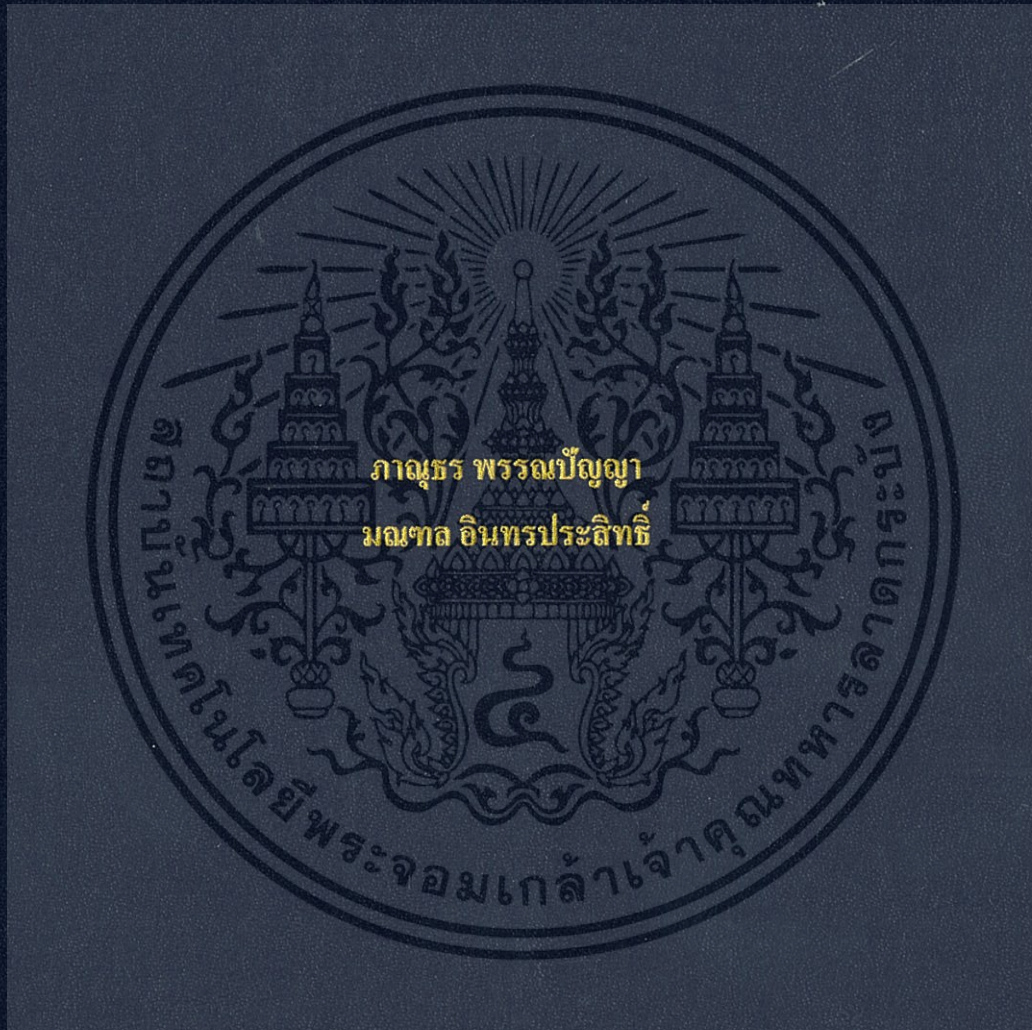


ระบบพัฒนาความจำผ่านโลกเสมือนจริง
MEMORY IMPROVING SYSTEM
USING VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ระบบพัฒนาความจำผ่านโลกเสมือนจริง
MEMORY IMPROVING SYSTEM
USING VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT



T149419



ภาควิชา วรรณคดี
มณฑล อินทประสิทธิ์

.b. 1288442X
.i.

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 149419
วันเดือนปี 7 ค.ศ. 2561

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบพัฒนาความจำผ่านโลกเสมือนจริง

MEMORY IMPROVING SYSTEM USING VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT

ผู้จัดทำ

1. นายภาณุธร พรธมปัญญา รหัสนักศึกษา 56010924

2. นายมณฑล อินทรประสิทธิ์ รหัสนักศึกษา 56010963



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบพัฒนาความจำผ่านโลกเสมือนจริง

นายภาณุธร พรรณปัญญา 56010924

นายมงคล อินทรประสิทธิ์ 56010963

ดร.ชมพูนท จินจาคาม อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

โรคอัลไซเมอร์เป็นโรคชนิดหนึ่งในกลุ่มโรคภาวะสมองเสื่อมที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ โดยปกติแล้วจะทำกรวินิจฉัยในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 65 ปี ก่อนการเข้าสู่ภาวะสมองเสื่อม ผู้ป่วยจะมีระดับความจำลดลงเนื่องจากอายุที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการดำรงชีวิต ในระยะถัดมาผู้ป่วยจะมีการสูญเสียความสามารถด้านกระบวนการคิด ความจำระยะสั้น การบริหารจัดการ เช่น การจัดการรายรับ-รายจ่ายในชีวิตประจำวัน เป็นต้น อาการในระยะนี้ถูกเรียกว่า “ภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย” ซึ่งภายในระยะนี้ยังเป็นระยะที่สามารถฝึกพัฒนาความจำ ช่วยเพิ่มระดับการเรียนรู้ และลดโอกาสการเข้าสู่ภาวะสมองเสื่อมได้

เพื่อฝึกพัฒนาความจำของผู้มีภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อยรวมถึงบุคคลทั่วไป โดยใช้หลักการออกแบบเนื้อหาตามการฝึกการเรียนรู้ของสมอง เพื่อช่วยลดความตึงเครียด รวมถึงเพิ่มความสุขสนุกสนานจากการทำการฝึกความจำปกติ โครงการนี้จึงได้นำเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงมาใช้ในการสร้างระบบพัฒนาความจำ ซึ่งสามารถจำลองสิ่งของจากโลกความเป็นจริงลงในโลกเสมือนจริงได้ โดยใช้แว่นตาแสดงภาพเสมือนจริงเป็นตัวช่วยแสดงผลโลกเสมือนจริงราวกับว่าผู้ใช้เข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริง

Memory Improving System using Virtual Reality

Environment

Mr. Phanuthon Phanpanya 56010924

Mr. Monthon Intraraprasit 56010963

Dr. Chompoonuch Jinjakam Advisor

Academic Year 2016

ABSTRACT

Alzheimer's disease is a type of dementia that cannot be completely cured. Normally, Alzheimer's disease will be diagnosed in old adults over 65 years old. Before entering dementia, patients with normal aging change do not have an effect on their daily life. On the next stage, the brain will lose the ability to thinking process, short-term memory, and executive function; for example, revenue and expenditure management in daily life. At this stage called "Mild Cognitive Impairment (MCI)". Fortunately, patients can practice their cognition in order to increase levels of cognition and decreased the chance for entering dementia.

The goal of this project is practicing cognition of MCI patients by using principles of design for cognitive training. In order to decrease patient's stress and make happiness happen during practicing memory, our project uses Virtual Reality (VR) technology to create a system which can simulate things from the real world to Virtual Reality. Virtual Reality glasses are assisted for displaying Virtual Reality. Hence, users will experience immersive Virtual Reality world.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย
โครงการฉบับนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ หากปราศจากการช่วยเหลือจากบุคคลเหล่านี้

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ชมพูนุท จินจาคาม ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ความช่วยเหลือใน
การทำโครงการ

คุณหมอและคณะทำงานจากโรงพยาบาลรามาริบัติ ได้แก่ พญ. ดาวชมพู นาเควีโร
จิตแพทย์ น.ส. จารุณี วิทยาจักษ์ นักจิตวิทยา และ น.ส. พลินท์ชญา พัชรพิสิษฐกุล นักกิจกรรมบำบัด
ที่ให้คำปรึกษาในด้านการฝึกความจำ

อาจารย์และบุคลากรต่าง ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ให้คำแนะนำและความรู้
ตลอดการศึกษา

ท้ายที่สุดขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่เลี้ยงดู สั่งสอน สนับสนุน โอกาสใน
การศึกษา และคอยให้กำลังใจเสมอมา

กาญจนา พรรณปัญญา
มณฑล อินทรประสิทธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 ข้อยกเว้นของโปรแกรม.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความผิดปกติเล็กน้อยของความสามารถสมอง (Mild Cognitive Impairment : MCI).....	4
2.2 การฝึกการเรียนรู้ (Cognitive training).....	4
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.4 Unreal Engine 4.....	6
2.5 Autodesk 3ds Max.....	7
2.6 Virtual Reality glasses.....	8
2.7 Oculus Rift Constellation sensor.....	8
2.8 Oculus Touch Controllers.....	9
2.9 HTML CSS และ JavaScript.....	10
2.10Spring Framework.....	10
2.11MySQL.....	10
2.12Apache.....	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนา.....	11
3.1 ความต้องการของระบบ.....	11
3.2 ภาพรวมของระบบ.....	12
3.3 รายละเอียดการทำงานของระบบ.....	15
3.4 การสร้างโมเดลที่ใช้ในระบบ.....	16
3.5 การสร้างเนื้อหาของระบบ.....	18
3.6 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน.....	19
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	25
4.1 การทดลอง.....	25
4.2 ผลการทดลอง.....	25
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	36
5.1 บทสรุป.....	36
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข.....	36
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	37
เอกสารอ้างอิง.....	38

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 หน้าต่างของ Unreal Engine 4.....	6
2.2 แบบจำลองจากซอฟต์แวร์ 3d Max.....	7
2.3 Oculus Rift headset	8
2.4 Oculus Rift Constellation sensor.....	9
2.5 Oculus Touch.....	9
3.1 ภาพรวมของระบบในส่วนการฝึกความจำ	12
3.2 ภาพรวมของระบบในส่วนแสดงผลข้อมูลสถิติ	12
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในระบบ	13
3.4 แผนผังปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับระบบส่วนฝึกความจำ	13
3.5 System Architecture.....	14
3.6 ER diagram ของระบบ	15
3.7 บล็อกไดอะแกรมของระบบส่วนฝึกความจำ	15
3.8 บล็อกไดอะแกรมของระบบส่วนแสดงผลข้อมูลสถิติ.....	16
3.9 การสร้างโมเดลของเตียง	17
3.10 ภาพการจัดการพื้นที่ผิวที่แสดงคกระหบบวัตถุ	17
3.11 การจัดการ โมเดล ในพื้นที่	18
3.12 หน้าแรกของระบบพัฒนาความจำ.....	19
3.13 หน้าสำหรับเลือกสิ่งของที่ต้องการ	19
3.14 ภายในโลกเสมือน	20
3.15 หน้าสิ่งของในกระเป๋า	20
3.16 หน้าสำหรับการประเมินผลการจดจำสิ่งของ	21
3.17 หน้าสำหรับการประเมินผลการจดจำสถานที่	21
3.18 หน้าสำหรับเฉลยแบบประเมินผล	22
3.19 หน้าหลักของส่วนแสดงผลข้อมูลสถิติ.....	22
3.20 หน้าแสดงผลข้อมูลการใช้งานระบบพัฒนาความจำ	23
3.21 หน้าแสดงผลสถิติการประเมินด้านต่าง ๆ	24
4.1 คะแนนของกลุ่มที่ 1 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสิ่งของ.....	26
4.2 คะแนนของกลุ่มที่ 1 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสถานที่.....	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.3 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 1 ในระดับง่าย.....	27
4.4 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสิ่งของ.....	27
4.5 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสถานที่.....	28
4.6 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 2 ในระดับง่าย.....	28
4.7 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับปานกลางด้านการจดจำสิ่งของ.....	29
4.8 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับปานกลางด้านการจดจำสถานที่.....	29
4.9 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 2 ในระดับปานกลาง.....	30
4.10 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับยากด้านการจดจำสิ่งของ.....	30
4.11 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับยากด้านการจดจำสถานที่.....	31
4.12 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 2 ในระดับยาก.....	31
4.13 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพในการใช้งาน Virtual Reality.....	32
4.14 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับความน่าสนใจในการจำลองสภาพแวดล้อม.....	33
4.15 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับความสะดวกในการใช้เครื่องจำลองสภาพแวดล้อม.....	33
4.16 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับกิจกรรมนี้ช่วยกระตุ้นความจำของผู้ใช้.....	34
4.17 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับประยุกต์การกระตุ้นความจำไปใช้ในชีวิตประจำวัน.....	34
4.18 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับความยาก-ง่ายของกิจกรรม.....	35
4.19 แผนภูมิแสดงเกี่ยวกับอาการวิงเวียนศีรษะหรือรู้สึกไม่สบายจากการทำกิจกรรม.....	35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

โรคอัลไซเมอร์ [1] เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับภาวะเสื่อมของสมอง ซึ่งไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ โดยส่วนใหญ่แล้วจะเกิดในผู้สูงอายุ แต่ก็ยังสามารถเกิดขึ้นในคนอายุน้อย ซึ่งจะมีการรุมเร้าของโรคน้อยกว่า อาการเบื้องต้นของผู้ป่วยในระยะแรก คือ การสูญเสียความทรงจำ เช่น ไม่สามารถจำสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ เมื่อเวลาผ่านไปจะมีอาการอารมณ์แปรปรวนหงุดหงิดง่าย วางของผิดที่ มีปัญหาเรื่องการสนทนา เนื่องจากไม่ทราบว่า จะสนทนาต่ออย่างไร สูญเสียการทำงานของร่างกาย และร้ายแรงที่สุดคือการสูญเสียชีวิต โดยโรคอัลไซเมอร์ยังคงมีแนวโน้มจะมีผู้ป่วยจำนวนเพิ่มขึ้นในอนาคต

ภาวะภาวะสมองเสื่อม (โรคอัลไซเมอร์) เป็นระยะสุดท้ายหลังจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความชรา และภาวะภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความชราเป็นระยะแรก ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน ในระยะถัดมาคือภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย เป็นระยะที่อาจสูญเสียความสามารถด้านกระบวนการคิด ความจำระยะสั้น การบริหารจัดการ เช่น การจัดการรายรับ-รายจ่าย เป็นต้น

จากปัญหาข้างต้นจะพบว่าผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคอัลไซเมอร์จะมีการสูญเสียความทรงจำในเรื่องต่าง ๆ และส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งวิธีสำคัญที่อาจจะช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นโรคอัลไซเมอร์ และการสูญเสียความทรงจำคือการฝึกการใช้สมองในเรื่องต่าง ๆ โดยจะเน้นไปที่ภาวะภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย (Mild Cognitive Impairment : MCI) ซึ่งเป็นระยะที่ยังคงสามารถฝึกความจำได้ จากงานวิจัย Memory training (MT) in mild cognitive impairment (MCI) generates change in cognitive performance [2] พบว่าหลังจากการฝึกความจำ ทำให้ผู้ป่วยที่มีภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อยนั้นมีประสิทธิภาพองค์ความรู้ทั่วไปดีขึ้น ซึ่งมีผลลัพธ์เหมือนกับผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี การฝึกความจำจากงานวิจัยเป็นการสอนกลยุทธ์การจำให้กับผู้ป่วยที่ไม่ได้เน้นกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้ป่วย เช่น การเลือกซื้อของ เป็นต้น เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับการใช้ชีวิตของผู้ป่วย การออกแบบระบบที่จำลองโลกความเป็นจริงและตรงกับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน จะช่วยให้ผู้ป่วยสามารถฝึกความจำได้โดยไม่รู้สึกรู้ว่าได้รับคำสั่ง และไม่กดดัน โดยระบบสามารถออกแบบให้ฝึกความจำได้ในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งการเน้นไปที่การฝึกด้านความจำภาพ (Visual memory) ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) และการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Function) [3] ที่เป็นส่วนหนึ่งใน cognitive functioning (สมรรถนะของการรู้

คิด) จะเหมาะสมกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้ป่วย สามารถช่วยให้ผู้ป่วยฝึกความจำด้าน ความจำภาพ ความจำระยะสั้น และการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์

ปัจจุบันเทคโนโลยีพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถจำลองโลกความเป็นจริงลงมาเป็นโลก เสมือนได้ ดังนั้นถ้านำเทคโนโลยีการสร้างโลกเสมือนมาใช้ในการฝึกความจำไม่เพียงแต่จะช่วย พัฒนาความจำเพียงอย่างเดียว แต่จะช่วยในเรื่องความเหมือนจริงในชีวิตจริงของผู้ป่วยในระยะ ภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อยได้ นอกจากนี้ยังอาจจะสามารถนำมาใช้กับบุคคล ทั่วไป สำหรับการบริหารสมองอีกด้วย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- 1) เพื่อฝึกฝนความจำภาพ ความจำระยะสั้น และการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ ให้กับผู้ป่วย MCI และบุคคลทั่วไป
- 2) เพื่อชะลอโอกาสการป่วยจากโรคอัลไซเมอร์
- 3) เพื่อใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงสร้างระบบพัฒนาความจำ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) พัฒนาความจำในด้านความจำภาพ ความจำระยะสั้น การรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ และ กระบวนการคิด โดยใช้ความสอดคล้องของสภาพแวดล้อมระหว่างโลกเสมือนและโลก ความเป็นจริง
- 2) ผู้ใช้งานไม่เกิดความเครียด และผ่อนคลายในการฝึกความจำ

1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ระบบสามารถแสดงภาพโลกเสมือนจริงในลักษณะ 3 มิติ
- 2) ผู้ใช้งานสามารถใช้ร่างกายในการควบคุมผ่านอุปกรณ์ Oculus Rift และ Oculus Touch
- 3) ผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งของตัวเอง และสามารถเลือกสิ่งของจากรายการ ไปวางบนวัตถุในห้องที่ถูกออกแบบไว้ได้
- 4) ระบบสามารถเก็บผลการทดสอบของผู้ใช้ และสามารถแสดงผลสถิติการใช้งานได้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) สืบค้นข้อมูลงานวิจัยทางด้านภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย
- 2) ทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
- 3) ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านจิตเวชศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อหาของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ออกแบบเนื้อหาของระบบ
- 5) สร้างเนื้อหาของระบบที่ได้ออกแบบ
- 6) ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมในการปรับปรุงแก้ไข
- 7) ทดสอบระบบกับผู้ป่วยที่มีภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อยและบุคคลทั่วไป เก็บผลการทดสอบ
- 8) สรุปผลการทดสอบการใช้งานระบบกับผู้ป่วยและบุคคลทั่วไป

1.6 ข้อจำกัดของโปรแกรม

- 1) หาก Oculus Sensor ไม่สามารถระบุตำแหน่งของ Oculus Rift หรือ Oculus Touch ได้ อันเนื่องมาจาก Oculus Sensor ถูกบัง โดยผู้ใช้งานจะทำให้ระบบเกิดความผิดพลาดได้
- 2) ระยะการใช้งานของ Oculus Sensor ที่ดีที่สุด คือ 2 เมตร * 1.5 เมตร ผู้ใช้งานไม่สามารถควบคุมระบบได้หากอยู่ภายนอกระยะนี้ เนื่องจากอยู่นอกพื้นที่ของ Oculus Sensor
- 3) ใช้ Oculus Rift และ Oculus Touch ในการควบคุมระบบ
- 4) สามารถหยิบและวางวัตถุในโลกเสมือนจริงได้เฉพาะวัตถุและสถานที่ที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่สามารถเคลื่อนที่ หรือเปิด-ปิด วัตถุ นอกเหนือจากนี้ได้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความผิดปกติเล็กน้อยของความสามารถสมอง (Mild Cognitive Impairment : MCI)

ภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย [4]-[7] เป็นอาการป่วยในบางคนที่มีความผิดปกติด้านความรู้ความเข้าใจ ซึ่งเป็นความสามารถทางด้านความจำและการคิด อาการไม่ได้ร้ายแรงเพียงพอที่จะรบกวนการใช้ชีวิตประจำวันอย่างมีนัยสำคัญ และยังไม่ได้ถูกกำหนดว่าจะกลายเป็นภาวะสมองเสื่อม จากการประมาณการ 5 – 20 % ของผู้ที่มีอายุมากกว่า 65 ปี จะเป็น MCI ซึ่งไม่ใช่ภาวะสมองเสื่อม แต่มีแนวโน้มที่จะพัฒนาเข้าสู่ภาวะสมองเสื่อม

อาการของบุคคลที่เป็น MCI จะมีปัญหาเล็กน้อย 1 อย่างหรือมากกว่านั้น ดังต่อไปนี้

- 1) ความจำ – ยกตัวอย่าง ลืมเหตุการณ์ที่เพิ่งทำไปหรือการทำซ้ำในคำถามเดียวกัน
- 2) การให้เหตุผล การวางแผน หรือ การแก้ปัญหา – ยกตัวอย่าง พยายามในการคิดถึงสิ่งที่ผ่านมา
- 3) ความใส่ใจ – ยกตัวอย่าง เกิดความฟุ้งซ่านได้ง่าย
- 4) ภาษา – ยกตัวอย่าง ใช้เวลานานกว่าปกติในการหาคำที่ถูกต้องสำหรับบางสิ่ง
- 5) การรับรู้ระดับความลึกของภาพ – ยกตัวอย่าง พยายามตีความของวัตถุในลักษณะ 3 มิติ, การคาดเดาระยะทาง
- 6) การบริหารจัดการ – ยกตัวอย่าง การจัดการรายรับ-รายจ่าย

ผู้ที่เป็น MCI ในแต่ละคน การเปลี่ยนแปลงอาจทำให้ประสบปัญหาเล็กน้อยหรือต้องการความช่วยเหลือเล็กน้อยกับงานในชีวิตประจำวัน เช่น การจ่ายเงิน, การจัดยา และการขับรถ เป็นต้น โดยการหาผู้ป่วย MCI จะใช้ผลการทดสอบจาก Neuropsychological Test [8] ที่ครอบคลุมในหลาย ๆ ด้าน เช่น การใช้ภาษา ความจำ ความว่องไวในการทำงาน และความตั้งใจ เป็นต้น

2.2 การฝึกการเรียนรู้ (Cognitive training)

การฝึกการเรียนรู้ [9] หรืออาจจะเรียกว่าการออกกำลังกายสมอง มีการแสดงให้เห็นถึงสมมติฐานที่ว่าความสามารถของการเรียนรู้สามารถถูกจัดการหรือปรับให้ดีขึ้นได้โดยการออกกำลังกายสมอง เปรียบเสมือนสมรรถภาพทางกายที่ถูกจัดการปรับสภาพให้ดีขึ้นด้วยการออกกำลังกายในส่วน of ร่างกาย ซึ่งมีหลักฐานที่แน่ชัดว่าลักษณะ โครงสร้างของสมองยังคงสร้างได้ตลอดชีวิต และกิจกรรมทางจิตเวชมีส่วนลดความเสี่ยงของภาวะสมองเสื่อม เมื่อมีอายุสูงขึ้น โดยการฝึกการเรียนรู้

ที่ออกแบบในระบบนี้จะเป็นการฝึกความจำภาพ (Visual memory) ในการจดจำสิ่งของ การรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Function) ในการจดจำการวางของในแต่ละสถานที่ โดย Visual memory เป็นความสัมพันธ์ในการประมวลผลการรับรู้และการแปลงภาพในการเก็บข้อมูล รวมทั้งการเรียกคืนความจำ โดยความจำภาพจะรับข้อมูลผ่านดวงตา ซึ่งดวงตาจะรับข้อมูลสิ่งของและสถานที่ต่าง ๆ ส่วนการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์จะเป็นความสามารถในการรับรู้ตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ จากจุดอ้างอิงจุดหนึ่ง ซึ่งทักษะด้านนี้จะสามารถเชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ เพื่อสร้างผังข้อมูลให้เกิดขึ้นในการจดจำ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 Memory training (MT) in mild cognitive impairment (MCI) generates change in cognitive performance

งานวิจัยนี้ [2] เป็นการฝึกความจำในกลุ่มผู้ที่มีความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย เพื่อดูประสิทธิภาพที่เปลี่ยนไปของการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มควบคุมแบบปกติ (Normal Controls : NC) และกลุ่มผู้มีความผิดปกติเล็กน้อยของสมอง (Mild Cognitive Impairment : MCI) และแบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก Memory Training ใช้การฝึก 8 ครั้ง ในการเรียนรู้วิธีการช่วยจำ รวมถึงฝึกด้านความสนใจและด้านการบริหารจัดการ กลุ่มที่ 2 Educational Intervention ใช้การฝึกจำนวนครั้งเหมือนกับกลุ่ม Memory Training แต่ใช้เพียงเนื้อหาที่กำหนดมา และกลุ่มที่ 3 Control Group จะรับเฉพาะการทดสอบก่อนและหลังสำหรับการประเมินผล ซึ่งการวัดผลก่อนและหลังการฝึกจะใช้ค่าตัวแปรด้านความจำ โดยตัวแปรดังกล่าวมีดังต่อไปนี้ Categorical verbal fluency, FAS, RAVLT (learning, immediate และ delayed recall) และ RBMT (screening score, immediate story และ delayed story) ซึ่งจะเกี่ยวกับการใช้คำในการพูด การเรียกคืนความจำ การคิดเรื่องราว เป็นต้น

2.3.2 Can a Virtual Reality Cognitive Training Application Fulfill a Dual Role? Using the Virtual Supermarket Cognitive Training Application as a Screening Tool for Mild Cognitive Impairment

งานวิจัยนี้ [8] เป็นงานวิจัยที่ดูความสามารถของแอปพลิเคชันการฝึกการเรียนรู้โดยใช้โลกเสมือนจริงว่าสามารถใช้ในด้านอื่นได้หรือไม่ โดยการใช้แอปพลิเคชันการเรียนรู้ Virtual Supermarket (VSM) เป็นเครื่องมือในการคัดแยกผู้ที่มีความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อย ซึ่งการทดลองจะทำการแยกกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี และกลุ่มผู้มีความผิดปกติของความสามารถของสมอง ประสิทธิภาพของคนทั้ง 2 กลุ่มจะถูกเปรียบเทียบโดยใช้แอปพลิเคชัน Virtual Supermarket และเชื่อมโยงกับประสิทธิภาพของการทดสอบทางสภาพจิต (neuropsychological tests) ซึ่งขณะเดียวกันก็จะวัดประสิทธิภาพของการรวมระหว่างแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Virtual Supermarket และการทดสอบทางสภาพจิตทั่ว ๆ ไป โดย VSM ถูกออกแบบมาให้ใช้บนอุปกรณ์ tablet ระบบปฏิบัติการ Android การออกแบบจะออกแบบให้ผู้ใช้ไปซื้อของ แต่ละประเภทตามจำนวนที่กำหนดในรายการ และมีการจับเวลา ซึ่งผลของอัตราความถูกต้องในการแยกอยู่ที่ 87.30 % ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อยกับผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี ส่วน VSM ที่เชื่อมโยงกับการทดสอบทางสภาพจิตอื่น ๆ มีส่วนช่วยในการปรับค่าอัตราความถูกต้องในการแยกของ VSM สำหรับการคัดแยกผู้ที่มีภาวะความสามารถของสมองบกพร่องเล็กน้อยในจำนวนเล็กน้อย

จากงานวิจัยในข้อ 2.3.2 จะออกแบบแอปพลิเคชันในลักษณะของการฝึกความจำด้าน executive function [8] และใช้อุปกรณ์ tablet ในการแสดงผล ซึ่ง โครงการนี้ได้ปรับเปลี่ยนจากการซื้อของเป็นการเลือกสิ่งของที่ต้องการ ไปวางในสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการจะวาง และเพิ่มการฝึกความจำด้านการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ (Visuospatial Function) ให้ชัดเจนขึ้น โดยการให้ผู้ใช้จดจำสถานที่ที่นำสิ่งของไปวาง

2.4 Unreal Engine 4

Unreal Engine 4 (UE4) [10], [11] คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างเกม ตัวซอฟต์แวร์สามารถใช้สร้างเกมได้ตั้งแต่เกมปริศนาใน 2 มิติธรรมดา ไปจนถึงเกม 3 มิติกราฟฟิกระดับสูง หรือแม้แต่เกมแนว Virtual Reality (VR) ก็ยังสามารถสร้างได้ ตัว Unreal Engine นี้ถูกใช้ในอุตสาหกรรมเกมมานานมาก ตั้งแต่สตูดิโอเกมแนวอิสระเล็ก ๆ ไปจนถึงสตูดิโอเกมขนาดใหญ่



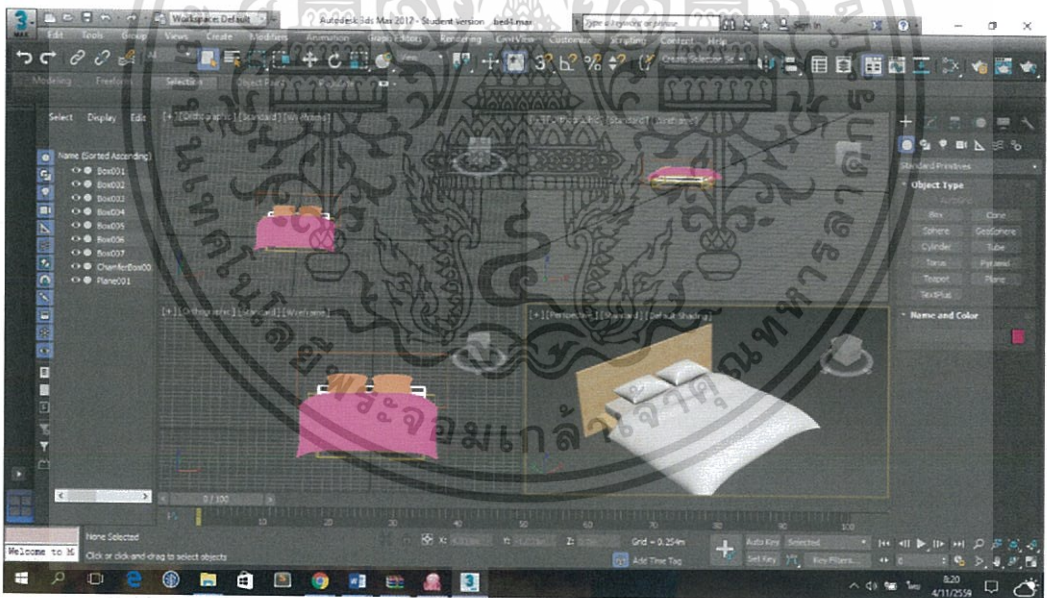
รูป 2.1 หน้าต่างของ Unreal Engine 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UE4 มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ช่วยนักพัฒนาเกมในการสร้างเกมหลายอย่าง สามารถนำ Model ที่ถูกสร้างมาจากซอฟต์แวร์ตัวอื่นไปลงในตัวเกมแล้วสามารถเขียนโปรแกรมหรือตั้งค่าผ่าน Interface ของ UE4 ให้ Model นั้นแสดงผลเป็นไปตามที่ต้องการได้ สามารถปรับตั้งค่าการมุมมอง แสงเงา ของด้านต่าง ๆ ในเกมได้ มี Blueprint เป็นตัวช่วยในการเขียนโปรแกรม และด้วยการใช้งานแบบ Direct Manipulation ทำให้นักพัฒนาตัวเกมเห็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ภายในเกมทันที ทำให้สามารถปรับแต่งสิ่งต่าง ๆ ในฉากได้อย่างรวดเร็ว

2.5 Autodesk 3ds Max

Autodesk 3ds Max เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างแบบจำลอง เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมและรายละเอียดลักษณะของแบบจำลอง โดยมีเครื่องมือต่าง ๆ เป็นตัวช่วยในการสร้างแบบจำลองแบบจำลองที่สามารถสร้างได้จะเป็นคน สถานที่ หรือสิ่งของ นอกจากนี้ยังสามารถจัดการเรื่องพื้นที่ของแสงที่ตกกระทบบนวัตถุได้ โดยการนำไปใช้จะบันทึกไฟล์เป็นประเภท FBX ซึ่งเป็นไฟล์สำหรับแบบจำลอง 3 มิติ



รูป 2.2 แบบจำลองจากซอฟต์แวร์ 3d Max

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Virtual Reality glasses

Virtual Reality glasses (VR glasses) [12] เป็นอุปกรณ์สวมใส่ลักษณะคล้ายแว่นตา ที่นำมาใช้ในการแสดงผลภาพเสมือนจริง โดยจะแสดงผลออกมาในลักษณะ 3 มิติ ให้เหมือนกับผู้ใช้เข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริง เลนส์ของ VR glasses จะเป็นตัวตอบสนองสำหรับการแสดงผลระยะวัตถุกับความกว้างของมุมมอง ซึ่งมีการจัดการจุดโฟกัสของระยะที่เหมาะสม โดยการจัดการในเรื่องของค่าคงที่ของจุดโฟกัส ถือเป็นเรื่องสำคัญอย่างมากเพราะจะช่วยป้องกันอาการปวดตา VR glasses ที่นำมาใช้ในงานนี้ คือ Oculus Rift [13]

Oculus Rift headset ใช้การแสดงผลเป็น OLED โดยมีความละเอียดในแต่ละเลนส์เป็น 1080×1200 โดยแต่ละเลนส์มี refresh rate เป็น 90 Hz มีการแสดงข้อมูลภาพที่ใช้เวลา 2 มิลลิวินาทีในแต่ละเฟรม และใช้การรีเฟรชแบบ global ทำให้ไม่เกิดภาพมัวและการสั่นบนหน้าจอปกติ ซึ่งมีการใช้เลนส์สำหรับมองในมุมมองกว้าง และสามารถปรับระยะห่างระหว่างเลนส์ได้เพื่อให้เข้ากับระยะสายตาของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน ซึ่งมีการใส่หูฟังเข้ามาด้วย นอกจากนี้แล้วยังสามารถหมุนได้ในแกนอิสระทั้ง 6 ทิศ ในแกน X, Y, Z, Roll, Pitch และ Yaw และมีการตรวจจับตำแหน่ง ซึ่งการตรวจจับจะใช้ระบบตรวจจับ Constellation ของ Oculus headset

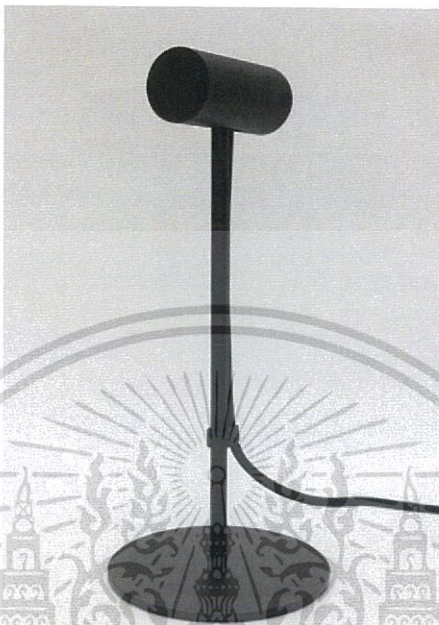


รูป 2.3 Oculus Rift headset

2.7 Oculus Rift Constellation sensor

Constellation เป็นระบบตรวจจับตำแหน่งของแว่น Oculus Rift headset เพื่อใช้ตรวจจับส่วนหัวของผู้ใช้ Constellation ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟราเรด ซึ่งออกแบบมาเพื่อติดตามอุปกรณ์ VR โดยอุปกรณ์ VR ที่ติดตั้งชุด LED อินฟราเรดไว้ภายในพื้นผิวและมีการตั้งค่ารูปแบบการกระพริบไว้ ช่วยให้ระบบสามารถติดตามตำแหน่งของอุปกรณ์ VR ได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้แล้ว

Constellation สามารถใช้ได้หลายอัน เพื่อทำงานร่วมกันในกรณีที่ต้องใช้อุปกรณ์ VR หลายอัน เช่น ใช้ Oculus Rift headset ร่วมกับ Oculus Touch



รูป 2.4 Oculus Rift Constellation sensor

2.8 Oculus Touch Controllers

Oculus Touch เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมมือในโลกเสมือน ในการใช้งานทั่วไปจะมีจำนวน 2 ชิ้น สำหรับมือซ้ายและมือขวา บนตัวอุปกรณ์จะมี joystick, ปุ่ม และทริกเกอร์ เพื่อใช้ในการควบคุม Oculus Touch เป็นอุปกรณ์ที่สามารถถูกตรวจจับ โดยระบบ Constellation เพื่อให้สามารถนำไปแสดงในสิ่งแวดล้อมโลกเสมือนได้ ช่วยให้ผู้ใช้เห็นการควบคุมของมือ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจจับท่าทางของการใช้นิ้ว เมื่อผู้ใช้ถือตัว Oculus Touch



รูป 2.5 Oculus Touch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 HTML CSS และ JavaScript

HTML [14] เป็นภาษาในการเขียน website โดยลักษณะของภาษาจะใช้ Tag (<>) ในการกำหนดการแสดงผลบนหน้า page ซึ่ง HTML เป็นการเชื่อมต่อข้อความต่าง ๆ ผ่านการลิงค์

CSS [14] เป็นภาษาที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผลของเอกสาร ซึ่งรูปแบบของ CSS จะใช้คำว่า “Style” ในการจัดรูปแบบของเอกสารในหน้าของ HTML โดยการจัดเอกสารสามารถจัดได้ทั้งสีของข้อความและพื้นหลัง การจัดวางข้อความ เป็นต้น ซึ่งสามารถเขียนไฟล์ CSS แยกแล้วเรียกใช้ใน HTML ได้ในการจัดเอกสารแต่ละ Tag ของ HTML

JavaScript [15] เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมในการสร้างและพัฒนา website ซึ่งใช้ร่วมกับ HTML และ CSS เพื่อช่วยให้ website มีลูกเล่นมากขึ้น และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ นอกจากนี้ยังสามารถเขียนอ็อกเจ็ทได้ เช่น การตรวจสอบเงื่อนไข การทำงานที่ต้องทำซ้ำหลาย ๆ รอบ เป็นต้น

2.10 Spring Framework

Spring Framework [16] เป็น Back-End Framework ตัวหนึ่งสำหรับภาษา Java สามารถใช้ในการสร้าง Web service หรือ Web application ได้ จุดเด่นของ Spring Framework คือ Dependency Injection ซึ่งช่วยในการควบคุม Life cycle ของ Object ต่างๆ ในตัวโปรแกรมได้

2.11 MySQL

MySQL [17] เป็นซอฟต์แวร์ Open-source ระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational ที่มีความนิยมทั่วโลกสูงที่สุดโดย MySQL ใช้ภาษา SQL ในการ query ข้อมูล

2.12 Apache

Apache [18] เป็นซอฟต์แวร์ Web server ที่ทำหน้าที่จัดเก็บ homepage และส่ง homepage ไปยัง Browser ต่าง ๆ เมื่อมีการเรียกใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนา

3.1 ความต้องการของระบบ

3.1.1 Input / Output Specification

1) Input Specification

ส่วนของการฝึกความจำ

- การเคลื่อนไหวส่วนหัวของผู้ใช้จากอุปกรณ์ Oculus Rift headset
- การเคลื่อนไหวมือและการกดปุ่มของผู้ใช้จากอุปกรณ์ Oculus Touch

ส่วนของการแสดงข้อมูลการทดสอบ

- ข้อมูลการทดสอบของการฝึกความจำและประวัติผู้ใช้

2) Output Specification

ส่วนของการฝึกความจำ

- ภาพของโลกเสมือนจริงจากการเคลื่อนไหวของผู้ใช้ในลักษณะ 3 มิติ

ส่วนของการแสดงข้อมูลการทดสอบ

- สถิติการใช้งานระบบพัฒนาความจำ

3.1.2 Functional

ส่วนของการฝึกความจำ

- 1) ผู้ใช้สามารถใช้ร่างกายส่วนหัวและมือในการควบคุม avatar ในระบบ
- 2) ผู้ใช้สามารถหยิบและวางวัตถุตามรายการที่กำหนดในโลกเสมือนจริงได้
- 3) ผู้ใช้สามารถทำแบบประเมินผลหลังจากการหยิบและวางวัตถุได้
- 4) ระบบสามารถเก็บข้อมูลการทดสอบของผู้ใช้ได้

ส่วนของการแสดงข้อมูลการทดสอบ

- 1) ผู้ใช้ค้นหาข้อมูลสถิติการใช้งานการฝึกความจำได้
- 2) ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลบุคคลที่ทำการฝึกความจำได้
- 3) ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลสถิติการใช้งานได้
- 4) ผู้ใช้สามารถลบข้อมูลสถิติการใช้งานการฝึกความจำได้

3.2 ภาพรวมของระบบ

ระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการใช้งานสำหรับฝึกความจำ ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงผลสถิติการใช้งานจากส่วนฝึกความจำ

ส่วนการใช้งานการฝึกความจำ

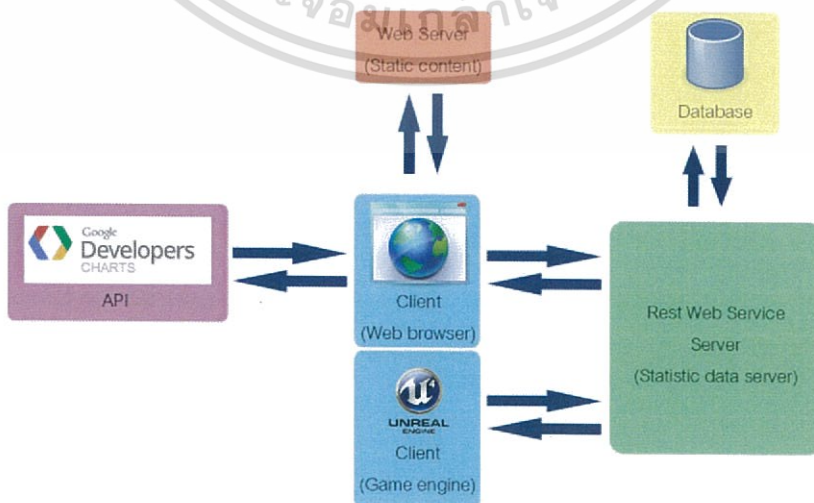
การออกแบบจะให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ VR ซึ่งมี Oculus Rift headset , Oculus Touch และ Oculus Rift Constellation sensor รับข้อมูลจากอุปกรณ์ VR แล้วนำไปควบคุมระบบ โดยหลังจากการประมวลผลจะส่งภาพไปยัง Oculus Rift headset เพื่อแสดงผลให้เสมือนว่าอยู่ภายในโลกเสมือนจริง



รูป 3.1 ภาพรวมของระบบในส่วนการฝึกความจำ

ส่วนการแสดงผลข้อมูลสถิติ

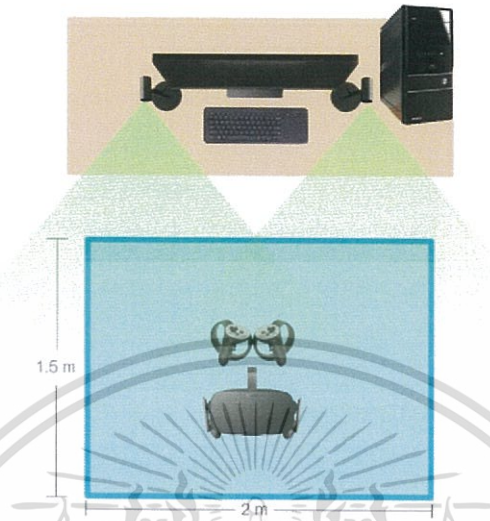
การออกแบบจะให้ Game engine ส่งข้อมูลการใช้งานให้ Statistic data server เพื่อนำข้อมูลไปเก็บใน Database เมื่อต้องการดูข้อมูลการใช้งาน สามารถใช้ Web browser เข้าไปถึง Web page ซึ่งเป็น Static content มาจาก Web Server หลังจากนั้นจึงไปดึงข้อมูลการใช้งานจาก Statistic data server มาแสดงใน Web page



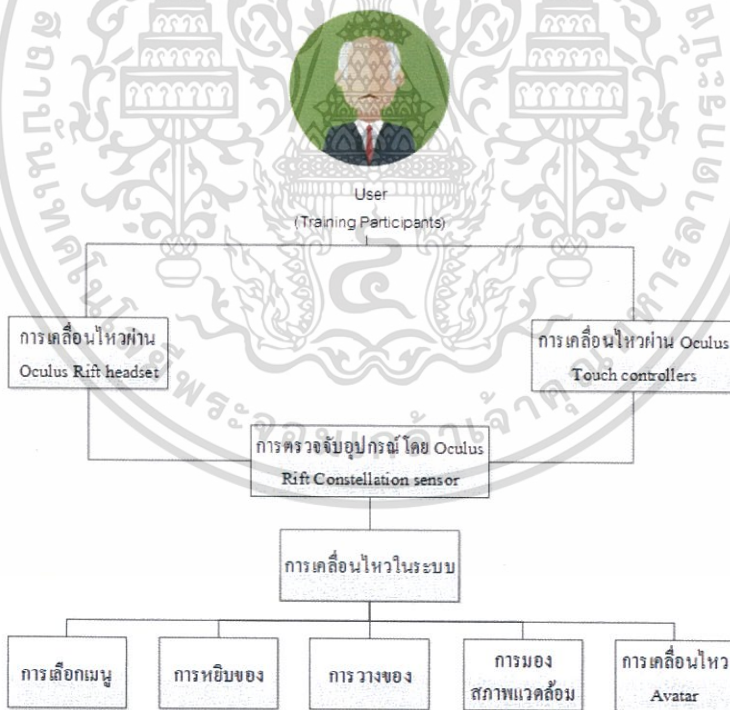
รูป 3.2 ภาพรวมของระบบในส่วนแสดงผลข้อมูลสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างระบบพัฒนาความจำผ่านโลกเสมือนจริงต้องใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้



รูป 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในระบบ

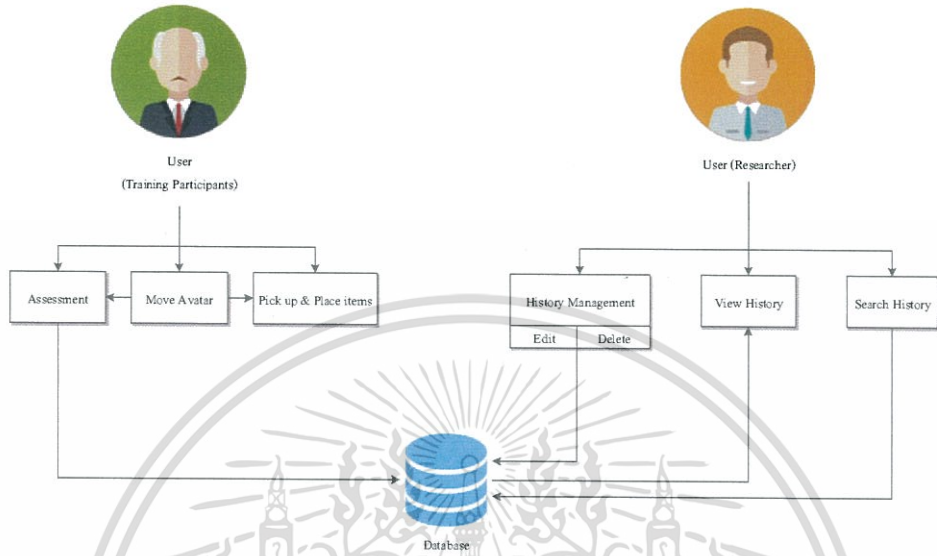


รูป 3.4 แผนผังปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้กับระบบส่วนฝึกความจำ

ส่วนของการเคลื่อนไหวผ่าน Oculus Rift headset และการเคลื่อนไหวผ่าน Oculus Touch Controllers เป็นการเคลื่อนไหวส่วนหัวและส่วนมือของผู้ใช้ จากนั้นข้อมูลตำแหน่งของอุปกรณ์ทั้งสองจะถูกตรวจจับโดย Oculus Rift Constellation sensor และนำตำแหน่งของอุปกรณ์ไปใช้ต่อใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนไหวในระบบ ซึ่งการเคลื่อนไหวของระบบแบ่งออกเป็นการเลือกเมนู การหีบของ การวางของ การมองสภาพแวดล้อม และการขยับมือ



รูป 3.5 System Architecture

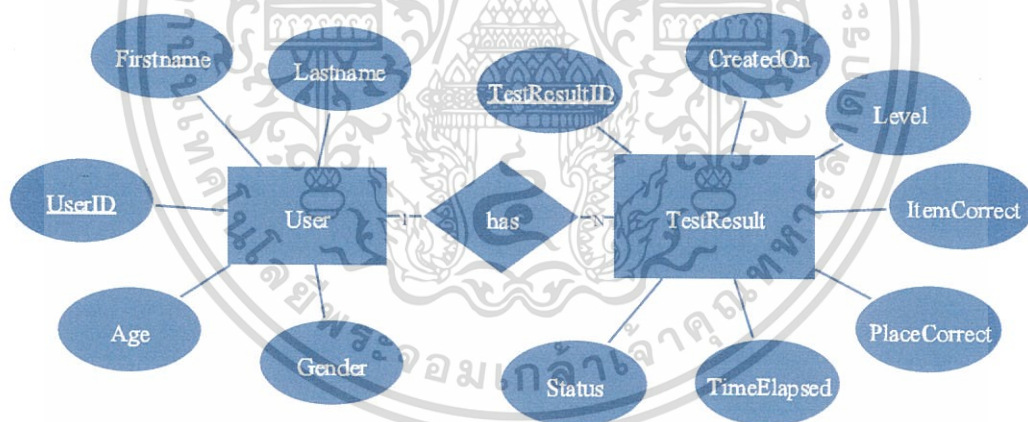
System Architecture แบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก คือ ผู้ใช้ที่ฝึกความจำ กลุ่มที่สอง คือ ผู้ใช้ที่เป็นนักวิจัยหรือผู้ที่ต้องการดูผลการใช้งาน

- Assessment เพื่อใช้ในการประเมินผลในระบบพัฒนาความจำ
- Move Avatar เพื่อใช้ในการเคลื่อนไหว Avatar ในระบบพัฒนาความจำ
- Pick up & Place items เพื่อใช้ในการหีบและวางของในระบบพัฒนาความจำ
- History Management เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลผู้ใช้ ซึ่งสามารถแก้ไขและลบข้อมูลการใช้งานของระบบพัฒนาความจำ
- View History เพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลสถิติการใช้งานระบบพัฒนาความจำ
- Search History เพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลสถิติการใช้งานระบบพัฒนาความจำ
- Database เพื่อใช้ในการเก็บประวัติการใช้งานของระบบพัฒนาความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

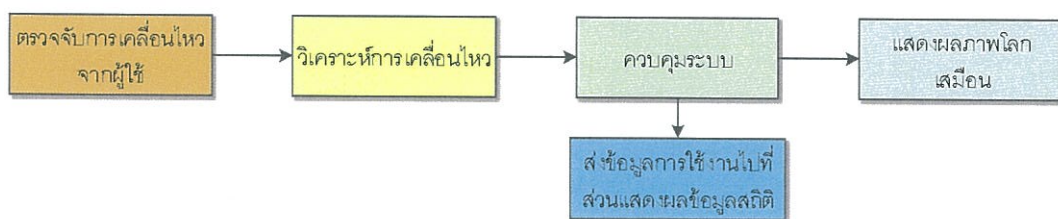
การจัดเก็บข้อมูลใน Database ของผู้ใช้ระบบพัฒนาความจำจะมีดังต่อไปนี้

- userid (bigint) เป็นเลขประจำตัวของผู้ใช้
- firstname (varchar) เป็นชื่อของผู้ใช้
- lastname (varchar) เป็นนามสกุลของผู้ใช้
- age (int) เป็นอายุของผู้ใช้
- gender (enum ('MALE','FEMALE')) เป็นเพศของผู้ใช้
- testresultid (bigint) เป็นการใช้งานแต่ละครั้ง
- createdon (datetime) เป็นเวลาหลังจากทำแบบประเมินผล
- level (enum ('EASY','NORMAL','HARD')) เป็นระดับความยากของการใช้งานระบบพัฒนาความจำ
- itemcorrect (int) เป็นการประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของ
- placecorrect (int) เป็นการประเมินผลด้านการจดจำสถานที่
- timeelapsed (int) เป็นเวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผล
- status (enum ('SHOW','HIDDEN')) เป็นการตรวจสอบจากผู้ใช้ว่ามีการลบข้อมูลหรือไม่



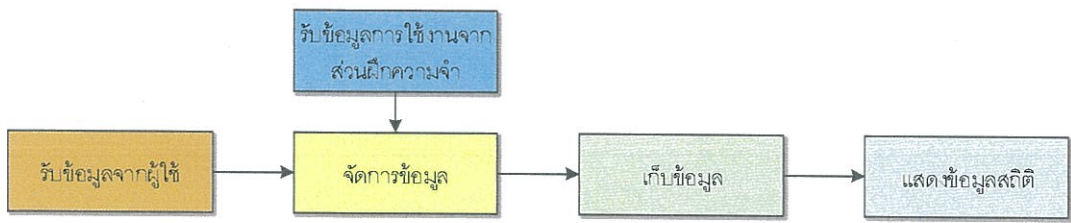
รูป 3.6 ER diagram ของระบบ

3.3 รายละเอียดการทำงานจากระบบ



รูป 3.7 บล็อกไดอะแกรมของระบบส่วนฝึกความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.8 บล็อกไดอะแกรมของระบบส่วนแสดงผลข้อมูลสถิติ

ส่วนระบบพัฒนาความจำ

- 1) ตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากผู้ใช้ อุปกรณ์ Oculus Rift headset , Oculus Touch ตรวจสอบการเคลื่อนไหวการหันหน้า การขยับมือ การกดปุ่ม และส่งข้อมูลไปที่ส่วนวิเคราะห์การเคลื่อนไหว
- 2) วิเคราะห์การเคลื่อนไหว Oculus Rift Constellation sensor จะวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของผู้ใช้ โดยดูว่าเป็นการเคลื่อนไหวส่วนใดบ้างจากตำแหน่งของอุปกรณ์ Oculus Rift headset และ Oculus Touch และส่งข้อมูลไปที่ส่วนควบคุม
- 3) ควบคุมระบบ ในส่วนนี้จะมี avatar ซึ่งเป็นตัวจำลองของผู้ใช้ภายในเกม หลังจากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว avatar จะขยับตามการเคลื่อนไหวนั้น
- 4) เก็บข้อมูลการใช้งาน เมื่อผู้ใช้ควบคุมระบบจนทำการประเมินผลเสร็จสิ้น จะมีการส่งข้อมูลการใช้งานระบบพัฒนาความจำไปที่ Database เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งาน
- 5) แสดงผลภาพโลกเสมือน ในส่วนนี้ภาพที่แสดงบนคอมพิวเตอร์จะถูกส่งผ่านไปยัง Oculus Rift headset เพื่อแสดงผลภาพโลกเสมือนจริงของเกมในลักษณะ 3 มิติ

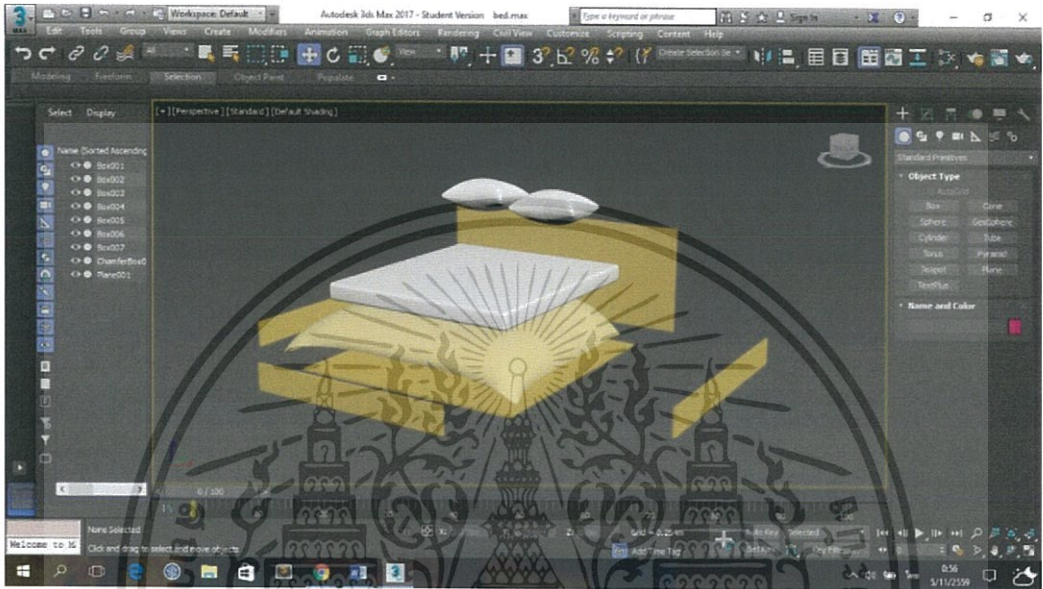
ส่วนระบบแสดงผลข้อมูลสถิติ

- 1) รับข้อมูลจากผู้ใช้ และข้อมูลจากการใช้งานส่วนฝึกความจำ ส่วนนี้จะรับข้อมูลที่ได้รับการประเมินผล ในส่วนของการฝึกความจำจากโปรแกรม Unreal Engine 4 (UE 4) และการแก้ไขข้อมูล การลบข้อมูลจากผู้ใช้
- 2) จัดการข้อมูล ส่วนนี้ข้อมูลจากโปรแกรม UE 4 และจากผู้ใช้จะถูกจัดการผ่าน Web service
- 3) เก็บข้อมูล หลังจากที่มีการจัดการข้อมูล ข้อมูลจะถูกนำไปเก็บใน MySQL Database
- 4) แสดงข้อมูลสถิติ ข้อมูลจาก Database จะถูกนำไปแสดงผลบน Homepage ที่เก็บไว้ที่ Apache web server โดยการเรียกข้อมูลผ่าน Web service

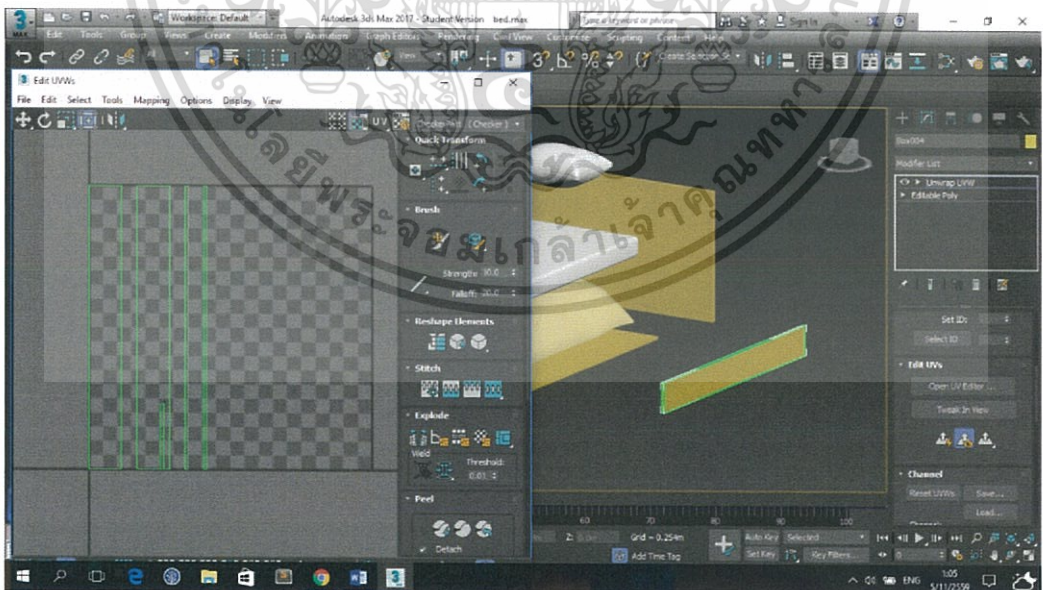
3.4 การสร้างโมเดลที่ใช้ในระบบ

การสร้างโมเดลจะสร้างโดยใช้โปรแกรม Autodesk 3dMax สามารถทำได้โดยนำรูปภาพที่มีลักษณะ 3 มิติ หรือจินตนาการรูปร่างที่ต้องการจะสร้าง จากนั้นแยกส่วนประกอบของวัตถุแล้วเริ่มเอกสทรูชันเป็นเอกสตราที่สวงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสตราทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างทีละส่วนจากรูปทรงพื้นฐาน เช่น ทรงกลม ทรงลูกบาศก์ ระนาบ เป็นต้น แล้วทำการปรับวัตถุให้มี polygon เพิ่มขึ้น เพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนรูปทรงตามที่ต้องการ จากนั้นทำการใส่สีให้กับวัตถุ และจัดการกับพื้นที่ผิวที่แสงตกกระทบ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเนื้อหาของระบบและไม่เกิดกรณีพื้นที่ผิวที่แสงไม่สามารถเข้าถึงวัตถุได้



รูป 3.9 การสร้างโมเดลของเตียง

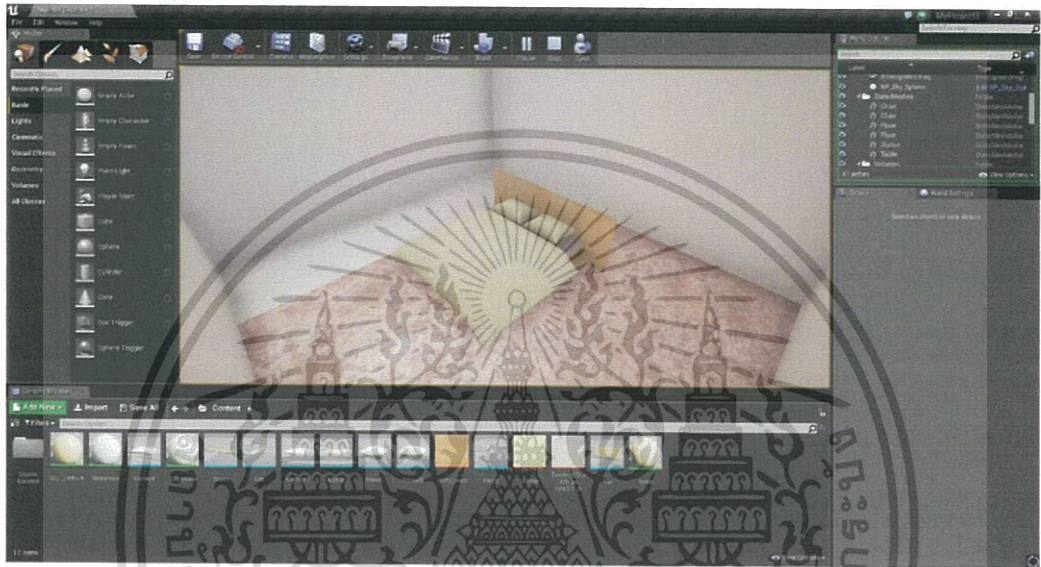


รูป 3.10 ภาพการจัดการพื้นที่ผิวที่แสงตกกระทบบนวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การสร้างเนื้อหาของระบบ

การสร้างเนื้อหาจะนำโมเดลที่ออกแบบมาจัดเรียงตามเนื้อหาที่ต้องการ ซึ่งไฟล์ของโมเดลจะเป็นไฟล์ชนิด FBX หรือไฟล์ประเภทโมเดล 3 มิติ หลังจากจัดเรียงตามต้องการแล้วจะมีการ build ไฟล์ เพื่อเป็นการดูจุดดกกระทบของแสงที่ลงไปยังวัตถุ หากเกิดปัญหาจุดมืดบนวัตถุจำเป็นต้องแก้ไฟล์โมเดลใน Autodesk 3dMax ใหม่



รูป 3.11 การจัดการโมเดลในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

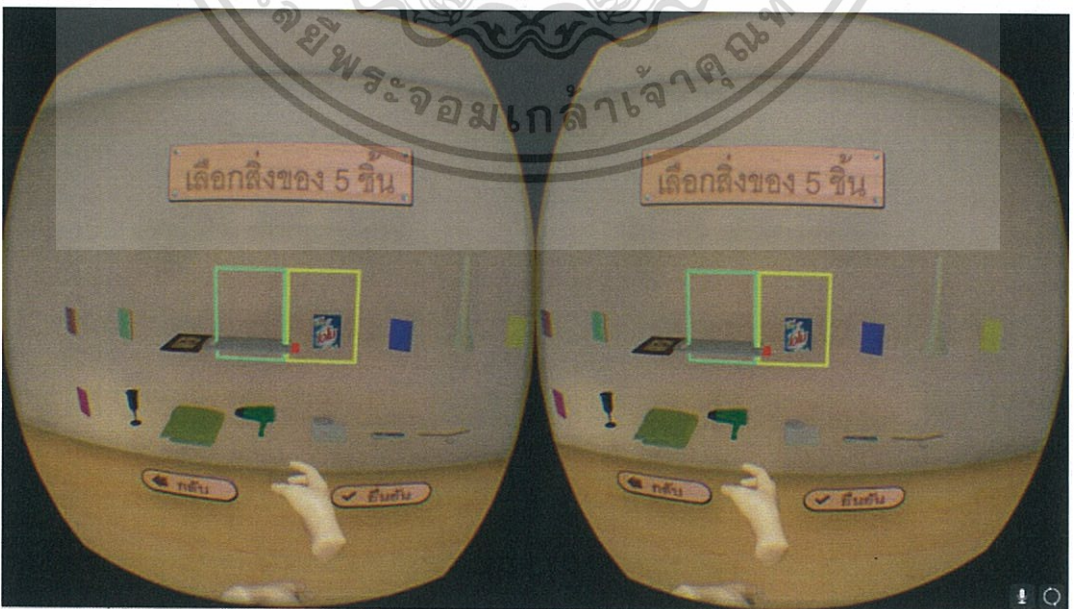
3.6 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ส่วนของการใช้ระบบพัฒนาความจำ



รูป 3.12 หน้าแรกของระบบพัฒนาความจำ

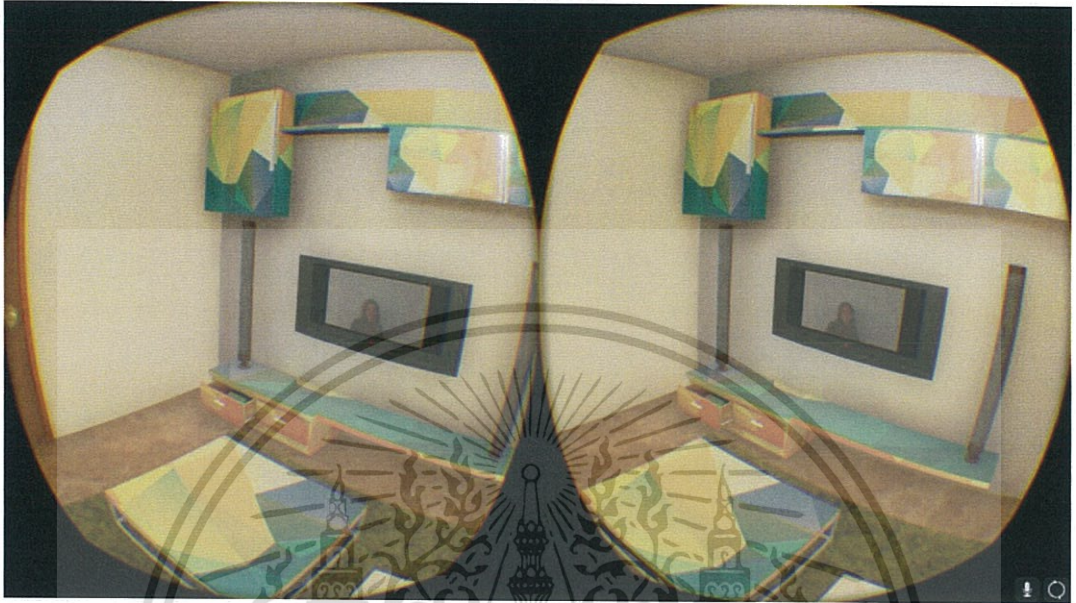
รูป 3.12 เป็นหน้าของระบบพัฒนาความจำ ผู้ใช้ต้องทำการเลือกระดับในการใช้งานก่อน ซึ่งมี 3 ระดับ คือ ระดับง่าย (จำนวนสิ่งของ 5 ชิ้น) ระดับกลาง (จำนวนสิ่งของ 7 ชิ้น) และระดับยาก (จำนวนสิ่งของ 10 ชิ้น) หลังจากนั้นกดปุ่มเริ่มเพื่อเริ่มการฝึก



รูป 3.13 หน้าสำหรับเลือกสิ่งของที่ต้องการ

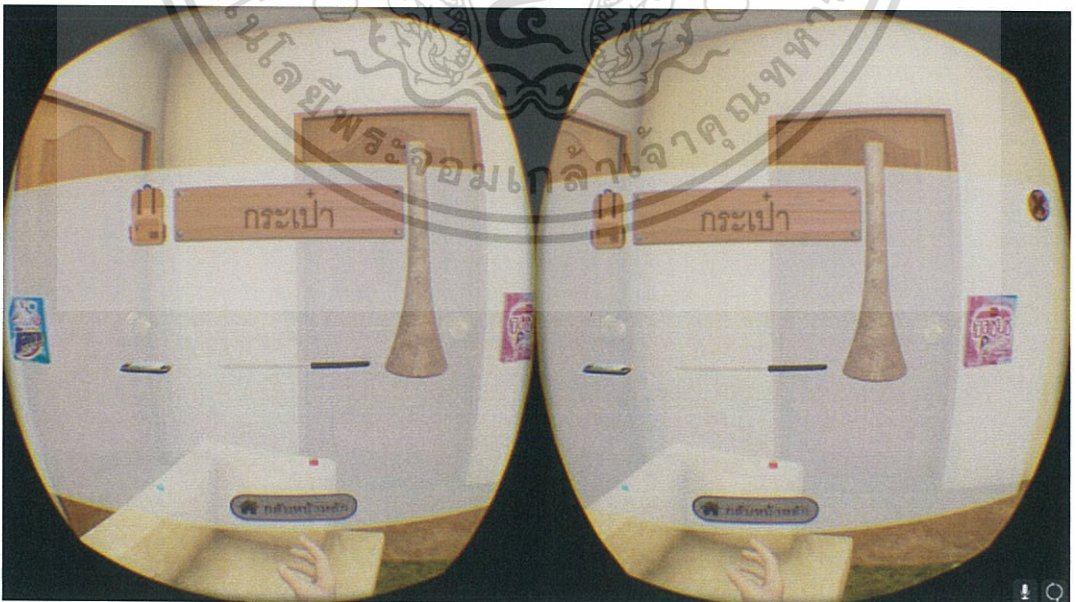
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.13 เป็นหน้าเลือกสิ่งของ โคขในรูปเป็นการใช้งานในระดับง่าย ผู้ใช้จะต้องเลือกสิ่งของจำนวน 5 ชิ้น จาก 15 ชิ้น ที่ได้จากการสุ่มสิ่งของทั้งหมด 77 ชิ้น



รูป 3.14 ภายในโลกเสมือน

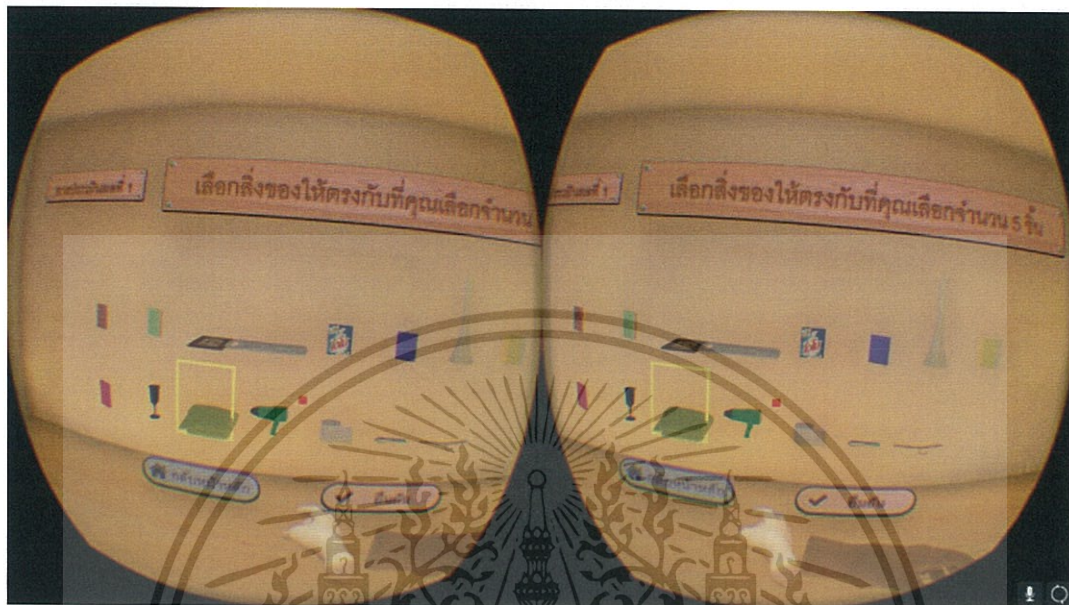
รูป 3.14 เป็นห้องที่จำลองขึ้นใน โลกเสมือน ผู้ใช้ต้องนำสิ่งของที่เลือกไปวางบนเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ และจดจำสิ่งของ รวมถึงเฟอร์นิเจอร์ที่นำสิ่งของไปวาง



รูป 3.15 หน้าสิ่งของในกระเป๋าสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.15 เป็นหน้ากระเป๋ายี่สิบที่ใช้สำหรับเก็บสิ่งของที่ผู้ใช้เลือกในตอนแรก ก่อนการวางสิ่งของ ผู้ใช้ต้องเปิดกระเป๋ายี่สิบและหยิบสิ่งของจากกระเป๋ายี่สิบ จากนั้นนำไปวางบนฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ



รูป 3.16 หน้าสำหรับการประเมินผลการจดจำสิ่งของ

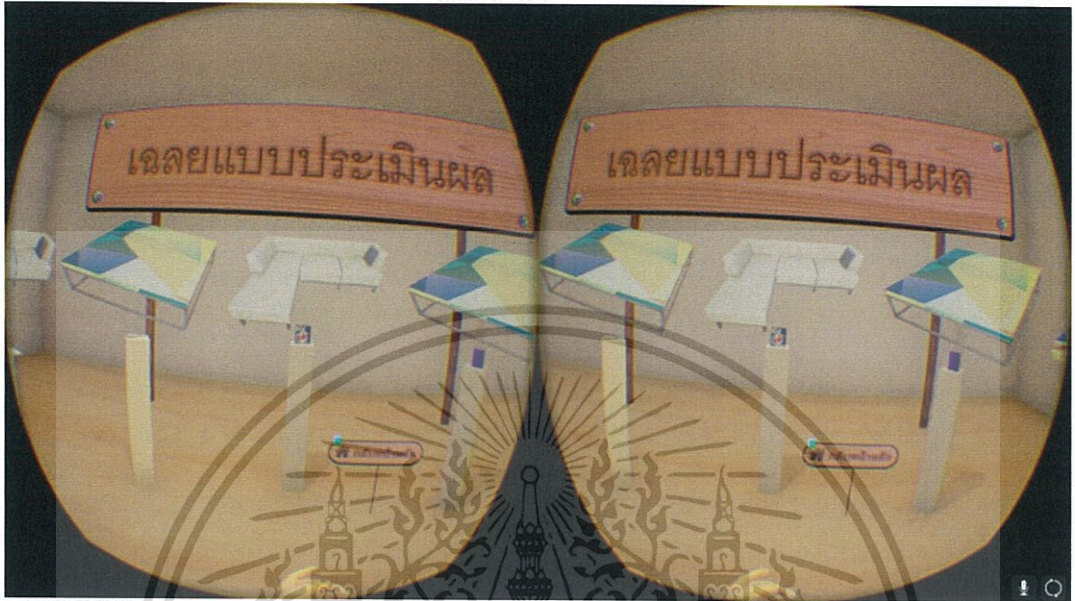
รูป 3.16 เป็นส่วนการประเมินผลที่ 1 ผู้ใช้ต้องเลือกสิ่งของให้เหมือนกับที่เลือกไปในตอนแรก ซึ่งในส่วนนี้เป็นการทดสอบด้านความจำภาพ และความจำระยะสั้น



รูป 3.17 หน้าสำหรับการประเมินผลการจดจำสถานที่

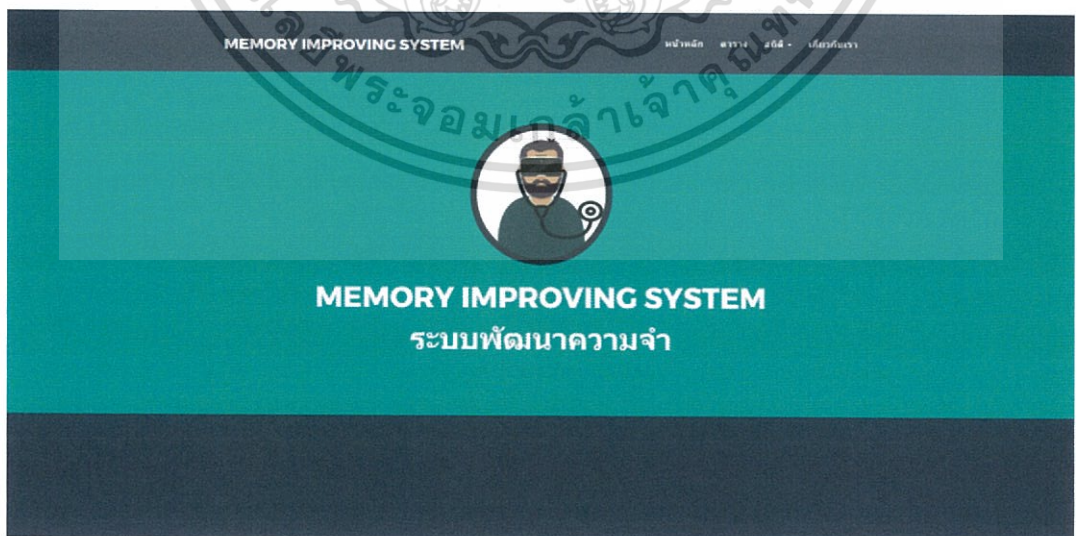
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.17 เป็นส่วนการประเมินผลที่ 2 ผู้ใช้ต้องเลือกรูปภาพสถานที่ที่ได้นำสิ่งของไปวาง ซึ่งในส่วนนี้เป็นการทดสอบด้านความจำภาพ การรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ และความจำระยะสั้น



รูป 3.18 หน้าสำหรับเฉลยแบบประเมินผล

รูป 3.18 เป็นเฉลยของแบบประเมินผล ซึ่งจะบอกถึงของผู้ใช้เลือกและสถานที่ที่นำสิ่งของแต่ละชิ้นไปวาง ส่วนแสดงข้อมูลสถิติการใช้งาน



รูป 3.19 หน้าหลักของส่วนแสดงข้อมูลสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.19 เป็นหน้าหลักของส่วนแสดงข้อมูลสถิติ โดยหน้าหลักจะสามารถเลือกรายการได้ดังนี้

- หน้าหลัก เป็นหน้าแรกของส่วนแสดงข้อมูลสถิติ
- ตาราง เป็นส่วนแสดงข้อมูลของผู้ใช้จากระบบฝึกพัฒนาความจำ
- สถิติ เป็นส่วนแสดงสถิติจากการใช้งานระบบฝึกพัฒนาความจำ
- เกี่ยวกับเรา เป็นส่วนแสดงข้อมูลของผู้พัฒนาระบบ

The screenshot shows a web application titled "MEMORY IMPROVING SYSTEM". At the top right, it says "หน้าหลัก ตาราง สถิติ เกี่ยวกับเรา". Below the title, there is a search bar with the text "ค้นหา" and a magnifying glass icon. The main content is a table titled "ข้อมูลผู้ใช้งานล่าสุด" (Latest User Information). The table has the following columns: #, วันที่เข้าใช้ (Date Used), เวลา (Time), ชื่อ (Name), นามสกุล (Surname), อายุ (Age), เพศ (Gender), ระดับการทดสอบ (Test Level), การจดจำสิ่งของ (Object Recall), การจดจำสถานที่ (Location Recall), and การจดจำใบหน้า (Face Recall). The table contains 5 rows of data.

#	วันที่เข้าใช้	เวลา	ชื่อ	นามสกุล	อายุ	เพศ	ระดับการทดสอบ	การจดจำสิ่งของ	การจดจำสถานที่	การจดจำใบหน้า
1	3/22/2017	11:56:55 AM	นาย1	นาย1	70	ชาย	ง่าย	5		
2	3/22/2017	12:10:06 PM	นาย2	นาย2	61	ชาย	ง่าย	5		
3	3/22/2017	12:37:24 PM	นาย3	นาย3	34	ชาย	ง่าย	5		
4	3/22/2017	12:53:00 PM	นาย4	นาย4	41	ชาย	ง่าย	5		
5	3/22/2017	1:07:12 PM	นาย5	นาย5	22	ชาย	ง่าย	5		

รูป 3.20 หน้าแสดงข้อมูลการใช้งานระบบพัฒนาความจำ

รูป 3.20 เป็นหน้าแสดงข้อมูลการใช้งานระบบพัฒนาความจำที่เลือกจากรายการตาราง ซึ่งจะมีข้อมูล วัน/เดือน/ปี เวลา ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ระดับการทดสอบ การจดจำสิ่งของ การจดจำสถานที่ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ นอกจากนี้มีส่วนของการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้ การลบข้อมูลผู้ใช้ โดยข้อมูลผู้ใช้ที่สามารถแก้ไขได้จะมีเพียง ชื่อ นามสกุล อายุ และเพศ

MEMORY IMPROVING SYSTEM หน้าหลัก ตาราง สถิติ เก็บประวัติ

Search

ข้อมูลสถิติการใช้งาน

ชนิดสถิติการใช้งาน	ชนิดข้อมูลที่ค้นหา	จำนวนคน	เพศชาย	เพศหญิง	ค่าเฉลี่ยอายุ	ค่าเฉลี่ยอายุเพศชาย	ค
All		5	2	3	32.19	40.30	

การจดจำสิ่งของ

ระดับง่าย	ระดับกลาง	ระดับยาก
-----------	-----------	----------

การจดจำสถานที่

ระดับง่าย	ระดับกลาง	ระดับยาก
-----------	-----------	----------

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ

ระดับง่าย	ระดับกลาง	ระดับยาก
-----------	-----------	----------

รูป 3.21 หน้าแสดงข้อมูลสถิติการประเมินด้านต่าง ๆ

รูป 3.21 เป็นหน้าแสดงข้อมูลสถิติการใช้งานระบบพัฒนาความจำที่เลือกจากรายการ สถิติ ซึ่งจะมีข้อมูล ชนิดข้อมูลที่ค้นหา ข้อมูลที่ค้นหา จำนวนคน เพศชาย เพศหญิง ค่าเฉลี่ยอายุ ค่าเฉลี่ยอายุเพศชาย และค่าเฉลี่ยอายุเพศหญิง ในส่วนของสถิติการจดจำสิ่งของ การจดจำสถานที่ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ จะมีการแสดงข้อมูลกราฟที่ผู้ใช้ใช้งานระบบพัฒนาความจำ โดยจะแบ่งระดับเป็นระดับง่าย ระดับกลาง และระดับยาก สามารถกดที่ปุ่มในแต่ละระดับเพื่อดูข้อมูลกราฟ

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

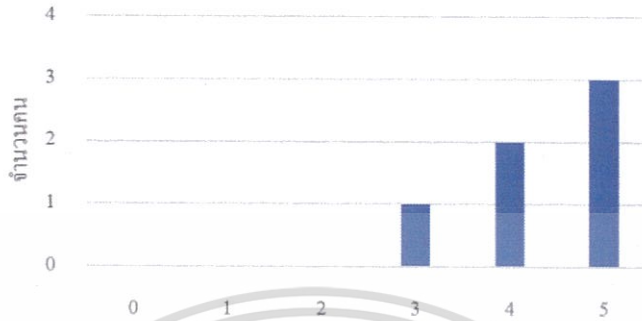
- 1) แบ่งผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มผู้สูงอายุที่เป็น MCI กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มบุคคลธรรมดา
- 2) อธิบายความสามารถของระบบและการใช้งานระบบให้กับผู้เข้าร่วมการทดลอง กลุ่มที่ 1 ให้ทดลองใช้งานระบบในระดับง่าย (จำนวนสิ่งของ 5 ชิ้น) เก็บผลการใช้งาน และให้ทำแบบสอบถาม เพื่อวัดความพึงพอใจของผู้ใช้ในกลุ่มผู้สูงอายุที่เป็น MCI กลุ่มที่ 2 ให้ทดลองใช้งานระบบในระดับง่าย จากผู้ใช้ 10 คน จากนั้นใช้งานระบบในระดับกลาง (จำนวนสิ่งของ 7 ชิ้น) เก็บผลการใช้งานจำนวน 10 คน จากนั้นใช้งานระบบในระดับยาก (จำนวนสิ่งของ 10 ชิ้น) เก็บผลการใช้งานจำนวน 10 คน และให้ทำแบบสอบถาม เพื่อวัดความพึงพอใจของผู้ใช้ในกลุ่มบุคคลธรรมดา
- 3) หลังจบการทดลอง เก็บข้อมูล post-test เป็นข้อมูลผู้ทดลองและประเมินระบบ

4.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองด้านการทดสอบความจำ

จากทดลองใช้งานระบบเบื้องต้นกับผู้เข้าร่วมการทดลอง มีผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 36 คน กลุ่มที่หนึ่งเป็นกลุ่มผู้สูงอายุที่มีปัญหาด้านความจำ จำนวน 6 คน ช่วงอายุระหว่าง 60-80 ปี อายุเฉลี่ย 69.33 ปี เป็นผู้ชาย 4 คนและผู้หญิงจำนวน 2 คน กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มบุคคลธรรมดาจำนวน 30 คน ช่วงอายุระหว่าง 18-22 ปี อายุเฉลี่ย 21.07 ปี จำนวน 27 คน เป็นผู้ชายจำนวน 16 คน และผู้หญิงจำนวน 11 คน ช่วงอายุระหว่าง 30-41 ปี อายุเฉลี่ย 35 ปี จำนวน 3 คน เป็นผู้หญิงทั้งหมด

ผลการทดลองการใช้งานระบบฝึกความจำของกลุ่มที่ 1 (ผู้สูงอายุ ช่วงอายุ 60-80 ปี จำนวน 6 คน) ระดับง่าย

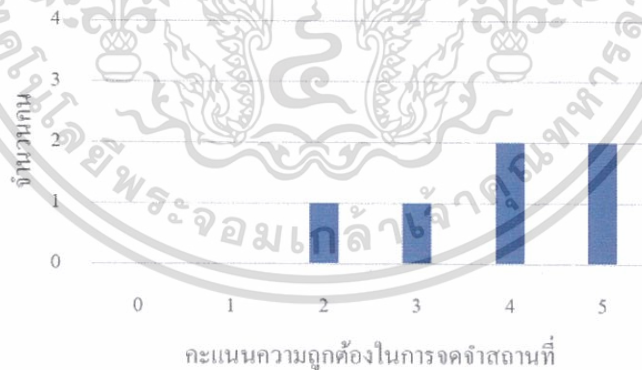


รูป 4.1 คะแนนของกลุ่มที่ 1 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสิ่งของ

แกนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสิ่งของ

รูป 4.1 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 1 สามารถจดจำสิ่งของจำนวน 5 ชิ้น ทั้งหมด 3 คน จดจำสิ่งของได้จำนวน 4 ชิ้น ทั้งหมด 2 คน และจดจำได้ 3 ชิ้น ทั้งหมด 1 คน



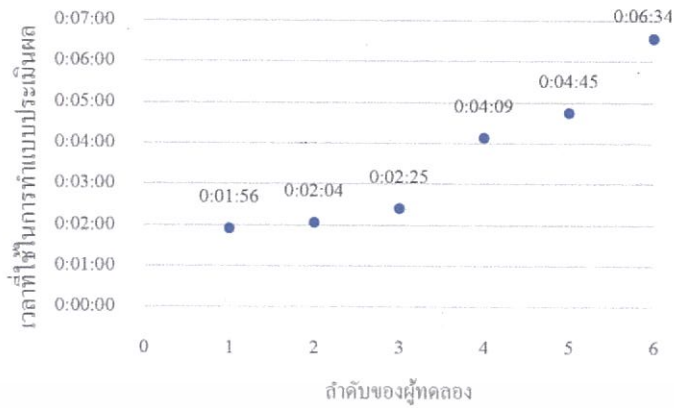
รูป 4.2 คะแนนของกลุ่มที่ 1 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสถานที่

แกนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสถานที่

รูป 4.2 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 1 สามารถจดจำสถานที่ที่ 5 ที่ ทั้งหมด 2 คน จดจำสถานที่ได้ 4 ที่ ทั้งหมด 2 คน จดจำสถานที่ได้ 3 ที่ ทั้งหมด 1 คน และจดจำสถานที่ได้ 2 ที่ ทั้งหมด 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.3 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 1 ในระดับง่าย

แกนตั้ง คือ เวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่

แกนนอน คือ ลำดับของผู้ทดลอง

รูป 4.3 แสดงผลเวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่ของผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 1

ผลการทดลองการใช้งานระบบฝึกความจำของกลุ่มที่ 2 (กลุ่มบุคคลธรรมดา ช่วงอายุ 21-22 ปี จำนวน 7 คน และช่วงอายุ 30 - 41 ปี จำนวน 3 คน) ระดับง่าย



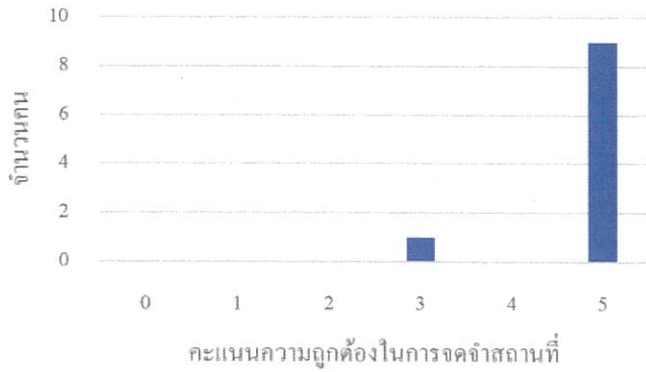
รูป 4.4 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสิ่งของ

แกนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสิ่งของ

รูป 4.4 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2 สามารถจดจำสิ่งของจำนวน 5 ชิ้น ทั้งหมด 10 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.5 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับง่ายด้านการจดจำสถานที่

แกนนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสถานที่

รูป 4.5 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2 สามารถจดจำสถานที่ 5 ที่ ทั้งหมด 9 คน และจดจำสถานที่ได้ 3 ที่ ทั้งหมด 1 คน



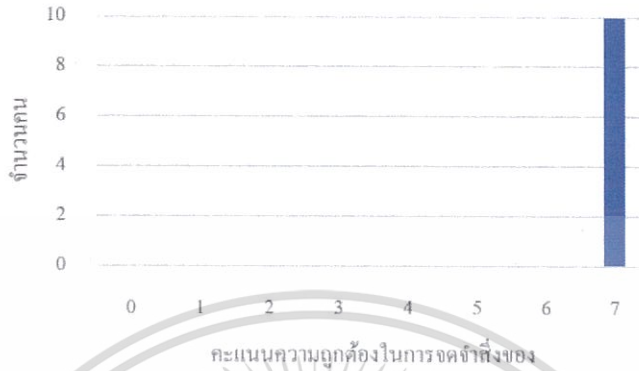
รูป 4.6 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 2 ในระดับง่าย

แกนนตั้ง คือ เวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่

แกนนอน คือ ลำดับของผู้ทดลอง

รูป 4.6 แสดงผลเวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่ของผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2

ผลการทดลองการใช้งานระบบฝึกความจำของกลุ่มที่ 2 (กลุ่มบุคคลธรรมดา ช่วงอายุ 18-22 ปี จำนวน 10 คน) ระดับปานกลาง



รูป 4.7 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับปานกลางด้านการจดจำสิ่งของ

แกนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสิ่งของ

รูป 4.7 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2 สามารถจดจำสิ่งของจำนวน 7 ชิ้น ทั้งหมด

10 คน



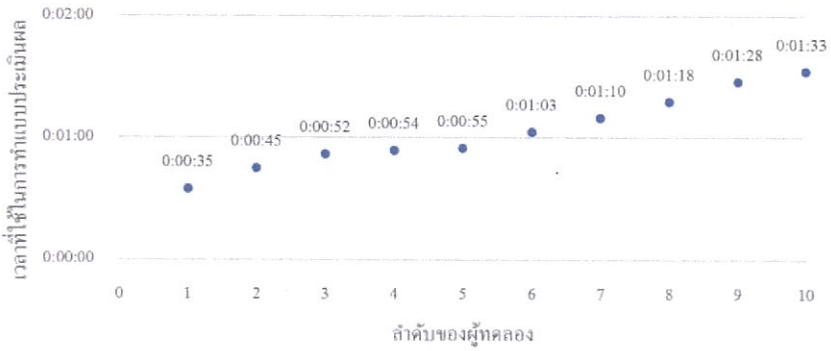
รูป 4.8 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับปานกลางด้านการจดจำสถานที่

แกนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสถานที่

รูป 4.8 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2 สามารถจดจำสถานที่ 7 ที่ ทั้งหมด 9 คน และจดจำสถานที่ได้ 6 ที่ ทั้งหมด 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.9 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 2 ในระดับปานกลาง

แกนตั้ง คือ เวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่
 แกนนอน คือ ลำดับของผู้ทดลอง

รูป 4.9 แสดงผลเวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่
 ของผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2

ผลการทดลองการใช้งานระบบฝึกความจำของกลุ่มที่ 2 (กลุ่มบุคคลธรรมดา ช่วงอายุ 20-22 ปี
 จำนวน 10 คน) ระดับยาก

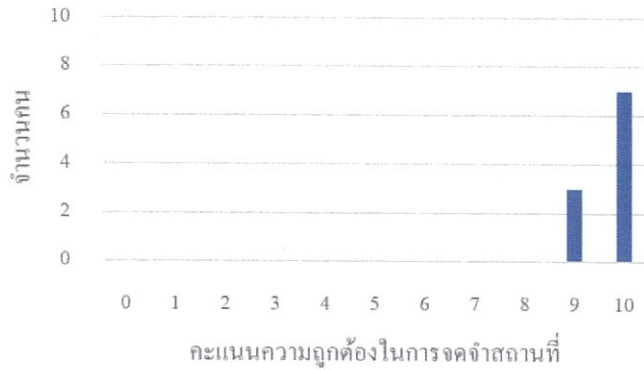


รูป 4.10 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับยากด้านการจดจำสิ่งของ

แกนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสิ่งของ

รูป 4.10 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2 สามารถจดจำสิ่งของจำนวน 10 ชิ้น ทั้งหมด
 8 คน สามารถจดจำสิ่งของจำนวน 9 ชิ้น ทั้งหมด 2 คน



รูป 4.11 คะแนนของกลุ่มที่ 2 ในการประเมินผลระดับยากด้านการจดจำสถานที่

แกนตั้ง คือ จำนวนคนในแต่ละระดับคะแนนความถูกต้อง

แกนนอน คือ ระดับคะแนนความถูกต้องด้านการจดจำสถานที่

รูป 4.11 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2 สามารถจดจำสถานที่ 10 ที่ ทั้งหมด 7 คน สามารถจดจำสถานที่ 9 ที่ ทั้งหมด 3 คน



รูป 4.12 เวลาที่ใช้ในการทำแบบประเมินผลของกลุ่มที่ 2 ในระดับยาก

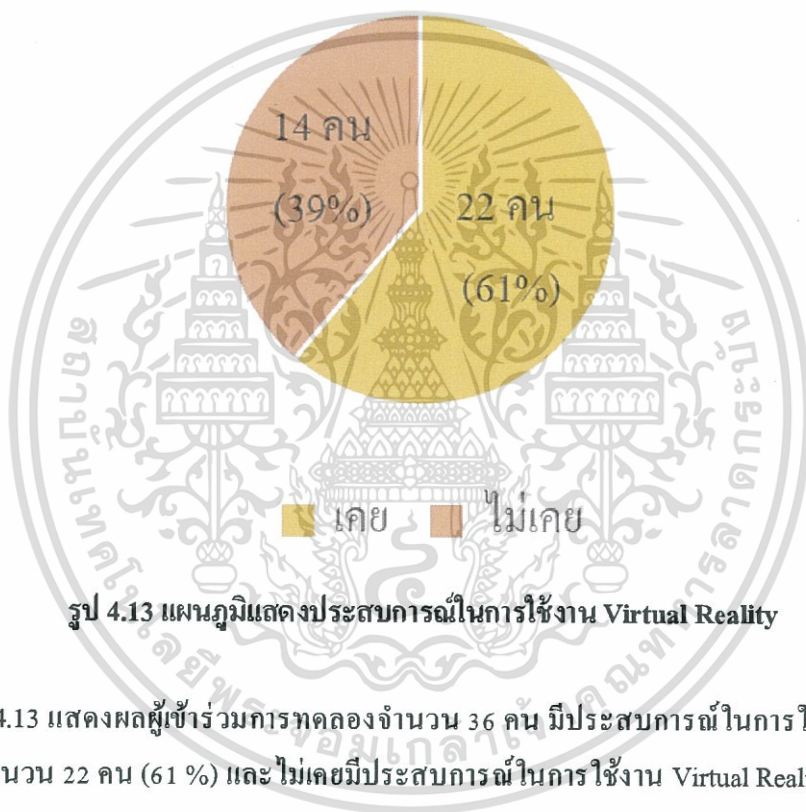
แกนตั้ง คือ เวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่

แกนนอน คือ ลำดับของผู้ทดลอง

รูป 4.12 แสดงผลเวลาในการทำแบบประเมินผลด้านการจดจำสิ่งของและการจดจำสถานที่ของผู้เข้าร่วมการทดลองในกลุ่มที่ 2

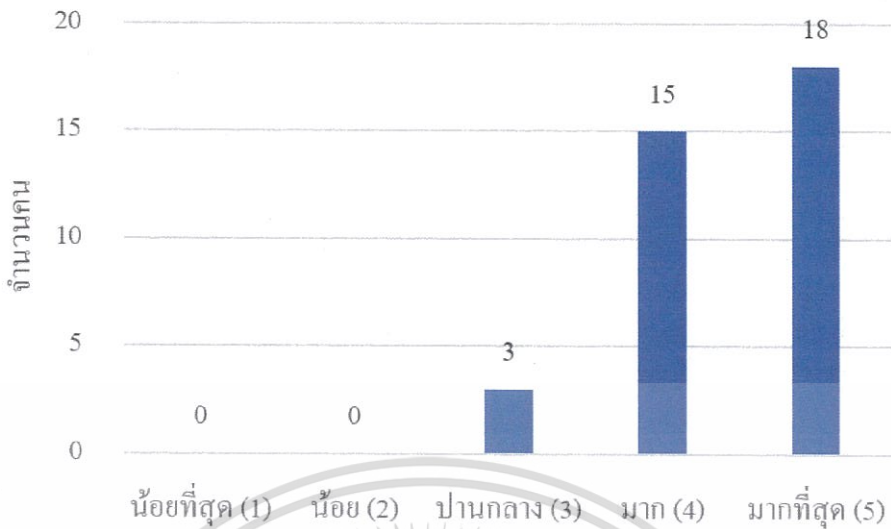
ผลจากแบบประเมินหลังการทดลอง

หลังการทดสอบความจำ ผู้ทดลองจะตอบแบบประเมินด้านข้อมูล เพศ อายุ ประสบการณ์ในการใช้การจำลองสภาพแวดล้อม (Virtual Reality) ความน่าสนใจในการจำลองสภาพแวดล้อม ความสะดวกในการใช้เครื่องจำลองสภาพแวดล้อม กิจกรรมนี้ช่วยกระตุ้นความจำของท่าน ท่านสามารถประยุกต์การกระตุ้นความจำ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ความยาก-ง่ายของกิจกรรม ท่านมีอาการเวียนศีรษะหรือรู้สึกไม่สบายจากการทำกิจกรรมหรือไม่ สรุปผลแต่ละข้อดังนี้



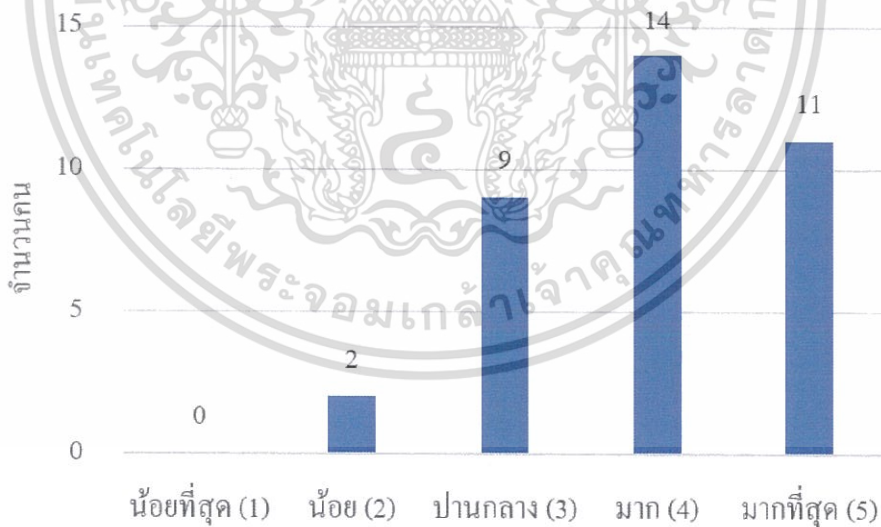
รูป 4.13 แผนภูมิแสดงประสบการณ์ในการใช้งาน Virtual Reality

รูป 4.13 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 36 คน มีประสบการณ์ในการใช้งาน Virtual Reality จำนวน 22 คน (61 %) และ ไม่เคยมีประสบการณ์ในการ ใช้งาน Virtual Reality จำนวน 14 คน (39 %)



รูป 4.14 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับความน่าสนใจในการจำลองสภาพแวดล้อม

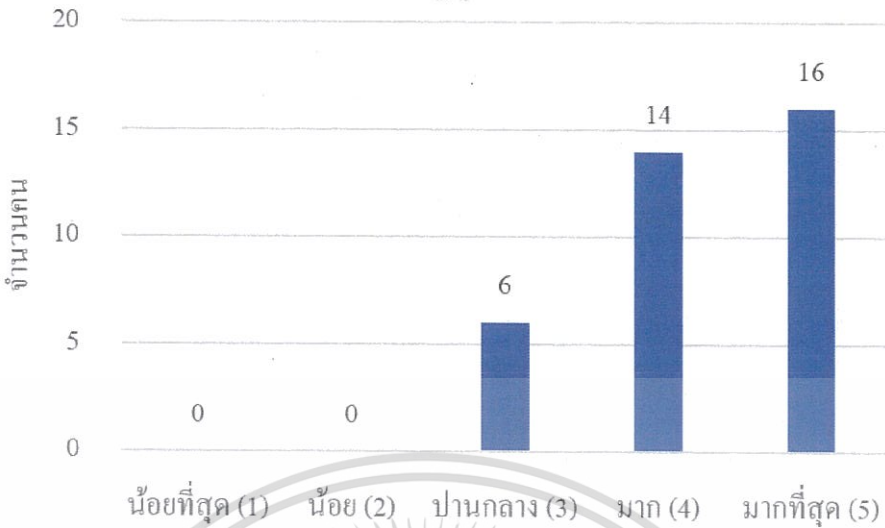
รูป 4.14 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 36 คน มีความพึงพอใจในด้านความน่าสนใจในการจำลองสภาพแวดล้อมจำลองระดับปานกลางจำนวน 3 คน ระดับมากจำนวน 15 คน และระดับมากที่สุดจำนวน 18 คน ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเป็น 4.42 คะแนน



รูป 4.15 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับความสะดวกในการใช้เครื่องจำลองสภาพแวดล้อม

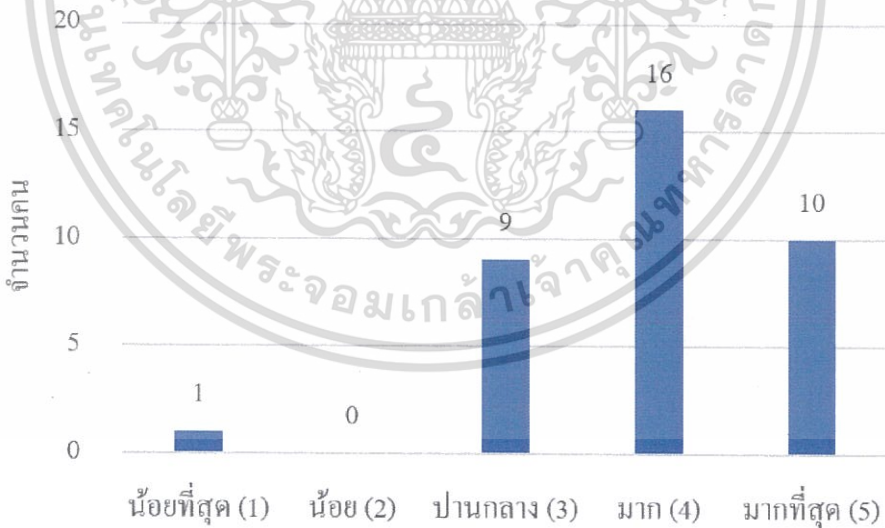
รูป 4.15 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 36 คน มีความพึงพอใจในด้านความน่าสนใจในการจำลองสภาพแวดล้อมจำลองระดับน้อยจำนวน 2 คน ระดับปานกลางจำนวน 9 คน ระดับมากจำนวน 14 คน และระดับมากที่สุดจำนวน 11 คน ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเป็น 3.94 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.16 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับกิจกรรมนี้ช่วยกระตุ้นความจำของผู้ใช้

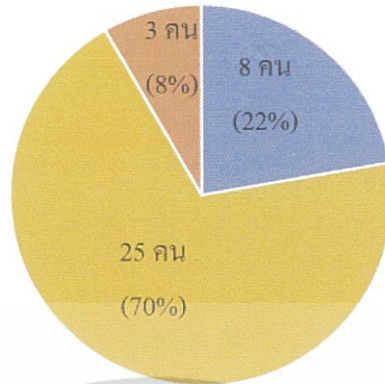
รูป 4.16 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 36 คน มีความพึงพอใจเกี่ยวกับกิจกรรมนี้ช่วยกระตุ้นความจำของผู้ใช้ระดับปานกลางจำนวน 6 คน ระดับมากจำนวน 14 คน และระดับมากที่สุดจำนวน 16 คน ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเป็น 4.28 คะแนน



รูป 4.17 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับประยุกต์การกระตุ้นความจำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

รูป 4.17 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 36 คน มีความพึงพอใจเกี่ยวกับผู้ใช้งานสามารถประยุกต์การกระตุ้นความจำไปใช้ในชีวิตประจำวันระดับน้อยที่สุด 1 คน ระดับปานกลางจำนวน 9 คน ระดับมากจำนวน 16 คน และระดับมากที่สุดจำนวน 10 คน ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเป็น 3.94 คะแนน

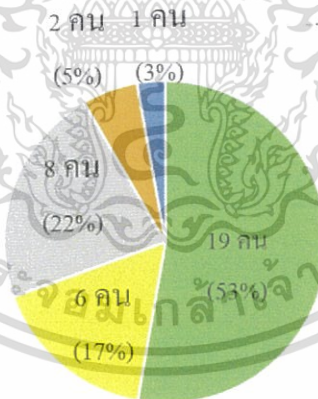
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



■ ง่ายเกินไป ■ ค่อนข้างง่าย ■ เหมาะสม ■ ค่อนข้างยาก ■ ยาก

รูป 4.18 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจเกี่ยวกับความยาก-ง่ายของกิจกรรม

รูป 4.18 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 36 คน มีความพึงพอใจเกี่ยวกับความยาก-ง่ายของกิจกรรม ผู้ใช้ที่คิดว่าค่อนข้างง่ายมีจำนวน 8 คน (22 %) ผู้ใช้ที่คิดว่าเหมาะสมจำนวน 25 คน (70 %) ผู้ใช้ที่คิดว่าค่อนข้างยากจำนวน 3 คน (8 %) ไม่มีผู้ใช้ที่คิดว่าง่ายเกินไปและยาก



■ ไม่มี ■ น้อย ■ ปานกลาง ■ มาก ■ มากจนไม่สามารถทำกิจกรรมต่อ

รูป 4.19 แผนภูมิแสดงเกี่ยวกับอาการวิงเวียนศีรษะหรือรู้สึกไม่สบายจากการทำกิจกรรม

รูป 4.19 แสดงผลผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 36 คน ที่ไม่มีอาการใด ๆ จำนวน 19 คน (53 %) มีอาการในระดับน้อยจำนวน 6 คน (17 %) มีอาการในระดับปานกลางจำนวน 8 คน (22 %) มีอาการในระดับมากจำนวน 2 คน (5 %) และมีอาการในระดับมากจนไม่สามารถทำกิจกรรมต่อจำนวน 1 คน (3 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ระบบพัฒนาความจำผ่านโลกเสมือนจริงเป็นระบบที่ใช้ความรู้ในด้านความจำระยะสั้น ความจำภาพ และการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบในรูปแบบโลกเสมือนจริง เพื่อช่วยฝึกพัฒนาความจำความจำระยะสั้น ความจำภาพ และการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์ให้กับผู้ป่วย MCI และบุคคลธรรมดาในการบริหารสมอง อีกทั้งยังช่วยให้ผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางการเดิน สามารถฝึกพัฒนาความจำได้อย่างปลอดภัย

จากการศึกษาและการทดลอง พบว่าผู้สูงอายุที่เป็น MCI ที่ทดลองใช้ระบบในระดับง่าย ความถูกต้องในการจดจำสิ่งของและสถานที่ของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ในส่วนของกลุ่มบุคคลธรรมดาที่ทดลองใช้ระบบในระดับง่าย กลาง และยาก ก็ยังทำได้ไม่ถูกต้องทั้งหมดเช่นกัน โดยทั้ง 2 กลุ่มจำเป็นต้องทดสอบระยะยาว เพื่อดูขีดความสามารถของความจำและระดับความจำที่เปลี่ยนแปลง

ความพึงพอใจในด้านความน่าสนใจในการจำลองสภาพแวดล้อมและด้านกิจกรรมช่วยกระตุ้นความจำของผู้ใช้มีระดับคะแนนเฉลี่ยเกิน 4 คะแนน ส่วนด้านความสะดวกในการใช้เครื่องจำลองสภาพแวดล้อมและด้านผู้ใช้งานสามารถประยุกต์การกระตุ้นความจำไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.94 คะแนน ด้านความยาก-ง่ายของกิจกรรม ผู้ใช้ส่วนใหญ่ให้อยู่ในระดับเหมาะสม (70 %) ด้านอาการเวียนศีรษะหรือรู้สึกไม่สบายจากการทำกิจกรรม ผู้ใช้ 53 % ไม่มีอาการใด ๆ มีอาการระดับน้อย 17 % มีอาการระดับปานกลาง 22 % มีอาการระดับมาก 5 % และมีอาการระดับมากจนไม่สามารถทำกิจกรรมต่อ 3 % นอกจากนี้แล้วผู้ใช้ 39 % ไม่เคยใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ เมื่อทำการสอบถามถึงความรู้สึกของผู้ใช้ส่วนใหญ่จะชอบเพราะได้เรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ฟื้นฟูความจำ ได้พบความแปลกใหม่ สอนให้จดจำได้เพราะไม่รู้สึกว่าได้รับคำสั่ง เหมือนได้ไปอยู่ในสถานที่อีกที่หนึ่ง แต่ก็มีส่วนที่ต้องปรับปรุงคือ ผู้ใช้รู้สึกว่าการวางของทำได้ยาก การปรับปรุงรูปสิ่งของบางอย่างที่ไม่สื่อความหมายและปัญหาในการใช้ภาษาอังกฤษในระบบฝึกความจำ

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

- 1) ในการศึกษาเรื่องเกี่ยวกับความจำและผู้ป่วย MCI ต้องใช้ความรู้ทางด้านแพทย์ ทำให้การศึกษาทำได้ค่อนข้างยากต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานด้านการฝึกความจำในผู้ป่วย MCI ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญให้เร็วขึ้นระหว่างการศึกษาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) การทำสภาพแวดล้อมโลกเสมือนจริงจำเป็นต้องใช้เวลาพอสมควร เนื่องจากการเก็บรายละเอียดที่ไม่ดีจะส่งผลให้รู้สึกไม่เหมือนจริง จำเป็นต้องศึกษาการใช้งานเครื่องมือให้ชำนาญ
- 3) การทดสอบกับผู้สูงอายุที่เป็น MCI ค่อนข้างใช้เวลามากในแต่ละคน เนื่องจากผู้สูงอายุมักมีการใช้งานและไม่เคยใช้อุปกรณ์ทางด้าน Virtual Reality มาก่อน ซึ่งผู้ดูแลการทดลองต้องดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด คอยแนะนำการใช้งาน
- 4) สีและรูปร่างวัตถุไม่ชัดเจน ต้องปรับสีของภาพในโลกเสมือนจริงชัดเจนกว่านี้ เพื่อให้ผู้ใช้แยกสิ่งของออก
- 5) ผู้สูงอายุมักอ่านภาษาอังกฤษไม่ออก ต้องปรับภาษาที่ใช้ในระบบให้เป็นภาษาไทยทั้งหมด

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 1) เพิ่มการฝึกความจำด้านอื่น ๆ เข้าไปในระบบ เพื่อช่วยในการฝึกความจำในหลาย ๆ ด้าน
- 2) พัฒนาระบบให้ทำงานได้ในอุปกรณ์ VR ระดับล่าง เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถนำไปฝึกความจำที่บ้านได้
- 3) ปรับปรุงให้ระบบใช้งานได้ง่ายขึ้น เพื่อนำไปใช้ฝึกความจำและวัดผลการพัฒนาความจำในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

- [1] Wikipedia contributors. 2016. **Alzheimer's disease**. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Alzheimer%27s_disease.
- [2] Maira Rozenfeld Olchik, Jeanette Farina et al, “Memory training (MT) in mild cognitive impairment (MCI) generates change in cognitive performance” **Journal of Archives of Gerontology and Geriatrics**, Vol. 56, Issue 3, pp. 442–447, May–June 2013.
- [3] Natália Bezerra Mota Quental , Sonia Maria Dozzi Brucki and Orlando Francisco Amodeo Bueno. “Visuospatial Function in Early Alzheimer’s Disease—The Use of the Visual Object and Space Perception (VOSP) Battery” **Journal of PLOS ONE**, Vol. 8, Issue 7, pp. 1–7, July 2013.
- [4] วีรศักดิ์ เมืองไพศาล. 2555. **เกณฑ์ในการวินิจฉัยภาวะสมองเสื่อม**. [Online]. Available: http://www.si.mahidol.ac.th/project/geriatrics/network_title1_2.html.
- [5] อรรถสิทธิ์ เวชชาชีวะ. 2559. **Mild Cognitive Impairment**. [Online]. Available: <http://www.athasit.com/article/detail/49>.
- [6] Alzheimer’s Society. 2015. **What is mild cognitive impairment (MCI)?**. [Online]. Available: https://www.alzheimers.org.uk/site/scripts/documents_info.php?documentID=120.
- [7] สำนักงานประกันสังคม. 2556. **คู่มือแนวทางการประเมินการสูญเสียสมรรถภาพทางกายและจิต ฉบับเฉลิมพระเกียรติในโอกาสการจัดงานฉลองสิริราชสมบัติครองราชย์ ๖๐ ปี**. [Online]. Available: http://www.sso.go.th/sites/default/files/WYSIWYG%20Web%20Builder/sso.html/Chapter_5_381.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [8] Stelios Zygorisa, Dimitrios Giakoumis et al, “Can a Virtual Reality Cognitive Training Application Fulfill a Dual Role? Using the Virtual Supermarket Cognitive Training Application as a Screening Tool for Mild Cognitive Impairment” **Journal of Alzheimer's Disease**, vol. 44, no. 4, pp. 1333-1347, 2015.
- [9] Wikipedia contributors. 2016. **Cognitive training**. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_training.
- [10] Epic Games. 2016. **What is Unreal Engine 4**. [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4>.
- [11] Wikipedia contributors. 2016. **List of Unreal Engine games**. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Unreal_Engine_games.
- [12] Wikipedia contributors. 2016. **Virtual reality headset**. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality_headset.
- [13] Wikipedia contributors. 2017. **Oculus Rift**. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift.
- [14] ProgramsDD. 2014. **ทำความเข้าใจกับ HTML5 และ CSS3**. [Online]. Available: <https://programsdd.com/2014/10/11/html5-vs-css3/>.
- [15] Mindphp. 2017. **JavaScript คืออะไร**. [Online]. Available: <https://goo.gl/YtRvZP>.
- [16] The Spring Team. 2017. **Spring Framework**. [Online]. Available: <https://projects.spring.io/spring-framework/>.
- [17] Wikipedia contributors. 2017. **MySQL**. [Online]. Available: <https://goo.gl/pywmtK>.
- [18] Mindphp. 2017. **Apache คืออะไร**. [Online]. Available: <https://goo.gl/xeumZw>.