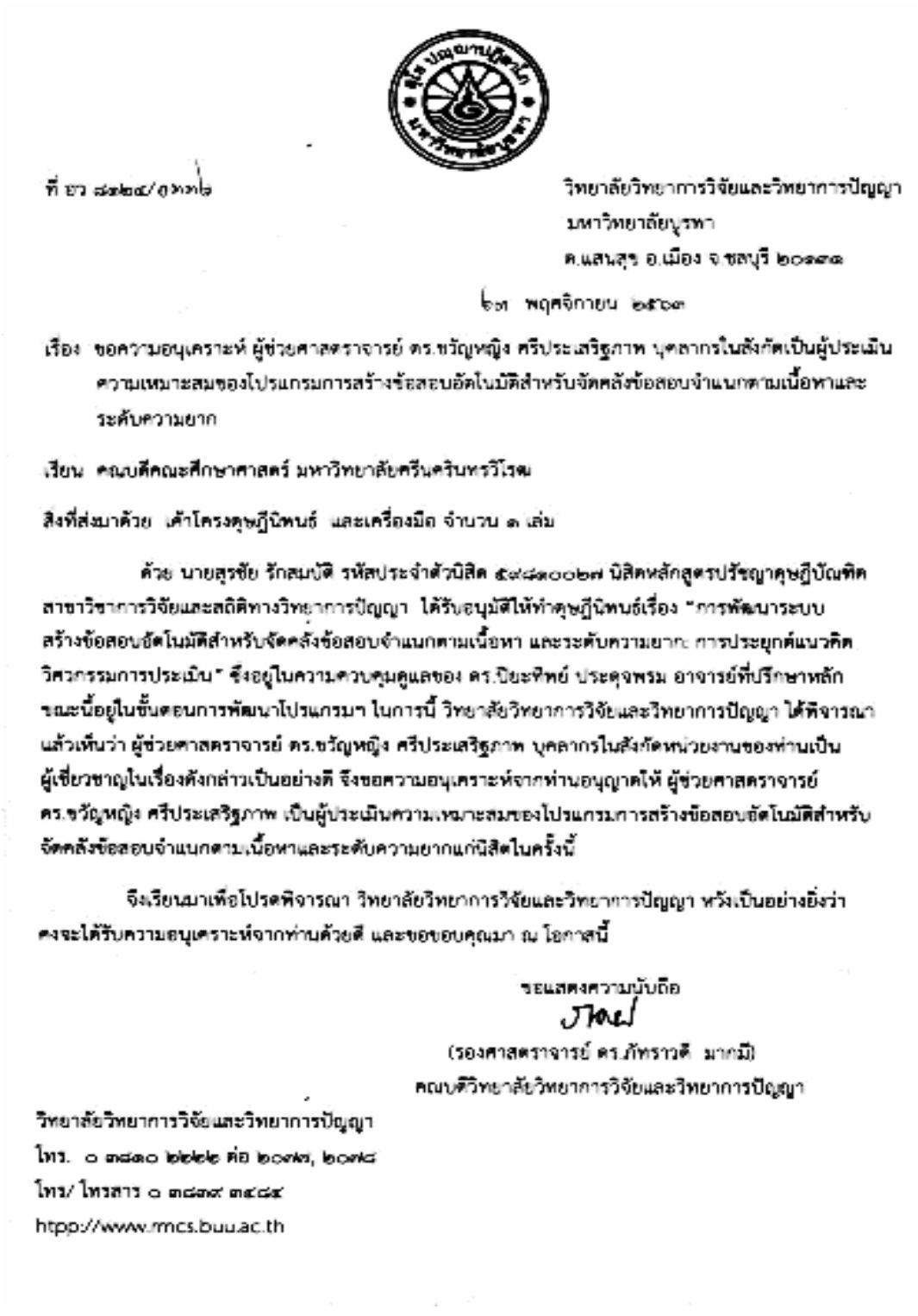
ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก



ที่ อว ๘๘๒๔/๑๓๓๒

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ บุคลากรในสังกัดเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๓ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๔๓๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.นิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ บุคลากรในสังกัดหน่วยงานของท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๑, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
http://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๑๒๔/ว ๐๓๓๗ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๗ พฤศจิกายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๑๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา โทร. ๒๐๗๗, ๒๐๗๘, ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔

ที่ อว ๘๓๒๔/๑๐๔๐ **วันที่** ๒๓ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต ขาวเหลือง

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๑๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก แก่นิสิตในครั้งนี้ (เอกสารดังแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๓๒๔/ว ๐๓๓๓

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๗ พฤศจิกายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

เรียน ดร.รัชกฤช ธนพัฒนดล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๑๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๗๒๔/ว ๐๓๗๗

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๗ พฤศจิกายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

เรียน ดร.สราวุธ ราชมณี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๓ เล่ม

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๑๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฯ ในการนี้ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากแก่นิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๓๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๗ ๓๔๘๕
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก

ที่ อว ๘๑๒๔/๐๓๔๙

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน” ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ จากครูกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา จำนวน ๖ ท่าน โดยการประเมินโปรแกรมฯ เป็นรูปแบบที่จัดทำขึ้นบนระบบออนไลน์ที่ website: https://www.aig-system.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1895881388

1895881388
BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๑๒๔/๐๓๙๒

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน” ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ จากครูกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จำนวน ๙ ท่าน โดยการประเมินโปรแกรมฯ เป็นรูปแบบที่จัดทำขึ้นบนระบบออนไลน์ที่ website: https://www.aig-system.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

1895881388 BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ที่ อว ๘๑๒๔/ ๐๓๕๐

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสรรพวิทยาคม จังหวัดตาก

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน” ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ จากครูกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนสรรพวิทยาคม จำนวน ๒๒ ท่าน โดยการประเมินโปรแกรมฯ เป็นรูปแบบที่จัดทำขึ้นบนระบบออนไลน์ที่ website: https://www.aig-system.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

ที่ อว ๘๑๒๔/๐๓๖๑

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ และเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายสุรชัย รักสมบัติ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๙๘๑๐๐๒๗ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหา และระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน" ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฯ จากครูกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนสุรวิทยาคาร จำนวน ๒๗ ท่าน โดยการประเมินโปรแกรมฯ เป็นรูปแบบที่จัดทำขึ้นบนระบบออนไลน์ที่ website: https://www.aig-system.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๒๒๒ ต่อ ๒๐๗๗, ๒๐๗๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
htpp://www.rmcs.buu.ac.th

BUU iThesis 59810027 dissertation / recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122
1595881388

recv: 16062564 16:37:42 / seq: 122

ผลงานวิจัย

สุรชัย รักสมบัติ, ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง. (2565). การพัฒนาระบบสร้างข้อสอบอัตโนมัติสำหรับจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยาก: การประยุกต์แนวคิดวิศวกรรมการประเมิน. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *28*(1), in prees.

สุรชัย รักสมบัติ, ปิยะทิพย์ ประดุจพรม และกนก พานทอง. (2563). การจัดคลังข้อสอบจำแนกตามเนื้อหาและระดับความยากของข้อสอบ: โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *26*(2), 322-336.

Chidchai, M., Surachai, R., Tiwawan, S., & Poonpong, S. (2017). Success Indicators of Academic Ability Test Business Conducted by Private Sector for Students in Basic Education Schools. *In Proceedings of the Burapha University International Conference 2017, "Creativity, Innovation, and Smart Culture for the Better Society"*, (pp. 246-256). Pattaya: Burapha University.