



การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส
ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

สมสุดา จันทเจียง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส
ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก



สมสุดา จันทเจียง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE DEVELOPMENT OF E-LEARNING ON BASIC ROBOT DESIGN
FOR COMPUTING SCIENCE SUBJECT FOR GRADE 8 STUDENTS
AT OPPORTUNITY EXPANSION SCHOOLS UNDER NAKHON NAYOK
PRIMARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE



SOMSUDA JANTHAJIANG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2021

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สมสุดา จันทเจียง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.วีระพันธ์ พานิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

กรรมการ

(ดร.วีระพันธ์ พานิชย์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎาย ธีระวิชิตระกุล)

วันที่ เดือน พ.ศ.

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ)

วันที่ 7 เดือน กย ๒๕๖๔ พ.ศ. ๒๕๖๔

61920117: สาขาวิชา: เทคโนโลยีการศึกษา; กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนการสอนออนไลน์/ ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สมสุดา จันทเจียง : การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. (THE DEVELOPMENT OF E-LEARNING ON BASIC ROBOT DESIGN FOR COMPUTING SCIENCE SUBJECT FOR GRADE 8 STUDENTS AT OPPORTUNITY EXPANSION SCHOOLS UNDER NAKHON NAYOK PRIMARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: วีระพันธ์ พานิชย์, ปร.ค., ชนะวัฒน์ วรรณประภา, ปร.ค. ปี พ.ศ. 2564.

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80 3) เพื่อประเมินทักษะทางการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) แบบทดสอบหลังเรียน 3) แบบฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้ 4) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจ

ผลการศึกษา พบว่า ผลการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก พบว่า 1) ระบบการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ (Learning management system: LMS) มีโครงสร้าง ประกอบด้วย รูปแบบการจัดการเรียน ระบบการนำเสนอเนื้อหา ระบบการทดสอบระบบแจ้งคะแนน และมีฐานข้อมูลจัดเก็บคะแนนผู้เรียน นำเสนอผ่าน <https://webrobot.watsuntorn.ac.th> 2) การประเมินคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 (SD = 0.56) 3) ผลการทดสอบประสิทธิภาพจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีค่าเท่ากับ 80.33/ 83.04 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/ 80 4) ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 และ 5) นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53

61920117: MAJOR: EDUCATIONAL TECHNOLOGY; M.Ed. (EDUCATIONAL TECHNOLOGY)

KEYWORDS: E-LEARNING/ COMPUTATIONAL THINKING

SOMSUDA JANTHAJIANG : THE DEVELOPMENT OF E-LEARNING ON BASIC ROBOT DESIGN FOR COMPUTING SCIENCE SUBJECT FOR GRADE 8 STUDENTS AT OPPORTUNITY EXPANSION SCHOOLS UNDER NAKHON NAYOK PRIMARY EDUCATIONAL SERVICE AREA OFFICE. ADVISORY COMMITTEE: WEERAPUN PANICH, Ph.D., THANAWAT WANNAPRAPHA, Ph.D. 2021.

The objectives of this research were; 1) to develop the online teaching and learning management on basic robot design of computational science course for grade 8 students, 2) to test the effectiveness of online teaching management on the subject of basic robot design of computational science course, 3) to assess the computational thinking skills learned through online teaching on the subject of basic robot design of computational science course for grade 8 student, and 4) to study students' satisfaction towards online teaching and learning on the subject of basic robot design of computational science course for the secondary school students. The population consisted of 23 students in grade 8 at Wat Sunthon Phitharam school. The research instruments were a online teaching management on the subject of basic robot design of computational science course gor grade 8 students, learning achievement test, unit skills practice, computational thinking skills assessment, and a questionnaire on satisfaction.

The results were that develop the online teaching and learning management on basic robot design of computational science course for grade 8 students of the opportunity expansion school under the Nakhon Nayok Primary Educational Service Area Office, it was found that; 1) the development result was an online learning management system (LMS) with a structure consisting of class management content presentation system testing system score notification system and has a database to store student scores, presented through <https://webrobot.watsuntorn.ac.th>, 2) assessing the quality of online teaching and learning management according to the opinions of technical experts at the most appropriate level (mean = 4.64, SD = 0.56) 3) the results of the online teaching management efficiency test $E1/ E2 = 80.33/ 83.04$ met the specified criteria 80/ 80 4) The results of the computational thinking skills assessment found that the students' overall computational thinking skills were at a good level. The mean was 2.70, and 5) Students' satisfaction towards was found at a highest level (Mean = 4.53).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ ดร.ณัฐภาพ สมคิด ครูรัชชญา โปสุวัน क्रमณิรัตน์ ชูชีพ และครูภัทรภร มั่นเพ็ชร ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ รวมทั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านภาษา ด้านเนื้อหา ให้คำแนะนำและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ งานวิจัยนี้ สมบูรณ์

ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล จนทำให้วิทยานิพนธ์ครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณญาติพี่น้อง กัลยาณมิตรทุกท่าน นายปริญญา ยวงทอง และครอบครัว ที่สนับสนุน คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ งานวิจัยสำเร็จด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้และให้ความเมตตาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด เป็นกำลังใจสำคัญ ที่ทำให้การศึกษาวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สมสุดา จันทเจียง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)	9
แนวคิดเชิงคำนวณ	12
หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม	14
การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดสมองกลฝังตัว	17

การออกแบบและพัฒนา E-Learning	26
จิตวิทยาการเรียนรู้	42
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์	45
การออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้ ADDIE Model	51
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ	56
การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ	59
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	64
ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)	64
ขั้นการออกแบบ (Design)	66
ขั้นการพัฒนา (Development)	72
ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)	83
ขั้นการประเมิน (Evaluation)	84
บทที่ 4 ผลการวิจัย	87
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษานครนายก	87
เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก	95
ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบ หุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก	95
ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยาย โอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก	98

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก.....	100
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	103
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	103
เครื่องมือการวิจัย.....	103
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	104
วิธีการดำเนินการวิจัย	104
สรุปผลการวิจัย	104
อภิปรายผล.....	105
ข้อเสนอแนะ	108
บรรณานุกรม	110
ภาคผนวก	114
ภาคผนวก ก	115
ภาคผนวก ข	122
ภาคผนวก ค	124
ภาคผนวก ง.....	126
ภาคผนวก จ	129
ภาคผนวก ฉ	131
ภาคผนวก ช	136
ภาคผนวก ซ	153
ประวัติย่อของผู้วิจัย	160

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	75
ตารางที่ 2 ตารางแสดงระดับคะแนนบ่งชี้ของทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้าน.....	80
ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบประสิทธิภาพ (E1).....	95
ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2).....	97
ตารางที่ 5 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ.....	98
ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 1 การนำเสนอเนื้อหา.....	100
ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 2 การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์.....	101
ตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 3 ความพึงพอใจในการเรียน.....	102

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
ภาพที่ 2 องค์ประกอบและ โครงสร้างหุ่นยนต์.....	23
ภาพที่ 3 แผนผังผู้ใช้งานระบบ LMS.....	28
ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของระบบ CMS.....	31
ภาพที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนตามรูปแบบ ADDIE Model.....	51
ภาพที่ 6 ผังขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น.....	68
ภาพที่ 7 องค์ประกอบหน้าเว็บเพจของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์.....	69
ภาพที่ 8 ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บคะแนนผลการทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบ.....	88
ภาพที่ 9 ฐานข้อมูลของเว็บไซต์การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น.....	88
ภาพที่ 10 หน้าแรกการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น.....	89
ภาพที่ 11 การเข้าสู่ระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น.....	90
ภาพที่ 12 เมนูจุดประสงค์การเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น.....	90
ภาพที่ 13 เมนูเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน.....	91
ภาพที่ 14 วิธีโอการสอนการออกแบบและประกอบ โครงสร้างของหุ่นยนต์ประเภทต่าง ๆ.....	92
ภาพที่ 15 เมนูแบบฝึกทักษะในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น.....	93
ภาพที่ 16 เมนูแบบทดสอบในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น.....	94

ภาพที่ 17 เมนูรายงานผลการเรียนในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์
เบื้องต้น95



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รัฐบาลไทย กำหนดนโยบายเร่งด่วนด้านการศึกษาไว้หนึ่งนโยบาย คือ การเตรียมคนไทยสู่ศตวรรษที่ 21 โดยสร้างแพลตฟอร์มการเรียนรู้ใหม่ในระบบดิจิทัล ปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ มุ่งสู่ระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีด้านวิศวกรรม คณิตศาสตร์ โปรแกรมเมอร์ และภาษาต่างประเทศ ส่งเสริมการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming language) ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา การพัฒนาโรงเรียนคุณภาพในทุกตำบล ส่งเสริมการพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เพื่อแบ่งปันองค์ความรู้ของสถาบันการศึกษาสู่สาธารณะ เชื่อมโยงระบบการศึกษากับภาคปฏิบัติจริงในภาคธุรกิจ สร้างนักวิจัยใหม่และนวัตกรรมเพื่อเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศ สร้างความรู้ความเข้าใจการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล สื่อออนไลน์ และโครงข่ายสังคมออนไลน์ของคนไทย เพื่อป้องกันและลดผลกระทบในเชิงสังคม ความปลอดภัย อาชญากรรมทางไซเบอร์ และสามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการกระจายข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง การสร้างความสามัคคีและความสามัคคีในสังคม รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรมที่จำเป็นในการดำเนินชีวิต โดยยึดสิ่งจะไม่ใช่แค่ทางเลือกของผู้สนใจเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ได้เข้าไปอยู่ในองค์ประกอบในการใช้ชีวิต เพราะเป็นพื้นฐานของความเข้าใจ กระบวนการคิดและการสื่อสารอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะสามารถต่อยอดสู่การพัฒนาอื่น ๆ ทั้งความเข้าใจทั้งด้านหุ่นยนต์ อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (IoT) หรือปัญญาประดิษฐ์ในอนาคต (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2562, หน้า 32)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาการคำนวณ ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม โดยจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ สัปดาห์ละ 1 คาบ เวลาเรียนคาบละ 50 นาที ผู้วิจัย ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ผู้สอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน การรับรู้เนื้อหาของแต่ละคนไม่เท่ากัน อีกทั้ง ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีเวลาที่จำกัด ทำให้ผู้เรียนขาดองค์ประกอบในการเรียนรู้และทำให้เกิดข้อจำกัดในการเรียนรู้เกิดขึ้น ทั้งนี้ จากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ในหน่วยการเรียนรู้การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์เบื้องต้น มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เนื้อหาเป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมการออกแบบและการเขียนโปรแกรม ทำให้นักเรียนต้องศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม แต่ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ต่อคาบไม่เพียงพอ และกิจกรรมของโรงเรียนที่นักเรียนต้องเข้าร่วม ทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่มีความต่อเนื่อง ส่งผลให้การสอบในหน่วยการเรียนรู้การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งทำให้ต้องมีการพัฒนาอย่างเข้มข้นมากขึ้น

จากปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี พบว่า การเรียนการสอนออนไลน์ (Online learning) เป็นนวัตกรรมทางการศึกษา ในรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงวิธีเรียนในรูปแบบเดิม ๆ ให้เป็นการเรียนใหม่ ที่ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำการสอน นอกจากนี้ ความหมายอีกนัยหนึ่ง หมายถึง การเรียนทางไกล การเรียนผ่านเว็บไซต์อีกด้วย (เอ็ดดูเคชั่นเซนเตอร์, 2561)

ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online learning) ผู้เรียนเป็นใครก็ได้ อยู่ที่ใดก็ได้ เรียนเวลาใด เอาตามความสะดวกของผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากการเรียนออนไลน์ เป็นการเรียนผ่านแพลตฟอร์ม หรือเว็บไซต์ ให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง มีสื่อทุกประเภทที่นำเสนอในเว็บไซต์ ไม่ว่าจะเป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ สื่ออินโฟกราฟิก ซึ่งจะช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ได้ตามความต้องการ ทำให้ขอบเขตการเรียนรู้กว้างออกไป และเรียนอย่างรู้ลึกมากขึ้น โดยประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน เนื่องจากไม่ได้จำกัดอยู่ในสถานที่เดียวเท่านั้น เน้นการเรียนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และลดช่องว่างระหว่างการเรียนรู้ในเมืองกับท้องถิ่น (จกฤช โปคาพล, 2563)

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยครูสามารถช่วยนักเรียนให้ปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญา ด้วยการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียน เกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนนั้นต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่ ๆ ให้เข้ากับ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ แล้วนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ (กัญญารัตน์ เจริญจิตร, 2555)

การก้าวผ่านเข้าสู่โลกแห่งการเรียนรู้แบบใหม่ การปรับกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้อง กับพฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาเป็นเครื่องมือ กระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน นับเป็นความท้าทายสำหรับผู้สอนอย่างยิ่ง (สุวิทย์ เมษินทรีย์, 2556)

เนื่องจากการเรียนการสอนตามปกติในชั้นเรียน เป็นการเรียนรู้ในลักษณะของการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถกำหนดสถานที่ หรือเวลาในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้ง ผู้เรียน มีความสามารถในการเรียนรู้เร็ว-ช้าที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการจัดการเรียนการสอนไม่เป็นไปตาม วัตถุประสงค์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ อีกทั้ง ผู้เรียนขาดการทบทวนเนื้อหาภายหลังการเรียน ในห้องเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับไม่ดีนัก (วัฒน์ พลอยศรี, 2553) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่พิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความต้องการและความสามารถ จะทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจ ตามกำลังความสามารถของตน การใช้วิธีการ จัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2548)

เพื่อเป็นแนวทางเลือกในการเรียนรู้ และสามารถแก้ไขปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ความต้องการและความสามารถของผู้เรียน อีกทั้ง ยังช่วยเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้กับผู้เรียนอีกด้วย การเรียนการสอนออนไลน์ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และฝึกฝนตนเองได้โดยลำพัง แบบไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาและสถานที่ โดยสนับสนุนระบบ การเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student centered learning) ที่ผู้เรียนสามารถควบคุมจังหวะ การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-paced learning) ดังนั้น การเรียนการสอนออนไลน์นี้ จะช่วยให้ผู้เรียน ไม่เกิดความกดดันขณะเรียน เมื่อเรียนไม่ทันผู้อื่น ทำให้ไม่รู้สึกเครียดในระหว่างเรียน จึงส่งผลให้ ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนที่สูงขึ้น

จากปัญหาที่เกิดขึ้นและจากการศึกษาหลักการทฤษฎีในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงดำเนินการ วิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ และ เกิดทักษะทางด้านเทคโนโลยี และเพื่อช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อให้เข้าถึงความรู้ได้สะดวก รวดเร็ว สามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจและความสามารถของตนเอง อีกทั้ง เป็นการเสริมแรง ให้นักเรียนอยากเรียนรู้ มุ่งเน้นพัฒนาการเรียนแบบลงมือปฏิบัติ และส่งเสริมให้ผู้เรียน

มีการทบทวนความรู้นอกเวลาเรียน หลังจากทีเรียนในชั้นเรียน ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และเป็นคุณสมบัติที่ทำให้การเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์ที่เป็นจุดเด่น ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพ $E1/E2 = 80/80$
3. เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขอบเขตของการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) โดยใช้กระบวนการพัฒนาตามแนวคิด ADDIE Model

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขยายโอกาส ในกลุ่มอำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 62 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 23 คน ได้มาจกวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)
3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรสถานศึกษาวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 3 เรื่อง ได้แก่ เรื่องที่ 1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

เรื่องที่ 2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 13 ขั้นตอน

เรื่องที่ 3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เชิงกลและหลักการออกแบบหุ่นยนต์

หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ได้แก่ เรื่อง หลักการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

กรอบแนวคิดการวิจัย

Analysis	Design	Development	Implement	Evaluation
1. หลักสูตร วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 2. เนื้อหา เรื่อง การออกแบบ หุ่นยนต์ เบื้องต้น 3. จิตวิทยาที่ใช้ใน การออกแบบ การจัดการเรียน การสอน ออนไลน์ 4. การออกแบบ และพัฒนา บทเรียน ออนไลน์ด้วย ADDIE Model	1. ออกแบบ การจัดการเรียน การสอน ออนไลน์ เรื่อง การออกแบบ หุ่นยนต์ เบื้องต้น 2. ออกแบบ การประเมิน ทักษะการคิด เชิงคำนวณ 3. ออกแบบ การศึกษา ความพึงพอใจ 4. ออกแบบ การทดสอบ หลังเรียน	1. การพัฒนา และ หาคุณภาพการจัด การเรียนการสอน ออนไลน์ เรื่อง การออกแบบ หุ่นยนต์เบื้องต้น - สร้างระบบ การจัดการเรียน การสอน ออนไลน์ (Learning management system: LMS) - สร้างฐานข้อมูล - พัฒนาเนื้อหา - พัฒนากิจกรรม 2. การพัฒนา และ หาคุณภาพ แบบประเมิน ทักษะการคิด เชิงคำนวณ แบบศึกษา ความพึงพอใจ และแบบทดสอบ หลังเรียน	นำการจัดการเรียน การสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบ หุ่นยนต์เบื้องต้น ไปใช้จริง 1. แนะนำการใช้ บทเรียน ออนไลน์ 2. ทำแบบทดสอบ ก่อนเรียน 3. เรียนด้วย การจัดการเรียน การสอน ออนไลน์ 4. ทำแบบประเมิน ทักษะการคิด เชิงคำนวณ 5. ทำแบบทดสอบ หลังเรียน 6. ทำแบบประเมิน ความพึงพอใจ	1. ประเมิน ประสิทธิภาพ ของการพัฒนา การจัด การเรียน การสอน ออนไลน์ฯ 2. ประเมินทักษะ การคิด เชิงคำนวณ ของนักเรียน ที่เรียนด้วย การจัด การเรียน การสอน ออนไลน์ฯ 3. ประเมิน ความพึงพอใจ ของนักเรียน ที่มีต่อการจัด การเรียน การสอน ออนไลน์ฯ

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. แบบฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้
4. แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชา วิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชา วิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก โดยใช้การทดลองระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น ที่มีประสิทธิภาพ
2. ผู้เรียนมีช่องทางในการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสนุกสนานกับการเรียนรู้
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับผู้สอน เพื่อนำไปพัฒนา และปรับปรุงแนวทางจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ในกลุ่มสาระวิชาอื่น ๆ

นิยามศัพท์เฉพาะ

วิทยาการคำนวณ (Computing science) หมายถึง วิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มุ่งเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) มีความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital technology) และมีพื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (Media and information literacy)

การพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์ หมายถึง การสร้างระบบการเรียนผ่านห้องเรียนเสมือนออนไลน์ ผ่านเว็บไซต์ <http://webrobot.watsuntorn.ac.th/> เป็นระบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน การนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ การทำแบบฝึกทักษะหลังเรียนแต่ละหน่วย การทำแบบทดสอบหลังเรียน และการสนทนาระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนกับนักเรียน

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หมายถึง คะแนนความสามารถของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนมีความสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ได้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับแบบทดสอบหลังเรียน นำมาคำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบกันในรูปแบบของ E1/ E2 โดยถือเกณฑ์ 80/ 80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมด จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมด จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การออกแบบหุ่นยนต์ หมายถึง ออกแบบและกระบวนการทางวิศวกรรมเบื้องต้น เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวัตถุประสงค์ของหุ่นยนต์ที่ต้องการสร้าง
2. เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์
3. ออกแบบสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบ
4. นำหุ่นยนต์ต้นแบบมาทดสอบบันทึกผล
5. สร้างหุ่นยนต์จากหุ่นยนต์ต้นแบบ

หุ่นยนต์ทำภารกิจ หมายถึง หุ่นยนต์ที่ทำงานอัตโนมัติ โดยไม่มีการใช้รีโมทคอนโทรลควบคุมการทำงาน โดยการเขียนโปรแกรมลงบอร์ดสมองกลฝังตัว เพื่อทำภารกิจตามโจทย์ที่ได้รับ

บอร์ดสมองกลฝังตัว หมายถึง บอร์ด KidBright และบอร์ด NKP เป็นบอร์ดสมองกลฝังตัว ที่สามารถทำงานตามชุดคำสั่ง โดยสร้างชุดคำสั่งผ่านโปรแกรม KB-IDE บนคอมพิวเตอร์ โดยการลากบล็อกคำสั่งมาวางต่อกัน (Drag and drop) ชุดคำสั่งที่ถูกสร้างดังกล่าว จะถูกส่งไปที่บอร์ดสมองกลฝังตัว ให้ทำงานตามที่โปรแกรมไว้

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง กระบวนการในการแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล เป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหา/ งานย่อย (Decomposition) เป็นการพิจารณาและการแบ่งปัญหา/ งาน/ ส่วนประกอบ ออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2. การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (Pattern recognition) การพิจารณารูปแบบ แนวโน้มและลักษณะทั่วไปของปัญหา/ ข้อมูล โดยพิจารณาว่า เคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกัน สามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อย ซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกันว่า มีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ ทำให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

3. การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) ขั้นตอนในการแก้ปัญหา หรือการทำงาน โดยมีลำดับของคำสั่ง หรือวิธีการที่ชัดเจน ที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้

ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากที่ได้รับบริการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยวัดค่าเป็นคะแนนจากการทำแบบประเมินความพึงพอใจทางการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. แนวคิดเชิงคำนวณ
3. หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม
4. การเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ดสมองกลฝังตัว
5. การออกแบบและพัฒนา E-Learning
6. จิตวิทยาการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอน
7. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์
8. การออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้ ADDIE Model
9. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ
10. การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์และสสารโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มี

ความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิต หรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระ ในแต่ละระดับชั้น ให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

เป้าหมาย วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1. เป้าหมาย

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัด

ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

1.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

1.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

1.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

1.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาคือ การประกอบอาชีพ และการศึกษาดลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

สาระการเรียนรู้: สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะและทรัพยากร เพื่อออกแบบและสร้าง

ผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

2. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

จากการศึกษาเอกสารหลักสูตร สรุปได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ ผู้เรียน ได้เรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้าง องค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำความสาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ และคุณภาพผู้เรียน รวมถึงโครงสร้างรายวิชา มาเป็นกรอบในการออกแบบบทเรียนออนไลน์ เพื่อใช้ในการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีคุณภาพตามที่หลักสูตรกำหนด

แนวคิดเชิงคำนวณ

วิทยาการคำนวณ (Computing science)

เป็นวิชาที่มุ่งเน้นการเรียนการสอนให้เด็กสามารถคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) มีพื้นฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital technology) และมีพื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อ และข่าวสาร (Media and information literacy) ซึ่งการเรียนวิทยาการคำนวณ จะไม่จำกัดอยู่เพียงแค่ การคิดให้เหมือนคอมพิวเตอร์เท่านั้น และไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการคิดในศาสตร์ของนักวิทยาการ คอมพิวเตอร์ แต่จะเป็นกระบวนการความคิดเชิงวิเคราะห์ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหามนุษย์ โดยเป็นการสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานและช่วยแก้ไขปัญหามาที่เราต้องการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ มีเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียน กล่าวคือ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการ คอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และสามารถใช้อุปกรณ์ เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบมีจริยธรรม

ทั้งนี้ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จะเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการออกแบบ และการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อเป็นการฝึกแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ไปพร้อม ๆ กัน ส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะเป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณ เพื่อนำไปใช้ในการบูรณาการกับ วิชาอื่น ๆ อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)

การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) คือ กระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลาย ลักษณะ เช่น การจัดลำดับเชิงตรรกศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างสรรควิธีการแก้ปัญหา ไปทีละขั้น ทีละตอน รวมทั้งการย่อยปัญหาที่ช่วยรับมือกับปัญหาที่ซับซ้อน หรือมีลักษณะ เป็นคำถามปลายเปิดได้ วิธีคิดเชิงคำนวณมีความจำเป็นในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ สำหรับ คอมพิวเตอร์ แต่ในขณะเดียวกัน วิธีคิดนี้ ยังช่วยแก้ปัญหาในวิชาต่าง ๆ ได้ด้วย โดยการคิด เชิงคำนวณประกอบไปด้วย 4 เสาหลักของการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

1. Decomposition (การย่อยปัญหา) หมายถึง การย่อยปัญหา หรือระบบที่ซับซ้อน ออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการและแก้ปัญหา เช่น การบอกว่า อาหารที่เราไม่เคยทาน แล้วได้ทดลองทานดูนั้น มีรสชาติ กลิ่น มาจากส่วนประกอบอะไรบ้าง รูปแบบเบื้องต้น คือ การแจกแจงปัญหาไปสู่ส่วนประกอบย่อยเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. Pattern recognition (การจดจำรูปแบบ) คือ การมองหารูปแบบของปัญหา หรือ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ เมื่อเราย่อยปัญหาออกเป็นส่วนเล็ก ๆ ขั้นตอนต่อไป คือ การหารูปแบบ หรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาเล็ก ๆ ที่ถูกย่อยออกมา เช่น หากต้องวาดรูปแมว แมวทั้งหลาย ย่อมมีลักษณะบางอย่างที่เหมือนกัน พวกมันมีตา หาง ขน และชอบกินปลา และร้องเหมียว ๆ ลักษณะที่มีร่วมกันนี้ เราเรียกว่า รูปแบบ เมื่อเราสามารถอธิบายแมวตัวหนึ่งได้ เราจะอธิบาย ลักษณะของแมวตัวอื่น ๆ ได้ ตามรูปแบบที่เหมือนกันนั่นเอง

3. Abstraction (ความคิดด้านนามธรรม) คือ การมองภาพรวม เพื่อยามสิ่งที่เป็น รายละเอียดปลีกย่อย มุ่งความคิดไปที่ข้อมูลสำคัญ และคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อให้ จดจ่อเฉพาะสิ่งที่แตกต่างกัน เช่น มีตาสีเขียว ขนสีดำ ชอบกินปลา ความคิดด้านนามธรรม จะคัดกรองลักษณะที่ไม่ได้รวมกันกับแมวตัวอื่น ๆ เหล่านี้ออกไป เพราะรายละเอียดที่ไม่เกี่ยวข้อง เหล่านี้ ไม่ได้ช่วยให้เราอธิบายลักษณะพื้นฐานของแมวในการวาดภาพมันออกมาได้ กระบวนการ คัดกรองสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป และมุ่งไปที่รูปแบบ ซึ่งช่วยให้เราแก้ปัญหาได้ เรียกว่า แบบจำลอง เมื่อเรามีความคิดด้านนามธรรม มันจะช่วยให้เรารู้ว่า ไม่จำเป็นที่แมวทุกตัวต้องหางยาว และมีขนสั้น หรือทำให้เรามีโมเดลความคิดที่ชัดเจนขึ้นนั่นเอง

4. Algorithm design (การออกแบบอัลกอริทึม) คือ การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน หรือสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมา เพื่อดำเนินตามทีละขั้นตอนในการแก้ปัญหา เช่น บุรุษไปรษณีย์ที่เคยเดินทางไปส่งจดหมายในพื้นที่ต่าง ๆ ก็สามารถสร้างแผนที่การเดินทาง ที่ซับซ้อนไว้ให้สำหรับคนใหม่ที่ต้องมาทำแทน ก็จะไม่หลงทาง นั่นคือ การสร้างลำดับการทำงาน อีกเช่นกัน หรือเมื่อเราต้องการส่งคอมพิวเตอร์ทำงานให้บางอย่าง เราต้องเขียนโปรแกรมคำสั่ง เพื่อให้มันทำงานไปตามขั้นตอน การวางแผนเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตอบสนองความต้องการ ของเราเอง ที่เราเรียกว่า วิธีคิดแบบอัลกอริทึม คอมพิวเตอร์จะทำงานได้ดีเพียงใด ขึ้นอยู่กับ ชุดคำสั่งอัลกอริทึมที่เราสั่งให้มันทำงาน การออกแบบอัลกอริทึมยังเป็นประโยชน์ต่อการคำนวณ การประมวลผลข้อมูลและการวางระบบอัตโนมัติต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2551)

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นวิธีคิดให้เข้าใจกระบวนการ แก้ปัญหา สามารถวิเคราะห์และคิดอย่างมีตรรกะ เป็นระบบและสร้างสรรค์ รวมทั้งสามารถ นำวิธีคิดเชิงคำนวณไปปรับแก้ไขปัญหาในสาขาวิชาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เป็นประโยชน์ ในการต่อยอดองค์ความรู้ต่าง ๆ ได้ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียน ได้พัฒนาทักษะในการคิดเชิงคำนวณและนำวิธีคิดเชิงคำนวณไปแก้ไขปัญหาล่าง ๆ และต่อยอด องค์ความรู้ต่าง ๆ ได้

หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้ จะเริ่มจากการระบุปัญหาที่พบ แล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงทำการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง และ ทำการวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการวางแผนและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ เมื่อสร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปทดสอบ หากมีข้อบกพร่องก็ให้ทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้สิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ นั้น ๆ สามารถใช้แก้ไขปัญหา หรือสนองความต้องการได้ ส่วนในตอนสุดท้าย จะดำเนินการ ประเมินผลว่า สิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการนั้น จะสามารถใช้แก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังนั้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จึงประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem identification)

เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันที่พบเจอ ซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W 1H เมื่อเกิดสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งคำถามจากหลัก 5W1H ประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่า ปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ คืออะไร

When เป็นการตั้งคำถาม ปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้น จะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถาม ปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้น จะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่า ทำไมถึงเกิดปัญหา หรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถาม เพื่อวิเคราะห์ถึงแนวทาง หรือวิธีการแก้ปัญหา นั้น จะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search)

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ และแนวทางการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 เพื่อหาวิธีการที่หลากหลาย สำหรับใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้ จะเป็นการศึกษาของคัมภีร์จากทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้น นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์และสรุปเป็นสารสนเทศ และวิธีการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ โดยวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ อาจมีได้มากกว่า 1 วิธี จากนั้น จึงพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ ในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องและการนำไปใช้ได้จริงของวิธีการแต่ละวิธี ดังนั้น วิธีการที่จะถูกพิจารณาคัดเลือก จะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหาหรือความต้องการ มาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design)

เป็นขั้นตอนของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ โดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นที่ 2 ซึ่งขั้นตอนนี้ จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ การอธิบาย เป็นต้น

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development)

เป็นขั้นตอนของการวางลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้น จึงลงมือสร้าง หรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อที่จะนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement)

เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและประเมินชิ้นงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่า สามารถทำงาน หรือใช้ในการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร และ ควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน หรือแบบจำลองวิธีการในส่วนใด ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึง ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้น จนได้ชิ้นงานวิธีการที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Presentation)

เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงาน หรือวิธีการที่สร้าง ขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนนั้น หากนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน จะสามารถดำเนินการ โดยที่ผู้สอนสามารถ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา มาไว้ส่วนของขั้นนำ ซึ่งจะเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ ทำการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น สำหรับในขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 6 ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อาจจะนำมาไว้ในส่วนของขั้นพัฒนาผู้เรียน ส่วนในขั้นสรุปของการเรียน จะเป็นการสรุปร่วมกันถึงองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่ได้จากการค้นคว้า เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสนอง ความต้องการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2551)

สรุปได้ว่า การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นเครื่องมือช่วยในการจัด การเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของเยาวชน จะช่วยให้เยาวชนได้มีการฝึก ทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิม ให้ขยายไปจนเกิดมุมมอง ใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างครอบคลุมและถูกต้อง จนนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการที่มีความสามารถ นำไปแข่งขันในเชิงธุรกิจ และเป็นการเพิ่มความสามารถทางปัญญา ของเยาวชนไทย ซึ่งเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคต

การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดสมองกลฝังตัว

การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

พื้นฐานความรู้ในการสร้างหุ่นยนต์ หากพิจารณาการทำงานของหุ่นยนต์แล้ว จะพบว่า หุ่นยนต์นั้น มักจะเคลื่อนย้ายหรือสลับตำแหน่งได้ตามการควบคุม หรือการเขียนโปรแกรมสั่งงาน หุ่นยนต์โดยการทำงานต่าง ๆ นั้น จะมีกลไกในการเคลื่อน หรือหมุนไปในทิศทางต่าง ๆ อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ได้แก่ เฟือง (Gears) ลูกกลอกและสายพาน (Pulleys) ลูกสูบ (Slide or actuator) และมีมอเตอร์เป็นตัวหมุนกลไก โดยใช้ไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน หุ่นยนต์สามารถรับรู้สิ่งต่าง ๆ จากภายนอกได้ โดยใช้ตัวรับข้อมูล (Sensor) ซึ่งตัวรับข้อมูลแต่ละประเภท จะทำงานได้แตกต่างกัน การควบคุมหุ่นยนต์นั้น อาจควบคุมโดยมนุษย์ คอยกดปุ่มควบคุมต่าง ๆ หรือทำงานโดยอัตโนมัติตามโปรแกรมที่เขียนให้กับหุ่นยนต์ตัวนั้น ดังนั้น การสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมา 1 ตัว จะต้องใช้ความรู้ทางด้านกลไก หรือ โครงสร้างหุ่นยนต์ (Mechanical assembly) สำหรับสร้างตัวหุ่นยนต์ขึ้นมา นั้น ใช้ความรู้ด้านการประกอบวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical and electronics wiring) มาตรฐานวงจรควบคุมต่าง ๆ และใช้ความรู้ด้านการเขียนควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (Software programming)

ในการสร้างหุ่นยนต์สำหรับการเรียนรู้เบื้องต้นนั้น เราสามารถแบ่งระดับตามการควบคุม หุ่นยนต์ ได้ 2 แบบ ดังนี้ ระบบบังคับมือ (Manual system) เป็นการควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้มนุษย์เป็นผู้สั่งการบังคับ หรือควบคุมให้หุ่นยนต์ทำ หรือเคลื่อนไปหาตามที่ต้องการ ผ่านเครื่องมือควบคุมที่สร้างขึ้น อาจนำสวิทช์ หรือจอยสติค (Joystick) มาสร้างเป็นตัวควบคุมก็ได้ การพัฒนาหุ่นยนต์ลักษณะนี้ เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นการเรียนรู้หุ่นยนต์

ระบบอัตโนมัติ (Automation system) เป็นการนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ วงจรลอจิก หรือการเขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ มาทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ การพัฒนาหุ่นยนต์ลักษณะนี้ ผู้สร้างจะต้องมีความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี

บอร์ดสมองกลฝังตัว

บอร์ดสมองกลฝังตัว คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่นำไปฝังไว้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความฉลาดของอุปกรณ์นั้น ๆ ผ่านซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานที่แตกต่างจากระบบประมวลผลในคอมพิวเตอร์ บอร์ดสมองกลฝังตัวถูกใช้อย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ อุปกรณ์สื่อสาร และหุ่นยนต์ขนาดเล็ก

การสร้างชุดคำสั่งแบบบล็อก

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปผู้เขียนจำเป็นต้องจำคำสั่งและไวยากรณ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ให้แม่นยำก่อน จึงจะสามารถสร้างชุดคำสั่งที่ต้องการได้ ซึ่งคำสั่งเหล่านั้นเป็นภาษาอังกฤษและมีรูปแบบที่แน่นอนตายตัว ถ้าเขียนคำสั่งผิดพลาดเพียงเล็กน้อย โปรแกรมจะไม่สามารถทำงานได้ เพื่อก้าวข้ามอุปสรรคดังกล่าว จึงเกิดวิธีการสร้างชุดคำสั่งแบบบล็อกขึ้น ทำให้การสร้างชุดคำสั่งทำได้ง่าย เพียงใช้การลากบล็อกคำสั่งที่ต้องการมาเรียงต่อกัน ช่วยให้ผู้เรียนโฟกัสไปที่กระบวนการคิด มากกว่าการแก้ปัญหาเรื่องการพิมพ์คำสั่งผิด โดยการสร้างชุดคำสั่งโดยใช้ Block base programming ซึ่งสามารถลากบล็อกชุดคำสั่งมาเรียงต่อกัน เพื่อควบคุมให้บอร์ดสมองกลฝังตัวทำงานตามลำดับที่กำหนด จากนั้นโปรแกรม KB IDE จะทำการคอมไพล์ชุดคำสั่งเป็นโค้ดที่เหมาะสมและส่งไปยังบอร์ด เมื่อบอร์ดได้รับคำสั่ง จะทำงานตามขั้นตอนที่ชุดคำสั่งกำหนดไว้

การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น

ในการเขียนโปรแกรม หรือภาษาคอมพิวเตอร์นี้ โดยทั่วไปแล้ว แต่ละภาษาจะมีหลักเกณฑ์ในการเขียนและการออกแบบโปรแกรมเหมือนกัน ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการเขียนโปรแกรมออกได้เป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis the problem) ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนแรกสุดที่นักเขียนโปรแกรมจะต้องทำ ก่อนที่จะลงมือเขียนโปรแกรมจริง ๆ เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น และค้นหาจุดมุ่งหมายหรือสิ่งที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้ จะมีองค์ประกอบอยู่ 3 องค์ประกอบที่จะช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา ได้แก่

1. การระบุข้อมูลเข้า (Input) ต้องรู้ว่า มีข้อมูลอะไรบ้างที่จะต้องป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์พร้อมกับโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลและออกผลลัพธ์
2. การระบุข้อมูลออก (Output) จะพิจารณาว่า งานที่ทำมีเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์อะไร ต้องการผลลัพธ์ที่มีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร โดยจะต้องคำนึงถึงผู้ใช้เป็นหลักในการออกแบบผลลัพธ์
3. กำหนดวิธีการประมวลผล (Process) ต้องรู้วิธีการประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบโปรแกรม (Design a program) หลังจากวิเคราะห์ปัญหาแล้ว ขั้นตอนถัดไป คือ การออกแบบโปรแกรม โดยใช้เครื่องมือช่วยในการออกแบบ ในขั้นตอนนี้ ยังไม่ได้เป็นการเขียนโปรแกรมจริง ๆ แต่จะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น โดยสามารถเขียนตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ และช่วยให้การเขียนโปรแกรม มีข้อผิดพลาด

น้อยลง ช่วยตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ทำให้ทราบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องไปไล่ดูจากตัวโปรแกรมจริง ๆ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบ การเขียนโปรแกรม เหมือนกับการสร้างบ้านแล้ว ในขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมนี้ เปรียบเหมือนการสร้าง แปลนบ้านลงในกระดาษไว้ ซึ่งในการสร้างบ้านจริง ก็จะอาศัยแปลนบ้านนี้เป็นต้นแบบ ในการสร้างนั่นเอง

ในขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมนี้ เป็นการออกแบบการทำงานของโปรแกรม หรือ ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้เครื่องมือมาช่วยในการออกแบบได้ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบโปรแกรมมีอยู่หลายอย่าง ซึ่งวิธีการ ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับ ใช้ในการออกแบบ โปรแกรม เช่น อัลกอริทึม (Algorithm) ผังงาน (Flowchart) รหัสจำลอง (Pseudo-code) แผนภูมิโครงสร้าง (Structure chart) มีรายละเอียด ดังนี้

1. อัลกอริทึม เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบโปรแกรม โดยใช้ข้อความที่เป็นภาษาพูดในการอธิบายการทำงานของโปรแกรมที่เป็นลำดับขั้นตอน จะข้ามไปข้ามมาไม่ได้ นอกจาก จะต้องเขียนสั่งไว้ต่างหาก ตัวอย่างอัลกอริทึมง่าย ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น อัลกอริทึม การสระผม เป็นต้น

2. ผังงาน เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบโปรแกรม โดยใช้สัญลักษณ์รูปภาพ แสดง ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาทีละขั้น และมีเส้นที่แสดงทิศทาง การไหลของข้อมูล ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านสามารถ อ่านและทำความเข้าใจได้โดยง่าย

3. รหัสจำลอง จะมีการใช้ข้อความที่เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยก็ได้ ในการแสดง ขั้นตอนการแก้ปัญหา แต่จะมีการใช้คำเฉพาะ (Reserve words) ที่มีอยู่ในภาษาโปรแกรม มาช่วย ในการเขียน โครงสร้างของรหัสจำลอง จึงมีส่วนที่คล้ายกับการเขียนโปรแกรมมาก ดังนั้น รหัสจำลองจึงเป็นเครื่องมืออีกแบบ ที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในการออกแบบโปรแกรม

4. แผนภูมิโครงสร้าง การใช้แผนภูมิโครงสร้าง จะเป็นการแบ่งงานใหญ่ออกเป็นโมดูลย่อย ๆ ซึ่งเรียกว่า การออกแบบจากบนลงล่าง (Top-down design) แต่ละ โมดูลย่อย ก็ยังสามารถ แยกออกได้อีก จนถึงระดับล่างสุด ที่สามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างง่าย

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนโปรแกรม (Coding) ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการนำเครื่องมือที่ ถูกสร้างขึ้นจากขั้นตอนการออกแบบมาแปลให้เป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการสร้าง โปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น เราสามารถเลือกใช้ภาษาได้หลายภาษา ตั้งแต่ภาษาระดับต่ำ เช่น ภาษาแอสเซมบลี จนถึงภาษาระดับสูง เช่น ภาษาเบสิก ภาษาโคบอล ภาษาปาสคาล ภาษาซี ซึ่งแต่ละภาษาจะมีรูปแบบ โครงสร้าง หรือไวยากรณ์ของภาษาที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น

การเขียนโปรแกรมที่ดีนั้น ควรจะต้องทำตามขั้นตอน คือ เริ่มตั้งแต่วิเคราะห์ปัญหาให้ได้ก่อน แล้วทำการออกแบบโปรแกรม จึงจะเริ่มเขียนโปรแกรม ซึ่งในการเขียนโปรแกรมนั้น สำหรับผู้ที่ยังไม่มีประสบการณ์การเขียนโปรแกรมเพียงพอ ก็ควรจะทดลองเขียนลงในกระดาษก่อน แล้วตรวจสอบจนแน่ใจว่า สามารถทำงานได้แล้ว จึงทำการป้อนเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและทำให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Testing and debugging)

หลังจากที่ทำการเขียนโปรแกรมเสร็จสิ้นแล้ว โปรแกรมนั้น จะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนว่ามีข้อผิดพลาด (Error) ในโปรแกรมหรือไม่ ซึ่งอาจเกิดจากการเขียนโปรแกรมที่ผิดพลาดไวยากรณ์ของภาษา เป็นต้น โดยทั่วไป จะมีวิธีที่จะตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ตรวจสอบด้วยตนเอง (Self-checking) เป็นการทดลองเขียนโปรแกรมลงบนกระดาษ แล้วตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมทีละขั้นด้วยตนเองว่า โปรแกรมมีการทำงานที่ถูกต้อง ได้ผลลัพธ์ตรงตามความเป็นจริงหรือไม่

2. ตรวจสอบด้วยการแปลภาษา (Translating) หลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จ และมีการตรวจสอบด้วยตนเองเรียบร้อยแล้ว ก็จะป้อนโปรแกรมเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการแปลโปรแกรม โดยจะต้องเรียกใช้ตัวแปลภาษาโปรแกรม ที่เรียกว่า คอมไพเลอร์ (Compiler) หรืออินเตอร์พรีเตอร์ (Interpreter) ใดๆ อย่างหนึ่ง ทำการแปลภาษาโปรแกรม ให้เป็นภาษาเครื่อง การแปลนี้ จะเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมด้วย ซึ่งถ้ามีข้อผิดพลาดใดๆ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแจ้งให้ทราบทางหน้าจอ หลังจากทำการเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว เวลา 50-70 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาในการพัฒนาโปรแกรม จะถูกใช้ไปในการหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมและการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Testing and validating) ในบางครั้ง โปรแกรมอาจผ่านการแปล โดยไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ แจ้งออกมา แต่เมื่อนำโปรแกรมนั้นไปใช้งานปรากฏว่า ได้ผลลัพธ์ที่ไม่เป็นจริง เนื่องจากอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้น จึงควรจะต้องมีขั้นตอนการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมอีกด้วย ในการทดสอบความถูกต้องของข้อมูล จะมีอยู่หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. การใส่ข้อมูลที่ถูกต้อง (Valid case) เป็นการทดสอบโปรแกรม เมื่อมีการรันโปรแกรม ให้ทำการใส่ข้อมูลที่ถูกต้องลงในโปรแกรม และดูว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม ถูกต้องตามความเป็นจริง หรือตรงตามที่ต้องการหรือไม่

2. การใช้ขอบเขตและความถูกต้องของข้อมูล เป็นการทดสอบ โดยตรวจสอบขอบเขตของข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรม เช่น ถ้าโปรแกรมให้มีการป้อนวันที่ ก็จะต้องตรวจสอบว่า วันที่ที่ป้อน จะต้องไม่เกินวันที่ 31 ถ้าผู้ใช้ป้อนวันที่ที่เป็นเลข 32 โปรแกรมจะไม่ยอมให้ป้อนวันที่นี้ได้

3. การใช้ความสมเหตุสมผล ตัวอย่างเช่น ถ้าโปรแกรมมีการออกแบบให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลลงไปในรูปแบบที่มีข้อมูลที่เป็นเพศ (หญิง หรือชาย) และรายละเอียดส่วนตัวของคน ๆ นั้น เช่น เพศ วันลาคลอดชาย ต้องไม่มี (ห้ามใส่) หญิง อาจมี หรือ ไม่มีก็ได้

4. ข้อมูลที่เป็นตัวเลขและตัวอักษร เป็นการตรวจสอบว่า ถ้าโปรแกรมให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลในฟิลด์ที่ต้องรับข้อมูลที่เป็นตัวเลข เช่น ฟิลด์ที่เป็นจำนวนเงิน ก็ควรจะยอมให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลได้เฉพาะตัวเลขเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใส่ตัวอักษรในฟิลด์นั้นได้ หรือถ้าเป็นฟิลด์ที่รับข้อมูลที่เป็นตัวอักษร เช่น ฟิลด์ชื่อ-นามสกุล ก็จะต้องป้อนข้อมูลได้เฉพาะตัวอักษรเท่านั้น จะป้อนตัวเลขไม่ได้

5. ข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนด ข้อมูลที่ป้อนในฟิลด์ ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้แน่นอนแล้วเท่านั้น เช่น กำหนดให้ฟิลด์นี้ ป้อนข้อมูลได้เฉพาะตัวเลขที่อยู่ในกลุ่ม 1, 2, 5 และ 7 ได้เท่านั้น จะป้อนเป็นตัวเลขอื่นที่ไม่อยู่ในกลุ่มนี้ ไม่ได้

ขั้นตอนที่ 6 การทำเอกสารประกอบโปรแกรม (Documentation) การทำเอกสารประกอบโปรแกรม คือ การอธิบายรายละเอียดของโปรแกรมว่า จุดประสงค์ของโปรแกรมคืออะไร สามารถทำงานอะไรได้บ้าง และมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นอย่างไร เครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบโปรแกรม เช่น ผังงาน หรือรหัสจำลอง ก็สามารถนำมาประกอบกันเป็นเอกสารประกอบโปรแกรมได้ โปรแกรมเมอร์ที่ดี ควรมีการทำเอกสารประกอบโปรแกรม ทุกขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการออกแบบ การเขียน โปรแกรม หรือขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม ซึ่งการทำเอกสารนี้ จะมีประโยชน์อย่างมากต่อหน่วยงาน เนื่องจากบางครั้งอาจต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไข โปรแกรมที่ได้มีการทำเสร็จไปนานแล้ว เพื่อให้ตรงกับความต้องการที่เปลี่ยนไป จะทำให้เข้าใจโปรแกรมได้ง่ายขึ้น และจะเป็นการสะดวกต่อผู้ที่ต้องเข้ามารับช่วงงานต่อที่หลังเอกสารประกอบโปรแกรม โดยทั่วไปจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

1. เอกสารประกอบโปรแกรมสำหรับผู้ใช้ (User documentation) จะเหมาะสำหรับผู้ใช้ที่ไม่ต้องเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม แต่เป็นผู้ที่ใช้งานโปรแกรมอย่างเดียว จะเน้นการอธิบายเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น โปรแกรมนี้ทำอะไร ใช้งานในด้านไหน ข้อมูลเข้า มีลักษณะอย่างไร ข้อมูลออก หรือผลลัพธ์มีลักษณะอย่างไร การเรียกใช้โปรแกรม ทำอย่างไร คำสั่ง หรือข้อมูลที่จำเป็นให้โปรแกรมเริ่มทำงาน มีอะไรบ้าง อธิบายเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความสามารถของโปรแกรม

2. เอกสารประกอบโปรแกรมสำหรับผู้เขียนโปรแกรม (Technical documentation)

จะได้ออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.1 ส่วนที่เป็นคำอธิบาย หรือหมายเหตุในโปรแกรม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คอมเมนต์ (Comment) ซึ่งส่วนใหญ่ มักจะเขียนแทรกอยู่ในโปรแกรมอธิบายการทำงานของโปรแกรม

2.2 ส่วนอธิบายด้านเทคนิค ซึ่งส่วนนี้ มักจะทำเป็นเอกสารแยกต่างหากจากโปรแกรม จะอธิบายในรายละเอียดที่มากขึ้น เช่น ชื่อโปรแกรมย่อยต่าง ๆ มีอะไรบ้าง แต่ละโปรแกรมย่อย ทำหน้าที่อะไร และคำอธิบายย่อ ๆ เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 7 การบำรุงรักษาโปรแกรม (Program maintenance)

เมื่อโปรแกรมผ่านการตรวจสอบตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว และถูกนำมาให้ผู้ใช้งานได้ใช้งาน ในช่วงแรกผู้ใช้อาจจะยังไม่คุ้นเคย ก็อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นมาบ้าง ดังนั้น จึงต้องมีผู้คอยควบคุมดูแลและตรวจสอบการทำงาน การบำรุงรักษาโปรแกรม จึงเป็นขั้นตอนที่ผู้เขียนโปรแกรม ต้องคอยเฝ้าดูแลและหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม ในระหว่างที่ผู้ใช้ใช้งานโปรแกรม และปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น หรือในการใช้งานโปรแกรมไปนาน ๆ ผู้ใช้อาจต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบเดิม เพื่อให้เหมาะกับเหตุการณ์ เช่น ต้องการเปลี่ยนแปลงหน้าตาของรายงาน มีการเพิ่มเติมข้อมูลหรือลบข้อมูลเดิม นักเขียนโปรแกรมก็จะต้องคอยปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม ตามความต้องการของผู้ใช้ที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น

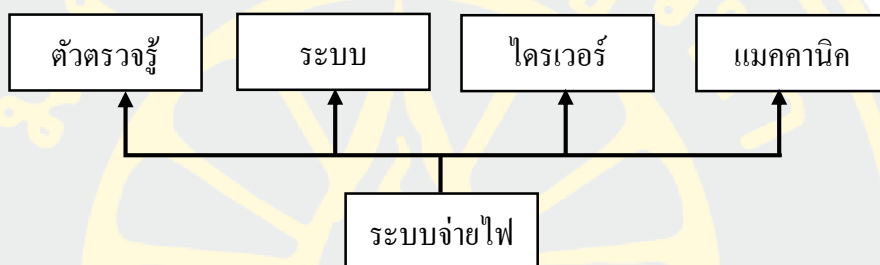
โปรแกรมที่ดี จะต้องสามารถอ่านแล้วมีความเข้าใจง่าย ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำสั่ง Go to เพื่อสั่งให้โปรแกรมกระโดดไปทำงานที่จุดนั้น จุดนี้ เพราะจะทำให้ผู้อ่านโปรแกรมเกิดความสับสนได้ง่าย ควรจะเปิดโอกาสให้สามารถเข้าไปทำการแก้ไข หรือขยายโปรแกรมได้โดยง่าย คือ ควรจะมีการแบ่งการทำงานของโปรแกรมนั้นทั้งหมด ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า โมดูล (Module) โดยแต่ละโมดูลก็จะมีหน้าที่การทำงานที่อิสระจากกัน แต่จะมีการส่งผ่านข้อมูลให้กันและกันได้ระหว่างโมดูล ดังนั้น ผู้ที่จะเข้าไปทำการแก้ไขโปรแกรม ก็สามารถเลือกได้ว่า โมดูลไหนที่เกี่ยวข้องกับตน ก็จะแก้ไขเฉพาะโมดูลนั้น โดยไม่จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดของโปรแกรมทั้งหมด มีคำอธิบายโปรแกรม หรือคอมเมนต์สอดแทรกอยู่ในแต่ละโมดูล เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการทำงานของโมดูลนั้น ควรทำงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์พื้นฐานในการสร้างหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ โดยทั่วไปจะมีลักษณะ 3 ประการ ได้แก่ รับรู้ได้ (Perception) หมายถึง สามารถตรวจสอบสภาพแวดล้อมได้ การตีความ (Cognition) หมายถึง นำข้อมูลที่รับเข้ามาตีความได้ว่า

ต้องการทำอะไร และมีความสามารถในการเคลื่อนไหว (Mobility) นอกจากนี้ หุ่นยนต์ยังแบ่งได้เป็นหลายระดับ ตามความสามารถจากต่ำไปสูง เช่น หุ่นยนต์ที่ควบคุมโดยมนุษย์ (Manual-handling device หรือ Tele-robot) หุ่นยนต์ที่ถูกโปรแกรมไว้ล่วงหน้าให้ทำงาน โดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Fixed-sequence robot) หุ่นยนต์ที่ถูกโปรแกรมการทำงาน แต่ปรับเปลี่ยนแผนงานได้ (Variable-sequence robot) ไปจนถึงหุ่นยนต์ที่ทำงานได้ด้วยตัวเอง (Intelligent robot)

หากพิจารณาองค์ประกอบและโครงสร้างของหุ่นยนต์ สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ ดังนี้



ภาพที่ 2 องค์ประกอบและ โครงสร้างหุ่นยนต์

จากบล็อกไดอะแกรมแต่ละส่วน จะทำงานสัมพันธ์กัน โดยตัวตรวจรู้ หรือเซ็นเซอร์ จะทำหน้าที่ตรวจสอบส่วนต่าง ๆ ที่หุ่นยนต์ต้องทำงานร่วมกับสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยมีระบบควบคุม ทำหน้าที่เหมือนสมองที่จะรับข้อมูลจากตัวตรวจรู้ว่า ต้องการให้หุ่นยนต์ทำอะไร และระบบควบคุมนี้ ยังทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นส่วนแมคคาณิกที่สามารถเคลื่อนไหวได้หลายรูปแบบ โดยการขับอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เคลื่อนไหวได้นั้น จะต้องใช้ส่วนของไครเวอร์เป็นตัวขับ และการทำงานทั้งหมดจะได้พลังงานจากระบบจ่ายไฟ สำหรับส่วนประกอบทั้งหมด จะประกอบอยู่ใน โครงสร้างของหุ่นยนต์ และในส่วนของ โครงสร้างนี้ ยังมีการตกแต่งให้หุ่นยนต์มองดูสวยงามอีกด้วย ส่วนของ โครงสร้างยังมีภาคแมคคาณิกเป็นส่วนประกอบหลัก เพื่อทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เคลื่อนไหวได้ หากเปรียบเทียบส่วน โครงสร้างกับมนุษย์ ก็เปรียบได้กับ โครงกระดูกและรูปร่างของมนุษย์นั่นเอง

ในการพัฒนาหุ่นยนต์ขนาดเล็กนั้น องค์ประกอบแต่ละส่วนยังสร้างมาจากอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย โดยผู้สร้างสามารถเลือกมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่างของอุปกรณ์ต่าง ๆ มีดังนี้

1. โครงร่างหุ่นยนต์ การทำหุ่นยนต์นั้น ส่วนโครงร่างจะเป็นส่วนที่ใช้ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดให้เป็นตัวหุ่น ดังนั้น การเลือกวัสดุในการทำหุ่นยนต์ ต้องคำนึงถึงการใช้งาน การรับ

น้ำหนักของแต่ละส่วน โดยวัสดุที่ใช้ อาจทำมาจากไม้ฉลุลู กระดาษ แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด โลหะ พลาสติก อะลูมิเนียม โดยจะต้องเลือกวัสดุ ให้เหมาะสมกับงานที่จะทำ

2. เซ็นเซอร์ การที่หุ่นยนต์จะรับรู้สิ่งต่าง ๆ จากภายนอกได้นั้น จะใช้เซ็นเซอร์ เป็นตัวรับข้อมูลอินพุตเข้ามา แล้วส่งข้อมูลให้กับระบบควบคุมต่อไป ส่วนนี้ เปรียบเสมือนประสาทสัมผัสของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่เปลี่ยนปริมาณต่าง ๆ ที่กำลังศึกษาอยู่ ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า สำหรับเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ในการสร้างหุ่นยนต์อย่างง่าย ได้แก่ เซ็นเซอร์แสง (Light sensor) เซ็นเซอร์เสียง (Sound sensor) เซ็นเซอร์อุณหภูมิ (Temperature sensor) และเซ็นเซอร์รับแรงสัมผัส (Touch sensor)

3. การควบคุมหุ่นยนต์ การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์นั้น ทำได้หลายวิธี ส่วนควบคุมนี้ ทำหน้าที่เป็นตัวตัดสินใจ โดยรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์เข้ามา แล้วประมวลผล ให้ทำงานตามที่ต้องการ ส่วนควบคุมนี้ อาจสร้างมาจากวงจรรีเลย์ทรอนิกส์อย่างง่าย ถ้าหากหุ่นยนต์มีการทำงานไม่ซับซ้อนมากนัก ถ้าหากเป็นหุ่นยนต์ที่ทำงานซับซ้อน ส่วนควบคุมนี้ อาจสร้างมาจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ด้วยภาษาต่าง ๆ

4. แมคคาณิก เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ เคลื่อนไหวได้ ส่วนนี้ จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล เพื่อให้เคลื่อนที่ได้ ประกอบด้วย มอเตอร์ลักษณะต่าง ๆ ชุดเกียร์ ที่มีการทดรอบ เพื่อให้ได้กำลังแรงขึ้น ตัวอย่างของอุปกรณ์ต่าง ๆ มีดังนี้ มอเตอร์กระแสตรง สเต็ป มอเตอร์ และมอเตอร์แบบทดรอบ

5. ระบบจ่ายไฟ การจ่ายพลังงานให้กับหุ่นยนต์ขนาดเล็กนั้น ส่วนใหญ่แล้ว จะใช้ไฟฟ้า จากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง แต่ละเซลล์จะมีแรงดันไฟฟ้าคงที่ ถ้าหากต้องการให้แรงดันสูงขึ้น หรือกระแสมากขึ้น จะต้องนำแบตเตอรี่หลาย ๆ ก้อนมาต่อเรียงกัน โดยนำกระเบาะแบตเตอรี่มาใช้ แบตเตอรี่ยังแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ตามสารเคมีที่บรรจุอยู่ ซึ่งมีทั้งแบบจ่ายกระแสได้สูง แบบประจุไฟใช้งานใหม่ได้ เป็นต้น แบตเตอรี่แต่ละประเภทนั้น 1 เซลล์ หรือ 1 ก้อน จะมีแรงดันไฟฟ้าต่างกัน ผู้เลือกใช้งานควรทราบว่า แบตเตอรี่ชนิดที่นำมาใช้งานนั้น ให้แรงดันไฟฟ้าและกระแสเท่าใด แบตเตอรี่ยูเค่า หรือที่เรียกว่า ถ่านไฟฉาย โครงสร้าง ภายในจะใช้สังกะสีและถ่านคาร์บอนอัดแท่งเป็นแกน โดยมีกรดเป็นสารทำปฏิกิริยา แบตเตอรี่ชนิดนี้ มีราคาไม่แพง แต่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้น้อย ตัวอย่างของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ แบตเตอรี่แบบอัลคาไลน์ แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมียม แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน แบตเตอรี่แบบลิเทียมโพลีเมอร์

การออกแบบหุ่นยนต์

หุ่นยนต์สำหรับการเรียนรู้ นั้น มีอยู่หลายประเภท ในการออกแบบสร้างหุ่นยนต์นั้น ผู้ออกแบบควรต้องคำนึงถึงรายละเอียดในหลาย ๆ ส่วนว่า จะให้หุ่นยนต์นั้น ทำงานอะไรได้บ้าง จะสร้างจากวัสดุอะไร จะควบคุมหุ่นยนต์นั้น ได้อย่างไร จะใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งใด โดยการออกแบบ สามารถพิจารณาได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. กำหนดการทำงานของหุ่นยนต์ ในการออกแบบสร้างหุ่นยนต์ ผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจปัญหาก่อนว่า จะให้หุ่นยนต์นั้น ทำงานอย่างไร เช่น ต้องการให้มีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวหรือไม่ ถ้าเคลื่อนที่ จะให้เคลื่อนที่ด้วยวิธีใด ลักษณะของพื้นที่ทำงานของหุ่นยนต์เป็นอย่างไร จะควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้อย่างไร โดยขั้นตอนนี้ จะต้องเป็นขั้นตอนที่ตอบโจทย์ที่ต้องการนำไปใช้งานให้ได้มากที่สุด

2. ต้องการให้หุ่นยนต์มีการทำงานอย่างไร ในขั้นตอนนี้ จะต้องพิจารณาว่า หุ่นยนต์ที่ออกแบบขึ้นมา นั้น จะให้ทำงานอย่างไร เริ่มทำงานอย่างไร เช่น ถ้าหากเป็นการออกแบบให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ควรพิจารณาต่อว่า หุ่นยนต์จะเริ่มเคลื่อนที่ได้อย่างไร หยุดได้อย่างไร ในการควบคุมนั้น จะควบคุมทิศทางได้อย่างไร จะใช้มนุษย์ควบคุมทิศทาง หรือใช้เซ็นเซอร์เป็นตัวตรวจจับทิศทางเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

3. เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ จากโจทย์ที่กำหนดมา จะต้องพิจารณาต่อว่า จะเลือกวัสดุอย่างไรมาสร้างหุ่นยนต์ให้ทำงาน ตามที่ต้องการได้ ซึ่งจะขึ้นกับงบประมาณที่มีด้วย นอกจากนี้ จะต้องเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการสร้างหุ่นมากที่สุด ในขั้นตอนนี้ จะต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ออกแบบด้วย เช่น ถ้าหากต้องการสร้างหุ่นยนต์ให้มีการเคลื่อนที่ จะต้องพิจารณาต่อว่า วัสดุที่นำมาสร้างเป็นตัวขับเคลื่อนนั้น จะเป็นอย่างไร จะเคลื่อนที่แบบมีขา มีล้อ หรือใช้ล้อสายพาน โดยการเลือกในขั้นตอนนี้ จะขึ้นกับลักษณะสภาพแวดล้อมของการนำไปใช้งานด้วย ในการสร้างหุ่นยนต์อย่างง่าย มักจะนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้เป็นตัวขับเคลื่อน เนื่องจาก สามารถควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนได้ง่าย แต่มอเตอร์ลักษณะนี้ จะมีแรงบิดน้อย ถ้าหากต้องการแรงบิดที่มากขึ้น จะต้องนำชุดกล่องเฟือง (Gearbox) หรือชุดเกียร์มาใช้ ซึ่งในปัจจุบัน สามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด โดยการใช้งาน ควรทราบถึงความเร็วรอบของมอเตอร์และอัตราทดของชุดเฟืองด้วย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดสมองกลฝังตัวนั้น มี 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis the problem) 2) ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม (Design a program) 3) ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม (Coding) 4) ขั้นตอนการตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Testing and debugging) 5) ขั้นตอนการทดสอบ

ความถูกต้องของโปรแกรม (Testing and validating) 6) ขั้นตอนการทำเอกสารประกอบโปรแกรม (Documentation) และ 7) ขั้นตอนการบำรุงรักษาโปรแกรม (Program maintenance) โดยใช้ การเขียนโปรแกรมแบบบล็อก

การออกแบบและพัฒนา E-Learning

ระบบบริหารจัดการการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ (Learning management system: LMC)

1. ความหมาย

นักวิชาการได้ให้ความหมายของ ระบบจัดการเรียนการสอน ไว้ดังนี้
สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (2550) ได้ให้ความหมายของ LMS ว่าเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ ประกอบด้วย เครื่องมืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สอน ผู้เรียน ผู้ดูแลระบบ โดยที่ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาและสื่อการสอนขึ้นเว็บไซต์ รายวิชา ตามที่ได้ขอให้ระบบจัดไว้ให้ได้โดยสะดวก ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา กิจกรรมต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเว็บ ผู้สอนและผู้เรียนติดต่อสื่อสารได้ผ่านทางเครื่องมือการสื่อสารที่ระบบจัดไว้ให้ เช่น ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ห้องสนทนา กระดานถาม-ตอบ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การเก็บบันทึกข้อมูลกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนไว้บนระบบ เพื่อผู้สอนสามารถนำไปวิเคราะห์ ติดตามและประเมินผลการเรียนการสอนในรายวิชานั้น อย่างมีประสิทธิภาพ

จารุณี ชามาตย์ (2550) ให้ความหมายของ LMS ว่าเป็นระบบการจัดการเกี่ยวกับการบริหารการเรียนในรูปแบบ E-Learning เพื่อจัดการกับการใช้คอมพิวเตอร์ ในรายวิชาต่าง ๆ ระหว่างผู้สอน ผู้เรียน เจ้าหน้าที่ทะเบียน และผู้ดูแลระบบ โดยออกแบบระบบเพื่อเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ ประกอบด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวก เช่น โปรแกรมจะทำหน้าที่ตรวจสอบการเข้าใช้บทเรียน เนื้อหา กิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น โดยองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การเก็บบันทึกข้อมูลกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนไว้บนระบบ เพื่อผู้สอนสามารถไปวิเคราะห์ ติดตาม ประเมินผลการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ระบบจัดการเรียนการสอน (Learning management system) เป็นระบบที่ช่วยในการนำเสนอเนื้อหาด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยใช้เว็บไซต์ในการถ่ายทอดเนื้อหา ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ระบบจัดการเนื้อหา รายวิชา ระบบจัดการผู้เรียน ระบบจัดการแบบทดสอบ ระบบจัดการคะแนน ระบบ

ที่เป็นเครื่องมือในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยระบบจะมีการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็นผู้ดูแลระบบ ผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีสิทธิ์ในการเข้าใช้งานที่แตกต่างกัน

2. ส่วนประกอบของ LMS

2.1 ระบบจัดการหลักสูตร (Course management) กลุ่มผู้ใช้งานแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ผู้เรียน ผู้สอนและผู้บริหารระบบ โดยสามารถเข้าสู่ระบบจากที่ไหน เวลาใดก็ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งาน และจำนวนบทเรียนได้ไม่จำกัด โดยขึ้นอยู่กับ Hardware/ Software ที่ใช้ และระบบสามารถรองรับการใช้งานอย่างเต็มที่

2.2 ระบบการสร้างบทเรียน (Content management) ระบบ ประกอบด้วยเครื่องมือในการช่วยสร้าง Content ระบบสามารถใช้งานได้ดี ทั้งกับบทเรียนในรูปแบบ Text-based และบทเรียนในรูปแบบ Streaming media

2.3 ระบบการทดสอบและประเมินผล (Test and evaluation system) มีระบบคลังข้อสอบ โดยเป็นระบบการสุ่มข้อสอบ สามารถจับเวลาการทำข้อสอบและการตรวจข้อสอบอัตโนมัติ พร้อมเฉลย รายงานสถิติ คะแนน และสถิติการเข้าเรียนของนักเรียน

2.4 ระบบส่งเสริมการเรียนรู้ (Course tools) ประกอบด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้สื่อสารระหว่าง ผู้เรียน-ผู้สอน และผู้เรียน-ผู้เรียน ได้แก่ Web board และ Chat room โดยสามารถเก็บ History ของข้อมูลเหล่านี้ได้

2.5 ระบบจัดการข้อมูล (Data management system) ประกอบด้วย ระบบจัดการไฟล์ และโพลเดอร์ ผู้สอนมีเนื้อที่เก็บข้อมูลบทเรียนเป็นของตนเอง โดยได้เนื้อที่ตามที่ Admin กำหนด

3. การนำระบบ LMS ไปประยุกต์ใช้งาน

ระบบ LMS สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย อาทิ สถาบันการศึกษา ศูนย์ฝึกอบรม หน่วยงานราชการ บริษัทเอกชน โดยในการนำไปใช้งาน ผู้ใช้สามารถปรับการใช้งานให้เหมาะสมกับหน่วยงาน จุดประสงค์หลักในการพัฒนาระบบขึ้นมา เพื่อสร้างระบบการเรียนรู้ใช้งานในหน่วยงาน เช่น E-Learning หรือระบบ Knowledge management (KM)

4. ผู้ใช้งานในระบบ LMS

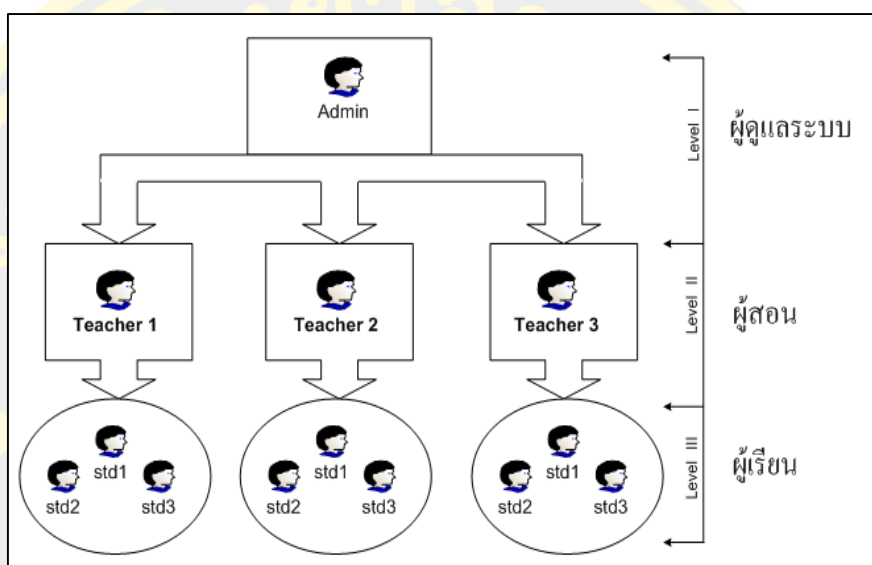
สำหรับผู้ใช้งานในระบบ LMS นั้นสามารถที่จะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

4.1 กลุ่มผู้บริหารระบบ (Administrator) ทำหน้าที่ในการติดตั้งระบบ LMS การกำหนดค่าเริ่มต้นของระบบ การสำรองฐานข้อมูล และการกำหนดสิทธิ์การเป็นผู้สอน

4.2 กลุ่มอาจารย์ หรือผู้สร้างเนื้อหาการเรียน (Instructor/ Teacher) ทำหน้าที่ในการเพิ่มเนื้อหา บทเรียนต่าง ๆ เข้าระบบ อาทิ ข้อมูลรายวิชา ใบเนื้อหา เอกสารประกอบการสอน

การประเมินผู้เรียน โดยใช้ข้อสอบปรนัย อัตนัย การให้คะแนน ตรวจสอบกิจกรรมผู้เรียน
ตอบคำถามและสนทนากับนักเรียน

4.3 กลุ่มผู้เรียน (Student/ Guest) หมายถึง นักเรียน นักศึกษา ที่สมัครเข้าเรียน
ตามหัวข้อต่าง ๆ รวมทั้งการทำแบบฝึกหัดตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้สอน โดยอาจารย์สามารถ
แบ่งกลุ่มผู้เรียนได้ และสามารถตั้งรหัสผ่านในการเข้าเรียนแต่ละวิชาได้



ภาพที่ 3 แผนผังผู้ใช้งานระบบ LMS

5. ข้อดีของระบบ LMS

5.1 ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เนื่องจากช่วยลดการพบปะกัน
ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

5.2 ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเรียนในเวลาเดียวกัน โดยสามารถเลือกเนื้อหาที่เรียนได้
ตามความต้องการ ทำให้ผู้เรียนมีความเป็นตัวของตัวเองสูง ไม่เงินอายุเวลาเรียน ส่งผลให้ผู้เรียน
กล้าแสดงความคิดเห็น ชักถามข้อสงสัยมากขึ้น

5.3 ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนและสร้างแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ
ในบทเรียน โดยการใช้สื่อที่น่าสนใจ เช่น ไฟล์เสียง ภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ เป็นต้น โดยผู้เรียน
สามารถกลับมาทบทวนความรู้เดิมได้

5.4 สามารถรองรับจำนวนผู้เรียนในระบบได้ไม่จำกัด เนื่องจากเป็นการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับสถานที่ ซึ่งสามารถช่วยลดงบประมาณในการสร้างอาคารสถานที่ได้

5.5 เนื่องจากสื่อและเนื้อหาบทเรียนถูกเก็บไว้ในระบบ ทำให้ผู้เรียนสะดวกในการเข้ามาเรียนเมื่อไหร่ก็ได้ และผู้สอนมีความสะดวกในการสร้างบทเรียนหรือเนื้อหา

6. ข้อเสียของระบบ LMS

6.1 หน่วยงาน สถาบันการศึกษา ที่นำระบบไปใช้ ต้องมีความพร้อมของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย

6.2 ทั้งผู้สอนและผู้เรียน ต้องมีทักษะพื้นฐานในการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย

ระบบการจัดการเนื้อหาของเว็บไซต์ (content management system: CMS)

1. ความหมาย

นักวิชาการได้ให้ความหมายของระบบจัดการเนื้อหาของเว็บไซต์ไว้ดังนี้

ซีเอ็มเอสไทยแลนด์ (2550) ให้ความหมายว่า เป็นระบบที่ช่วยในการสร้างและบริหารเว็บไซต์แบบสำเร็จรูป โดยในการใช้งาน CMS นั้น ผู้ใช้งานแทบไม่ต้องมีความรู้ในด้านการเขียนโปรแกรม ก็สามารถสร้างเว็บไซต์ได้ โดยที่ตัว CMS มีโปรแกรมประยุกต์พร้อมใช้งานอยู่ภายในมากมาย อาทิ ระบบจัดการบทความและข่าวสาร (News and story) ระบบจัดการบทวิจารณ์ (Review) ระบบจัดการสมาชิก (Member) ระบบสืบค้นข้อมูล (Search) ระบบการวิเคราะห์และตรวจสอบสถิติความนิยมในเว็บไซต์ (Analysis, tracking and statistics) ระบบจัดการป้ายโฆษณา (Banner) ระบบจัดการไฟล์ดาวน์โหลด (Download) เป็นต้น

บุญเลิศ อรุณพิบูลย์ และบุญเกียรติ เจตจำนงนุช (2549) ให้ความหมายว่า เป็นระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยลดทรัพยากรในการพัฒนาและบริหารจัดการเนื้อหาเว็บไซต์ โดยเน้นระบบจัดการผ่านเว็บ (Web interface) เช่น การนำเสนอบทความ (Articles) การจัดการไฟล์ในส่วนดาวน์โหลด (Download) แบบสอบถาม (Polls) ที่สามารถเพิ่ม ดัดแปลง แก้ไขข้อมูล โดยนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม ตามรูปแบบและประเภทของเว็บไซต์นั้น ๆ

อมรเดช ศรีพัฒนานนท์ (2549) ให้ความหมายว่า ระบบจัดการเนื้อหาเว็บสำเร็จรูปที่มีระบบการจัดการอยู่เบื้องหลัง โดยที่ผู้ใช้งาน ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในด้านการเขียน หรือพัฒนาเว็บไซต์ ก็สามารถใช้งานได้ เพราะจะมีส่วนของการจัดการทุกส่วนของเว็บอยู่เบื้องหลัง โดยการทำงานเป็นลักษณะ Web basic ที่สามารถสั่งงาน แก้ไขทุกอย่างผ่านหน้าเว็บ

Doug (2005) ให้ความหมายของ CMS ไว้ว่า เป็นระบบจัดการคอนเทนต์เนื้อหา ของเว็บไซต์ เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาสคริปต์ เพื่อให้วิธีการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ เพื่อช่วยประหยัดทรัพยากรในการพัฒนาและบริหารเว็บไซต์ ทั้งเรื่องของกำลังคน ระยะเวลา และต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ระบบจัดการเนื้อหา (Content management system: CMS) คือ ระบบซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อจัดระเบียบเนื้อหาเว็บไซต์และส่งเสริมการทำงาน ให้สามารถสร้างเอกสารและเนื้อหาสาระอื่น ๆ บนเว็บไซต์ได้ CMS เป็นระบบที่พัฒนา คิดค้น เพื่อช่วยลดทรัพยากรในการพัฒนา (Development) และการบริหาร (Management) เว็บไซต์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องกำลังคน ระยะเวลาและงบประมาณ ที่ใช้ในการสร้างและควบคุมดูแลเว็บไซต์ โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะนำภาษาสคริปต์ (Script languages) ต่าง ๆ มาใช้ เพื่อให้วิธีการทำงาน เป็นแบบอัตโนมัติ ไม่ว่าจะเป็น PHP, ASP และ Python หรือภาษาอื่น ๆ ซึ่งมักต้องใช้ควบคู่กัน กับโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์และดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์

2. จุดเด่นของระบบ CMS

จุดเด่นของระบบ CMS ได้แก่ ส่วนของ เมนูผู้ควบคุมระบบ (Administration panel) ที่ใช้ในการบริหารจัดการส่วนการทำงานต่าง ๆ ในเว็บไซต์ ทำให้สามารถบริหารจัดการเนื้อหา ได้อย่างรวดเร็ว และเน้นที่การจัดการระบบผ่านเว็บ (Web interface) ในลักษณะรูปแบบของ ระบบเว็บท่า (Portal systems) โดยตัวอย่างของฟังก์ชันการทำงาน ได้แก่ การนำเสนอบทความ (Articles) เว็บไดเรกทอรี (Web directory) เผยแพร่ข่าวสารต่าง ๆ (News) หัวข้อข่าว (Headline) รายงานสภาพดินฟ้าอากาศ (Weather) ข้อมูลข่าวสารที่น่าสนใจ (Information) ถาม/ ตอบปัญหา (FAQs) ห้องสนทนา (Chat) กระดานข่าว (Forums) การจัดการไฟล์ในส่วนดาวน์โหลด (Downloads) แบบสอบถาม (Polls) ข้อมูลสถิติต่าง ๆ (Statistics) และส่วนอื่น ๆ อีกมากมาย ที่สามารถเพิ่มเติม ดัดแปลง แก้ไข แล้วประยุกต์นำมาใช้งานให้เหมาะสมตามแต่รูปแบบ และประเภทของเว็บไซต์นั้น ๆ

3. ข้อดีของ CMS

3.1 มีทั้งต่อผู้ดูแลเว็บไซต์ (Webmasters) และผู้ใช้งานเว็บไซต์ (Users)

3.2 ความสามารถในการใช้เทมเพลต และส่วนประกอบของการออกแบบ ที่ครอบคลุมการออกแบบตลอดทั้งเว็บไซต์

3.3 ผู้ใช้งานเว็บไซต์สามารถใช้งานเทมเพลต โดยนำมาประกอบกับเอกสาร หรือเนื้อหา ทำให้ช่วยลดภาระเรื่องการเขียนโค้ดให้น้อยลง

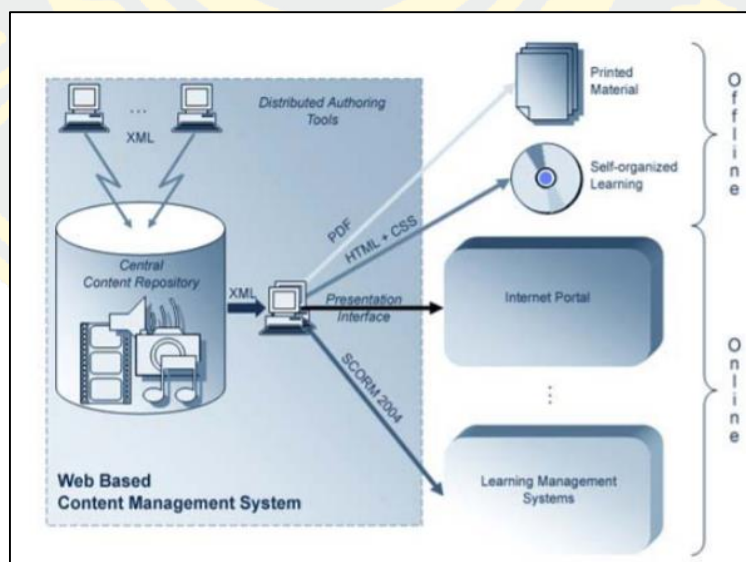
3.4 ผู้ใช้งานเว็บไซต์ให้ความสนใจเฉพาะเนื้อหา มากกว่าการออกแบบ และในการที่จะเปลี่ยนหน้าตาของเว็บไซต์ ผู้ดูแลเว็บไซต์ก็แค่ไปแก้ไขที่เทมเพลต ไม่ใช่ที่แต่ละหน้าของเว็บเพจ

3.5 CMS จะช่วยให้ทุกอย่างง่ายขึ้น ในการสร้างและบำรุงรักษาเว็บไซต์ นอกจากนี้ยังช่วยจัดระดับการใช้งานสำหรับแต่ละส่วนงานของเว็บไซต์ โดยไม่ต้องเข้ามาตั้งค่า (Set) การใช้งานของระบบที่เซิร์ฟเวอร์โดยตรง เพราะสามารถทำได้โดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์

3.6 ถ้ามี Search engine, Calendar, Web mail และส่วนอื่น ๆ ที่สามารถเพิ่มเติมสู่ CMS หรือแม้กระทั่งไปหาปลั๊กอิน (Plug-in) หรือแอดออน (Add-ons) เข้ามาเสริมการทำงานได้ ส่วนนี้จะช่วยประหยัดเวลาในการพัฒนาได้

4. การทำงานของระบบ CMS

ลักษณะการทำงานของ Content management system (CMS) เป็นระบบที่แบ่งแยกการจัดการในการทำงาน ระหว่างเนื้อหา (Content) ออกจากการออกแบบ (Design) โดยการออกแบบเว็บเพจจะถูกจัดเก็บไว้ในเทมเพลต ในขณะที่เนื้อหาจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือไฟล์ เมื่อใดที่มีการใช้งาน ก็จะมีการทำงานร่วมกันระหว่าง 2 ส่วน เพื่อสร้างเว็บเพจขึ้นมา โดยเนื้อหาอาจจะประกอบไปด้วยหลาย ๆ ส่วนประกอบ เช่น Sidebar หรือ Blocks, Navigation bar หรือ Main menu, Title bar หรือ Top menu bar เป็นต้น



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของระบบ CMS

5. ส่วนประกอบของ CMS

ระบบ CMS จะเป็นระบบแบบเบ็ดเสร็จที่มีส่วนประกอบในการทำงานอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นระบบจัดการหลัก ซึ่งจะมีการเปลี่ยนหน้ากากเว็บไซต์ (Templates) การเปิด-ปิดสถานะ โมดูล การย้ายตำแหน่ง โมดูล การจัดการสมาชิก และส่วนของ โมดูล ซึ่งจะเน้นงานสนับสนุน และเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร งานที่มีการแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นระหว่างกันของผู้ให้ข้อมูล และผู้ใช้บริการ ทั้งนี้ ระบบจัดการหลัก ถือว่า เป็นส่วนสำคัญของระบบ CMS เนื่องจากเป็นส่วนของการกำหนดรายละเอียดและการวางโครงสร้างที่เป็นภาพรวมของทั้งระบบ ซึ่งจะมีระบบจัดการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

5.1 การเปลี่ยนหน้ากากเว็บไซต์ (Templates) เป็นส่วนที่สามารถเปลี่ยนแปลง หน้ากาก หรือรูปแบบการแสดงผลของเว็บไซต์ได้ ซึ่งส่วนใหญ่ระบบ CMS จะมีหน้ากากให้เลือก มากมาย และสามารถดาวน์โหลดได้บนอินเทอร์เน็ต

5.2 การเปิด-ปิดสถานะ โมดูล เป็นส่วนกำหนดการใช้งานของแต่ละ โมดูลว่า จะเปิด หรือปิดการใช้งาน

5.3 การย้ายตำแหน่ง โมดูล นอกจากเปิด-ปิด การใช้งานแล้ว ยังมีส่วนในการย้าย ตำแหน่งของ โมดูลได้ คือ ย้ายตำแหน่งขึ้น-ลง หรือ ซ้าย-ขวา

5.4 การจัดการสมาชิก ถือว่า เป็นส่วนสำคัญสำหรับระบบ CMS เพราะส่วนนี้ กำหนด สิทธิหรือยกเลิกสิทธิในการเข้าใช้งานของผู้ใช้แต่ละประเภท ซึ่งผู้ใช้ก็จะมีสิทธิในการจัดการ หรือเข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างกัน

5.5 โมดูล (Module) จะเป็นส่วนที่เน้นการเผยแพร่และให้บริการข่าวสาร หรือ การแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน ในปัจจุบัน ระบบ CMS จะมีโมดูลที่สนับสนุน การใช้งานเป็นจำนวนมาก เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผู้พัฒนาระบบ CMS แต่ละชนิด ต้องพัฒนาโมดูลใหม่ขึ้น เพื่อรองรับความต้องการนั้น ๆ ให้ครอบคลุมและครบถ้วน ในที่นี้ จะขอยกตัวอย่างโมดูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับระบบ CMS เช่น ข้อมูลทั่วไป (General information) ข่าวประชาสัมพันธ์ (News) ดาวน์โหลด (Download) กระดานสนทนา (Web board) ระบบค้นหาข้อมูล (Search) เป็นต้น

5.6 เทมเพลต (Templates) เป็นส่วนที่เปรียบเสมือนหน้าตา หรือเสื้อผ้า ที่ถือเป็นสีสรร ของเว็บไซต์ ที่มีรูปแบบที่กลมกลืนกันตลอดทั้งเว็บไซต์

5.7 ฐานข้อมูล เพื่อไว้เก็บข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของเว็บไซต์

6. ประเภทของ CMS

6.1 เว็บบล็อก (Weblog) เป็น CMS ใช้สำหรับการจดบันทึก หรือเขียนบันทึก เผยแพร่ส่วนบุคคล วิ บล็อก (Weblog) หรือเว็บ-ล็อก (Web log) นิยมเรียกกันว่า Blogs (บล็อก) คำว่า Weblog มาจาก Web (เว็บ) และ Log (ปูม/ บันทึก) นำมารวมกัน หมายถึง บันทึกบนเว็บ ซึ่งเป็นที่นิยมในหมู่คนที่ชอบเขียนบันทึก หรือสร้างบล็อก (Blogger) ปัจจุบัน ได้มีผู้ให้บริการ บล็อกมากมาย ทั้งแบบให้บริการฟรีและเสียค่าใช้จ่าย Weblog เป็นเว็บประเภทหนึ่งที่มีรูปแบบ การแสดงผลและใช้งานง่าย มีลักษณะเป็นเว็บไซต์ส่วนตัว คนสร้างบล็อก (Blogger หรือ Web blogger) บรรยายเหตุการณ์ส่วนตัว หรือความรู้ผ่านทางเว็บบล็อก เพื่อใช้เป็นเครื่องมือ ในการสื่อสารรูปแบบใหม่ เช่น การประกาศข่าวสาร การแสดงความคิดเห็น การเผยแพร่ผลงาน ความในใจ ชีวิตในครอบครัว เหตุการณ์ประทับใจในชีวิต เป็นต้น

6.2 อีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) เป็น CMS ใช้สำหรับทำร้านค้า Online มีความสามารถในการซื้อขายสินค้า สามารถเพิ่ม/ลดรายการสินค้า ราคา สามารถซื้อขายสินค้า ผ่านหน้าร้านได้ ซึ่งกำลังได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ

6.3 อีเลิร์นนิง (E-Learning) เป็น CMS ใช้สำหรับการทำสื่อการเรียนการสอน หรือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ (CAI on web) ทำเป็นระบบ Online ได้ เหมาะสำหรับ นักเรียน ครู อาจารย์ หรือสถานศึกษาต่าง ๆ สร้างแบบทดสอบต่าง ๆ ได้ ปัจจุบันได้รับความนิยมสูง

6.4 กระดานข่าว (Forums) เป็น CMS ใช้สำหรับถามตอบปัญหา หรือสร้างเป็นชุมชน ต่าง ๆ โดยมีการแบ่งเป็นหัวข้อ หรือหมวดหมู่ต่าง ๆ ตามความสนใจของผู้เข้าชม ซึ่งส่วนใหญ่ กระดานข่าวนี จะติดตั้งพร้อมกับ CMS ประเภทอื่นเข้าไว้ด้วยกัน ขณะเดียวกันผู้ใช้สามารถติดตั้ง ใช้งานกระดานข่าวอย่างเดียวกัก็ได้เหมือนกัน

6.5 กรู๊ปแวร์ (Groupware) เป็น CMS ใช้สำหรับการทำงานในองค์กร หรือหน่วยงาน ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน มีความรวดเร็วในการทำงาน สามารถช่วยเหลือกันได้ ทำงานเป็นทีม และควบคุมการทำงานได้ โดยทำงานผ่านระบบเน็ตเวิร์คหรืออีเมล หรือระบบเว็บออนไลน์ ซึ่งการติดต่อสื่อสารสามารถติดต่อ ได้เป็นกลุ่ม หรือเฉพาะกลุ่ม หรือเฉพาะบุคคลก็ได้ พร้อมทั้ง ข้อมูลที่ต้องการแจ้ง ใ้เป็นรูปภาพ เสียง หรืออื่น ๆ ได้ ขึ้นอยู่กับความสามารถของ Groupware CMS จะมีความสามารถทำหรือไม่

6.6 อัลบั้มภาพ (Image gallery) เป็น CMS ใช้สำหรับจัดการอัลบั้มภาพ หรือทำเป็น Gallery มีฟังก์ชันใช้งาน โดยการแบ่งเป็นหมวดหมู่ของภาพ สามารถกำหนดขนาดภาพ หรือ ขนาดไฟล์ หรือย่อขยายภาพตามที่กำหนดได้ หรือทำเป็น Thumbnail

7. การเลือกใช้ CMS

7.1 ใช้ CMS ให้เหมาะสมกับงาน ผู้ใช้งานควรเลือกใช้ CMS ให้เหมาะสมกับงานที่จะนำมาใช้งาน เช่น ต้องการใช้งานเพื่อซื้อขายสินค้า ควรเลือกใช้งาน CMS ประเภทอีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) หรือต้องการใช้งานเพื่อสื่อการเรียนการสอน ควรเลือกใช้งาน CMS ประเภทอีเลิร์นนิง (E-Learning)

7.2 ความยากง่ายในการใช้งาน ควรเลือกใช้ CMS ที่มีความง่ายในการติดตั้ง ไม่ยุ่งยาก และซับซ้อน มีส่วนการทำงานของผู้ใช้งานทั่วไป เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน (User friendly) สามารถใช้งานได้ง่าย เช่น การแก้ไขประวัติส่วนตัว การสร้าง/แก้ไข/ลบบทความ เป็นต้น มีส่วนของการทำหน้าที่ผู้ดูแลระบบที่ใช้งานง่าย เช่น ระบบการจัดการสมาชิก ระบบจัดการไฟล์ดาวน์โหลด ระบบจัดการป้ายโฆษณา เป็นต้น

7.3 ความยืดหยุ่นในการพัฒนา ควรเลือกใช้ CMS ที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปพัฒนาหรือประยุกต์ใช้งานต่อได้ หรือต่อขยายการพัฒนาได้

7.4 ความสามารถในการทำงาน CMS ที่เลือกใช้งาน สามารถทำงานด้านการจัดการเนื้อหาได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถนำไฟล์มัลติมีเดียมาใช้งานได้ เช่น ไฟล์วิดีโอ หรือสามารถกระจายข่าวสารได้ (RSS Feeds)

7.5 ความปลอดภัย ควรเลือกใช้ CMS ที่มีความบกพร่องของระบบน้อยที่สุด หรือหากมีความบกพร่องของระบบ ควรมีตัวแก้ไขหรือซ่อมแซม (Patch/ Fix)

7.6 ระบบปฏิบัติการ ควรเลือกใช้ CMS ที่สามารถติดตั้งได้ทุกระบบปฏิบัติการ เช่น ติดตั้งลงบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ หรือลินุกซ์ หรือยูนิกซ์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขซอร์สโค้ดหรือแก้ไขโปรแกรม หรือตัดแปลงโปรแกรม

7.7 ราคา ควรเลือกใช้ CMS ที่ใช้งานฟรี ไม่มีค่าลิขสิทธิ์ ไม่มีค่าเขียนโปรแกรม เช่น โอเพ่นซอร์ส (Open source)

8. ข้อดีของระบบ CMS

8.1 มีเทมเพลต (Template) ให้ผู้ใช้สามารถใช้ได้อีกมากมาย อีกทั้งยังสามารถดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งส่งผลให้เว็บไซต์มีรูปแบบการแสดงผลที่หลากหลาย โดยลักษณะของเนื้อหา จะไม่ถูกยึดติดกับการออกแบบเทมเพลต

8.2 ระบบ CMS จะช่วยให้ทุกอย่างง่ายขึ้น ในการจัดการเว็บไซต์ ซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมแต่อย่างใด เพราะไม่ต้องเข้ามาติดตั้งการใช้งานของระบบที่เซิร์ฟเวอร์โดยตรง แต่สามารถทำได้โดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์

8.3 หน่วยงานหรือองค์กรสามารถนำระบบ CMS ไปใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว โดยไม่ต้องเสียทรัพยากรต่าง ๆ ในการสร้างและบำรุงรักษาเว็บไซต์ เช่น งบประมาณ ระยะเวลา และบุคลากร เป็นต้น

8.4 ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดโมดูลต่าง ๆ จำพวกปลั๊กอิน หรือส่วนเสริม เข้ามาเสริมการทำงานได้ ส่วนนี้ จะช่วยให้เว็บไซต์มีความสามารถเพิ่มขึ้น

9. ข้อเสียของระบบ CMS

9. เป็นระบบที่ไม่ได้ถูกออกแบบและพัฒนาเฉพาะเจาะจงกับหน่วยงาน หรือองค์กรใด ๆ ทำให้ระบบต้องมีโมดูลที่หลากหลาย เพื่อรองรับการใช้งานอย่างครอบคลุม ดังนั้นระบบ CMS ต้องมีการพัฒนาโมดูลใหม่ ๆ ขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการพัฒนาต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ

9.2 ระบบมีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีโมดูลเป็นจำนวนมาก ทำให้ระบบต้องมีจำนวนตารางและไฟล์เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการทำงานของระบบใหญ่ขึ้น ส่งผลให้เปลืองพื้นที่ในการเก็บข้อมูล และเมื่อมีการสำรองข้อมูลแต่ละครั้ง ใช้เวลานาน

9.3 ระบบมีการทำงานที่ซับซ้อน เนื่องจากโมดูลเดียวกันกับหน่วยงาน หรือองค์กร ก็จะมีรายละเอียดความต้องการที่ต่างกัน ดังนั้น ทำให้โมดูลต้องมีรายละเอียด ความสามารถที่หลากหลาย เพื่อครอบคลุมความต้องการทั้งหมด จึงทำให้เกิดปุ่ม เกิดเงื่อนไขต่าง ๆ ในการใช้งานมากมาย ซึ่งเมื่อหน่วยงานที่ไม่ต้องการทั้งหมด จึงทำให้เกิดปุ่ม เกิดเงื่อนไขต่าง ๆ ในการใช้งานมากมาย ซึ่งเมื่อหน่วยงานที่ไม่ต้องการความสามารถที่มีไว้ จะเป็นข้อเสียทันที เนื่องจากจะทำให้การใช้งานมีความซับซ้อนและใช้ยากโดยไม่จำเป็น

องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

1. ความเป็นระบบ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 ส่วนนำเข้า (Input) ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน วัตถุประสงค์ของการเรียนฐานความรู้ การสื่อสาร หรือกิจกรรม การวัดและประเมินผล

1.2 ส่วนกระบวนการ (Process) เป็นการสร้างสถานการณ์ หรือการจัดสภาพการเรียนการสอน โดยใช้ส่วนนำเข้าในการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.3 ส่วนผลลัพธ์ (Output) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการวัดและประเมินผล

2. ความเป็นเงื่อนไข เป็นการออกแบบระบบที่ผู้พัฒนาบทเรียนผ่านเว็บต้องกระทำในลักษณะของการวางเงื่อนไข เช่น ถ้าหากเรียนจบบทเรียนแล้ว จะต้องทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อทำข้อสอบผ่านเกณฑ์ในระดับดี อาจจะมีรางวัล เช่น ให้เล่นเกม แต่ถ้าหากได้คะแนนน้อย ต้องเรียนซ้ำใหม่ เป็นต้น

3. การสื่อสารหรือกิจกรรม ในการออกแบบบทเรียนผ่านเว็บ ผู้ออกแบบต้องมีกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายแห่งการเรียนรู้ เช่น การใช้บริการ Web chat, Web board หรือ Search เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารข้อสงสัย ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้สอนได้

4. Learning root เป็นการกำหนดแหล่งความรู้ภายนอกที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โดยมีเงื่อนไข เช่น แหล่งความรู้ภายนอกที่มีความยากเป็นลำดับ หรือเกี่ยวข้องกับหัวข้อการเรียนรู้เป็นลำดับ การกำหนด Learning root โดยใช้เทคนิค Frame จะช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดภาวะหลงทาง

หลักการออกแบบบทเรียนออนไลน์

1. ให้แรงจูงใจแก่ผู้เรียน (Motivating the learner) โดยมีการใช้การออกแบบบทเรียน โดยการวาง Layout ที่น่าสนใจ และการใส่ภาพกราฟิกที่สวยงาม การเลือกใช้สีที่ไม่มากจนเกินไป โดยอาจมีการใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบบ้างในบางครั้ง แต่ข้อควรระวัง คือ ไม่ใช้มากจนเป็นที่รำคาญสายตาของผู้เรียน อีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ การใช้คำถามนำก่อนการเข้าสู่บทเรียน เพื่อความน่าติดตาม และจูงใจให้ผู้เรียนอยากทราบคำตอบ โดยการเข้ามาเรียนในบทเรียนของเรา

2. การบอกให้ผู้เรียนทราบว่า เขาจะได้เรียนรู้อะไรบ้าง (Specifying what is to be learn) เราสามารถบอกให้ผู้เรียนทราบได้ว่า จะต้องเรียนรู้ หรือทำกิจกรรมอะไรบ้าง หลังจากเรียนจบจากบทเรียนแล้ว โดยครูจะบอกในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ปัญหาอย่างหนึ่งในการเรียนบนเว็บ คือ ถ้ามีลิงค์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ไปยังหน้าเว็บอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก และผู้เรียนเข้าไปยังเว็บเหล่านั้นจนหลงจากเป้าหมาย เราก็ควรแก้ไข โดยการทำลิงค์ที่เกี่ยวข้องในบทเรียนของเรา เฉพาะที่จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น เพื่อป้องกันปัญหาการหลงทางใน Hyperspace

3. การเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ (Reminding learners of past knowledge) นักจิตวิทยา กลุ่ม Cognitive มีความเชื่อว่า ผู้เรียนจะสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่าย และนานยิ่งขึ้น ถ้าเราสามารถนำเสนอเนื้อหา โดยการเชื่อมโยงความรู้เก่า ๆ กับความรู้ใหม่ อย่างมีความหมาย เช่น การยกตัวอย่าง โดยการเปรียบเทียบกับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว หรือการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนมาแล้วกับสิ่งที่เขากำลังจะเรียน โดยในการออกแบบเว็บนั้น เราสามารถใช้ลิงค์ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว เพื่อการทบทวน หรือการเปรียบเทียบกับเนื้อหาที่เขา กำลังเรียนอยู่ได้

4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่ (Providing new information) การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน ซึ่งในการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนบนเว็บนั้น จำเป็นต้องออกแบบอย่างรอบคอบ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะทั่วไปของเว็บไซต์ และตัวผู้เรียนเอง

5. สร้างความกระตือรือร้นของผู้เรียน (Need action participation) ในการเรียนการสอนบนเว็บ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นระหว่างเรียน (Active learner) โดยการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ระหว่างเรียน หรือจบบทเรียน เช่น มีการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน หน่วยย่อยแต่ละหน่วย ให้นักเรียนทำบทสรุป วิเคราะห์ นำเสนอแง่มุมมองของตนเอง ต่อเรื่องที่เรียนมา ส่งผู้สอนหลังจากเรียนจบบทเรียนนั้น ๆ

6. การให้ข้อเสนอแนะ และข้อมูลย้อนกลับ (Offering guidance and feedback) การให้ข้อมูลตอบกลับไปยังของ โปรแกรม ต่อผู้ใช้ค่อนข้างทำได้ยาก ในบทเรียนบนเว็บ เมื่อเปรียบเทียบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ก็สามารถทำได้ โดยใช้โปรแกรมภาษาที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เราสามารถให้คำแนะนำและการตอบกลับในการใช้งานของการตั้งกระทู้ในหน้าเว็บ หรืออีเมลก็ได้

7. การทดสอบ (Testing) สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ การทดสอบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ การทำแบบทดสอบ สามารถทำได้จากในบทเรียนออนไลน์ แต่อย่างไรก็ตาม มีข้อวิพากษ์วิจารณ์ในเรื่องของผู้ทำข้อสอบว่า เป็นตัวจริงกับผู้เรียนหรือไม่ ถ้าเป็นการทดสอบเพื่อให้ทราบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ โดยไม่เก็บคะแนนเพื่อการประเมินผลจริงก็สามารถทำข้อสอบออนไลน์ได้

8. ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม หรือการซ่อมเสริม (Supplying enrichment or remediation) การให้แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม สามารถทำได้ง่ายโดยการทำลิงค์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน ที่ผู้เรียนต้องการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ส่วนการให้ข้อมูลซ่อมเสริม ก็สามารถทำได้เช่นกัน โดยการสร้างขึ้นเอง หรือการลิงค์ไปยังเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาไม่ซับซ้อนจนเกินไป สำหรับผู้ที่เรียนอ่อน

ข้อคำนึงในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ควรคำนึงถึงประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ความพร้อมของอุปกรณ์และระบบเครือข่าย เนื่องด้วยการเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการปรับเนื้อหาเดิมสู่รูปแบบใหม่ จำเป็นต้องมีเครื่องมือ อุปกรณ์และระบบเครือข่ายที่พร้อมและสมบูรณ์ เพื่อให้ได้บทเรียนดิจิทัลที่มีคุณภาพและทันต่อความต้องการเรียน ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ทุกช่วงเวลาตามที่ต้องการ ซึ่งในประเทศไทย พบว่า มีปัญหาในด้านนี้มาก โดยเฉพาะในเขตนอกเมืองใหญ่

2. ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนและผู้สอน ต้องมีความรู้และทักษะ ทั้งด้านคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตพอสมควร โดยเฉพาะผู้สอนจำเป็นต้องมีทักษะอื่น ๆ ประกอบ เพื่อสร้างเว็บไซต์การสอนที่น่าสนใจให้กับผู้เรียน

3. ความพร้อมของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมทั้งทางจิตใจและความรู้ คือ จะต้องยอมรับในเทคโนโลยีรูปแบบนี้ ยอมรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้น ตื่นตัว ผู้รู้ มีความรับผิดชอบ กล้าแสดงความคิดเห็นและศึกษาความรู้ใหม่ ๆ

4. ความพร้อมของผู้สอน ผู้สอนจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้แนะนำ มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากรู้ กระตุ้นการทำกิจกรรม เตรียมเนื้อหาและแหล่งค้นคว้าที่มีคุณภาพ รวมทั้งความพร้อมด้านการใช้คอมพิวเตอร์ การผลิตบทเรียนออนไลน์ และการเผยแพร่บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. เนื้อหาบทเรียนจะต้องเหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด มีหลากหลายให้ผู้เรียน แต่ละกลุ่มเลือกเรียนได้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน เลือกใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม กับความพร้อมของเทคโนโลยี การลำดับเนื้อหาไม่ซับซ้อน ไม่ก่อให้เกิดความสับสน ระบุ แหล่งค้นคว้าอื่น ๆ ที่เหมาะสม

การเรียนการสอนออนไลน์

การเรียนการสอนออนไลน์ มีลักษณะการจัดสภาพการเรียนการสอนที่แตกต่างจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ผู้เรียนจะเรียนผ่านจอคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกับเครือข่าย โดยผู้เรียนแต่ละคนที่เป็นสมาชิกเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าสู่ระบบเครือข่ายเพื่อศึกษา เนื้อหาบทเรียนจากที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้ และผู้เรียนแต่ละคนยังสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอน หรือกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้ทันที ทันใด เหมือนกับได้เผชิญหน้ากันจริง

1. ลักษณะการใช้งานการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

ใช้บรรยายให้ผู้เรียนกับที่อยู่หน้าเครื่อง เสมือนว่ากำลังนั่งเรียน อยู่ในห้องเรียนจริง ๆ อื่น ๆ อีกมากมาย ตามที่เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตจะคิดพัฒนาขึ้นมา ประโยชน์การเรียนการสอนผ่านเว็บมีมากมายหลายประการ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นมิติใหม่ของเครื่องมือและกระบวนการในการเรียนการสอน โดยมีผู้กล่าวถึง ประโยชน์ของการเรียนการสอนผ่านเว็บไว้ ดังนี้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนบนเว็บ ดังนี้

1.1 การสอนบนเว็บ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลา ในการมาเข้าชั้นเรียน ได้เรียนในเวลาและสถานที่ ๆ ต้องการ ซึ่งอาจเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือสถานศึกษาใกล้เคียง ที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตได้ การที่ผู้เรียน

ไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังสถานศึกษาที่กำหนดไว้ จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาในด้านของข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาและสถานที่ศึกษาของผู้เรียนเป็นอย่างดี

1.2 การสอนบนเว็บ ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษาในภูมิภาค หรือในประเทศหนึ่ง สามารถที่จะศึกษา ถกเถียง อภิปรายกับอาจารย์ ครูผู้สอนซึ่งสอนอยู่ที่สถาบันการศึกษาในนครหลวง หรือในต่างประเทศก็ตาม

1.3 การสอนบนเว็บนี้ ยังช่วยส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา การสอนบนเว็บสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้ รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-cognitive skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 การสอนบนเว็บ ช่วยทำลายกำแพงของห้องเรียนและเปลี่ยนจากห้องเรียน 4 เหลี่ยมไปสู่โลกกว้างแห่งการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ สนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง โดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ตามบริบทในโลกแห่งความเป็นจริง (Contextualization) และการเรียนรู้จากปัญหา (Problem-based Learning) ตามแนวคิดแบบ Constructivism

1.5 การสอนบนเว็บ เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีศักยภาพ เนื่องจากที่เว็บได้กลายเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลกโดยไม่จำกัดภาษา การสอนบนเว็บ ช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัด ของแหล่งค้นคว้าแบบเดิมจากห้องสมุด ได้แก่ ปัญหาทรัพยากรการศึกษาที่มีอยู่จำกัดและเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เนื่องจากเว็บมีข้อมูลที่หลากหลายและเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการที่เว็บใช้การเชื่อมโยงในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย (สื่อหลายมิติ) ซึ่งทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและง่ายดายนกว่าการค้นหาข้อมูลแบบเดิม

1.6 การสอนบนเว็บ จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ทั้งนี้ เนื่องจากคุณลักษณะของเว็บที่เอื้ออำนวยให้เกิดการศึกษา ในลักษณะที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นได้อยู่ตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรมต่าง ๆ บนเครือข่าย การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงไว้บนเว็บบอร์ด หรือการให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ามาพบปะกับผู้เรียนคนอื่น ๆ อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเวลาเดียวกันที่ห้องสนทนา เป็นต้น

1.7 การสอนบนเว็บ เอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการเปิดปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำได้ 2 รูปแบบ คือ ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกัน และ/ หรือผู้สอน ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหา หรือสื่อการสอนบนเว็บ ซึ่งลักษณะแรกนี้ จะอยู่ในรูปของการเข้าไปพูดคุย พบปะ แลกเปลี่ยน

ความคิดเห็นกัน ส่วนในลักษณะหลังนั้น จะอยู่ในรูปแบบของการเรียนการสอน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบที่ผู้สอนได้จัดหาไว้ให้แก่ผู้เรียน

1.8 การสอนบนเว็บ ยังเป็นการเปิดโอกาสสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ทั้งในและนอกสถาบัน จากในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสอบถามปัญหาของข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา จากผู้เชี่ยวชาญจริงโดยตรง ซึ่งไม่สามารถทำได้ในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ ยังประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการติดต่อสื่อสารในลักษณะเดิม ๆ

1.9 การสอนบนเว็บเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของตน สู่นายตาผู้อื่นอย่างง่ายดาย ทั้งนี้ ไม่ได้จำกัดเฉพาะเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน หากแต่เป็นบุคคลทั่วไปทั่วโลกได้ ดังนั้น จึงถือเป็นการสร้างแรงจูงใจภายนอกในการเรียนอย่างหนึ่งสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนจะพยายามผลิตผลงานที่ดี เพื่อไม่ให้เสียชื่อเสียงตนเอง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เห็นผลงานของผู้อื่น เพื่อนำมาพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

1.10 การสอนบนเว็บ เปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่าง สะดวกสบาย เนื่องจากข้อมูลบนเว็บมีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) ดังนั้นผู้สอนสามารถอัปเดตเนื้อหาหลักสูตรที่ทันสมัยแก่ผู้เรียน ได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ การให้ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิมและเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนบนเว็บ สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ ภาพ 3 มิติ โดยผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทางการเรียน

2. การประเมินผลการเรียนการสอนออนไลน์

การประเมินผลการเรียนที่มีการเรียนการสอนผ่านเว็บนั้น มีลักษณะที่แตกต่างอยู่บ้าง แต่ที่อยู่บนพื้นฐานความต้องการ ให้มีการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ต่อการเรียนการสอน สำหรับการประเมินในแง่ของการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ ซึ่งจัดว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนทางไกล วิธีในการประเมินผล สามารถทำได้ทั้งผู้สอนประเมินผู้เรียน หรือให้ผู้เรียนประเมินผลผู้สอน ซึ่งองค์ประกอบที่ใช้เป็นมาตรฐานจะเป็นคุณภาพของการเรียนการสอน วิธีประเมินผลที่ใช้กันอยู่ในการประเมินผล มีหลายวิธีการ แต่ถ้าจะประเมินผล มีการเรียนการสอนผ่านเว็บ ก็ต้องพิจารณาวิธีการที่เหมาะสมและทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะกับเว็บ ซึ่งเป็นการศึกษาทางไกลวิธีหนึ่ง การประเมินผลแบบทั่วไป ที่เป็นการประเมินระหว่างเรียน (Formative evaluation) ก็เป็นการประเมินรวมหลังเรียน

(Summative evaluation) เป็นวิธีการประเมินผลสำหรับการเรียนการสอน โดยการประเมินระหว่างเรียน สามารถทำได้ตลอดเวลา ระหว่างมีการเรียนการสอน เพื่อดูผลสะท้อนของผู้เรียน และดูผลที่คาดหวังไว้ อันจะนำไปปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่อง ขณะที่การประเมินหลังเรียน มักจะใช้การตัดสินในตอนท้ายของการเรียน โดยการใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลตามจุดประสงค์ของรายวิชา (ปรัชญนันท์ นิลสุข, 2546)

Soward (1997) ได้กล่าวถึง การประเมินการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า จะต้องอยู่บนฐานที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง โดยให้นึกถึงเสมอว่า เว็บไซค์ควรเน้นให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้ได้สะดวก ไม่ประสบปัญหาติดขัดใด ๆ การประเมินเว็บไซค์มีหลักการที่ต้องประเมิน คือ

1. การประเมินวัตถุประสงค์ (Purpose) จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ว่า เพื่ออะไร เพื่อใคร และกลุ่มเป้าหมายคือใคร

2. การประเมินลักษณะ (Identification) ควรจะทราบได้ทันทีเมื่อเปิดเว็บไซค์เข้าไปว่าเกี่ยวข้องกับเรื่องใด ซึ่งในหน้าแรก (Homepage) จะทำหน้าที่เป็นปกในของหนังสือ (Title) ที่บอกลักษณะและรายละเอียดของเว็บนั้น

3. การประเมินภารกิจ (Authority) ในหน้าแรกของเว็บ จะต้องบอกขนาดของเว็บ และรายละเอียดของโครงสร้างของเว็บ เช่น แสดงที่อยู่และเส้นทางภายในเว็บ ชื่อผู้ออกแบบเว็บ

4. การประเมินการจัดรูปแบบและการออกแบบ (Layout and design) ผู้ออกแบบควรจะ ประยุกต์แนวคิดตามมุมมองของผู้ใช้ ความซับซ้อน เวลา รูปแบบที่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้

5. การประเมินการเชื่อมโยง (Links) การเชื่อมโยงถือเป็นหัวใจของเว็บ เป็นสิ่งที่จำเป็น และมีผลต่อการใช้ การเพิ่มจำนวนเชื่อมโยงโดยไม่จำเป็น จะไม่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ ควรใช้เครื่องมือสืบค้นแทนการเชื่อมโยงที่ไม่จำเป็น

6. การประเมินเนื้อหา (Content) เนื้อหาที่เป็นข้อความ ภาพ หรือเสียง จะต้องเหมาะสมกับเว็บ และให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทุกส่วนเท่าเทียมกัน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การออกแบบและพัฒนาอีเลิร์นนิ่ง เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์นั้น ควรออกแบบการเรียนการสอนให้เป็นระบบ มีการกำหนดวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน นำเสนอเนื้อหาการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน และถ่ายทอดกลยุทธ์การสอนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือ ซึ่งในปัจจุบันเน้นไปที่การใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและเรียนรู้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา เนื้อหาบทเรียนของอีเลิร์นนิ่ง จะอยู่ในรูปแบบสื่อผสมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และที่สำคัญ คือ ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนและผู้สอนได้ การบริหาร

จัดการอีเลิร์นนิ่ง ใช้ซอฟต์แวร์ประเภทบริหารจัดการการเรียนรู้ ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการอย่างอัตโนมัติ ตั้งแต่การลงทะเบียนเรียนจนถึงขั้นตอนการวัดและประเมินผล

จิตวิทยาการเรียนรู้

ทศนา เขมมณี (2545) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการจัดการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

แนวคิด Constructivism เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ของมนุษย์ มีความหมายทั้งในเชิงจิตวิทยาและเชิงสังคมวิทยา ทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจากเพียร์เจต์ ซึ่งเสนอว่า การเรียนรู้ของเด็ก เป็นกระบวนการส่วนบุคคล มีความเป็นอัตนัย ขณะที่ไวทอสกี ได้ขยายขอบเขตการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า เกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น สำหรับด้านสังคมวิทยาแอมิลี เชื่อว่าสภาพแวดล้อมทางสังคม มีผลต่อการเสริมสร้างความรู้ใหม่

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของออสซูเบลและเพียร์เจต์

ประเด็นสำคัญประการแรกของทฤษฎีการเรียนรู้ตาม Constructivism คือ ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้ จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ของตน

ประเด็นสำคัญประการที่ 2 ของทฤษฎี คือ การเรียนรู้ตามแนว Constructivism คือ โครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

1. ลักษณะการพัฒนารูปแบบการสอน

1.1 การสอนตามแนว Constructivism เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสำคัญของความรู้เดิม

1.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ออกไปสังเกตสิ่งที่ตนเองรู้ มาร่วมกันอภิปราย สรุปผลการค้นพบ แล้วนำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารวิชาการ หรือแหล่งความรู้ที่ทำได้ เพื่อตรวจความรู้ที่ได้มา และเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ต่อไป

1.3 การเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จนค้นพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบ เรียนรู้วิเคราะห์ต่อจนรู้จริงว่า ลึก ๆ แล้ว สิ่งนั้นคืออะไร มีความสำคัญมากน้อยเพียงไร และศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ่งลงไปจนถึงรู้แจ้ง

2. บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้

2.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา

2.2 มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.3 ช่วยให้ผู้เรียนคิดค้นต่อ ๆ ไป ให้ทำงานเป็นกลุ่ม

2.4 ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่าง ๆ

การปฏิบัติการแก้ปัญหาและพัฒนา ให้เคารพความคิดและเหตุผลของผู้อื่น

3. บทบาทของผู้เรียน

ในการเรียนตามทฤษฎี Constructionism ผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กัน ด้วยตัวของเขาเอง (ทำและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน) บทบาทที่คาดหวังจากผู้เรียน คือ

3.1 มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้ง ด้วยความสมัครใจ

3.2 เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง

3.3 ตัดสินปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

3.4 มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง

3.5 วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้

3.6 ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่ และที่ได้รับ

มอบหมาย

3.7 นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

4. การประยุกต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.1 การใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการให้ผู้เรียนสร้างสาระการเรียนรู้ และผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง

4.2 การสร้างสภาพแวดล้อมที่มีบรรยากาศที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ

4.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำในสิ่งที่สนใจ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิด การทำและการเรียนรู้ต่อไป

4.4 จัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ เช่น วิทยุ ความถนัด ความสามารถและประสบการณ์

4.5 สร้างบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร

4.6 ครูต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

4.7 การประเมินผลการเรียนรู้ ต้องประเมินทั้งผลงานและกระบวนการ

4.8 ความหลากหลายในการประเมิน เช่น การประเมินตนเอง การประเมินโดยครู โดยเพื่อน การสังเกต การประเมิน โดยแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

1. หลักการ

การเรียนรู้ที่ดี เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยตนเองของผู้เรียน ผู้เรียนที่มีโอกาส ได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะได้เห็นความคิดนั้น เป็นรูปธรรม การสร้างความรู้ในตนเองของผู้เรียน เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น จะเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน มีความคงทน ไม่ลืมง่าย และสามารถถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น จะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด

2. การประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 การใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการให้ผู้เรียนสร้างสาระการเรียนรู้ และผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2.2 การสร้างสภาพแวดล้อมที่มีบรรยากาศที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ

2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำในสิ่งที่สนใจ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิด การทำ และการเรียนรู้ต่อไป

2.4 จัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ เช่น วิทยุ ความถนัด ความสามารถและประสบการณ์

2.5 สร้างบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร

2.6 ครูต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

2.7 การประเมินผลการเรียนรู้ ต้องประเมินทั้งผลงานและกระบวนการ

2.8 ใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน เช่น การประเมินตนเอง การประเมิน โดยครูและเพื่อน การสังเกต การประเมิน โดยแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การใช้จิตวิทยาการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์นั้น ควรสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนจะเกิดขึ้นในกระบวนการที่ได้มีการปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ระหว่างผู้เรียนต่อผู้เรียน ผู้เรียนจะรวบรวมจัดองค์ความรู้ปัจจุบันที่มีอยู่แล้ว จากความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ ๆ

ต่าง ๆ ที่ได้มา แหล่งการเรียนรู้หรือทรัพยากรที่หลากหลาย มีลักษณะที่แตกต่างกันจำนวนมาก เท่าที่สามารถจัดหามาได้ เพื่อช่วยเหลือต่อการสืบค้น มีเวลาเพียงพอ พอจะสามารถทำผลงาน/ ชิ้นงาน/ การปฏิบัติการได้ สำหรับผู้เรียนในการสืบค้นและประมวลผลองค์ความรู้

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์

การผลิตบทเรียนออนไลน์ ก่อนการนำไปใช้จริง ต้องนำบทเรียนออนไลน์ไปทดสอบ ประสิทธิภาพ เพื่อดูว่า บทเรียนออนไลน์นั้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพ ในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับ ผลลัพธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากบทเรียนออนไลน์ หรือชุดการสอน ในระดับใด ดังนั้น จำเป็นจะต้องนำบทเรียนออนไลน์ไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบ ประสิทธิภาพโดย ศาสตราจารย์ ดร.ชัยงค์ พรหมวงศ์ ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของ สื่อการเรียนการสอน ดังนี้

ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะ หรือคุณภาพของสมรรถนะใน การดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุด ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ ระหว่าง ปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

ประสิทธิภาพ เน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใดๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thing right) คำว่าประสิทธิภาพ มักสับสนกับคำว่า ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำ ที่คลุมเครือ ไม่เน้นปริมาณ และมุ่งให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเน้นการทำสิ่งที่ถูกที่ควร (Doing the right thing) ดังนั้นสองคำนี้จึงมักใช้คู่กัน คือ ประสิทธิภาพ และ ประสิทธิภาพ

ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอน จึงหมายถึง การหาคุณภาพของสื่อ หรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อ หรือชุดการสอนแต่ละชั้น ตรงกับ ภาษาอังกฤษว่า “Developmental testing”

Developmental testing คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อ หรือ ชุดการสอนตามลำดับขั้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อ หรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น

(Try out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ 1) การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 2) การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และ 3) การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้เบื้องต้น

เป็นการนำสื่อ หรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพ ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง

การนำสื่อ หรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียน หรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษา เป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้ง 2 ขั้นตอน จะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้ เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ แบ่งออกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อ หรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพ ช่วยประกันคุณภาพของสื่อ หรือชุดการสอนว่า อยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำชิ้นใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้สื่อ หรือชุดการสอน

สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิ ในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้นก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพใน

การช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริง ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตสื่อ หรือชุดการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพ จะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทอง ในการเตรียมต้นแบบ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

1. ความหมายของเกณฑ์ (Criterion)

เกณฑ์ เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใด หรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพ และ/ หรือ ปริมาณที่จะรับได้ ซึ่งการตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขึ้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/ 60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/ 70 ส่วนแทนสนาม ตั้งไว้ 80/ 80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง

อนึ่ง เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้น หากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใด หรือพฤติกรรมใด ได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมได้ มีความคลาดเคลื่อนต่ำ หรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีก 1 ชั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนาม จนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2. ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อ หรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่า ที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบได้

ทั้งนี้ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 =$ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{n \times A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สูตรที่ 2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N \times B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตรดังกล่าว การนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ ในขณะที่ประกอบกิจกรรมกลุ่ม/ เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียนมาคำนวณค่า E_1/E_2

การคำนวณโดยไม่ใช้สูตร หากจำสูตรไม่ได้ หรือไม่อยากใช้สูตร สามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ดังนี้

สำหรับ E1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วน โดยเป็นร้อยละ

สำหรับ E2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อ หรือชุดการสอน โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนรวมกันหาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า E1 และ E2 ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายโดยยึดหลักการและแนวทาง ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) หากคะแนน E1 หรือ E2 ห่างกันเกิน 5 เปอร์เซนต์ แสดงว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียน ไม่สอดคล้องกันเช่น ค่า E1 มากกว่า E2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบ หรือ หากค่า E2 มากกว่าค่า E1 แสดงว่า การสอบง่ายกว่า หรือไม่สอดคล้องกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้ หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดี มีคุณภาพ ค่า E1 หรือ E2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำข้อสอบได้เพราะการเดา

2. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อ หรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) ผู้สอน 1 คน กับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า ทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หากไม่ถึงเกณฑ์ ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก ปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E1/ E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/ 60

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการสอน กับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า ทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพ ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ หากไม่ถึงเกณฑ์ ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุง

ในคราวนี้ คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 เปอร์เซนต์ นั่นคือ E1/ E2 ที่ได้ จะมีค่าประมาณ 70/ 70

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) ผู้สอน 1 คน กับผู้เรียนทั้งชั้นปกติ ให้ใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ในโรงเรียนขนาดเล็กก่อนๆ โลมให้ใช้กับนักเรียน 15 คนขึ้นไป ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพ ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า ทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการและทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์ ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ จนกว่าจะถึงเกณฑ์ หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีก 1 ชั้น เช่น ตั้งไว้ 80/ 80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/ 85 หรือ 90/ 90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบได้

การเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการสอน

นักเรียนที่ผู้สอนจะเลือกมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการสอน ควรเป็นตัวแทนของนักเรียนที่เราจะนำสื่อ หรือชุดการสอนนั้นไปใช้ ดังนั้น จึงควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพครู 1 คน ต่อเด็ก 1-3 คน ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนเสียก่อน แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กปานกลาง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่ง หากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสม ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กอ่อนหรือเด็กปานกลาง โดยไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กเก่งก็ได้ แต่ธรรมชาติการเรียนรู้ที่แท้จริง ที่เด็กเก่ง-กลาง-อ่อน จะช่วยเหลือกัน เพราะเด็กอ่อนบางคน อาจจะไม่เก่งในเรื่องที่เด็กเก่งทำไม่ได้

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) ครู 1 คนทดสอบประสิทธิภาพกับเด็ก 6-12 คน คละกันทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง เด็กอ่อน จับเวลาแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไร เพื่อให้ทุกกลุ่มกิจกรรม ใช้เวลาใกล้เคียงกัน 10-15 นาที สำหรับระดับประถมศึกษา

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ใช้ครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้น กับนักเรียน 30-40 คน นักเรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน ยึดจำนวนจากการแจกแจงปกติเป็น 5 กลุ่ม คือ นักเรียนเก่งมาก ร้อยละ 1.37 (1 คน) นักเรียนเก่ง ร้อยละ 14.63

(15 คน) นักเรียนปานกลาง ร้อยละ 68 (68 คน) นักเรียนอ่อน ร้อยละ 14.63 (15 คน) และนักเรียนอ่อนมาก ร้อยละ 1.37 (1 คน)

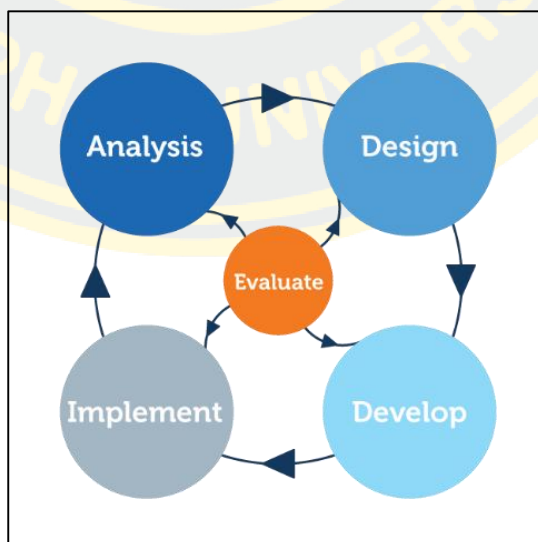
การแจกแจงปกติ เป็นเกณฑ์นำมาทดสอบประสิทธิภาพนักเรียนเก่ง ประมาณร้อยละ 16 นักเรียนปานกลาง ร้อยละ 68 และนักเรียนอ่อน ร้อยละ 16 เนื่องจากการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ต้องใช้สถานที่ในการจัดกิจกรรมและใช้เวลามากกว่าใช้เวลานอกชั้นเรียน หรือแยกนักเรียนมาเรียนต่างหากจากห้องเรียน

ทดสอบประสิทธิภาพแบบสนาม ควรใช้ห้องเรียน ต้องสุ่มนักเรียน โรงเรียนเดียวกันหรือต่างโรงเรียน เพื่อให้ได้สัดส่วนจำนวนตามการแจกแจงปกติ

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้ ADDIE Model

จากการศึกษาหลักการเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายและความสำคัญของขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนแบบ ADDIE ไว้ดังนี้

พิสุทธา อารีราษฎร์ (2550, หน้า 64) กล่าวว่า รูปแบบ ADDIE เป็นรูปแบบที่ได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวางในการนำมาใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดย Roderic Sims แห่งมหาวิทยาลัยซิดนีย์ (University of Technology Sydney) ได้นำรูปแบบ ADDIE มาปรับปรุงขั้นตอนให้เป็นขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยครอบคลุมสาระสำคัญในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ซึ่ง รูปแบบ ADDIE แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนตามรูปแบบ ADDIE Model (มนต์ชัย เทียนทอง, 2548, หน้า 131)

จากภาพที่ 5 จะเห็นว่า รูปแบบ ADDIE ประกอบด้วยทั้งหมด 5 ชั้น ได้แก่
 ชั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นการออกแบบ (Design) ชั้นการพัฒนา (Development) ชั้นทดลองใช้
 (Implementation) และชั้นการประเมินผล (Evaluate) และได้ทำตัวอักษรตัวแรกของแต่ละชั้น
 มาจัดเรียงต่อกันเป็นชื่อของรูปแบบคือ “A” “D” “D” “I” “E” รายละเอียดของแต่ละชั้น อธิบายได้
 ดังนี้

ชั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

ถือเป็นขั้นวางแผนหรือเตรียมการสื่อต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาบทเรียน โดยประเด็น
 ต่าง ๆ ที่จะต้องวิเคราะห์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การกำหนดกลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย (Specify target audience) ผู้ออกแบบจะต้องรู้จัก
 กลุ่มผู้เรียนเป้าหมาย ในประเด็นของปัญหาทางการเรียนหรือศักยภาพทางการเรียน ความรู้เดิม และ
 ความต้องการของผู้เรียน ประเด็นเหล่านี้ เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ผู้ออกแบบนำมาประกอบในการสร้าง
 บทเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับตัวผู้เรียน

2. การวิเคราะห์งาน (Conduct task analysis) เป้าหมายของการวิเคราะห์งาน ได้แก่
 ความคาดหวังที่จะให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากได้เรียนเนื้อหาจากบทเรียนแล้ว ดังนั้น
 การวิเคราะห์งานจึงเป็นการกำหนดภารกิจ หรือกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนต้องกระทำ เมื่อได้ภารกิจ
 หรือกิจกรรมแล้ว ลำดับต่อไป ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ
 แบบทดสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดความคาดหวัง ที่ต้องการให้
 ผู้เรียนเป็น หลังจากเรียนเนื้อหาบทเรียนแล้ว การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จะต้อง
 สอดคล้องกับงาน หรือภารกิจหรือกิจกรรมที่ได้ออกแบบไว้

2.2 การออกแบบแบบทดสอบเพื่อการประเมินผล (Design Items of assessment)
 เป็นการออกแบบชนิดของข้อสอบที่ใช้ในบทเรียน เช่น แบบทดสอบปรนัย หรือแบบทดสอบอัตนัย
 เป็นต้น ตลอดจนการกำหนดเกณฑ์การประเมินผล หรือการกำหนดน้ำหนักของคะแนน เป็นต้น

3. การวิเคราะห์แหล่งข้อมูล (Analyze resources) หมายถึงการกำหนดแหล่งที่มา
 ของข้อมูลที่จะใช้ในการออกแบบบทเรียน เช่น เนื้อหาที่จะใช้ในการเรียน จะมาจากแหล่งใด
 เป็นต้น ในการพัฒนาบทเรียน จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ดังนั้น ผู้ออกแบบจะต้องกำหนด
 แหล่งที่มาของข้อมูลแต่ละอย่างไว้อย่างชัดเจน โดยข้อมูลแต่ละประเภทอาจ จะกำหนดแหล่งที่มา
 ได้หลายที่ เช่น แหล่งที่มาของเนื้อหา อาจจะมีจำนวนหลายๆ แหล่ง ดังนั้น เมื่อจะใช้งาน
 ผู้ออกแบบสามารถเลือกแหล่งที่ดีที่สุด หรืออาจจะผสมผสานข้อมูลจากแต่ละแหล่งก็ได้

4. กำหนดสิ่งจำเป็นในการจัดการ (Define need of management) หมายถึง ประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการจัดการบทเรียน เช่น ระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ รูปแบบการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน การนำเสนอบทเรียน การจัดเก็บข้อมูลของบทเรียน เป็นต้น ประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้ ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดไว้ชัดเจนและครอบคลุม เพื่อใช้ในการออกแบบบทเรียนให้มีความสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ขั้นการออกแบบ (Design)

เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้วิเคราะห์ไว้ มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ โดยมีประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องออกแบบตามลำดับ ดังนี้

1. การเลือกแหล่งข้อมูล (Select resource) หมายถึง การเลือกแหล่งข้อมูลที่จะใช้ในการออกแบบบทเรียน โดยที่แหล่งข้อมูลนี้ ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้แล้วในขั้นการวิเคราะห์
2. การออกแบบมาตรฐาน (Specify standard) หมายถึง มาตรฐานต่าง ๆ ที่จะใช้ในบทเรียน เช่น มาตรฐานเนื้อหา มาตรฐานการติดต่อระหว่างบทเรียนและผู้เรียน เป็นต้น การกำหนดมาตรฐานนี้ จะทำให้มีรูปแบบการใช้งานในประเด็นต่าง ๆ ที่เป็นไปในแนวทางเดียวกันตลอด เช่น การมีมาตรฐานจอภาพ จะหมายถึง การใช้รูปแบบตัวอักษร หรือการใช้สีเป็นไปในมาตรฐานเดียวกันตลอดบทเรียน
3. การออกแบบโครงสร้างบทเรียน (Design course structure) ได้แก่ การออกแบบส่วนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กัน เช่น ส่วนการจัดการเนื้อหา ส่วนจัดการผู้เรียน หรือส่วนการประเมินผล เป็นต้น เมื่อออกแบบโครงสร้างบทเรียนแล้ว ลำดับต่อไป ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบโมดูล (Design module) โดยพิจารณาถึงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน เช่น การทำงานก่อนการทำงานในลำดับต่อ จาก โมดูลใด และ โมดูลใดทำงานในลำดับสุดท้าย เป็นต้น
4. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analyze content) เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดที่จะใช้ในบทเรียน การวิเคราะห์สามารถใช้เครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ ได้แก่ แผนภูมิปะการัง (Coral dattern) เพื่อรวบรวมเนื้อหา หรือแผนภาพเครือข่าย (Network diagram) เพื่อจัดลำดับเนื้อหา เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดได้แล้ว สิ่งที่ผู้ออกแบบจะต้องดำเนินการเป็นลำดับต่อไป มีดังนี้
 - 4.1 การกำหนดการประเมินผล (Specify assessment) ได้แก่ เกณฑ์การประเมินผู้เรียน รูปแบบการประเมินผล รวมถึงวิธีการประเมินผล
 - 4.2 กำหนดวิธีการจัดการ (Specify management) เป็นการกำหนดรูปแบบและวิธีการจัดการ ได้แก่ การจัดการฐานข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เรียน บทเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. การออกแบบบทเรียน (Design lessons) หมายถึง การออกแบบองค์ประกอบของบทเรียนในแต่ละโมดูล จะต้องประกอบด้วยเนื้อหา กิจกรรม สื่อหรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแต่ละส่วนที่นำมาประกอบเข้าด้วยกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ในการออกแบบจะผสมผสานกับข้อมูลพื้นฐานที่ได้วิเคราะห์และออกแบบในขั้นตอนที่ผ่านมา มีลำดับการออกแบบดังนี้

5.1 การกำหนดลำดับการสอน (Instructional sequencing) เพื่อควบคุมให้การดำเนินการของกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

5.2 การเขียนบทคำเนเรื่อง (Storyboard) ได้แก่ บทคำเนเรื่องของเนื้อหา และกิจกรรมในแต่ละโมดูล เพื่อจะใช้ในการสร้างตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

ขั้นการพัฒนา (Development)

เป็นขั้นที่น่าสิ่งต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้มาพัฒนา โดยมีประเด็นที่จะต้องพัฒนาตามลำดับดังนี้

1. การพัฒนาบทเรียน (Lesson development) หมายถึง การพัฒนาบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้สามารถนำเสนอผ่านทางคอมพิวเตอร์ ในการพัฒนาบทเรียนจะนำบทคำเนเรื่องที่ได้ออกแบบไว้มาเป็นแบบในการพัฒนาบทเรียน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นโปรแกรมนิพนธ์บทเรียน หรือโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูงต่าง ๆ เมื่อดำเนินการพัฒนาบทเรียนแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องนำบทเรียนไปทดสอบ เพื่อตรวจสอบความคิดพลาด และเพื่อความสมบูรณ์ของแต่ละโมดูล

2. พัฒนาระบบจัดการบทเรียน (Management development) หมายถึง พัฒนาโปรแกรมระบบบริหารจัดการบทเรียน เช่น ระบบจัดการบทเรียน ระบบจัดการเนื้อหา ระบบจัดการข้อสอบ เป็นต้น เพื่อให้บทเรียนสามารถจัดการสอนได้ตามความต้องการและตรงตามเป้าหมาย

3. การรวมบทเรียน (Integration) เป็นการรวมเอาทุกส่วนของระบบรวมเป็นระบบเดียว นอกจากนี้ ต้องผนวกเอาวัสดุการเรียน (Supplementary test) เข้าไปในระบบด้วย เพื่อให้บทเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนครบทุกขั้นตอน ตามแนวทางที่ออกแบบไว้

ขั้นการทดลองใช้ (Implementation)

เป็นขั้นที่น่าบทเรียนที่มีองค์ประกอบครบสมบูรณ์มาทดลองใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดลองใช้ มีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดเตรียมสถานที่ (Site preparation) การเตรียมสถานที่ที่จะใช้ในการทดลองให้มีความพร้อมที่จะใช้ ได้แก่ ห้องเรียน เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เครื่องมือและบทเรียน เป็นต้น

2. การฝึกอบรมผู้ใช้ (User training) การฝึกอบรมผู้ใช้ จะทำการฝึกให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในบทเรียน ผู้ออกแบบหรือผู้สอน ควรจะควบคุมอย่างใกล้ชิด โดยอาจจะจดบันทึกพฤติกรรมของผู้อบรม หรือสังเกตพฤติกรรมของผู้เข้าอบรม โดยอาจจะสอบถามความคิดเห็นของผู้เข้าอบรมต่อการใช้งานบทเรียน เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดและเพื่อนำไปปรับปรุง แก้ไขบทเรียนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. การยอมรับบทเรียน (Acceptance) การยอมรับบทเรียน ผู้ออกแบบสามารถทำได้โดยการสอบถามความคิดเห็นจากผู้อบรม เพื่อพิจารณาความสมบูรณ์ของบทเรียนว่า บทเรียนสมควรจะให้ผ่านการยอมรับหรือไม่ อย่างไร

ขั้นการประเมินผล (Evaluate)

1. การประเมินผลระหว่างดำเนินการ (Formative evaluation) เป็นการประเมินในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินการ เพื่อดูผลดำเนินการในแต่ละขั้นและนำไปจัดทำเป็นรายงาน นำเสนอให้ผู้เกี่ยวข้องได้ทราบต่อไป

2. การประเมินผลสรุป (Summative evaluation) เป็นการประเมินหลังการใช้บทเรียน โดยการสรุปประเด็นต่าง ๆ ในรูปแบบทางสถิติและแปรผลผลที่ได้ ในขั้นตอนนี้ จะสรุปได้ว่า บทเรียนมีคุณภาพ หรือมีประสิทธิภาพอย่างไร และจัดทำรายงานเพื่อแจ้งไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนตามรูปแบบ ADDIE ประกอบด้วย ขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ เป็นขั้นวางแผนหรือเตรียมการสื่อต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาบทเรียน ขั้นการออกแบบ เป็นขั้นที่นำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาวิเคราะห์ไว้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ ขั้นการพัฒนา เป็นขั้นที่นำสิ่งต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้มาพัฒนา เมื่อดำเนินการพัฒนาบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยนำบทเรียนไปทดสอบเพื่อตรวจสอบหาความผิดพลาด และเพื่อหาความสมบูรณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ขั้นการทดลองใช้ เป็นขั้นที่นำบทเรียนที่มีองค์ประกอบครบสมบูรณ์ มาทดลองใช้ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และขั้นการประเมินผล โดยการนำผลการทดลองที่ได้มาสรุปผล ซึ่งกระบวนการทั้ง 5 ขั้น ทำให้ได้บทเรียนบนเครือข่ายเรื่อง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ที่มีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์ เหมาะสมกับผู้เรียน เป็นสื่อที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างดี

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาตามขั้นตอนการพัฒนาบทเรียน โดยวิธีการเชิงระบบของ ADDIE ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ ขั้นการออกแบบ ขั้นการพัฒนา ขั้นการทดลองใช้และขั้นการประเมินผล โดยครอบคลุมสาระสำคัญในการออกแบบบทเรียนออนไลน์ทั้งหมด

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความสามารถทางสมอง หรือวัดสติปัญญาของผู้เรียนว่า มีความสามารถมากน้อยเพียงใด หลังจากที่ได้รับประสบการณ์จากการจัดการเรียนการสอน หรือจากแหล่งวิทยากรต่าง ๆ ดังนั้น ในการวัดความสามารถเพื่อดูความเจริญงอกงามของผู้เรียน แบบทดสอบ นับว่าเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญมาก ที่จะทำให้ทราบสิ่งเหล่านั้นได้

ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

แบบทดสอบที่ดี มีคุณภาพ ย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดี ย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้น การวัดผลการศึกษาคูณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี มีดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง สามารถวัดได้คงที่ ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิม คะแนนจากการสอบทั้ง 2 ครั้ง ควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรก ก็ควรได้คะแนนสูงในครั้งที่สอง
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน
4. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง แบบทดสอบนี้ สามารถแยกนักเรียนได้ว่า ใครเก่ง ใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับ
5. ความยากพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่า ข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมาก ข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้น ก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่า ใครเก่ง ใครอ่อน ในทางตรงกันข้าม ถ้าข้อสอบง่ายเกินไป นักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้น ข้อสอบที่ดี ควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไป ไม่ง่ายเกินไป
6. ยุติธรรม (Fair) หมายถึง คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาด ใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้อง และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านดูตำราอย่างคร่าว ๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใด กลุ่มหนึ่ง (สิริพร ทิพย์คง, 2545, หน้า 195; พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545, หน้า 135-161)

ความหมายของแบบทดสอบ

บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ (2542) ให้ความหมายแบบทดสอบว่าเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคล ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียว หรือหลายคนในเวลาต่างกัน ความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีเชิงระบบ (Systematic procedure) หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับการให้คะแนน
2. แบบทดสอบเป็นเป็นการวัดพฤติกรรม (Behaviors) ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้เท่านั้น
3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมด (Sample of all possible items) ข้อคำถามในแบบทดสอบ เป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบ ตอบข้อคำถามใด คำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่ากัน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่วัดผลการศึกษาที่บุคคลแสดงพฤติกรรมด้านความรู้ ความสามารถ ที่ได้รับจากการศึกษาในช่วงเวลาหนึ่ง ด้วยข้อสอบ ข้อคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้ศึกษามา

ประเภทของแบบทดสอบ

บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ (2542) แบ่งประเภทของแบบทดสอบได้แตกต่างกันตามเกณฑ์ ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะทางจิตวิทยาที่ใช้วัด แบ่งเป็น 4 ประเภทได้แก่
 - 1.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจตามพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
 - 1) แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher-made test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างกันโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น ใช้แล้วก็จบกระบวนการ
 - 1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ มีความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัย และมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ไว้เปรียบเทียบ
 - 1.3 แบบทดสอบความถนัด (Aptitude test) ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของคนว่ามีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude test) เป็นแบบทดสอบความถนัด ที่วัดความสามารถทางวิชาการ ว่า มีความถนัดในวิชาอะไร 2) แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Specific aptitude test)

เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถพิเศษของบุคคล เช่น ความถนัดทางดนตรี ทางกายภาพ ทางการแพทย์ ทางศิลปะ เป็นต้น

1.4 แบบทดสอบบุคคล-สังคม (Personal-social test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพและการปรับตัวเข้ากับสังคมของบุคคล

2. แบ่งตามรูปแบบของการถามการตอบ จะแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่

2.1 แบบวัดความเรียง (Essay test) กำหนดคำถามให้ผู้ตอบจะต้องเรียบเรียงคำตอบเอง เป็นแบบอัตนัย มีเฉพาะตัวคำถาม ส่วนคำตอบจะเว้นที่ว่าง หรือกำหนดกระดาษคำตอบให้ไว้เป็นพิเศษ แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะที่ผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิ์จะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน

2.2 แบบทดสอบสั้นและเลือกตอบ (Short answer and multiple choice test) คือ แบบปรนัย (Objective test) แบบนี้ จะกำหนดคำถามให้ และกำหนดให้ตอบสั้น ๆ ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบตามนั้น เช่น แบบถูก-ผิด (True-false item) แบบเลือกตอบ (Multiple choice item) แบบให้ตอบสั้น (Short answer item) และแบบจับคู่ (Matching test)

3. แบ่งตามลักษณะเกณฑ์ที่ใช้วัด จะแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สอบวัดตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หรือตามเกณฑ์ภายนอก ซึ่งเป็นเนื้อหาของวิชาการเป็นหลัก

3.2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced test) เป็นการเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มที่สอบด้วยกัน

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะ หรือจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด แบบทดสอบทุกฉบับจะต้องมีคุณภาพด้วยความเที่ยงตรง จึงจะเชื่อได้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ดี และผลที่ได้จากการวัด จะถูกต้องตรงตามที่ต้องการ

ดัชนีความยากของข้อสอบ หรือดัชนีค่าความง่ายของข้อสอบ เป็นดัชนีที่แสดงถึงระดับความยากง่ายของข้อสอบ ทั้งข้อสอบแบบปรนัยและแบบอัตนัย

ดัชนีค่าอำนาจจำแนก เป็นค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการเรียนรู้ หรือกลุ่มที่ยังไม่รู้ (No master) กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แล้ว หรือที่รู้แล้ว (Master) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์เช่นเดียวกับข้อสอบอิงกลุ่ม คือ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายครั้ง ในแบบทดสอบชุดเดิม การวิจัยขั้นสูงเพื่อพัฒนาการศึกษา

การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ วัดก็ครั้งก็ได้คำตอบที่คงที่เหมือนเดิม ค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

ความเป็นปรนัย (Objectivity) ของแบบทดสอบ หมายถึง ผลของการสอบชุดข้อสอบนั้น ๆ สะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนอย่างแท้จริง

ความสะดวกใช้ (Usability) หมายถึง นำเครื่องมือไปใช้ในสถานการณ์ที่ต้องการได้ดี กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบทดสอบ เป็นเครื่องมือวัดผลที่สำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ให้ข้อสนเทศแก่ครูและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาว่า การสอนบรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษามากน้อยเพียงใด และสะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอนว่า มีคุณภาพ ประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และต้องปรับปรุงแก้ไข หรือไม่อย่างไร เพราะฉะนั้น แบบทดสอบที่ใช้จะต้องมีคุณภาพในทุก ๆ ด้าน จึงจะสามารถใช้ผลการสอบเพื่อการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ เป็นทัศนคติในทางบวก ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคล การจะวัดว่า บุคคลมีความรู้สึกพึงพอใจ หรือไม่พึงพอใจ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างเครื่องมือช่วยในการวัดทัศนคตินั้น ซึ่งนักวิชาการได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ สรุปได้ ดังนี้

วีระ ไทยพานิช (2551) ได้กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจไว้ว่า ในการวัดความรู้สึกหรือการวัดทางบวก หมายถึง การประเมินค่าความรู้สึกไปในทางที่ดี ชอบหรือพอใจ ส่วนทางลบจะเป็นการประเมินค่าความรู้สึกไปในทางที่ไม่ดี ไม่ชอบ หรือไม่พอใจ และการวัดในลักษณะปริมาณ ซึ่งเป็นความเข้มข้นความรุนแรง หรือระดับทัศนคติไปในทิศทางที่พึงประสงค์ หรือไม่พึงประสงค์นั่นเอง ซึ่งมีวิธีวัดนี้อยู่หลายวิธี เช่น วิธีการสังเกต วิธีการสัมภาษณ์ วิธีการใช้แบบสอบถาม เป็นต้น

จากที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัตินั้น ให้การตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนมากน้อยเพียงใด เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากน้อยเพียงใด นั่นคือ วิธีการที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

ลักษณะและวิธีการประเมินความพึงพอใจ

1. ลักษณะของการประเมินความพึงพอใจ มีดังนี้ (บังอร ผงผ่าน, 2538)

1.1 การประเมินความพึงพอใจด้านความรู้สึก เป็นลักษณะการประเมินทางความรู้สึก หรืออารมณ์ของบุคคล ตามองค์ประกอบทางความรู้สึก ได้แก่ ความรู้สึกทางบวก เป็นความชอบพอใจ และความรู้สึกทางลบ เป็นความไม่ชอบ ไม่พอใจ

1.2 การประเมินความพึงพอใจด้านความคิด เป็นการประเมินการรับรู้ของบุคคล และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับ ที่เกิดเป็นความรู้ ความคิด เกี่ยวข้องกับการพิจารณาที่มาของทัศนคติออกมาว่า ถูก หรือผิด ดี หรือไม่ดี ที่เกิดจากการประมวลผลของสมอง

1.3 การวัดความพึงพอใจในด้านพฤติกรรม เป็นการวัดความพร้อมที่จะกระทำ หรือพร้อมที่จะตอบสนองที่มาของพฤติกรรม

วิธีประเมินความพึงพอใจ

1. การสังเกต เป็นวิธีการสำหรับใช้ตรวจสอบบุคคลอื่น โดยการสังเกตพฤติกรรม และจดบันทึกความพึงพอใจที่แสดงออกมาในประเด็นที่ต้องการ
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้ประเมินจะต้องออกไปพูดคุยกับบุคคลนั้น ๆ
3. การใช้แบบสอบถามประมาณค่า เป็นการประเมิน โดยใช้เครื่องมือที่เป็นการสร้าง ประโยชน์ข้อความต่าง ๆ ทั้งที่เป็นข้อความทางบวกและทางลบ

การสร้างแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ

1. กำหนดเป้าหมายของความพึงพอใจว่า คืออะไร มีโครงสร้างลักษณะใด ซึ่งควรกำหนดเป้าหมายให้ชัดเจนเป็นเรื่อง ๆ ลงไปว่า จะประเมินความพึงพอใจด้านใดบ้าง
2. รวบรวมข้อความคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อเป้าหมาย
3. นำข้อความคำถามที่สร้างแล้วไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความว่า ตรงตามโครงสร้างของการประเมินความพึงพอใจ ตามที่ได้กำหนดไว้แล้วในแต่ละด้าน
4. กำหนดน้ำหนักในการตอบแต่ละตัวเลือก โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1

การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจ

1. การตรวจสอบความตรง มีการตรวจสอบ 2 ลักษณะ ดังนี้

1.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence = IOC) โดยนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5-7 คน พิจารณาตรวจสอบ ให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ แต่ละข้อต้องมีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.0 จากนั้น

นำผลการตรวจสอบรายข้อมาหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามทั้งฉบับ ซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

1.2 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้ประเมินในกลุ่ม มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่จะเก็บข้อมูลจริง 2 กลุ่ม

2. การตรวจสอบความเที่ยง มีการตรวจสอบ 2 วิธี ดังนี้

2.1 การตรวจสอบความเที่ยงด้วยการทดสอบซ้ำ โดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 2 ครั้ง ห่างกัน 1-2 สัปดาห์ นำผลคะแนนมาหาค่าสหสัมพันธ์ตามสูตรของเพียร์สัน ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่สามารถนำไปใช้ได้

2.2 การตรวจสอบความเที่ยงด้วยวิธีของครอนบาค โดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 1 ครั้ง นำผลคะแนนมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่สามารถนำไปใช้ได้

5. การแปลความหมายคะแนนและการกำหนดระดับความพึงพอใจ

การกำหนดระดับของความพึงพอใจด้วยแบบสอบถาม มีวัตถุประสงค์เพื่อบ่งชี้ระดับความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย หรือกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดน้ำหนักคะแนนความพึงพอใจ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

พึงพอใจมากที่สุด กำหนดให้ 5 คะแนน

พึงพอใจมาก กำหนดให้ 4 คะแนน

พึงพอใจปานกลาง กำหนดให้ 3 คะแนน

พึงพอใจน้อย กำหนดให้ 2 คะแนน

พึงพอใจน้อยที่สุด กำหนดให้ 1 คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจ มีดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์นั้น เป็นการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ มีขั้นตอน ดังนี้ 1) กำหนดเนื้อหาในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ 2) เลือกประเด็นในการวัดและกำหนดวิธีที่จะใช้ในการวัด 3) สร้างแบบวัดความพึงพอใจ 4) นำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 5) นำแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ทั้งฉบับ และ 6) นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้จริงและประเมินผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรญา ทองธรรมา (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน วิทยาการคำนวณ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการรู้เท่าทัน สื่อและข่าวสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหา การจัดการเรียนการสอน เรื่อง วิทยาการคำนวณ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง วิทยาการคำนวณ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง วิทยาการคำนวณ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน เทศบาลสวนสนุก ปีการศึกษา 2561 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลสวนสนุก สำนักงานการศึกษาเทศบาลนครขอนแก่น ปีการศึกษา 2561 จำนวน 5 คน โดย ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Sample random sampling) ผลการศึกษา พบว่า สภาพปัญหา ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก คือ ด้านพื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร โดยรูปแบบการเรียนที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการสอน ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และ ระบบสนับสนุน ผลการประเมินความเหมาะสม พบว่า ความเหมาะสมที่มากที่สุด และ มีความสอดคล้องกันทุกขั้นตอน และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 83.04/ 82.33

พัชรภรณ์ จารุพันธ์ และ กิตติพงษ์ พุ่มพวง (2562) ศึกษาผลการพัฒนาชุดกิจกรรม การเรียนรู้ร่วมกับหุ่นยนต์ mBot วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมการใช้ความคิดเชิงตรรกะ และการแก้ปัญหาเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับหุ่นยนต์ mBot วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมการใช้ความคิดเชิงตรรกะและการแก้ปัญหาเชิงระบบ เพื่อศึกษาผลการใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับหุ่นยนต์ mBot และเพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้ความคิดเชิงตรรกะ และการแก้ปัญหาเชิงระบบ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลโรจนวิทย์ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 34 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับหุ่นยนต์ mBot วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมการใช้ความคิดเชิงตรรกะและการแก้ปัญหาเชิงระบบ แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบสังเกตพฤติกรรมการใช้ความคิด เชิงตรรกะและการแก้ปัญหาเชิงระบบ ผลการวิจัย พบว่า ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับหุ่นยนต์ mBot ในภาพรวมมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 83.25/ 82.50

ถัดดาวัลย์ กรุดน้ำ และ บัญญัติ ชำนาญกิจ (2554) ศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบค้นข้อมูลและการติดต่อสื่อสารในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบค้นข้อมูลและการติดต่อสื่อสาร ระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบค้นข้อมูลและการติดต่อสื่อสาร ในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนจากการสอนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบค้นข้อมูลและการติดต่อสื่อสาร ในระบบอินเทอร์เน็ต และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 16 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ผลการศึกษา พบว่า บทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.60/ 81.04 และบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบค้นข้อมูลและการติดต่อสื่อสารในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.61 ซึ่งมีค่าดัชนีประสิทธิผลมากกว่า 0.5

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ผู้วิจัยขอเสนอวิธีดำเนินการวิจัย
ตามแนว ADDIE Model ต่อไปนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)
2. ขั้นการออกแบบ (Design)
3. ขั้นการพัฒนา (Development)
4. ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)
5. ขั้นการประเมิน (Evaluation)

โดยแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

1. วิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับ โรงเรียน
1.1. จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ ส่งผลให้
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ โดยพิจารณาจากรายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียน
ปีการศึกษา 2562 ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด
- 1.2 จากรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 57.25 ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 80
- 1.3 จากการสอบถามครูที่สอนวิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนขยายโอกาส ในกลุ่มพัฒนาคุณภาพการศึกษาองค์กรร่วมพลัง จำนวน 7 โรงเรียน พบว่า
ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ มีดังนี้
 - 1.3.1 จำนวนครูไม่ครบชั้นและไม่ครบสาระวิชาตามหลักสูตร
 - 1.3.2 ครูมีงานพิเศษ นอกเหนือจากงานหน้าที่หลัก คือ งานสอน
 - 1.3.3 นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาการคำนวณ เพราะเป็นวิชาที่เข้าใจยาก
 - 1.3.4 ครูขาดสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ ทำให้นักเรียนไม่อยากเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

1.3.5 โรงเรียนมีการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ในโรงเรียน หรือกิจกรรมร่วมกับชุมชน ทำให้ไม่ได้เรียน

2. วิเคราะห์บทเรียน เนื้อหา

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากนั้น วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และรายละเอียดของเนื้อหา กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในแต่ละหน่วยของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาแบ่งเป็นหน่วย ซึ่งแต่ละหน่วย มีดังนี้

หน่วยที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

หน่วยที่ 1.2 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 13 ขั้นตอน

หน่วยที่ 1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เชิงกลและหลักการออกแบบหุ่นยนต์

หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

ผู้วิจัย ได้นำเนื้อหาตรงตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตรสถานศึกษา ที่เกี่ยวกับองค์ความรู้ ทักษะสำคัญและคุณลักษณะในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ โดยผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาการคำนวณ ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ การมีเหตุมีผล มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาการคำนวณ รวมไปถึงพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

3. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาตรงตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 บอกหลักการออกแบบเบื้องต้นได้

3.2 บอกขั้นตอนการพัฒนาหุ่นยนต์เบื้องต้นได้

3.3 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้

4. วิเคราะห์บริบทและสภาพแวดล้อมของผู้เรียน

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีความพร้อมที่แตกต่างกัน เนื่องจากโรงเรียนที่ทำการทดลอง เป็น โรงเรียนขนาดเล็ก ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหาที่ได้ลงมือปฏิบัติ มากกว่าเนื้อหาในทางทฤษฎี และในปัจจุบัน ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้

ในรูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ที่สามารถเรียนรู้ได้ตามความถนัดและความสนใจของผู้เรียน สามารถทบทวนได้ทั้งในเวลาเรียนและนอกเวลา

5. วิเคราะห์ความพร้อมด้านเทคโนโลยี

จากการวิเคราะห์บริบทเทคโนโลยีของสถานศึกษา พบว่า สถานศึกษามีความพร้อมของทรัพยากรเพื่อการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความพร้อมในการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ เนื่องจากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม ได้จัดวิชาที่เรียนเกี่ยวกับเทคโนโลยี ทั้งวิชาพื้นฐานและวิชาเพิ่มเติม ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันและการเรียนรู้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

ขั้นการออกแบบ (Design)

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างบทเรียนออนไลน์ เช่น เนื้อหาบทเรียน การใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น เพื่อใช้องค์ความรู้ดังกล่าว ในการสร้างบทเรียนออนไลน์ ซึ่งการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัย ได้ดำเนินการออกแบบส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

1. การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

1.1 กำหนดเนื้อหาในบทเรียน กล่าวคือ การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมเนื้อหา ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 หลักสูตรสถานศึกษา วิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 หน่วย 4 บทเรียน ดังนี้

หน่วยที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

หน่วยที่ 1.2 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 13 ขั้นตอน

หน่วยที่ 1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เชิงกลและหลักการออกแบบหุ่นยนต์

หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นและการเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

1.2 กำหนดจุดประสงค์ของแต่ละหน่วย

ผู้วิจัย ได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนออนไลน์ สำหรับนำไปใช้ป็นสื่อการเรียนการสอน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เนื้อหาตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดในหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 และหลักสูตรสถานศึกษา มีจุดประสงค์ดังนี้

1.2.1 บอกหลักการออกแบบเบื้องต้นได้

1.2.2 บอกขั้นตอนการพัฒนาหุ่นยนต์เบื้องต้นได้

1.2.3 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้

1.3 รูปแบบการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ วิชาวิทยาการ-
คำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ชี้นำกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 ชี้นำประเมินผล

1.4 ออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ วิชาวิทยาการคำนวณ
เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
ประกอบด้วยขั้นตอนในการเรียน 5 ส่วน และเนื้อหา 2 หน่วย 4 บทเรียน ดังนี้

1.4.1 จัดเรียงลำดับขั้นตอนการใช้งานจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และ
เขียนเป็น Flow chart แสดงขั้นตอนการใช้งาน โดยผู้วิจัย ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนไว้ 5 ส่วน
ได้แก่

ส่วนที่ 1 ลงทะเบียนผู้เรียน

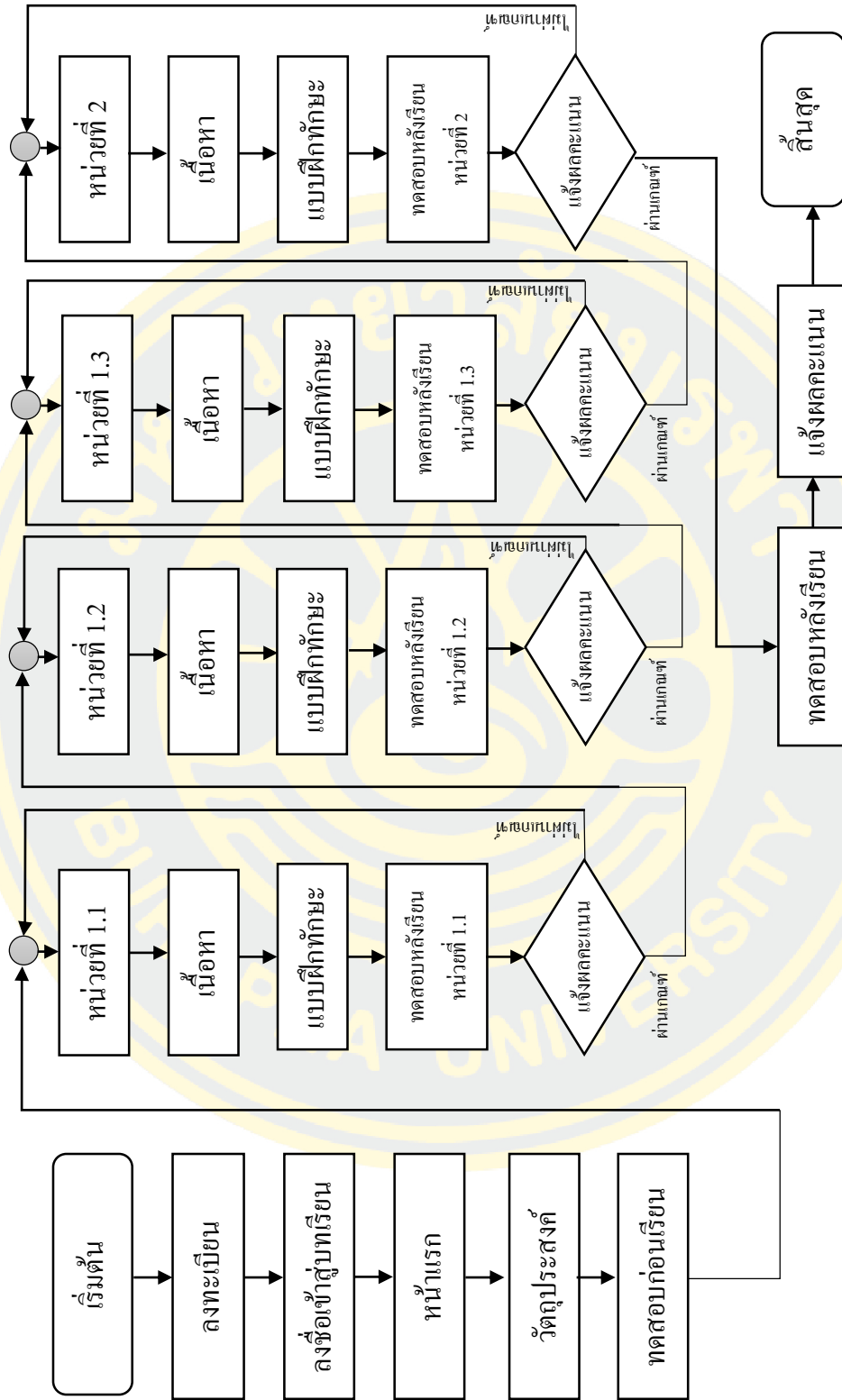
ส่วนที่ 2 ส่วนเมนูคำแนะนำการใช้

ส่วนที่ 3 ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน

ส่วนที่ 4 ส่วนของบทเรียน

ส่วนที่ 5 ส่วนแบบทดสอบหลังเรียน

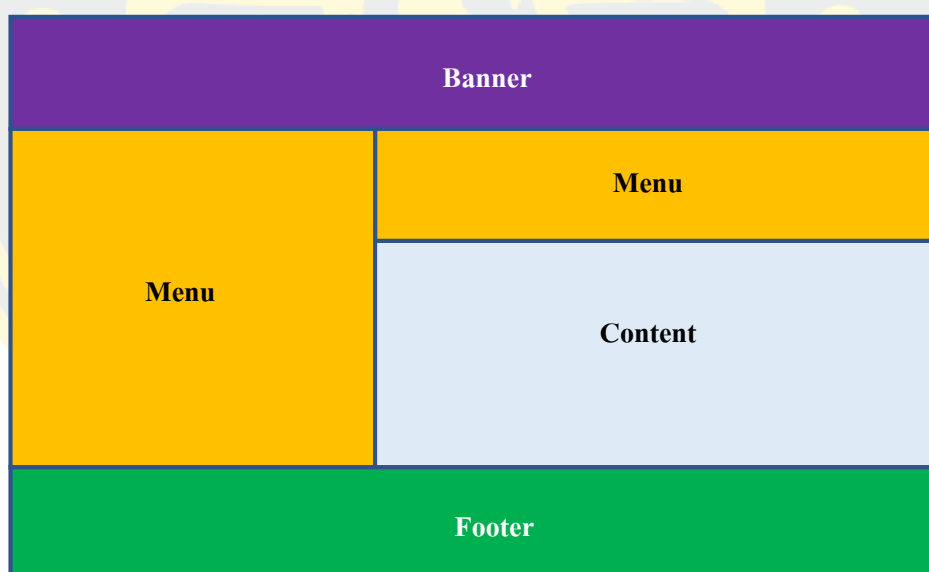
สำหรับขั้นตอนในการใช้งานดังกล่าว มีรายละเอียดดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ฟังก์ชันตอนการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

โดยทั้ง 5 ส่วนนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขในการเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ คือ เมื่อผู้เรียนทำการเข้าถึงการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้นมา 1) ลงทะเบียนแล้วจะเข้าสู่หน้าหลัก แต่ยังไม่สามารถเข้าเมนูการจัดการเรียนการสอน และแบบทดสอบหลังเรียนได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขให้ผู้เรียนสามารถเข้า 2) เมนูวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน คำแนะนำการใช้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ 3) แบบทดสอบก่อนเรียนได้เท่านั้น จนกว่าผู้เรียนจะเข้าไปทำแบบทดสอบก่อนเรียนจนจบก่อน 4) เมนูบทเรียน จึงจะสามารถใช้งานได้ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา จำนวน 2 หน่วย 4 บทเรียน ในส่วนนี้ ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามบทที่ 1 เมื่อเรียนครบ ให้เรียนเนื้อหาบทถัดไป จนถึงบทที่ 4 บทสุดท้าย 5) จึงจะสามารถเข้าสู่เมนูแบบทดสอบหลังเรียนได้

1.5 ออกแบบองค์ประกอบของหน้าเว็บเพจของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีรายละเอียดดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 องค์ประกอบหน้าเว็บเพจของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

1.6 การออกแบบลักษณะแบบทดสอบหลังเรียน

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบทดสอบหลังเรียนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.6.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.6.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา วิชาวิทยาการคำนวณ

1.7 การออกแบบแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

1.7.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ในแง่ของความหมายและองค์ประกอบ ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) เพื่อกำหนดระดับคะแนนบ่งชี้ ที่ใช้สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

1.7.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ซึ่งครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย

ด้านที่ 2 การคิดพิจารณารูปแบบ

ด้านที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม

ด้านที่ 4 การคิดอัลกอริทึม

1.7.3 ออกแบบ แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในรูปแบบการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยให้ผู้สอนเป็นผู้ประเมินหลังจากที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะในแต่ละหน่วย

1.7.4 สร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย โดยใช้แบบฝึกทักษะการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย

ด้านที่ 2 ด้านการคิดพิจารณารูปแบบ โดยใช้แบบฝึกทักษะการพิจารณาแบบของการแก้ปัญหา

ด้านที่ 3 ด้านการคิดเชิงนามธรรม โดยใช้แบบฝึกทักษะการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดเชิงนามธรรม

ด้านที่ 4 ด้านการคิดอัลกอริทึม โดยใช้แบบฝึกทักษะการออกแบบ โปรแกรมในการควบคุมหุ่นยนต์

ผู้วิจัย กำหนดเกณฑ์การแปลผลการให้คะแนน ดังนี้

คะแนนในแบบฝึกทักษะได้ 8-10 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถอยู่ใน

ระดับ คะแนน 3

คะแนนในแบบฝึกทักษะได้ 7-5 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถอยู่ใน

ระดับ คะแนน 2

คะแนนในแบบฝึกทักษะได้ 1-4 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความสามารถอยู่ใน

ระดับ คะแนน 1

1.7.5 เมื่อนำผลรวมของระดับคะแนนในแต่ละด้านมารวมกันและทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

คะแนน 2.50-3.00 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณดี

คะแนน 1.50-2.50 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่าน

คะแนน 0.00-1.50 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณปรับปรุง

1.8 การออกแบบแบบประเมินความพึงพอใจ

1.8.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อเป็นกรอบในการสร้างคำถาม

1.8.2 กำหนดกรอบที่จะประเมิน โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การนำเสนอเนื้อหา

ด้านที่ 2 การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

ด้านที่ 3 ความพึงพอใจในการเรียน

1.8.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้ข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของริเคิร์ต (Likert) และกำหนดเกณฑ์มาทำข้อมูลในการประเมินดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ขั้นการพัฒนา (Development)

หลังจากผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้จากการออกแบบ มาพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำเนื้อหาที่ได้จากการศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาวิทยาการคำนวณ

เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาวิทยาการคำนวณ รวมทั้งศึกษาจากหนังสือแบบเรียน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อวิเคราะห์คัดเลือกเนื้อหาให้เหมาะสม กับนักเรียน

1.2 ดำเนินการสร้างการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์ เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 สร้างโครงร่างและองค์ประกอบการจัดวางส่วนต่าง ๆ ในหน้าของ การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ตามลำดับขั้นตอน

1.2.2 สร้างภาพและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และปรับปรุง แต่งรูปภาพประกอบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ สร้างสื่อการสอนเพื่อใช้ในการจัด การเรียนการสอนออนไลน์ เช่น สื่ออินโฟกราฟิก วิดีโอประกอบการสอน เป็นต้น

1.2.3 จัดวางองค์ประกอบของหน้าเว็บเพจของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ตามที่ได้ออกแบบ

1.3 เขียนโค้ดและเชื่อมฐานของมัลด้วยโปรแกรมที่สามารถนำเข้าสู่ระบบเครือข่าย

1.3.1 พัฒนาเว็บไซต์เขียนด้วยภาษา PHP ร่วมกับภาษา HTML

1.3.2 สร้างฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

1.3.3 นำข้อมูลเข้าสู่ระบบเครือข่ายด้วย Host Sevenplus

1.4 ปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการเรียนและบทบาทของการจัดการเรียนการสอน ออนไลน์ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อนำมา ปรับปรุงแก้ไข

2. การสร้างแบบประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ผู้วิจัยได้สร้าง แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์ เบื้องต้น ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ จากหนังสือและตำราต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมิน

2.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 กำหนดแบบประเมินคุณภาพ

2.2.2 กำหนดประเด็นหลักของแบบประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านเนื้อหาวิชา

ด้านที่ 2 ด้านการดำเนินเรื่อง

ด้านที่ 3 ด้านการใช้ภาษา

ด้านที่ 4 ด้านแบบทดสอบ

2.3 กำหนดระดับการประเมินคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ไว้ 5 ระดับ ซึ่งการประเมินแต่ละข้อจะมีน้ำหนักคะแนน ดังนี้

มากที่สุด มีค่าคะแนน 5

มาก มีค่าคะแนน 4

ปานกลาง มีค่าคะแนน 3

น้อย มีค่าคะแนน 2

น้อยที่สุด มีค่าคะแนน 1

เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

คะแนน 4.51-5.00 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีคุณภาพมากที่สุด

คะแนน 3.51-4.50 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีคุณภาพมาก

คะแนน 2.51-3.50 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีคุณภาพปานกลาง

คะแนน 1.51-2.50 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีคุณภาพน้อย

คะแนน 1.00-1.50 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีคุณภาพน้อยที่สุด

2.4 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น ไปให้กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำมาเป็นแนวทางการปรับปรุง ให้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

นางลัชชญา โปสุวัน

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษานครนายก

นางมณีรัตน์ ชูชีพ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนปากพลีวิทยาคาร สังกัดสำนักงาน

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7

นางสาวภัทรภร มั่นเพียร

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร”

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

มัธยมศึกษา เขต 7

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรม

และเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรม

และเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ดร.ณฐาภพ สมคิด

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษานครนายก

นางลัชชญา โปสุวัน

นางมณีรัตน์ ชูชีพ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนปากพลีวิทยาคาร สังกัดสำนักงาน

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7

นางสาวภัทรภร มั่นเพียร

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร”

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

มัธยมศึกษา เขต 7

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	การแปลความหมาย
1. ด้านเนื้อหาวิชา	4.54	0.64	เหมาะสมมากที่สุด
1.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ประมาณเนื้อหาในแต่ละหมวดหมู่	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.5 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านการดำเนินเรื่อง	4.63	0.57	เหมาะสมมากที่สุด
2.1 ความเหมาะสมของลำดับชั้นการนำเสนอเนื้อหา	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.4 การนำเสนอสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.5 เสียงและวีดิโอที่ใช้มีความเหมาะสม	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
2.6 สื่อที่ใช้มีความหลากหลายและตรงตามเนื้อหา	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านการใช้ภาษา	4.73	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
3.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับวัยผู้เรียน	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 การนำเสนอใช้ภาษาได้ถูกต้อง	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.5 การใช้ภาษาสอดคล้องกับเนื้อหา	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3.6 มีคำบรรยายภาพและภาษาอังกฤษ	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	การแปลความหมาย
4. ด้านแบบทดสอบ	4.67	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
4.1 ความชัดเจนของคำสั่งและคำถามของแบบทดสอบ	4.80	0.45	มากที่สุด
4.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์โดยรวม	4.60	0.89	มากที่สุด
4.3 ครอบคลุมระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์	4.80	0.45	มากที่สุด
4.4 ความเหมาะสมของชนิดแบบทดสอบที่เลือกใช้	4.80	0.45	มากที่สุด
4.5 ความเหมาะสมของคำถาม	4.60	0.55	มากที่สุด
4.6 ในกรณีที่ใช้ภาพประกอบในแบบทดสอบเลือกใช้ภาพได้เหมาะสม	4.40	0.55	มาก
4.7 แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละบท	4.60	0.55	มากที่สุด
4.8 แบบทดสอบมีคำถามเชิงวิเคราะห์มากกว่า 5 ข้อ	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.64	0.56	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, $SD = 0.56$)

2.6 นำข้อมูลที่ได้จากการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มาทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม

2.7 ขัณฑ์ทดลองแบบรายบุคคล โดยนำการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับอ่อน 1 คน ปานกลาง 1 คน และเก่ง 1 คน ให้นักเรียนเรียนจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการทดลองในแต่ละหน่วยไม่เพียงพอ ตัวอักษรที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีขนาดเล็ก และนักเรียนจำอีเมลล์ที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบไม่ได้ ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต

และบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในด้านเนื้อหา เวลา และความเหมาะสมของการใช้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

2.8 ขั้นตอนทดลองแบบกลุ่มย่อย โดยนำการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับอ่อน 3 คน ปานกลาง 3 คน และเก่ง 3 คน ให้นักเรียนเรียนจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง จากการทดลองแบบกลุ่ม พบว่า เมื่อนักเรียนเรียนจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ได้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบทดสอบ (E1) เท่ากับ 32.56 และได้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบทดสอบ (E2) เท่ากับ 17.33 ในขณะที่ทดลอง ผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้ ด้านเนื้อหา เวลา และความเหมาะสมของการใช้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

3. การพัฒนาแบบทดสอบหลังเรียน

ผู้วิจัย ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 ข้อ

3.2 นำแบบทดสอบ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3 นำเสนอแบบทดสอบ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่พิจารณาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้น ดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ปรับโจทย์ให้มีความชัดเจน และสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งแก้ไขความถูกต้องของภาษาที่ใช้ คำซ้ำซ้อนของภาษาและคำผิด โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผลการพิจารณา IOC มีค่า 1.00 ผลการประเมินคุณภาพด้านแบบทดสอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก นำมาใช้ได้ (รายละเอียดในภาคผนวก จ) ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 3 ท่าน ที่พิจารณาเครื่องมือการทดสอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก มีดังนี้

3.3.1 นางลัทธญา โพสุวัน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

3.3.2 นางมณีรัตน์ ชูชีพ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนปากปลิวพิทยาคาร

3.3.3 นางสาวภัทรภร มั่นเพชร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร”

3.4 นำแบบทดสอบ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ มาหาคุณภาพของแบบทดสอบ ด้วยการหาความยากง่ายของข้อสอบ โดยข้อสอบต้องมีค่า P อยู่ระหว่าง .20-.80 จึงเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ และอำนาจจำแนกของข้อสอบต้องมีค่า r อยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ช)

3.5 นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาคัดเลือก ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ

3.6 สถิติเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.6.1 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 211)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_U คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อทดสอบ
R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.6.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective congruence: IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
R แทน คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญชั้นที่ 4 ขึ้นการนำไปใช้ (Implementation)

4. การสร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

4.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก

4.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ซึ่งครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน โดยผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการประเมินเป็นด้าน ๆ ได้แก่ 1 ด้านการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย 2) ด้านการคิดพิจารณา รูปแบบ 3) ด้านการคิดเชิงนามธรรม และ 4) ด้านการคิดอัลกอริทึม

4.3 จัดทำแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ตามเกณฑ์คะแนนแบบรูบิก โดยประเมินจากแบบฝึกทักษะท้ายหน่วยการเรียนรู้ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2544, หน้า 60)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงระดับคะแนนบ่งชี้ของทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้าน

องค์ประกอบ	ระดับทักษะ		
	3 (ดี)	2 (ผ่าน)	1 (ปรับปรุง)
ด้านการแบ่ง ปัญหาออกเป็น ปัญหาย่อย	สามารถวิเคราะห์ และ แบ่งระบบ หรือปัญหา ออกเป็นส่วนย่อย ในแบบฝึกทักษะ การแบ่งปัญหา ออกเป็นปัญหาย่อย ได้ 8-10 คะแนน	สามารถวิเคราะห์ และ แบ่งระบบ หรือปัญหา ออกเป็นส่วนย่อย ในแบบฝึกทักษะ การแบ่งปัญหา ออกเป็นปัญหาย่อย ได้ 5-7 คะแนน	สามารถวิเคราะห์ และ แบ่งระบบ หรือปัญหา ออกเป็นส่วนย่อย ในแบบฝึกทักษะ การแบ่งปัญหา ออกเป็นปัญหาย่อย ได้ 1-4 คะแนน
ด้านการคิด พิจารณา รูปแบบ	สามารถระบุรูปแบบ ของวิธีการแก้ปัญหา ที่มีความเหมือน หรือสอดคล้องกัน ในแบบฝึกทักษะ การพิจารณารูปแบบ ของการแก้ปัญหา ได้ 8-10 คะแนน	สามารถระบุรูปแบบ ของวิธีการแก้ปัญหา ที่มีความเหมือน หรือสอดคล้องกัน ในแบบฝึกทักษะ การพิจารณารูปแบบ ของการแก้ปัญหา ได้ 5-7 คะแนน	สามารถระบุรูปแบบ ของวิธีการแก้ปัญหา ที่มีความเหมือน หรือสอดคล้องกัน ในแบบฝึกทักษะ การพิจารณารูปแบบ ของการแก้ปัญหา ได้ 1-4 คะแนน
ด้านการคิด เชิงนามธรรม	สามารถเชื่อมโยง แผนภาพ สัญลักษณ์ ที่เป็นตัวแทน สถานการณ์ หรือปัญหา ในแบบฝึกทักษะ การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ แนวคิดเชิงนามธรรม ครบทุกหัวข้อ	สามารถเชื่อมโยง แผนภาพ สัญลักษณ์ ที่เป็นตัวแทน สถานการณ์ หรือปัญหา ในแบบฝึกทักษะ การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ แนวคิดเชิงนามธรรม ได้บางหัวข้อ	สามารถเชื่อมโยง แผนภาพ สัญลักษณ์ ที่เป็นตัวแทน สถานการณ์ หรือปัญหา ในแบบฝึกทักษะ การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิด เชิงนามธรรมได้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับทักษะ		
	3 (ดี)	2 (ผ่าน)	1 (ปรับปรุง)
ด้านการคิด อัลกอริทึม	สามารถระบุ หรือ จัดเรียงขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา ในแบบฝึกทักษะ การออกแบบโปรแกรม ในการควบคุมหุ่นยนต์ ได้ 8-10 คะแนน	สามารถระบุ หรือ จัดเรียงขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา ในแบบฝึกทักษะ การออกแบบโปรแกรม ในการควบคุมหุ่นยนต์ ได้ 5-7คะแนน	สามารถระบุ หรือ จัดเรียงขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา ในแบบฝึกทักษะ การออกแบบโปรแกรม ในการควบคุมหุ่นยนต์ ได้ 1-4 คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

คะแนน 2.50-3.00 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณดี

คะแนน 1.50-2.50 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่าน

คะแนน 0.00-1.50 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณปรับปรุง

4.4 นำแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและครอบคลุม
วัตถุประสงค์ของการประเมินพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรง
ของแบบสอบถาม จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดังนี้

4.5.1 นางลัชชญา โพสุวัน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

4.5.2 นางมณีรัตน์ ชูชีพ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนปากปลิวพิทยาคาร

4.5.3 นางสาวภัทรภร มั่นเพ็ชร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร”

4.6 จัดทำแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณฉบับสมบูรณ์

5. การสร้างแบบทดสอบความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

5.1 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบที่จะประเมิน โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การนำเสนอเนื้อหา 2) การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และ 3) ความพึงพอใจในการเรียน

5.2 ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ดังนี้

5.2.1 พิมพ์แบบวัดทัศนคติตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งจะแบ่งความรู้สึกออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

5.2.2 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ด้านภาษาด้านการดำเนินเรื่อง และความครอบคลุมความพึงพอใจที่จะวัด (รายละเอียดในภาคผนวก ข) ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่พิจารณาแบบทดสอบความพึงพอใจของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีดังนี้

นางลัชชญา โทสุวรรณ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

นางมณีรัตน์ ชูชีพ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนปากพลีวิทยาคาร

นางสาวภัทรภร มั่นเพชร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร”

5.3 จัดทำแบบวัดความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์

ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)

ขั้นเตรียมการก่อนการใช้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ตามหนังสือขอเชิญเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวิจัยในภาคผนวก

2. ผู้วิจัยได้จัดเตรียมความพร้อมด้านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ให้อยู่ในสภาพพร้อมทดลอง โดยให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง สำหรับใช้ในการทดลองรวม 23 เครื่อง

3. ทำการเปิด URL ของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมไว้

4. ทำการตรวจสอบการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งระบบ

ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองวิธีการเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม จำนวน 23 คน ทำการเก็บข้อมูลในช่วงนอกเวลาเรียน ใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 3 สัปดาห์ ในวันจันทร์ถึงวันพฤหัสบดี วันละ 1 ชั่วโมง ในเวลา 15.30-16.30 น. ณ ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม ตำบลพระอาจารย์ อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก โดยมีการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเก็บข้อมูล นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ ทั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แนะนำการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

2. การจัดการเรียนรู้ โดยใช้การเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. การทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

4. การประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก และผู้วิจัยทำแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งนำข้อมูลมาจากการประเมินตามสภาพจริง โดยประเมินตามเกณฑ์คะแนนแบบรูบริก ตามตารางแสดงระดับคะแนนบ่งชี้ของทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้าน

5. ผู้วิจัยรวบรวมคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก และผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ด้วย E1/ E2 ตามเกณฑ์ 80/ 80

6. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก

ขั้นการประเมิน (Evaluation)

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินการในขั้นตอนการไปใช้เพื่อนำมาประเมินผลดังนี้

ประเมินผลประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูตรที่ 1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)

$$E_1 = \frac{\sum x_1}{n \times A} \times 100$$

เมื่อ E1 แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สูตรที่ 2 ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E2)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N \times B} \times 100$$

เมื่อ E2 แทน ค่าประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

การประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีดังนี้

1. การหาค่าเฉลี่ยกรณีกลุ่มตัวอย่าง (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555, 245) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กรณีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555, 248) ใช้สูตร

$$SD = \sqrt{\frac{n(n-1)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียน

การประเมินความพึงพอใจ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวัดความพึงพอใจ ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. การหาค่าเฉลี่ยกรณีกุ่มตัวอย่าง (พรณี ลีกิจวัณนะ, 2555, 245) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กรณีกุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (พรณี ลีกิจวัณนะ, 2555, 248) ใช้สูตร

$$SD = \frac{n(n-1)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

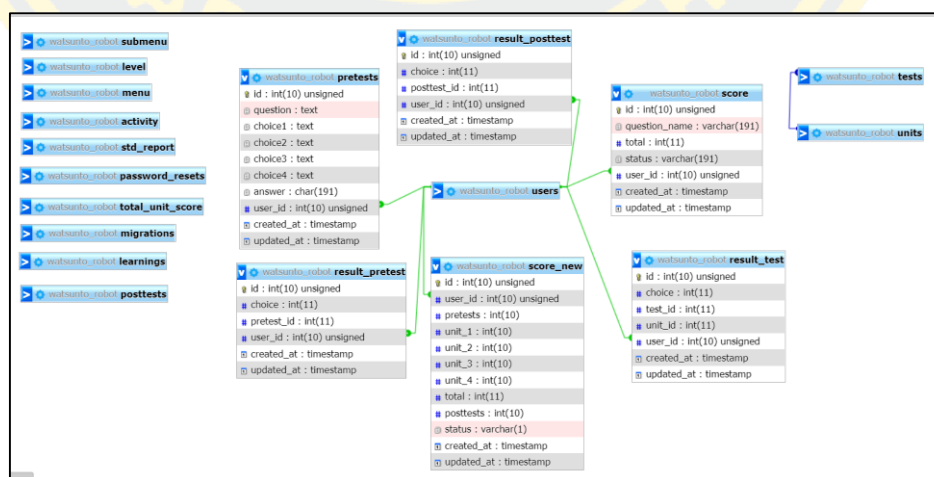
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ผลการพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ (Learning management system: LMS) สำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ได้ระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยนำเสนอบน <http://webrobot.watsuntorn.ac.th/> ภายในระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ประกอบด้วย 1) ระบบบริหารจัดการผู้เรียน 2) ระบบบริหารจัดการข้อมูลเว็บไซต์ 3) ระบบบริหารจัดการแบบทดสอบ และ 4) ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บคะแนนผลการทำแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบ ซึ่งเนื้อหาใน LMS ประกอบด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้ 4 บทเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บคะแนนผลการทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบ มีรายละเอียด
ดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
activity	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	26	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
learnings	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	41	InnoDB	utf8_unicode_ci	48.0 KIB	-
level	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
menu	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
migrations	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	14	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
password_resets	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	0	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
posttests	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	20	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
pretests	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	20	InnoDB	utf8_unicode_ci	32.0 KIB	-
result_posttest	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	479	InnoDB	utf8_unicode_ci	80.0 KIB	-
result_pretest	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	558	InnoDB	utf8_unicode_ci	64.0 KIB	-
result_test	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	1,040	InnoDB	utf8_unicode_ci	96.0 KIB	-
score	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	263	InnoDB	utf8_unicode_ci	32.0 KIB	-
score_new	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	26	InnoDB	utf8mb4_unicode_ci	32.0 KIB	-
std_report	★ Browse Structure Search Insert Edit Drop View	~0	---	---	---	---
submenu	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	9	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
tests	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	40	InnoDB	utf8_unicode_ci	80.0 KIB	-
total_unit_score	★ Browse Structure Search Insert Edit Drop View	~0	---	---	---	---
units	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	4	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 KIB	-
users	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	30	InnoDB	utf8_unicode_ci	32.0 KIB	-
19 tables	Sum	~2,575	InnoDB	latin1_swedish_ci	624.0 KIB	0 B

ภาพที่ 8 ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บคะแนนผลการทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบ



ภาพที่ 9 ฐานข้อมูลของเว็บไซต์การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์
เบื้องต้น

หน้าเว็บไซต์ก่อนเข้าสู่บทเรียนใน LMS ดังภาพที่ 10

การจัดการเรียนการสอนออนไลน์
เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนออนไลน์ให้มีความทันสมัย
เรื่อง การออกแบบหน่วยงันเบื้องต้น

หน้าหลัก | ผู้จัดทำ | เข้าสู่ระบบ

ขากการคำนวณ

webinar 1 | ดูตามนี้

การออกแบบหน่วยงันเบื้องต้น
วิทยากร: นางสาวสมสุดา จันทเจียง
ผู้จัดทำ: นางสาวสมสุดา จันทเจียง

ดูบน YouTube

คำชี้แจง การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่องการออกแบบและพัฒนาหน่วยงันเบื้องต้น

เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวกสบายในการเรียนมากขึ้นและผู้เรียนสามารถที่จะทบทวนการเรียนได้ตลอดเวลา มีแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

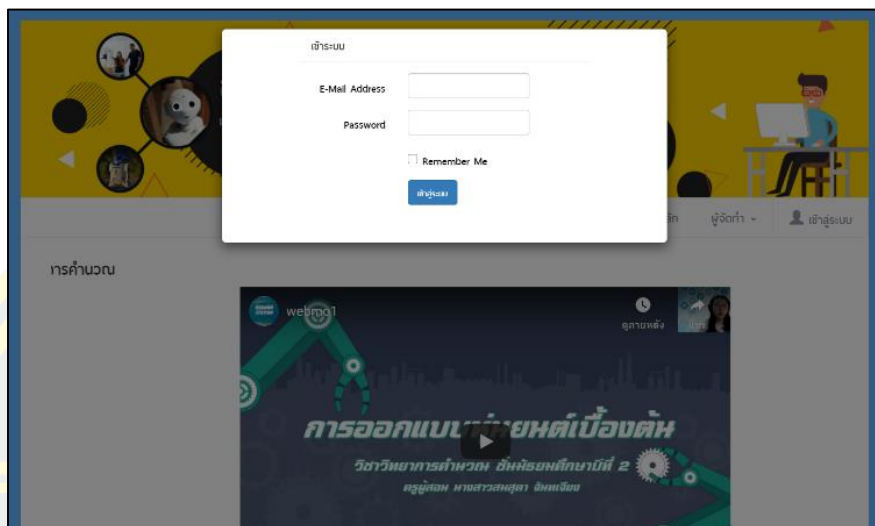
- หน่วยการเรียนที่ 1.1 อธิบายประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน
- หน่วยการเรียนที่ 1.2 อธิบายประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 10 ขั้นตอน
- หน่วยการเรียนที่ 1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เชิงกล และ หลักการออกแบบชิ้นงาน
- หน่วยการเรียนที่ 1.4 การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมชิ้นงาน

เมื่อมีความเข้าใจหลังจากเข้าเรียน การจัดการเรียนการสอนออนไลน์จะมีการทดสอบโดยผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้โดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน

นางสาวสมสุดา จันทเจียง
โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก
E-Mail: Somsuda@watsuntorn.ac.th Tel: 082-7401185

ภาพที่ 10 หน้าแรกการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหน่วยงันเบื้องต้น

หน้าเว็บไซต์สำหรับป้อนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน เพื่อเข้าสู่บทเรียน ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การเข้าสู่ระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน้าเว็บไซต์แสดงจุดประสงค์ในการเข้าเรียนในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
ดังภาพที่ 12

แนวทอเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1. ระบุปัญหา (Problem Identification)
- 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
- 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
- 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning And Development)
- 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation And Design Improvement)
- 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)
- แบบฝึกหัดที่ 1.1
- แบบทดสอบท้ายบทเรียน 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.2 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 13 ขั้นตอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้หน่วยที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง (K)
- ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ (P)
- เห็นประโยชน์ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (A)

คลิกถัดไป

ภาพที่ 12 เมนูจุดประสงค์การเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน้าเว็บไซต์บทเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 ดังภาพที่ 13

The image shows a screenshot of a learning management system (LMS) interface. The top right corner displays user information: "หน้าหลัก" (Home), "ผู้จัดทำ" (Author), and "ผู้ใช้ Admin" (Admin User). The main content area is divided into two sections.

Top Section: 1. ระบุปัญหา (Problem Identification)

This section features a slide with a dark blue background and colorful abstract shapes. The title "การระบุปัญหา (Problem Identification)" is prominently displayed in a white box. Below the title, there is an illustration of a person sitting at a desk with a laptop, surrounded by books. The slide also includes a yellow exclamation mark and a blue question mark icon.

Bottom Section: ตัวอย่าง

This section contains a slide with a dark blue background and colorful abstract shapes. The title "ตัวอย่าง" (Example) is displayed in a white box. Below the title, there is text in Thai: "นำเสนอวิธีการใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการตากอาหารแห้ง และการทำความสะอาดตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์" (Presenting the method of using a solar energy oven, the appropriate time for drying food, and cleaning the solar energy oven). Below the text, there is an illustration of a person holding a smartphone, with a sun icon and a solar oven icon. At the bottom of the slide, there is a pink box with the text "รูปแบบการนำเสนอ" (Presentation Format) and a "โปรแกรม Google Charts" (Google Charts Program) logo.

Left Sidebar: Menu

The left sidebar contains a menu for the course "หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ชั้นตอน" (Learning Unit 1.1: Components in Designing Engineering 6 Stages). The menu items are:

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1. ระบุปัญหา (Problem Identification)
- 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
- 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
- 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning And Design Improvement)
- 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation And Design Improvement)
- 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)
- แบบฝึกหัดที่ 1.1
- แบบทดสอบท้ายบทเรียน 1

Below this menu, there is a section for "หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เชิงกลและหลักการออกแบบหุ่นยนต์" (Learning Unit 1.3: Basic Knowledge of Mechanical Devices and Robot Design Principles). The menu items for this section are:

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- เครื่องมืออย่างพื้นฐาน
- ไมโครคอนโทรลเลอร์
- หลักการออกแบบหุ่นยนต์
- แบบทดสอบท้ายบทเรียน 3

ภาพที่ 13 เมนูเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ชั้นตอน

หน้าเว็บไซต์แสดงสื่อวีดิโอประกอบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ดังภาพที่ 14

เว็บไซต์แสดงสื่อวีดิโอประกอบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ดังภาพที่ 14

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เครื่องมืออย่างพื้นฐาน
- โปรแกรมโครงสร้าง
- หลักการออกแบบหุ่นยนต์
- แบบทดสอบท้ายเรียน 3

การประกอบโครงสร้างของหุ่นยนต์ประเภทต่างๆ

วีดิโอประกอบหุ่นยนต์เดิน 6 ขา

ประกอบโครงหุ่นยนต์ Kit 7

สอนการทำหุ่นยนต์เดินตามเส้นด้วยบอร์ด Kidbright V1.5 E...

ทำหุ่นยนต์เดินตามเส้น ด้วยบอร์ด Kidbright 1.5

ภาพที่ 14 วีดิโอการสอนการออกแบบและประกอบโครงสร้างของหุ่นยนต์ประเภทต่าง ๆ

หน้าเว็บไซต์แบบฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดังภาพที่ 15

The image displays two screenshots of an online learning management system (LMS) interface. The top screenshot shows a maze game titled "แบบฝึกหัดที่ 1.2" (Exercise 1.2). The game area features a blue maze with yellow walls and a red ball. There are four blue ghost-like obstacles. The game has a timer at 0:22, a score of 3, and 0 correct answers. The interface includes a sidebar with navigation options and a top navigation bar with user information.

The bottom screenshot shows a registration form titled "แบบฝึกหัดที่ 1.1" (Exercise 1.1). The form is for a 6-level maze game. It includes a title "กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน" (6 Steps of the Engineering Design Process) and a sub-title "กรอกชื่อของคุณ:" (Enter your name:). There is a text input field for the name, a checkbox for "จำชื่อไว้เสมอ" (Remember my name), and a "เริ่ม" (Start) button. The sidebar on the left lists various learning activities and a list of 6 steps of the engineering design process.

ภาพที่ 15 เมนูแบบฝึกทักษะในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน้าเว็บไซต์แบบทดสอบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ดังภาพที่ 15

แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 1) องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยกี่ขั้นตอน

5 ขั้นตอน
 6 ขั้นตอน
 7 ขั้นตอน
 8 ขั้นตอน

ข้อที่ 2) ขั้นตอนการระบุปัญหา (Problem Identification) เพื่ออะไร

เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูล
 เพื่อทดสอบระบบ
 เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา
 เพื่อปรับปรุงข้อมูล

ข้อที่ 3 ระหว่างที่นักเรียนกำลังเดินทางไปโรงเรียนด้วยรถจักรยานขึ้นฟันก็ตกลงมา นักเรียนจึงเกิดปัญหาด้วยการไหลบ่าในกาลาริมทาง) จากข้อความ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในขั้นตอนใด

การประเมินผล
 การรวบรวมข้อมูล
 การดำเนินการแก้ปัญหา
 การนำเสนอ

ข้อที่ 4) ข้อใดเป็นการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการแก้ปัญหา
 กระบวนการคิดเชิงคำนวณ
 กระบวนการประดิษฐ์
 กระบวนการวางแผน

ข้อที่ 5) การจำลองสถานการณ์ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึงข้อใด

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1. ระบุปัญหา (Problem Identification)
- 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
- 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
- 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning And Development)
- 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation And Design Improvement)
- 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)
- แบบฝึกหัดที่ 1.1
- [แบบทดสอบท้ายบทเรียน 1](#)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.2 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 13 ขั้นตอน

• จุดประสงค์การเรียนรู้

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 1) องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยกี่ขั้นตอน

5 ขั้นตอน
 6 ขั้นตอน
 7 ขั้นตอน
 8 ขั้นตอน

ข้อที่ 2) ขั้นตอนการระบุปัญหา (Problem Identification) เพื่ออะไร

เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูล
 เพื่อทดสอบระบบ
 เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา
 เพื่อปรับปรุงข้อมูล

ข้อที่ 3 ระหว่างที่นักเรียนกำลังเดินทางไปโรงเรียนด้วยรถจักรยานขึ้นฟันก็ตกลงมา นักเรียนจึงเกิดปัญหาด้วยการไหลบ่าในกาลาริมทาง) จากข้อความ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในขั้นตอนใด

การประเมินผล
 การรวบรวมข้อมูล
 การดำเนินการแก้ปัญหา
 การนำเสนอ

ข้อที่ 4) ข้อใดเป็นการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ภาพที่ 16 เมนูแบบทดสอบในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

หน้าเว็บไซต์แสดงผลการเรียนรู้ในระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ดังภาพที่ 17

ห้องเรียน	หน่วยที่ 1.1	หน่วยที่ 1.2	หน่วยที่ 1.3	หน่วยที่ 2	คะแนนรวม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
Admin	10	8	7	8	33	5	19
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	9	8	8	35	2	17
มัธยมศึกษาปีที่ 2	9	8	8	7	32	11	17
มัธยมศึกษาปีที่ 2	8	7	7	6	28	4	17
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	10	9	8	37	4	19
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	9	8	8	35	4	18
มัธยมศึกษาปีที่ 2	9	6	7	8	30	4	17
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	6	7	8	31	8	17
มัธยมศึกษาปีที่ 2	5	9	8	6	28	4	16
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	9	3	8	30	7	15
มัธยมศึกษาปีที่ 2	5	10	8	9	32	3	18
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	7	7	8	32	7	17
มัธยมศึกษาปีที่ 2	9	6	7	8	30	5	13
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	9	8	8	35	10	19
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	10	8	9	37	10	19
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	8	5	9	32	6	16
มัธยมศึกษาปีที่ 2	8	8	9	8	33	3	15
มัธยมศึกษาปีที่ 2	7	8	7	7	29	5	16
มัธยมศึกษาปีที่ 2	9	8	9	7	33	3	17
มัธยมศึกษาปีที่ 2	8	10	7	5	30	4	12
มัธยมศึกษาปีที่ 2	8	10	8	9	35	4	19
มัธยมศึกษาปีที่ 2	7	8	7	7	29	7	16
มัธยมศึกษาปีที่ 2	10	8	8	7	33	7	17

ภาพที่ 17 เมนูรายงานผลการเรียนในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น เบื้องต้น

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบประสิทธิภาพ (E1)

คนที่	หน่วยที่ 1.1	หน่วยที่ 1.2	หน่วยที่ 1.3	หน่วยที่ 2	รวมคะแนนระหว่างเรียน
(ก)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(A = 40)
1	10	9	8	8	35
2	9	8	8	7	32
3	8	7	7	6	28

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คนที่ (n)	หน่วยที่ 1.1 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 1.2 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 1.3 (10 คะแนน)	หน่วยที่ 2 (10 คะแนน)	รวมคะแนน ระหว่างเรียน (A = 40)
4	10	10	9	8	37
5	10	9	8	8	35
6	9	6	7	8	30
7	10	6	7	8	31
8	5	9	8	6	28
9	10	9	3	8	30
10	5	10	8	9	32
11	10	7	7	8	32
12	9	6	7	8	30
13	10	9	8	8	35
14	10	10	8	9	37
15	10	8	5	9	32
16	8	8	9	8	33
17	7	8	7	7	29
18	9	8	9	7	33
19	8	10	7	5	30
20	8	10	8	9	35
21	7	8	7	7	29
22	10	8	8	7	33
23	8	10	8	7	33
รวม					739
คะแนนเฉลี่ย					32.13
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)					80.33

จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก จำนวน 23 คน ได้คะแนนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 32.13 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เท่ากับ 80.33

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E2)

นักเรียนคนที่	รวมคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (B = 20)
1	17
2	17
3	17
4	19
5	18
6	17
7	17
8	16
9	15
10	18
11	17
12	13
13	19
14	19
15	16
16	15
17	16
18	17
19	12
20	19
21	16
22	17
23	15
รวม	382
คะแนนเฉลี่ย	16.61
ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E2)	83.04

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ย 16.61 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และมีประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E2) เท่ากับ 83.04

ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

นักเรียน คนที่	ด้านการแบ่ง ปัญหาออกเป็น ปัญหาย่อย	ด้านการคิด พิจารณา รูปแบบ	ด้านการคิด เชิงนามธรรม	ด้านการคิด อัลกอริทึม	ผลการประเมิน	
					\bar{X}	การแปล ความหมาย
1	3	2	2	3	2.50	ระดับดี
2	2	3	3	3	2.75	ระดับดี
3	3	2	3	3	2.75	ระดับดี
4	3	3	3	3	3.00	ระดับดี
5	3	2	3	3	2.75	ระดับดี
6	3	2	2	3	2.50	ระดับดี
7	3	2	3	3	2.75	ระดับดี
8	3	3	2	2	2.50	ระดับดี
9	2	3	3	2	2.50	ระดับดี
10	2	3	3	3	2.75	ระดับดี
11	3	3	3	3	3.00	ระดับดี
12	3	3	3	3	3.00	ระดับดี

ตารางที่ 5 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านการแบ่ง ปัญหาออกเป็น ปัญหาย่อย	ด้านการคิด พิจารณา รูปแบบ	ด้านการคิด เชิงนามธรรม	ด้านการคิด อัลกอริทึม	ผลการประเมิน	
					\bar{X}	การแปล ความหมาย
13	3	3	2	3	2.75	ระดับดี
14	2	3	3	3	2.75	ระดับดี
15	2	3	3	2	2.50	ระดับดี
16	3	2	2	3	2.50	ระดับดี
17	3	3	2	3	2.75	ระดับดี
18	3	3	2	3	2.75	ระดับดี
19	3	3	2	3	2.75	ระดับดี
20	3	2	2	3	2.50	ระดับดี
21	3	2	2	3	2.50	ระดับดี
22	3	3	3	2	2.75	ระดับดี
23	3	3	3	2	2.75	ระดับดี
รวม	64	61	59	64	62	
\bar{X}	2.78	2.65	2.57	2.78	2.70	ระดับดี

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังจากเรียนรู้ด้วยจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก โดยภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.70$) โดยทักษะที่มีผลการประเมินสูงที่สุด คือ ทักษะด้านการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย และทักษะด้านการคิดอัลกอริทึม มีผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.78$) รองลงมา ได้แก่ ทักษะด้านการคิดพิจารณาแบบ มีผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.65$) และทักษะด้านการคิดเชิงนามธรรม มีผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.57$)

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 1 การนำเสนอเนื้อหา

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	การแปลความหมาย
ด้านที่ 1 การนำเสนอเนื้อหา			
1. การนำเสนอเนื้อหาต่อการเข้าใจ	4.39	0.49	มากที่สุด
2. ภาษาที่นำเสนอมีความเข้าใจง่าย	4.61	0.61	มากที่สุด
3. การจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เหมาะสม	4.48	0.49	มากที่สุด
4. ความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสม	4.52	0.51	มากที่สุด
5. จำนวนข้อของแบบทดสอบเหมาะสม	4.57	0.51	มากที่สุด
6. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.87	0.33	มากที่สุด
รวม	4.61	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 1 การนำเสนอเนื้อหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.87$, $SD = 0.33$) รองลงมา ได้แก่ ภาษาที่นำเสนอมีความเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.61$, $SD = 0.61$) จำนวนข้อของแบบทดสอบเหมาะสม ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.51$) ความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสม ($\bar{X} = 4.52$, $SD = 0.51$) การจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เหมาะสม ($\bar{X} = 4.48$, $SD = 0.49$) และการนำเสนอเนื้อหาต่อการเข้าใจ ($\bar{X} = 4.39$, $SD = 0.49$) ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 2 การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	การแปลความหมาย
ด้านที่ 2 การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์			
1. การใช้งานจากปุ่มต่าง ๆ มีความสะดวก	4.74	0.47	มากที่สุด
2. มีการจัดวางองค์ประกอบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์เหมาะสม น่าสนใจ	4.74	0.47	มากที่สุด
3. ตัวอักษรมีความชัดเจน เหมาะสม	4.52	0.49	มากที่สุด
4. การจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีการตอบสนองโต้ตอบนักเรียน	4.61	0.51	มากที่สุด
5. การจัดการเรียนการสอนออนไลน์สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจนเหมาะสมกับเนื้อหา	4.65	0.49	มากที่สุด
6. การจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีความยืดหยุ่นสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.70	0.49	มากที่สุด
7. ลำดับเนื้อหาและแบบฝึกหัดได้เหมาะสม	4.65	0.61	มากที่สุด
รวม	4.48	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 2 การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การใช้งานจากปุ่มต่าง ๆ มีความสะดวก และมีการจัดวางองค์ประกอบการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$, $SD = 0.47$) รองลงมา ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีความยืดหยุ่นสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ($\bar{X} = 4.70$, $SD = 0.49$) การจัดการเรียนการสอนออนไลน์สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสมกับเนื้อหา ($\bar{X} = 4.65$, $SD = 0.49$) ลำดับเนื้อหาและแบบฝึกหัดได้เหมาะสม ($\bar{X} = 4.65$, $SD = 0.61$) การจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีการตอบสนองโต้ตอบนักเรียน ($\bar{X} = 4.61$, $SD = 0.51$) และตัวอักษรที่มีความชัดเจน เหมาะสม ($\bar{X} = 4.52$, $SD = 0.49$) ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 3 ความพึงพอใจในการเรียน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	การแปลความหมาย
ด้านที่ 3 ความพึงพอใจในการเรียน			
1. นักเรียนกระตือรือร้นและมีความสุขในการเรียน	4.70	0.49	มากที่สุด
2. นักเรียนสามารถศึกษาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยตนเองได้	4.70	0.51	มากที่สุด
3. นักเรียนมีอิสระในการเรียน	4.83	0.39	มากที่สุด
4. นักเรียนพอใจกับการตอบสนองที่รวดเร็วของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์	4.83	0.44	มากที่สุด
รวม	4.51	0.46	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.53	0.48	มากที่สุด

จากตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้านที่ 3 ความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีอิสระในการเรียน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, $SD = 0.39$) รองลงมา ได้แก่ นักเรียนพอใจกับการตอบสนองที่รวดเร็วของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ($\bar{X} = 4.83$, $SD = 0.44$) นักเรียนกระตือรือร้นและมีความสุขในการเรียน ($\bar{X} = 4.70$, $SD = 0.49$) นักเรียนสามารถศึกษาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยตนเองได้ ($\bar{X} = 4.70$, $SD = 0.51$) ตามลำดับ โดยภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, $SD = 0.48$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก สรุปผลการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. เครื่องมือการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. วิธีการดำเนินการวิจัย
5. สรุปผลการวิจัย
6. อภิปรายผล
7. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ $E1/E2 = 80/80$
3. เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เครื่องมือการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แบบทดสอบหลังเรียน

3. แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขยายโอกาส ในกลุ่มอำเภอองค์กรักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 62 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 23 คน ได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการพัฒนาและออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ตามขั้นตอนของ ADDIE Model ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis)
2. การออกแบบ (Design)
3. การพัฒนา (Development)
4. การนำไปใช้ (Implementation)
5. การประเมิน (Evaluation)

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษานครนายก พบว่า มีเนื้อหาทั้งหมด 2 หน่วยการเรียนรู้ 4 บทเรียน ดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.2 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 13 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เชิงกลและหลักการออกแบบหุ่นยนต์ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเขียน โปรแกรมเบื้องต้น และการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ใช้เวลาเรียนรวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง โดยสามารถเข้าเรียนใน Url: <http://webrobot.watsuntorn.ac.th/> และคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น ที่พัฒนาขึ้น ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, $SD = 0.56$)

2. การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษานครนายก พบว่า การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ มีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 80.33/83.04$ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ $E1/E2 = 80/80$

3. การศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ภาพรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.70$)

4. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53

อภิปรายผล

1. การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ได้รับผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจาก ผู้วิจัยได้คำนึงถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ตามขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยตามแนว ADDIE Model คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) ขั้นตอนนำไปใช้ (Implementation) และ

ขั้นการประเมิน (Evaluation) ประกอบด้วยเนื้อหา 2 หน่วย 4 บทเรียน ดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.2 องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม 13 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เชิงกลและหลักการออกแบบหุ่นยนต์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเขียน โปรแกรมเบื้องต้น และการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ใช้เวลาเรียนรวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง มีรูปแบบการเรียนการสอนและสื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น สื่อวิดีโอ สื่อ Infographic มีการตอบสนองกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สอดคล้องกับ รัชชชัย สหพงษ์ (2563) ได้ศึกษาผลการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมตามรูปแบบของ ADDIE Model ในรายวิชาการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนการสอน ผลการประเมินสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และ พรเจตน์ จำปาศรี และวิมาน ใจดี (2560) ศึกษา เรื่อง ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง ภาษา HTML สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการ มีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น มีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 80.33/83.04$ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนที่ชัดเจน และดำเนินการตามขั้นตอนที่วางไว้ ทำให้ได้การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ โดยกระบวนการได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา ด้านการดำเนินการ เรื่อง ด้านการใช้ภาษาและด้านแบบทดสอบ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น เพื่อการศึกษาค้นคว้าที่มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ลัดดาวรรณ ศรีนิม และบัญชา สำวรินทร์ (2559) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บ ด้วยโปรแกรม Google site ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ เรื่อง หลักการทำโครงการคอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บ ด้วยโปรแกรม Google site ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ เรื่อง หลักการทำโครงการคอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีผลคะแนนทดสอบระหว่างเรียน 6 บทเรียน มีค่าร้อยละ 86.13 และค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับร้อยละ 87.83 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บ ด้วยโปรแกรม Google site ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ $E1/E2$ เท่ากับ 86.13/87.83 สูงกว่าเกณฑ์ 85/85ที่กำหนดไว้

3. ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การเขียน โปรแกรมเบื้องต้นและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ภาพรวมเฉลี่ย ทั้ง 4 ด้าน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี อาจเป็นเพราะแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นในแต่ละหน่วย มีความเหมาะสมที่จะพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยเฉพาะกระบวนการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ บนกระบวนการเรียนการสอน ด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนให้เป็นรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ และแก้ไขข้อผิดพลาด โดยใช้เหตุผล กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้ค้นคว้าหาคำตอบที่เหมาะสม รวมถึงสามารถวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบได้ด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ García-Peñalvo and Mendes (2017) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นแนวทางส่งเสริมการเขียน โปรแกรม หรือการศึกษาการเขียน โปรแกรม ผู้เรียนจะสามารถเกิดทักษะการเขียนโปรแกรมให้แข็งแกร่งขึ้น สรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความสามารถของเทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อน ด้วยการวิเคราะห์รายละเอียดของปัญหาอย่างมีเหตุมีผล กำหนดขอบเขตของปัญหา แยกย่อยรายละเอียดปัญหา สาระสำคัญ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การเขียน โปรแกรมเบื้องต้นและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ จึงสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Ugur, Mete, Theresa, Debbie, Leah, Nathan and Kara (2018) ศึกษา เรื่อง ความสัมพันธ์การคิดเชิงคำนวณกับการสอน พบว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญสำหรับการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ ในการขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การเขียน โปรแกรมเบื้องต้นและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การเขียน โปรแกรมเบื้องต้น และการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมีความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การเขียน โปรแกรมเบื้องต้นและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีรูปแบบบทเรียนที่เข้าใจง่ายต่อการศึกษา มีขั้นตอนการแนะนำการทำทเรียนอย่างชัดเจน การออกแบบเนื้อหา แบบทดสอบ แบบฝึกทักษะระหว่างเรียน ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายต่อการเรียน และการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

ยังสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนมีเวลาเข้าเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในระดับมากที่สุดต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อการศึกษาค้นคว้า สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พรพงศ์ ศิริสุขเจริญพร (2560) พบว่า ผลการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนการสอนผ่านเว็บไซต์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.60 แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจการเรียนการสอนผ่านเว็บไซต์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้วิจัยค้น พบว่า การเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก เป็นวิธีที่สร้างความสนใจในการเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้สอนควรมีความรู้ ความเข้าใจในทักษะการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รวมถึงระบบจัดการเนื้อหา มีการสร้างกิจกรรม หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ไม่ควรจำกัดเวลาในการเรียนของนักเรียนมากเกินไป ควรให้นักเรียนได้มีเวลาในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และควรจัดเตรียมห้องเรียน อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และระบบสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้พร้อม ในขณะที่นักเรียนทำการเรียนการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เพื่อป้องกันปัญหาระหว่างการเรียน มีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนผ่านกระดานสนทนา สื่อสังคมออนไลน์ อีเมล หรือช่องสนทนาอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เสมือนเรียนอยู่ในห้องเรียนจริง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มเติม เนื่องจากปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา และมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอน เพื่อปรึกษา สอบถาม ผ่านการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ได้ตลอดเวลา
2. ควรมีการวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์ ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ในหัวข้ออื่น ๆ เพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน

3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยใช้ Learning management system หรือ LMS และ Content management system หรือ CMS ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์อย่างลึกซึ้ง



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ครูสภา
ลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณ.
- กัญญารัตน์ เจริญจิตร. (2555). *ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสานของกาเย (Gagne'eclecticism)*.
เข้าถึงได้จาก <http://pnru3math53.blogspot.com/2012/09/124-gagnes-electicism.html>
- จกกฤษ โปดาดพล. (2563). *การจัดการเรียนรู้ออนไลน์: วิธีที่เป็นไปทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย.
- จารุณี ซามาตย์. (2550). *ระบบบริหารการเรียนการสอน (Learning management system)*.
เข้าถึงได้จาก <http://www.edtechno.com>
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- ซีเอ็มเอสไทยแลนด์. (2550). *What is CMS ?*. เข้าถึงได้จาก [http://www.cmsthailand.com/
modules/sections/index.php?op=viewarticle&artid=1](http://www.cmsthailand.com/modules/sections/index.php?op=viewarticle&artid=1)
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2544). การสอนบนเว็บ (Web-based instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพ
การเรียนการสอน. *วารสารศึกษาศาสตร์สาร*, 28(1), 87-94.
- ทิตินา เขมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัชชัย สหพงษ์. (2563). ผลการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมตามรูปแบบ
ADDIE Model ในรายวิชาการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนการสอน.
วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 7(2)7-14.
- บังกอร์ ผงผ่าน. (2538). *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). *เทคนิคการสร้างและการรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*.
กรุงเทพฯ: บีแอนด์บี.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2544). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- บุญเลิศ อรุณพิบูลย์ และบุญเกียรติ เจตจำนงนุช. (2549). *การสร้างสื่อ E-Learning
ด้วย Macromedia captivate*. เข้าถึงได้จาก [http://elearning.nectec.or.th/index.
php?mod=Courses&op=course_lesson&cid=190](http://elearning.nectec.or.th/index.php?mod=Courses&op=course_lesson&cid=190)

ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2546). นิยามเว็บช่วยสอน Definition of web-based instruction .

วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 12(34), 53-56.

พรเจตน์ จำปาศรี และวิมาน ใจดี. (2560). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง ภาษา HTML สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พรพงศ์ ศิริสุขเจริญพร. (2560). การพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเว็บ วิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ในงานอุตสาหกรรม. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 11(26), 24-30.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2555). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัชรภรณ์ จารุพันธ์. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับหุ่นยนต์ mBot วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมการใช้ความคิดเชิงตรรกะและการแก้ปัญหาเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮาส์ออฟ เดอร์มิสท์.

พิศุทธา อารีราษฎร์. (2550). การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา. มหาสารคาม: อภิชาติ.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลัดดาวรรณ ศรีนิม และบัญชา ตำรายรัตน์. (2559). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บ ด้วยโปรแกรม Google site ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ เรื่อง หลักการทำโครงการ คอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 10(1), 129-144.

ลัดดาวัลย์ กรุดน้ำ และบัญญัติ ชำนาญกิจ. (2554). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบค้น ข้อมูลและการติดต่อสื่อสารในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการหลักสูตรและการเรียนรู้, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

- วีระ ไทยพานิชย์. (2551). การเรียนการสอนบนเว็บ. *วารสารวิจัยรามคำแหง*, 11(2), 15-32.
- วัฒน์ พลอยศรี. (2553). *การสร้างบทเรียนออนไลน์แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง เทคโนโลยีก่อนพิมพ์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สรญา ทองธรรมมา. (2562). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหาร และพัฒนาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุวิทย์ เมษินทรีย์. (2556). *แนวคิดเกี่ยวกับประเทศไทย 4.0*. เข้าถึงได้จาก www.industry.go.th/ict/index.php?option=com_k2&view=item&id330
- สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. (2550). *ระบบการจัดการเรียนรู้: Learning management system*. เข้าถึงได้จาก http://www.tsu.ac.th/cc/wbl_training/e-learning.htm
- สำนักนายกรัฐมนตรี. (2562). *คำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรี*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- อมรเดช คิริพัฒนานนท์. (2549). *CMS คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก <http://www.meewebfree.com/basic/what-is-cms.htm>
- เอ็ดดูเคชั่นเซนเตอร์. (2561). *การเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online learning) คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก <https://www.educatorroundtable.org/การเรียนการสอนแบบออนไลน์>
- Doug, L. S. (2005). Content for one: Developing a personal content management system. *Proceedings of the 33 rd Annual ACM SIGUCCS Conference on User Services*, 338-342.
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2017). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 1-5.
- Soward, S.W. (1997). Save the time of the surface evaluating web site for users. *Library Hi Tech*, 15(3-4), 155-158.

Ugur, K., & Mete, A., & Theresa, C., & Debbie, G., & Leah, D., & Nathan, C., & Kara, G.
(2018). *Computational What? Relating computational thinking to teaching*.
Retrieve from <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0290-9>.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเครื่องมือเพื่อการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.ณัฐภาพ สมคิด อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรม
และเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. นางลัชชญา โปสุวัน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก
4. นางมณีรัตน์ ชูชีพ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนปากพลีวิทยาคาร สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษา เขต 7
5. นางสาวภัทรภร มั่นเพชร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร”
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษา เขต 7



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
 ที่ อว ๘๑๓๗/๑๑๑ จ. วันที่ ๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ

ด้วย นางสาวสมสุดา จันทเจียง รหัสประจำตัวนิสิต ๖๑๙๒๐๑๑๗ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๒ โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก” โดยมี ดร.วิระพันธ์ พานิชย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
 ที่ อว ๘๑๓๗/๑๖๒๐ วันที่ ๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ณฐาภพ สมคิด

ด้วย นางสาวสมสุดา จันทเจียง รหัสประจำตัวนิสิต ๖๑๙๒๐๑๑๗ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๒ โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก” โดยมี ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๘๑๓๗/ ๗๑๕๖

มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลพทบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย
สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

เรียน คุณลัชชญา โพลวัน โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

ด้วย นางสาวสมสุดา จันทร์เจียง รหัสประจำตัวนิสิต ๖๑๙๒๐๑๑๗ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๒ โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก” โดยมี ดร.วิระพันธ์ พานิชย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/๓๕๓

มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลพท.บางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย
สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

เรียน คุณณิรัตน์ ชูชีพ โรงเรียนปากพลีวิทยาการ

ด้วย นางสาวสมสุดา จันทเจียง รหัสประจำตัวนิสิต ๖๑๙๒๐๑๑๗ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ ๒ โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก” โดยมี ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในกรณีนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
อีเมลล์ grd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/ ๓๑๔ จ

มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

เรียน คุณภัทรกร มั่นเพียร โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร”

ด้วย นางสาวสมสุดา จันทร์เจียง รหัสประจำตัวนิสิต ๖๑๙๒๐๑๑๗ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก” โดยมี ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
อีเมลล์ grd.buu@go.buu.ac.th



ภาคผนวก ข

หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการ



ที่ อว ๘๑๓๗/๗๕๓

เรื่อง
วันที่	7/12/63
<input type="checkbox"/> วิชาการ	
<input checked="" type="checkbox"/> บุคลากร	

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๘ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑) ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
 ๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวสมสุดา จันทร์เจียง รหัสนิสิต ๖๑๙๒๐๑๑๗ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก” โดยมี ดร.วิระพันธ์ พานิชย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก จำนวน ๒๓ คน ระหว่างวันที่ ๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ - ๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๔ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๒-๗๔๐๑๑๘๕ หรือที่ E-mail: 61920117@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

วิระพันธ์ พานิชย์
 - ผ.มรภ. โรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม อ.เมือง จ.นครนายก
 โทร ๐๙๖-๖๖๖๖๖๖๖๖ ผ.บัณฑิตวิทยาลัย
 (นางสาวอรุณรัตน์ นงจิตร)
 ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม

ขอแสดงความนับถือ

Handwritten signature

Handwritten signature
(นายสุชสิทธิ์ ไทสุบ)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสุนทรพิชิตาราม
 (รองศาสตราจารย์ ดร.ปุจรี ไชยมงคล)
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
 อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

21/12/63

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
 โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
 E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th



ภาคผนวก ค

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา



ที่ ๑๕๗/๒๕๖๓

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU 155/2563

โครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระยองนครนายก

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวสมสุดา จันทเจียง

หน่วยงานที่สังกัด : นิสิตรระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัย
ดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการ
ล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| ๑. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ | ฉบับที่ ๒ วันที่ ๑ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๒. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย | ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๓. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ ๒ วันที่ ๑ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๔. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๕. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริง
จากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๖. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) | ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. - |

วันที่รับรอง : วันที่ ๑๘ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

วันที่หมดอายุ : วันที่ ๑๗ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

ลงนาม

(นายเงินวิทย์ นवलแสง)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ชุดที่ ๒ (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)



ภาคผนวก ง

แบบการประเมินคุณภาพเครื่องมือการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

แบบการประเมินคุณภาพเครื่องมือการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ รายวิชาวิทยาการคำนวณ
เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
ด้านที่ 1 เนื้อหาวิชา						
1	ความสมบูรณ์ของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์					
2	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
3	ประมาณเนื้อหาในแต่ละหมวดหมู่					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
6	ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
7	ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน					
ด้านที่ 2 การดำเนินเรื่อง						
1	ความเหมาะสมของลำดับชั้นการนำเสนอเนื้อหา					
2	ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง					
3	ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
4	การนำเสนอสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
5	เสียงและวิดีโอที่ใช้มีความเหมาะสม					
6	สื่อที่ใช้มีความหลากหลายและตรงตามเนื้อหา					
ด้านที่ 3 การใช้ภาษา						
1	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในเนื้อหา					
2	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับวัยผู้เรียน					
3	ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย					
4	การนำเสนอใช้ภาษาได้ถูกต้อง					
5	การใช้ภาษาสอดคล้องกับเนื้อหา					
6	มีคำบรรยายภาพและภาษาอังกฤษ					



ภาคผนวก จ
แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน หลังจากที่ทำแบบฝึกทักษะ
ในแต่ละหน่วย แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ด้านการแบ่ง ปัญหาออกเป็น ปัญหาย่อย				ด้านการคิด พิจารณา รูปแบบ				ด้านการคิด เชิงนามธรรม				ด้านการคิด อัลกอริทึม			
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(.....)

เกณฑ์ในการแปลความหมาย มีดังนี้

คะแนน 2.50-3.00 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณดี

คะแนน 1.50-2.50 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่าน

คะแนน 0.00-1.50 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณปรับปรุง



ภาคผนวก จ

- แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเด็นเครื่องมือแบบทดสอบความพึงพอใจสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบ

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1

มัธยมศึกษาปีที่ 2

3. นักเรียนเคยเรียน เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น หรือไม่

เคย

ไม่เคย

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์
เบื้องต้น รายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการ	ดีเยี่ยม (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	ควรปรับปรุง (2)	ต้องปรับปรุง (1)
การนำเสนอเนื้อหา					
1. การนำเสนอเนื้อหาต่อการเข้าใจ					
2. ภาษาที่นำเสนอมีความเข้าใจง่าย					
3. การจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เหมาะสม					
4. ความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสม					
5. จำนวนข้อของแบบทดสอบเหมาะสม					
6. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์					
1. การใช้งานจากปุ่มต่าง ๆ มีความสะดวก					
2. มีการจัดวางองค์ประกอบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์เหมาะสม น่าสนใจ					

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเด็นเครื่องมือแบบทดสอบความพึงพอใจ
 สำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่องการออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส
 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ข้อ ที่	รายการ	คะแนนความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านที่ 1 การนำเสนอเนื้อหา							
1	การนำเสนอเนื้อหา ง่ายต่อ การเข้าใจ	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	ภาษาที่นำเสนอเข้าใจง่าย	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	การจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละ หน่วยการเรียนรู้เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	ความยากง่ายของเนื้อหา เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	จำนวนข้อของแบบทดสอบ เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	เนื้อหาสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ด้านที่ 2 การออกแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์							
1	การใช้งานจากปุ่มต่าง ๆ มีความสะดวก	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
2	มีการจัดวางองค์ประกอบ การจัดการเรียนการสอน ออนไลน์เหมาะสม น่าสนใจ	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	ตัวอักษรมีความชัดเจน เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ข้อ ที่	รายการ	คะแนนความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4	การจัดการเรียนการสอน ออนไลน์มีการตอบสนอง ได้ต่อนักเรียน	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	การจัดการเรียนการสอน ออนไลน์สามารถสื่อ ความหมายได้ชัดเจนเหมาะสม กับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	การจัดการเรียนการสอน ออนไลน์มีความยืดหยุ่น ตอบสนองความแตกต่าง ระหว่างบุคคล	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	ลำดับเนื้อหาและแบบฝึก ได้เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ด้านที่ 3 ความพึงพอใจในการเรียน							
1	นักเรียนกระตือรือร้น และ มีความสุขในการเรียน	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	นักเรียนสามารถศึกษาการจัด การเรียนการสอนออนไลน์ ด้วยตนเองได้	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	นักเรียนมีอิสระในการเรียน	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	นักเรียนพอใจกับ การตอบสนองที่รวดเร็ว ของการจัดการเรียนการสอน ออนไลน์	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้



ภาคผนวก ข

- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเด็นเครื่องมือการทดสอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเด็นเครื่องมือการทดสอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเด็นเครื่องมือการทดสอบ
ของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส
ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก
(เนื้อหา เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นข้อคำถามเพื่อใช้ในแบบสอบถาม เครื่องมือ
การทดสอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่ละข้อว่า มีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เมื่อพิจารณาแล้ว
ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วย


0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1	องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบไปด้วยกี่ขั้นตอน 1. 5 ขั้นตอน ② 6 ขั้นตอน 3. 7 ขั้นตอน 4. 8 ขั้นตอน				
2	ขั้นตอนการระบุปัญหา (Problem identification) เพื่ออะไร 1. เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูล 2. เพื่อทดสอบระบบ ③ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา 4. เพื่อปรับปรุงข้อมูล				


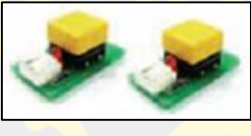


ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3	ระหว่างที่นักเรียนกำลังเดินทางไปโรงเรียน ด้วยรถจักรยานนั้น ฝนก็ตกลงมา นักเรียน จึงแก้ปัญหาด้วยการไปหลบในศาลาริมทาง จากข้อความ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในขั้นตอนใด 1. การประเมินผล 2. การรวบรวมข้อมูล ③การดำเนินการแก้ปัญหา 4. การนำเสนอ				
4	ข้อใดเป็นการออกแบบเชิงวิศวกรรม ①กระบวนการแก้ปัญหา 2. กระบวนการคิดเชิงคำนวณ 3. กระบวนการประดิษฐ์ 4. กระบวนการวางแผน				
5	การจำลองสถานการณ์ของกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม หมายถึงข้อใด 1. นำต้นแบบมาจำลองการใช้งาน 2. สร้างเครื่องต้นแบบจากการออกแบบ ③สร้างสถานการณ์เพื่อทดสอบ 4. การจำลองรูปแบบการทำงาน				
6	เมื่อตรวจพบข้อผิดพลาดในกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ควรทำสิ่งใด 1. แก้ไขตามสถานการณ์ 2. ประเมินข้อผิดพลาด 3. วิเคราะห์การออกแบบ ④ย้อนกลับไปปรับปรุง				
7	ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมคือข้อใด ①นำนวัตกรรมออกไปจำหน่ายแก่ผู้บริโภค 2. สรุปการทดสอบเครื่องต้นแบบ 3. นำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานจริง 4. ทำการผลิตนวัตกรรมจากการออกแบบ				

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
8	<p>นิสิตต้องการจัดเสื้อผ้าทั้งหมดในตู้เสื้อผ้า นิสิตควรทำสิ่งใดเป็นอันดับแรก</p> <p>1. แยกเสื้อผ้าตามประเภทที่แบ่งกลุ่ม</p> <p>2. ตั้งวัตถุประสงค์</p> <p>3. จัดเรียงเสื้อผ้าเก็บเข้าสู่ตู้เสื้อผ้า</p> <p>④แบ่งกลุ่มเสื้อผ้า</p>				
9	<p>การย้อนกลับไปปรับปรุงของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะปฏิบัติเมื่อใด</p> <p>①พบข้อผิดพลาด</p> <p>2. ประเมินการทำงาน</p> <p>3. การออกแบบ</p> <p>4. วิเคราะห์การออกแบบ</p>				
10	<p>ต้องการหน้ากากผ้าซักได้ กันน้ำ กันไวรัส และฝุ่น อยู่ในขั้นตอนใด ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>1. รวบรวมข้อมูล</p> <p>②ระบุคุณลักษณะที่ต้องการ</p> <p>3. ศึกษาความเป็นไปได้</p> <p>4. ประเมินผล</p>				
11	<p>เมื่อบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผงวงจรพิมพ์จะต้องใช้เครื่องมือใดในการตัดแต่ง</p> <p>1. คีมปลายแหลม 2. คีมปากจิ้งจก</p> <p>3. ไขควงบล็อท ④คีมตัดสายไฟ</p>				
12	<p>คีมปลายแหลม ใช้สำหรับทำสิ่งใด</p> <p>1. ชันสกู ②ตัดขาอุปกรณ์และจับยึด</p> <p>3. ตัดสายไฟ 4. ปอกสายไฟ</p>				

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
13	 <p>จากภาพ ต้องใช้ไขควงชนิดใดในการขันสกรู</p> <p>1. ไขควงแบน 2. ไขควงนาฬิกา 3. ไขควงบล็อก ④. ไขควงแฉก</p>				
14	<p>สกรูทำจากโลหะชุบด้วยอะไร</p> <p>1. สแตนเลส ②. สังกะสี 3. เหล็ก 4. ทองเหลือง</p>				
15	<p>หากต้องการยึดนอตให้แน่น ต้องใช้เครื่องมือใด</p> <p>①. ไขควงบล็อก 2. ไขควงนาฬิกา 3. ไขควงแฉก 4. ไขควงแบน</p>				
16	<p>การที่หุ่นยนต์จะรับรู้สิ่งต่าง ๆ จากภายนอกได้นั้น จะต้องอาศัยเครื่องมือใดในการรับข้อมูล</p> <p>1. ไครเวอร์ 2. แมคคานิก ③. เซ็นเซอร์ 4. มอเตอร์</p>				
17	<p>นทีได้รับการกิจให้สร้างหุ่นยนต์ค้นหาผู้ประสบภัย ในอาคารถล่ม นทีควรใช้วัสดุใดในการทำล้อ/ ขาของหุ่นยนต์</p> <p>1. ล้อยางพื้นเรียบ ②. ล้อดินตะขาบ 3. ล้อเม็คนัม 4. ล้อลูมิเนียม</p>				
18	 <p>จากรูปภาพ ชิ้นส่วนต่อไปนี้ไม่มีไว้สำหรับทำอะไร</p> <p>①. เพื่อเพิ่มความหนาของชิ้นส่วนหุ่นยนต์ 2. เพื่อใช้ในการประกอบล้อ 3. เพื่อใช้ในการประกอบมอเตอร์ 4. เพื่อล๊อคให้ติดแน่น</p>				



ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
19	การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เลี้ยวหรือหมุน สามารถกำหนดการหมุนของมอเตอร์ได้อย่างไร (กำหนดมอเตอร์ 2 อัน) 1. มอเตอร์ทั้ง 2 ข้าง หมุนไปทิศทางเดียวกัน ด้วยความแรงเท่ากัน ② มอเตอร์ข้างใดข้างหนึ่งหยุด อีกข้างหมุน 3. มอเตอร์ทั้งสองข้างหมุนทิศทางตรงข้ามกัน 4. ข้อ 1 และข้อ 4 ถูก				
20	สิ่งแรกที่คุณควรสังเกตก่อนลงมือประกอบหุ่นยนต์คือสิ่งใด 1. ขนาดของหุ่นยนต์ 2. รูปแบบภารกิจ ③ จำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ 4. รูปแบบของโค้ด				
21	หุ่นยนต์ NKP มีมอเตอร์ทั้งหมด กี่ตัว ① 2 ตัว 2. 1 ตัว 3. 4 ตัว 4. 6 ตัว				
22	ช่องต่อ เซ็นเซอร์ ใช้ไฟเลี้ยงเท่าไร 1. 4.7 V 2. 5 V ③ 3.3 V 4. 12 V				
23	สวิตช์ SW1 เป็นสวิตช์แบบใด 1. สวิตช์แบบเปิด-ปิด 2. สวิตช์แบบปรับค่าได้ 3. สวิตช์แบบเซอร์โว ④ สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ				
24	พอร์ตเชื่อมต่อของบอร์ด NKP ใช้เชื่อมต่อกับอะไรได้บ้าง 1. Sensor 2. Motor 3. USB ④ ถูกทุกข้อ				

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
25	ปุ่มควบคุมการทำงาน มีกี่ปุ่ม 1. 1 ปุ่ม ②. 2 ปุ่ม 3. 3 ปุ่ม 4. 4 ปุ่ม				
26	การเคลื่อนที่ของล้อ ต้องอาศัยอุปกรณ์ใด 1. Sensor 2. Servo ③. Motor 4. Switch				
27	การเขียน โปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น นักเรียน ควรทำสิ่งใดก่อนเป็นอันดับแรก ①. วิเคราะห์ปัญหาแล้วกำหนดเป็นลำดับขั้นตอน 2. เขียนโปรแกรมแล้วทดลองการทำงาน 3. ปรับแต่งหุ่นยนต์ 4. ไม่มีข้อใดถูก				
28	ในกรณีที่เราเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว ต้องการนำ ข้อมูลเข้าบอร์ด NKP แล้วไม่สามารถนำเข้าข้อมูล ได้ นักเรียนควรตรวจเช็คส่วนใดบ้าง 1. สวิตช์เปิด-ปิด 2. สาย USB 3. การเขียนโปรแกรม ④. ถูกทุกข้อ				
29	เซ็นเซอร์ที่ใช้การตรวจวัดสิ่งกีดขวางโดยใช้การชน คือข้อใด 1. Ultrasonic sensor ②. Touch sensor 3. Sound sensor 4. Light sensor				
30	เซ็นเซอร์ที่สามารถวัดค่าแสงสะท้อนและแสง บริเวณ โดยรอบได้คือข้อใด 1. Ultrasonic sensor 2. Touch sensor 3. Sound sensor ④. Light sensor				
31	ในปัจจุบันหุ่นยนต์ถูกนำมาใช้ในด้านใดมากที่สุด 1. ด้านการแพทย์ 2. ด้านธรณีวิทยา ③. ด้านอุตสาหกรรม 4. ด้านการศึกษา				

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
32	<p>อุปกรณ์ในข้อใด ใช้ตรวจจับแสงอินฟราเรดสะท้อนไม่ให้หุ่นยนต์ออกนอกพื้นที่</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>④. </p>				
33	<p>ควรติดแผงวงจรตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรดไว้ตรงส่วนใดของหุ่นยนต์</p> <p>①. ใต้ฐานด้านหน้าของหุ่นยนต์</p> <p>2. บนฐานด้านหน้า</p> <p>3. ข้างมอเตอร์</p> <p>4. ข้างแบตเตอรี่</p>				
34	<p>การเขียนโปรแกรมที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร</p> <p>1. เมื่อนำมาใช้งานมีข้อผิดพลาด</p> <p>②. ควรมีความยืดหยุ่นสูง เพื่อง่ายต่อการแก้ไข</p> <p>3. ควรมีความซับซ้อนเพื่อความปลอดภัย</p> <p>4. เกิดลวงจิกเออเรอ เพื่อแก้ไข</p>				
35	<p>ข้อใดไม่ใช่สิ่งที่การวิเคราะห์งานต้องวิเคราะห์</p> <p>①. การวิเคราะห์ภาษา</p> <p>2. การวิเคราะห์ตัวแปร</p> <p>3. การวิเคราะห์ข้อมูลเข้า</p> <p>4. การวิเคราะห์ข้อมูลออก</p>				

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
36	ข้อใดเป็นการอธิบายความหมายของฟังก์ชันถูกต้อง 1. อธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานในลักษณะข้อความ 2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา ③ อธิบายลำดับขั้นตอนในลักษณะรูปภาพ 4. อธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมทั่ว ๆ ไป				
37	ตัวแปลภาษาโปรแกรม เรียกว่าอะไร 1. เร้าเตอร์ 2. จาวา 3. รหัสจำลอง ④.คอมไพเลอร์				
38	การเขียน โปรแกรมควรหลีกเลี่ยงการใช้คำสั่งใด 1. Do while 2. If ③ Go to 4. Stop				
39	การเขียน โปรแกรมโดย KB-IDE เป็นการเขียน โปรแกรมแบบใด 1. Plug-in ② Block programming 3. IOT 4. HTML				
40	หากนักเรียนต้องการเขียน โปรแกรมเพื่อให้แสดงผล ผ่านหน้าจอ OLED ต้องใช้คำสั่งในแถบคำสั่งใด 1. GPIO 2. Logic 3. Loops ④ Display				
41	มะลิต้องการเขียน โปรแกรมให้บอร์ดส่งเสียง จากลำโพงภายในบอร์ด มะลิต้องเขียน โปรแกรม โดยใช้คำสั่งใด 1. Delay 2. Get ③ Buzzer beep 4. Move				

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
42	ฟังก์ชัน Setup ต่างจากฟังก์ชัน Loop อย่างไร ① ฟังก์ชัน Setup ทำงานเพียงรอบเดียว 2. ฟังก์ชัน Setup เป็นการตั้งค่าเท่านั้น 3. ฟังก์ชัน Setup จะเดินหน้า 5 วินาที 4. ฟังก์ชัน Setup จะหยุดการทำงานของมอเตอร์				
43	หากต้องการหน่วงเวลาการทำงานของมอเตอร์ จะต้องใช้คำสั่งได้ 1. Stop moving ② Delay 3. Loop 4. Logic				
44	Servo Motor ใช้การควบคุมตำแหน่งโดยใช้หน่วย ใด 1. มิลลิเมตร 2. เมตร 3. องศาฟาเรนไฮต์ ④ องศา				
45	Stop Moving คือคำสั่งทำให้ในกรณีใด 1. ต้องการเลี้ยวขวา 2. ต้องการถอยหลัง 3. ต้องการเดินหน้า ④ ต้องการหยุดการทำงาน				
46	บอร์ด NKP มีช่องต่อ Servo Motor กี่ช่อง 1. 8 ช่อง 2. 6 ช่อง ③ 4 ช่อง 4. 2 ช่อง				
47	สามารถประยุกต์ใช้ Servo เป็นส่วนใดของหุ่นยนต์ ขนส่งสินค้า 1. มอเตอร์ ② ควบคุมการแขนกล 3. การเคลื่อนที่ 4. ถูกทุกข้อ				
48	บอร์ด NKP ใช้หน่วยประมวลผลใด ① ESP32 2. EP322 3. PLO56 4. U3				

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
49	 <p>จากภาพ เป็นการเขียนโปรแกรมให้ทำอะไร</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สั่งงานมอเตอร์ถอยหลัง 1 วินาที ด้วยความเร็ว 50 เปอร์เซ็นต์ 2. สั่งงานมอเตอร์ถอยหลัง 10 วินาที ด้วยความเร็ว 50 เปอร์เซ็นต์ ③. สั่งงานมอเตอร์เดินหน้า 1 วินาที ด้วยความเร็ว 50 เปอร์เซ็นต์ 4. สั่งงานมอเตอร์เดินหน้า 10 วินาที ด้วยความเร็ว 50 เปอร์เซ็นต์ 				
50	 <p>จากภาพ เป็นฟังก์ชันเพื่อใช้ในกรณีใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เดินตามเส้น 2. เลี้ยวขวา ③. เดินข้ามเส้น 4. หยุด 				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ประเด็นเครื่องมือการทดสอบ
ของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ย IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ย IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
46	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. องค์ประกอบในการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยกี่ขั้นตอน
 1. 5 ขั้นตอน
 2. 6 ขั้นตอน
 3. 7 ขั้นตอน
 4. 8 ขั้นตอน
2. ขั้นตอนการระบุปัญหา (Problem identification) เพื่ออะไร
 1. เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูล
 2. เพื่อทดสอบระบบ
 3. เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา
 4. เพื่อปรับปรุงข้อมูล
3. ระหว่างที่นักเรียนกำลังเดินทางไปโรงเรียนด้วยรถจักรยานนั้น ฝนก็ตกลงมา นักเรียนจึงแก้ปัญหาด้วยการไปหลบในศาลาริมทาง จากข้อความ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในขั้นตอนใด
 1. การประเมินผล
 2. การรวบรวมข้อมูล
 3. การดำเนินการแก้ปัญหา
 4. การนำเสนอ
4. เมื่อตรวจพบข้อผิดพลาดในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ควรทำสิ่งใด
 1. แก้ไขตามสถานการณ์
 2. ประเมินข้อผิดพลาด
 3. วิเคราะห์การออกแบบ
 4. ย้อนกลับไปปรับปรุง
5. นิสาต้องการจัดเสื้อผ้าทั้งหมดในตู้เสื้อผ้า นิสาควรทำสิ่งใดเป็นอันดับแรก
 1. แยกเสื้อผ้าตามประเภทที่แบ่งกลุ่ม
 2. ตั้งวัตถุประสงค์
 3. จัดเรียงเสื้อผ้าเก็บเข้าตู้เสื้อผ้า
 4. แบ่งกลุ่มเสื้อผ้า
6. การย้อนกลับไปปรับปรุงของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะปฏิบัติเมื่อใด
 1. พบข้อผิดพลาด
 2. ประเมินการทำงาน
 3. การออกแบบ
 4. วิเคราะห์การออกแบบ
7. ต้องการหน้ากากผ้าซักได้กันน้ำกันไวรัสและฝุ่น อยู่ในขั้นตอนใดในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
 1. รวบรวมข้อมูล
 2. ระบุคุณลักษณะที่ต้องการ
 3. ศึกษาความเป็นไปได้
 4. ประเมินผล
8. เมื่อบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผงวงจรพิมพ์ จะต้องใช้เครื่องมือใดในการตัดแต่ง
 1. คีมปลายแหลม
 2. คีมปากจิ้งจก
 3. ไขควงบล็อก
 4. คีมตัดสายไฟ



9. จากภาพ ต้องใช้ไขควงชนิดใดในการขันสกรู
1. ไขควงแบน
 2. ไขควงนาฬิกา
 3. ไขควงบล็อกลูก
 - ④ ไขควงแฉก
10. การที่หุ่นยนต์จะรับรู้สิ่งต่าง ๆ จากภายนอกได้นั้น จะต้องอาศัยเครื่องมือใดในการรับข้อมูล
1. ไครเวอร์
 2. แมคคานิก
 - ③ เซ็นเซอร์
 4. มอเตอร์
11. นวัตกรรมที่ให้บริการทำให้สร้างหุ่นยนต์ค้นหาผู้ประสบภัยในอาคารถล่ม นวัตกรรมใช้วัสดุใดในการทำล้อ/ ขา ของหุ่นยนต์
1. ล้อยางพื้นเรียบ
 - ② ล้อตีนตะขาบ
 3. ล้อแม็กนัม
 4. ล้อลูมิเนียม
12. การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เลี้ยวหรือหมุน สามารถกำหนดการหมุนของมอเตอร์ได้อย่างไร (กำหนดมอเตอร์ 2 อัน)
1. มอเตอร์ทั้ง 2 ข้าง หมุนไปทิศทางเดียวกัน ด้วยความแรงเท่ากัน
 - ② มอเตอร์ข้างใดข้างหนึ่งหยุด อีกข้างหมุน
 3. มอเตอร์ทั้ง 2 ข้าง หมุนทิศทางตรงข้ามกัน
 4. ข้อ 1 และข้อ 4 ถูก
13. สวิตช์ SW1 เป็นสวิตช์แบบใด
1. สวิตช์แบบเปิด-ปิด
 2. สวิตช์แบบปรับค่าได้
 3. สวิตช์แบบเซอร์โว
 - ④ สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ
14. การเคลื่อนที่ของล้อต้องอาศัยอุปกรณ์ใด
1. Sensor
 2. Servo
 - ③ Motor
 4. Switch

15. การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น นักเรียนควรทำสิ่งใดก่อนเป็นอันดับแรก
- ① วิเคราะห์ปัญหาแล้วกำหนดเป็นลำดับขั้นตอน
 2. เขียนโปรแกรมแล้วทดลองการทำงาน
 3. ปรับแต่งหุ่นยนต์
 4. ไม่มีข้อใดถูก
16. ในกรณีที่เราเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว ต้องการนำข้อมูลเข้าบอร์ด NKP แล้วไม่สามารถนำเข้าข้อมูลได้ นักเรียนควรตรวจสอบเช็คส่วนใดบ้าง
1. สวิตช์เปิด-ปิด
 2. สาย USB
 3. การเขียนโปรแกรม
 - ④ ถูกทุกข้อ
17. การเขียนโปรแกรมที่ดี ควรมีลักษณะอย่างไร
1. เมื่อนำมาใช้งานมีข้อผิดพลาด
 - ② ควรมีความยืดหยุ่นสูง เพื่อง่ายต่อการแก้ไข
 3. ควรมีความซับซ้อนเพื่อความปลอดภัย
 4. เกิดลวงจิกเออเรอเพื่อแก้ไข
18. ข้อใดเป็นการอธิบายความหมายของผังงานถูกต้อง
1. อธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานในลักษณะข้อความ
 2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา
 - ③ อธิบายลำดับขั้นตอนในลักษณะรูปภาพ
 4. อธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมทั่ว ๆ ไป
19. มะลิต้องการเขียนโปรแกรมให้บอร์ดส่งเสียงจากลำโพงภายในบอร์ด มะลิต้องเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งใด
1. Delay
 2. Get
 - ③ Buzzer beep
 4. Move
20. สามารถประยุกต์ใช้ Servo เป็นส่วนใดของหุ่นยนต์ขนส่งสินค้า
1. มอเตอร์
 - ② ควบคุมการแขนกล
 3. การเคลื่อนที่
 4. ถูกทุกข้อ

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (P) อำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบการจัด
 การเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงาน
 เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	อำนาจจำแนก (B)	ผลการพิจารณา
1	0.62	0.27	ใช้ได้
2	0.66	0.33	ใช้ได้
3	0.76	0.27	ใช้ได้
4	0.72	0.20	ใช้ได้
5	0.66	0.33	ใช้ได้
6	0.55	0.27	ใช้ได้
7	0.59	0.20	ใช้ได้
8	0.79	0.33	ใช้ได้
9	0.62	0.40	ใช้ได้
10	0.48	0.27	ใช้ได้
11	0.55	0.27	ใช้ได้
12	0.59	0.33	ใช้ได้
13	0.59	0.33	ใช้ได้
14	0.72	0.33	ใช้ได้
15	0.76	0.40	ใช้ได้
16	0.62	0.53	ใช้ได้
17	0.62	0.27	ใช้ได้
18	0.59	0.20	ใช้ได้
19	0.72	0.20	ใช้ได้
20	0.69	0.53	ใช้ได้



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชา วิทยาการคำนวณ

รหัส ว22102

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จำนวน 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จำนวน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวสมสุดา จันทเจียง

สาระสำคัญ

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ มีเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียน กล่าวคือ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหา ในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และสามารถ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบมีจริยธรรม

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ม.2/ 2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชน หรือท้องถิ่น สรุปกรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ม.2/ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่ จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

ม.2/ 4 ทดสอบ ประเมินผลและอธิบายปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบ เงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

1. อธิบายขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างถูกต้อง (K)
2. ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ (P)
3. เห็นประโยชน์ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (A)

สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

เมื่อเรามองไปรอบ ๆ ตัวของเรา ก็จะพบเห็นสิ่งปลูกสร้าง สิ่งอำนวยความสะดวก ที่จะช่วยให้มนุษย์ดำเนินชีวิตได้สะดวกสบาย สิ่งเหล่านี้ เกิดจากการที่มนุษย์คิดค้น และทำการทดลองทฤษฎีต่าง ๆ จนได้ข้อสรุปแนวคิดที่แน่ชัด มนุษย์จึงเริ่มคิดค้นและประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ โดยจะผ่านการวางแผน รวบรวมองค์ความรู้การออกแบบ ทดสอบ ประเมินผลและนำเสนอ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเหล่านี้ เรียกว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูชี้แจงและแนะนำกระบวนการในการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก
2. นักเรียนรับ Username และ Password ในการเข้าสู่ระบบ
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อ บนการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก

ขั้นสอน

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องการใช้งานการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก
2. นักเรียนเลือกเมนูคำชี้แจงและจุดประสงค์การเรียนรู้
3. นักเรียนเลือกเมนูหัวข้อถัดไป
4. นักเรียนเข้าสู่หัวข้อเมนูพัฒนาการของอินเทอร์เน็ต
5. นักเรียนศึกษาเนื้อหาจาก VDO และจากภาพอินโฟกราฟิกในเมนู
6. ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมจากเนื้อหาที่นักเรียนศึกษา

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก พร้อมทั้งให้นักเรียนสรุปเนื้อหาความรู้ลงในสมุด

นวัตกรรมการศึกษา

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1. เว็บไซต์การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก

2. เครื่องคอมพิวเตอร์

3. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์

แหล่งเรียนรู้

1. การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์เบื้องต้น วิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาส ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก

2. ห้องคอมพิวเตอร์

การวัดและประเมินผล (K-P-A)

การวัด และประเมินผล จุดประสงค์	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
ความรู้ความเข้าใจ (K)	1. วัดความรู้ ความเข้าใจ 2. การคิดวิเคราะห์ที่ จากใบงาน	การสรุป เนื้อหาความรู้ ลงในสมุด ของนักเรียน	เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบ แบบปรนัย ชนิดเขียนตอบ คะแนน 9-10 ระดับ 4 ดีมาก คะแนน 7-8 ระดับ 3 ดี คะแนน 5-6 ระดับ 2 พอใช้ คะแนน 0-4 ระดับ 1 ปรับปรุง
ทักษะปฏิบัติ (P)	การประเมินผล รายบุคคล	แบบ ประเมินผล รายบุคคล	เกณฑ์การประเมินรายบุคคล คะแนน 20-30 ระดับ 4 ดีมาก คะแนน 10-19 ระดับ 3 ดี คะแนน 4-9 ระดับ 2 พอใช้ คะแนน 0-3 ระดับ 1 ปรับปรุง
คุณลักษณะนิสัย (A)	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกต พฤติกรรม นักเรียน	เกณฑ์การประเมินพฤติกรรม คะแนนเฉลี่ย 17-20 ระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ย 13-16 ระดับดี คะแนนเฉลี่ย 9-12 ระดับพอใช้ คะแนนเฉลี่ย 5-8 ระดับปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรายบุคคล

คำชี้แจง ให้ ครูผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓
ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ความสนใจ				ตั้งคำถาม/ตอบคำถาม				ร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตรงต่อเวลา				รวม 20 คะแนน	
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก
14-17	ดี
10-13	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง