

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม กรณีศึกษาแบบหลายมาร์คเกอร์ ผู้ค้นคว้าได้ทำการศึกษาวิจัย โดยเลือกใช้กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตก มาเป็นแนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างเป็นแบบแผนเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพ ISO29110 ได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความต้องการของระบบ
2. วิเคราะห์และวางแผน
3. การออกแบบระบบ
4. พัฒนาระบบ
5. ทดสอบระบบ
6. ส่งมอบและบำรุงรักษาระบบ

4.1 ศึกษาความต้องการของระบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นข้อกำหนดความต้องการของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และ บัตรมาร์คเกอร์ควบคุม
2. บัตรมาร์คเกอร์ควบคุม มีรายละเอียดดังนี้
 - ชื่อของบัตร
 - ข้อความแสดงหมายเลขของรุ่นของบัตร
 - รูปของมาร์คเกอร์ที่ใช้ควบคุม
3. ระบบจะมีการทำงานรองอยู่ 3 รูปแบบคือ ระบบเรียนรู้, ระบบข้อมูลผู้ใช้ และ ระบบสถิติผู้ใช้

4. ระบบเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

- แสดงหมวดการเรียนรู้ที่ต้องการศึกษาได้
- แสดงบทเรียนของแต่ละหมวดการเรียนรู้ได้
- แสดงข้อความอธิบายส่วนประกอบของสิ่งที่กำลังศึกษาได้
- แสดงข้อความบรรยายของสิ่งที่กำลังศึกษาได้
- แสดงภาพถ่าย หรือ รูปภาพ ของสิ่งที่กำลังศึกษาได้
- แสดงเสียงของสิ่งที่กำลังศึกษาได้
- แสดงเสียงบรรยายของสิ่งที่กำลังศึกษาได้
- แสดงภาพกราฟิกโมเดล 3 มิติ ของสิ่งที่กำลังศึกษาได้
- เรียกใช้งานเว็บเบราว์เซอร์เพื่อค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมโดยใช้คำสำคัญได้
- แสดงคำถามทบทวนเพื่อเก็บคะแนนได้

5. ระบบข้อมูลผู้ใช้ มีรายละเอียดดังนี้

- สามารถสร้างข้อมูลผู้ใช้ใหม่ได้
- สามารถลบข้อมูลผู้ใช้ได้
- สามารถโหลดข้อมูลผู้ใช้ได้
- บันทึกข้อมูลผู้เล่นเมื่อผู้เล่นเข้าไปเรียนรู้ในบทเรียนต่าง ๆ

6. ระบบสถิติผู้ใช้งาน มีรายละเอียดดังนี้

- แสดงค่าสถิติการใช้งานของแต่ละบทเรียน
- แสดงระดับการเรียนรู้ของแต่ละบทเรียน

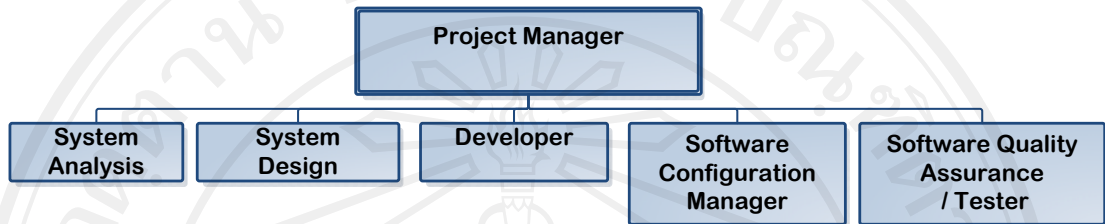
7. การทำงานของบทเรียนในส่วนที่ใช้โมเดล 3 มิติในการเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้

- รองรับมาร์คเกอร์ควบคุมในลักษณะหลายมาร์คเกอร์ได้
- แสดงกราฟิกโมเดล 3 มิติได้อย่างน้อย 4 ระดับ

4.2 วิเคราะห์และวางแผน

4.2.1 การวางผังองค์กร

การวางผังองค์กร กำหนดตำแหน่งและหน้าที่การทำงานของบุคลากร ในองค์กร ได้ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.1 แสดงผังโครงสร้างองค์กร

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งตามโครงสร้างองค์กรและความรับผิดชอบ

No.	Roles	Responsibility
1	Project Manager	รับผิดชอบ โครงการ
2	Software Analysis	วิเคราะห์ระบบและออกแบบโครงสร้างการทำงาน ของระบบ
3	Software Design	ออกแบบระบบ, ออกแบบระบบโดยละเอียด
4	Developer	พัฒนาระบบตามที่ได้ออกแบบไว้
5	Software Configuration Management	ควบคุมและจัดการกับสิ่งสำคัญของโครงการ
6	Quality Assurance / Tester	ตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานว่าตรงกับ มาตรฐานหรือไม่ / ทดสอบระบบในหน่วยย่อย และการเชื่อมต่อของหน่วยย่อย

4.2.2 ระยะเวลาในการดำเนินการ

ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานจนกระทั่งสิ้นสุดการส่งมอบงานคือ 10 เดือน ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2553 ถึง สิงหาคม 2554

Task ID	Task Name	Duration	Start	Finish	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม
1	ศึกษาความต้องการระบบ	21 days	จ 22/11/53	จ 20/12/53										
2	วิเคราะห์และวางแผน	30 days	จ 20/12/53	ศ 28/1/54										
3	การออกแบบ	23 days	อ 1/2/54	พ 3/3/54										
4	พัฒนาระบบ	72 days	พ 3/3/54	ศ 10/6/54										
5	ทดสอบระบบ	29 days	ศ 10/6/54	พ 20/7/54										
6	ส่งมอบและบำรุงรักษาระบบ	24 days	พ 20/7/54	จ 22/8/54										

รูปที่ 4.2 แสดงระยะเวลาในการทำงานทั้งหมดของโครงการ

4.2.3 งบประมาณในโครงการ

งบประมาณในโครงการทั้งหมดมีจำนวนเงินทั้งสิ้น 165,000 บาท มีรายละเอียดการจัดซื้อจัดจ้างดังนี้

1. หมวดตอบแทนนักพัฒนา	รวมทั้งสิ้น	146,250	บาท
2. หมวดค่าเอกสาร	รวมทั้งสิ้น	5,000	บาท
3. หมวดค่าวัสดุอุปกรณ์	รวมทั้งสิ้น	5,000	บาท
	รวมทั้งสิ้น	155,250	บาท

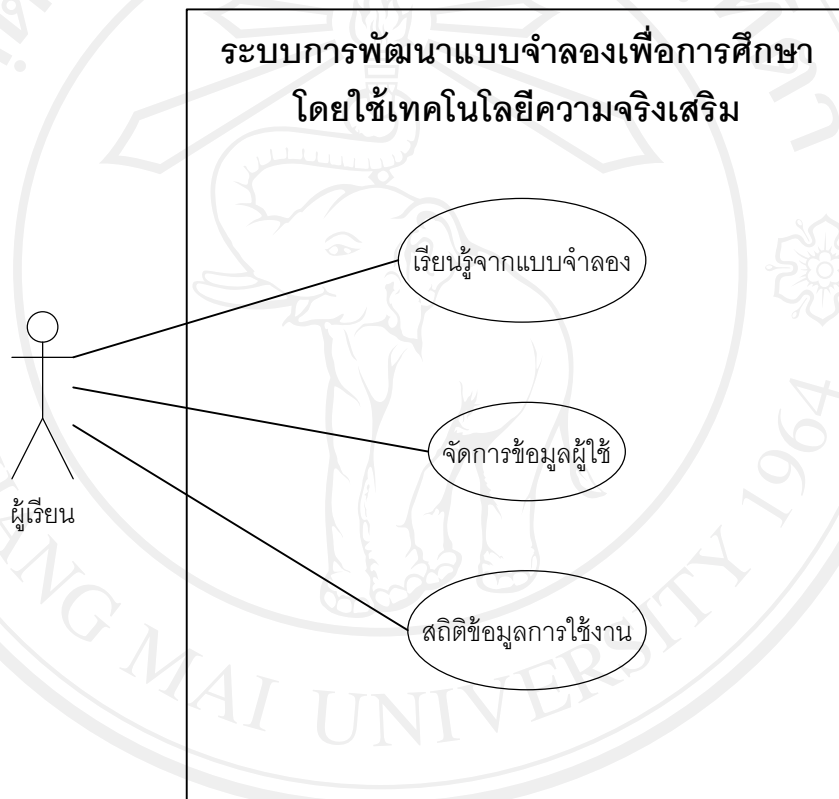
รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้ที่ ภาคผนวก เอกสารประกอบการพัฒนาระบบตามมาตรฐานไอเอสโอ 29110 ในหัวข้อ Software Project Plan

4.3 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบใช้หลักการของการออกแบบเชิงวัตถุด้วยยูเอ็มแอล (UML) ซึ่งประกอบไปด้วย ยูสเคสไดอะแกรม

4.3.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use case Diagram)

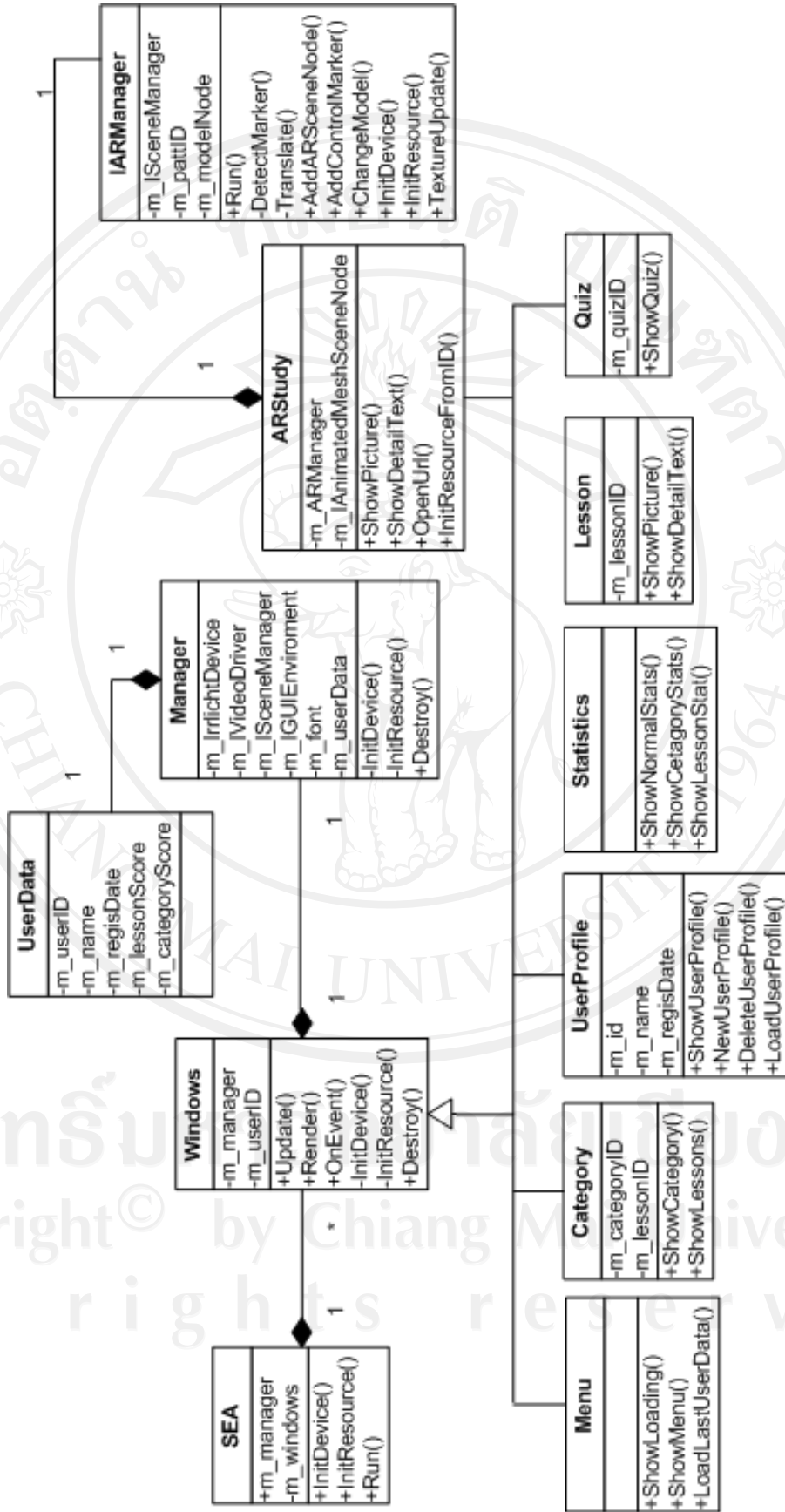
ระบบการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม มีผู้ใช้งานเพียงคนเดียวคือผู้ต้องการเรียนรู้จากระบบ คือ ผู้เรียน



รูปที่ 4.3 แสดงยูสเคสไดอะแกรมของระบบ

จากยูสเคสไดอะแกรมสามารถอธิบายได้ว่า ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนรู้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตามแต่ละหมวดและบทเรียนที่ต้องการได้ ผู้เรียนสามารถเลือกบทวนการเรียนรู้ของตนเองได้ ผู้เรียนสามารถสร้างข้อมูลผู้ใช้ใหม่หรือลบชื่อผู้ใช้เดิมออกจากระบบได้ ผู้เรียนสามารถเลือกดูค่าทางสถิติเกี่ยวกับการเรียนรู้ได้

4.3.2 คลาสที่ดูแลเกม (Class Diagram)



รูปที่ 4.4 แสดงคลาสที่ดูแลเกมของระบบ

จากคลาสไดอะแกรมสามารถอธิบายได้ว่า

คลาส SEA ย่อมาจาก Simulation for Education Using Augmented Reality Technology เป็นคลาสการทำงานหลักของระบบ มีหน้าที่ควบคุมการใช้งานในระบบย่อยต่าง ๆ ซึ่ง SEA จะเรียกใช้งานคลาสลูกของคลาส Windows เพื่อเรียกระบบที่ผู้ใช้งานต้องการใช้ออกมาทำงาน

คลาส Windows เป็นคลาสแม่แบบ มีคลาส Manager เป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อให้คลาสลูก ได้แก่ คลาส Menu, Category, UserProfile, Statistics, Lesson, Quiz และ ARStudy สามารถเรียกใช้งานการแสดงผลกราฟิก 3 มิติได้

คลาส Category มีหน้าที่เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้ในการเลือกบทเรียนที่จะเรียน โดยเลือกหมวดหมู่ก่อนแล้วจึงเลือกบทเรียนที่ต้องการเรียนรู้

คลาส Manager เป็นคลาสที่จัดการเกี่ยวกับการแสดงผลกราฟิก 3 มิติและส่วนติดต่อผู้ใช้ ของระบบ

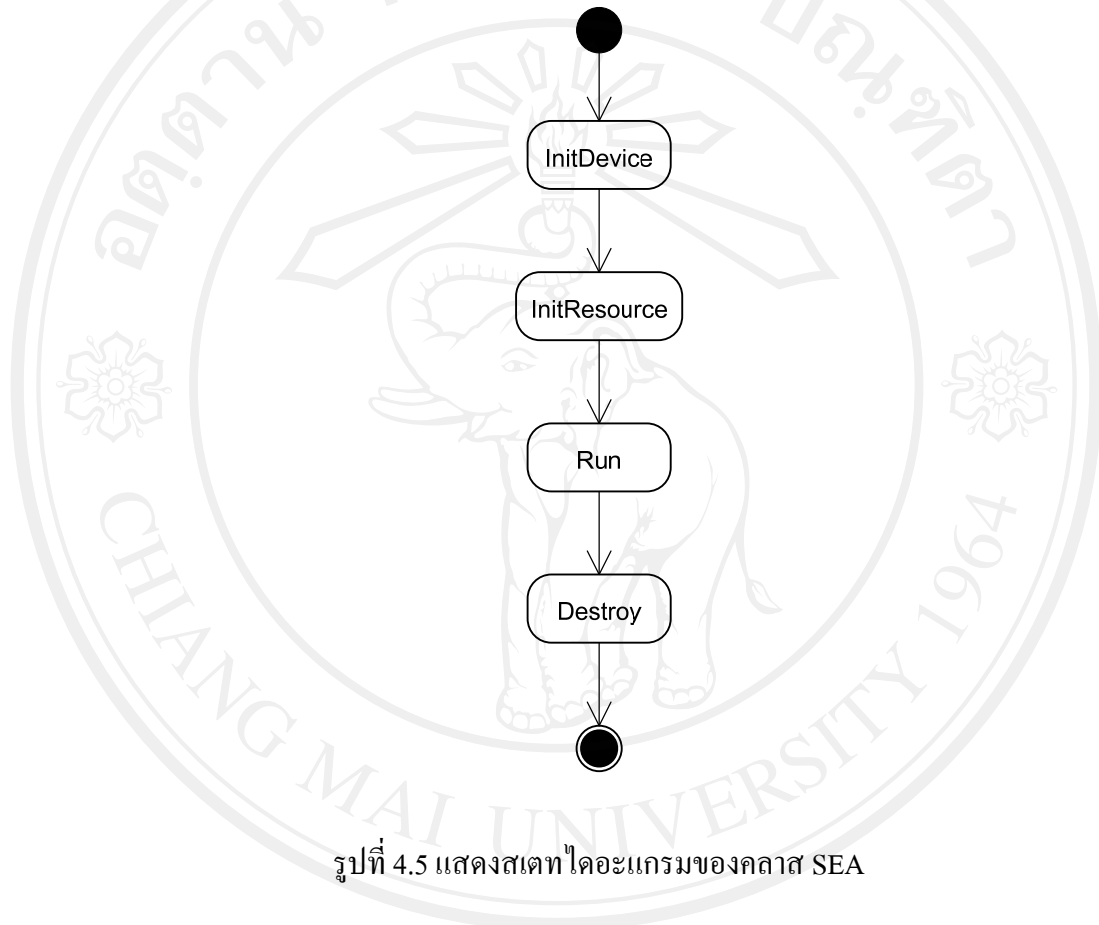
คลาส ARStudy เป็นคลาสที่จัดการเกี่ยวกับแสดงแบบจำลอง 3 มิติ ที่ต้องอาศัยคลาส IARManager ในการตรวจจับสัญญาณเพื่อแสดงผล

คลาส IARManager เป็นคลาสที่จัดการเกี่ยวกับการตรวจจับสัญญาณเพื่อแสดงผล เป็นคลาสที่ผนวกความสามารถของชุดพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสริม ARToolkit กับ ชุดแสดงผลกราฟิก 3 มิติ Irrlicht ไว้ด้วยกัน

คลาส UserProfile มีหน้าที่จัดการข้อมูลของผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่มผู้ใช้ใหม่ เลือกใช้ข้อมูลผู้ใช้เก่า หรือ ลบข้อมูลผู้ใช้ทิ้งได้

4.3.3 สเตทไดอะแกรม (State Diagram)

สเตทไดอะแกรมแสดงการทำงานของ คลาส SEA ซึ่งเป็นคลาสการทำงานหลักของระบบ ซึ่งจะประกอบไปด้วย สถานะเตรียมการเชื่อมต่ออุปกรณ์ สถานะเตรียมทรัพยากร สถานะทำงาน สถานะคืนทรัพยากร

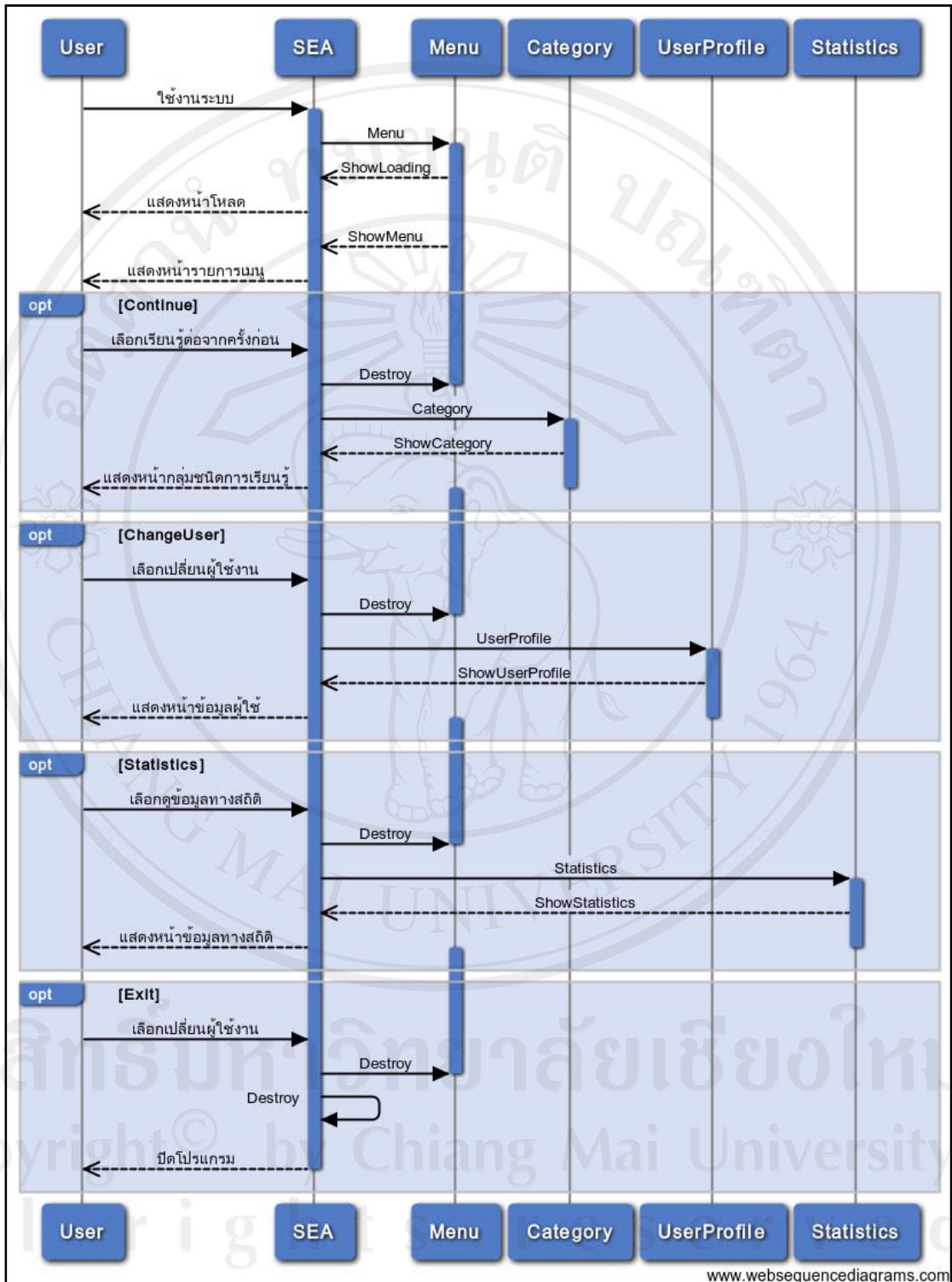


รูปที่ 4.5 แสดงสเตทไดอะแกรมของคลาส SEA

4.3.4 ซีควีนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)

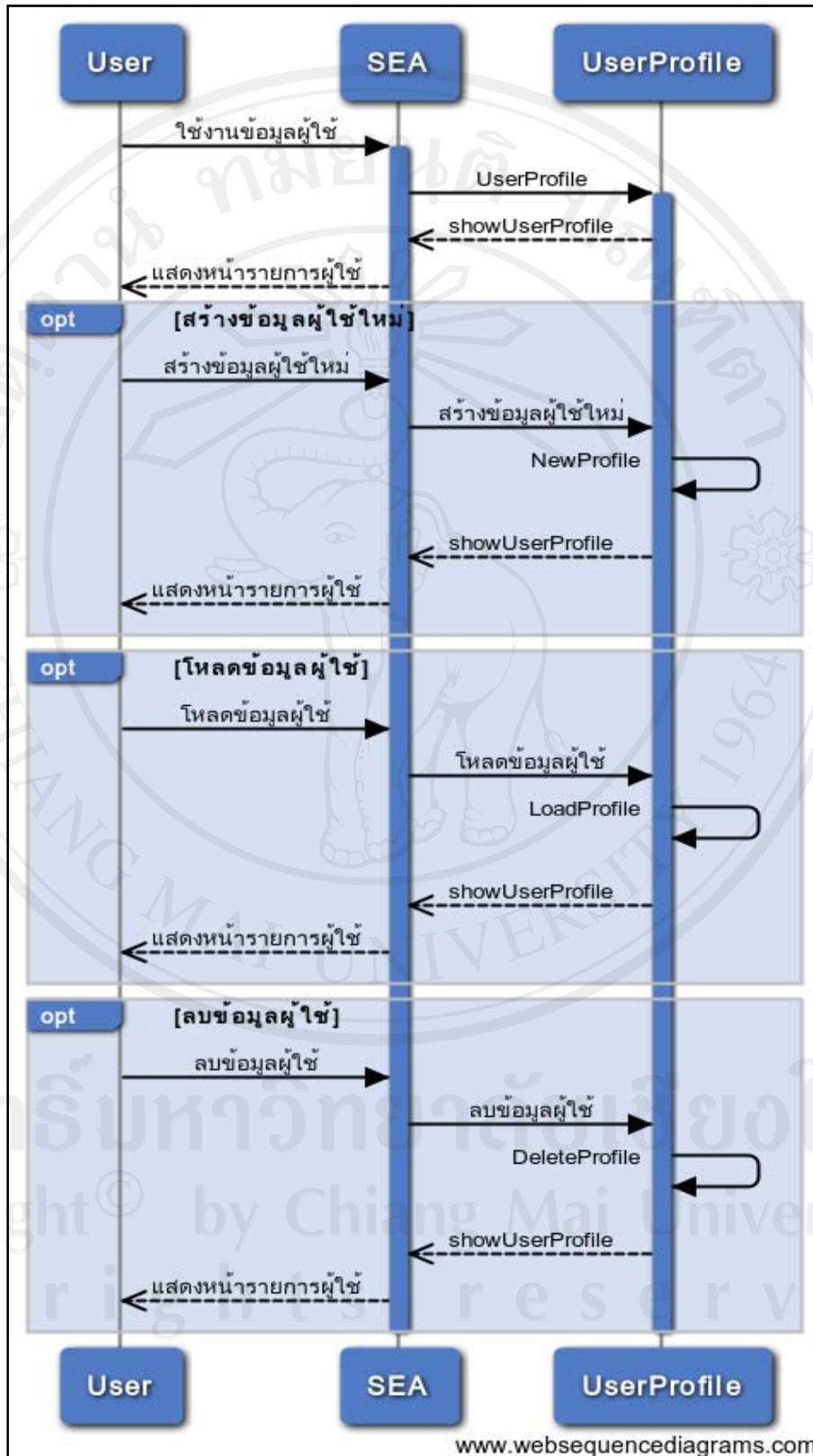
ซีควีนซ์ไดอะแกรมอธิบายการทำงานที่สำคัญของระบบ ประกอบไปด้วยการทำงานของการขาย การทำงานของการจัดการข้อมูลผู้ใช้ การทำงานของการค่าสถิติ การทำงานของการเลือกบทเรียน และ การทำงานของการเรียนรู้ผ่านแบบจำลอง 3 มิติ

4.3.4.1 ซีควีนซ์ไดอะแกรมของการทำงานของ รายการ (Menu)



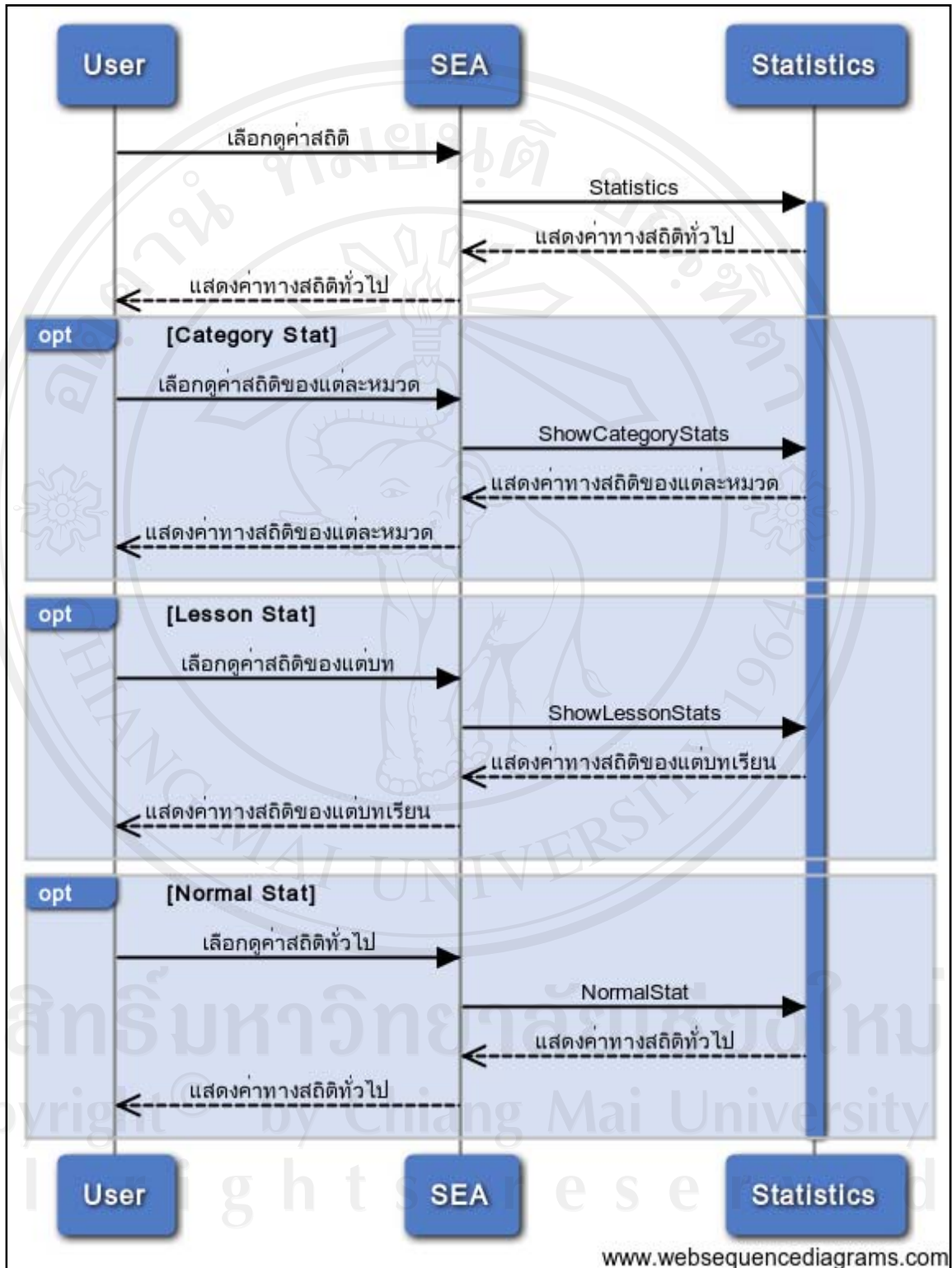
รูปที่ 4.6 แสดงซีควีนซ์ไดอะแกรมการทำงานของ รายการ

4.3.4.2 ซีควีนซ์ไดอะแกรมการทำงานของ ข้อมูลผู้ใช้ (UserProfile)



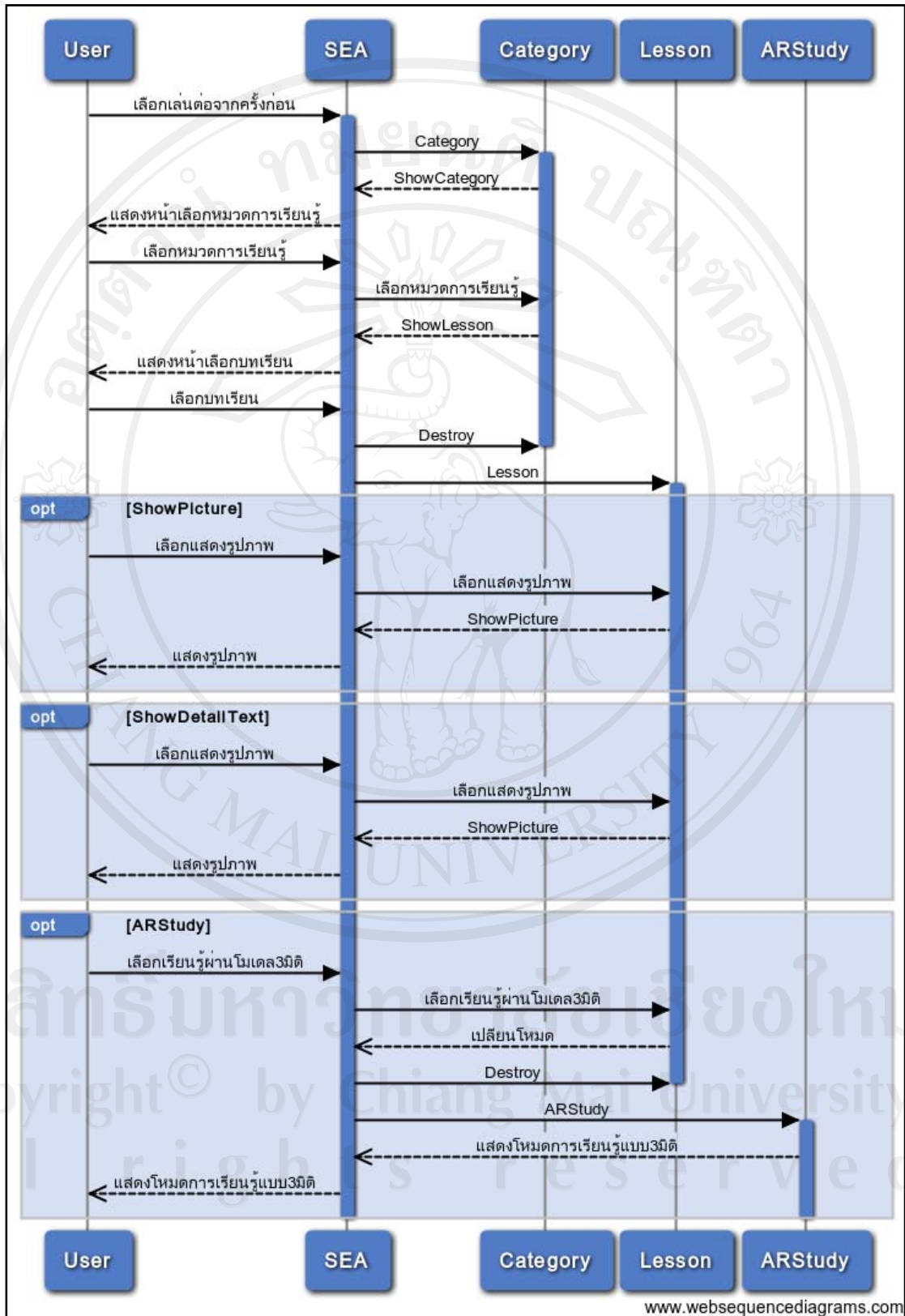
รูปที่ 4.7 แสดงซีควีนซ์ไดอะแกรมการทำงานของ ข้อมูลผู้ใช้

4.3.4.3 ซีคว็อนซ์ไดอะแกรมการทำงานของ สถิติ (Statistics)



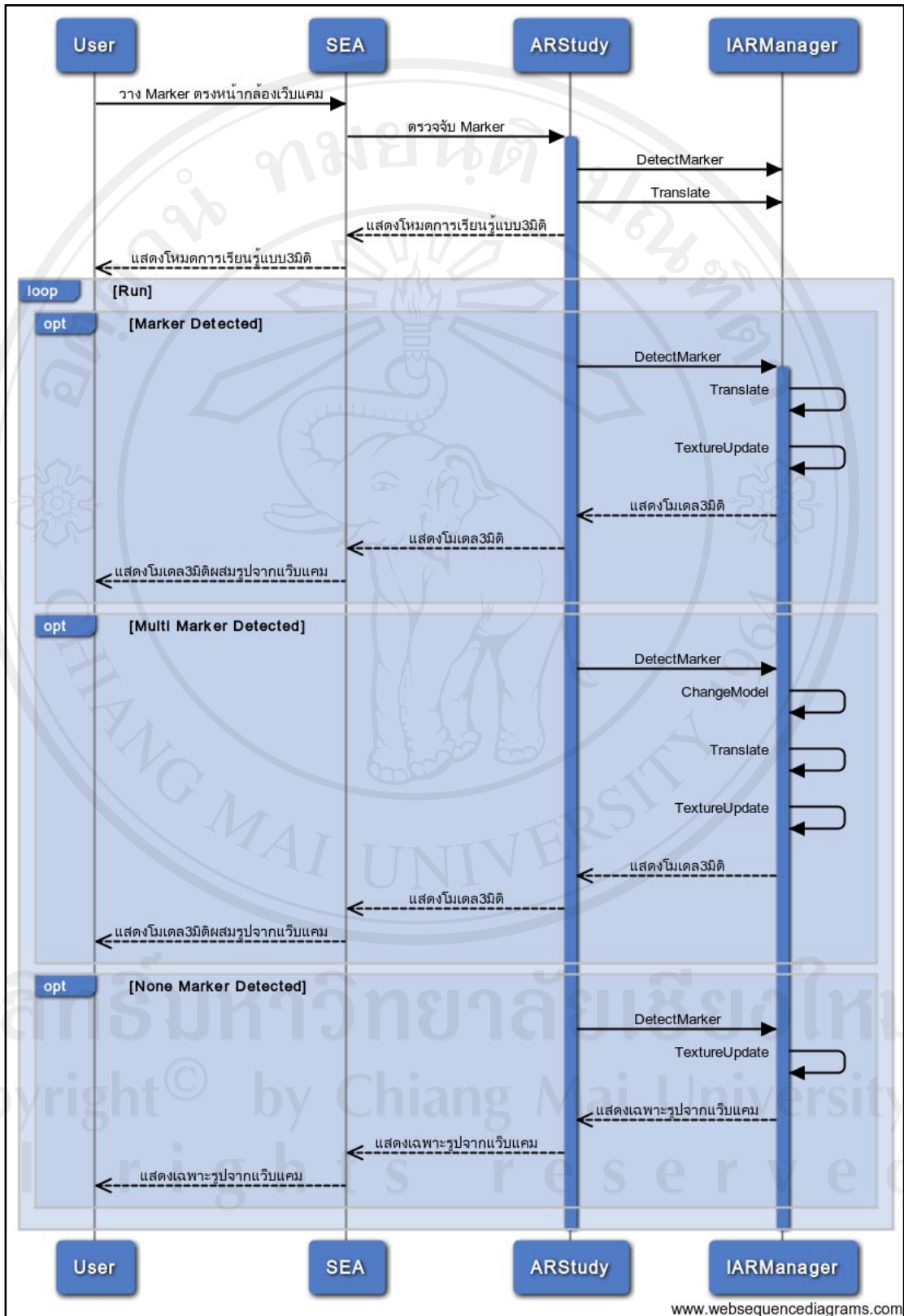
รูปที่ 4.8 แสดงซีคว็อนซ์ไดอะแกรมการทำงานของ สถิติ

4.3.4.4 ซีควีนซ์ไดอะแกรมการทำงานของการเล่นเลือกบทเรียน



รูปที่ 4.9 แสดงซีควีนซ์ไดอะแกรมการทำงานของการเล่นเลือกบทเรียน

4.3.4.2 ซีเค้นซ์ไดอะแกรมการทำงานของการเรียนรู้ผ่านแบบจำลอง 3 มิติ



รูปที่ 4.10 แสดงซีเค้นซ์ไดอะแกรมการทำงานของการเรียนรู้ผ่านแบบจำลอง 3 มิติ

4.4 การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบได้พัฒนาตามฟังก์ชันงานตามการออกแบบยูสเคสไดอะแกรม (Use case Diagram) และ ซีควีนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram) ทำให้มองเห็นถึงฟังก์ชันการทำงานภายในระบบได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ได้ควบคุมคุณภาพการพัฒนาด้วยการทดสอบระบบ โดยทำการทดสอบในระดับของการทดสอบหน่วยย่อย (Unit Test) ซึ่งในระหว่างการทดสอบก็ได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับลอจิกโค้ด (Logic code) ผู้พัฒนาได้ทำการแก้ไข แล้วทดสอบใหม่จนสำเร็จในระดับย่อย จากนั้นได้ทดสอบระบบในระดับของการทดสอบรวม (Integration Test) ด้วยการรวมโมดูลของฟังก์ชันงานในระดับย่อยแต่ละส่วนให้สามารถทำงานร่วมกันทั้งหมดได้ แล้วจากนั้นก็ทำงานทดสอบรวมทั้งโปรแกรมพบว่าทำงานได้ผลเป็นที่น่าพึงพอใจและมีรายละเอียดในการพัฒนาดังนี้

4.4.1 การพัฒนาคำสั่งภายในระบบ

การพัฒนาในส่วนของการเชื่อมต่อของชุดเครื่องมือความจริงเสริมเออาร์ทุลคิท (ARToolKit) และชุดแสดงผลทางกราฟิกเออิริชเอนจิน (Irrlicht Engine)

โดยปกติการพัฒนาระบบที่มีการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมนักพัฒนาส่วนใหญ่นิยมใช้ชุดคำสั่งเออาร์ทุลคิทเพียงเครื่องมือเดียวในการพัฒนา ทำให้เกิดข้อจำกัดในการพัฒนาระบบในด้านการแสดงผลกราฟิก 3 มิติ เนื่องจากรูปแบบคำสั่งในการแสดงผลด้านกราฟิก 3 มิติของเออาร์ทุลคิท อยู่บนพื้นฐานของโอเพ่นจีแอล (OpenGL) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เปิดเผยแพร่ การทำความเข้าใจและนำไปใช้งานได้ยากกว่าคำสั่งชุดพัฒนาด้านกราฟิกชนิดอื่นที่สำเร็จรูปมากกว่า เพื่อให้การพัฒนาระบบสามารถพัฒนาได้ง่ายและมีความสวยงาม ผู้พัฒนาจึงได้นำชุดแสดงผลกราฟิก 3 มิติ เออิริชเอนจิน ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อนเข้ามาช่วยในการพัฒนาระบบเพื่อทำให้สามารถพัฒนาระบบได้ง่ายขึ้น โดยผลการพัฒนาได้คลาสที่รวบรวมความสามารถของทั้งสองเครื่องมือไว้ด้วยกัน

คลาส IARManager เป็นคลาสที่สำคัญต่อการพัฒนาระบบ เนื่องจากเป็นคลาสที่นำโมดูลการทำงานของเออาร์ทุลคิทและเออิริชเอนจินมารวมเข้าด้วยกัน ทำให้ระบบสามารถตรวจจับมาร์คเกอร์ได้แม่นยำและมีการแสดงผลทางกราฟิกที่ใช้งานได้ง่ายและและทำให้สวยงามได้ง่ายกว่า

ในคลาส IARManager จะประกอบไปด้วยชุดคำสั่งที่สำคัญซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างสองชุดเครื่องมือด้วยกัน ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. คำสั่งในการตรวจจับมาร์คเกอร์

ระบบจะนำภาพที่จับได้จากเว็บแคมนำมาวิเคราะห์ที่ละเฟรม จากนั้นก็จะคืนค่าของมาร์คเกอร์ที่ตรวจจับได้ โดยมีตัวอย่างคำสั่งต่อไปนี้

```
ARMarkerInfo *marker_info;
int marker_num;
if(!this->patt_loaded) return;
arDetectMarker(dataPtr, thresh, &marker_info, &marker_num);
```

2. คำสั่งในการปรับปรุงตำแหน่งของวัตถุในระบบ

หลังจากตรวจจับพบตำแหน่งของมาร์คเกอร์แล้ว ก็จะนำค่าตำแหน่งของมาร์คเกอร์ที่คำนวณออกมาได้ไปใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งของวัตถุในระบบ โดยต้องแปลงค่าที่ได้เป็นค่าที่เอริชเอนจินสามารถอ่านได้ โดยมีตัวอย่างการทำงานดังนี้
แปลงค่าตัวแปร float glf_para[16] ซึ่งเป็นตัวแปรรับค่าตำแหน่งแบบ Matrix จากเออาร์ ทูลคิดมาแปลงเป็น Matrix แบบเอริชเอนจิน CMatrix4<float> mat; โดยใช้คำสั่ง

```
float glf_para[16];
CMatrix4<float> mat;
mat.setM(glf_para);
```

จากนั้นเปลี่ยนค่า Matrix เป็น Vector โดยใช้คำสั่ง

```
Vector3df ro_vec = mat.getRotationDegrees();
Vector3df pos_vec = mat.getTranslation();
```

แล้วทำการปรับปรุงตำแหน่งของวัตถุในเกมโดยใช้คำสั่ง

```
node->setRotation(ro_vec);
node->setPosition(pos_vec);
```


3. คำสั่งในการแสดงภาพจากหลัง

ระบบจะทำการแปลงภาพที่ได้จากเว็บแคมจะอยู่ในรูปของตัวแปร ARUint8 มาเป็นแบบ ITexture เพื่อให้เออริชเอนจินแสดงภาพของจากหลังได้โดยใช้หลักการการทำสำเนาที่ละพิกเซล

ตัวอย่างคำสั่งการทำงานในการแสดงภาพจากหลัง

```

update_ITexture(ITexture *dest, ARUint8 *ardata)
{
    u8* pixels;
    pixels = (u8*)(dest->lock());
    if( pixels )
    {
        int max_pixels = dest->getSize().Width * dest->getSize().Height;
        for(int i=0;i<max_pixels;i++)
        {
            *pixels = *ardata;
            pixels++; ardata++;
            *pixels = *ardata;
            pixels++; ardata++;
            *pixels = *ardata;
            pixels++; ardata++;
            *pixels = *ardata;
            pixels++; ardata++;
        }
    }
    dest->unlock();
}

```

4. คำสั่งเปลี่ยนกราฟิกโมเดลที่แสดงอยู่

เมื่อระบบตรวจพบมาร์คเกอร์ควบคุมที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนการแสดงผลของกราฟิกโมเดลสามมิติ ก็จะมีการปรับปรุงการแสดงผลโดยใช้คำสั่งเปลี่ยนโมเดลที่แสดงอยู่ โดยจะสร้างตัวแปร IAnimatedMeshSceneNode ซึ่งเป็นตัวแปรแสดงผลกราฟิกแบบกราฟิกอนิเมชัน ไปแทนที่กราฟิกอนิเมชันตัวเดิมแล้วทำการปรับปรุงที่อยู่พิกัดสามมิติใหม่ เพื่อให้แสดงผลได้ถูกต้อง

ตัวอย่างคำสั่งการทำงานของการทำงานการสร้างและเปลี่ยนกราฟิกโมเดล 3 มิติ

```
IAnimatedMeshSceneNode* model_beetle = mngr->smgr->addAnimatedMeshSceneNode(mngr->smgr->getMesh("model/beetle3.x"));
model_beetle->setScale(vector3df(32.0f,32.0f,32.0f));
model_beetle->setRotation(vector3df(0,0,0));
model_beetle->setMaterialFlag(video::EMF_LIGHTING, false);
armgr->changeModel(4,model_beetle,4);
mngr->se->stopAllSounds();
mngr->se->play2D("media/sound/adult.mp3");
```

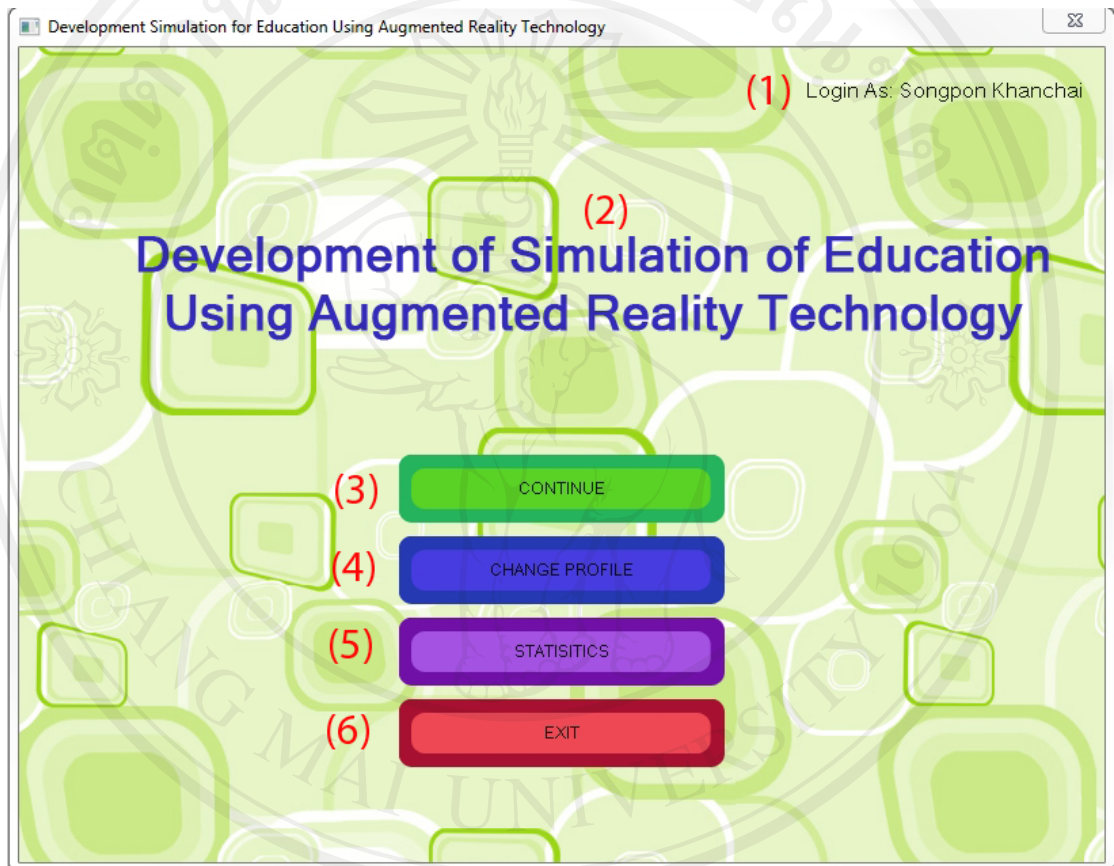
ตัวอย่างคำสั่งการทำงานภายในคำสั่งเปลี่ยนกราฟิกโมเดล 3 มิติ (changeModel)

```
ISceneNode* IARManager::changeModel(int pattNodeId,ISceneNode *initial_child, s32 id)
{
    this->patt_node[pattNodeId]->removeAll();
    //set its child
    if(initial_child) this->patt_node[pattNodeId]->addChild(initial_child);
    return this->patt_node[pattNodeId];
}
```

4.4.2 การพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้

การพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ ผู้พัฒนาใช้ซอฟต์แวร์แบบเปิดเผยแพร่สเอร์ริชเอนจินมาเป็นส่วนควบคุมระบบหลักและส่วนในการแสดงผลภาพ 2 มิติและ 3 มิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.2.1 หน้ารายการ (Menu)



รูปที่ 4.11 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้ารายการ

อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 แสดงชื่อของผู้ใช้ระบบ

ส่วนที่ 2 แสดงชื่อของระบบ

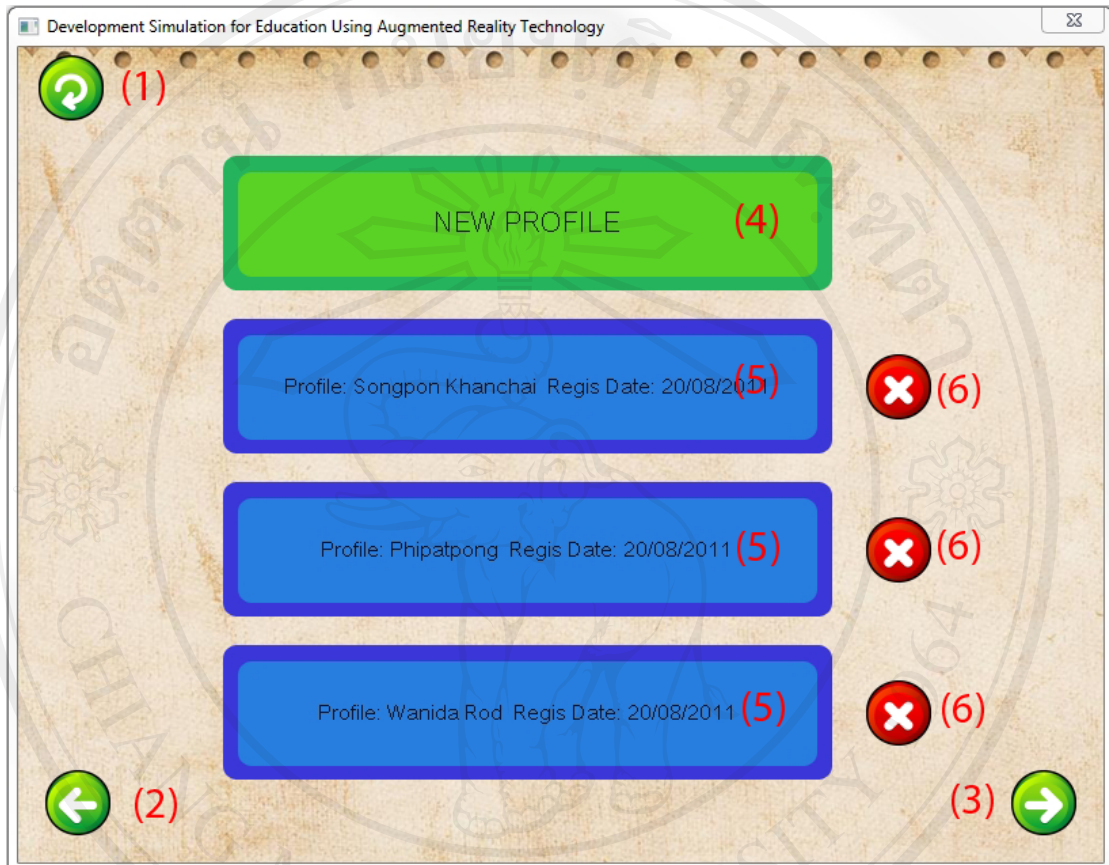
ส่วนที่ 3 ปุ่ม CONTINUE สำหรับเข้าสู่โหมดการเรียนรู้

ส่วนที่ 4 ปุ่ม CHANGE PROFILE สำหรับเข้าสู่โหมดการจัดการข้อมูลผู้ใช้

ส่วนที่ 5 ปุ่ม STATISTICS สำหรับเข้าสู่โหมดแสดงค่าสถิติ

ส่วนที่ 6 ปุ่ม EXIT สำหรับการออกจากการใช้งานระบบ

4.4.2.2 หน้าจัดการข้อมูลผู้ใช้ (UserProfile)



รูปที่ 4.12 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าจัดการข้อมูลผู้ใช้

อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้ารายการ

ส่วนที่ 2 ปุ่ม ย้อนกลับ ไปยังหน้าก่อนหน้า

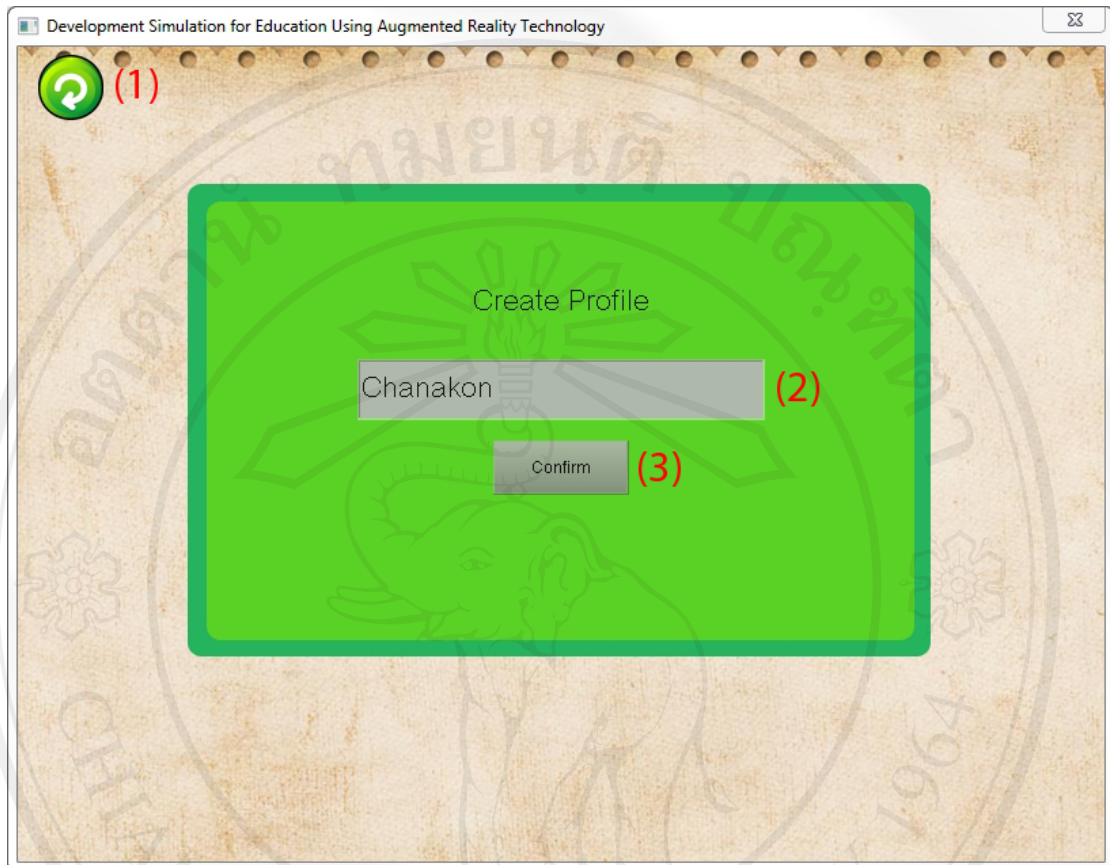
ส่วนที่ 3 ปุ่ม ถัดไป ไปยังหน้าถัดไป

ส่วนที่ 4 ปุ่ม NEW PROFILE สำหรับเพิ่มผู้ใช้ใหม่

ส่วนที่ 5 ปุ่ม SAVE SLOT สำหรับโหลดข้อมูลผู้ใช้ที่ต้องการ

ส่วนที่ 6 ปุ่ม DELETE สำหรับการลบข้อมูลผู้ใช้

4.4.2.3 หน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้



รูปที่ 4.13 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้

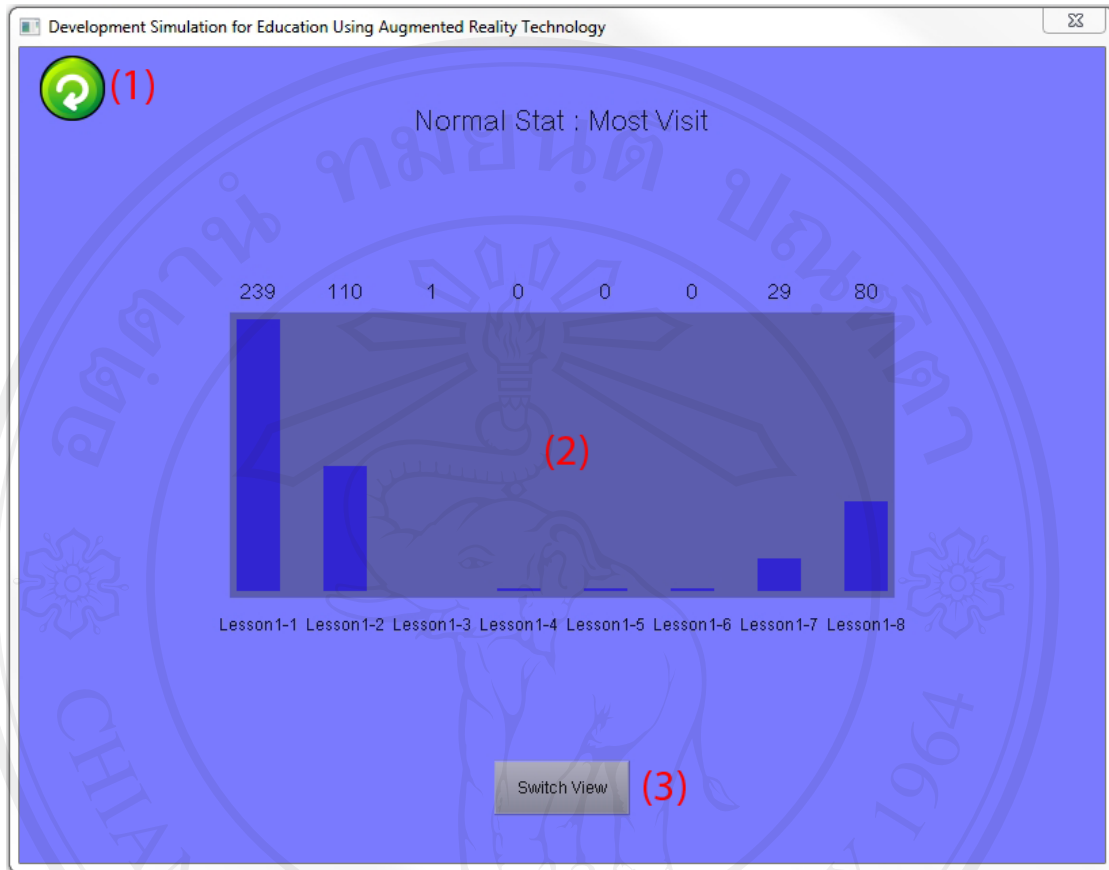
อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้ารายการ

ส่วนที่ 2 Edit Box รับค่าชื่อของผู้ใช้

ส่วนที่ 3 ปุ่ม Confirm สำหรับยืนยันในการเพิ่มผู้ใช้ใหม่

4.4.2.4 หน้าข้อมูลสถิติทั่วไป (Statistics)



รูปที่ 4.14 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าข้อมูลสถิติทั่วไป

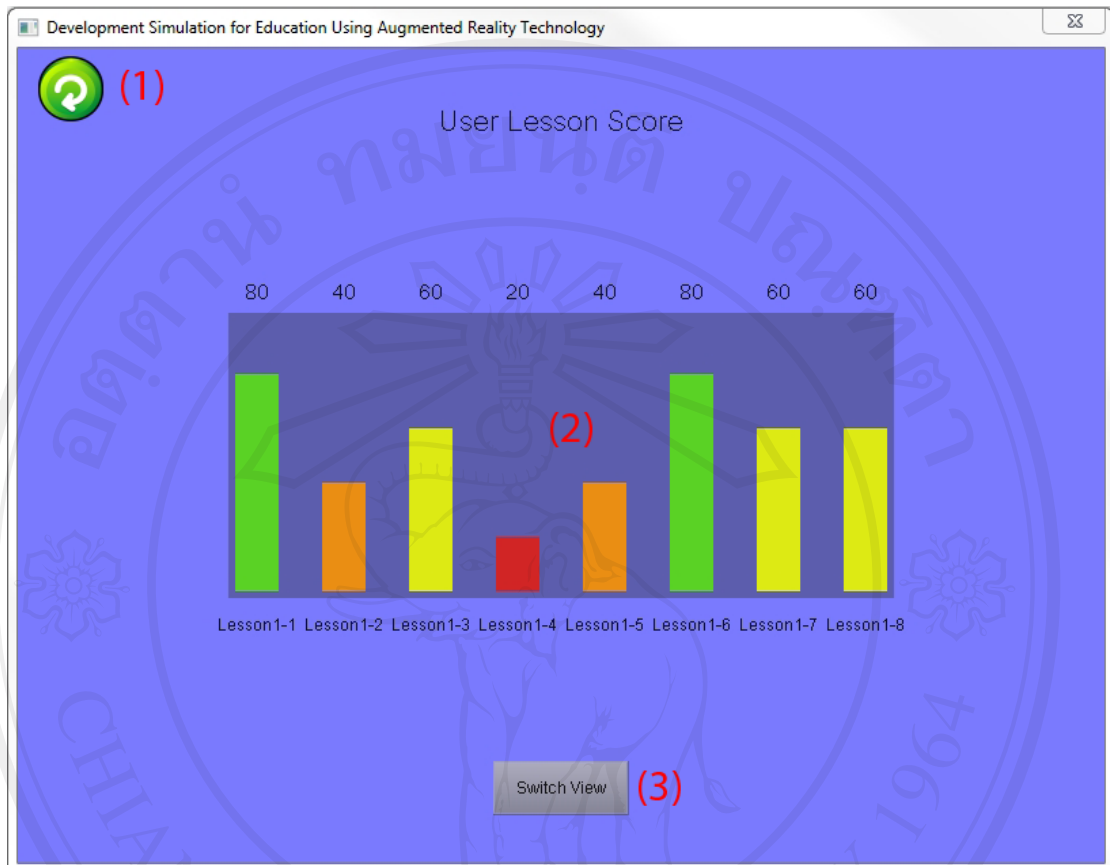
อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้ารายการ

ส่วนที่ 2 แสดงกราฟแท่งข้อมูลการใช้งานของแต่ละบทเรียน

ส่วนที่ 3 ปุ่ม Switch View สำหรับสลับไปยังโหมดสถิติผู้ใช้

4.4.2.5 หน้าข้อมูลสถิติผู้ใช้



รูปที่ 4.15 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าสถิติผู้ใช้

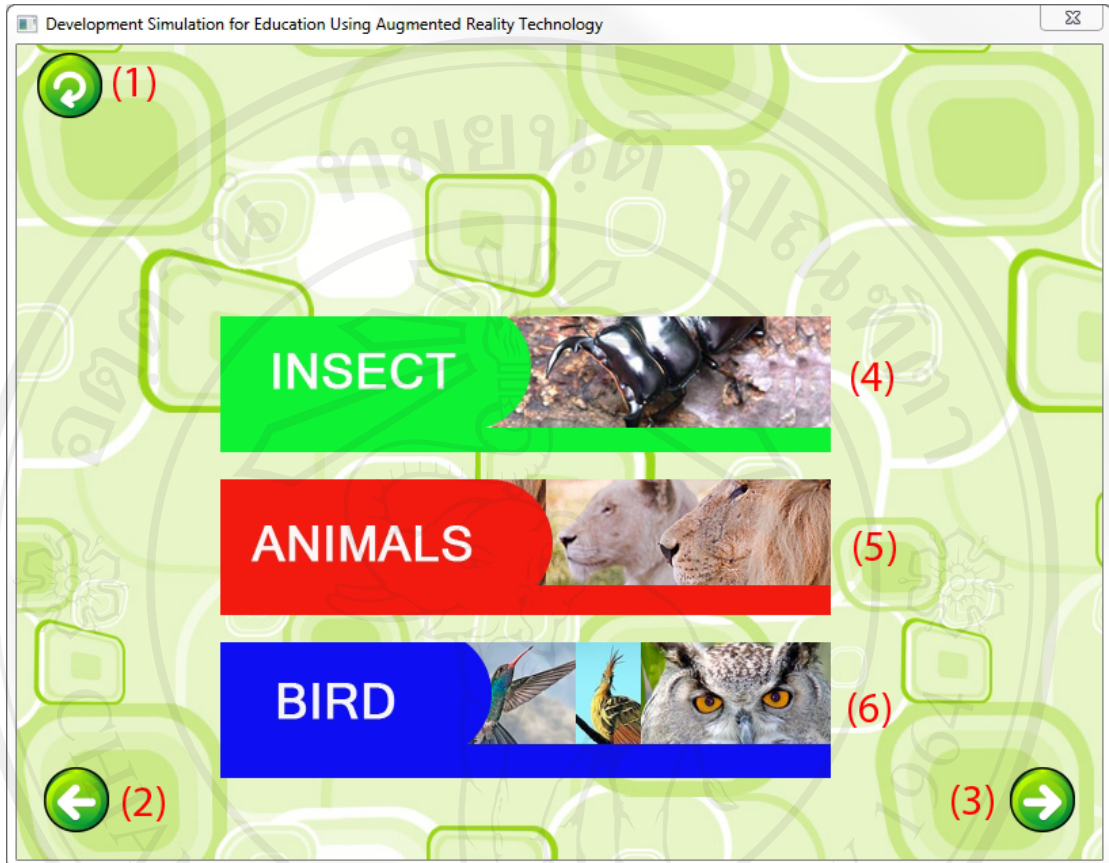
อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้ารายการ

ส่วนที่ 2 แสดงกราฟแท่งข้อมูลการคะแนนจากการทบทวนบทเรียนของผู้ใช้ตามแต่ละบทเรียน

ส่วนที่ 3 ปุ่ม Switch View สำหรับสลับไปยังโหมดสถิติทั่วไป

4.4.2.6 หน้าหมวดการเรียนรู้ (Category)



รูปที่ 4.16 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าหมวดการเรียนรู้

อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้ารายการ

ส่วนที่ 2 ปุ่ม ย้อนกลับ สำหรับการย้อนกลับไปยังหน้าก่อนหน้า

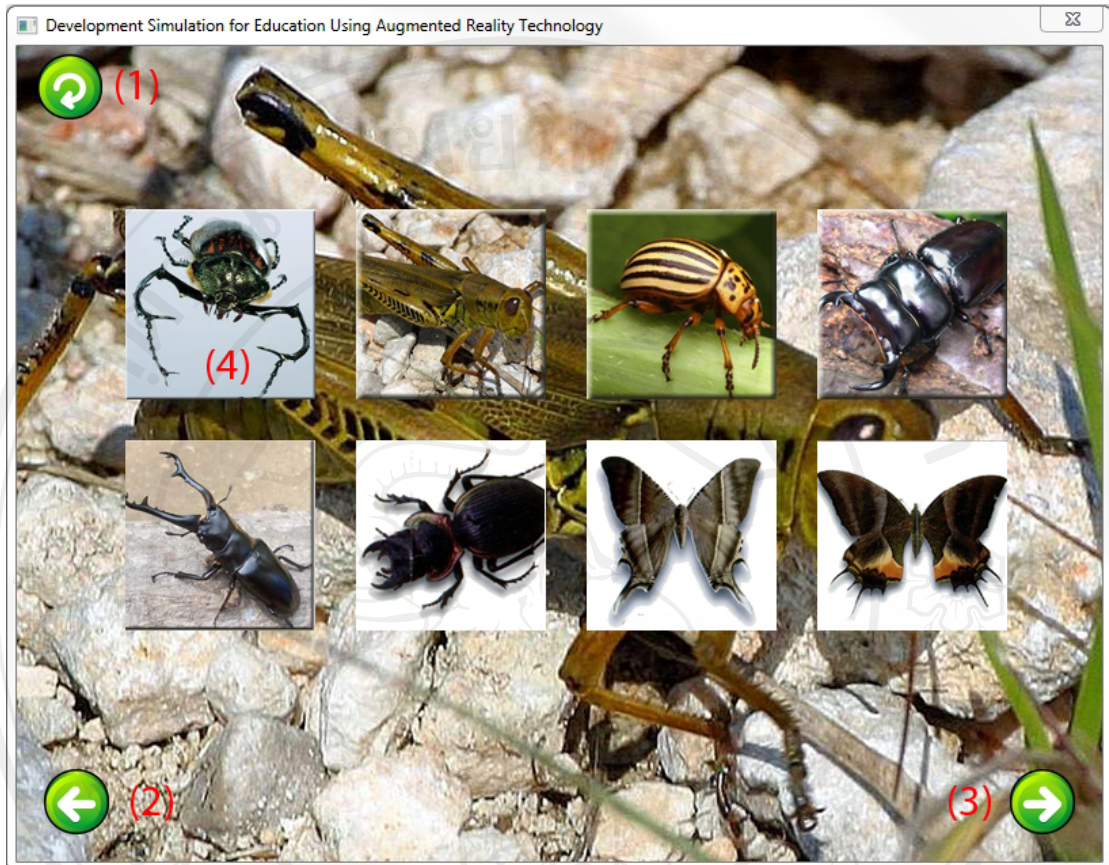
ส่วนที่ 3 ปุ่ม ต่อไป สำหรับไปยังหน้าถัดไป

ส่วนที่ 4 ปุ่ม INSECT สำหรับเลือกไปยังบทเรียนของหมวดเนื้อหาแมลง

ส่วนที่ 5 ปุ่ม ANIMALS สำหรับเลือกไปยังบทเรียนของหมวดเนื้อหาสัตว์

ส่วนที่ 6 ปุ่ม BIRD สำหรับเลือกไปยังบทเรียนของหมวดเนื้อหานก

4.4.2.7 หน้าเลือกบทเรียน



รูปที่ 4.17 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าเลือกบทเรียน

อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

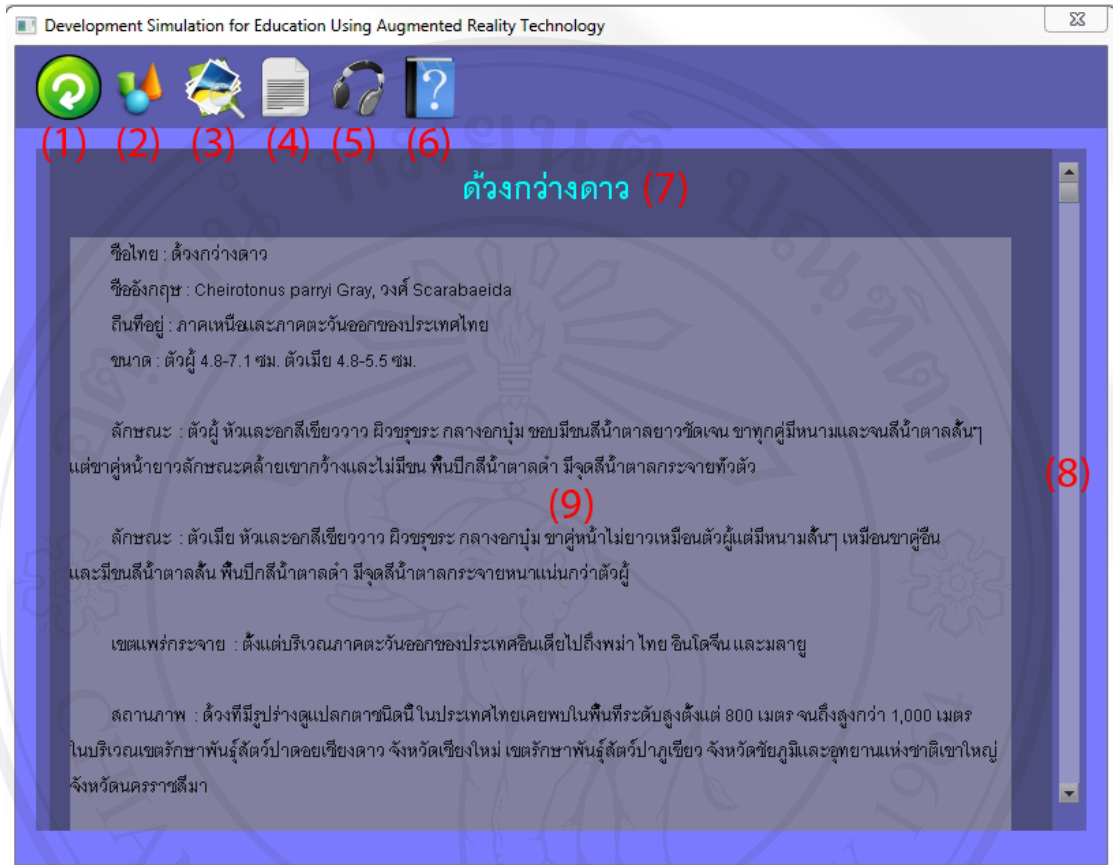
ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้าหมวดการเรียนรู้

ส่วนที่ 2 ปุ่ม ย้อนกลับ เพื่อกลับไปยังหน้าก่อนหน้า

ส่วนที่ 3 ปุ่ม ถัดไป สำหรับไปยังหน้าถัดไป

ส่วนที่ 4 ปุ่ม ของกลุ่มเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ

4.4.2.8 หน้าห้องเรียน (Lesson)



รูปที่ 4.18 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าห้องเรียน

อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้าเลือกบทเรียน

ส่วนที่ 2 ปุ่ม ไปยังโหมดเรียนรู้แบบ 3 มิติ

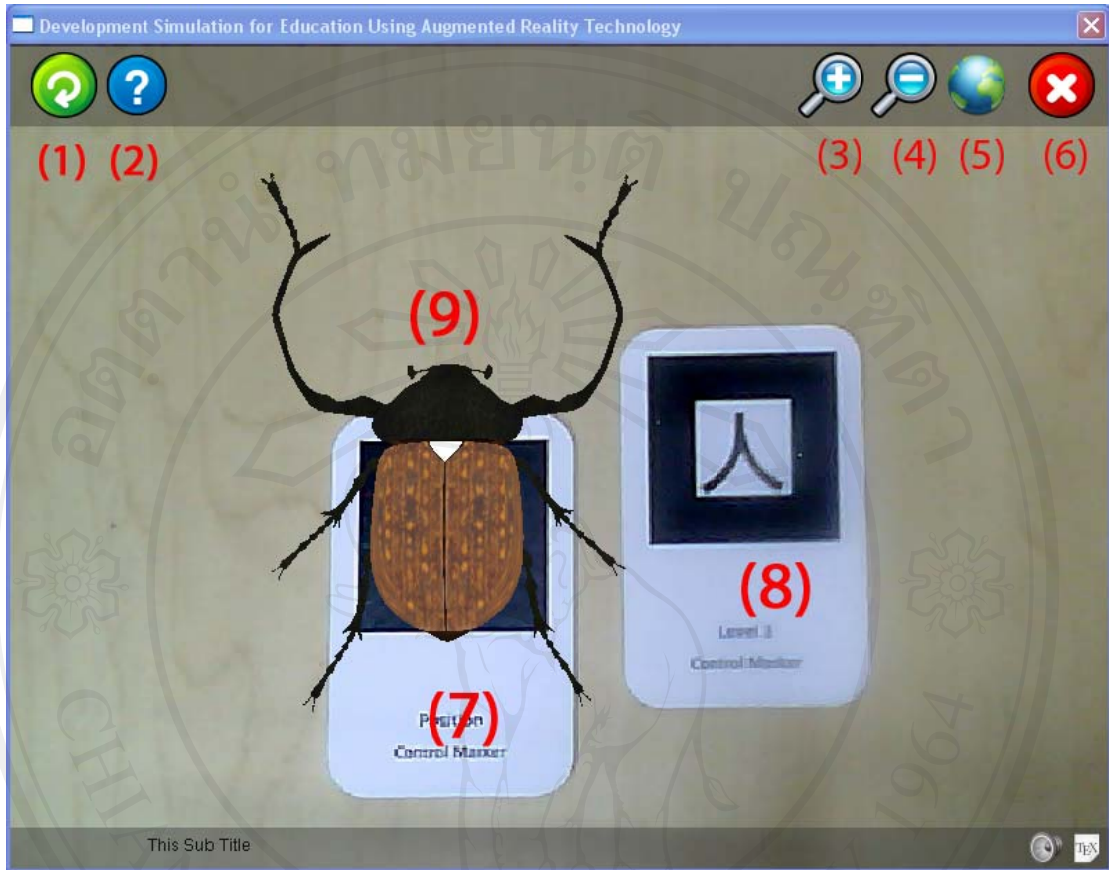
ส่วนที่ 3 ปุ่ม แสดงรูปภาพของสิ่งที่ศึกษาประจำบทเรียน

ส่วนที่ 4 ปุ่ม ข้อมูลของสิ่งที่ศึกษาประจำบทเรียน

ส่วนที่ 5 ปุ่ม เล่น / หยุด เสียงบรรยาย

ส่วนที่ 6 ปุ่ม ไปยังโหมดทบทวนการเรียนรู้

4.4.2.9 หน้าโหมคเรียนรู้แบบ 3 มิติ



รูปที่ 4.19 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้ของหน้าห้องเรียนโหมคแบบจำลอง 3 มิติ

อธิบายส่วนติดต่อผู้ใช้ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่ม กลับไปยังหน้าห้องเรียน

ส่วนที่ 2 ปุ่มช่วยเหลือ

ส่วนที่ 3 ปุ่ม ขยายขนาดแบบจำลอง

ส่วนที่ 4 ปุ่ม ลดขนาดแบบจำลอง

ส่วนที่ 5 ปุ่ม เชื่อมต่อเว็บเบราว์เซอร์

ส่วนที่ 6 ปุ่ม ออกจากระบบ

ส่วนที่ 7 บัตรมาร์คเกอร์ควบคุมตำแหน่ง

ส่วนที่ 8 บัตรมาร์คเกอร์ควบคุมวงจรชีวิต

ส่วนที่ 9 แสดงภาพของแบบจำลอง

ส่วนที่ 10 จอแสดงผล

4.4.3 การพัฒนาในส่วนการจัดการข้อมูล

เนื่องจากระบบมีการเก็บค่าข้อมูลและที่อยู่ของทรัพยากรด้วยกันหลายประเภท รวมถึงค่าทางสถิติของผู้ใช้งาน ผู้พัฒนาจึงได้ออกแบบการเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลเพื่อให้การพัฒนาและแก้ไขทำได้โดยง่าย

รายละเอียดของการพัฒนาอยู่ใน เอกสารประกอบการพัฒนาระบบตามมาตรฐานไอเอสโอ 29110 ในหัวข้อ Software Design

4.5 การทดสอบระบบ

หลังจากกระบวนการพัฒนาเสร็จสิ้น ได้มีการทดสอบระบบการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม ซึ่งได้แบ่งระดับการทดสอบออกเป็น 3 ระดับคือ ทดสอบหน่วยย่อย ทดสอบการเชื่อมโยงของหน่วยย่อยและทดสอบการยอมรับของผู้ใช้ ซึ่งมีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.5.1 ทดสอบหน่วยย่อย

การทดสอบในขั้นนี้จะเป็นการทดสอบโดยแยกทดสอบระบบเป็นส่วน ๆ ตามแต่ละฟังก์ชันในแต่ละคลาสเพื่อให้แต่ละระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยจะทดสอบในระหว่างการพัฒนาระบบ เมื่อทำหน่วยย่อยเสร็จแล้ว

4.5.2 ทดสอบการเชื่อมโยงของหน่วยย่อย

การทดสอบในขั้นนี้จะเป็นการทดสอบการเชื่อมโยงระหว่างหน่วยย่อยเข้าด้วยกัน การส่งต่อข้อมูล การบันทึกและการเรียกใช้ในทันที การตั้งค่าต่าง ๆ ซึ่งการทดสอบในขั้นนี้ จะอยู่ในการกำกับของหน่วยทดสอบระบบ

4.5.3 ทดสอบการยอมรับของผู้ใช้

ในการทดสอบในขั้นนี้จะเป็นการทดสอบระบบ ในสภาวะแวดล้อมจริง โดยทดสอบตามความต้องการของผู้ใช้โดยผู้ใช้เอง การทดสอบจะผ่านเมื่อผู้ใช้พอใจหรือยอมรับงาน

รายละเอียดของการทดสอบทั้งหมดอยู่ใน ภาคผนวก เอกสารประกอบการพัฒนาระบบตามมาตรฐานไอเอสโอ 29110 ในหัวข้อ Software Design

4.6 การส่งมอบและการบำรุงรักษาระบบ

เมื่อพัฒนาระบบครบตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้จะเข้าสู่กระบวนการส่งมอบและการบำรุงรักษาระบบ สำหรับรายละเอียดของการทำงานมีดังนี้

4.6.1 การส่งมอบ

การส่งมอบระบบ ทำในรูปแบบลักษณะของผลิตภัณฑ์จำหน่ายเป็นชุด ประกอบไปด้วยแผ่นคู่มือที่มีโปรแกรมติดตั้งตัวระบบ คู่มือผู้ใช้และบัตรสัญลักษณ์ควบคุม 1 ชุด

4.6.2 การบำรุงรักษาระบบ

การบำรุงรักษาระบบคือ ขั้นตอนและกระบวนการทำงานภายหลังจากส่งมอบผลิตภัณฑ์ เพื่อรองรับปัญหาที่จะเกิดขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ร้องขอการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการบำรุงรักษาระบบ จะเริ่มต้นได้ก็ต่อเมื่อ มีการยื่นข้อเสนอหรือคำร้องขอให้มีการเปลี่ยนแปลง หรือแจ้งปัญหาจากผู้ใช้ โดยจะเตรียมช่องทางการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับทีมงานไว้ ผ่านอีเมลล์และเว็บไซต์
2. วิเคราะห์ข้อเสนอการบำรุงรักษา นำคำร้องมาจำแนกประเภทของการบำรุงรักษา จากนั้นจะพิจารณาคำร้องดังกล่าวเพื่อการขออนุมัติการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากการประมาณการขนาด ผลกระทบ ความเป็นไปได้และค่าใช้จ่ายของการเปลี่ยนแปลง พร้อมจัดลำดับความสำคัญของการเปลี่ยนแปลง กำหนดระยะเวลาและวิธีการในการดำเนินการ
3. ออกแบบ ทำการออกแบบส่วนที่ต้องได้รับการเปลี่ยนแปลงแก้ไขและส่วนอื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด แก้ไขเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับส่วนที่ได้รับผลกระทบ ออกแบบกรณีทดสอบสำหรับส่วนใหม่ที่ผ่านมาการแก้ไขแล้ว พิจารณาเอกสารข้อกำหนดความต้องการเพื่อปรับปรุงให้ตรงกับรุ่นของซอฟต์แวร์ และปรับปรุงรายการซ่อมบำรุง
4. ดำเนินงานซ่อมบำรุง เริ่มดำเนินการแก้ไขคำสั่งโปรแกรมในส่วนที่ได้รับผลกระทบทีละส่วน แล้วนำเชื่อมรวมกัน
5. ทดสอบระบบ นำกรณีทดสอบที่ได้ออกแบบไว้มาใช้ทดสอบ ตามขั้นตอนการทดสอบหลังการพัฒนา
6. ทดสอบการยอมรับ เป็นการทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าระบบรุ่นใหม่ที่ผ่านมาการแก้ไขแล้วนั้น เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ด้วย
7. เปลี่ยนระบบใหม่ เมื่อมีระบบรุ่นใหม่ออกมา โดยจำหน่ายเป็นชุดแบบเสริมสำหรับผู้ใช้งานเก่าและชุดแบบเต็มสำหรับผู้ใช้งานใหม่

สำหรับรายละเอียดการส่งมอบและการบำรุงรักษาระบบทั้งหมดอยู่ใน ภาคผนวก เอกสาร
ประกอบการพัฒนาระบบตามมาตรฐานไอเอสโอ 29110 หัวข้อ Acceptance Record



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved