

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ผลการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาชุดะกุดต่อการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย: การศึกษาค้นคว้าอิสระ

ปริญญา เรื่องที่พย

20 ส.ย. 2557
338608

คุณนินพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา

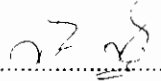
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2556

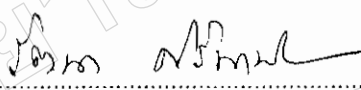
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

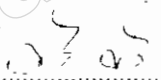
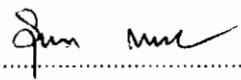
คณะกรรมการควบคุมคุณิพนธ์และคณะกรรมการสอบคุณิพนธ์ ได้พิจารณา
คุณิพนธ์ของ ปริญญา เรื่องทพิย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาคุณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุณิพนธ์

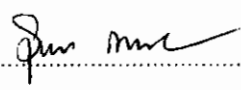

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดรัมย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.สมพร สุธัศนัย)

คณะกรรมการสอบคุณิพนธ์


.....ประธาน
(ศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ศิริพานิช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดรัมย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.สมพร สุธัศนัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับคุณิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาคุณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
และวิทยาการปัญญา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปานี)
วันที่ 29 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2556
1

ประกาศคุณูปการ

ดุชนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแฉ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว.สมพร สุทัศนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปानी คณบดีวิทยาลัย วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้ ห้องปฏิบัติการสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณ ดร.จุไรรัตน์ ดวงจันทร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนเพื่อน ๆ นิสิตวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ทุกคนที่เป็นกำลังใจซึ่งกันและกันด้วยดีมาโดยตลอด

ความสำเร็จนี้ได้รับความร่วมมือจากนักเรียนโรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ที่เป็นกลุ่มอาสาสมัครในการทดลอง นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จาก นายศีลธรรม ชันทอง ผู้อำนวยการโรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร ตลอดจนครูทุกคนที่ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และผู้อำนวยการ ครู และนักเรียนโรงเรียนหนองหัวคู่วงประชานุเคราะห์ที่ให้ความร่วมมือสำหรับการทดลองเครื่องมือต่าง ๆ ต้องขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์ของดุชนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บพการี บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ปริญญญา เรื่องทิพย์

51810875: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา

ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)

คำสำคัญ: ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์/ เกมปริศนาซูโดกุ/ พลังงานสัมพันธ์/ การฝึกสมอง/
การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง

ปริญญา เรื่องวิทย: ผลการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุต่อการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง (THE EFFECT OF BRAIN TRAINING WITH SUDOKU PUZZLES ON INCREASING SPATIAL ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS: AN ELECTROENCEPHALOGRAM STUDY) อาจารย์ผู้ควบคุมดุชฎินพนธ์: เสรี ชัดแฉ้ม, ค.ด. และ ม.ร.ว.สมพร สุทัศนีย, ค.ด., 169 หน้า. ปี พ.ศ. 2556

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุต่อการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการศึกษาวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเปรียบเทียบอัตราการตอบข้อสอบถูกและค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนก่อนและหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุ และเพื่อเปรียบเทียบพลังงานสัมพันธ์คลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนขณะทำแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนจำปาโม่งวิทยาการ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 16 คน ได้มาโดยการรับสมัครอาสาสมัคร และการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 ฉบับ ๆ ละ 17 ข้อ และชุดการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุที่ประกอบด้วยเกมปริศนาซูโดกุ จำนวน 30 เกม สำหรับให้กลุ่มตัวอย่างใช้ฝึกสมองวันละ 1 เกม ใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที ทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังการฝึกสมองพร้อมกับบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยโปรแกรม AcqKnowledge 4.2 นำข้อมูลที่ได้จัดการข้อมูลด้วยโปรแกรม EEGLAB v10.2.2.4b วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยใช้โปรแกรม SPSS ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า

1. อัตราการตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุสูงกว่าก่อนการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุน้อยกว่าก่อนฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. พลังงานสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนขณะทำแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ช่วงความถี่แอลฟา 1 หลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุต่ำกว่าก่อนการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดกุที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า O1, O2, P4, และ C4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

51810875: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE

Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)

KEYWORDS: SPATIAL ABILITY/ SUDOKU PUZZLES/ RELATIVE POWER/ BRAIN TRAINING/
ELECTROENCEPHALOGRAM STUDY

PARINYA RUENG TIP: THE EFFECT OF BRAIN TRAINING WITH SUDOKU
PUZZLES ON INCREASING SPATIAL ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS:
AN ELECTROENCEPHALOGRAM STUDY. ADVISORY COMMITTEE: SEREE CHADCHAM,
Ph.D., M.R.SOMPORN SUDHASANI, Ph.D., 169 p. 2013

The objectives of this research were to study the effects of brain training with Sudoku Puzzles on increasing spatial ability of the upper secondary school students and to compare pre-post results of the correct response time spatial ability scores including relative power during spatial ability testing. The 16 volunteers from Champamong Vithayakhorn School in Udon Thani Province were recruited to participate in this study. The research instruments were four computer spatial ability tests and 30 sudoku puzzle games. Volunteers play one game per day with less than 30 min. The data were collected from as pre-test and post-test of computer spatial ability test, and electroencephalogram (EEG) by using Aagknowledge 4.2 program. The results from EEGLAB V10.2.2.4b program were analyzed to compare mean differences by paired *t*-test. The major results showed that:

1. The Spatial ability scores of students after brain training with Sudoku Puzzles were higher than before, significantly at the .01 level.
2. The average of correct response time of students after brain training with Sudoku Puzzles were lower than before, significantly at the .05 level.
3. After brain training with Sudoku Puzzles, students had the lower EEG relative power in Alpha 1 at O1, O2, P4, and C4 EEG electrode sites related with brain areas for spatial ability, significantly at the .05 level. Therefore, the brain training with Sudoku Puzzles can stimulate the process of spatial ability performance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 2 เกมปริศนาซูโดกุ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
ตอนที่ 3 การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	46
แบบแผนการทดลอง.....	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
วิธีดำเนินการทดลอง.....	59
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	65
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ตอนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....	73

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระหว่าง ก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	75
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบพลังงานสัมพันธ์คลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนขณะทำ แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างก่อนกับหลังการฝึก สมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	80
5 สรุปและอภิปรายผล.....	93
สรุปผลการวิจัย.....	93
อภิปรายผลการวิจัย.....	94
ข้อเสนอแนะ.....	97
บรรณานุกรม.....	99
ภาคผนวก.....	110
ภาคผนวก ก.....	111
ชุดการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	112
ภาคผนวก ข.....	153
ตัวอย่างแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน.....	154
หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย.....	155
ภาคผนวก ค.....	156
ค่าความยากของเกมปริศนาซูโดะกุ.....	157
ค่าความยากของข้อสอบ (p) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (B)	
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	158
ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	159
ภาคผนวก ง.....	163
พลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่ต่าง ๆ จำแนกตามช่วงไฟฟ้า.....	164
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	169

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง Single-Group Pretest-Posttest Design.....	47
2 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตอบแต่ละข้อสอบ.....	52
3 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง.....	64
4 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....	74
5 คะแนนและอัตราการตอบข้อสอบถูกก่อนและหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	75
6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	76
7 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนก่อนและหลังฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	78
8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	79
9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังงานสัมพันธ์ (RP) จำแนกตามช่วงความถี่และตำแหน่งข้อผิดพลาดของนักเรียนก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	81
10 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่เรตต้าระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งข้อผิดพลาด.....	82
11 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่แอลฟา 1 ระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งข้อผิดพลาด.....	85
12 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่แอลฟา 2 ระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งข้อผิดพลาด.....	87
13 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่เบต้า 1 ระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งข้อผิดพลาด.....	89
14 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่เบต้า 2 ระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งข้อผิดพลาด.....	91
15 ระดับความยากของเกมปริศนาซูโดะกุ.....	157
16 ค่าความยากของข้อสอบ (p) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (B) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	158

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17 พลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่เรต้า จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ.....	164
18 พลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่แอลฟา 1 จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมอง.....	165
19 พลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่แอลฟา 2 จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมอง.....	166
20 พลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่เบต้า 1 จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมอง.....	167
21 พลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่เบต้า 2 จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมอง.....	168

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	7
2 ตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่อรูป	19
3 ตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนรูป.....	20
4 ตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ้อนรูป.....	20
5 ตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษ.....	21
6 ตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกล่อง.....	21
7 ตัวอย่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบแยกรูป.....	22
8 ตัวอย่างเกมปริศนาซูโดะกุขนาด 9x9 ช่อง.....	25
9 ตัวอย่างตัวเลขที่เหลือเป็นตัวเลขสุดท้ายทั้งแถวและสดมภ์.....	28
10 ตัวอย่างตัวเลขที่เหลือเป็นตัวเลขสุดท้ายภายในช่อง 3x3 และตัวเลขตัวสุดท้ายที่สัมพันธ์กันระหว่างแถวกับสดมภ์ที่อยู่ภายในช่อง.....	29
11 ตัวอย่างการใช้กลยุทธ์ลำแสงพินาศ.....	29
12 ตัวอย่างการใช้กลยุทธ์การจดดินสอดูดทางเลือก.....	30
13 เกมปริศนาซูโดะกุที่ใช้ในการทดลอง ของ Xaing and Chen (2010).....	33
14 สัญญาณช่วงความถี่เดลต้า	37
15 สัญญาณช่วงความถี่เธต้า	37
16 สัญญาณช่วงความถี่แอลฟา	38
17 สัญญาณช่วงความถี่เบต้า	38
18 สัญญาณเอสเอ็มอาร์.....	38
19 สัญญาณช่วงความถี่แกมมา.....	39
20 สเปกตรัม (Spectrum) ของสัญญาณ EEG ในแต่ละช่วงความถี่.....	39
21 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดสอบมิติสัมพันธ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์.....	49
22 หน้าต่างโปรแกรม SuperLab 4.5 แสดงแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	50
23 หน้าต่างข้อสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์.....	50
24 หน้าต่างผลการทดสอบของผู้ทดสอบ.....	51
25 ลำดับ เวลา และการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของสัญญาณ (Marker) ในข้อสอบแต่ละข้อ	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
26	หน้าโปรแกรม SuperLab 4.5 ที่กำหนด Maker..... 54
27	ระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 10/20 (A) ด้านซ้าย และ (B) ด้านบนของศีรษะ. 55
28	ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง..... 55
29	ตัวอย่างเกมปริศนาซูโดะกุ..... 56
30	ขั้นตอนการพัฒนาชุดฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ..... 59
31	การวัดขนาดศีรษะเพื่อเลือกขนาดหมวกให้เหมาะสมกับขนาดศีรษะและการบรรจุเจล... 61
32	การทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผ่านจอคอมพิวเตอร์พร้อมบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง62
33	หน้าโปรแกรม AcqKnowledge 4.2 67
34	หน้าต่างโปรแกรม EEGLab บนระบบปฏิบัติการ MATLAB..... 68
35	การสกัดเหตุการณ์ที่ต้องการศึกษา..... 69
36	การกำจัดสัญญาณที่ปนเปื้อนกับคลื่นไฟฟ้าสมอง..... 70
37	การจัดสิ่งรบกวนด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบอิสระ..... 70
38	กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการตอบข้อสอบถูกของนักเรียนก่อนและหลังฝึกสมอง..... 77
39	กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ตอบข้อสอบถูกของนักเรียนก่อนและ หลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ..... 80
40	ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่เดต้า ระหว่างก่อนกับหลัง การฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้า..... 84
41	ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่แอลฟา 1 ระหว่างก่อนกับหลัง การฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้า..... 86
42	ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่แอลฟา 2 ระหว่างก่อนกับหลัง การฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้า..... 88
43	ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่เบต้า 1 ระหว่างก่อนกับหลัง การฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้า..... 90
44	ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่เบต้า 2 ระหว่างก่อนกับหลัง การฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซูโดะกุ จำแนกตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้า..... 92