

การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning
โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อการพัฒนาการเรียน E-Learning

ภรภัทร อธิธิไพศาล

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2562

หัวข้อสารนิพนธ์

การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ
E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา
เพื่อการพัฒนาการเรียน E-Learning

โดย

ภรภัทร อธิธิไพศาล

สาขาวิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร.สรมย์พร เจริญพิทย์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ดร. ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต)

.....กรรมการ

(ดร.ณัฐกิตติ จิตรเอื้อตระกูล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร.สรมย์พร เจริญพิทย์)

ภรภัทร อิทธิไพศาล : การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อพัฒนาการเรียน E-Learning. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ดร.สรมย์พร เจริญพิทย์, 91 หน้า.

การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อพัฒนาการเรียน E-Learning มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) 2) เพื่อหาตัวชี้วัดความสนใจในการเรียนผ่าน E-Learning โดยใช้อุปกรณ์ JINS MEME ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา โดยสามารถแบ่งขั้นตอนในการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) การสร้างบทเรียน E-Learning 2) การเก็บข้อมูลของผู้เรียนโดยใช้แว่นตา 3) การวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ในการสร้างบทเรียน E-Learning มีการออกแบบบทเรียนทั้งหมด 3 รอบ ซึ่งบทเรียนที่ 1 มีรูปภาพและการวางตำแหน่งเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม บทเรียนรอบที่ 2 มีเนื้อหาต่อหน้าน้อยเกินไป และบทเรียนรอบที่ 3 เป็นบทเรียนที่มีเนื้อหาเหมาะสมมากที่สุด เรื่องพฤติกรรมของสัตว์ และได้ทดลองเก็บข้อมูลกับผู้เรียนจำนวน 14 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจจับดวงตาพบว่า หากผู้เรียน 1) มีจำนวนการกระพริบตาน้อยกว่าค่าเฉลี่ย (11.40/นาทีก) และ 2) มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาขึ้นข้างบนและลงข้างล่างต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (20.60/นาทีก) และ 3) มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาไปทางซ้ายและไปทางขวามากกว่าค่าเฉลี่ย (1.17/นาทีก) แนวโน้มว่ามีความสนใจในการเรียน แต่หากผู้เรียน 1) มีจำนวนการกระพริบตามากกว่าค่าเฉลี่ย (11.40/นาทีก) และ 2) มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาขึ้นข้างบนและลงข้างล่างมากกว่าค่าเฉลี่ย (20.60/นาทีก) และ 3) มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาไปทางซ้ายและไปทางขวามากกว่าค่าเฉลี่ย (1.17/นาทีก) แนวโน้มว่ามีความเบื่อหรือไม่สนใจในการเรียน

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PORNPAT ITHIPAISAL : ANALYSIS OF EYE MOVEMENTS IN E-LEARNING BY
DETECTING EYEMOVEMENT FOR E-LEARNING DEVELOPMENT. ADVISOR :
DR.SAROMPORN CHAROENPIT, 91 PP.

Analysis of eye movements in E-Learning by detecting eye movement for E-Learning development. The objectives of this study were 1) To develop E-learning. 2) To find the indicator of interest in E-learning by using JINS MEME to detect eye movement. The steps in the study can be divided into 3 steps: 1) Create a lesson of E-learning. 2) Collect data from students by using JINS MEME. 3) Analysis of data. The results can be summarized as follows.

In creating the E-Learning, there are 3 times designs. First lesson, there are pictures and positioning of inappropriate content. The second lesson has too little content per page. The last lesson is the most appropriate about Animal Behavior lessons. I conducted our experiment with 14 students. The result of the data analysis of eye detecting showed the tendency, that 1) the number of blinks is lower than average (11.40/min) and 2) the different number of eye movement between up and down is lower than average (20.60/min) and 3) the different number of eye movement between left and right is lower than average (1.17/min), there are students to learner concentrate. But if 1) the number of blinks is higher than average (11.40/min) and 2) the different number of eye movement between up and down is higher than average (20.60/min) and 3) the different number of eye movement between left and right is higher than average (1.17/min), there are students to learner less concentrate.

Graduate School

Student's Signature.....

Field of Study Information Technology

Advisor's Signature.....

Academic Year 2019

กิตติกรรมประกาศ

การทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลงได้นั้น ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของ ดร.สรมย์พร เจริญพิทย์ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา และคำแนะนำ ตลอดระยะเวลาในการดำเนินการศึกษา รวมทั้งในการชี้แนะ และให้คำปรึกษาในการเริ่มต้นการทำสารนิพนธ์

ทั้งนี้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ทุกท่าน ได้แก่ ดร. ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต และ ดร. ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล ที่กรุณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของสารนิพนธ์ฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่ รวมถึงเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย และเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่านที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยความสะดวกและประสานงานในการทำสารนิพนธ์ให้ผู้เขียนตลอดมา ตลอดจนค้นคว้าหาข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์ของผู้เขียนครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตรของผู้ศึกษาที่เป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา และเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือที่ผ่านมา

ภรภัทร อิทธิไพศาล

TNI

THAI - JAPAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 นิยามศัพท์.....	2
2 ทฤษฎี เทคโนโลยี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน.....	9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	21
3.1 ภาพรวมของการออกแบบบทเรียน E-Learning.....	21
3.2 ภาพรวมของระบบการเรียน E-Learning.....	26
3.3 รายละเอียดการดำเนินงาน.....	26
4 ผลการทดลอง.....	43
4.1 ผลการออกแบบบทเรียน E-Learning.....	43
4.2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน.....	44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการทดลอง	43
4.3 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม	45
4.4 ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา	47
4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน บทเรียน และแบบสอบถาม ร่วมกับตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา	52
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	56
5.1 สรุปผล และอภิปรายผล	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	57
5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก. การออกแบบบทเรียน	62
ภาคผนวก ข. แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และแบบสอบถาม	70
ภาคผนวก ข. ผลการวิเคราะห์บทเรียนของผู้เรียน	74
ประวัติย่อผู้เขียนสารนิพนธ์	91

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงตารางแอปพลิเคชันและระบบปฏิบัติการ.....	15
3.1 แสดงคำถามแบบทดสอบก่อนเรียน.....	27
3.2 แสดงคำถามแบบทดสอบหลังเรียน.....	29
3.3 แสดงข้อมูลแบบสอบถาม.....	40
4.1 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาบทเรียนแต่ละหน้า.....	44
4.2 แสดงผลการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน.....	45
4.3 แสดงผลแบบสอบถาม.....	46
4.4 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวและการกระพริบตาของผู้เรียนรวมทุกหน้า.....	47
4.5 แสดงข้อมูลจำนวนการเคลื่อนไหวและการกระพริบตาของผู้เรียนรวมทุกหน้า.....	48
4.6 แสดงข้อมูลจำนวนการกระพริบของดวงตาตา/นาที่.....	49
4.7 แสดงข้อมูลจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาขึ้นและลง/นาที่.....	50
4.8 แสดงข้อมูลจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาซ้ายและขวา/นาที่.....	51
ค.1 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 1.....	75
ค.2 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 1.....	75
ค.3 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 2.....	76
ค.4 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 2.....	76
ค.5 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 3.....	77
ค.6 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 3.....	77
ค.7 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 4.....	78
ค.8 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 4.....	78
ค.9 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 5.....	79
ค.10 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 5.....	79
ค.11 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 6.....	80
ค.12 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 6.....	80
ค.13 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 7.....	81
ค.14 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 7.....	81
ค.15 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 8.....	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ค.16 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 8	82
ค.17 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 9	83
ค.18 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 9	83
ค.19 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 10	84
ค.20 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 10	84
ค.21 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 11	85
ค.22 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 11	85
ค.23 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 12	86
ค.24 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 12	86
ค.25 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 13	87
ค.26 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 13	87
ค.27 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 14	88
ค.28 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 14	88
ค.29 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนทุกคน	89
ค.30 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนทุกคน	89



TNI

TAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 การทำงานของดวงตา.....	7
2.2 การเชื่อมต่อแว่นตากับอุปกรณ์.....	9
2.3 อุปกรณ์ JINS MEME	10
2.4 ขนาดของอุปกรณ์ JINS MEME.....	10
2.5 แสดง Three-point electrooculography sensors.....	11
2.6 Three-axis accelerometer sensors และ Three-axis gyroscope sensors	11
2.7 ไฟล์วิดีโอบันทึกภาพหน้าจอของผู้เรียน	15
2.8 JINS MEME OFFICE	16
2.9 JINS MEME ZEN	17
2.10 JINS MEME RUN.....	17
2.11 JINS MEME TAIKAN.....	18
2.12 JINS MEME DRIVE	19
3.1 การออกแบบบทเรียน E-Learning.....	21
3.2 ตัวอย่างบทเรียนรอบที่ 1.....	22
3.3 ตัวอย่างบทเรียนรอบที่ 2.....	23
3.4 ตัวอย่างบทเรียนรอบที่ 3.....	25
3.5 การทำงานของระบบการเรียน E-Learning.....	26
3.6 การ Calibrate ครั้งที่ 1	31
3.7 การ Calibrate ครั้งที่ 2	32
3.8 การ Calibrate ครั้งที่ 3	32
3.9 การ Calibrate ครั้งที่ 4	32
3.9 การ Calibrate ครั้งที่ 4	32
3.10 หน้าอธิบายก่อนเข้าสู่บทเรียน	34
3.11 หน้าปก	34
3.12 บทเรียนหน้าที่ 1	35
3.13 บทเรียนหน้าที่ 2	35
3.14 บทเรียนหน้าที่ 3	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.15 บทเรียนหน้าที่ 4	36
3.16 บทเรียนหน้าที่ 5	37
3.17 บทเรียนหน้าที่ 6	37
3.18 บทเรียนหน้าที่ 7	38
3.19 บทเรียนหน้าที่ 8	38
3.20 บทเรียนหน้าที่ 9	39
3.21 บทเรียนหน้าที่ 10	39
3.22 หน้าปิดท้าย	40
3.23 ตัวอย่างข้อมูลดิบจากแว่นตา	41
4.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนกับการ เคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่าง	52
4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายกับการ เคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวา	53
4.3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างกับการ เคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวา	54
4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างจำนวนการกระพริบตาต่อหน้าที่กับผลต่างการ เคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนและลงข้างล่างต่อหน้าที่	55
ก.1 การออกแบบบทเรียนรอบที่ 1	63
ก.2 การออกแบบบทเรียนรอบที่ 2	65
ข.1 แบบทดสอบก่อนเรียน	71
ข.2 แบบทดสอบหลังเรียน	72
ข.3 แบบสอบถาม	73

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) เป็นรูปแบบของการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการถ่ายทอดเรื่องราวและเนื้อหาด้วยการจัดการเรียนการสอนทางไกลแบบ E-Learning จะช่วยเพิ่มคุณภาพการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ด้วยความสะดวกและคล่องตัวสูง ซึ่งสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับตัวผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนสามารถเรียนจากที่ไหนก็ได้ (Anywhere) และเรียนเวลาใดก็ได้ (Anytime) ตามความต้องการและความสะดวกของผู้เรียน ซึ่งจากการจัดการเรียนการสอนทางไกลแบบ E-Learning นี้ จึงเลือกใช้อุปกรณ์ JINS MEME เข้ามาควบคู่กับการเรียน เพื่อช่วยในการตรวจจับและบันทึกค่าการเคลื่อนไหวของดวงตา (Eye Tracking) รวมทั้งการกระพริบตาของผู้เรียน ในขณะที่สวมอุปกรณ์เรียนได้

อุปกรณ์ JINS MEME เป็นแว่นตาอัจฉริยะ สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตาและการกระพริบตา ได้จากเซ็นเซอร์ Electrooculography (EOG) สามตัวที่อยู่ตรงแป้นรองจมูก โดยจะบันทึกค่าการเคลื่อนไหวของดวงตา การกระพริบตา และค่าอื่นๆ ของผู้ที่สวมใส่ พร้อมทั้งส่งข้อมูลที่บันทึกผ่าน Application ให้สามารถนำข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ นำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้ ซึ่งแว่นตา JINS MEME ยังไม่มีการนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อส่งเสริมเกี่ยวกับด้านการศึกษาอีกด้วย

เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนทางไกลแบบ E-Learning สามารถเรียนได้จากที่ไหนหรือเวลาใดก็ได้ ทำให้ไม่สามารถทราบได้ถึงความสนใจหรือจดจ่อในการเรียนของผู้เรียนได้ จึงเลือกใช้อุปกรณ์ JINS MEME ที่จะสามารถบันทึกค่าการเคลื่อนไหวของดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนได้ เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาตัวชี้วัดความสนใจในการเรียนผ่าน E-Learning และสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนผ่าน E-Learning มากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning)
2. เพื่อหาตัวชี้วัดความสนใจในการเรียนผ่าน E-Learning โดยใช้อุปกรณ์ JINS MEME ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่าง

- นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 14 คน
- ไม่ใส่แว่น สายตาดี

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลอง วิชาชีววิทยา เนื้อหา พฤติกรรมของสัตว์

ขอบเขตด้านสถานที่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน
2. ทราบถึงตัวชี้วัดความสนใจในการเรียนผ่าน E-Learning ของตัวผู้เรียนได้จากอุปกรณ์ JINS MEME
3. นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปพัฒนาระบบ E-Learning เพื่อเพิ่มความสนใจในการเรียนให้กับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

1.5 นิยามศัพท์

1. **E-Learning** (บทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์) หมายถึง สื่อการเรียนรูปแบบใหม่ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนำเสนอบทเรียนแทนการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้นำเสนอ ในบทเรียนจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการเรียน เนื้อหา กิจกรรมและแบบฝึกหัดซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองทั้งรูปแบบ online และ offline
2. **Blink** (การกระพริบตา) หมายถึง การบริหารกล้ามเนื้อตาซึ่งมีส่วนช่วยในการปรับโฟกัส กระตุ้นการหมุนเวียนเลือดบริเวณรอบดวงตา ช่วยคลายอาการเกร็งของกล้ามเนื้อตา
3. **Eye movement** (การเคลื่อนไหวของดวงตา) หมายถึง การเคลื่อนไหวของดวงตาทั้งสองข้างไปยังทิศทางเดียวกัน พร้อม ๆ กัน อย่างรวดเร็ว

4. **Application** (แอปพลิเคชัน) หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) โดย Application จะต้องมีส่วนที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้งานต่างๆ

5. **E-mail** ย่อมาจาก Electronic Mail หมายถึง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้รับส่งกัน โดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

6. **Average** (ค่าเฉลี่ย) หมายถึง ค่าเฉลี่ยจากการหาผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด



บทที่ 2

ทฤษฎี เทคโนโลยี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำครั้งนี้ เป็นการนำความรู้ทางด้านทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับทุกส่วนตลอดระยะเวลาการทำสารนิพนธ์ ซึ่งเป็นการนำความรู้ทั้งที่เคยเรียนมาประยุกต์ใช้และเป็นการศึกษาเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ จากการค้นคว้าเพิ่มเติม และที่ได้เรียนรู้จากการทำ สารนิพนธ์ โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 E-Learning

2.1.2 การวิเคราะห์และการตีความหมายข้อมูล

2.1.3 ดวงตา

2.1.4 สหสัมพันธ์ (Correlation)

2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

2.2.1 JINS MEME

2.2.2 Google Classroom

2.2.3 Microsoft Excel

2.2.4 SDK (Software Development Kit)

2.2.5 SPSS (Statistical Package for the Social Science)

2.2.6 Snagit

2.2.7 Video File

2.2.8 แอปพลิเคชัน (Application)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 E-Learning

การเรียนรู้ การสอนในลักษณะหรือรูปแบบใดก็ได้ ซึ่งการถ่ายทอดเนื้อหานั้น กระทำผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น ซีดีรอม เครื่องฉายอินเทอร์เน็ท อินทราเน็ต แอ็กเซทราเน็ต หรือ ทางสัญญาณโทรศัพท์ หรือ สัญญาณดาวเทียม (Satellite) ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งการเรียนลักษณะนี้ได้มีการนำเข้าสู่ตลาดเมืองไทย ในระยะหนึ่งแล้ว เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยซีดีรอม, การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Learning), การเรียนออนไลน์ (On-line Learning) การเรียนทางไกลผ่านดาวเทียม หรือ การเรียนด้วยวิดีโอผ่านออนไลน์ เป็นต้น

ในปัจจุบัน คนส่วนใหญ่มักจะใช้คำว่า E-Learning กับการเรียน การสอน หรือการอบรม ที่ใช้เทคโนโลยีของเว็บ (Web Based Technology) ในการถ่ายทอดเนื้อหา รวมถึงเทคโนโลยีระบบการจัดการหลักสูตร (Course Management System) ในการบริหารจัดการงานสอนด้านต่างๆ โดยผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบ E-Learning นี้สามารถศึกษาเนื้อหาในลักษณะออนไลน์ หรือ จากแผ่นซีดี-รอม ก็ได้ และที่สำคัญอีกส่วนคือ เนื้อหาต่างๆ ของ E-Learning สามารถนำเสนอโดยอาศัยเทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia Technology) และเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบ (Interactive Technology)

คำว่า E-Learning นั้นมีคำที่ใช้ได้ใกล้เคียงกันอยู่หลายคำเช่น Distance Learning (การเรียนทางไกล) Computer based training (การฝึกอบรมโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ หรือเรียกย่อๆว่า CBT) Online Learning (การเรียนทางอินเทอร์เน็ต) เป็นต้น ดังนั้น สรุปได้ว่าความหมายของ E-Learning คือ รูปแบบของการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการถ่ายทอดเรื่องราว และเนื้อหา โดยสามารถมีสื่อในการนำเสนอบทเรียนได้ตั้งแต่ 1 สื่อขึ้นไป และการเรียนการสอนนั้นสามารถที่จะอยู่ในรูปของการสอนทางเดียว หรือการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ได้ [1]

ประโยชน์ของ E-Learning

1. ยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนเนื้อหา และ สะดวกในการเรียน

การเรียนการสอนผ่านระบบ E-Learning นั้นง่ายต่อการแก้ไขเนื้อหา และกระทำได้ตลอดเวลา เพราะสามารถกระทำได้ตามใจของผู้สอน เนื่องจากระบบการผลิตจะใช้ คอมพิวเตอร์เป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ผู้เรียนก็สามารถเรียนโดยไม่จำกัดเวลา และสถานที่

2. เข้าถึงได้ง่าย

ผู้เรียน และผู้สอนสามารถเข้าถึง E-Learning ได้ง่าย โดยมากจะใช้ web browser ของค่ายใดก็ได้ (แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับผู้ผลิตบทเรียน อาจจะแนะนำให้ใช้ web browser แบบใดที่เหมาะสมกับสื่อการเรียนการสอนนั้นๆ) ผู้เรียนสามารถเรียนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใดก็ได้ และในปัจจุบันนี้ การเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกระทำได้ง่ายขึ้นมาก และยังมีค่าเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่มีราคาต่ำลงมากกว่าแต่ก่อนอีกด้วย

3. ปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยกระทำได้ง่าย

เนื่องจากผู้สอน หรือผู้สร้างสรรค์งาน E-Learning จะสามารถเข้าถึง server ได้จากที่ใดก็ได้ การแก้ไขข้อมูล และการปรับปรุงข้อมูล จึงทำได้ทันเวลาด้วยความรวดเร็ว

4. ประหยัดเวลา และค่าเดินทาง

ผู้เรียนสามารถเรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ โดยจำเป็นต้องไปโรงเรียน หรือที่ทำงาน รวมทั้งไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องประจำก็ได้ ซึ่งเป็นการประหยัดเวลามาก

การเรียนรู้ การสอน หรือการฝึกอบรมด้วยระบบ E-Learning นี้ จะสามารถประหยัดเวลาถึง 50% ของเวลาที่ใช้ครูสอน หรืออบรม

2.1.2 การวิเคราะห์และการตีความหมายข้อมูล (Analysis and Interpretation of Data)

ข้อมูลที่ทำให้การเก็บรวบรวม โดยทั่วไปจะมีจำนวนมาก เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว ก็จะมีการดำเนินการกับข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การแยกประเภท การจัดชั้น การสังเขป การหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ของข้อมูล การพิจารณาหาว่า ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่นหรือไม่อย่างไร ตลอดจนอาจทำการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต จากข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมได้ กระบวนการต่างๆ เหล่านี้เรียกว่า การวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะดำเนินการในรายละเอียดอย่างไร และเพียงไรนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล และเรื่องที่ต้องการศึกษา ในบางกรณี การวิเคราะห์ข้อมูลก็ทำโดยใช้กราฟ ดังนั้น เมื่อพิจารณาให้ดีจะเห็นว่า บางขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การจัดชั้น หรือแยกประเภทของข้อมูล จะต้องเตรียมวางแผนพร้อมกันไปกับการเก็บรวบรวม และการนำเสนอข้อมูล เมื่อข้อมูลได้รับการวิเคราะห์แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินการทางสถิติก็คือ การตีความหมายข้อมูลเหล่านั้น การตีความหมายก็คือ การพิจารณาหาว่า อะไรคือ ข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์ ตัวเลขที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วยสนับสนุน หรือปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ และตัวเลขที่ได้จากการวิเคราะห์ บอกอะไรบางอย่างใหม่ๆ แก่เราบ้าง

การตีความหมายข้อมูลเป็นเรื่องที่ทำได้ไม่มากนัก เนื่องด้วยความรู้ และเอกสารเกี่ยวกับเรื่องที่เกี่ยวข้องมักมีจำกัด ดังนั้น การตีความหมายข้อมูล จึงไม่ควรสรุปลงไปอย่างแน่นอนตายตัวว่า ต้องเป็นอย่างนั้นอย่างนี้ นอกจากนั้นเหตุผลอีกประการหนึ่ง ที่สนับสนุนการกระทำดังกล่าวนี้คือ ตัวข้อมูล ประกอบด้วยข้อเท็จ และข้อจริง มิใช่ข้อจริงล้วนๆ และตัวเลขที่ได้จากการวิเคราะห์ ก็เป็นเพียงค่าประมาณ ดังนั้นการตีความหมายข้อมูลโดยการสรุปอย่างแน่นอนตายตัว จึงมีโอกาสผิดพลาดได้ง่ายมาก อย่างไรก็ตาม [2] การตีความหมายที่ดี ขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. มีความตั้งใจแน่วแน่ที่จะค้นหาความจริงทุกอย่างที่ซ่อนเร้นอยู่ในข้อมูล
2. มีความรู้ความเข้าใจอย่างกว้างขวางในเหตุการณ์หรือเรื่องที่กำลังศึกษา
3. มีความคิดที่เป็นระเบียบและมีเหตุผลในการทำงาน
4. มีความสามารถในการใช้ถ้อยคำที่ชัดเจน ทำให้อ่านเข้าใจได้ง่าย

2.1.3 ดวงตา

หน้าที่ของดวงตา

การมองเห็น - ดวงตาเปลี่ยนแสงให้กลายเป็นคลื่นไฟฟ้าและส่งไปที่สมอง ซึ่งจะแปลผลกลายเป็นภาพให้เรามองเห็นเป็นรูปร่าง

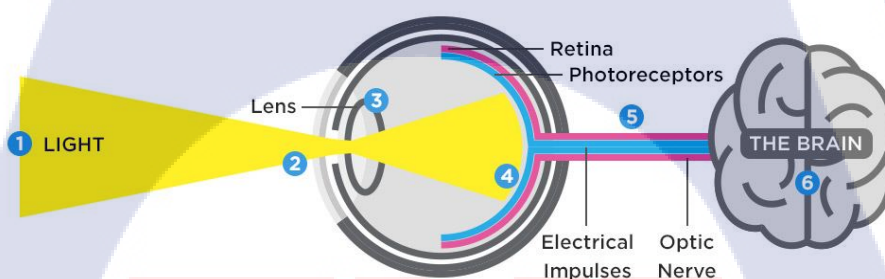
การเคลื่อนไหว - กล้ามเนื้อตาทั้ง 6 มัดทำหน้าที่หมุนลูกตา 4 มัดหมุนขึ้น ลง ซ้าย ขวา อีก 2 มัดเพื่อปรับสมดุลจากการขยับศีรษะ ซึ่งในการมองทิศทางต่างๆไม่ว่าจะซ้าย ขวา บน ล่าง หรือ ทแยงในมุมต่างๆก็ตาม ดวงตาจะมีการเคลื่อนไหวไปในทิศทางนั้นๆพร้อมกัน ถ้าหากว่าระบบการเคลื่อนไหวของลูกตาผิดปกติ ก็จะมีผลทำให้เราเห็นภาพไม่ต่อเนื่อง เช่น ในขณะที่อ่านหนังสือก็จะมี การกระโดดข้ามคำทำให้อ่านแล้วไม่ได้ใจความ ทำให้ต้องอ่านซ้ำในประโยคนั้นๆอีก

การกระพริบตา - ทุกครั้งที่คุณกระพริบตา น้ำตาจะฉาบไปที่บริเวณผิวด้านนอกของดวงตา เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นและทำความสะอาดดวงตา กล้ามเนื้อที่เปลือกตาบนจะทำหน้าที่เปิด-ปิดตา

การร้องไห้ - น้ำตา-ของเหลวที่มีความเค็มประกอบด้วยโปรตีน น้ำ เมือก และ น้ำมัน ถูก หลั่งออกมาจากต่อมน้ำตาที่ด้านบน ด้านนอกของดวงตา น้ำตาจะคอยปกป้องสิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่น ควันและลม น้ำตาจากความรู้สึก ตอบสนองต่อความรู้สึก ยินดี หรือ เสียใจ เคยมีทฤษฎีกล่าวไว้ว่า "การร้องไห้ที่ดี" ช่วยขจัดสารพิษและของเสียออกจากร่างกายได้

การปกป้อง - ลูกตายุ่ภาพในกระดุกเบ้าตาเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิด ขนตาและเปลือก ตา คอยป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรก คิ้วมีลักษณะโค้งเพื่อไล่เหงื่อให้ออกจากดวงตา [3]

การทำงานของดวงตา



รูปที่ 2.1 การทำงานของดวงตา

- แสงสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ดวงตาเรา
- แสงวิ่งทะลุผ่านกระจกตา สู่รูม่านตา และทะลุผ่านเลนส์ตา
- กระจกตาและเลนส์ตาจะเบี่ยงเบนแสงให้ตกที่จอประสาทตา
- เซลล์จอประสาทตาจะเปลี่ยนลำแสงให้เป็นคลื่นไฟฟ้า
- คลื่นไฟฟ้าจะวิ่งผ่านระบบประสาทของตาไปสู่สมอง
- สมองจะทำการแปลผลสัญญาณนี้ให้กลายเป็นภาพ

กระบวนการติดตามดวงตา (Eye Tracking Process)

ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลัก 2 ฟังก์ชัน คือ การตรวจหาดวงตา (Eye Detection) และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของดวงตา (Eye Motion Analysis) [4]

1. การตรวจหาดวงตา (Eye Detection) เป็นกระบวนการเพื่อหาบริเวณพื้นที่ของดวงตาที่รับจากอุปกรณ์ตรวจหาสัญญาณอย่างกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital Camera)

2. การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของดวงตา (Eye Motion Analysis) เป็นขั้นตอนการติดตามดวงตา (eye tracking) โดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของตำแหน่งดวงตา (Eye Motion Analysis) ที่ตรวจหาได้จากกระบวนการตรวจหาดวงตา (Eye Detection) ซึ่งจะหาความแตกต่างของข้อมูลภาพของเฟรมภาพต้นฉบับกับเฟรมถัดไป ซึ่งคุณลักษณะที่นำมาหาความต่างของข้อมูล ระหว่างเฟรมภาพ เช่น คุณลักษณะของสี (Color) ค่าความเข้มแสง (Intensity) ขอบของวัตถุที่สนใจ (Edge) และลักษณะของกราฟเชิงความถี่ (Histogram) เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว คือ ตำแหน่งของวัตถุเป้าหมายที่ต้องการติดตาม (Target Representation and Localization)

2.1.4 สหสัมพันธ์ (Correlation)

สหสัมพันธ์ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีมากน้อยเท่าใด ซึ่งจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็นค่าที่วัดความสัมพันธ์ โดยใช้สัญลักษณ์ r แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง

การบอกระดับหรือขนาดของความสัมพันธ์ จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากมีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือไม่มีเลย สำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ ดังนี้

ค่า r	ระดับของความสัมพันธ์
.90 – 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
.70 - .90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
.50 - .70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
.30 - .50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
.00 - .30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

เครื่องหมาย + , - หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ โดยที่หาก

r มีเครื่องหมาย + หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน
(ตัวแปรหนึ่งสูง อีกตัวจะสูงตาม)

r มีเครื่องหมาย - หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้าม
(ตัวแปรหนึ่งสูง อีกตัวจะต่ำ)

ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางชนิดที่มีลักษณะ $0 \leq r \leq 1$ ซึ่งจะบอกได้เพียงขนาดหรือระดับของความสัมพันธ์เท่านั้น ไม่สามารถบอกทิศทางความสัมพันธ์ได้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใช้ได้กับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นเท่านั้น [5]

2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

2.2.1 JINS MEME

อุปกรณ์ JINS MEME เป็นแว่นตาอัจฉริยะ สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา และการกระพริบตา ได้จากเซ็นเซอร์สามตัวที่อยู่ตรงแป้นรองจมูก โดยจะบันทึกค่าการเคลื่อนไหวของดวงตา การกระพริบตา และค่าอื่นๆ ของผู้ที่สวมใส่ พร้อมทั้งส่งข้อมูลที่บันทึกผ่าน Application ให้สามารถนำข้อมูลที่ถูกรับบันทึกไว้ นำไปวิเคราะห์ต่อไปได้ โดยผ่านการเชื่อมต่อ Bluetooth ระหว่างแว่นตาและอุปกรณ์ต่างๆ [6][7]



รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อแว่นตากับอุปกรณ์



รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ JINS MEME

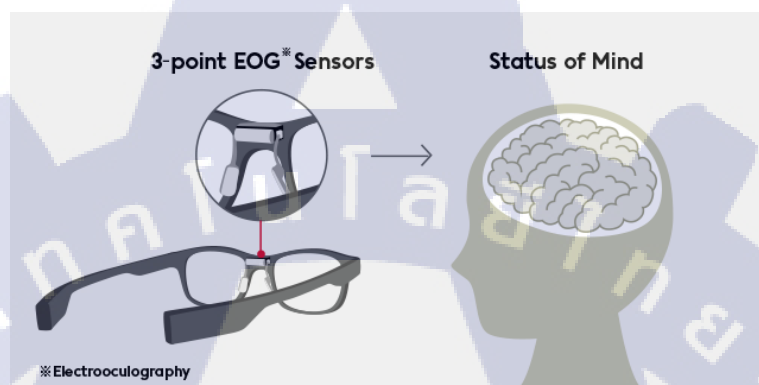


รูปที่ 2.4 ขนาดของอุปกรณ์ JINS MEME

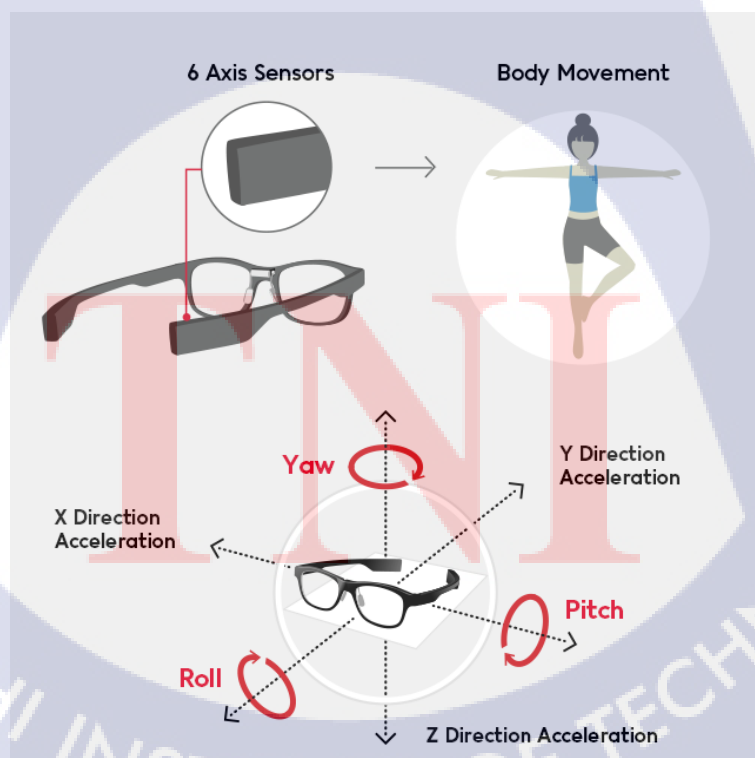
แว่นตาอัจฉริยะนี้เน้นการออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อการวิจัยทางวิชาการ สามารถจับภาพและวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยตรง จากเซ็นเซอร์ Electrooculography (EOG) ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของดวงตา รวมไปถึงสัญญาณจากการกระพริบตาด้วย [8] นอกจากนี้สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ตลอดเวลาหรือ Real time และยังดำเนินการอย่างรวดเร็วอีกด้วย อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในสาขาอื่นๆได้ ไม่ว่าจะเป็น วิศวกรรมข้อมูล ยา จิตวิทยา และสังคมวิทยา เป็นต้น

แว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME นี้ ประกอบไปด้วย Sensors ดังนี้

1. Three - point electrooculography sensors ตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา และการกระพริบ จำนวน 3 จุด ดังรูปที่ 2.5
2. Three - axis accelerometer sensors และ Three-axis gyroscope sensors เพื่อ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง และท่าทางของร่างกาย ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 แสดง Three-point electrooculography sensors



รูปที่ 2.6 แสดง Three-axis accelerometer sensors และ Three-axis gyroscope sensors

2.2.2 Google Classroom

เป็นบริการสำหรับ Google Apps for Education ซึ่งเป็นชุดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้สอนสามารถสร้างและเก็บงานได้โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองกระดาษ มีคุณลักษณะที่ช่วยประหยัดเวลา เช่น สามารถทำสำเนาของ Google เอกสารสำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้โดยอัตโนมัติ โดยระบบจะสร้างโฟลเดอร์ของไดรฟ์สำหรับแต่ละงานและผู้เรียนแต่ละคนเพื่อช่วยจัดระเบียบให้ผู้เรียนสามารถติดตามว่ามีอะไรครบกำหนดบ้างในหน้างาน ผู้สอนสามารถดูได้อย่างรวดเร็วว่าใครทำงานเสร็จหรือไม่เสร็จบ้าง ตลอดจนสามารถแสดงความคิดเห็นและให้คะแนนโดยตรงได้แบบเรียลไทม์ใน Google Classroom ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการเรียนแบบ E-Learning [9]

2.2.3 Microsoft Excel

ไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล (Microsoft Excel) เป็นโปรแกรมประเภทตารางการคำนวณแบบสเปรดชีต (Spreadsheets) สำหรับจัดการและคำนวณข้อมูลในรูปแบบตาราง อีกทั้งสามารถจัดทำกราฟ แผนภูมิเพื่อแสดงผลข้อมูลได้

ไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในการการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยใช้ฟังก์ชันพื้นฐาน บวก ลบ คูณ หาร ยกกำลัง รวมถึงฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ระดับสูง ฟังก์ชันทางสถิติ ฟังก์ชันทางการเงิน ฟังก์ชันในการตัดต่อคำ ฟังก์ชันในการค้นหาข้อมูล

การใช้งานในรูปแบบของฐานข้อมูล ซึ่งสามารถจัดการข้อมูลโดย การกรอง (Filter), การเรียงลำดับข้อมูล (Sort), การคำนวณยอดรวม (Subtotal) และตาราง (Pivot Table) ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับสรุปข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตารางที่ดูได้ง่าย และสามารถหมุนเปลี่ยนแนวการแสดงผลได้ตามต้องการ

คุณสมบัติที่สำคัญในโปรแกรม Excel

1. ความสามารถด้านการคำนวณ Excel สามารถป้อนสูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เป็นต้น รวมทั้งสูตรคำนวณด้านอื่น ๆ และจุดเด่นของการคำนวณคือผลลัพธ์ของการคำนวณจะเปลี่ยนแปลงตาม เมื่ออินพุตที่นำมาเปลี่ยนค่า ทำให้เราไม่ต้องเสียเวลาเปลี่ยนแปลงค่าผลการคำนวณใหม่

2. ความสามารถด้านการใช้ฟังก์ชัน นอกจากการป้อนสูตรคูณทางคณิตศาสตร์แล้ว Excel ยังสามารถป้อนฟังก์ชันอื่น ๆ ได้อีก เช่น ฟังก์ชันเกี่ยวกับตัวอักษร ตัวเลข วันที่ ฟังก์ชันเกี่ยวกับการเงินหรือการตัดสินใจ

3. ความสามารถในการสร้างกราฟ Excel สามารถนำข้อมูลที่ป้อนลงในตารางมาสร้างเป็นกราฟได้ทันที มีรูปภาพให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบตามความเหมาะสม เช่น กราฟแท่ง แสดงยอดขายแต่ละเดือน กราฟวงกลม แสดงส่วนแบ่งการตลาด เป็นต้น

4. ความสามารถในการตกแต่งตารางข้อมูล Excel สามารถตกแต่งตารางข้อมูลหรือกราฟข้อมูลด้วยภาพสีและรูปแบบตัวอักษรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสวยงามและแยกแยะข้อมูลได้ง่ายขึ้น

5. ความสามารถในการจัดเรียงลำดับ Excel สามารถคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการมาวิเคราะห์ได้

6. ความสามารถในการพิมพ์งานออกทางเครื่องพิมพ์ Excel สามารถพิมพ์งานทั้งข้อมูลและรูปภาพหรือกราฟออกทางเครื่องพิมพ์ได้ทันที ซึ่งทำให้ง่ายต่อการสร้างรายงาน

7. ความสามารถในการแปลงข้อมูลในตารางให้เป็นเว็บเพจเพื่อนำมาแสดงในโฮมเพจ [10]

2.2.4 SDK (Software Development Kit)

ชุดพัฒนาซอฟต์แวร์(SDK) หมายถึงชุดของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมให้โดยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้บริการ SDKs มักจะประกอบด้วยโปรแกรมประยุกต์ Interfaces (APIs) โดยปกติจะเป็นชุดของเครื่องมือในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้การสร้างโปรแกรมประยุกต์สำหรับแพลตฟอร์มซอฟต์แวร์, กรอบซอฟต์แวร์แพลตฟอร์มฮาร์ดแวร์ระบบคอมพิวเตอร์วิดีโอเกมคอนโซลระบบปฏิบัติการหรือการพัฒนาที่คล้ายกันที่ แพลตฟอร์ม. การสร้างโปรแกรมที่ต้องจะดาวน์โหลดชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เฉพาะเจาะจง ยกตัวอย่างเช่นการพัฒนาของ Android app ต้องใช้ SDK กับ Java, สำหรับ IOS แอปพลิเคชัน IOS รุ่น SDK เข้ากับสวิตช์และสำหรับ MS Windows SDK Framework ของกับ NET นอกจากนี้ SDK ที่ติดตั้งในแอปพลิเคชันเพื่อให้การวิเคราะห์และข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมตัวอย่างที่โดดเด่นรวมถึง Google และ Facebook อาจจะเป็นสิ่งที่ง่ายเป็นการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่าโปรแกรมประยุกต์ Interfaces (APIs) ในรูปแบบของห้องสมุดบางส่วนในการติดต่อให้เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมโดยเฉพาะหรือจะรวมฮาร์ดแวร์ที่ซับซ้อนที่สามารถสื่อสารกับระบบฝังตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เครื่องมือทั่วไปรวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกการแก้จุดบกพร่องและสารานุกรมโรคอื่น ๆ มักจะนำเสนอในสภาพแวดล้อมการพัฒนาแบบบูรณาการ (IDE) SDKs ยังรวมไปถึงรหัสตัวอย่างและการสนับสนุนทางเทคนิคหรือการบันทึกเอกสารสนับสนุนอื่นๆ [11]

2.2.5 SPSS (Statistical Package for the Social Science)

SPSS เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของ บริษัท SPSS จำกัด แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา โดยแนวคิดของ SPSS ในรุ่น (Version) ปัจจุบัน ได้ปรับเปลี่ยนเป็น Statistical Product and Service Solutions เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถ

ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (Personal COMPUTER) หรือเครื่องขนาดใหญ่ก็ได้ โดย SPSS เป็นโปรแกรมที่มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงปรับปรุงมาโดยตลอด

โปรแกรม SPSS for Windows ได้ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานบนโปรแกรมควบคุมระบบ Microsoft windows โดยมีการปรับปรุงรูปแบบการใช้งานให้ดูง่ายสำหรับผู้ใช้งาน (Graphic user interface) และมีประสิทธิภาพสูง สะดวกในการทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้อย่างละเอียด พร้อมกันนี้สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปของกราฟและตารางในรูปแบบที่หลากหลาย และยังสามารถรับข้อมูลที่สร้างจากโปรแกรมประเภทอื่นได้ด้วย เช่น Microsoft Excel, LOTUS, dBASE, SPSS/PC หรือข้อมูลในรูปแบบของ แอสกี (Text file) นอกจากนี้ SPSS ยังสามารถบันทึกไฟล์ข้อมูลที่ใช้ทำงานให้อยู่ในรูปแบบ ของไฟล์ที่นำไปใช้กับโปรแกรมประเภทอื่นได้อีกด้วยส่วนวิธีการใช้งานของ SPSS for windows เป็นรูปแบบการใช้ที่ง่าย เนื่องจากมีระบบเมนูให้โต้ตอบที่เป็น Dialog BOX และเป็นระบบหน้าต่างให้เลือกชนิด Check box หรือ Option button นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถบันทึกขั้นตอนการทำงานที่ผู้ใช้เลือกมาเป็นชุดคำสั่ง (Syntax) คล้ายกับการทำงานเป็นโปรแกรมตามแบบของ SPSS/PC ส่วนการใช้ SPSS for Windows นั้น ผู้ใช้ควรมีพื้นฐานการใช้โปรแกรมประยุกต์บน Microsoft windows มาบ้างแล้ว ซึ่งจะทำให้การใช้งาน SPSS for windows คล่องตัวมากขึ้น ปัจจุบัน โปรแกรม SPSS มีการพัฒนาโปรแกรมรุ่นใหม่ออกมาอยู่เป็นประจำ และมีขอบเขตงานวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ครอบคลุมกว้างขวางขึ้น ไม่ว่าจะเป็นงานการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านธุรกิจ การตลาด การควบคุมการผลิต ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์ ทางอุตสาหกรรม ทำให้ความหมายของ SPSS เปลี่ยนมาเป็น Statistical Product and Service Solutions [12]

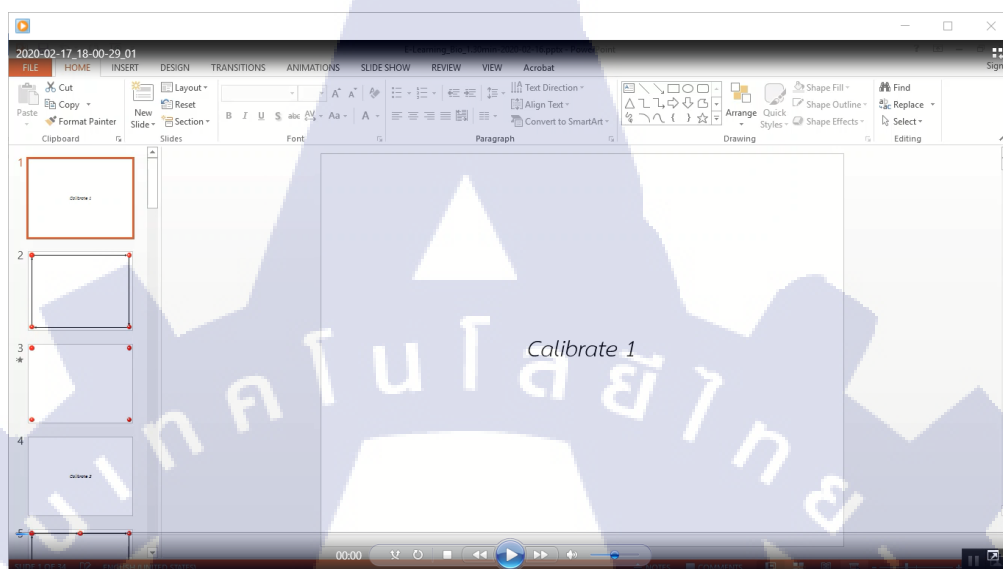
2.2.6 Snagit

Snagit เป็นโปรแกรมจากค่าย TechSmith หน้าทีการทำงานหลักจะเน้นการจับภาพ เพื่อให้เป็นไฟล์ ภาพนิ่งในรูปแบบต่าง ๆ เช่น .tif, .jpg, .bmp, .gif, .png, .swf, .twf ฯลฯ เพื่อนำภาพที่ได้ไปใช้ในการทำหนังสือคู่มือ ตำราเรียน โดยนอกจากการจับภาพแล้ว Snagit ยังมีลูกเล่นที่เพิ่มความสะดวกในการจับภาพ ไม่ว่าจะเป็นการจับภาพวินโดวที่กำลังใช้งาน เลือกเฉพาะบางส่วนของหน้าจอส่วนที่เป็นข้อความ หรือบันทึกแบบต่อเนื่อง ทั้งรูปภาพธรรมดา หรือเป็นไฟล์วิดีโอ ปรับแต่งใส่เอฟเฟกต์และเพิ่มเติมองค์ประกอบต่าง ๆ ก็สามารถทำได้ ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกในการทำงาน [13]

2.2.7 Video File

สื่อมัลติมีเดียที่สามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียงบรรยายได้ การนำเสนอวิดีโอมีหลายรูปแบบ เช่น วิดีโอเพื่อ การศึกษา วิดีโอ เพื่อความบันเทิง ประโยชน์ ของวิดีโอมีมากมาย นอกจากให้ความรู้ ให้ ความบันเทิง ยังสามารถ สร้างรายได้ให้กับผู้ ใช้งาน เช่น วิดีโอนำเสนอสินค้า

ผลิตภัณฑ์ ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะเป็นไฟล์วิดีโอที่บันทึกภาพหน้าจอของผู้เรียนในขณะที่กำลังเรียนผ่าน E-Learning ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ไฟล์วิดีโอบันทึกภาพหน้าจอของผู้เรียน

2.2.8 แอปพลิเคชัน

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาแอปพลิเคชันที่ใช้คู่กับแว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME โดยส่วนมากจะเกี่ยวกับทางด้านสุขภาพหรือออกกำลังกายเป็นหลัก ซึ่งยังไม่พบที่เกี่ยวกับด้านการศึกษา ดังนั้นจากที่ผู้ศึกษาได้ทดลองใช้แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ IOS ได้ข้อมูลตามตารางที่ 2.1 [14]

ตารางที่ 2.1 แสดงตารางแอปพลิเคชันและระบบปฏิบัติการ

Application	ระบบปฏิบัติการ	วัตถุประสงค์	แสดงผล
1. JINS MEME OFFICE	IOS	ความจดจ่อ	กราฟ คะแนน
2. JINS MEME ZEN	IOS	สมาธิ ความผ่อนคลาย	กราฟ คะแนน
3. JINS MEME RUN	IOS, Android	การเดิน วิ่ง	สรุป
4. JINS MEME TAIKAN	IOS, Android	การออกกำลังกาย การทรงตัว	กราฟ คะแนน
5. JINS MEME DRIVE	IOS, Android	ความว่าง เหนื่อยล้า	-

1. JINS MEME OFFICE

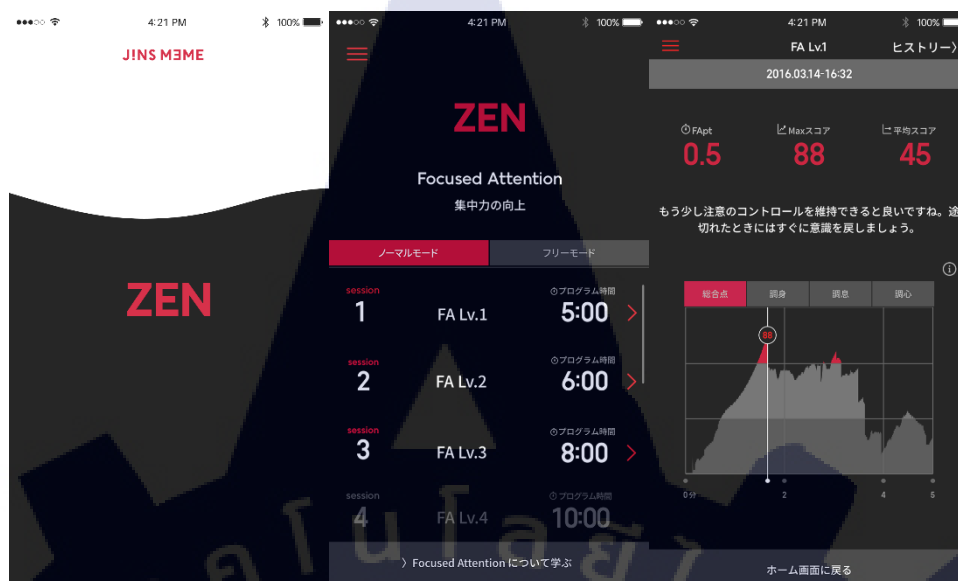
สามารถตรวจสอบสมาธิในขณะที่ทำงาน โดยแว่นตาจะติดตามสมอง จิตใจและร่างกาย พร้อมให้คำแนะนำในการเพิ่มระดับสมาธิและความจดจ่อของการทำงานได้ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแอปพลิเคชันจะบอกช่วงระยะเวลาแต่ละช่วงว่าผู้ใส่มีการจดจ่อกับงานที่กำลังทำมากน้อยแค่ไหน จะแบ่งเป็น ช่วงที่จดจ่อ และ ช่วงที่จดจ่อมาก



รูปที่ 2.8 JINS MEME OFFICE

2. JINS MEME ZEN

สามารถช่วยในการทำสมาธิ โดยจะช่วยให้สามารถที่จะทำสมาธิได้ ซึ่งแอปพลิเคชันนี้จะประเมินวัตถุประสงคว่าควรจะทำสมาธิอย่างไร และสนับสนุนในการทำสมาธิอย่างไรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งแอปพลิเคชันจะบอกเป็นเสียงให้ผู้ใส่ทำอะไรบ้าง ไปจนครบแบบทดสอบนั้นๆ หลังจากจบแบบทดสอบก็จะมีคะแนนบอกว่า มีการทำสมาธิ การหายใจ การผ่อนคลาย มากน้อยแค่ไหน



รูปที่ 2.9 JINS MEME ZEN

3. JINS MEME RUN

สามารถประเมินรูปแบบและเพิ่มประสิทธิภาพ โดยจะช่วยตรวจสอบและควบคุมการเดินและวิ่งแบบ Real time เพื่อส่งผลให้มีรูปแบบการเดินและวิ่งที่เหมาะสม เมื่อร่างกายไม่สมดุล จะปรับให้เหมาะสม ซึ่งสามารถวัดความเร็วและระยะทางการวิ่งได้ แต่แอปพลิเคชันนี้จะเน้นที่โปรแกรมการฝึกวิ่ง บอกระยะทาง เวลา ระยะหยุดพัก และพลังงานที่เผาผลาญ จะมีข้อมูลบอกตลอดระยะทาง



รูปที่ 2.10 JINS MEME RUN

4. JINS MEME TAIKAN

สามารถช่วยในการเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อด้านใน โดยเป็นการฝึกจะมีแบบการออกกำลังกายพร้อมคำแนะนำในการเคลื่อนไหวแบบเรียบง่าย ซึ่งแอปพลิเคชันจะมีท่าทางเป็นรูปภาพให้ผู้ใส่ทำตามจนครบทุกท่า เมื่อฝึกจบแล้วจะได้รับคะแนนและคำแนะนำในการฝึกร่างกายต่อไป



รูปที่ 2.11 JINS MEME TAIKAN

5. JINS MEME DRIVE

สามารถแจ้งเตือนเมื่อเกิดอาการง่วงนอนในขณะที่ขับรถ เพื่อให้ขับรถได้อย่างปลอดภัย โดยจะตรวจสอบจากการเคลื่อนไหวและการกระพริบตา ที่จะแสดงถึงความเหนื่อยล้าหรือง่วง เมื่อเกิดอาการง่วง แอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนขึ้นมาทันที



รูปที่ 2.12 JINS MEME DRIVE

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อการพัฒนาการเรียน E-Learning มีดังนี้

S. Kanoh et al. [15] นำเสนอการพัฒนาแว่นตาเพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา และร่างกาย เพื่อสังเกตสภาวะทางจิตใจและร่างกายของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน เช่น อาการง่วงนอน การอ่อนเพลีย หรือการมอมสมใจวัตถุ ซึ่งการเคลื่อนไหวของดวงตาและการกระพริบตาจะตรวจจับโดยใช้ขั้วไฟฟ้า EOG (electrooculogram) ดูการหมุนแนวตั้ง และแนวนอนของลูกตา และได้พัฒนาออกมาเป็นแว่นตา JINS MEME

K. Kunze et al. [16] ศึกษาการนับจำนวนคำการอ่าน โดยใช้ EOG ซึ่งประเมินจากผู้ทดลอง 6 คน ใน 4 อุปกรณ์ที่แตกต่างกัน คือ กระดาษ, แท็บเล็ตขนาด 8 นิ้ว, แท็บเล็ตขนาด 9 นิ้ว และ แล็บท็อป โดยใช้การเคลื่อนไหวของดวงตาเพียงอย่างเดียว โดยมีอัตราความผิดพลาดต่ำสุด 7%

วีรวรรณ จันทะทรัพย์และคณะ [17] ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการติดตามดวงตา โดยการติดตามดวงตาประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ การตรวจหาบริเวณดวงตา และการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของดวงตา จึงเลือกอัลกอริทึม 2 แบบในการเปรียบเทียบคือ มินชิฟ อัลกอริทึม เป็นกระบวนการพิจารณาข้อมูลจากฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการกระจายข้อมูล และลูคัสคานาเด เป็นอัลกอริทึมวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของการไหลของแสง เพื่อหาความถูกต้องใน

การติดตามดวงตา ผลการทดลองพบว่า อัลกอริทึมมีนชิปให้ประสิทธิภาพในการติดตามดวงตาส่งกว่า ถูกต้องร้อยละ 95.74 ส่วนอัลกอริทึมคู่ศกานาเคมีความถูกต้องร้อยละ 94.68 เท่านั้น

K. Kunze et al. [18] นำเสนอแว่นตาสมาร์ตเพื่อส่งเสริมการสร้างนิสัยที่ดีต่อสุขภาพ สำหรับคนทำงานโดยใช้แว่นตาเพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตาและการกระพริบตา รวมทั้งการ เคลื่อนไหวของศีรษะ ในการป้องกัน CVS (Computer Vision Syndrome) และ Text-Neck โดย หากจ้องนานเกิน 8 วินาที จอภาพจะเบลอจนกว่าผู้ใช้งานจะกระพริบตา หรือเมื่อก้มศีรษะมากกว่า 60 องศา นานกว่า 40 วินาทีจอภาพจะหมุนตามองศาของศีรษะ จนกว่าผู้ใช้จะกลับมานั่งในที่ เหมาะสม

สิรินธร วัชรพีชผล [19] นำเสนอการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยเทคนิคการเรียนรู้ มีกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 คน ซึ่ง บทเรียนแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ บทเรียนสำหรับผู้เรียนระดับเก่ง ระดับปานกลาง และ ระดับ อ่อน โดยจะให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อแบ่งผู้เรียนเป็น 3 ระดับ เรียนบทเรียนในระดับที่ปรับเหมาะ ได้ หลังจากนั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนามีค่าเท่ากับ 80.42/81.11 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ดังนั้น บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น ยังไม่มีงานวิจัยขึ้นไหนทำการศึกษาด้านการวิเคราะห์การ เคลื่อนไหวของดวงตา ที่ส่งผลถึงอารมณ์ของผู้เรียนขณะเรียนรู้อบบการเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) ควบคู่กับแว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME และ ประกอบกับ Application ที่ได้ศึกษา จะ เกี่ยวข้องในด้านการใช้ชีวิตประจำวัน, การทำสมาธิ, การออกกำลังกาย และ ด้านสุขภาพ จึงทำให้ผู้ ศึกษาได้ทำการศึกษาและวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการ ตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อพัฒนาการเรียน E-Learning โดยการใช้อุปกรณ์แว่นตา อัจฉริยะ JINS MEME

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นความรู้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำความรู้ที่ได้รับมาดำเนินการในการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อการพัฒนารูปแบบ E-Learning ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาในครั้งนี้มีขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ภาพรวมของการออกแบบบทเรียน E-Learning

3.2 ภาพรวมของระบบการเรียน E-Learning

3.3 รายละเอียดการดำเนินงาน

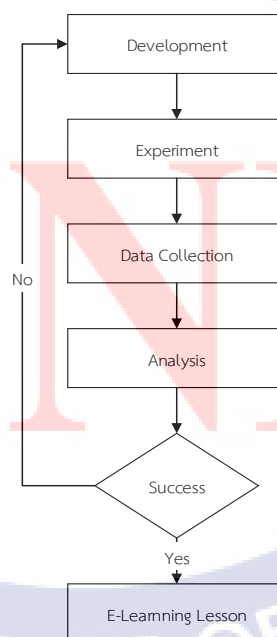
3.3.1 การสร้างบทเรียน E-Learning

3.3.2 การเก็บข้อมูล

3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ภาพรวมของการออกแบบบทเรียน E-Learning

ในการออกแบบบทเรียน E-Learning เพื่อให้บทเรียนสามารถนำไปเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การออกแบบบทเรียน E-Learning

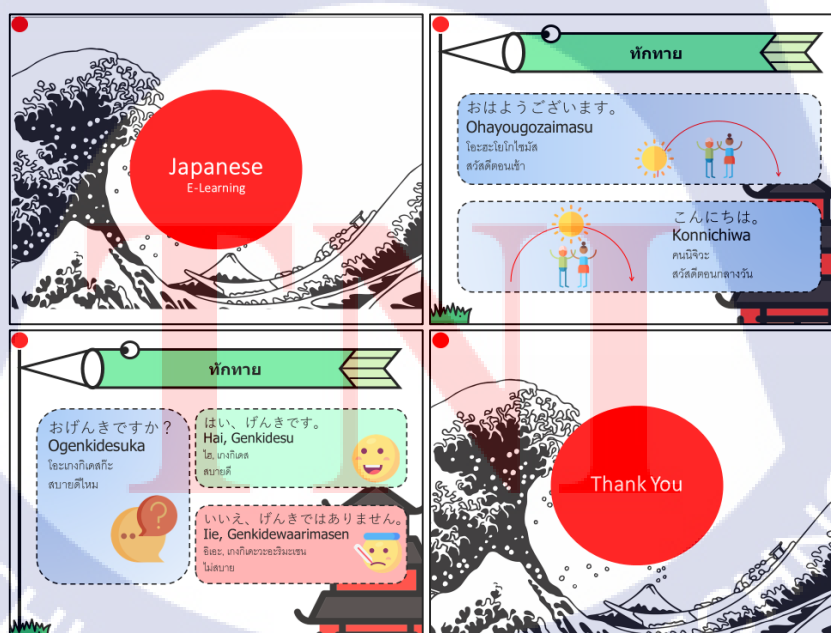
การออกแบบบทเรียน E-Learning จะเริ่มจากขั้นตอนดังนี้

- Development เป็นการเริ่มพัฒนาหรือออกแบบเนื้อหาและลักษณะของบทเรียน
- Experiment เป็นการทดลองนำบทเรียนที่พัฒนาใช้กับผู้เรียน
- Data Collection เป็นการเก็บข้อมูลของผู้เรียนขณะเรียนบทเรียน
- Analysis เป็นการนำข้อมูลที่เก็บจากผู้เรียนในขณะเรียนมาวิเคราะห์ หากไม่สามารถใช้งานได้ จะต้องนำบทเรียนไปปรับแก้ หรือออกแบบใหม่อีกครั้ง
- E-Learning Lesson เป็นบทเรียนที่สมบูรณ์และสามารถใช้งานได้จริง

โดยในขั้นตอนการออกแบบบทเรียนนั้น ผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบบทเรียนทั้งหมด 3 รอบ ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

3.1.1 การออกแบบบทเรียนรอบที่ 1

ผู้ศึกษาได้เลือกบทเรียนเป็นวิชาภาษาญี่ปุ่นเบื้องต้น เรื่องคำทักทายใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเนื้อหาจะเน้นด้านการอ่านและรูปภาพ โดยบทเรียน มีจำนวน 13 หน้า ไม่รวมหน้าปกและหน้าปิดท้าย ดังรูปที่ 3.2

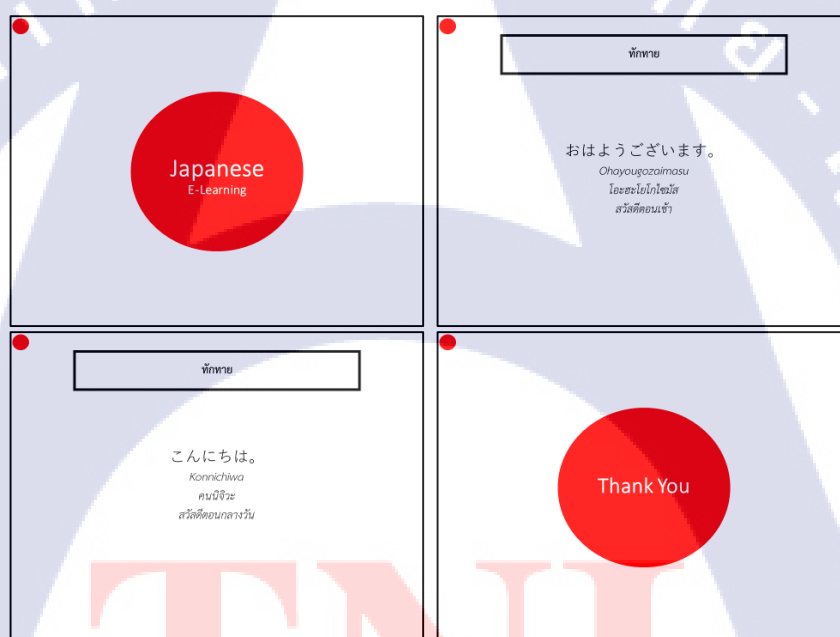


รูปที่ 3.2 ตัวอย่างบทเรียนรอบที่ 1

เมื่อออกแบบบทเรียนรอบที่ 1 และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญพบว่า บทเรียนมีความสวยงามและน่าสนใจมากเกินไป ทั้งรูปภาพ สี และการวางตำแหน่งของเนื้อหา อาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการมองสลับไปมา และเกิดความสับสนได้ ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงไม่นำบทเรียนนี้ ดำเนินการต่อในส่วนของการทดลองและเก็บข้อมูล และผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงบทเรียน

3.1.2 การออกแบบบทเรียนรอบที่ 2

จากการออกแบบบทเรียนรอบแรก ผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงบทเรียน แต่ยังคงเลือกบทเรียนเป็นวิชาภาษาญี่ปุ่นเบื้องต้น เรื่องคำทักทายในชีวิตประจำวัน แบบการออกแบบบทเรียนรอบที่ 1 ซึ่งเนื้อหาเน้นเฉพาะด้านการอ่าน จะไม่มีรูปภาพและสีสันแบบบทเรียนรอบที่ 1 โดยบทเรียนรอบที่ 2 มีจำนวน 33 หน้า ไม่รวมหน้าปกและหน้าปิดท้าย ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างบทเรียนรอบที่ 2

เมื่อปรับปรุง ออกแบบบทเรียนรอบที่ 2 และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญพบว่า บทเรียนมีความเหมาะสมและให้สามารถนำบทเรียนใช้เริ่มการทดลองและเก็บข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ได้ ผู้ศึกษาจึงนำบทเรียนรอบที่ 2 ทดลองและเก็บข้อมูล ดังนี้

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน โรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย กทม. ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 60 คน

กลุ่มตัวอย่าง

- นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย กทม. ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คน
- ไม่ใส่แว่น สายตาดี

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลอง วิชาภาษาอังกฤษเบื้องต้น เนื้อหาคำที่กทหายใช้ใน ชีวิตประจำวัน

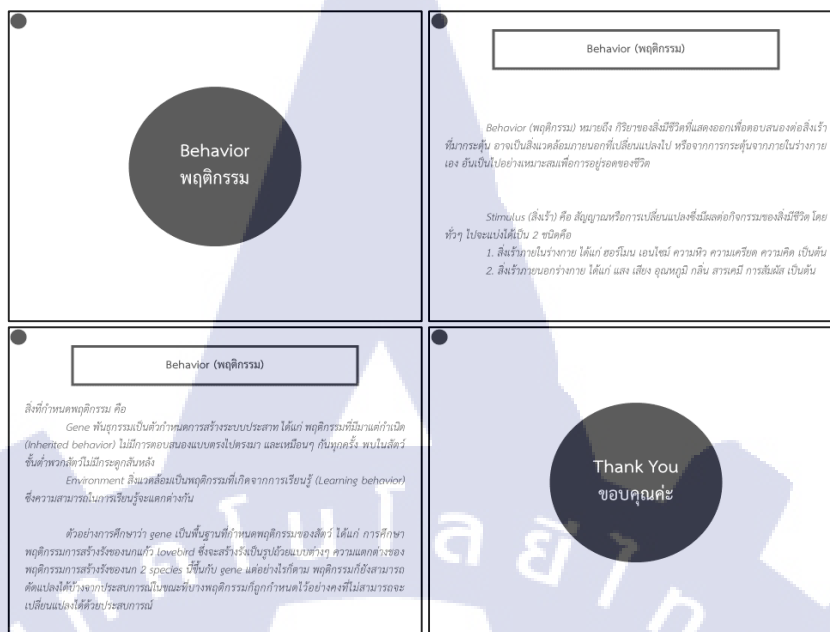
ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย กทม.

หลังจากผู้ศึกษาทดลองและเก็บข้อมูล พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดลองบทเรียนรอบที่ 2 เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อได้ เนื่องจากว่าผู้เรียนใช้ระยะเวลาในการเรียนค่อนข้างเร็วมาก เพราะบทเรียนเป็นคำศัพท์จึงทำให้ผู้เรียนใช้ระยะเวลาน้อย ดังนั้นบทเรียนรอบที่ 2 จึงไม่สามารถใช้เก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ต่อได้ ผู้ศึกษาจึงออกแบบบทเรียนและเปลี่ยนเนื้อหาใหม่

3.1.3 การออกแบบบทเรียนรอบที่ 3

ผู้ศึกษาได้เปลี่ยนเลือกบทเรียนเป็นวิชาชีววิทยา เรื่องพฤติกรรมของสัตว์ ซึ่งเนื้อหาจะเน้นด้านการอ่านมากขึ้น โดยบทเรียน มีจำนวน 10 หน้า ไม่รวมหน้าปกและหน้าปิดท้าย ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างบทเรียนรอบที่ 3

เมื่อออกแบบบทเรียนรอบที่ 3 และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญพบว่า บทเรียนมีความเหมาะสมมากขึ้น และให้สามารถนำบทเรียนไปใช้ในการทดลองและเก็บข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ได้ ผู้ศึกษาจึงนำบทเรียนรอบที่ 3 ทดลองและเก็บข้อมูล ดังนี้

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่าง

- นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 6 คน
- ไม่ใส่แว่น สายตาดี

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลอง วิชาชีววิทยา เนื้อหา พฤติกรรมของสัตว์

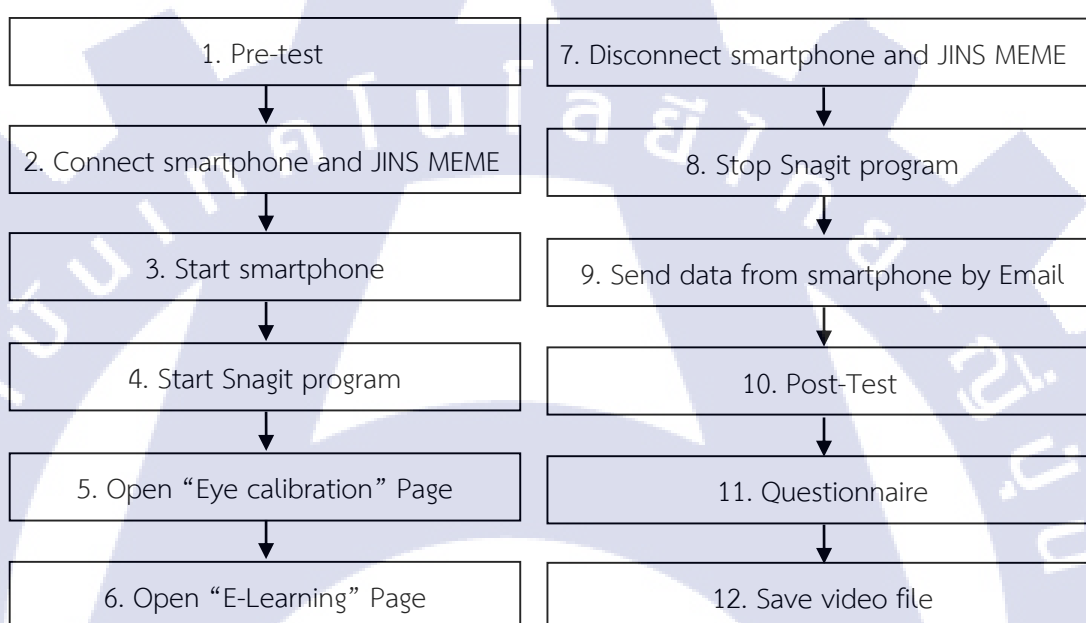
ขอบเขตด้านสถานที่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

หลังจากผู้ศึกษาทดลองและเก็บข้อมูล พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดลองบทเรียนรอบที่ 3 เป็นข้อมูลที่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อได้ โดยสามารถหาค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเรียนแต่ละหน้าของผู้เรียนจำนวน 6 คน ไม่รวมหน้าปกและหน้าปิดท้าย

3.2 ภาพรวมของระบบการเรียนรู้ E-Learning

ในการทำงานของระบบการเรียนรู้ E-Learning เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ ประกอบด้วย ลำดับขั้นตอน ทั้งหมด 12 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 3.5 การทำงานของระบบการเรียนรู้ E-Learning

เมื่อทำตามขั้นตอนการทำงานของระบบ E-Learning ตามลำดับจนครบทั้งหมด ผู้ศึกษาจะได้ข้อมูลจากแวนตา JINS MEME และไฟล์วิดีโอที่บันทึกภาพหน้าจอการเรียนของผู้เรียนในขณะที่เรียนบทเรียน E-Learning ของแต่ละคน จำนวน 14 คน สำหรับดำเนินการต่อไป

3.3 รายละเอียดการดำเนินงาน

3.3.1 การสร้างบทเรียน E-Learning

ผู้ศึกษาได้เลือกบทเรียนเป็นวิชาชีววิทยา เรื่องพฤติกรรมของสัตว์ (Animal Behavior) ซึ่งเนื้อหาจะเน้นด้านการอ่าน โดยการสร้างบทเรียน E-Learning จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ตอนได้แก่

- | | |
|------------------|---|
| 1. Pre-Post Test | แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน |
| 2. Calibrate | การตรวจวัดความแม่นยำในการมองของผู้เรียน |
| 3. Content | บทเรียน |
| 4. Questionnaire | แบบสอบถาม |

โดยแต่ละตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. Pre-Post Test แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบ โดยในแบบทดสอบจะแบ่งเป็น แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน ก่อนที่จะเข้าสู่บทเรียน เพื่อวัดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องพฤติกรรมของสัตว์ และหลังจากที่เรียนจบบทเรียนทั้งหมดแล้ว ผู้เรียนก็ต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินและวัดผลการเรียนรู้ที่ได้รับ

แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) มีจำนวน 10 ข้อ มีทั้งหมด 5 ตัวเลือก ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะมี 1 ตัวเลือก คือตัวเลือกที่ 5 ผู้เรียนสามารถเลือกได้ว่า “ไม่ทราบคำตอบ” แสดงให้เห็นว่าผู้เรียน ไม่ทราบคำตอบในข้อนั้นๆ มาก่อน ตามตารางที่ 3.1

แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) มีจำนวน 10 ข้อ ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งคำถามแบบทดสอบหลังเรียน เป็นคำถามชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน โดยมีความแตกต่างเฉพาะตัวเลือกที่ 5 “ไม่ทราบคำตอบ” ซึ่งในแบบทดสอบหลังเรียนจะไม่มีตัวเลือกที่ 5 ให้ผู้เรียนเลือกตอบ ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 แสดงคำถามแบบทดสอบก่อนเรียน

คำถาม		คำตอบ
1.ประเภทของพฤติกรรมออกเป็นกี่แบบ อะไรบ้าง	ก.	2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีการฝึกฝน และ 2.พฤติกรรมการเรียนรู้
	ข.	3 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด , 2. พฤติกรรมที่มีฝึกฝน และ 3. พฤติกรรมการเรียนรู้
	ค.	2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด และ 2.พฤติกรรมการเรียนรู้
	ง.	3 แบบ คือ 1. รีเฟล็กซ์ , 2. รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง และ 3. การฝังใจ
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ
2.พฤติกรรมของสัตว์เป็นผลจากการทำงานร่วมกันระหว่างอะไร	ก.	ฮอริโมน และ สภาพแวดล้อม
	ข.	พันธุกรรม และ ฮอริโมน
	ค.	พันธุกรรม และ สภาพแวดล้อม
	ง.	พันธุกรรม สภาพแวดล้อม ฮอริโมน
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ

ตารางที่ 3.1 แสดงคำถามแบบทดสอบก่อนเรียน (ต่อ)

คำถาม		คำตอบ
3.หน่วยใดมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดพฤติกรรม	ก.	หน่วยรับความรู้สึก
	ข.	หน่วยตอบสนอง
	ค.	ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง
	ง.	ไม่ใช่ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ
4.กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์เกิดขึ้นได้อย่างไร	ก.	สิ่งเร้า > ระบบประสาทส่วนกลาง > หน่วยรับความรู้สึก > หน่วยปฏิบัติงาน > พฤติกรรม
	ข.	สิ่งเร้า > หน่วยรับความรู้สึก > ระบบประสาทส่วนกลาง > หน่วยปฏิบัติงาน > พฤติกรรม
	ค.	สิ่งเร้า > หน่วยปฏิบัติงาน > หน่วยรับความรู้สึก > ระบบประสาทส่วนกลาง > พฤติกรรม
	ง.	สิ่งเร้า > หน่วยปฏิบัติงาน > ระบบประสาทส่วนกลาง > หน่วยรับความรู้สึก > พฤติกรรม
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ
5.ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด	ก.	นกตัวเมียฟักไข่
	ข.	นกตัวผู้สร้างรัง
	ค.	นกเกี่ยวพาราสี
	ง.	นกเดินตามแม่
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ
6.การเคลื่อนที่เข้าหาแสงของแมลงเม่า เป็นพฤติกรรมแบบใด	ก.	พฤติกรรมแบบ Kinesis (ไคเนซิส)
	ข.	พฤติกรรมแบบ Taxis (แทกซิส)
	ค.	พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์)
	ง.	พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง)
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ
7.การดูดน้ำนมของเด็กอ่อน สิ่งเร้าคือ อะไร	ก.	แม่
	ข.	น้ำนม
	ค.	ความหิว
	ง.	ไม่มี
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ
8.จากข้อ 7. เป็นพฤติกรรมแบบใด	ก.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ)
	ข.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แสบปิซูเอชัน)
	ค.	พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์)
	ง.	พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง)
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ

ตารางที่ 3.1 แสดงคำถามแบบทดสอบก่อนเรียน (ต่อ)

คำถาม		คำตอบ
9.ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมแบบรีเฟล็กซ์	ก.	การเคลื่อนที่ของหนอนแมลงวันทีหนีแสง
	ข.	เมื่อมีสิ่งของเข้ามาใกล้ตา ตาก็จะกระพริบ
	ค.	เดินเหยียบหนาม หรือของมีคม ยกเท้าหนีทันที
	ง.	การไอ การจาม เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในทางเดินหายใจ
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ
10.พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการฝึกสัตว์ให้แสดงท่าทางต่างๆ จัดเป็นพฤติกรรมแบบใด	ก.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แฮบิซูเอชัน)
	ข.	พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Conditioning (มีเงื่อนไข)
	ค.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ)
	ง.	พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Trial and Error (ลองผิดลองถูก)
	จ.	ไม่ทราบคำตอบ

ตารางที่ 3.2 แสดงคำถามแบบทดสอบหลังเรียน

คำถาม		คำตอบ
1.ประเภทของพฤติกรรมออกเป็นกี่แบบ อะไรบ้าง	ก.	2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีการฝึกฝน และ 2.พฤติกรรมการเรียนรู้
	ข.	3 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด , 2. พฤติกรรมที่มีฝึกฝน และ 3. พฤติกรรมการเรียนรู้
	ค.	2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด และ 2.พฤติกรรมการเรียนรู้
	ง.	3 แบบ คือ 1. รีเฟล็กซ์ , 2. รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง และ 3. การฝังใจ
2.พฤติกรรมของสัตว์เป็นผลจากการทำงานร่วมกันระหว่างอะไร	ก.	ฮอริโมน และ สภาพแวดล้อม
	ข.	พันธุกรรม และ ฮอริโมน
	ค.	พันธุกรรม และ สภาพแวดล้อม
	ง.	พันธุกรรม สภาพแวดล้อม ฮอริโมน
3.หน่วยใดมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดพฤติกรรม	ก.	หน่วยรับความรู้สึก
	ข.	หน่วยตอบสนอง
	ค.	ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง
	ง.	ไม่ใช่ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง
4.กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์เกิดขึ้นได้อย่างไร	ก.	สิ่งเร้า > ระบบประสาทส่วนกลาง > หน่วยรับความรู้สึก > หน่วยปฏิบัติงาน > พฤติกรรม
	ข.	สิ่งเร้า > หน่วยรับความรู้สึก > ระบบประสาทส่วนกลาง > หน่วยปฏิบัติงาน > พฤติกรรม
	ค.	สิ่งเร้า > หน่วยปฏิบัติงาน > หน่วยรับความรู้สึก > ระบบประสาทส่วนกลาง > พฤติกรรม
	ง.	สิ่งเร้า > หน่วยปฏิบัติงาน > ระบบประสาทส่วนกลาง > หน่วยรับความรู้สึก > พฤติกรรม

ตารางที่ 3.2 แสดงคำถามแบบทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

คำถาม		คำตอบ
5.ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด	ก.	นกตัวเมียฟักไข่
	ข.	นกตัวผู้สร้างรัง
	ค.	นกเกี่ยวพาราสี
	ง.	นกเดินตามแม่
6.การเคลื่อนที่เข้าหาแสงของแมลงเม่า เป็นพฤติกรรมแบบใด	ก.	พฤติกรรมแบบ Kinesis (ไคเนซิส)
	ข.	พฤติกรรมแบบ Taxis (แทกซิส)
	ค.	พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์)
	ง.	พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง)
7.การดูดน้ำนมของเด็กอ่อน สิ่งเร้าคือ อะไร	ก.	แม่
	ข.	น้ำนม
	ค.	ความหิว
	ง.	ไม่มี
8.จากข้อ 7. เป็นพฤติกรรมแบบใด	ก.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ)
	ข.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แสบปิซูเอชั่น)
	ค.	พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์)
	ง.	พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง)
9.ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมแบบรีเฟล็กซ์	ก.	การเคลื่อนที่ของหนอนแมลงวันที่หนีแสง
	ข.	เมื่อมีสิ่งของเข้ามาใกล้ตา ตาก็จะกระพริบ
	ค.	เดินเหยียบหนาม หรือของมีคม ยกเท้าหนีทันที
	ง.	การไอ การจาม เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในทางเดินหายใจ
10.พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการฝึกสัตว์ให้แสดงท่าทางต่างๆ จัดเป็นพฤติกรรมแบบใด	ก.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แสบปิซูเอชั่น)
	ข.	พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Conditioning (มีเงื่อนไข)
	ค.	พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ)
	ง.	พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Trial and Error (ลองผิดลองถูก)

2. Calibrate การตรวจวัดความแม่นยำในการมองของผู้เรียน

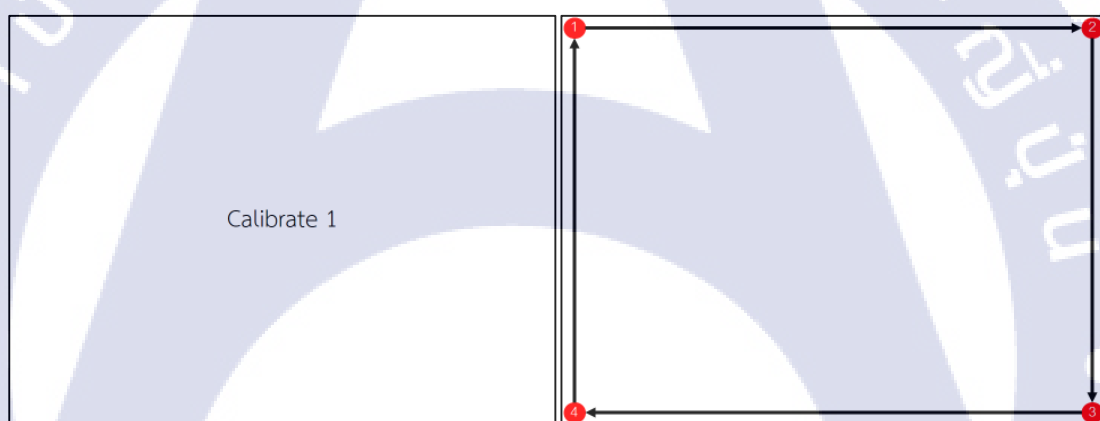
ได้เตรียมการ Calibrate จำนวน 4 หน้า โดยผู้เรียนจะเริ่ม Calibrate ก่อนเข้าบทเรียน ให้ผู้เรียนมองตามจุดที่กำหนดให้จนครบ เพื่อวัดความแม่นยำในการมองของผู้เรียน โดยเริ่มจาก Calibrate1 Calibrate2 Calibrate3 Calibrate4 ทีละหน้า จนครบตามลำดับ ทั้งนี้การ Calibrate จะวัดความแม่นยำของการมองที่แตกต่างกันในแต่ละหน้า รายละเอียด ดังนี้

Calibrate 1 จะมีการแสดงจุดพร้อมตัวเลข เช่น 1 จำนวน 4 จุด โดยให้ผู้เรียนทำการมองจุด จาก 1 ไปตามลูกศรที่ชี้ไปทางขวามือ ครบทั้ง 4 จุด โดยแต่ละจุดจะให้ผู้เรียนมองเป็นเวลา 2 วินาที ดังภาพที่ 3.6

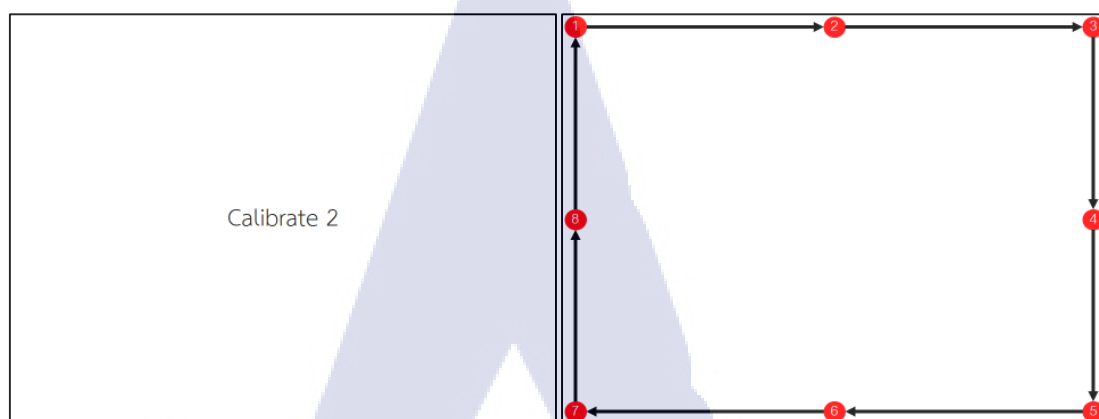
Calibrate 2 จะมีการแสดงจุดพร้อมตัวเลข เช่น 1 จำนวน 8 จุด โดยให้ผู้เรียนทำการมองจุด จาก 1 ไปตามลูกศรที่ชี้ไปทางขวามือ ครบทั้ง 8 จุด โดยแต่ละจุดจะให้ผู้เรียนมองเป็นเวลา 2 วินาที ดังภาพที่ 3.7

Calibrate 3 จะมีการแสดงจุดพร้อมตัวเลข เช่น 1 จำนวน 4 จุด โดยให้ผู้เรียนทำการมองจุด จาก 1 ไปตามลูกศรที่ชี้ไปทางซ้ายมือ ครบทั้ง 4 จุด โดยแต่ละจุดจะให้ผู้เรียนมองเป็นเวลา 2 วินาที ดังภาพที่ 3.8

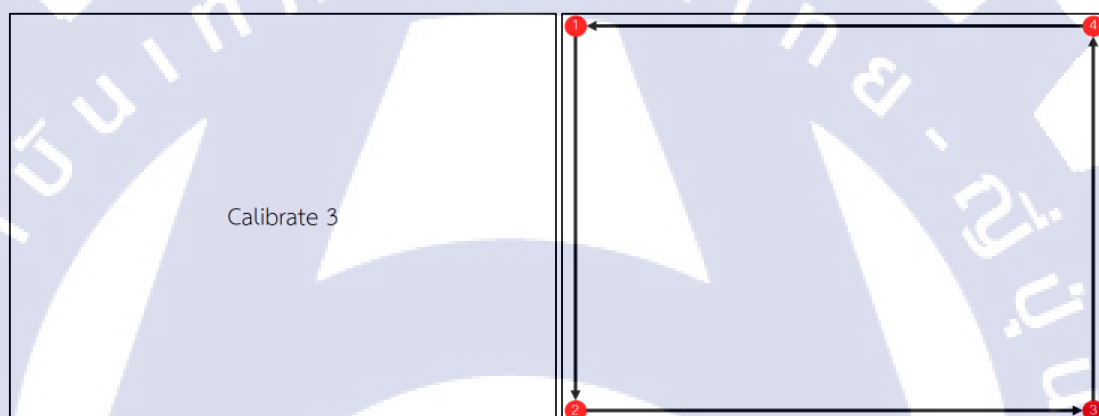
Calibrate 4 จะมีการแสดงจุดพร้อมตัวเลข เช่น 1 จำนวน 8 จุด โดยให้ผู้เรียนทำการมองจุด จาก 1 ไปตามลูกศรที่ชี้ไปทางซ้ายมือ ครบทั้ง 8 จุด โดยแต่ละจุดจะให้ผู้เรียนมองเป็นเวลา 2 วินาที ดังภาพที่ 3.9



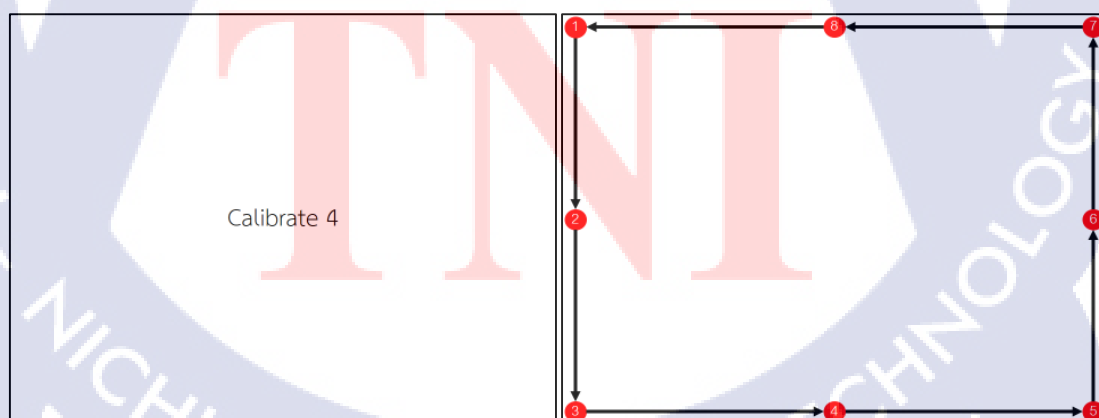
รูปที่ 3.6 การ Calibrate ครั้งที่ 1



รูปที่ 3.7 การ Calibrate ครั้งที่ 2



รูปที่ 3.8 การ Calibrate ครั้งที่ 3



รูปที่ 3.9 การ Calibrate ครั้งที่ 4

3. Content บทเรียน

บทเรียน มีจำนวน 10 หน้า ไม่รวมหน้าปกและหน้าปิดท้าย ซึ่งแต่ละหน้าเป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง พฤติกรรมของสัตว์ ในบทเรียนจะมีเนื้อหาเน้นในด้านการอ่าน โดยแบ่งเนื้อหาในแต่ละหน้า ดังต่อไปนี้

- หน้าอธิบายก่อนเข้าสู่บทเรียน ดังรูปที่ 3.10
- หน้าปก ดังรูปที่ 3.11
- บทเรียนหน้า 1-5 แสดงรายละเอียด พฤติกรรม ดังรูปที่ 3.12 - 3.16
- บทเรียนหน้า 6-7 แสดงรายละเอียด พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด ดังรูปที่ 3.17 - 3.18
- บทเรียนหน้า 8-10 แสดงรายละเอียด พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ ดังรูปที่ 3.19 - 3.21
- หน้าปิดท้าย ดังรูปที่ 3.22

ผู้เรียนจะทำการมอง จุด มุมซ้ายมือของแต่ละหน้าทุกครั้ง เพื่อเป็นการให้ดวงตาของผู้เรียนอยู่ที่จุดเริ่มต้นนี้ทุกครั้ง โดยผู้ศึกษาจะนำค่าเริ่มต้นนี้ ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

ระยะเวลาในการเรียนบทเรียนแต่ละหน้า ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองหาเวลาที่เหมาะสมกับการเรียนแต่ละหน้า โดยเก็บข้อมูลดังนี้

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่าง

- นักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 6 คน

- ไม่ใส่แว่น สายตาดี

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลอง วิชาชีววิทยา เนื้อหา พฤติกรรมของสัตว์

ขอบเขตด้านสถานที่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

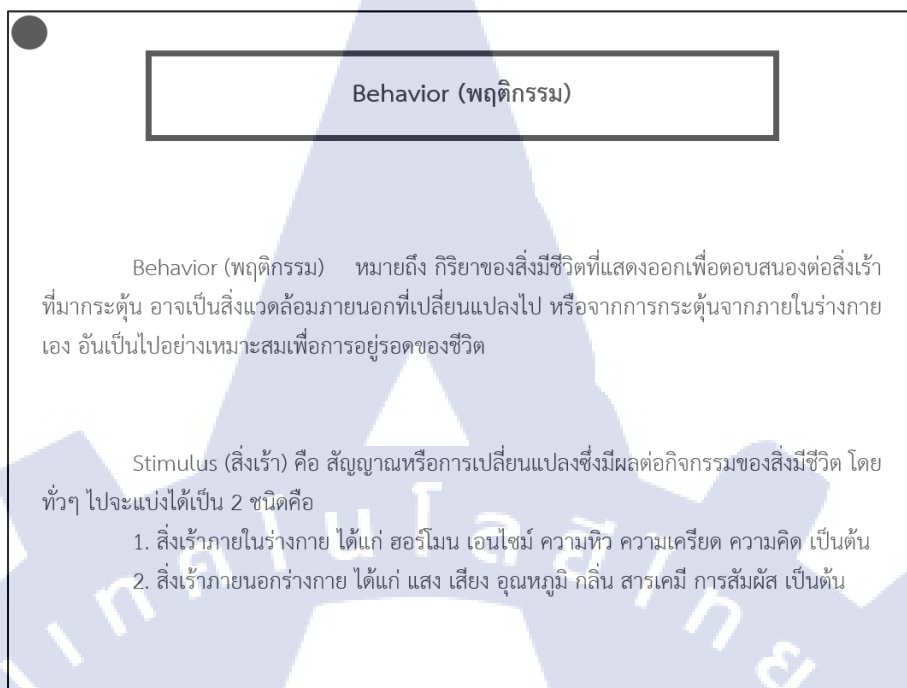
หลังจากทำการทดลอง ได้ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเรียนแต่ละหน้าคือ 1.30 นาที หรือ 90 วินาที ต่อหน้า โดยตารางการทดลองจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 4



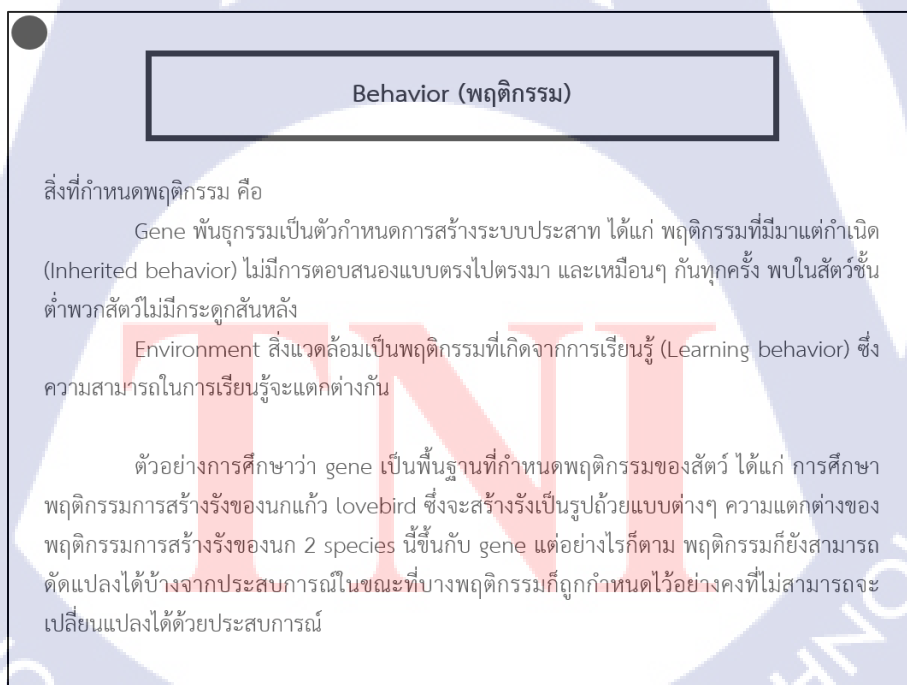
รูปที่ 3.10 หน้าอธิบายก่อนเข้าสู่บทเรียน



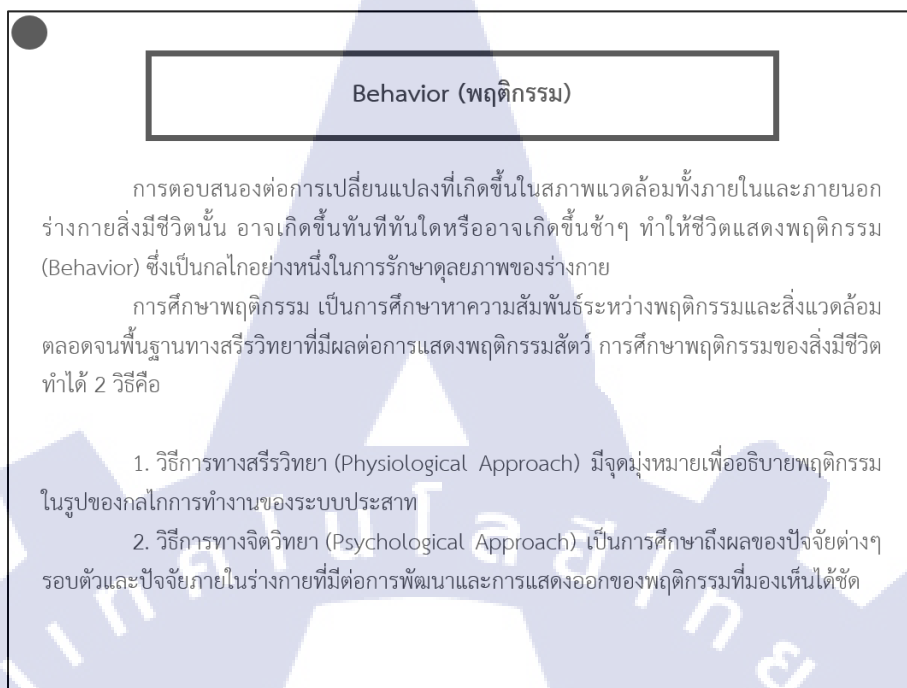
รูปที่ 3.11 หน้าปก



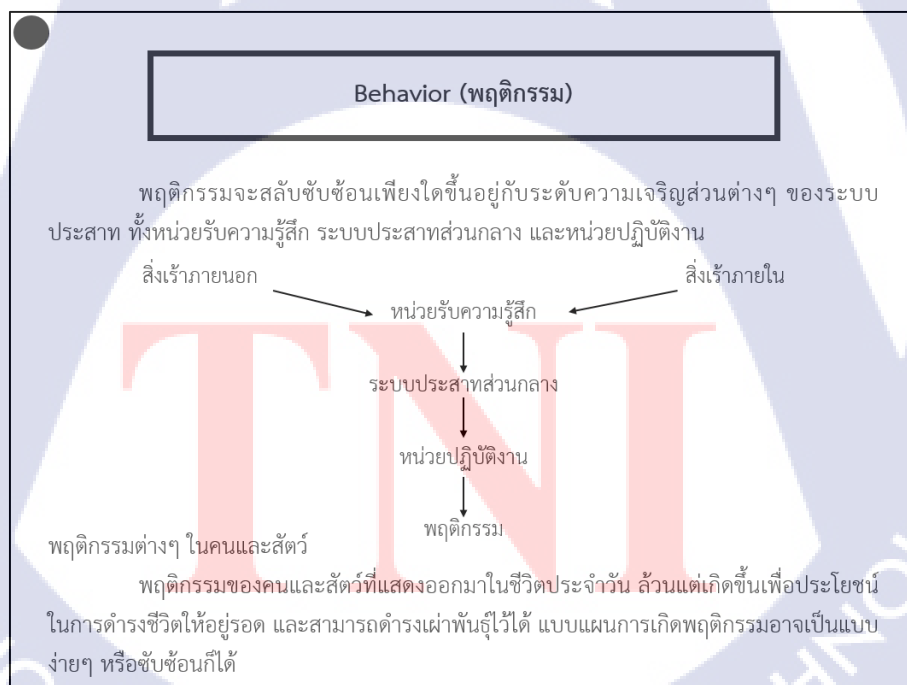
รูปที่ 3.12 บทเรียนหน้าที่ 1



รูปที่ 3.13 บทเรียนหน้าที่ 2



รูปที่ 3.14 บทเรียนหน้าที่ 3



รูปที่ 3.15 บทเรียนหน้าที่ 4

Behavior (พฤติกรรม)

พฤติกรรมของคนและสัตว์สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate Behavior) เป็นพฤติกรรมแบบง่ายๆ ในการตอบสนองสิ่งเร้าโดยไม่ต้องผ่านการเรียนรู้หรือประสบการณ์มาก่อน มีแบบแผนที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด ดังนั้น สมาชิกของสัตว์ชนิดเดียวกันจะมีพฤติกรรมการแสดงออกมาที่เหมือนกัน

2. พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learning Behavior) เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์หรือการเรียนรู้ของสัตว์ พฤติกรรมแบบนี้ส่วนใหญ่พบในสัตว์ชั้นสูงที่มีระบบประสาทเจริญดี แต่ในสัตว์ชั้นต่ำบางชนิดก็สามารถแสดงพฤติกรรมประเภทนี้ได้

รูปที่ 3.16 บทเรียนหน้าที่ 5

1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate Behavior)

แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ได้ 4 แบบ ดังนี้

1.1 พฤติกรรมแบบ Kinesis (ไคเนซิส) เป็นพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการเคลื่อนที่ทั้งตัวแบบมีทิศทางไม่แน่นอน คือ มีทิศทางที่ไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า พฤติกรรมแบบนี้มักพบในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำ ซึ่งมีหน่วยรับความรู้สึกที่มีประสิทธิภาพไม่ดีพอ เช่น

- การเคลื่อนที่ออกจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงของพารามีเซียม
- การเคลื่อนที่ของตัวกุ้งเต้นเมื่ออยู่ในความชื้นที่แตกต่างกัน

1.2 พฤติกรรมแบบ Taxis (แทกซิส) เป็นพฤติกรรมการเคลื่อนที่เข้าหาหรือหนีออกจากสิ่งเร้าอย่างมีทิศทางที่แน่นอน พฤติกรรมแบบนี้มักพบในสิ่งมีชีวิตที่มีหน่วยรับความรู้สึกที่มีประสิทธิภาพดีพอที่จะสามารถรับรู้และเปรียบเทียบสิ่งเร้าได้ เช่น

- การเคลื่อนที่เข้าหาแสงของแมลงเม่า
- การเคลื่อนที่ของคางคกเข้าหาแหล่งอาหารตามเสียงสะท้อน
- การเคลื่อนที่ของหนอนแมลงวันที่หนีแสง

รูปที่ 3.17 บทเรียนหน้าที่ 6

1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate Behavior)

1.3 พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์) เป็นพฤติกรรมที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นอย่างรวดเร็วทันทีทันใด พฤติกรรมแบบนี้มีความสำคัญ เพราะช่วยให้สิ่งมีชีวิตรอดพ้นจากอันตราย เช่น

- การกระพริบตาเมื่อผงเข้าตา
- การยกเท้าหนีทันทีเมื่อเหยียบหนาม ของแหลม หรือของร้อน
- การไอ การจาม เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในทางเดินหายใจ

1.4 พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง) เป็นพฤติกรรมที่ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ หลายพฤติกรรมที่เป็นแบบรีเฟล็กซ์ ซึ่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกัน แต่เดิมใช้คำว่าสัญชาตญาณ แต่ในปัจจุบันคำนี้ใช้กันน้อยมากในทางพฤติกรรมเพราะมีความหมายกว้างเกินไป ซึ่งอาจหมายถึงพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดทุกๆ แบบด้วย เช่น

- การสร้างรังของนก แมลง และการชักโยของแมงมุม
- การเกี่ยวพาราสีของสัตว์ต่าง
- การฟักไข่ การเลี้ยงลูกอ่อน การจำศีล การอพยพย้ายถิ่นของสัตว์

รูปที่ 3.18 บทเรียนหน้าที่ 7

2. พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learning Behavior)

แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ได้ 5 แบบ ดังนี้

2.1 พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แฮบบิซูเอชัน) เป็นพฤติกรรมที่สัตว์หยุดตอบสนองต่อสิ่งเร้าเดิม แม้จะยังได้รับการกระตุ้นอยู่ เนื่องจากสัตว์เรียนรู้แล้วว่าสิ่งเร้านั้นไม่มีผลต่อการดำเนินชีวิตของตัวเอง เช่น

- การที่นกกลดอัตราการบินหนีหุ่นไล่กา หรือหยุดบินหนีเมื่อรถแล่นผ่านรังที่อยู่ริมถนน
- การเลิกแหงนมองตามเสียงเครื่องบินของสุนัขที่อาศัยอยู่แถวสนามบิน

2.2 พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Conditioning (มีเงื่อนไข) เป็นพฤติกรรมการตอบสนองสิ่งเร้าที่ไม่แท้จริง เช่น

- การทดลอง สุนัขหลั่งน้ำลายเมื่อได้ยินเสียงกระดิ่ง

ก่อนเรียนรู้	----> อาหาร	----> สุนัขหลั่งน้ำลาย
ระหว่างเรียนรู้	----> อาหาร+เสียงกระดิ่ง	----> สุนัขหลั่งน้ำลาย
หลังเรียนรู้	----> เสียงกระดิ่ง	----> สุนัขหลั่งน้ำลาย

- การฝึกสัตว์แสดงละครสัตว์ การฝึกสัตว์ไว้ใช้งาน

รูปที่ 3.19 บทเรียนหน้าที่ 8

2. พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learning Behavior)

2.3 พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ) เป็นพฤติกรรมที่ตอบสนองสิ่งเร้าในช่วงแรกของชีวิตด้วยการจดจำสิ่งเร้าต่างๆ ได้ เช่น

- การเดินตามแม่ของลูกห่านที่ฟักออกจากไข่
- การที่ปลาแซลมอนฝังใจต่อกลิ่นเมื่อออกจากไข่ เมื่อเติบโตถึงช่วงวางไข่ก็จะว่ายทวนน้ำกลับไปวางไข่ที่เคยฟักออกจากไข่

2.4 พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Trial and Error (ลองผิดลองถูก) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกโดยการให้สัตว์ทดลองก่อน โดยไม่รู้ผลว่าดีหรือไม่ ผลของการตอบสนองจะทำให้สัตว์เกิดการเรียนรู้ที่เลือกตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นผลดีหรือพอใจเท่านั้น เช่น

- การเดินทางวนหาอาหารของหนู จะใช้ระยะเวลาสั้นลงหลังจากที่ได้ทดลองเดินมาก่อน
- เด็กเอามือจับยาแก้น้ำร้อน เมื่อเกิดการเรียนรู้จะไม่ทำอีก

รูปที่ 3.20 บทเรียนหน้าที่ 9

2. พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learning Behavior)

2.5 พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Reasoning (ใช้เหตุผล) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกโดยใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยไม่ต้องทดลองทำ ซึ่งเป็นการใช้ประสบการณ์หลายอย่างในอดีตมาช่วยในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ในครั้งแรก เช่น

- การทดลองการแก้ปัญหาของลิงชิมแปนซี ในการหยิบของที่อยู่ที่สูง โดยนำลังไม้มาซ้อนกันจนสูงพอที่จะหยิบสิ่งของ
- การใช้เหตุผลของคนในการแก้ปัญหาต่างๆ

รูปที่ 3.21 บทเรียนหน้าที่ 10



รูปที่ 3.22 หน้าปิดท้าย

4. Questionnaire แบบสอบถาม

แบบสอบถาม มีทั้งหมด 3 ข้อ ตามตารางที่ 3.3 โดยสอบถามความรู้สึกในการเรียนบทเรียนของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะตอบด้วยการให้คะแนนตามความพึงพอใจ ตามหลัก Likert's Scale Rating 5 [20] ดังนี้

พอใจมากที่สุด	คะแนน 5
พอใจ	คะแนน 4
ปานกลาง	คะแนน 3
ไม่พอใจ	คะแนน 2
ไม่พอใจมากที่สุด	คะแนน 1

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลแบบสอบถาม

ข้อ	คำถาม
1	ในขณะที่เรียน ผู้เรียนมีความรู้สึกสนใจบทเรียน
2	ในขณะที่เรียน ผู้เรียนมีความรู้สึกเบื่อ
3	ในขณะที่เรียน ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนอย่างเนื่อง

3.3.2 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลจากแว่นตา JINS MEME ของผู้เรียนในขณะที่เรียนบทเรียน โดยผู้เรียนจะต้องสวมใส่แว่นตา JINS MEME ตลอดเวลาในขณะที่เรียนพร้อมทั้งบันทึกวิดีโอหน้าจอ ข้อมูลที่ได้จากแว่นตาจะมีข้อมูลที่ต่อเนื่องกันเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 3.23 เมื่อผู้เรียนจบบทเรียน ผู้ศึกษาจะทำการดึงไฟล์ข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่ได้จากแว่นตา ผ่านแอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลทาง Email ซึ่งจะได้ข้อมูลดิบออกมาสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

id	date	eyeMoveUp	eyeMoveDown	eyeMoveLeft	eyeMoveRight	...
1,2563	02/17 8:39:35.045 AM	0,0,0,0,0,0,0,3.450000	2.120000	...		
2,2563	02/17 8:39:35.084 AM	0,0,0,0,0,0,0,3.470000	1.980000	...		
3,2563	02/17 8:39:35.124 AM	0,0,0,0,0,0,0,3.800000	0.440000	...		
4,2563	02/17 8:39:35.204 AM	0,0,0,0,0,0,0,4.500000	-1.810000	...		
5,2563	02/17 8:39:35.244 AM	0,0,0,0,0,0,0,5.270000	-3.730000	...		
6,2563	02/17 8:39:35.284 AM	0,0,0,0,0,0,0,5.830000	-4.530000	...		
7,2563	02/17 8:39:35.324 AM	0,0,0,0,0,0,0,6.060000	-4.030000	...		
8,2563	02/17 8:39:35.404 AM	0,0,0,0,0,0,0,5.970000	-3.220000	...		
9,2563	02/17 8:39:35.444 AM	0,0,0,0,0,0,0,5.740000	-1.940000	...		
10,2563	02/17 8:39:35.484 AM	0,0,0,0,0,0,0,5.490000	-0.680000	...		
11,2563	02/17 8:39:35.524 AM	0,0,0,0,0,0,0,5.380000	-0.210000	...		
12,2563	02/17 8:39:35.604 AM	0,3,3,0,0,0,0,5.450000	0.020000	...		
13,2563	02/17 8:39:35.644 AM	0,0,0,0,0,0,0,5.590000	-0.030000	...		

รูปที่ 3.23 ตัวอย่างข้อมูลดิบจากแว่นตา

3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้จากแว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME ข้อมูลตัวชี้วัดต่างๆ จาก Sensor จำนวน 3 Sensors ดังที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 โดยจะสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา และแสดงตัวชี้วัด ต่อไปนี้

1. Eye movement แสดงการเคลื่อนไหวของดวงตา มีทั้งหมด 4 ตัวชี้วัด ดังนี้

1.1 Eye Move Up แสดงการเคลื่อนไหวดวงตามองขึ้นข้างบน

1.2 Eye Move Down แสดงการเคลื่อนไหวดวงตามองลงข้างล่าง

1.3 Eye Move Left แสดงการเคลื่อนไหวดวงตามองไปทางซ้าย

1.4 Eye Move Right แสดงการเคลื่อนไหวดวงตามองไปทางขวา

2. Blink แสดงการกระพริบของดวงตา มีทั้งหมด 2 ตัวชี้วัด ดังนี้

2.1 Blink Strength ความแรงของการกระพริบดวงตา

2.2 Blink Speed ความเร็วของการกระพริบดวงตา

เมื่อดำเนินการผ่านขั้นตอนทั้งหมด รวมถึงการออกแบบบทเรียนทั้ง 3 รอบ ผู้ศึกษาเลือก
บทเรียนรอบที่ 3 จากการออกแบบ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เรียนทั้งหมด 14
คน โดยบทถัดไปแสดงผลการทดลอง

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อการพัฒนาการเรียน E-Learning ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากการตัดแบ่งไฟล์วิดีโอการเรียนผ่าน E-Learning ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากแว่นตา JINS MEME โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เรียนทั้งหมด 14 คน ทำให้ผู้ศึกษาเล็งเห็นว่าจะต้องหาความสัมพันธ์กันของข้อมูลในแต่ละส่วนซึ่งจะแบ่งการวิเคราะห์ส่วนต่างๆ โดยในบทนี้จะแสดงให้เห็นการวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ของข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการออกแบบบทเรียน E-Learning

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

4.3 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม

4.4 ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา

4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน บทเรียน และแบบสอบถาม ร่วมกับตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา

4.1 ผลการออกแบบบทเรียน E-Learning

4.1.1 ผลการออกแบบบทเรียนรอบที่ 1

บทเรียนนี้มีความสวยงามและน่าสนใจมากเกินไป ทั้งรูปภาพ สี และการวางตำแหน่งของเนื้อหา ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการมองสลับไปมา และเกิดความสับสน ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงไม่นำบทเรียนนี้ดำเนินการต่อในส่วนของการทดลองและเก็บข้อมูล และผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงบทเรียน

4.1.2 ผลการออกแบบบทเรียนรอบที่ 2

บทเรียนนี้มีเนื้อหาที่สั้นเกินไปในแต่ละหน้าจอ ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อได้ เนื่องจากว่าผู้เรียนใช้ระยะเวลาในการเรียนค่อนข้างเร็วมาก โดยใช้ระยะเวลาเรียนบทเรียนทั้งหมด 1 - 3 นาทีเท่านั้น เมื่อแบ่งข้อมูลการเรียนบทเรียนในแต่ละหน้าพบว่าผู้เรียนใช้เวลาเพียง 1.8 - 5.4 วินาทีต่อหน้าบทเรียน ผู้ศึกษาจึงออกแบบบทเรียนและเปลี่ยนเนื้อหาใหม่

4.1.3 ผลการออกแบบบทเรียนรอบที่ 3

บทเรียนนี้มีความเหมาะสมมากขึ้น ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ผู้ศึกษาทดลองและเก็บข้อมูล จากผู้เรียนจำนวน 6 คน เพื่อหาค่าเฉลี่ยการเรียนรู้แต่ละหน้า โดยสามารถหาค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเรียนแต่ละหน้าของผู้เรียนจำนวน 6 คน ตามตารางที่ 4.1 ทำให้บทเรียนมีการกำหนดระยะเวลาเรียนในแต่ละหน้า โดยใช้เวลาในบทเรียนแต่ละหน้า เป็นเวลา 1.30 นาที หรือ 90 วินาทีต่อหน้า

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาบทเรียนแต่ละหน้า

นักเรียน	หน้า (วินาที)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	87	88	88	90	89	87	88	89	89	89
2	86	88	85	90	87	89	86	86	89	89
3	89	90	90	85	85	86	86	86	90	88
4	90	89	86	88	90	88	86	87	88	86
5	86	89	89	86	86	86	87	85	86	85
6	88	88	89	87	87	90	90	85	88	85
Average	87.67	88.67	87.83	87.67	87.33	87.67	87.17	86.33	88.33	87.00

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

การวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากผลแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนจำนวน 14 คน สรุปได้ว่าผู้เรียนทั้ง 14 คน คิดเป็น 100% ก่อนเรียนบทเรียน คະแนนที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้น้อยกว่ามาตรฐาน ต่ำกว่า 5 คະแนน จากคະแนนเต็ม 10 คະแนน ซึ่งหลังจากที่เรียนบทเรียนแล้ว ทำแบบทดสอบหลังเรียน พบว่าผู้เรียน 12 คน จาก 14 คน คิดเป็น 85.714% ที่คະแนนผ่านมาตรฐาน มีเพียงผู้เรียน 2 คน คิดเป็น 14.286% ที่คະแนนไม่ผ่านมาตรฐาน แต่ผู้เรียนทั้ง 14 คน คิดเป็น 100% ที่คະแนนแบบทดสอบหลังเรียน เพิ่มขึ้นจากคະแนนแบบทดสอบก่อนเรียนตั้งแต่ 1 คະแนน จนถึง 5 คະแนน

แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนทุกคนมีคະแนนสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้น จากการสอบก่อนเรียนทั้งหมด นั้นแสดงว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนบทเรียนแล้ว สามารถเพิ่มความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้คະแนนสอบหลังเรียนดีขึ้นจากเดิม นั่นอาจเป็นผลจากที่ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนระหว่างที่เรียนบทเรียน ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

ผู้เรียน	คะแนนสอบ		
	แบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้น
1	3	5	2
2	3	4	1
3	4	5	1
4	4	8	4
5	4	7	3
6	5	9	4
7	4	6	2
8	2	5	3
9	2	7	5
10	4	7	3
11	3	4	1
12	5	6	1
13	3	7	4
14	2	7	5

จากตารางที่ 4.2 ทำให้สรุปผลการเรียนได้ ดังนี้

- ผู้เรียนทุกคน มีผลคะแนนทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบก่อนเรียน
- ผู้เรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มเกณฑ์คะแนนดี (เพิ่มขึ้น 4 - 5 คะแนน) ได้แก่ ผู้เรียนคนที่ 4, 6, 9, 13 และ 14
- ผู้เรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มเกณฑ์คะแนนน้อย (เพิ่มขึ้น 1 - 2 คะแนน) ได้แก่ ผู้เรียน 1, 2, 3, 7, 11 และ 12

4.3 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม

การวิเคราะห์แบบสอบถามจากผลการประเมินจากผู้เรียนทั้ง 14 คน ของแต่ละคำถาม ตามตารางที่ 4.3 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

คำถามข้อที่ 1 ในขณะที่เรียน ผู้เรียนมีความรู้สึกสนใจบทเรียน

ผู้เรียนทั้ง 14 คน มีความสนใจในบทเรียนเฉลี่ย 4.07 ซึ่งมีผู้เรียน 5 คน ให้ 5 คะแนน แสดงถึงความพอใจมากที่สุด มีผู้เรียน 5 คน ให้ 4 คะแนน แสดงถึงความพอใจ และมีผู้เรียน 4 คน ให้ 3 คะแนน แสดงถึงความปานกลาง

คำถามข้อที่ 2 ในขณะที่เรียน ผู้เรียนมีความรู้สึกเบื่อ

ผู้เรียนทั้ง 14 คน มีความรู้สึกเบื่อบทเรียนเฉลี่ย 2.86 ซึ่งมีผู้เรียน 5 คน ให้ 4 คะแนน แสดงถึงความเบื่อ มีผู้เรียน 3 คน ให้ 3 คะแนน แสดงถึงความปานกลาง มีผู้เรียน 3 คน ให้ 2 คะแนน แสดงถึงไม่เบื่อ และมีผู้เรียน 2 คน ให้ 1 คะแนน แสดงถึงไม่เบื่อมากที่สุด

คำถามข้อที่ 3 ในขณะที่เรียน ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนอย่างต่อเนื่อง

ผู้เรียนทั้ง 14 คน มีความสนใจในบทเรียนอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 3.79 ซึ่งมีผู้เรียน 4 คน ให้ 5 คะแนน แสดงถึงความพอใจมากที่สุด มีผู้เรียน 4 คน ให้ 4 คะแนน แสดงถึงความพอใจ มีผู้เรียน 5 คน ให้ 3 คะแนน แสดงถึงความปานกลาง และมีผู้เรียน 1 คน แสดงถึงความไม่พอใจ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลแบบสอบถาม

ผู้เรียน	คะแนนแบบสอบถาม		
	คำถามที่ 1	คำถามที่ 2	คำถามที่ 3
1	5	2	5
2	3	2	3
3	5	4	5
4	3	4	4
5	4	3	3
6	4	4	5
7	4	4	4
8	3	3	4
9	4	3	3
10	5	1	3
11	5	1	5
12	5	3	3
13	4	4	4
14	3	2	2
Average	4.07	2.86	3.79

จากตารางที่ 4.3 ทำให้สรุปผลแบบสอบถามได้ ดังนี้

- ผู้เรียนที่รู้สึกสนใจในบทเรียนมากที่สุด (5 คะแนน) ได้แก่ ผู้เรียน 1, 3, 10, 11, และ 12
- ผู้เรียนที่รู้สึกเบื่อในบทเรียนมาก (4 คะแนน) ได้แก่ ผู้เรียน 3, 4, 6, 7 และ 13

4.4 ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา

การวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตาจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย หาจำนวนของการเคลื่อนไหวของดวงตา (Eye Movement) ประกอบด้วย การเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบน (Eye Move Up), การเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่าง (Eye Move Down), การเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้าย (Eye Move Left), การเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวา (Eye Move Right) และการกระพริบของดวงตา (Blink) ประกอบด้วย ความเร็วในการกระพริบตา (Blink Speed) และความแรงในการกระพริบตา (Blink Strength) โดยการวิเคราะห์บทเรียนจะสรุปได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวและการกระพริบตาของผู้เรียนรวมทุกหน้า

STUDENT	EYE MOVEMENT				BLINK	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
1	0.0042	0.0177	0.0023	0.0020	2.1270	1.0117
2	0.0021	0.0080	0.0020	0.0009	2.7253	1.0075
3	0.0002	0.0030	0.0006	0.0003	2.7382	1.6678
4	0.0036	0.0098	0.0012	0.0015	1.1527	0.7821
5	0.0015	0.0218	0.0011	0.0008	1.7677	0.5522
6	0.0029	0.0168	0.0002	0.0000	0.7974	0.2470
7	0.0014	0.0180	0.0034	0.0032	1.0633	0.4105
8	0.0067	0.0485	0.0019	0.0023	0.9680	0.4449
9	0.0065	0.0213	0.0030	0.0070	1.2683	0.5909
10	0.0009	0.0098	0.0003	0.0000	0.0959	0.0284
11	0.0076	0.0430	0.0010	0.0018	1.6680	0.7448
12	0.0053	0.0626	0.0090	0.0112	0.6936	0.3378
13	0.0033	0.0133	0.0070	0.0086	2.2537	1.2162
14	0.0036	0.0357	0.0063	0.0044	0.7033	0.3523
Average	0.0036	0.0235	0.0028	0.0031	1.4302	0.6710

จากตารางที่ 4.4 ทำให้สรุปพบเรียน ดังนี้

- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 11 (0.0076)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 3 (0.0002)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 12 (0.0626)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 3 (0.0030)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 12 (0.0090)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 6 (0.0002)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวามากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 12 (0.0112)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวาน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 6 และ 10 (0)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการกระพริบตามากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 3 (2.7382)
- ผู้เรียนค่าเฉลี่ยการกระพริบตาน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 10 (0.0959)

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลจำนวนการเคลื่อนไหวและการกระพริบตาของผู้เรียนรวมทุกหน้า

STUDENT	Number of Eye movement				Number of Blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
1	58	329	44	21	313	313
2	24	102	32	8	281	281
3	4	50	10	3	288	288
4	31	139	15	11	124	124
5	20	360	15	7	202	202
6	35	254	3	0	85	85
7	15	254	49	26	112	112
8	64	560	29	19	120	120
9	64	253	44	53	144	144
10	15	149	3	0	10	10
11	82	517	14	15	194	194
12	76	1103	135	101	92	92
13	48	254	141	91	329	329
14	49	586	108	42	99	99
Average	41.79	350.71	45.86	28.36	170.93	170.93

จากตารางที่ 4.5 ทำให้สรุปพบเรียน ดังนี้

- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 11 (82)
- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 3 (4)
- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 12 (1103)
- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 3 (50)
- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 13 (141)
- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 6 และ 10 (3)
- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวามากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 12 (101)
- ผู้เรียนจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวาน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 6 และ 10 (0)
- ผู้เรียนจำนวนการกระพริบตามากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 13 (329)
- ผู้เรียนจำนวนการกระพริบน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 10 (10)

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลจำนวนการกระพริบของดวงตา/นาที

STUDENT	Number of Blink/min		Difference the number of Blink/min between calibrate and lesson
	Calibrate	Lesson	
1	12.75	20.87	8.12
2	42.75	18.73	-24.02
3	56.25	19.20	-37.05
4	12.75	8.27	-4.48
5	1.50	13.47	11.97
6	18.00	5.67	-12.33
7	25.50	7.47	-18.03
8	10.50	8.00	-2.50
9	21.75	9.60	-12.15
10	0.00	0.67	0.67
11	20.25	12.93	-7.32
12	3.00	6.13	3.13
13	31.50	21.93	-9.57
14	9.75	6.60	-3.15

จากตารางที่ 4.6 ทำให้สรุปบทเรียน ดังนี้

- ผู้เรียนที่มีการกระพริบตาต่อนาที (Number of blink/min) ในบทเรียนสูงที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 13 (21.93), 1 (20.87)
- ผู้เรียนที่มีการกระพริบตาต่อนาที (Number of blink/min) ในบทเรียนน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 10 (0.67), 6 (5.67)
- แนวโน้มว่าถ้าการกระพริบตาต่อนาทีมาก อาจจะแสดงว่าผู้เรียนไม่มีความสนใจในการเรียน
- แนวโน้มว่าถ้าการกระพริบตาต่อนาทีน้อย อาจจะแสดงว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาขึ้นและลง/นาที

STUDENT	Number of Eye move up/min		Number of Eye move down/min		Difference the number of eye movement in lesson between up and down
	Calibrate	Lesson	Calibrate	Lesson	
1	2.25	3.87	38.25	21.93	18.07
2	4.50	1.60	34.50	6.80	5.20
3	0.75	0.27	27.00	3.33	3.07
4	8.25	2.07	37.50	9.27	7.20
5	0.75	1.33	34.50	24.00	22.67
6	9.00	2.33	69.75	16.93	14.60
7	8.25	1.00	64.50	16.93	15.93
8	0.75	4.27	71.25	37.33	33.07
9	16.50	4.27	67.50	16.87	12.60
10	0.75	1.00	10.50	9.93	8.93
11	15.75	5.47	87.75	34.47	29.00
12	0.75	5.07	30.75	73.53	68.47
13	7.50	3.20	64.50	16.93	13.73
14	2.25	3.27	59.25	39.07	35.80

จากตารางที่ 4.7 ทำให้สรุปบทเรียน ดังนี้

- ผู้เรียนที่มีผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนและการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างในบทเรียนมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 12 (68.47)
- ผู้เรียนที่มีผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนและการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างในบทเรียนน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 3 (3.07), 2 (5.20)
- แนวโน้มว่าถ้าผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนและการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างมาก อาจจะแสดงว่าผู้เรียนไม่มีความสนใจในการเรียน
- แนวโน้มว่าถ้าผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนและการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างน้อย อาจจะแสดงว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน

ตารางที่ 4.8 แสดงข้อมูลจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาไปทางซ้ายและไปทางขวา/นาที

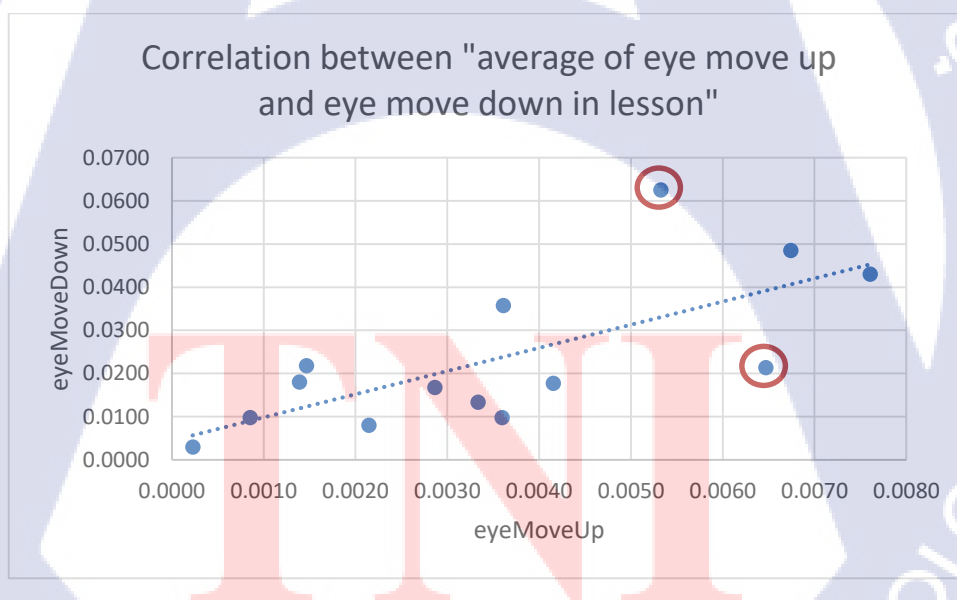
STUDENT	Number of Eye move left/min		Number of Eye move right/min		Difference the number of eye movement in lesson between left and right
	Calibrate	Lesson	Calibrate	Lesson	
1	9.75	2.93	4.50	1.40	1.53
2	4.50	2.13	2.25	0.53	1.60
3	2.25	0.67	0.00	0.20	0.47
4	6.00	1.00	3.00	0.73	0.27
5	0.75	1.00	0.00	0.47	0.53
6	2.25	0.20	2.25	0.00	0.20
7	6.75	3.27	9.00	1.73	1.53
8	1.50	1.93	0.00	1.27	0.67
9	6.75	2.93	11.25	3.53	-0.60
10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20
11	10.50	0.93	2.25	1.00	-0.07
12	0.00	9.00	0.00	6.73	2.27
13	18.00	9.40	7.50	6.07	3.33
14	14.25	7.20	9.00	2.80	4.40

จากตารางที่ 4.8 ทำให้สรุปบทเรียน ดังนี้

- ผู้เรียนที่มีผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายและการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวาในบทเรียนมากที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 14 (4.40), 13 (3.33) และ 12 (2.27)
- ผู้เรียนที่มีผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายและการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวาในบทเรียนน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้เรียน 9 (-0.60), 11 (-0.07)
- แนวโน้มว่าถ้าผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายและการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวามาก อาจจะแสดงว่าผู้เรียนไม่มีความสนใจในการเรียน
- แนวโน้มว่าถ้าผลต่างระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายและการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวาน้อย อาจจะแสดงว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน

4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน บทเรียน และแบบสอบถาม ร่วมกับตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันของข้อมูลจากแว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME จะแสดงถึงแนวโน้มของความสนใจในการเรียนดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนกับการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่าง

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบน (Eye Move Up) กับค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่าง (Eye Move Down) ตามตารางที่ 4.4 ซึ่ง ค่า $r = 0.71$ เป็น

ค่าบวกแสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ดังรูปที่ 4.1 โดยสังเกตผู้เรียนคนที่ 9 (0.0065,0.0213) และผู้เรียนคนที่ 12 (0.0053,0.0626) ซึ่งแสดงแนวโน้มว่า

ผู้เรียนคนที่ 9 มีความสนใจในการเรียน ดังนี้

ตามตารางที่ 4.2 มีผลการเรียนที่ดีขึ้นมากที่สุด (5 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.3 ให้คะแนนความสนใจในการเรียนพอใจ (4 คะแนน)

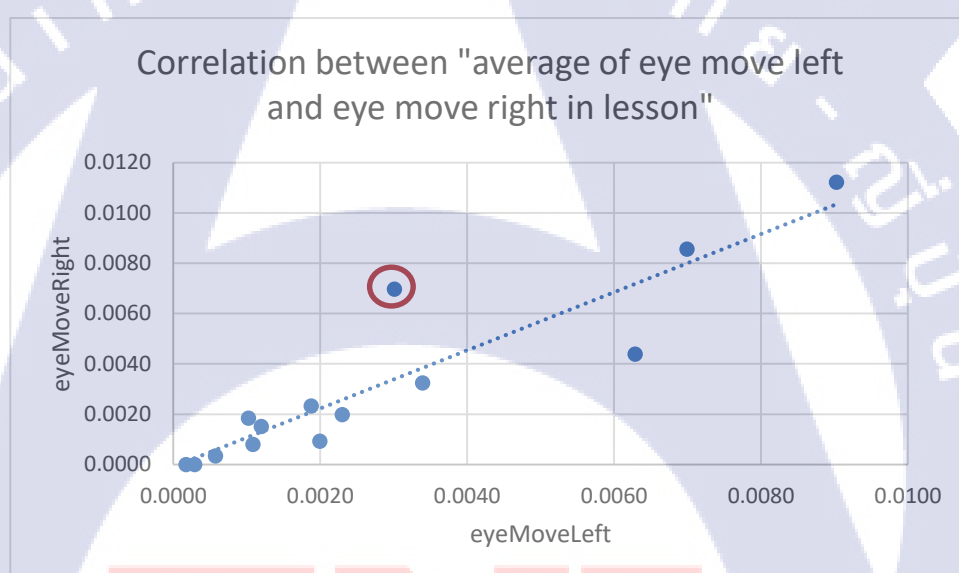
ตามตารางที่ 4.8 มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวระหว่างซ้ายและขวาน้อยสุด (-0.60)

ผู้เรียนคนที่ 12 ไม่มีความสนใจในการเรียน ดังนี้

ตามตารางที่ 4.2 มีผลการเรียนที่ขึ้นน้อยที่สุด (1 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.3 ให้คะแนนความเบื่อในการเรียนปานกลาง (3 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.7 มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวระหว่างบนและล่างมากที่สุด (68.47)



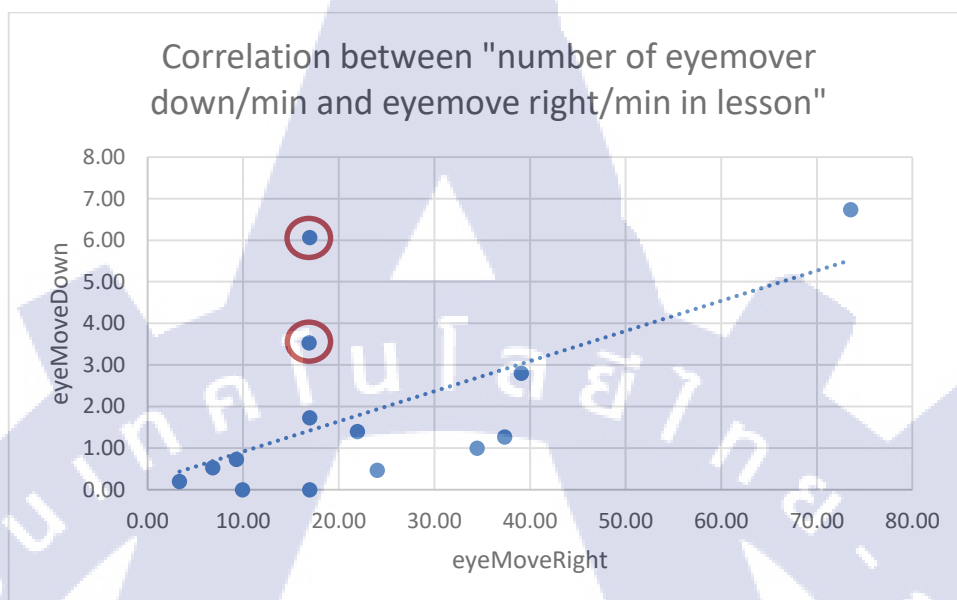
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางซ้ายกับการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวา

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยการเคลื่อนไหวดวงตามองไปทางซ้าย (Eye Move Left) กับการเคลื่อนไหวดวงตามองไปทางขวา (Eye Move Right) ตามตารางที่ 4.4 ซึ่ง ค่า $r = 0.92$ เป็นค่าบวกแสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก ดังรูปที่ 4.2 โดยสังเกตผู้เรียนคนที่ 9 (0.0030,0.0070) ซึ่งแสดงแนวโน้มว่า

ผู้เรียนคนที่ 9 มีความสนใจในการเรียน ดังนี้

ตามตารางที่ 4.2 มีผลการเรียนที่ดีขึ้นมากที่สุด (5 คะแนน)

- ตามตารางที่ 4.3 ให้คะแนนความสนใจในการเรียนพอใจ (4 คะแนน)
 ตามตารางที่ 4.8 มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวระหว่างซ้ายและขวาน้อยสุด (-0.60)



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างจำนวนการเคลื่อนไหวดวงตาลงข้างล่างกับการเคลื่อนไหวดวงตาไปทางขวา

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาไปทางขวา (Eye Move Right) กับการเคลื่อนไหวของดวงตาลงข้างล่าง (Eye Move Right) ตามตารางที่ 4.7 กับ ตารางที่ 4.8 ซึ่ง ค่า $r = 0.61$ เป็นค่าบวกแสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ดังรูปที่ 4.3 โดยสังเกตผู้เรียนคนที่ 9 (16.87,3.53) และผู้เรียนคนที่ 13 (16.93,6.07) ซึ่งแสดงแนวโน้มว่า

ผู้เรียนคนที่ 9 มีความสนใจในการเรียน ดังนี้

ตามตารางที่ 4.2 มีผลการเรียนที่ดีขึ้นมากที่สุด (5 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.3 ให้คะแนนความสนใจในการเรียนพอใจ (4 คะแนน)

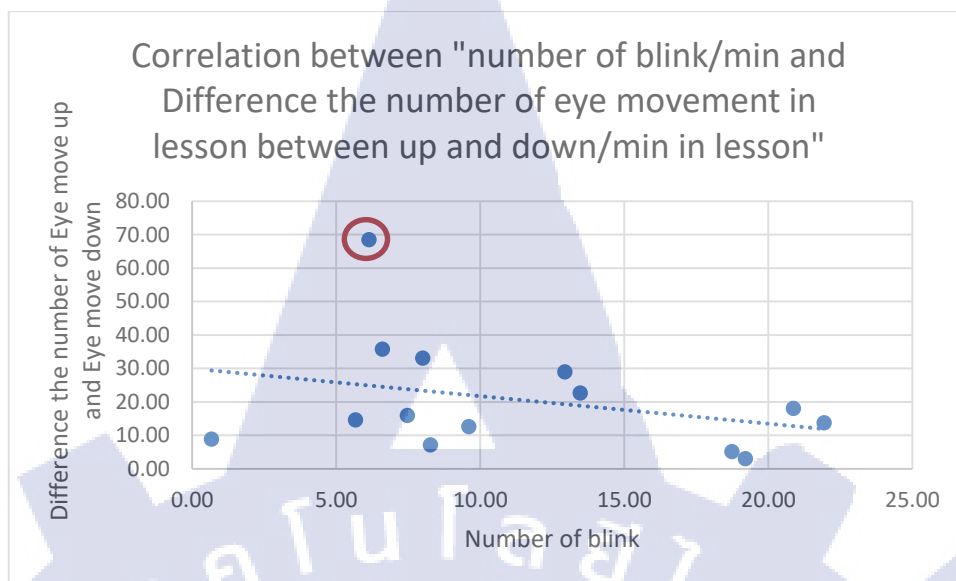
ตามตารางที่ 4.8 มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวระหว่างซ้ายและขวาน้อยสุด (-0.60)

ผู้เรียนคนที่ 13 มีความสนใจในการเรียน ดังนี้

ตามตารางที่ 4.2 มีผลการเรียนที่ดีขึ้นมาก (4 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.3 ให้คะแนนความเชื่อในการเรียนพอใจ (4 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.8 มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวระหว่างซ้ายและขวามากที่สุด (3.33)



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างจำนวนการกระพริบตาต่อนาทีกับผลต่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนและลงข้างล่างต่อนาที

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจำนวนการกระพริบตาต่อนาที (Number of blink) กับผลต่างการเคลื่อนไหวดวงตาขึ้นข้างบนและลงข้างล่างต่อนาที (Difference the number of Eye move up and Eye move down) ตามตารางที่ 4.6 กับ ตารางที่ 4.7 ซึ่ง ค่า $r = -0.32$ เป็นค่าลบแสดงถึงการมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ดังรูปที่ 4.4 โดยสังเกตผู้เรียนคนที่ 12 (6.13,68.47) ซึ่งแสดงแนวโน้มว่า

ผู้เรียนคนที่ 12 ไม่มีความสนใจในการเรียน ดังนี้

ตามตารางที่ 4.2 มีผลการเรียนที่ขึ้นน้อยที่สุด (1 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.3 ให้คะแนนความเชื่อในการเรียนปานกลาง (3 คะแนน)

ตามตารางที่ 4.7 มีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวระหว่างบนและล่างมากที่สุด (68.47)

ผู้ศึกษาได้ทำสรุปผลการทดลองจาก 1) การออกแบบบทเรียน E-Learning 2) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม 4) ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา และ 5) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน บทเรียน และแบบสอบถาม ร่วมกับตัวชี้วัดการเคลื่อนไหวของดวงตา โดยได้ทำการสรุปและอภิปรายผลการทดลองในบทถัดไป

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อการพัฒนาการเรียน E-Learning ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ข้อ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning)
2. เพื่อหาตัวชี้วัดความสนใจในการเรียนผ่าน E-Learning โดยใช้อุปกรณ์ JINS MEME ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา สามารถสรุปผลแบ่งออกตามหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล และอภิปรายผล

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำสารนิพนธ์

5.1 สรุปผล และอภิปรายผล

ในการสรุปผลการศึกษา จากการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning โดยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของดวงตา เพื่อการพัฒนาการเรียน E-Learning แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาบทเรียน แนวโน้มของความสนใจในการเรียน และแนวโน้มของความเบื่อในการเรียน ดังนี้

ผลการพัฒนาบทเรียน การออกแบบบทเรียนรอบที่ 1 บทเรียนมีรูปภาพ สีสันมากเกินไป และการวางตำแหน่งเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม จึงไม่เหมาะสมต่อบทเรียน การออกแบบบทเรียนรอบที่ 2 บทเรียนมีเนื้อหาต่อน้าน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถหาความสนใจหรือเบื่อของผู้เรียนได้ การออกแบบบทเรียนรอบที่ 3 เป็นบทเรียนที่มีเนื้อหาเหมาะสมที่สุด และทำให้สามารถหาระยะเวลาเรียนต่อหน้าได้คือ 1.30 นาที หรือ 90 วินาที

ผลแนวโน้มความสนใจในการเรียน หากผู้เรียน มีจำนวนการกระพริบตา (Number of Blink) น้อยกว่าค่าเฉลี่ย (11.40/นาที) และมีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาบนและล่าง (Difference the number of Eye move up and Eye move down) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (20.60/นาที) และมีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาซ้ายและขวา (Difference the number of Eye move left and Eye move right) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (1.17/นาที) จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน เนื่องการที่มีผลต่างจำนวนของการเคลื่อนไหวของดวงตาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการมองสลับทิศทางกันอย่างใกล้เคียงกัน หรือจดจ้องในบทเรียน ซึ่งบทเรียนเน้นเป็นการอ่านจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง จึงสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวดังกล่าวที่มีทิศทางใกล้เคียงกัน

ผลแนวโน้มความเบื่อในการเรียน หากผู้เรียน มีจำนวนการกระพริบตา (Number of Blink) สูงมากกว่าค่าเฉลี่ย (11.40/นาทีก) และมีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาบนและล่าง (Difference the number of Eye move up and Eye move down) มากกว่าค่าเฉลี่ย (20.60/นาทีก) และมีผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาซ้ายและขวา (Difference the number of Eye move left and Eye move right) มากกว่าค่าเฉลี่ย (1.17/นาทีก) จะส่งผลให้ผู้เรียนมีแนวโน้มเบื่อหรือไม่สนใจในบทเรียน เนื่องการที่มีผลต่างจำนวนของการเคลื่อนไหวของดวงตา มากกว่าค่าเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการมองไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งสูง หรือมองออกไปนอกบทเรียน ซึ่งบทเรียนเน้นเป็นการอ่านหากผลต่างจำนวนการเคลื่อนไหวของดวงตาจึงต้องน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวของดวงตาด้วยอุปกรณ์แว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME จึงทำให้มีข้อจำกัดของเวลาของแบตเตอรี่ของตัวแว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME ทำให้การเก็บข้อมูลไม่ต่อเนื่อง ตอนเก็บข้อมูลควรมีแบตเตอรี่ที่เพียงพอ เพราะหากไม่เพียงพอจะทำให้เกิดการสูญหายของข้อมูลระหว่างการเก็บได้

5.2.2 อุปกรณ์แว่นตาอัจฉริยะ JINS MEME จะต้องผ่านการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับ Smartphone จึงต้องใช้เวลาในการศึกษาตัวแอปพลิเคชัน เนื่องจากว่าตัวแอปพลิเคชันพัฒนาจากประเทศญี่ปุ่นและเป็นภาษาญี่ปุ่นทั้งหมด

5.2.3 ในการวิเคราะห์ข้อมูล หากมีข้อมูลจากผู้เรียนที่มากขึ้นก็จะทำให้การวิเคราะห์แม่นยำมากยิ่งขึ้น

5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์

5.3.1 ประโยชน์ที่ผู้ศึกษาได้รับจากการศึกษา

- ได้ทราบถึงตัวชี้วัดความสนใจในการเรียน E-Learning จากอุปกรณ์ JINS MEME
- ได้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาบทเรียน E-Learning
- ได้เรียนรู้การใช้งานอุปกรณ์ และแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง
- ได้เรียนรู้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

5.3.2 ประโยชน์ที่ผู้อื่นได้รับจากการศึกษา

- ผู้ที่สนใจสามารถนำตัวชี้วัดนี้ไปใช้ในการพัฒนาบทเรียน E-Learning ต่อไปได้

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- [1] NetThailand Internet Solution, “E-Learning คือ อะไร,” [Online]. Available: http://www.netthailand.com/home/articles.php?art_id=12#top [Accessed: 16 กันยายน 2562].
- [2] กรรณิกา ทิตาราม, “การวิเคราะห์และการตีความหมายข้อมูล (Analysis and Interpretation of Data, [Online]. Available: https://www.kroobannok.com/createpdf.php?article_id=627 [Accessed: 16 กันยายน 2562].
- [3] Essilor, “การทำงานของ ดวงตา,” [Online]. Available: <https://www.essilor.co.th/vision/how-eyes-work> [Accessed: 16 กันยายน 2562].
- [4] วีรวรรณ จันทะทรัพย์ และคณะ, “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการติดตามดวงตาด้วย อัลกอริทึมมินชิปและลูคัส-คาราเดะ,” การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9, ICT KMUTNB 9, กรุงเทพฯ, 9-10 พฤษภาคม 2556, หน้า 12-15.
- [5] คณะพยาบาลศาสตร์, สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสุขภาพ, เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ม.ป.ป.
- [6] JINS MEME, “Products JINS MEME Es,” [Online]. Available: <https://jinsmeme.com/en/products/es/> [Accessed: September 18, 2019].
- [7] JINS MEME, “Researchers,” [Online]. Available: <https://jinsmeme.com/en/researchers/> [Accessed: September 18, 2019].
- [8] Twilaiprasitporn, “การประยุกต์ใช้สัญญาณไฟฟ้าบนร่างกายมนุษย์เพื่อการติดต่อสื่อสารกับสมองกล (ตอนที่ 2),” [Online]. Available: <https://theerawitw.wordpress.com/2017/01/21/eog/> [Accessed: 18 กันยายน 2562].
- [9] Burapha University, *Teaching and Learning Innovation*, ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา, ม.ป.ป.
- [10] Kroopanumas, “บทเรียน Microsoft Excel,” [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/kroopanumas/bth-reiyn-microsoft-excel/excel-khux-xari> [Accessed: 18 กันยายน 2562].

- [11] ลักขมี แจ่มเหมือน , “*Software Development Kit (SDK)*,” [Online]. Available: <https://zomjeansite.wordpress.com/2016/04/14/software-development-kitsdk-หมายถึง/> [Accessed: 20 กันยายน 2562].
- [12] เกษทิพย์ ศิริชัยศิลป์, “*โปรแกรม Spss คืออะไร*,” [Online]. Available: <https://www.gotoknow.org/posts/463011.%20วันที่สืบค้น%20%20กรกฎาคม%202557> [Accessed: 20 กันยายน 2562].
- [13] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, *คู่มือการใช้งาน Snagit TechSmith*, กรุงเทพฯ : KMUTT Library, 2559.
- [14] JINS MEME, “*JINS MEME App*,” [Online]. Available: <https://jinsmeme.com/en/apps/> [Accessed: September 18, 2019].
- [15] S. Kanoh et al., “Development of an eyewear to detect movement of eyes and body,” *Society for Neuroscience Annual Meeting 2015, SFN 2015*, Chicago, Illinois, October 17-21, 2015, no page.
- [16] K. Kunze et al., “How much do you read? – counting the number of words a user reads using electrooculography,” *The 6th Augmented Human International Conference, AH 15*, New York, USA, March 9-11, 2015, pp. 125-128.
- [17] วีรวรรณ จันทะทรัพย์ และคณะ, “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการติดตามดวงตาด้วย อัลกอริทึมมินชิปและลูคัส-คาราเดะ,” *การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9, ICT KMUTNB 9*, กรุงเทพฯ, 9-10 พฤษภาคม 2556, หน้า 633-638.
- [18] K. Kunze et al., “MEME – smart glasses to promote healthy habits for knowledge workers,” *The 42nd International Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques, ACM SIGGRAPH 2015*, Los Angeles Convention Center, California, USA, August 9-13, 2015, pp. 1.
- [19] สิริธร วัชรพิชผล, “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยเทคนิคการเรียนรู้แบบปรับเหมาะกับความสามารถของนักเรียน,” *The 11th National Conference on Computing and Information Technology, NCCIT 2015*, กรุงเทพฯ, 2-3 กรกฎาคม 2558, หน้า 432-437.
- [20] เต็มศักดิ์ สุขวิบูลย์, *ข้อคำนึงในการสร้างเครื่องมือประเภทมาตราประมาณค่า (Rating Scale)*, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.
การออกแบบบทเรียน

TNI

การออกแบบบทเรียน

การออกแบบบทเรียนรอบที่ 1



Japanese
E-Learning

ทักทาย

おはようございます。
Ohayougozaimasu
โอะฮะโยโกโซมัส
สวัสดีตอนเช้า



こんにちは。
Konnichiwa
คอนนิจิวะ
สวัสดีตอนกลางวัน



ทักทาย

こんばんは。
Kombanwa
คัมบังวะ
สวัสดีตอนเย็น



おやすみなさい。
Oyasuminasai
โอะยาสุมินะไซ
ราตรีสวัสดิ์



ทักทาย

おげんきですか？
Ogenkidesuka
โอเกะแกกิเคสกะ
สบายดีไหม



はい、げんきです。
Hai, Genkidesu
ไอ, เกงกิดะ
สบายดี

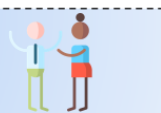


いいえ、げんきではありません。
Iie, Genkidewaarimasen
อิเอะ, เกงกิดะวะอะริมาเซ่น
ไม่สบาย



ทักทาย

じゃ、またね。
Ja, Matane
จา, มะตะเนะ
แล้วเจอกัน



さようなら。
Sayounara
ซาโยนะระ
ลาก่อน



แนะนำตัว

はじめまして、わたしは（なまえ）です。
Hajimemashite, Watashiwa (naame) desu
ฮะจิเมะมะชิเตะ, วะตะชิวะ (นะมะเอะ) เดส
ฮินดีที่ไดจูรัก, ฮันชื้อ (ชื่อ) ค่ะ/ครับ

どうぞよろしくおねがいします。
Douzo yoroshiku onegaishimasu
โดโซะ โอะโรชิกุ โอเอเนะไกชิมัส
ฝากเนื้อฝากตัวด้วย



มารยาท

いただきます。
Itadakimasu
อิทะคะกิมัส
ทานแล้วนะ



ごちそうさまでした。
Gochisousamadeshita
โกะจิโซะซะมะเดชิตะ
ขอบคุณสำหรับอาหาร



มารยาท

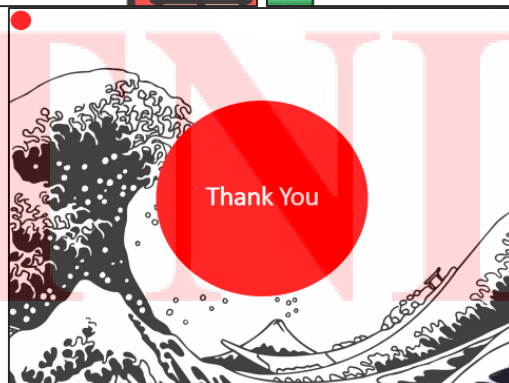
ただいま。
Tadaimasu
ทะคะอิมัส
กลับมาแล้ว



おかえりなさい。
Okaerinasai
โอะคาเอรินะไซ
ยินดีต้อนรับกลับ



หัวข้อ きょうはいいてんきです。 Kyouwaiitenkidesu เดี๋ยวจะดีเทงกิดะ วันนี้อากาศดี きょうはあついです。 Kyouwaatsuidesu เดี๋ยวจะอะฮะฮิเดะ วันนี้อากาศร้อน きょうはさむいです。 Kyouwasamuidesu เดี๋ยวจะฮะมุฮิเดะ วันนี้อากาศหนาว	หัวข้อ はい、そうです。 Hai, soudesu ไอ, โซเดส ใช่ いいえ、ちがいます。 Iie, chigaimasu ฮิเอะ, จิโกมิต ไม่ใช่																																																		
หัวข้อ わかりました。 Wakarimashita จะคะรึมะฮิเดะ เข้าใจ わかりません。 Wakarimasen จะคะรึมะเฮน ไม่เข้าใจ しらない。 Shiranai ฮิระไน ไม่รู้	หัวข้อ わかりました。 Wakarimashita จะคะรึมะฮิเดะ เข้าใจ わかりません。 Wakarimasen จะคะรึมะเฮน ไม่เข้าใจ しらない。 Shiranai ฮิระไน ไม่รู้																																																		
หัวข้อ おめでとうございます。 Omedetougozaimasu โอเมเดตะโกโซมิต ยินดีด้วย ありがとうございます。 Arigatougozaimasu อะริงะโตะโกโซมิต ขอบคุณ	ตัวเลข <table border="1"> <tr> <td>一</td> <td>いち</td> <td>ichi</td> <td>จิจิ</td> <td>หนึ่ง</td> </tr> <tr> <td>二</td> <td>に</td> <td>ni</td> <td>นิ</td> <td>สอง</td> </tr> <tr> <td>三</td> <td>さん</td> <td>san</td> <td>ซาน</td> <td>สาม</td> </tr> <tr> <td>四</td> <td>し・よん</td> <td>shi•yon</td> <td>ชิ•ยง</td> <td>สี่</td> </tr> <tr> <td>五</td> <td>ご</td> <td>go</td> <td>โกะ</td> <td>ห้า</td> </tr> <tr> <td>六</td> <td>ろく</td> <td>roku</td> <td>โรคุ</td> <td>หก</td> </tr> <tr> <td>七</td> <td>しち•なな</td> <td>shichi•nana</td> <td>ชิจิ•นาเนะ</td> <td>เจ็ด</td> </tr> <tr> <td>八</td> <td>はち</td> <td>hachi</td> <td>อะจิ</td> <td>แปด</td> </tr> <tr> <td>九</td> <td>く•きゅう</td> <td>ku•kyuu</td> <td>คุ•คิว</td> <td>เก้า</td> </tr> <tr> <td>十</td> <td>じゅう</td> <td>juu</td> <td>จู</td> <td>สิบ</td> </tr> </table>	一	いち	ichi	จิจิ	หนึ่ง	二	に	ni	นิ	สอง	三	さん	san	ซาน	สาม	四	し・よん	shi•yon	ชิ•ยง	สี่	五	ご	go	โกะ	ห้า	六	ろく	roku	โรคุ	หก	七	しち•なな	shichi•nana	ชิจิ•นาเนะ	เจ็ด	八	はち	hachi	อะจิ	แปด	九	く•きゅう	ku•kyuu	คุ•คิว	เก้า	十	じゅう	juu	จู	สิบ
一	いち	ichi	จิจิ	หนึ่ง																																															
二	に	ni	นิ	สอง																																															
三	さん	san	ซาน	สาม																																															
四	し・よん	shi•yon	ชิ•ยง	สี่																																															
五	ご	go	โกะ	ห้า																																															
六	ろく	roku	โรคุ	หก																																															
七	しち•なな	shichi•nana	ชิจิ•นาเนะ	เจ็ด																																															
八	はち	hachi	อะจิ	แปด																																															
九	く•きゅう	ku•kyuu	คุ•คิว	เก้า																																															
十	じゅう	juu	จู	สิบ																																															



รูปที่ ก.1 การออกแบบบทเรียนรอบที่ 1

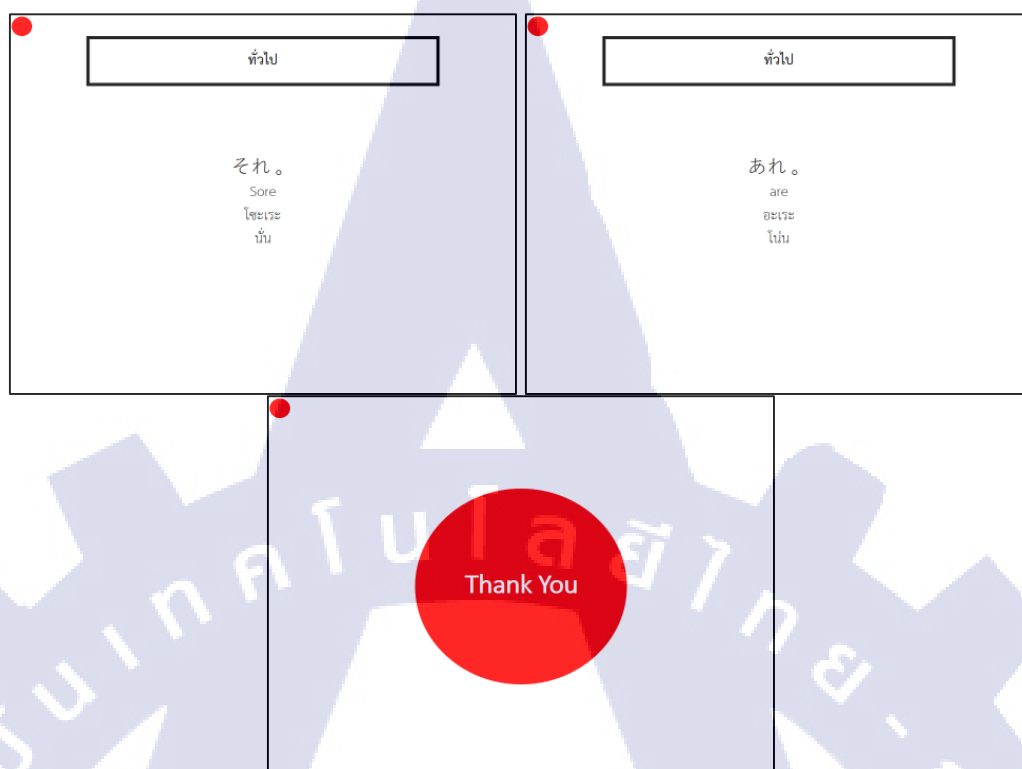
การออกแบบบทเรียนรอบที่ 2

	ทักทาย おはようございます。 Ohayougozaimasu โอะฮะโยโกไซมัส สวัสดีตอนเช้า
ทักทาย こんにちは。 Konnichiwa คณินิจวะ สวัสดีตอนกลางวัน	ทักทาย こんばんは。 Kombanwa คัมบังวะ สวัสดีตอนเย็น
ทักทาย おやすみなさい。 Oyasuminasai โอะยาสุมินะไซ ราตรีสวัสดิ์	ทักทาย おげんきですか？ Ogenkidesuka โอะเกงกิเดสกะ สบายดีไหม
ทักทาย はい、げんきです。 Hai, Genkidesu ไฮ, เกงกิเดส สบายดี	ทักทาย いいえ、げんきではありません。 Iie, Genkidewaarimasen อิเอะ, เกงกิเดะวะอะริมะเซน ไม่สบาย

พักพ่าย じゃ、またね。 Ja, Matane จา, มะตะเนะ แล้วเจอกัน	พักพ่าย さようなら。 Sayounara ซาโยนะระ ลาก่อน
มารยาท いただきます。 Itadakimasu อิทะคะกิมาส ทานแล้วนะ	มารยาท ごちそうさまでした。 Gochisousamadeshita โกะจิซังซะมะเดชิตะ ขอบคุณสำหรับอาหาร
มารยาท ただいます。 Tadaimasu ทะตะอิมัส กลับมาแล้ว	มารยาท おかえりなさい。 Okaerinasai โอคะเอะรินะไซ ยินดีต้อนรับกลับ
มารยาท すみません。 Sumimasen สุมิมะเซน ขอโทษ (สุภาพกว่า)	มารยาท ごめんなさい。 Gomennasai โกะเมะนนะไซ ขอโทษ

มารยาท だいじょうぶです。 Dajoubudesu ดีใจบูเดส ไม่เป็นไร	มารยาท おめでとうございます。 Omedetougozaimasu โอะเมเตอะเดโทะโกะไซมัส ยินดีด้วย
มารยาท ありがとうございます。 Arigatougozaimasu อะริกะโทะโกะไซมัส ขอบคุณ	ทั่วไป あさ。 Aca อะซะ ตอนเช้า
ทั่วไป ひる。 Hiru ฮิรุ ตอนกลางวัน	ทั่วไป ばん。 Ban บัง ตอนเย็น
ทั่วไป よる。 Yoru โยะรุ ตอนกลางคืน	ทั่วไป きのう。 Kino คิโนะ เมื่อวาน

きょう。 Kyo เคียว วันนี้	あした。 Ashita อะชิตา พรุ่งนี้
はい、そうです。 Hai, soudesu ไฮ, โซเดส ใช่	いいえ、ちがいます。 Iie, chigaimasu อิเอะ, ชิไกมาส ไม่ใช่
わかりました。 Wakarimashita วะคะชิมะชิตะ เข้าใจ	わかりません。 Wakarimasen วะคะชิมะเรน ไม่เข้าใจ
しらない。 Shiranai ชิระไน ไม่รู้	これ。 Kore โคะเร นี่



รูปที่ ก.2 การออกแบบบทเรียนรอบที่ 2

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และแบบสอบถาม

TNI

แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และแบบสอบถาม

แบบทดสอบก่อนเรียน

Pre-Test Bio	
แบบทดสอบก่อนเรียน จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง *จำเป็น	
1. ประเภทของพฤติกรรมออกเป็นกี่แบบ อะไรบ้าง * 1 คะแนน ☐ 2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมรดกพันธุกรรม และ 2. พฤติกรรมที่เรียนรู้ ☐ 3 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมรดกพันธุกรรม, 2. พฤติกรรมที่มีฝึกฝน และ 3. พฤติกรรมที่เรียนรู้ ☐ 2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมรดกพันธุกรรม และ 2. พฤติกรรมที่เรียนรู้ ☐ 3 แบบ คือ 1. ฟีลิกซ์, 2. ฟีลิกซ์ต่อเนื่อง และ 3. การฝังใจ ☐ ไม่ทราบคำตอบ	6. การเคลื่อนที่เข้าหาแสงของแมลงเม่า เป็นพฤติกรรมแบบใด * 1 คะแนน ☐ พฤติกรรมแบบ Kinesis (ไคเนซิส) ☐ พฤติกรรมแบบ Taxis (แทกซิส) ☐ พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์) ☐ พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง) ☐ ไม่ทราบคำตอบ
2. พฤติกรรมของสัตว์เป็นผลจากการทำงานร่วมกันระหว่างอะไร * 1 คะแนน ☐ ฮอร์โมน และ สภาพแวดล้อม ☐ พันธุกรรม และ ฮอร์โมน ☐ พันธุกรรม และ สภาพแวดล้อม ☐ พันธุกรรม สภาพแวดล้อม ฮอร์โมน ☐ ไม่ทราบคำตอบ	7. การดูดน้ำนมของเด็กอ่อน สิ่งเร้าคือ อะไร * 1 คะแนน ☐ แม่ ☐ น้ำนม ☐ ความหิว ☐ ไม่มี ☐ ไม่ทราบคำตอบ
3. หน่วยใดมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดพฤติกรรม * 1 คะแนน ☐ หน่วยรับความรู้สึก ☐ หน่วยตอบสนอง ☐ ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง ☐ ไม่ใช่ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง ☐ ไม่ทราบคำตอบ	8. จากข้อ 7. เป็นพฤติกรรมแบบใด * 1 คะแนน ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ) ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แอมบิซิเอชัน) ☐ พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์) ☐ พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง) ☐ ไม่ทราบคำตอบ
4. กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์เกิดขึ้นได้อย่างไร * 1 คะแนน ☐ สิ่งเร้า → ระบบประสาทส่วนกลาง → หน่วยรับความรู้สึก → หน่วยปฏิบัติงาน → พฤติกรรม ☐ สิ่งเร้า → หน่วยรับความรู้สึก → ระบบประสาทส่วนกลาง → หน่วยปฏิบัติงาน → พฤติกรรม ☐ สิ่งเร้า → หน่วยปฏิบัติงาน → หน่วยรับความรู้สึก → ระบบประสาทส่วนกลาง → พฤติกรรม ☐ สิ่งเร้า → หน่วยปฏิบัติงาน → ระบบประสาทส่วนกลาง → หน่วยรับความรู้สึก → พฤติกรรม ☐ ไม่ทราบคำตอบ	9. ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมแบบ รีเฟล็กซ์ * 1 คะแนน ☐ การเคลื่อนไหวของหนอนแมลงวันหิ่งห้อย ☐ เมื่อมีสิ่งของเข้ามาใกล้ตา ตาจะกระพริบ ☐ เดินเหยียบหนาม หรือของมีคม ยกเท้าหนีทันที ☐ การไอ การจาม เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าในทางเดินหายใจ ☐ ไม่ทราบคำตอบ
5. ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด * 1 คะแนน ☐ นกตัวเมียวัดไข่ ☐ นกตัวผู้สร้างรัง ☐ นกเก็บอาหาร ☐ นกเดินตามแม่ ☐ ไม่ทราบคำตอบ	10. พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการฝึกสัตว์ให้แสดงท่าทางต่างๆ จัดเป็นพฤติกรรมแบบใด * 1 คะแนน ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แอมบิซิเอชัน) ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Conditioning (คิงเจอนโซ) ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ) ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Trial and Error (ลองผิดลองถูก) ☐ ไม่ทราบคำตอบ

รูปที่ ข.1 แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

Post-Test Bio	
แบบทดสอบหลังเรียน จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง *จำเป็น	
1. ประเภทของพฤติกรรมออกเป็นกี่แบบ อะไรบ้าง *	1 คะแนน
☐ 3 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด, 2. พฤติกรรมที่มีฝึกฝน และ 3. พฤติกรรมที่เรียนรู้ ☐ 2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด และ 2. พฤติกรรมที่เรียนรู้ ☐ 3 แบบ คือ 1. รีเฟล็กซ์, 2. รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง และ 3. การฝังใจ ☐ 2 แบบ คือ 1. พฤติกรรมที่มีฝึกฝน และ 2. พฤติกรรมที่เรียนรู้	
2. พฤติกรรมของสัตว์เป็นผลจากการทำงานร่วมกันระหว่างอะไร *	1 คะแนน
☐ พันธุกรรม และ สภาพแวดล้อม ☐ พันธุกรรม สภาพแวดล้อม และ โภชนา ☐ พันธุกรรม และ โภชนา ☐ โภชนา และ สภาพแวดล้อม	
3. หน่วยใดมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดพฤติกรรม *	1 คะแนน
☐ หน่วยตอบสนอง ☐ หน่วยรับความรู้สึก ☐ ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง ☐ ไม่ใช่ทั้ง หน่วยรับความรู้สึก และ หน่วยตอบสนอง	
4. กลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์เกิดขึ้นได้อย่างไร *	1 คะแนน
☐ สิ่งเร้า → ระบบประสาทส่วนกลาง → หน่วยรับความรู้สึก → หน่วยปฏิบัติงาน → พฤติกรรม ☐ สิ่งเร้า → หน่วยปฏิบัติงาน → ระบบประสาทส่วนกลาง → หน่วยรับความรู้สึก → พฤติกรรม ☐ สิ่งเร้า → หน่วยปฏิบัติงาน → หน่วยรับความรู้สึก → ระบบประสาทส่วนกลาง → พฤติกรรม ☐ สิ่งเร้า → หน่วยรับความรู้สึก → ระบบประสาทส่วนกลาง → หน่วยปฏิบัติงาน → พฤติกรรม	
5. ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด *	1 คะแนน
☐ นกตัวเมียฟักไข่ ☐ นกเดินตามแม่ ☐ นกตัวผู้สร้างรัง ☐ นกเกี่ยวพรารัส	
6. การเคลื่อนที่เข้าหาแสงของแมลงเม่า เป็นพฤติกรรมแบบใด *	1 คะแนน
☐ พฤติกรรมแบบ Kinesis (โคนิซิส) ☐ พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง) ☐ พฤติกรรมแบบ Taxis (แทกซิส) ☐ พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์)	
7. การดูดน้ำนมของเด็กอ่อน สิ่งเร้าคือ อะไร *	1 คะแนน
☐ น้ามน ☐ แม่ ☐ ไม่มี ☐ ความหิว	
8. จากข้อ 7. เป็นพฤติกรรมแบบใด *	1 คะแนน
☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แฮบนิชเชชัน) ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ) ☐ พฤติกรรมแบบ Chain of Reflexes (รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง) ☐ พฤติกรรมแบบ Reflex (รีเฟล็กซ์)	
9. ข้อใดไม่เป็นพฤติกรรมแบบ รีเฟล็กซ์ *	1 คะแนน
☐ เมื่อมีสิ่งของเข้ามาใกล้ตา ตาจะกระพริบ ☐ การเคลื่อนไหวของหนอนแมลงวันที่หนีแสง ☐ การไอ การจาม เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในทางเดินหายใจ ☐ เดินเหยียบหนาม หรือของมีคม ยกเท้าหนีทันที	
10. พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการฝึกสัตว์ให้แสดงท่าทางต่างๆ จัดเป็นพฤติกรรมแบบใด *	1 คะแนน
☐ พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Trial and Error (ลองผิดลองถูก) ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Imprinting (ฝังใจ) ☐ พฤติกรรมการเรียนรู้แบบ Conditioning (มีเงื่อนไข) ☐ พฤติกรรมเรียนรู้แบบ Habituation (แฮบนิชเชชัน)	

รูปที่ ข.2 แบบทดสอบหลังเรียน

แบบสอบถาม

Questionnaire

แบบสอบถาม
โดยสอบถามความรู้สึกในการเรียนของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะตอบด้วยการให้คะแนนตามความพึงพอใจ

คะแนน 5 พอดีมากที่สุด
คะแนน 4 พอใจ
คะแนน 3 ปานกลาง
คะแนน 2 ไม่พอใจ
คะแนน 1 ไม่พอใจมากที่สุด

***จำเป็น**

ในขณะเรียน ผู้เรียนมีความรู้สึกสนใจบทเรียน *

1 2 3 4 5

ไม่พอใจมากที่สุด ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ พอใจมากที่สุด

ในขณะเรียน ผู้เรียนมีความรู้สึกเบื่อ *

1 2 3 4 5

ไม่พอใจมากที่สุด ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ พอใจมากที่สุด

ในขณะเรียน ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนอย่างต่อเนื่อง *

1 2 3 4 5

ไม่พอใจมากที่สุด ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ พอใจมากที่สุด

รูปที่ ข.3 แบบสอบถาม

ภาคผนวก ค.

ผลการวิเคราะห์บทเรียนของผู้เรียน

TNI

ผลการวิเคราะห์บทเรียนของผู้เรียน

ตารางที่ ค.1 แสดงข้อมูล JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 1

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0012	0.0240	0.0020	0.0016	1.7152	0.6804	4.7169	1.2847	267.7774
P2	0.0023	0.0150	0.0023	0.0009	1.7091	0.7314	5.8417	-10.5242	268.4213
P3	0.0035	0.0130	0.0010	0.0010	1.3220	0.5420	4.3944	-10.6776	270.5649
P4	0.0014	0.0176	0.0010	0.0010	1.7524	0.7557	3.5187	-10.3202	278.8788
P5	0.0029	0.0121	0.0008	0.0021	1.7107	0.7028	5.6952	-10.2192	286.5851
P6	0.0036	0.0148	0.0028	0.0000	2.9740	1.3954	6.3520	-9.2930	291.7815
P7	0.0033	0.0161	0.0029	0.0054	2.4349	1.1294	3.7967	0.1591	295.0524
P8	0.0129	0.0121	0.0017	0.0025	2.1667	1.1067	3.8833	-14.3485	308.4215
P9	0.0061	0.0270	0.0033	0.0033	2.6123	1.4443	3.6797	-2.1151	306.3056
P10	0.0043	0.0255	0.0053	0.0021	2.8723	1.6287	4.4446	0.7828	297.1462

ตารางที่ ค.2 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 1

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	1	55	5	2	28	28
P2	3	29	5	1	24	24
P3	3	20	2	1	17	17
P4	3	34	2	1	23	23
P5	5	28	2	2	26	26
P6	5	27	3	0	47	47
P7	6	25	5	6	37	37
P8	14	21	4	3	33	33
P9	12	51	6	3	43	43
P10	6	39	10	2	35	35

จากตารางที่ ค.1 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.2 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 1

ตารางที่ ค.3 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 2

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0018	0.0024	0.0012	0.0000	2.1280	0.7677	6.4919	6.7275	315.8646
P2	0.0006	0.0125	0.0038	0.0000	1.5275	0.4863	6.2684	6.1911	319.4667
P3	0.0006	0.0041	0.0012	0.0000	2.4412	0.8335	6.4939	7.9446	327.7583
P4	0.0034	0.0126	0.0017	0.0011	3.2126	1.1333	7.1482	0.8469	334.6269
P5	0.0006	0.0057	0.0040	0.0011	3.0862	1.1362	8.6853	4.1747	332.9039
P6	0.0000	0.0080	0.0011	0.0011	2.1092	0.7230	5.6672	5.5589	330.2139
P7	0.0040	0.0069	0.0017	0.0034	2.6713	1.0178	5.8227	3.1187	330.7227
P8	0.0046	0.0145	0.0029	0.0012	3.5735	1.3620	3.1427	2.4004	331.2820
P9	0.0028	0.0040	0.0006	0.0000	3.0551	1.1779	2.3800	1.8085	345.9618
P10	0.0029	0.0086	0.0017	0.0011	3.4483	1.4374	3.4118	-0.5229	348.4645

ตารางที่ ค.4 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 2

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	1	4	2	0	21	21
P2	1	15	6	0	15	15
P3	1	7	2	0	25	25
P4	4	20	3	1	33	33
P5	1	8	5	1	32	32
P6	0	6	2	1	22	22
P7	5	8	3	3	29	29
P8	4	17	5	1	36	36
P9	2	7	1	0	33	33
P10	5	10	3	1	35	35

จากตารางที่ ค.3 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.4 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 2

ตารางที่ ค.5 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 3

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0000	0.0024	0.0006	0.0000	2.9167	1.6815	2.6172	2.0303	118.5414
P2	0.0000	0.0017	0.0006	0.0000	2.0069	1.1758	2.2290	1.9173	120.5684
P3	0.0000	0.0028	0.0000	0.0000	2.4564	1.4941	2.3021	2.2244	260.7527
P4	0.0000	0.0057	0.0023	0.0011	3.4773	2.2415	0.7566	2.2603	156.4473
P5	0.0006	0.0028	0.0000	0.0000	2.5185	1.5469	1.7560	-0.1620	4.3861
P6	0.0000	0.0028	0.0011	0.0023	2.2784	1.3778	3.1840	0.3417	5.9000
P7	0.0000	0.0051	0.0006	0.0000	2.2697	1.3629	2.5695	0.7067	6.3051
P8	0.0017	0.0028	0.0000	0.0000	2.8580	1.8188	2.6561	-0.0806	5.8677
P9	0.0000	0.0028	0.0000	0.0000	3.6854	2.1573	0.8922	1.8588	7.6289
P10	0.0000	0.0006	0.0006	0.0000	2.9145	1.8214	1.0315	-1.0058	6.1544

ตารางที่ ค.6 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 3

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	0	4	1	0	30	30
P2	0	3	1	0	22	22
P3	0	5	0	0	26	26
P4	0	10	4	1	36	36
P5	1	5	0	0	27	27
P6	0	5	2	2	24	24
P7	0	9	1	0	25	25
P8	3	3	0	0	31	31
P9	0	5	0	0	37	37
P10	0	1	1	0	30	30

จากตารางที่ ค.5 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.6 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 3

ตารางที่ ค.7 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 4

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0047	0.0033	0.0013	0.0000	0.6920	0.5573	4.7380	-0.8120	13.9827
P2	0.0020	0.0073	0.0000	0.0000	0.8427	0.6053	-0.6289	0.7575	16.1175
P3	0.0025	0.0056	0.0000	0.0000	1.0049	0.7160	4.7912	-0.3065	20.7711
P4	0.0000	0.0160	0.0019	0.0025	1.5741	0.8981	3.6429	1.1671	19.5300
P5	0.0045	0.0135	0.0019	0.0026	1.4808	0.9744	4.9351	2.2883	15.4010
P6	0.0075	0.0044	0.0000	0.0012	0.9644	0.7389	2.6810	-2.2160	12.0743
P7	0.0037	0.0116	0.0018	0.0000	1.0067	0.7145	3.3456	2.6584	22.0145
P8	0.0055	0.0122	0.0006	0.0000	1.5070	1.0287	4.8564	0.3892	292.5335
P9	0.0019	0.0094	0.0019	0.0069	1.5615	1.0437	4.1217	-0.3802	339.7810
P10	0.0038	0.0146	0.0025	0.0019	0.8930	0.5440	4.5377	-2.7532	349.3749

ตารางที่ ค.8 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 4

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	3	5	2	0	8	8
P2	1	11	0	0	9	9
P3	2	9	0	0	12	12
P4	0	22	3	2	17	17
P5	3	17	3	2	15	15
P6	4	7	0	1	11	11
P7	4	16	1	0	11	11
P8	7	20	1	0	16	16
P9	3	13	1	5	16	16
P10	4	19	4	1	9	9

จากตารางที่ ค.7 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.8 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 4

ตารางที่ ค.9 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 5

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0006	0.0232	0.0000	0.0000	0.4144	0.1261	5.5625	-8.6178	344.2193
P2	0.0043	0.0321	0.0000	0.0000	1.1691	0.4049	5.9519	-9.0478	344.6385
P3	0.0022	0.0287	0.0006	0.0000	2.2990	0.6869	6.4361	-9.5574	344.6258
P4	0.0011	0.0295	0.0000	0.0000	2.0795	0.6011	7.0161	-11.4443	341.3831
P5	0.0006	0.0182	0.0006	0.0011	1.6307	0.5028	7.1080	-10.8351	340.3818
P6	0.0017	0.0144	0.0029	0.0000	0.9828	0.2799	6.9539	-10.2492	339.3551
P7	0.0006	0.0142	0.0000	0.0000	1.2443	0.3466	6.6804	-10.5174	336.4202
P8	0.0011	0.0165	0.0051	0.0034	3.9000	1.2750	5.9166	-9.7062	332.4584
P9	0.0006	0.0227	0.0017	0.0023	2.9136	1.0028	7.1992	-8.7461	327.6292
P10	0.0018	0.0182	0.0000	0.0012	1.0434	0.2954	6.4037	-9.4959	322.2350

ตารางที่ ค.10 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 5

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	0	38	0	0	5	5
P2	5	49	0	0	13	13
P3	4	51	1	0	27	27
P4	2	51	0	0	24	24
P5	1	31	1	1	19	19
P6	1	25	5	0	11	11
P7	1	25	0	0	14	14
P8	2	28	5	3	44	44
P9	1	34	3	2	34	34
P10	3	28	0	1	11	11

จากตารางที่ ค.9 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.10 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 5

ตารางที่ ค.11 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 6

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0025	0.0093	0.0012	0.0000	0.4012	0.1093	3.9009	3.2433	308.6392
P2	0.0012	0.0024	0.0000	0.0000	0.5491	0.1434	2.4671	6.0666	311.2216
P3	0.0017	0.0161	0.0000	0.0000	1.6609	0.6109	2.8566	4.4338	300.4689
P4	0.0011	0.0045	0.0000	0.0000	1.1386	0.3688	2.2693	0.7509	298.2775
P5	0.0045	0.0097	0.0000	0.0000	0.7746	0.2493	2.1075	6.5160	297.0131
P6	0.0006	0.0207	0.0000	0.0000	0.4080	0.1098	2.4390	7.8681	292.3720
P7	0.0063	0.0425	0.0000	0.0000	0.9770	0.2672	4.3756	10.1803	285.3719
P8	0.0071	0.0322	0.0005	0.0000	0.7882	0.2680	3.9313	9.7683	286.1255
P9	0.0029	0.0190	0.0000	0.0000	0.7471	0.1977	1.2290	4.9710	292.8246
P10	0.0006	0.0112	0.0000	0.0000	0.5296	0.1458	5.8231	-0.4794	293.8280

ตารางที่ ค.12 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 6

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	4	15	2	0	4	4
P2	2	4	0	0	5	5
P3	1	24	0	0	18	18
P4	2	7	0	0	13	13
P5	4	15	0	0	9	9
P6	1	33	0	0	4	4
P7	7	56	0	0	9	9
P8	10	51	1	0	10	10
P9	3	31	0	0	8	8
P10	1	18	0	0	5	5

จากตารางที่ ค.11 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.12 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 6

ตารางที่ ค.13 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 7

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0000	0.0119	0.0024	0.0000	0.3810	0.1810	8.7596	-4.0412	291.2541
P2	0.0024	0.0143	0.0024	0.0000	0.4048	0.1095	8.6643	-3.4229	290.6396
P3	0.0017	0.0109	0.0069	0.0011	0.8736	0.3534	9.8943	-6.8954	287.9481
P4	0.0034	0.0236	0.0040	0.0069	1.4161	0.7017	8.5771	-6.9426	285.9221
P5	0.0011	0.0142	0.0023	0.0045	1.3580	0.5398	7.2094	-4.1843	283.9926
P6	0.0011	0.0213	0.0045	0.0129	1.9461	0.7579	6.8946	-8.2208	284.5610
P7	0.0000	0.0138	0.0029	0.0000	1.5862	0.6098	8.5961	-5.1877	277.0576
P8	0.0000	0.0239	0.0040	0.0017	0.6879	0.2280	7.8144	-8.8834	279.6551
P9	0.0006	0.0195	0.0011	0.0011	1.1897	0.3655	7.1901	-7.1671	279.8782
P10	0.0035	0.0267	0.0035	0.0041	0.7902	0.2586	8.3849	-9.1406	279.1199

ตารางที่ ค.14 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 7

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	0	5	1	0	1	1
P2	1	6	1	0	1	1
P3	1	16	12	1	10	10
P4	4	38	5	6	16	16
P5	2	25	4	4	15	15
P6	2	32	8	10	22	22
P7	0	22	5	0	18	18
P8	0	36	7	1	8	8
P9	1	34	2	1	13	13
P10	4	40	4	3	8	8

จากตารางที่ ค.13 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.14 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 7

ตารางที่ ค.15 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 8

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0017	0.0167	0.0006	0.0017	0.6333	0.1833	2.1712	1.3342	278.1763
P2	0.0050	0.0094	0.0000	0.0000	1.0133	0.2900	2.9383	0.7691	277.2462
P3	0.0092	0.0787	0.0017	0.0000	1.2598	0.5580	3.5904	0.5919	277.9966
P4	0.0191	0.0770	0.0000	0.0011	1.3108	0.5408	4.3120	-3.8601	278.9079
P5	0.0052	0.0534	0.0006	0.0000	1.1149	0.3718	3.4309	-2.3737	278.9927
P6	0.0062	0.0846	0.0034	0.0011	1.0937	0.4730	2.7595	-1.8275	275.3523
P7	0.0119	0.0761	0.0034	0.0102	1.5955	1.0591	4.3470	0.6185	277.1956
P8	0.0051	0.0415	0.0034	0.0034	0.6561	0.5185	2.5243	-0.7040	280.0584
P9	0.0040	0.0307	0.0057	0.0045	1.0023	0.4540	2.2775	0.8038	285.0950
P10	0.0000	0.0169	0.0000	0.0012	0.0000	0.0000	2.0496	-0.5091	290.6193

ตารางที่ ค.16 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 8

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	3	26	1	1	7	7
P2	5	17	0	0	12	12
P3	8	75	3	0	18	18
P4	18	81	0	1	17	17
P5	5	63	1	0	11	11
P6	5	95	4	1	14	14
P7	11	83	6	8	20	20
P8	4	41	4	3	9	9
P9	5	50	10	4	12	12
P10	0	29	0	1	0	0

จากตารางที่ ค.15 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.16 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 8

ตารางที่ ค.17 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 9

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0025	0.0185	0.0031	0.0111	0.6444	0.2926	9.0316	2.3885	261.4881
P2	0.0012	0.0198	0.0000	0.0068	0.8914	0.4395	9.7146	4.9349	261.8264
P3	0.0052	0.0080	0.0017	0.0046	1.1207	0.4494	10.0264	2.0485	259.6857
P4	0.0063	0.0184	0.0017	0.0063	1.6862	0.7448	10.9580	1.3409	262.4472
P5	0.0140	0.0192	0.0070	0.0099	1.0895	0.5012	13.3948	0.7943	268.5457
P6	0.0057	0.0216	0.0045	0.0040	1.4193	0.7347	8.9589	1.1407	276.1753
P7	0.0091	0.0227	0.0045	0.0045	1.3284	0.6131	13.2542	4.2988	281.1759
P8	0.0115	0.0351	0.0040	0.0080	0.8356	0.3644	9.1517	1.2320	289.2072
P9	0.0023	0.0227	0.0011	0.0034	1.0500	0.5597	3.6764	0.6030	300.3166
P10	0.0070	0.0273	0.0023	0.0110	2.6174	1.2093	8.3773	0.1747	304.9307

ตารางที่ ค.18 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 9

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	2	20	3	8	7	7
P2	2	21	0	5	10	10
P3	5	10	1	3	12	12
P4	6	28	3	5	19	19
P5	14	26	10	7	12	12
P6	7	30	8	3	17	17
P7	10	27	8	4	16	16
P8	10	38	5	6	9	9
P9	2	24	2	3	14	14
P10	6	29	4	9	28	28

จากตารางที่ ค.17 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.18 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 9

ตารางที่ ค.19 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 10

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0000	0.0085	0.0000	0.0000	0.2012	0.0591	2.8534	3.7696	278.5570
P2	0.0000	0.0037	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	4.1386	4.0458	274.8232
P3	0.0006	0.0045	0.0000	0.0000	0.1762	0.0506	4.1933	2.6391	274.3939
P4	0.0011	0.0085	0.0000	0.0000	0.0852	0.0221	4.5691	2.1578	271.6735
P5	0.0000	0.0074	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.2633	2.2161	267.5351
P6	0.0017	0.0193	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	4.0763	2.6670	265.0692
P7	0.0000	0.0080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.0618	3.4586	264.9283
P8	0.0000	0.0069	0.0006	0.0000	0.3276	0.1063	3.0288	3.9220	265.1511
P9	0.0034	0.0191	0.0000	0.0000	0.1685	0.0461	2.3377	0.9584	264.9933
P10	0.0017	0.0116	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.7752	-2.8768	256.4930

ตารางที่ ค.20 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 10

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	0	12	0	0	2	2
P2	0	6	1	0	0	0
P3	1	8	0	0	2	2
P4	2	15	0	0	1	1
P5	0	2	0	0	0	0
P6	3	32	1	0	0	0
P7	0	14	0	0	0	0
P8	0	10	1	0	3	3
P9	6	30	0	0	2	2
P10	3	20	0	0	0	0

จากตารางที่ ค.19 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.20 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 10

ตารางที่ ค.21 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 11

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0081	0.0344	0.0013	0.0013	1.2695	0.5247	3.5975	1.5366	228.4871
P2	0.0060	0.0422	0.0006	0.0000	0.8843	0.4012	3.8448	2.6618	227.8581
P3	0.0052	0.0287	0.0000	0.0011	0.8552	0.3540	3.3982	2.5808	226.5639
P4	0.0103	0.0609	0.0029	0.0029	1.5080	0.6598	4.0973	1.6268	231.3011
P5	0.0136	0.0894	0.0015	0.0010	1.9131	1.4187	3.9670	-0.4580	236.4618
P6	0.0028	0.0258	0.0000	0.0034	1.6272	0.6103	7.4865	2.0913	233.3184
P7	0.0035	0.0196	0.0000	0.0000	2.1587	0.8217	6.1011	-0.4357	228.2712
P8	0.0091	0.0653	0.0034	0.0063	1.1773	0.5602	4.2322	0.9686	234.3939
P9	0.0068	0.0489	0.0006	0.0011	2.5534	0.9426	3.8859	1.3489	241.4551
P10	0.0106	0.0152	0.0000	0.0013	2.7332	1.1546	3.9263	0.9831	247.3565

ตารางที่ ค.22 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 11

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	7	45	2	1	13	13
P2	10	56	1	0	10	10
P3	4	39	0	1	10	10
P4	11	69	3	2	17	17
P5	13	96	3	1	29	29
P6	4	39	0	3	20	20
P7	6	32	0	0	24	24
P8	9	64	4	5	15	15
P9	7	58	1	1	28	28
P10	11	19	0	1	28	28

จากตารางที่ ค.21 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.22 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 11

ตารางที่ ค.23 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 12

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0000	0.0175	0.0000	0.0000	0.0777	0.0262	4.1248	-7.1495	205.2339
P2	0.0004	0.0110	0.0004	0.0000	0.0889	0.0216	4.2628	-8.0905	200.8024
P3	0.0020	0.0536	0.0008	0.0008	0.1192	0.0916	6.1307	-9.2148	193.7359
P4	0.0037	0.0587	0.0008	0.0017	0.3694	0.2264	5.8150	-12.1864	188.5131
P5	0.0061	0.0574	0.0008	0.0008	1.1246	0.7549	5.7077	-10.4230	186.6996
P6	0.0042	0.0774	0.0021	0.0063	1.1674	0.5332	5.3312	-8.5580	176.8160
P7	0.0143	0.0762	0.0214	0.0167	1.3238	0.6310	4.4635	-8.0285	179.2638
P8	0.0027	0.0801	0.0183	0.0172	0.7495	0.2156	4.5080	-7.5140	176.1610
P9	0.0073	0.0864	0.0131	0.0243	1.1806	0.6345	3.7870	-8.4826	168.4367
P10	0.0125	0.1075	0.0325	0.0445	0.7350	0.2435	4.5701	-10.4311	164.5159

ตารางที่ ค.24 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 12

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	0	36	0	0	1	1
P2	1	24	1	0	1	1
P3	3	130	2	1	3	3
P4	5	132	2	2	7	7
P5	9	128	2	1	19	19
P6	8	138	4	6	16	16
P7	9	55	18	7	7	7
P8	5	145	34	16	8	8
P9	15	152	25	25	21	21
P10	21	163	47	43	9	9

จากตารางที่ ค.23 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.24 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 12

ตารางที่ ค.25 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 13

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0004	0.0111	0.0097	0.0071	3.0717	1.5566	2.2680	4.2975	108.3249
P2	0.0088	0.0181	0.0080	0.0111	2.3867	1.1619	3.0864	-2.6018	126.0263
P3	0.0027	0.0250	0.0049	0.0107	1.8357	1.0241	3.0780	-4.4220	140.5649
P4	0.0054	0.0077	0.0036	0.0054	0.7306	0.5149	3.7897	-4.6059	146.8126
P5	0.0019	0.0165	0.0066	0.0066	2.4481	1.2708	3.1077	0.1620	141.2155
P6	0.0037	0.0126	0.0103	0.0121	1.9056	1.0093	5.3814	9.8672	139.5361
P7	0.0018	0.0099	0.0081	0.0090	1.6486	0.9140	3.3288	7.2760	141.2582
P8	0.0043	0.0106	0.0072	0.0096	2.4723	1.2501	2.5209	-2.0617	143.4725
P9	0.0009	0.0098	0.0049	0.0045	3.5529	2.0094	4.1646	2.4519	148.7005
P10	0.0033	0.0118	0.0066	0.0094	2.4849	1.4505	3.0896	0.1320	154.4105

ตารางที่ ค.26 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 13

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	1	19	22	8	48	48
P2	12	35	18	12	37	37
P3	6	48	11	11	29	29
P4	6	14	8	5	13	13
P5	4	32	12	7	33	33
P6	5	25	18	13	27	27
P7	4	20	14	10	23	23
P8	5	20	13	10	31	31
P9	2	20	11	5	53	53
P10	3	21	14	10	35	35

จากตารางที่ ค.25 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.26 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 13

ตารางที่ ค.27 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 14

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0071	0.0343	0.0082	0.0044	0.6634	0.3148	-7.6871	13.2632	21.5687
P2	0.0038	0.0255	0.0049	0.0022	0.8554	0.4071	-6.2427	12.5570	167.1462
P3	0.0085	0.0524	0.0113	0.0075	1.4491	0.8830	-5.2198	14.1505	340.1400
P4	0.0051	0.0361	0.0056	0.0046	0.6259	0.3380	-5.8818	15.5864	343.8871
P5	0.0037	0.0341	0.0070	0.0019	0.3645	0.1762	-4.8032	15.7569	344.2878
P6	0.0000	0.0565	0.0087	0.0022	0.1522	0.0652	-2.7503	11.4682	346.7274
P7	0.0009	0.0262	0.0051	0.0042	0.7607	0.3514	-4.7312	16.1414	347.3752
P8	0.0019	0.0187	0.0037	0.0028	0.3551	0.2033	-3.2823	16.0207	342.5954
P9	0.0019	0.0344	0.0047	0.0104	0.8962	0.2981	-3.4720	11.8526	296.5300
P10	0.0032	0.0390	0.0037	0.0037	0.9101	0.4862	-3.3181	11.2441	183.7234

ตารางที่ ค.28 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนคนที่ 14

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	9	54	15	3	8	8
P2	5	45	9	2	10	10
P3	11	88	18	7	25	25
P4	7	64	8	5	10	10
P5	6	59	13	2	5	5
P6	0	40	8	1	1	1
P7	2	56	11	4	11	11
P8	2	40	8	3	5	5
P9	4	59	10	11	11	11
P10	3	81	8	4	13	13

จากตารางที่ ค.27 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.28 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนคนที่ 14

ตารางที่ ค.29 แสดงข้อมูลเฉลี่ย JINS MEME ของผู้เรียนทุกคน

PAGE	EYE MOVEMENT				BLINK		BODY MOVEMENT		
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength	Roll	Pitch	YAW
P1	0.0022	0.0155	0.0023	0.0019	1.0864	0.5043	3.7962	1.3753	217.2939
P2	0.0027	0.0154	0.0017	0.0015	1.0235	0.4556	3.7526	0.4438	229.0573
P3	0.0033	0.0237	0.0022	0.0019	1.3481	0.6177	4.4547	-0.3186	251.8551
P4	0.0044	0.0269	0.0018	0.0025	1.4976	0.6962	4.3277	-1.6873	245.6149
P5	0.0042	0.0253	0.0024	0.0023	1.4724	0.7247	4.8260	-0.4819	234.6001
P6	0.0028	0.0275	0.0031	0.0033	1.3592	0.6292	4.6725	0.0456	233.5180
P7	0.0042	0.0249	0.0038	0.0038	1.5004	0.7027	4.6437	1.7462	233.7437
P8	0.0048	0.0266	0.0040	0.0040	1.5753	0.7361	3.9203	-0.6141	254.8131
P9	0.0030	0.0255	0.0028	0.0044	1.8692	0.8810	3.0964	-0.0167	257.5383
P10	0.0039	0.0239	0.0042	0.0058	1.5694	0.7625	4.2505	-1.7070	249.8837

ตารางที่ ค.30 แสดงข้อมูลจำนวน JINS MEME ของผู้เรียนทุกคน

PAGE	Number of Eye movement				Number of eye blink	
	Up	Down	Left	Right	Speed	Strength
P1	31	338	56	23	183	183
P2	48	321	43	20	169	169
P3	50	530	52	25	234	234
P4	70	585	41	31	246	246
P5	68	535	56	28	252	252
P6	45	534	63	41	236	236
P7	65	448	72	42	244	244
P8	75	534	92	51	258	258
P9	63	568	72	60	325	325
P10	70	517	95	76	246	246

จากตารางที่ ค.29 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตา ส่วน
ตารางที่ ค.30 แสดงถึงจำนวนของการเคลื่อนไหวดวงตาและการกระพริบตาของผู้เรียนทุกคน

