



คิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล: ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์
ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

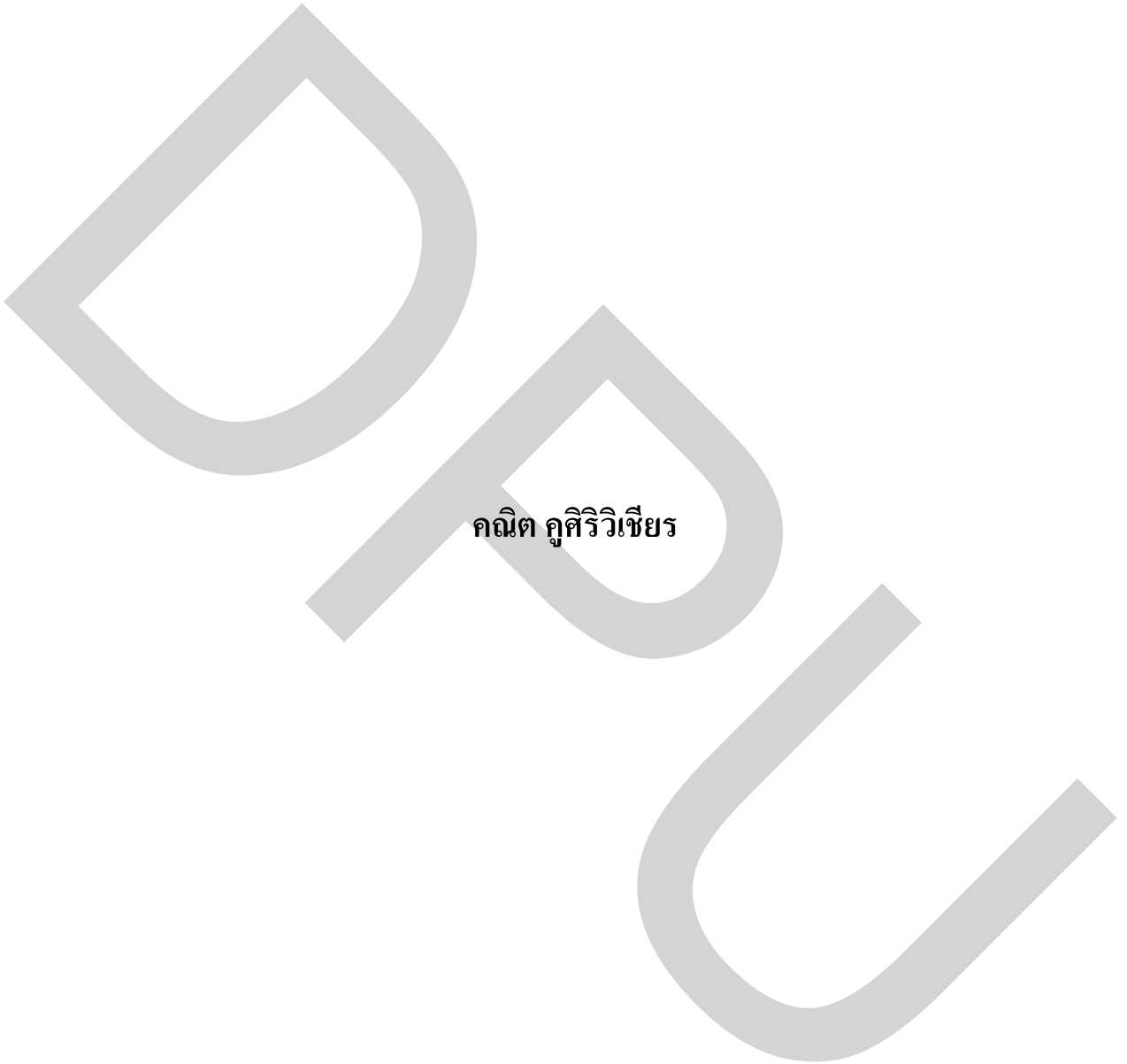
**Kids' Virtual Lab Model: A Model for Virtualization Science
Laboratory Game for Kids on World Wide Web**

คณิต กุศิริวิเชียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเว็บ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2555

คิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล: ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์
ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ



คณิต กุศิริวิเชียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเว็บ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2555

Kids' Virtual Lab Model: A Model for Virtualization Science

Laboratory Game for Kids on World Wide Web



Kanit Koosiriwichian

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Web Engineering

Faculty of Information Technology, Dhurakij Pundit University

2012

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบคารวะ และขอบูชาพระคุณครูบาอาจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิศวกรรมเว็บ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตทุกท่านที่ได้เสียสละ เพื่อให้ศิษย์ทุกคนมีวิชาความรู้ติดตัว และสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการปฏิบัติงานจริงในอนาคตได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.วรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ใคร่ขอกราบขอบพระคุณที่ท่านอาจารย์กรุณาให้คำปรึกษา ให้ข้อคิดเห็น และเสียสละเวลาให้กับผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา ตลอดจนช่วยตรวจสอบต้นฉบับและแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้นลงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ศศิธร จำภากร ผศ.มณฑา นირทัย ผศ.ณัชชา สุตลาภา ผศ.พรทิพย์ แก้วบุญเรือง ผศ.ปรียา บุญวาทิน อ.อาคม ทิพย์เนตร อ.ชานาญ สุขยานี อ.บุญยชีตา บุญตั้ง นักเรียน และคณาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) ทุกท่าน ที่กรุณาให้ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ เป็นแหล่งข้อมูลในการทำวิจัย และได้กรุณาได้รับเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตลอดจนให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ อ.นันทรัตน์ ธรรมวัฒน์ไพศาล อ.สุกัญญา สุพรรณรัตน์ อ.อนุสรรา เฉลิมศรี อ.วีรวิชญ์ วงศ์โรจน์ และดร.พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย แห่งโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่ได้กรุณาได้รับเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ยิ่งแก่ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผ.อ.ชวรัตน์ ฐปสุวรรณ อ.สมชาย จันทร์สืบสาย อ.เกษม ปุณยปริชาศิริ และนักเรียนโรงเรียนบ้านลำพญาทุกคน ที่กรุณาให้ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ เป็นแหล่งข้อมูลในการทำวิจัย รวมถึงให้การต้อนรับและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ อ.วิญญู นรินาทล้ำพงศ์ อ.พนมพร ดอกประโคน และอ.สุพล สุภาภวัฒน์ แห่งคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่ได้กรุณาได้รับเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย ตลอดจนให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์ รศ.ดร.ระพีพรรณ พิริยะกุล ดร.อัจฉริยา อักษรอินทร์ และดร.อรวรรณ อัมสมบัติ ที่ได้กรุณาได้รับเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้คำแนะนำที่มีค่าอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณน้องจักรที่ช่วยทำภาพกราฟิกที่สวยงามและน่ารักมากๆ รวมถึงช่วยออกความเห็นต่างๆที่มีค่ายิ่ง ขอขอบคุณพี่ป๋มที่ช่วยพากย์เสียงคุณครูสมศรีอย่างสมจริง ขอขอบคุณกอล์ฟที่ช่วยพากย์เสียงของหนูนาอย่างสุดความสามารถ ขอขอบคุณเพื่อนที่ได้สละเวลาไปช่วยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์เก็บข้อมูลและเล่นกับเด็กๆที่โรงเรียนอย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณป้า และขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ ภรรยาและลูกๆ รวมถึงเพื่อนๆที่รักทุกคน ที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ จะถูกจารึกไว้ในจิตใจของผู้ทำวิทยานิพนธ์ด้วยความระลึกถึงตลอดไป

กณิต คุศิริวิเชียร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	๑๑
สารบัญภาพ	๑๒
ประมวลศัพท์และคำย่อ	๑๓
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ประโยชน์และผลที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา	3
1.5 นิยามศัพท์.....	4
2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์	6
2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้.....	23
2.3 ตัวแบบของเกมเพื่อการศึกษา.....	28
2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
2.5 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	45
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
3. วิธีการดำเนินการวิจัยและเครื่องมือ	56
3.1 การวางแผนการดำเนินงาน	56
3.2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล.....	58
3.3 การพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลเลียบโมเดล.....	60
3.4 การพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลเลียบ	61
3.5 การกำหนดแบบแผนการทดลอง.....	65

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.6 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง	66
3.7 การวัดผลและประเมินผลการใช้งานคิดส์เวอร์ชวลแล็บ	66
3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำคิดส์เวอร์ชวลแล็บ	81
4. ผลการดำเนินการวิจัย	83
4.1 ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล	83
4.2 ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บ	96
4.3 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ.....	115
4.4 ผลการประเมินคุณภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย	116
4.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บ	120
4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียน ด้วยคิดส์เวอร์ชวลแล็บ	122
4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิดส์เวอร์ชวลแล็บ.....	123
5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	125
5.1 สรุปผลการวิจัย	127
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	129
5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย	131
5.4 ข้อเสนอแนะ	132
บรรณานุกรม	134
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บ	142
แผนภูมิระดมสมอง (Brainstorm Chart)	143
แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)	144
แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)	145
การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Content Dividing).....	146
การออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ (Game Design).....	147
การสร้างแผนภูมិหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart).....	149

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavior Objectives)	150
การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart)	151
การเขียนรายละเอียดเนื้อหาบทเรียน (Script Development)	156
การจัดลำดับบทเรียน (Storyboard Development).....	167
การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (Implementation).....	172
รายละเอียดของระบบ LMS แต่ละส่วน (Use Case Description)	184
ภาคผนวก ข. แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคิสเวอร์ชวลแล็บ	192
แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	193
แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย	195
ภาคผนวก ค. แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อคิสเวอร์ชวลแล็บ.....	197
แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง.....	198
ภาคผนวก ง. คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกรายบุคคล	199
คะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง.....	200
คะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	204
คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	208
ภาคผนวก จ. คะแนนความพึงพอใจที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจ ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกรายบุคคล	212
คะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง.....	213
ภาคผนวก ฉ. ผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50	217
ผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50	218
ภาคผนวก ช. หนังสือรับรองผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50	226
หนังสือรับรองผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50	227
ประวัติผู้เขียน	229

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แบบแผนการทดลอง.....	66
3.2 ระดับการประเมินสมรรถนะของระบบ	68
3.3 ระดับการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา.....	70
3.4 การแปลความหมายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	70
3.5 ระดับการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย	71
3.6 การแปลความหมายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย.....	72
3.7 ระดับการประเมินความพึงพอใจ	73
3.8 การแปลความหมายการประเมินความพึงพอใจ	73
3.9 แนวทางเลือกเครื่องประมวลผลเกม.....	88
4.1 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ	115
4.2 ผลการประเมินสมรรถนะของระบบ	116
4.3 ผลการประเมินคุณภาพของคิคส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	116
4.4 สรุปผลการประเมินคุณภาพของคิคส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	118
4.5 ผลการประเมินคุณภาพของคิคส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย	118
4.6 สรุปผลการประเมินคุณภาพของคิคส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย..	120
4.7 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิคส์เวอร์ชวลแล็บจากการทำแบบทดสอบค ระหว่างเรียน (E1)	121
4.8 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิคส์เวอร์ชวลแล็บ จากการทำแบบทดสอบ หลังเรียน (E2)	121
4.9 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยคิคส์เวอร์ชวลแล็บ	122
4.10 ผลการคำนวณ Paired t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน	122
4.11 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิคส์เวอร์ชวลแล็บ	123

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทเรียงลำดับการนำเสนอ	16
2.2 รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทแบบฝึกหัด	17
2.3 รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทโต้ตอบเสมือนจริง	19
2.4 รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทเกม	20
2.5 วงจรปฏิสัมพันธ์ (Interaction cycle) ของ Jean Piaget	26
2.6 กระบวนการเรียนรู้ (The process of learning) ของ Piaget (Piaget Process)	27
2.7 โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game)	32
2.8 Game Object Model (GOM)	33
2.9 Personal Outlining Model (POM)	34
2.10 Game Achievement Model (GAM).....	35
2.11 Game-based Learning Model.....	36
2.12 Experiential Gaming Model	37
2.13 Adaptive Gameflow Framework	38
2.14 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Robert Gagné	43
3.1 แผนภูมิแกนต์ สำหรับวางแผนการดำเนินงาน.....	57
3.2 แผนภาพขั้นตอนการทดลอง (Experimental Phase)	76
4.1 คิวเวิร์ทอลแล็บ โมเดล (Kids' Virtual Lab Model)	84
4.2 แผนภาพ Use Case แสดงระบบหลัก (Main System).....	100
4.3 แผนภาพ Use Case แสดงระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน (Course Management System).....	101
4.4 แผนภาพ Use Case แสดงระบบจัดการไฟล์ (File Management System).....	102
4.5 แผนภาพ Use Case แสดงระบบระบุตัวตนและตรวจสอบสิทธิ์ (Authentication and Authorization System)	103
4.6 คิวเวิร์ทอลแล็บ หน้าแรก	105
4.7 คิวเวิร์ทอลแล็บ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ	106
4.8 คิวเวิร์ทอลแล็บ เกมขาดแสงจันทร์หงอยเหงา.....	107
4.9 คิวเวิร์ทอลแล็บ เกมถั่งงอกมาแล้วจ้า	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ.....	109
4.11 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมสิ่งเร้ารอบต้น.....	110
4.12 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าล็อกอิน เข้าสู่ระบบ	111
4.13 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ แจ้งว่าเข้าระบบได้สำเร็จ	111
4.14 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการหลักสูตร	112
4.15 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการหน่วยการเรียนรู้	112
4.16 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการไฟล์.....	113
4.17 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าเกี่ยวกับผู้จัดทำ.....	113
4.18 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าเกี่ยวกับคัดส์เวอร์ชวลแล็บ.....	114

ประมวลศัพท์และคำย่อ

คิดส์เวอร์ชวลเล็บบ โมเดล	ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ
คิดส์เวอร์ชวลเล็บบ	บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิดส์เวอร์ชวลเล็บบ โมเดล
E1	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่คำนวณได้จาก แบบทดสอบระหว่างเรียน
E2	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่คำนวณได้จาก แบบทดสอบหลังเรียน

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล: ตัวแบบสำหรับเกมการทดลอง
ชื่อผู้เขียน	นายคณิต คูศิริวิเชียร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา
สาขาวิชา	วิศวกรรมเว็บ
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ ที่เรียกว่า คิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลประยุกต์ใช้หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างวิดีโอเกม (Structure of Video Game) ของ Adams and Rollings (2007) ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนการทดลองวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อเรื่องชีวิตพืช โดยใช้แนวทางในการออกแบบจากคิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล และได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และโรงเรียนบ้านลำพญา จำนวน 86 คน ผลการวิจัยพบว่า คิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล มีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ที่ดีถึงดีมาก มีประสิทธิภาพของบทเรียน E1/E2 เท่ากับ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยคิดส์เวอร์ชวลแล็บสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีโอกาสผิดพลาดร้อยละ 1 ($\alpha = 0.01$, p-value = 0.000) นอกจากนี้แล้วผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับพึงพอใจมาก สรุปได้ว่าคิดส์เวอร์ชวลแล็บสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องได้ และบ่งชี้ว่าคิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลสามารถเป็นตัวแบบสำหรับการสร้างเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บได้เป็นอย่างดี

Thesis Title	Kids' Virtual Lab Model: A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web
Author	Mr.Kanit Koosiriwichain
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr.Worasit Choochaiwattana
Department	Web Engineering
Academic Year	2011

ABSTRACT

This study aims at creating a virtual laboratory game model for kids on World Wide Web, called Kids' Virtual Lab Model. This model will be used as guidelines for designing and developing lessons and computer games which will help learners to perform virtual science laboratories. The Kids' Virtual Lab Model applied the design principles of computer-assisted instruction and design principles of computer games with the concept of the structure of video game by Adams and Rollings. A virtual laboratory game on the topic plant life, based on the proposed model was developed. To evaluate an effectiveness and efficiency of the model, an experiment was conducted. Eighty six of the 2nd grade students from Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development and Ban Lumphaya School were recruited. The results revealed that the Kids' Virtual Lab Model's has performance was in range between good and very good and had E1/E2 efficiency at 80.43/81.63 which was higher than the established criteria at 80/80. The academic achievement (effectiveness) of students after learning was statistically higher, at 0.01 level of significant ($\alpha = 0.01$, p-value = 0.000). The subjects also rated the Kid's Virtual Lab as 'very satisfied'. In addition, a group of experts were also recruited to perform the details evaluation on the Kids' Virtual Lab. They rated the Kid's Virtual Lab as 'very good' in content quality assessment and 'good' in the multimedia quality assessment. It can be concluded that the Kids' Virtual Lab could be used for teaching science in the related topics, and that the Kids' Virtual Lab Model can be used as a model for building virtual laboratory game for kids on World Wide Web as well.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบัน โลกของเราอยู่ในยุคของข้อมูลข่าวสาร (Information Technology) ระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) ทำให้การเชื่อมโยงของเครื่องคอมพิวเตอร์จากทั่วทุกมุมโลกเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย มีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์มาเป็นสื่อการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต หรือที่เรียกว่า e-Learning อย่างกว้างขวาง มีการใช้ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) ซึ่งสามารถบันทึก ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการเรียน เพื่ออำนวยความสะดวกต่างๆ ทั้งแก่ผู้เรียนและผู้สอน รวมถึงมีการใช้เกมคอมพิวเตอร์มาเป็นส่วนประกอบเพื่อช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เพิ่มความสนุกสนานในการเรียน ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ และผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ดีขึ้น (Zhi-Hong Chen, Calvin C.Y. Liao and Tak-Wai Chan, 2010: 93) อีกทั้งการเล่นเกมนั้นยังเป็นการพัฒนาทักษะหลายๆด้านของเด็ก เช่น ด้านจิตวิทยา ด้านสังคม ด้านการรับรู้ และช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย (Apananik and Mstefanos, 2007: 875)

เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง (Virtualization Science Laboratory Game) เป็นส่วนหนึ่งของระบบ e-Learning ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนที่เป็นเด็ก เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเป็นตรรกะ และช่วยพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น เกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กนั้นมีอยู่จำนวนไม่มาก เนื่องจากความยากในการออกแบบ เพราะนอกจากจะต้องเน้นในเรื่องของการทดลองแล้ว สิ่งที่เขาได้ไม่ได้ในเกมการทดลองสำหรับเด็กคือสิ่งที่ดึงดูดใจให้เด็กเข้ามาเล่นเกม และทดลองได้อย่างสนุกสนาน ไม่เบื่อ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีตัวแบบ (Model) หรือแนวทางในการพัฒนา (Development Guideline) เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) ที่ชัดเจน การศึกษาถึงผลลัพธ์ของการนำเอาเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สำหรับเด็กก็ยังมีค่อนข้างน้อย

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและโปรแกรม

เกมคอมพิวเตอร์ ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยจำลองมาจากการทดลองจริงๆ ผู้เรียนจะรู้สึกเหมือนกับว่าเข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริง (Virtual World) และทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ภายในเกม ผู้วิจัยเรียกตัวแบบที่สร้างขึ้นนี้ว่า "ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ไวด์เว็บ (A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web)" หรือ เรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (Kids' Virtual Lab Model)" จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล ซึ่งขอเรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab)" โดยใช้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ และนำไปทดลองใช้สอนในกลุ่มเป้าหมาย เพื่อประเมินผลว่าบทเรียนและเกมที่สร้างตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้น มีสมรรถนะ ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อผู้เรียนเป็นอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ไวด์เว็บ (คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล)

1.2.2 เพื่อสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ไวด์เว็บ ตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (คิตส์เวอร์ชวลแล็บ)

1.3 ประโยชน์และผลที่ได้รับ

ประโยชน์และผลที่ได้รับสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ คือ ได้ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ไวด์เว็บขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักพัฒนาเกม คุณครู และอาจารย์ที่สอนทางวิทยาศาสตร์ ในการออกแบบและพัฒนาเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ไวด์เว็บ รวมถึงสามารถนำเอาการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาอื่นๆต่อไปได้ในอนาคต

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 ขอบเขตของระบบ

ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System) ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนแบบย่อส่วน คือ มีเฉพาะส่วนที่จำเป็นต้องใช้สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้เท่านั้น ไม่ได้มีครบทุกองค์ประกอบของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนทั่วไป โดยระบบจะรองรับกลุ่มผู้ใช้งานระบบ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ดูแลระบบ ซึ่งต้องทำการล็อกอิน เพื่อเข้าไปสร้างและแก้ไขบทเรียนได้ และ กลุ่มผู้เรียน คือ ผู้ใช้งานระบบทั่วไป ซึ่งไม่ต้องล็อกอิน สามารถเข้าไปใช้งานบทเรียนได้ทันที

แบบทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นแบบทดสอบแบบกระดาษ ไม่ได้ใช้แบบทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนเวลาการใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนที่ได้เข้าไปทำวิจัยมากจนเกินไป เนื่องจากทางโรงเรียนได้แจ้งมาว่าห้องคอมพิวเตอร์นั้นมีคิวการใช้งานที่ค่อนข้างแน่น เพราะต้องใช้กับนักเรียนทุกชั้นปีของโรงเรียน

1.4.2 เนื้อหาและหลักสูตร

เนื้อหาและหลักสูตรที่นำมาสร้างเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กนั้น อ้างอิงมาจาก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 92-94, 100) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ที่ 1.1 (มาตรฐาน ว 1.1) ซึ่งกำหนดมาตรฐานไว้ดังนี้ “เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต” ซึ่งมีตัวชี้วัดชั้นปี ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1. ทดลองและอธิบายน้ำ แสง เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช
2. อธิบายอาหาร น้ำ อากาศ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์
3. ตำรวจและอธิบายพืชและสัตว์ สามารถตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส
4. ทดลองและอธิบายร่างกายของมนุษย์ สามารถตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส
5. อธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและเจริญเติบโตของมนุษย์

โดยบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเน้นที่ตัวชี้วัดข้อ 1 ถึงข้อ 3 ในหัวข้อที่เกี่ยวกับ “ชีวิตพืช” เท่านั้น

1.4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และโรงเรียนบ้านลำพญา

1.4.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 77 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านลำพญา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 9 คน โดยได้มาจากการใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากร เพื่อมาเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งคือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

1.5 นิยามศัพท์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัยไว้ ดังนี้

คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (Kids' Virtual Lab Model) เป็นคำย่อของ A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web คือ ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ ซึ่งเป็นตัวแบบที่ผู้วิจัยต้องการสร้างขึ้น

คิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab) หมายถึง บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช

ประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency) หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล โดยกำหนดเป็นประสิทธิภาพของผลการทดสอบกลุ่มผู้เรียนในระหว่างกระบวนการเรียน (E1) ซึ่งได้มาจากค่าเฉลี่ยของผลทดสอบระหว่างกระบวนการเรียนทุกๆหน่วยการเรียน ต่อประสิทธิภาพของผลการทดสอบกลุ่มผู้เรียนหลังจากเรียนจบทุกหน่วยการเรียน (E2) ซึ่งได้มาจากค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบภายหลังการเรียนทุกๆหน่วยการเรียน โดยมีเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement or Effectiveness) หมายถึง การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน กับ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิสส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล

ความพึงพอใจของผู้เรียน (Satisfaction) หมายถึง ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิสส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล โดยมีเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ อยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจมาก หรือ ค่าคะแนนที่ 3.5 ขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 5

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก หรือ คัดส์เวอร์ชวลเเล็บ นั้น ผู้วิจัยต้องการให้เกิดการกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem-Solving Process) เป็นหลัก ตามการศึกษาของ Pei-Chi Ho et al. (2007: 446) ที่ได้แนะนำไว้ งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ประยุกต์ใช้หลักการของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของเด็ก อีกทั้งยังได้นำเอาตัวละครรูปการ์ตูนต่างๆมาเป็นผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) และได้ออกแบบระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (User Interface Design) สำหรับเด็ก โดยเฉพาะ

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของทฤษฎีต่างๆที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและได้นำมาประยุกต์ใช้ว่ามีความเป็นมาอย่างไร โดยจะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 การเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์
- 2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้
- 2.3 ตัวแบบของเกมเพื่อการศึกษา
- 2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

2.1.1 ความหมายของการเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

การเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่นิยมเรียกกันเป็นภาษาอังกฤษว่า e-Learning นั้น ย่อมาจากคำว่า Electronic Learning ซึ่งเป็นคำที่มีผู้บัญญัติศัพท์ไว้มากมาย อาทิ เช่น

Marc J. Rosenberg (2001) นิยาม e-Learning ว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาหรือความรู้ โดยใช้ความสามารถของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอน ใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนหลากหลายรูปแบบ

Katy Campbell (2003: xii) ให้ความหมายของ e-Learning ว่าเป็นคำที่มีความหมายกว้างๆ เพื่ออธิบายถึงการศึกษาและการฝึกอบรมผ่านทางระบบเครือข่าย ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่และทุกเวลา

Clank, Ruth, Covin and Mayer, Richard, E. (2003) นิยาม e-Learning ว่าเป็นการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต เป็นช่องทางในการถ่ายทอดความรู้ โดยบทเรียนที่ใช้สอนมีเนื้อหาที่สัมพันธ์กับจุดประสงค์ มีการใช้เทคนิคการสอนเพื่อช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ เช่น การใช้ตัวอย่าง แบบฝึกหัด ใช้สื่อการสอนเป็นมัลติมีเดียเพื่อนำเสนอเนื้อหา

Ron Kurtus (2004) กล่าวว่า e-Learning เป็นคำที่กว้างและครอบคลุมถึงสื่อการสอนหลายรูปแบบ เช่น ซีดีรอม ดีวีดี อาจเป็นระบบที่ผ่านเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) หรือผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้ โดย e-Learning อาจอยู่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยการฝึกอบรม (Computer-Based Training: CBT) และการใช้เว็บเพื่อการฝึกอบรม (Web-Based Training: WBT) หรือใช้ในการเรียนทางไกล ซึ่งมีข้อดีหลักๆคือการใช้ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสื่อเหล่านี้ได้ง่าย

Serena Spinello ได้กล่าวว่า e-Learning เป็นคำกว้างๆที่ใช้ในการอธิบายการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงเป็นเครือข่าย นอกจากนี้ e-Learning ยังมีความหมายรวมถึงการเรียนผ่านทางออนไลน์ การเรียนทางไกล และการใช้เทคโนโลยีเว็บในการฝึกสอนหรือฝึกอบรมอีกด้วย

ศยามน อินสะอาด และคณะ (2550: 3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า e-Learning คือ สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในรูปแบบ Online และ Offline เป็นสื่อที่ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตนเอง

โปรดปราน พิตรสาทร และคณะ (2545: 1-2) ได้สรุปว่า e-Learning คือ การเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ที่ใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อระหว่างผู้เรียนและผู้สอน แต่อย่างไรก็ตามในการย่างก้าวเข้าสู่ e-Learning นี้ เราอาจหมายถึงสื่ออื่นๆ เช่น เทป ซีดี จินวิวัฒนาการมาถึงอินเทอร์เน็ต และถ้ากล่าวถึง Web-based Training, Multimedia-Training, Computer-Based Training (CBT) หรือ Computer-Based Instruction (CAI) ก็อาจนับเป็นส่วนหนึ่งของ e-Learning ได้

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2545: 4-5) แบ่งความหมายของ e-Learning ออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ความหมายโดยทั่วไปและความหมายเฉพาะเจาะจง สำหรับความหมายโดยทั่วไป คำว่า e-Learning จะครอบคลุมความหมายที่กว้างมาก กล่าวคือ จะหมายถึง การเรียนในลักษณะใดก็ได้ ซึ่งใช้การถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต เอ็กซ์ทราเน็ต หรือ ทางสัญญาณโทรทัศน์ หรือ สัญญาณดาวเทียม (Satellite) ก็ได้ ซึ่งเนื้อหาสารสนเทศ อาจอยู่ในรูปแบบการเรียนที่เราคุ้นเคยกันมาพอสมควร เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction)

การเรียนออนไลน์ (On-line Learning) การเรียนทางไกลผ่านดาวเทียม หรือ อาจอยู่ในลักษณะที่ยังไม่ค่อยเป็นที่แพร่หลายนัก เช่น การเรียนจากวิดีโอทัศน์ตามอรรถาธิบาย (Video On-Demand) เป็นต้น สำหรับความหมายเฉพาะเจาะจงนั้น คนส่วนใหญ่เมื่อกล่าวถึง e-Learning ในปัจจุบันจะหมายถึง เฉพาะถึง การเรียนเนื้อหาหรือสารสนเทศสำหรับการสอนหรือการอบรม ซึ่งใช้การนำเสนอด้วย ตัวอักษร ภาพนิ่ง ผสมผสานกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง โดยอาศัยเทคโนโลยีของ เว็บ (Web Technology) ในการถ่ายทอดเนื้อหา รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีระบบการจัดการคอร์ส (Course Management System) ในการบริหารจัดการงานสอนด้านต่างๆ เช่น การจัดให้มีเครื่องมือ การสื่อสารต่างๆ เช่น E-Mail, Web Board สำหรับตั้งคำถาม หรือแลกเปลี่ยนแนวความคิดระหว่างผู้เรียน ด้วยกัน หรือกับวิทยากร การจัดให้มีแบบทดสอบหลังการเรียนจบ เพื่อวัดผลการเรียน รวมทั้งการจัดให้มีระบบบันทึก ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการเรียน โดยผู้เรียนที่เรียนจาก e-Learning นี้ ส่วนใหญ่แล้วจะศึกษาเนื้อหาในลักษณะออนไลน์ ซึ่งหมายถึงจากเครื่องที่มีการเชื่อมต่อกับระบบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์

ศุภชัย สุชนะนรินทร์ และ กรกนก วงศ์พานิช (2545: 14-15) กล่าวว่า e-Learning เป็นการ เรียนแบบเดิมๆ นั่นเอง เพียงแต่เป็นการศึกษาทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ (Internet Computer Network) ทั้งหมด รวมไปถึงบรรดาเทคโนโลยีต่างๆ ที่มีอยู่ใน โลกมาเป็นตัวช่วยในการเพิ่มความสะดวกสบายในการเรียน การวัดผล และการจัดการการศึกษา ทั้งหมดแทนที่จะเป็นการใช้วิธีแบบเดิมๆ คำว่า e-Learning มาจากคำว่า Electronics(s) Learning หรือเป็นการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และยังหมายถึง Computer Learning ซึ่งก็คือการเรียนรู้ทาง คอมพิวเตอร์หรือเป็นการเรียนรู้ทางใหม่โดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะเป็นการเรียนในรูปแบบของ การใช้คอมพิวเตอร์ วิดีโอ ซีดีรอม สัญญาณดาวเทียม (Satellite) แลน อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต หรือ แม้แต่ลักษณะของเอ็กซ์ทราเน็ตและสัญญาณโทรทัศนก็ได้ นอกจากนี้ ลักษณะของ e-Learning ยัง เป็นลักษณะการเรียนแบบออนไลน์อีกด้วย

ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และ เสกสรร แยมพิณิจ (2546: 11) กล่าวว่า e-Learning หรือ Electronic-Learning เป็นการดำเนินการศึกษาหรือการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์ หรือดิจิทัล ทั้งทางด้านการเรียนการสอน การบริการทางการศึกษา และการบริหาร การจัดการการศึกษาที่ไร้พรมแดน ไร้เงื่อนไขของเวลาและสถานที่ เป็นการจัดให้การศึกษา สนองตอบต่อความต้องการของเอกัตบุคคล รวมทั้งการศึกษาโดยผู้เรียนเป็นสำคัญ จะเป็นการศึกษา ในสถานที่ ในห้องเรียน ที่บ้าน หรือที่ไหนก็ได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบ Stand-Alone หรือ Network, Intranet หรือ Internet ตามความจำเป็นและเหมาะสม

อาณัติ รัตนศิริกุล (2553: 15) ได้ให้ความหมายของระบบ e-Learning ไว้ว่าเป็นการเรียนการสอนผ่านทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็นวิทยุกระจายเสียง (Radio) โทรทัศน์ (TV) ซีดีรอม/ดีวีดีรอม (CD-ROM/DVD-ROM) เครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet) เครือข่ายเอ็กซ์ทราเน็ต (Extranet) เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) ดาวเทียม (Satellite Broadcast) โทรศัพท์มือถือ (Mobile) เครื่องพีดีเอ (PDA) หรืออุปกรณ์ไร้สายต่างๆ โดยที่ผู้เรียนสามารถเข้าเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองได้ตามอรรถาศัย ได้ทุกที่ทุกเวลา ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถทำการโต้ตอบได้เสมือนการนั่งเรียนในห้องเรียนปกติ นับเป็นการลดช่องว่างทางการศึกษาอย่างแท้จริง ทำให้ทุกคนสามารถเข้าเรียนรู้ได้เท่าเทียมกันตลอด 24 ชั่วโมง ในปัจจุบันการใช้งานระบบ e-Learning ที่เป็นที่ยอมรับมากที่สุด คือ การใช้งานผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการสร้างระบบ e-Learning ต้องมีซอฟต์แวร์ในการสร้างระบบ ซึ่งเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันคือ LMS (Learning Management System)

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2546: 51) ได้สรุปไว้ว่า e-Learning เป็นการเรียนรู้ในยุคสมัยที่เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสารมีบทบาทในการศึกษา ครอบคลุมการเรียนในหลายรูปแบบทั้งการเรียนทางไกลและการเรียนผ่านเครือข่าย โดยมีพัฒนาการไปตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังกล่าวที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ต

ศิริชัย นามบุรี ได้กล่าวว่า e-Learning เป็นระบบจัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือ ICT: Information and Communication Technology เป็นเครื่องมือถ่ายทอดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนไปสู่ผู้เรียน

ยีน กูว์รารรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย (2546: 50) ได้กล่าวว่า e-Learning เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และดำเนินกิจกรรมโดยอาศัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นหลัก

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า e-Learning คือ การเรียนการสอนที่นำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาเป็นสื่อการสอน โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน มีระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System) เพื่อใช้สำหรับอำนวยความสะดวก บันทึก ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการเรียน

2.1.2 การเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์กับคำใกล้เคียง

ในปัจจุบันมีคำศัพท์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเรียนจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์อยู่มากมาย อาทิ เช่น e-Learning คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การสอนบนเว็บ (WBI) การเรียนทางไกล (Distance Learning) ฯลฯ อย่างไรก็ตาม สื่ออิเล็กทรอนิกส์หลักๆมีอยู่ 3 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วย

สอน (Computer-Assisted Instruction หรือที่เรียกสั้นๆว่า CAI) การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction หรือที่เรียกสั้นๆว่า WBI) และ e-Learning ซึ่งคนส่วนใหญ่ก็ยังสับสนกับความหมายที่แท้จริงของคำทั้งสามนี้ ดังนั้นแม้ว่าจะยังไม่มีการศึกษาชี้ชัดถึงความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างคำทั้งสาม แต่ก็พอจะสรุปให้เห็นความคล้ายคลึงและความแตกต่างได้ ดังนี้ (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลขาจรัสแสง, 2545: 7-10)

2.1.2.1 การเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ VS คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction: CAI)

ทั้ง e-Learning และ CAI นั้นมีความสามารถในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในรูปของสื่อมัลติมีเดียทางคอมพิวเตอร์ และมีรูปแบบการเรียนรู้เป็นสื่อรายบุคคลเหมือนกัน ซึ่งทั้งสองต่างมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีโอกาสอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาตามความสามารถของตน สามารถที่จะพบทวนเนื้อหาตามความพอใจหรือจนกว่าจะเข้าใจ

สำหรับในด้านของการโต้ตอบกับบทเรียนและการให้ผลป้อนกลับนั้น ผู้เรียนที่ใช้ e-Learning และ CAI จะสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้อย่างมีความหมาย และมีผลป้อนกลับโดยทันทีเช่นเดียวกัน แต่ผู้เรียนที่ใช้ e-Learning ยังจะสามารถโต้ตอบกับผู้สอนและกับผู้อื่นๆได้อย่างสะดวกผ่านทางระบบของ e-Learning อีกด้วย

ข้อแตกต่างสำคัญระหว่าง e-Learning กับ CAI อยู่ที่ การที่ e-Learning จะใช้เว็บเทคโนโลยีเป็นสำคัญ ในขณะที่ CAI เป็นลักษณะของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากในสมัยเริ่มต้นของ CAI ในยุค 1960 นั้นเว็บเทคโนโลยียังไม่เกิดขึ้น เพราะฉะนั้น CAI จึงค่อนข้างยึดติดกับการนำเสนอบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็น Stand-Alone โดยไม่จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายใดๆ แม้ว่าในระยะหลังจะมีความพยายามในการใช้คำว่า CAI on Web บ้าง แต่ก็ไม่ได้รับความนิยมเท่าใดนัก ความหมายของคำว่า CAI จึงค่อนข้างจำกัดอยู่ในลักษณะ Off-line ดังนั้นเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียน (Authoring System) ของ CAI และ e-Learning จึงมีความแตกต่างกันตามไปด้วย ผู้เรียนที่ศึกษาจาก CAI จึงมักจะเป็นการศึกษาผ่านระบบ Off-line เช่น ซีดีรอมเป็นหลัก ส่วนผู้เรียนที่ศึกษาจาก e-Learning มักจะเป็นการศึกษาระบบ Online เช่น ผ่านเว็บเป็นหลัก

2.1.2.2 การเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ VS การสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction: WBI)

Web-Based Instruction หรือ WBI นั้นแปลเป็นไทยได้ว่า การสอนโดยใช้เว็บเป็นฐาน ซึ่งเรียกง่าย ๆ ว่าการสอนผ่านเว็บนั่นเอง มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของ WBI ไว้ดังนี้

Badrul Huda Khan (1997: 5-6) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนบนเว็บเป็นโปรแกรมการเรียนการสอนในรูปแบบของสื่อหลายมิติ (Hypermedia-Based Instructional Program) ที่นำคุณลักษณะและทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ในเว็ลด์ไวด์เว็บ มาใช้ประโยชน์ในการจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ สามารถมองได้ว่าเป็นนวัตกรรมที่จะนำการเรียนการสอนไปสู่ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล โดยการใช้เทคโนโลยีเว็บเป็นสื่อกลาง

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 344) ได้สรุปไว้ว่า การสอนบนเว็บเป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติของวิชาทั้งหมดตามหลักสูตร หรือใช้เป็นเพียงการเสนอข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่างๆ ของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกันทาง E-Mail และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียง มาใช้ประกอบด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ทั้ง e-Learning และ WBI ต่างก็เป็นผลจากการผสมผสานระหว่างเว็บเทคโนโลยีกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลาในการเรียน นอกจากนี้เช่นเดียวกันกับ WBI การพัฒนา e-Learning จะต้องมีการนำเทคโนโลยีระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System) มาใช้ด้วย เพื่อช่วยในการเตรียมเนื้อหาและจัดการกับการสอนในด้านการจัดการ (Management) อื่นๆ เช่น ในเรื่องของคำแนะนำการเรียน การประกาศต่างๆ ประมวลรายวิชา รายละเอียดเกี่ยวกับผู้สอน รายชื่อผู้ลงทะเบียนเรียน การมอบหมายงาน การจัดหาช่องทาง การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และ ผู้เรียนด้วยกัน คำแนะนำต่างๆ การสอบ การประเมินผล รวมทั้งการให้ผลป้อนกลับซึ่งสามารถที่จะทำในลักษณะออนไลน์ได้ทั้งหมด ผู้สอนเองก็สามารถใช้ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนนี้ในการตรวจสอบพฤติกรรมการณ์การเรียนของผู้เรียน ในกรณีที่ให้การถ่ายทอดเนื้อหาในลักษณะออนไลน์ รวมทั้งการตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดที่ได้จัดไว้

สำหรับความแตกต่างสำคัญระหว่าง e-Learning กับ WBI นั้นแทบจะไม่มีเลยก็ว่าได้ ความแตกต่างจากได้แก่ การที่ e-Learning เป็นคำศัพท์ (Term) ที่เกิดขึ้นภายหลังคำว่า WBI จึงเสมือนเป็นผลของวิวัฒนาการจาก WBI และเมื่อเว็บเทคโนโลยีโดยรวมมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว สิ่งที่เคยทำไม่ได้สำหรับ WBI ในอดีต ก็สามารถทำได้สำหรับ e-Learning ในปัจจุบัน

นอกจากนี้เดิมทีความหมายของคำว่า WBI จะจำกัดอยู่ที่การสอนบนเว็บเท่านั้น เพราะแนวคิดหลักก็คือเพื่อใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสารสนเทศบนเว็บเป็นหลักและการเรียนการสอนมักจะเน้นเนื้อหาในลักษณะของตัวอักษร (Text-Based) และภาพประกอบ หรือวีดิทัศน์ที่ไม่ซับซ้อนเท่านั้น ในขณะที่ ในปัจจุบัน ผู้เรียนที่ศึกษาจาก e-Learning จะสามารถเรียกดูเนื้อหา

ออนไลน์ก็ได้ หรือสามารถเรียกดูจากแผ่น CD-ROM ก็ได้ โดยที่เนื้อหาสารสนเทศที่ออกแบบสำหรับ e-Learning นั้นจะใช้เทคโนโลยีเชิงโต้ตอบ (Interactive Technology) รวมทั้งมีการใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia Technology) เป็นสำคัญ

2.1.3 รูปแบบของการเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

e-Learning สามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำบทเรียนโดยใช้ตัวหนังสือ (Text) รูปภาพ (Images) ภาพเคลื่อนไหว (Animation/Video/Movie) เสียง (Audio) หรือ Presentation File เช่น Microsoft PowerPoint และสามารถนำมารวมกันได้ เช่นการเรียนการสอนภาษา อาจมีทั้งตัวหนังสือเพื่อใช้บรรยาย มีเสียงประกอบการออกเสียงที่ถูกต้อง วิดีโอหรือหนังการ์ตูนเพื่อเล่าเรื่องราว (โปรดปราน พิตรสาธิต และคณะ, 2545: 5)

2.1.4 องค์ประกอบของการเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

ในการออกแบบพัฒนา e-Learning ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

2.1.4.1 เนื้อหา (Content)

เนื้อหาเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุด สำหรับ e-Learning คุณภาพของการเรียนการสอนของ e-Learning และการที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในลักษณะนี้หรือไม่อย่างไร สิ่งสำคัญที่สุดก็คือ เนื้อหาการเรียนซึ่งผู้สอนได้จัดทำให้แก่ผู้เรียนซึ่งผู้เรียนมีหน้าที่ในการใช้เวลาส่วนใหญ่ศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง เพื่อทำการปรับเปลี่ยน (Convert) เนื้อหาสารสนเทศที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้เกิดเป็นความรู้ โดยผ่านการคิดค้นวิเคราะห์อย่างมีหลักการและเหตุผลด้วยตัวของผู้เรียนเอง (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง: 2545: 30)

2.1.4.2 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)

ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน หรือ Learning Management System (LMS) ประกอบด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สอน (Instructor/Teacher) ผู้เรียน (Student) และผู้ดูแลระบบ (Administrator) ผู้สอนสามารถนำเนื้อหาและสื่อการสอนขึ้นเว็บไซต์รายวิชา ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา กิจกรรมต่างๆ ได้ผ่านเว็บ ผู้สอนและผู้เรียนติดต่อสื่อสารกันได้ผ่านทางเครื่องมือสื่อสารที่ระบบจัดไว้ให้ สามารถเก็บบันทึกข้อมูลกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้บนระบบ เพื่อผู้สอนสามารถนำไปวิเคราะห์ ติดตาม และประเมินผลการเรียนการสอนในรายวิชานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สยามน อินสะอาด และคณะ: 2550: 7-8)

องค์ประกอบหลักของระบบ LMS มี 3 ระบบที่สำคัญ คือ

- 1) ระบบจัดการรายวิชา (Course Management)
- 2) ระบบส่งเสริมการเรียนรู้ (Supporting Management)
- 3) ระบบจัดการข้อมูล (Data Management)

1) ระบบจัดการรายวิชา (Course Management) เป็นส่วนของการจัดการเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอน ครูผู้สอนเป็นผู้จัดทำระบบจัดการรายวิชา ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของ e-Learning เนื่องจากเป็นการจัดการเกี่ยวกับบทเรียน (Courseware) ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

- (1) ส่วนจัดทำบทเรียน
- (2) ส่วนกำหนดกิจกรรมการเรียน
- (3) ส่วนประกอบบทเรียน ได้แก่ แหล่งข้อมูลต่างๆ ภาพประกอบ
- (4) ส่วนการวัดและประเมินการเรียนรู้

2) ระบบส่งเสริมการเรียนรู้ (Supporting Management) เป็นระบบช่วยเหลือในการจัดทำบทเรียนของครูผู้สอน ช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเป็นเครื่องมือหลัก ประกอบด้วย

- (1) โปรแกรมจัดทำบทเรียน
- (2) ระบบการติดต่อสื่อสาร
- (3) ส่วนช่วยเหลือกิจกรรมการเรียน

3) ระบบจัดการข้อมูล (Data Management) มีส่วนประกอบดังนี้

- (1) ส่วนการจัดการข้อมูลผู้เรียน
- (2) ส่วนการจัดการข้อมูลผู้สอน
- (3) ส่วนกำหนดค่าปฏิบัติการ
- (4) ส่วนรายงานผลการเรียน
- (5) ส่วนการจัดการไฟล์

2.1.4.3 เครื่องมือติดต่อสื่อสาร (Communication)

สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน หรือ ผู้เรียนกับผู้เรียนเองนั้น สามารถติดต่อกันได้ 2 แบบ คือ แบบประสานเวลา (Synchronous) และ แบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) ซึ่งการสื่อสารทั้งสองรูปแบบสามารถนำมาใช้ร่วมกันเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพได้ เช่น ผู้สอนสามารถนัดเวลาให้ผู้เรียนเข้ามาร่วมกิจกรรม โดยการอ่าน พูด เขียน หรือนำเสนอผลงาน แบบพบหน้ากันได้ผ่านช่องทาง Chat หรือ Video Conference หรืออาจให้ผู้เรียนค้นคว้าและสะท้อนความรู้ใหม่ที่ได้อ่านจาก Webboard, Blog, Wiki เป็นต้น (สยามน อินสะอาด และคณะ: 2550: 10-17)

1) การสื่อสารแบบประสานเวลา (Synchronous) หมายความว่า ผู้เรียน ผู้สอน อยู่ ณ เวลาเดียวกัน สามารถคุยโต้ตอบกันได้ผ่านการสนทนาออนไลน์ หรือ Chat นั่นเอง ในการสนทนาอาจใช้ได้ทั้งภาพวิดีโอพร้อมเสียง โดยผ่านโปรแกรมพวก Windows Live Messenger, Skype, Google Hangout ซึ่งกำลังได้รับความนิยมในประเทศไทย ซึ่งมีข้อดีที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ได้เป็นอย่างดี

2) การสื่อสารแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) หมายความว่า ผู้เรียน ผู้สอน ไม่ได้อยู่ที่เดียวกัน ณ เวลาเดียวกัน แต่สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ โดยผ่านเครื่องมือ เช่น Webboard, Forum หรือ E-mail นอกจากนี้ยังบันทึกความรู้ ความก้าวหน้าในการเรียน สะท้อนความคิดลงบน Weblog หรือ Blog ได้อีกด้วย ซึ่งปัจจุบันเครื่องมือที่กล่าวถึงได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนด้วย

2.1.4.4 แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ (Exercise/Quiz)

องค์ประกอบสุดท้ายของ e-Learning ได้แก่ การจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการโต้ตอบกับเนื้อหาในรูปแบบของการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบความรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ (ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสสวท: 2545: 39-40)

1) การจัดให้มีแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน เนื้อหาที่นำเสนอจำเป็นต้องมีการจัดทำแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจไว้ด้วยเสมอ ทั้งนี้เพราะ e-Learning เป็นระบบการเรียนการสอนซึ่งเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีแบบฝึกหัดเพื่อการตรวจสอบว่าตนเข้าใจและรอบรู้ในเรื่องที่ศึกษาด้วยตนเองมาแล้วเป็นอย่างดีหรือไม่ อย่างไร อีกทั้งการทำแบบฝึกหัดจะทำให้ผู้เรียนทราบได้ว่าตนนั้นพร้อมสำหรับการทดสอบ การประเมินผลแล้วหรือไม่

2) การจัดให้มีแบบทดสอบผู้เรียน แบบทดสอบสามารถอยู่ในรูปของแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรือหลังเรียนก็ได้ สำหรับ e-Learning แล้ว ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ทำให้ผู้สอนสามารถสนับสนุนการออกข้อสอบของผู้สอนได้หลากหลายลักษณะ กล่าวคือ ผู้สอนสามารถออกแบบการประเมินผลในลักษณะของ อัตนัย ปรนัย ถูกผิด การจับคู่ (ลากและวาง) การส่งข้อความให้เพื่อนช่วยตรวจ การส่งข้อความให้ครูผู้สอนตรวจ ฯลฯ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้สอนมีความสะดวกสบายในการจัดการการสอบ เพราะผู้สอนสามารถที่จะจัดทำข้อสอบ ในลักษณะคลังข้อสอบไว้เพื่อเลือกในการนำกลับมาใช้ หรือปรับปรุงแก้ไขใหม่ได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ในการคำนวณและตัดเกรด ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนของ e-Learning ยังสามารถช่วยให้การประเมินผลผู้เรียนเป็นไปอย่างสะดวก เนื่องจากระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนจะช่วยทำให้การคิดคะแนนผู้เรียน การตัดเกรดผู้เรียนเป็นเรื่องง่ายขึ้น เพราะ

ระบบจะอนุญาตให้ผู้สอนเลือกได้ว่าต้องการที่จะประเมินผลผู้เรียนในลักษณะใด เช่น ینگกลุ่ม ینگเกนท์ หรือ ใช้สถิติในการคิดคำนวณในลักษณะใด เช่น การใช้ค่าเฉลี่ย ค่า T-Score เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถที่จะแสดงผลในรูปของกราฟได้อีกด้วย

2.1.5 ประเภทของ e-Learning คอร์สแวร์

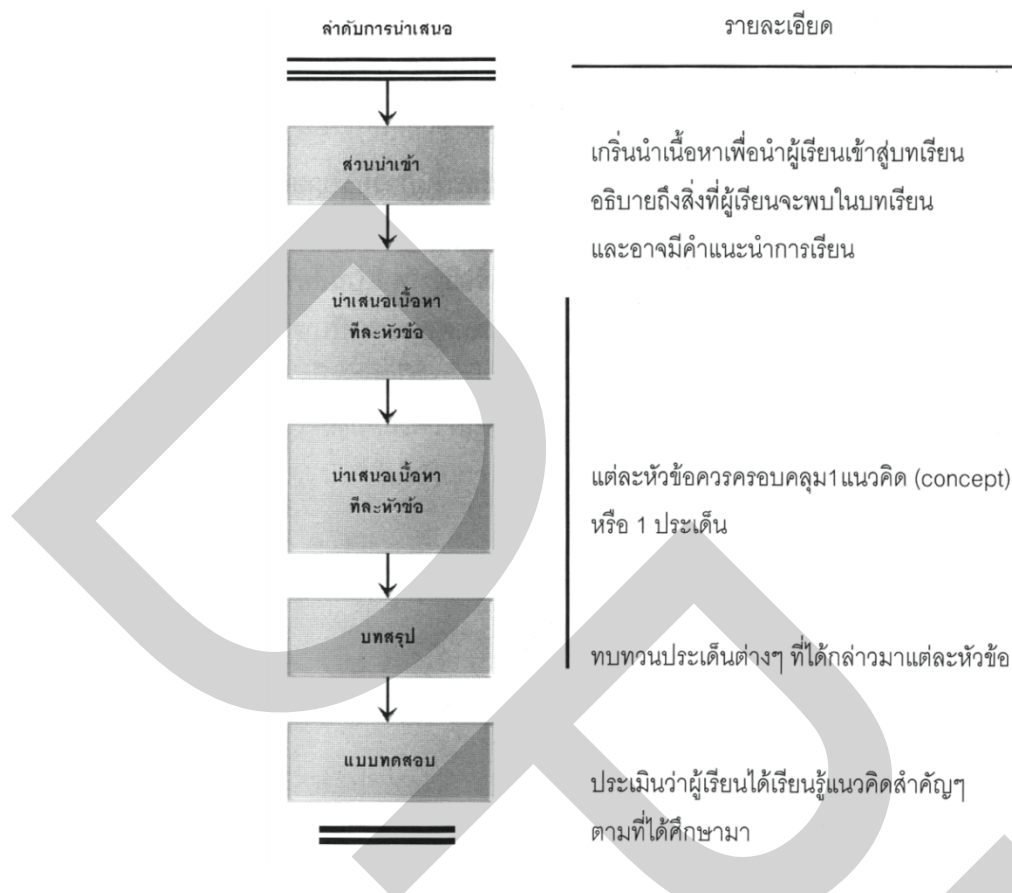
e-Learning คอร์สแวร์ สามารถแบ่งออกคร่าวๆได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ ประเภทเรียงลำดับการนำเสนอ แบบฝึกหัด เล็บเสมือนจริง และ เกม ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสสส: 2545: 49-65)

2.1.5.1 เรียงลำดับการนำเสนอ (Presentation Sequence)

คอร์สแวร์เรียงลำดับการนำเสนอ หมายถึง คอร์สแวร์ที่ออกแบบในลักษณะที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา โดยการอ่าน ฟัง และสังเกต การบรรยาย และ/หรือการสาธิตต่างๆตามเวลาและจังหวะการเรียนรู้ของตน ซึ่งคอร์สแวร์ลักษณะนี้จะมีการใช้การนำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับและเหมาะสมสำหรับการถ่ายทอดเนื้อหาสารสนเทศที่ไม่สลับซับซ้อนมากนัก

การเรียนรู้ลำดับการนำเสนอเหมาะสำหรับการจัดการบรรยาย (Lecture) ในลักษณะที่มีความคงที่สำหรับผู้เรียนทุกคน รูปแบบการเรียนนี้เหมาะสำหรับสอนในเรื่องที่เป็นพื้นฐานไปยังผู้เรียนจำนวนมากอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการออกแบบการเรียนรู้ลำดับการนำเสนอจำเป็นต้องมีนักออกแบบและจัดเรียงเนื้อหา ซึ่งทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการถ่ายทอดเนื้อหา จึงจะสามารถออกแบบคอร์สแวร์ในลักษณะการเรียนรู้ลำดับการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปแบบการเรียนที่เหมาะสม คือ ผู้เรียนรายบุคคลได้ตอบกับคอร์สแวร์เพื่อศึกษาเนื้อหาในแต่ละหัวข้อของการเรียน โดยผู้เรียนจะได้รับคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการเรียน รวมทั้งการแนะนำเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา และบทสรุป หลังจากนั้นผู้เรียนทดสอบความรู้ของตนจากที่ได้ศึกษามา



ภาพที่ 2.1 รูปแบบการเรียนที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทเรียงลำดับการนำเสนอ

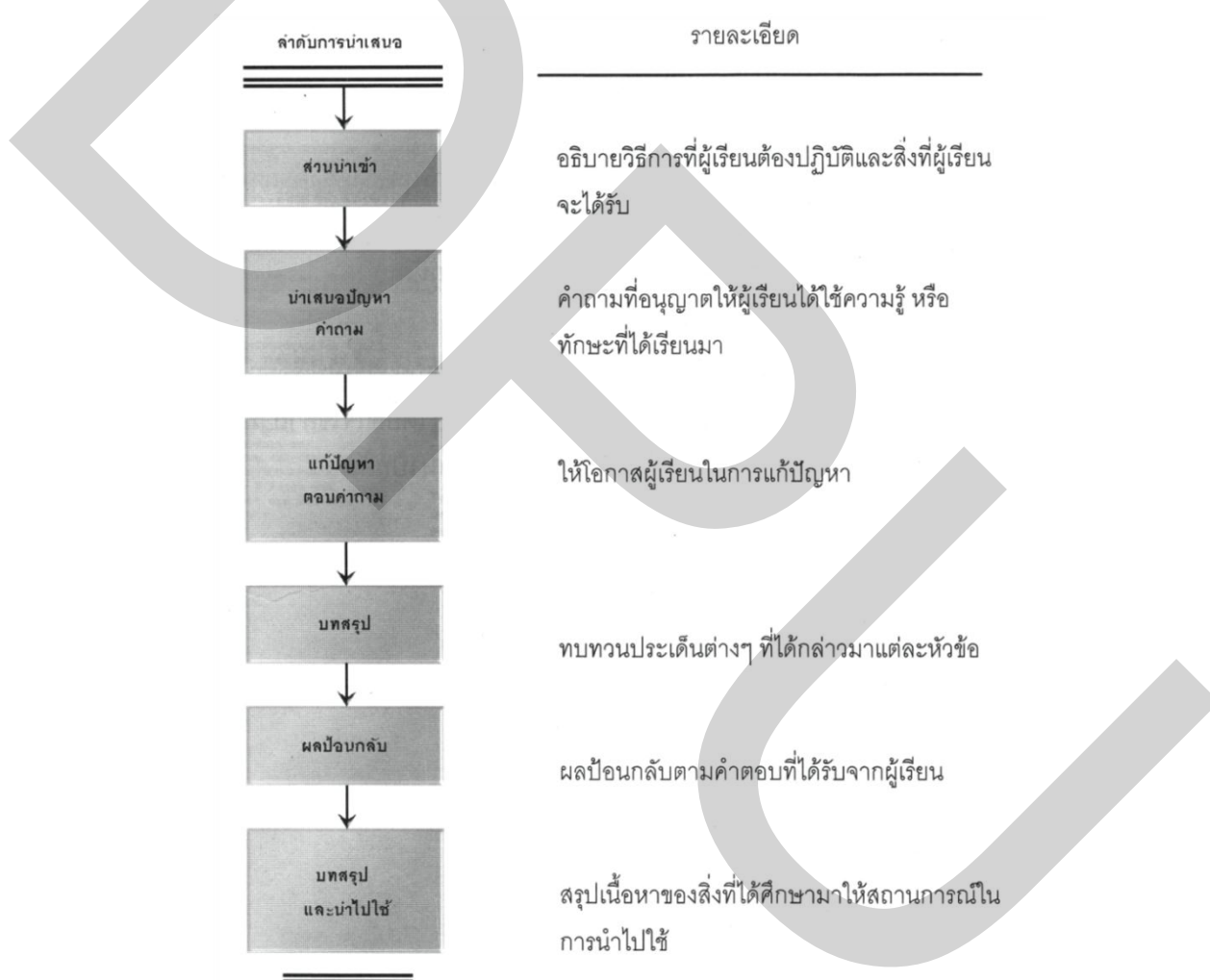
ที่มา: ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เถาหจรัสแสง (2545: 51)

2.1.5.2 แบบฝึกหัด (Drill and Practice)

คอร์สแวร์แบบฝึกหัด หมายถึง คอร์สแวร์ที่อนุญาตให้ผู้เรียนฝึกฝนซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้หรือทักษะพื้นฐานด้านใดด้านหนึ่ง ตัวอย่างของคอร์สแวร์เพื่อการฝึกฝนที่นิยมได้แก่ คอร์สแวร์ฝึกการคำนวณอย่างง่าย และคอร์สแวร์สอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โครงสร้างของคอร์สแวร์จะคล้ายกับวงจรแบบทดสอบ (Testing Cycle) นั่นเอง กล่าวคือ จะเริ่มด้วยการนำเสนอปัญหาหรือคำถามให้ผู้เรียนตอบ หลังจากที่ผู้เรียนตอบคำถามแล้ว ก็จะมีการนำเสนอผลป้อนกลับก่อนที่จะมีการนำเสนอคำถามในข้อต่อไป

เนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทแบบฝึกหัด ได้แก่ เนื้อหาประเภทความจำหรือเนื้อหาประเภทที่เป็นความจริง (Facts) ที่ต้องการให้ผู้เรียนจดจำเพื่อการเรียกใช้ภายหลังได้อย่างรวดเร็ว ตัวอย่างเนื้อหาที่เหมาะสม ได้แก่ ศัพท์ภาษาต่างประเทศ ภาษามือ สัญลักษณ์ต่างๆ การสะกดคำ ไวยากรณ์ กฎการวรรคตอน ไวยากรณ์ของภาษาโปรแกรม เป็นต้น

รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม คือ คอร์สแวร์ประเภทแบบฝึกหัดนี้จะเริ่มจากการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งรวมถึงการต้อนรับผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาและอธิบายวิธีการที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ รวมทั้งวัตถุประสงค์ของการเรียน หลังจากนั้นจะมีการนำเสนอคำถาม ผู้เรียนจะคอยตอบคำถามและได้รับผลป้อนกลับ หลังจากได้รับผลป้อนกลับก็จะมีข้อคำถามถูกนำเสนอต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งครบทุกข้อ ผู้เรียนก็ต้องสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมาและพยายามประยุกต์สิ่งที่ได้ศึกษามากับตัวอย่างอื่นๆ ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากขึ้น



ภาพที่ 2.2 รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทแบบฝึกหัด

ที่มา: ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2545: 55)

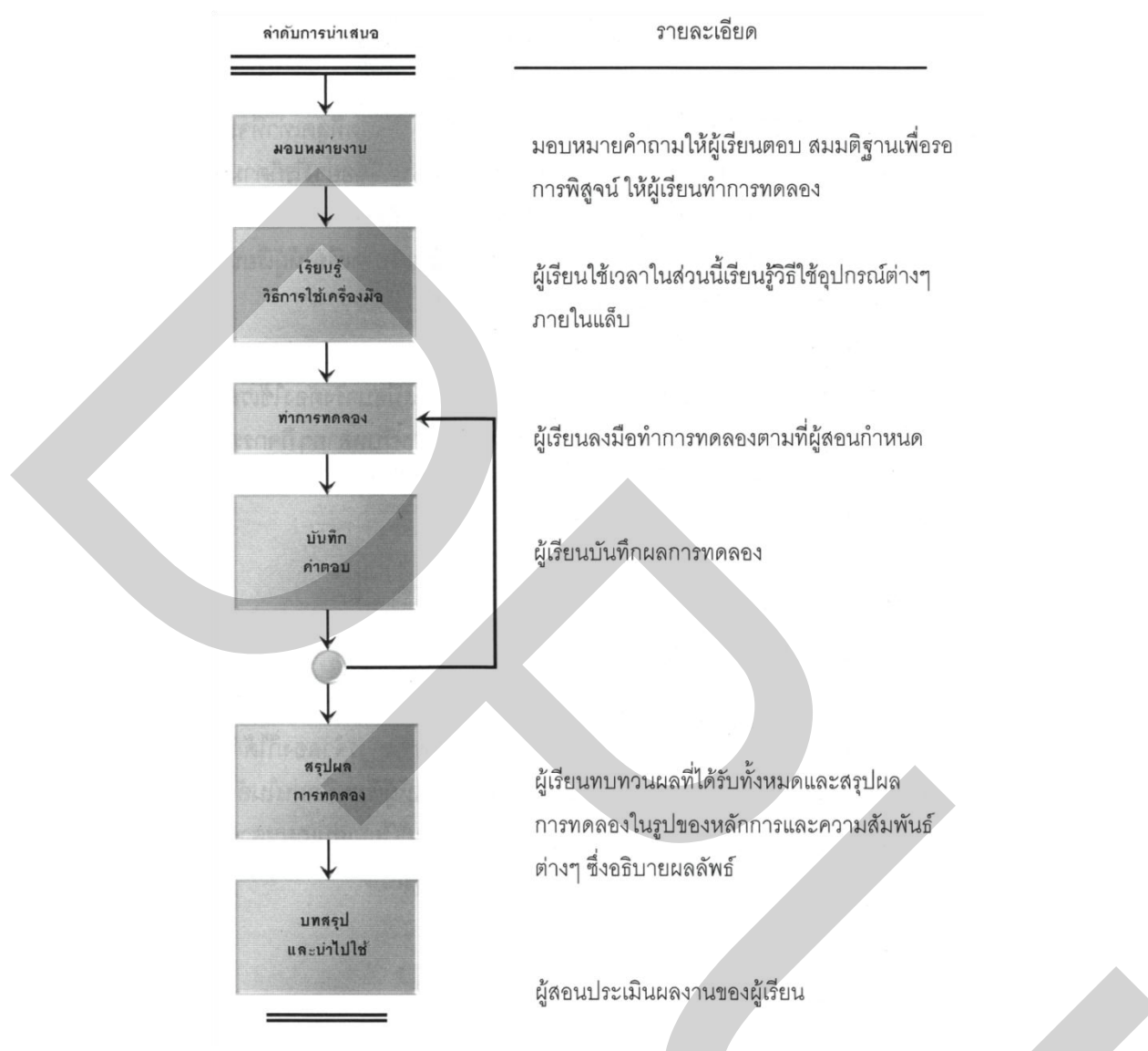
2.1.5.3 แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab)

แล็บเสมือนจริงเป็นคอร์สแวร์ประเภทหนึ่งซึ่งเป็นการนำเสนอการจำลองบนหน้าจอ (On-Screen Simulation) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้แล็บเสมือนจริงในการทดสอบสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบ ตัวอย่างของเนื้อหาที่สามารถออกแบบในลักษณะแล็บเสมือนจริง ได้แก่ การสอนวิธีการใช้กล้องถ่ายรูป การผสมสารเคมี การเติบโตของต้นไม้ ความยาวคลื่นแสง วงโคจรของโลกและระบบสุริยะจักรวาล หรือ กล้องส่องทางไกล เป็นต้น

ในการใช้คอร์สแวร์ในลักษณะของแล็บเสมือนจริงนี้ ผู้เรียนสามารถทำการทดลองต่างๆ โดยปราศจากความเสียด้านอันตรายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะทำการทดลองที่ในความเป็นจริงไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ดังนั้นจึงควรใช้คอร์สแวร์รูปแบบนี้สำหรับเตรียมตัวผู้เรียนก่อนที่จะทำแล็บจริง เพราะคอร์สแวร์จะช่วยเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการทำแล็บอย่างมีประสิทธิภาพ แล็บเสมือนจริงอาจอยู่ในรูปของการจำลองแล็บจริงบนหน้าจออย่างง่ายๆ โดยผู้เรียนสามารถควบคุมการทดลองและเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆ ได้ ซึ่งทำให้แล็บเสมือนจริงคล้ายคลึงกับแล็บจริงมากขึ้น ในบางกรณีอาจใช้คอร์สแวร์ประเภทนี้แทนแล็บจริงๆ ไปเลย เพราะการลงทุนออกแบบพัฒนาแล็บเสมือนจริงครั้งเดียวก็สามารถใช้ได้เรื่อยๆ จนคุ้มทุน นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบสำหรับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมหรือไม่สามารถทดลองได้ในชีวิตจริงด้วย เช่น การสลับกลุ่มดาว การปรับตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อเศรษฐกิจของโลก เป็นต้น สุดท้ายนี้แล็บเสมือนจริงยังช่วยชี้แนะผู้เรียนให้ค้นพบหลักการต่างๆ และความสัมพันธ์ต่างๆ สำหรับตัวเอง ซึ่งส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน

สำหรับการออกแบบคอร์สแวร์ประเภทนี้ ควรตั้งประเด็นที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาให้แน่ชัด เนื่องจากการออกแบบจะแตกต่างกัน โดยถ้าต้องการสอนให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือใดๆ ในแล็บจริง การออกแบบคอร์สแวร์ต้องทำให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ไปใช้ได้จริงในความจริง อย่างไรก็ตามหากวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ได้แก่การสอนแนวคิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทดลอง การออกแบบสามารถที่จะลดความเหมือนจริงของแล็บได้ เพื่อให้ผู้เรียนหันเหความสนใจไปไว้ที่แนวคิดที่ต้องการจะสอนแทน

รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม คือ ผู้เรียนได้รับมอบหมายงานให้ทำ หลังจากนั้นผู้เรียนจะต้องเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือทางแล็บ ก่อนที่จะลงมือทำการทดลองต่างๆ ผู้เรียนจะต้องบันทึกผลอย่างละเอียด หลังทำการทดลองเสร็จแล้ว ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้ทำการทดลองโดยพยายามหาหลักการและความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายถึงผลที่ได้รับจากการทดลองนั้น



ภาพที่ 2.3 รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทแล็บเสมือนจริง

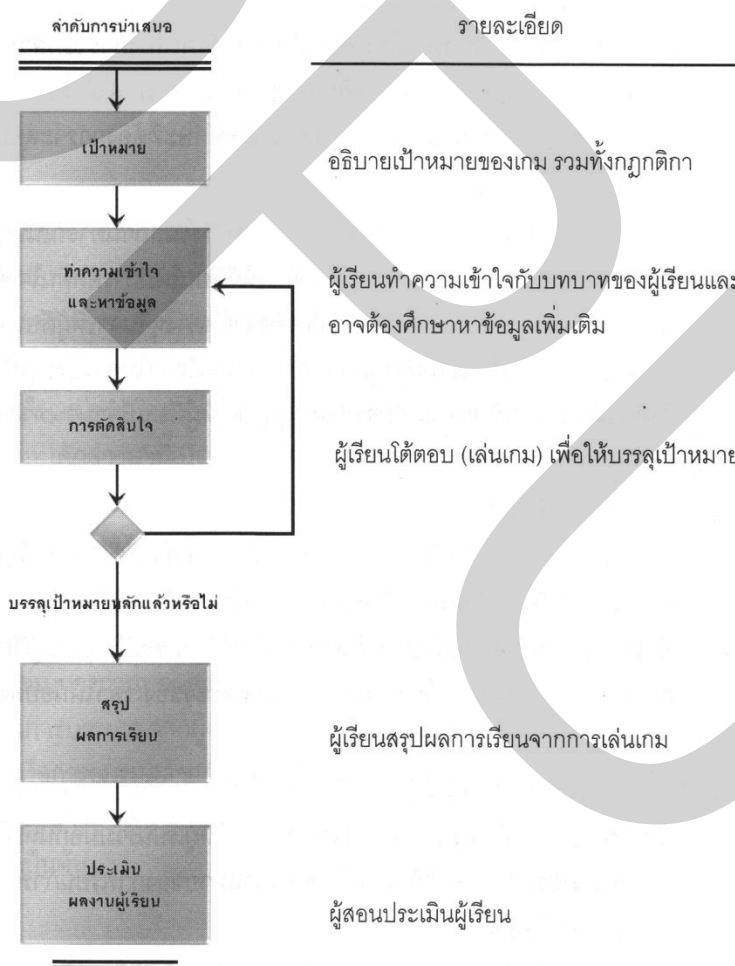
ที่มา: ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสแสง (2545: 59)

2.1.5.4 เกม (Game)

คอร์สแวร์เกมเป็นคอร์สแวร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในบรรยากาศที่สนุกสนาน เพลิดเพลิน และท้าทาย คอร์สแวร์เกมอาจอยู่ในรูปของการจำลองก็ได้ ซึ่งก็จะเรียกว่าเกมการจำลองสถานการณ์ โดยคอร์สแวร์เกมจะอนุญาตให้ผู้เรียนฝึกฝนในลักษณะโต้ตอบกับคอร์สแวร์อย่างสม่ำเสมอ โดยคาดหวังว่าเมื่อผู้เรียนเล่นเกมหลายๆครั้ง ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้และสามารถประยุกต์การเรียนรู้นั้นได้

เนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ในลักษณะเกม ได้แก่ เนื้อหาที่ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งตามปกติต้องการเวลาในการเรียนการสอนมาก หรือ มีค่าใช้จ่ายในการเรียนรู้สูง หรือ เป็นการเรียนรู้ที่อาจส่งผลให้เกิดอันตรายแก่ผู้เรียนได้ หรือ เนื้อหาที่มีความน่าเบื่อ จึงต้องใช้คอร์สแวร์ประเภทเกมเพื่อลดความน่าเบื่อของเนื้อหา

รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม คือ ผู้เรียนเล่นเกมเพื่อบรรลุเป้าหมายที่เกมได้กำหนดไว้ เกมจะเริ่มจากการนำเสนอเป้าหมายของเกม และกฎกติกาต่างๆที่เกี่ยวข้อง ผู้เรียนก็จะศึกษาสถานการณ์ ทำความเข้าใจกับบทบาทที่จะต้องเล่นให้พิชิตเป้าหมาย ซึ่งอาจหมายถึงการศึกษาค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา โดยที่ผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้น (Active) อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักที่เกมกำหนดไว้



ภาพที่ 2.4 รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับคอร์สแวร์ประเภทเกม

ที่มา: ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เล่าหจรัสแสง (2545: 63)

2.1.6 การนำ e-Learning ไปใช้ในการเรียนการสอน

การนำ e-Learning ไปใช้ประกอบกับการเรียนการสอนสามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้ (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลขาจรัสแสง: 2545: 16-17)

2.1.6.1 สื่อเสริม (Supplementary)

หมายถึง การนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะสื่อเสริม โดยใช้ e-Learning ในการเรียนการสอนเสริมจากการเรียนการสอนตามปกติ ซึ่งเนื้อหาที่ปรากฏใน e-Learning นี้ เป็นเนื้อหาที่มีอยู่ในสื่ออื่นๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วย เช่น จากเอกสารประกอบการสอน จากวีดิทัศน์ เป็นต้น การใช้ e-Learning ในลักษณะนี้เท่ากับว่า ผู้สอนเพียงต้องการจัดหาทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงเนื้อหาเพื่อให้ประสบการณ์พิเศษเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนเท่านั้น

2.1.6.2 สื่อเติม (Complementary)

หมายถึง การนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะเพิ่มเติมจากวิธีการสอนปกติ เช่น ผู้สอนบรรยายในห้องเรียน เมื่อก้าวถึงบางหัวข้อนั้นอาจก้าวเพียงคร่าวๆ แล้วให้ผู้เรียนไปศึกษาเพิ่มเติมเอาจาก e-Learning ซึ่งเนื้อหาที่ปรากฏใน e-Learning นั้นจะไม่ปรากฏในเอกสารประกอบการสอนของผู้สอน ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ e-Learning ในการเรียนรู้เพิ่มเติม วิธีการนี้เหมาะสมกับผู้เรียนที่ยังต้องการคำแนะนำจากครูผู้สอน ในขณะที่ครูผู้สอนก็ต้องการปลูกฝังความใฝ่รู้ให้แก่ผู้เรียน

2.1.6.3 สื่อหลัก (Comprehensive Replacement)

หมายถึง การนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะแทนที่การบรรยายในห้องเรียน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาทั้งหมดจาก e-Learning ในปัจจุบัน e-Learning ส่วนใหญ่ในต่างประเทศจะได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้ป็นสื่อหลัก สำหรับแทนครูในการสอนทางไกล ด้วยแนวคิดที่ว่ามัลติมีเดียที่นำเสนอทาง e-Learning สามารถช่วยในการถ่ายทอดเนื้อหาได้ใกล้เคียงกับการสอนจริงของครูผู้สอนโดยสมบูรณ์ได้

2.1.7 ข้อดี-ข้อเสียของการเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

e-Learning มีข้อดีมากมายหลายข้อ ทั้งกับ ผู้สร้างหลักสูตร ผู้สอน ผู้ดูแลระบบ e-Learning และผู้เรียน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นสิ่งใดที่มีคุณก็มักจะมีโทษควบคู่กันไปด้วย ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงข้อดีของ e-Learning ต่อบุคคลแต่ละประเภทที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อเสียของ e-Learning ว่ามีอะไรบ้างอีกด้วย (ศุภชัย สุชนะนรินทร์ และ กรกนก วงศ์พานิช, 2545: 55-71, 129-137, 147-153)

2.1.7.1 ข้อดีสำหรับผู้สร้างหลักสูตร

ผู้สร้างหลักสูตรก็คือคนที่พัฒนาหลักสูตร พัฒนารายวิชาสำหรับการเรียนแบบ e-Learning และเรียกว่าเป็นคนที่มีความสำคัญที่ทำให้ e-Learning เกิดขึ้นมาได้และยังมีส่วน

สำคัญในการที่จะทำให้การเรียนการสอนแบบ e-Learning สามารถดำเนินไปได้อย่างได้ผล และ ข้อดีของการเรียนแบบ e-Learning ที่มีต่อผู้สร้างหลักสูตรมี ดังนี้

- 1) การออกแบบบทเรียนให้เข้าใจง่าย
- 2) หลักสูตรเป็นมาตรฐานเดียวกัน
- 3) แก้ไขง่าย แก้ไขที่เดียว
- 4) สามารถนำไปใช้ในรูปแบบกับวิชาอื่นได้
- 5) ใช้เว็บไซต์เพื่อช่วยทำบทเรียนได้

2.1.7.2 ข้อดีสำหรับผู้สอน

ผู้สอนในระบบ e-Learning จะเป็นผู้นำทางหรือผู้ชี้แนะให้แก่ผู้เรียน และเมื่อผู้เรียนเกิดความสงสัยในบทเรียน ผู้สอนก็จะคอยตอบปัญหาต่างๆให้กับผู้เรียน ระบบ e-Learning ทำให้การเตรียมการสอนจะง่ายขึ้นเพราะเตรียมเพียงครั้งเดียว แต่ใช้บทเรียนนั้นได้ตลอด ทำให้นาเวลาที่เหลือไปพัฒนาบทเรียนเพิ่มได้ ดังนั้นข้อดีสำหรับผู้สอนจึงมีมากมาย ดังนี้

- 1) มีโอกาสหาข้อมูลจากเว็บไซต์ได้มากขึ้น
- 2) สื่อสารกับนักเรียนได้ง่ายขึ้น
- 3) สอนที่ไหนและเมื่อไหร่ก็ได้
- 4) สอนได้มาก สอนได้ยากเท่าที่ต้องการ
- 5) แอบดูพฤติกรรมของผู้เรียนได้
- 6) สอนแล้วมีความสุขขึ้น
- 7) ประหยัด

2.1.7.3 ข้อดีสำหรับผู้ดูแลระบบ e-Learning

กลุ่มผู้ดูแลระบบเป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนการสอนสามารถดำเนินไปได้อย่างไม่มีปัญหา โดยผู้ดูแลระบบจะต้องมีความรู้ความสามารถทางด้านไอทีเป็นอย่างดี สำหรับข้อดีของการเรียนแบบ e-Learning สำหรับผู้ดูแลระบบ e-Learning มีดังนี้

- 1) แบบเรียน e-Learning ทำงานได้เอง
- 2) ลดต้นทุนการเรียนการสอน
- 3) ใช้ได้กับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทุกแพลตฟอร์ม
- 4) มีรูปแบบการเรียนที่เหมือนกัน
- 5) เลือกใช้ e-Learning กับหลักสูตรที่เหมาะสมได้

2.1.7.4 ข้อดีสำหรับผู้เรียน

ผู้เรียนคือผู้ใช้ระบบ e-Learning ในการเรียนรู้ สำหรับในมุมมองของผู้เรียนนั้น e-Learning มีข้อดีที่เห็นชัดเจนหลายข้อ ดังนี้

- 1) การมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียน
- 2) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนใหม่
- 3) ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง
- 4) สะดวกสบาย จะเรียนเมื่อไร ที่ไหนก็ได้
- 5) ประหยัดทั้งเวลาและค่าเดินทาง
- 6) สามารถค้นข้อมูลเพิ่มเติมด้วยไฮเปอร์ลิงก์
- 7) สามารถเลือกเรียนได้ตามศักยภาพของตัวเอง
- 8) การรู้จักใช้เครื่องมือช่วยเหลือ
- 9) สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้ด้วย
- 10) สร้างความรับผิดชอบ ความมั่นใจในตัวเอง

2.1.7.5 ข้อเสียของ e-Learning

ทุกเรื่องย่อมมีทั้งข้อดีและข้อเสียรวมกันอยู่เสมอ e-Learning ก็เช่นกัน จะมีข้อเสียที่จะพร้อมกับการเรียนการสอนแบบนี้เสมอ ขึ้นอยู่กับว่าจะมากหรือน้อยแค่ไหน ปัญหาหรือข้อเสียของ e-Learning นั้นมีดังนี้

- 1) การโกง
- 2) ไม่ได้ปฏิบัติจริง
- 3) การพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ หรือ E.Q.

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้

2.2.1 ความสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้

การสอนเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยผู้สอนสร้างหรือจัดสถานการณ์เพื่อถ่ายทอดความรู้ ทักษะ และเจตคติที่เหมาะสมแก่ผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติ แนวคิด และพฤติกรรมไปในทางที่ดีขึ้น (อัญชลี เสงี่ยมกุล และ ทักษิณา วงศ์ใหญ่, 2551:1) ความเข้าใจในทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญยิ่งที่จะนำไปสู่แนวการจัดการศึกษาในรูปแบบที่เหมาะสม

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในหมวดที่ 4 มาตรา 22 ว่าด้วยเรื่องแนวการจัดการศึกษา ได้กล่าวไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้

ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” ซึ่งตรงกับแนวคิดของ Marcy P. Driscoll (2004) ว่าต้องเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่ว่า ผู้เรียนเป็นภาชนะที่ว่างเปล่ารอรับการเติมให้เต็ม มาคิดว่า ผู้เรียนเป็นสิ่งที่มีชีวิตที่มีความตื่นตัว กระฉับกระเฉงและค้นหาความหมายของสิ่งต่างๆ เป็นผู้ที่มีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวในการเรียนรู้ คิดค้นหาวิธีที่จะวิเคราะห์ ตั้งคำถาม อธิบาย และทำความเข้าใจ ต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน ควรมีแนวคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism Theory)

2.2.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism Theory)

เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากวิชาปรัชญา และได้รับการนำมาประยุกต์ในสาขาสังคมศึกษา และมานุษยวิทยา รวมถึงจิตวิทยาด้านความรู้ ความคิด และการศึกษา (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์, 2546: 65)

สุมาลี ชัยเจริญ (2550: 10) กล่าวว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ดังนั้นเป้าหมายของการสอนจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ มีหลักการสำคัญว่า ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ให้ความหมายของการเรียนรู้ว่า หมายถึง การค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง โดยมีทัศนคติว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้เพราะบุคคลนั้นสร้างความรู้จากการเป็นผู้เรียนที่มีชีวิตชีวา ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ที่ตนเองมี เน้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมตามความเป็นจริง การเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ แล้วนำสิ่งที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์นั้นมาสร้างเป็นภาพความคิด ซึ่งภาพความคิดที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเฉพาะในแต่ละบุคคล เพราะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลจะสามารถเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่มีอยู่เดิม เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่น่าสงสัย เพื่อให้โอกาสผู้เรียนในการเป็นผู้ค้นพบและสร้างความรู้ รูปแบบการเรียนรู้ประกอบด้วย การแก้ปัญหา ใช้กลยุทธ์ให้ผู้เรียน ได้มีชีวิตชีวา ควบคุมด้วยตนเอง และเรียนรู้โดยการสะท้อนความคิด (Reflective learning) แนวคิดหลักสำคัญ คือ การสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation)

ปัจจุบัน แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดความรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ ได้รับอิทธิพลมาจากแนวคิดของ Lev Vygotsky และ Jean Piaget โดยที่ Constructivism ตามแนวคิดของ Vygotsky เป็น Social Constructivism ในขณะที่ Piaget เป็น Cognitive Constructivism (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์, 2546: 66-71)

2.2.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Constructivism) ตามแนวคิดของ Lev Vygotsky

Vygotsky เน้นความสำคัญของเครื่องมือทางปัญญา (Mental tool) โดยให้ความหมายของเครื่องมือทางปัญญาว่า คือ บางสิ่งบางอย่างที่ช่วยเราในการแก้ปัญหาและเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้กระทำการสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ ซึ่งเขาได้พยายามคิดค้นหาวิธีการที่จะทำให้เด็กได้เครื่องมือนี้มา และคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรที่จะช่วยเด็กพัฒนาเครื่องมือทางปัญญาของตนให้มีระดับสูงกว่าเดิมได้ โดยหลักพื้นฐาน 4 ประการ ที่อยู่ภายใต้ขอบข่ายงานตามแนวคิดของ Vygotsky คือ

1. เด็กเป็นผู้สร้างความรู้เอง
2. พัฒนาการของเด็กแยกออกจากบริบททางสังคมไม่ได้
3. การเรียนรู้ทำให้เกิดพัฒนาการได้
4. ภาษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทางปัญญา

วิธีการหลักที่ Vygotsky ใช้เป็นวิธีสร้างเครื่องมือทางปัญญา คือ การใช้สื่อกลาง (Mediator) ที่เหมาะสม และการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือทางปัญญา ซึ่งวิธีการดังกล่าวใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้ เช่น e-Learning ได้

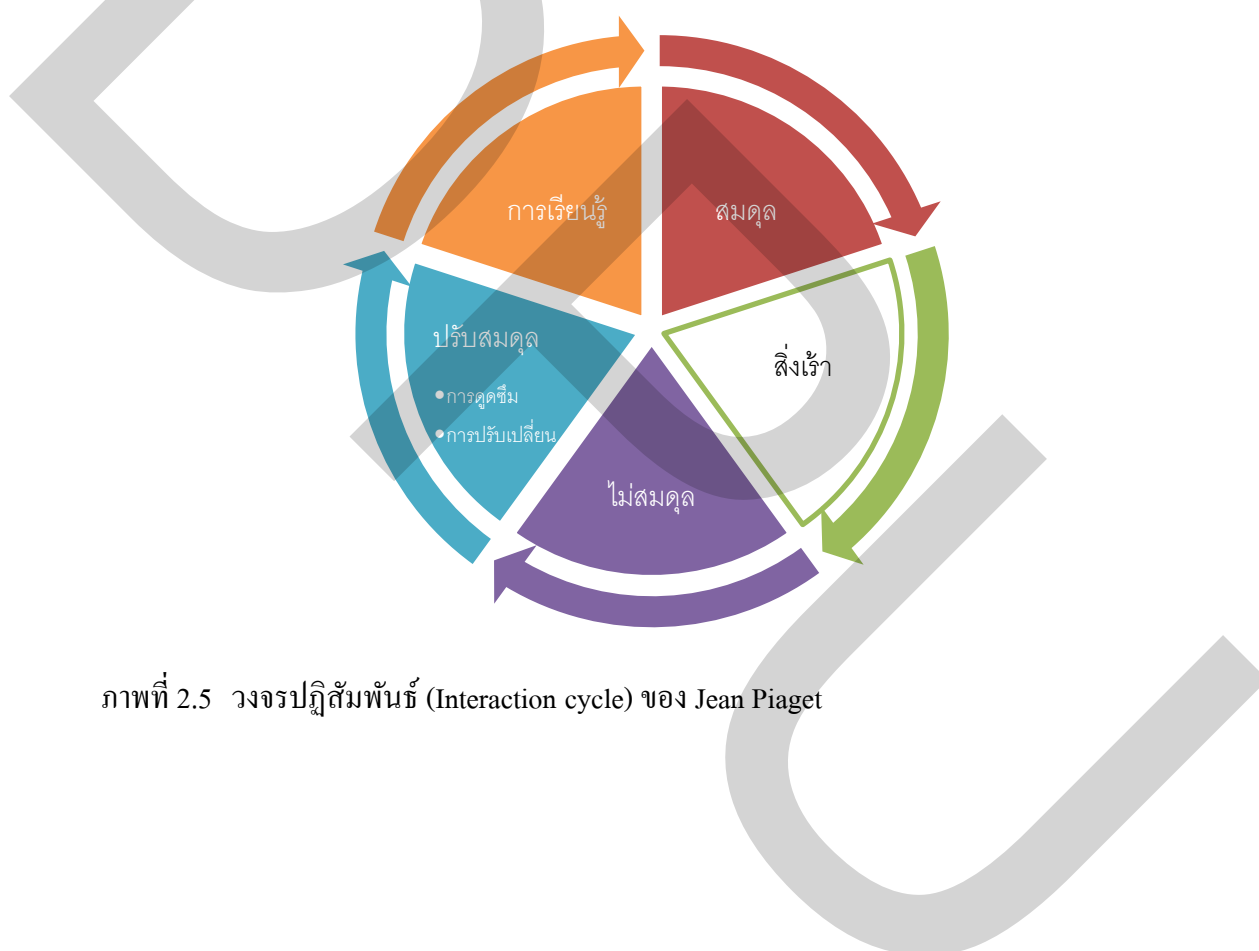
2.2.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม (Cognitive Constructivism) ตามแนวคิดของ Jean Piaget

Jean Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิส (ค.ศ. 1896 - 1980) ได้เสนอทฤษฎีที่อธิบายกระบวนการที่จะได้มาซึ่งความรู้ นั้นว่าไม่ได้เกิดจากการรับข้อมูลจากภายนอกเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากกระบวนการภายในที่นำเอาข้อมูลที่ได้รับหรือความเป็นจริงที่พบเจอ มาประมวลผลโดยร่วมกับประสบการณ์ภายในของแต่ละบุคคล และจัดเก็บเป็นองค์ความรู้ที่มีระบบ ดังนั้นเราไม่สามารถที่จะบังคับให้เกิดความรู้จากการสอนภายนอกได้ ถ้าผู้เรียนไม่ได้รู้สึกอยากได้รับความรู้นั้นเอาไว้

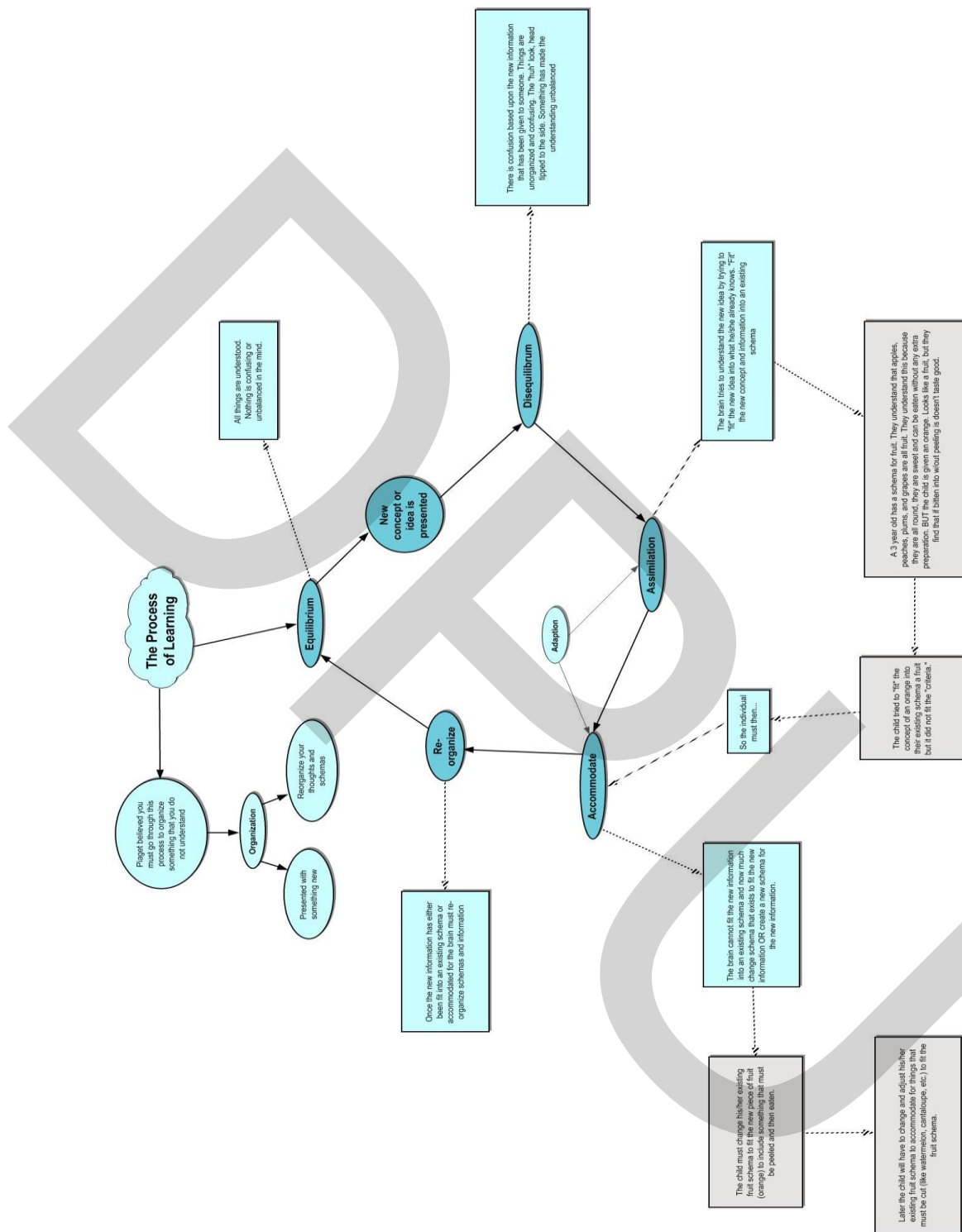
โดย Jean Piaget ได้นำเสนอโมเดลปฏิสัมพันธ์ (Interaction model) ซึ่งเป็นโมเดลที่เกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม เริ่มจากการที่ผู้นั้นอยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) จนเมื่อเผชิญกับสิ่งเร้าใหม่จากสภาพแวดล้อม จะเกิดการดูดซึม (Assimilation) สิ่งเร้า นั้นโดยการจัดให้เข้ากับโครงสร้างความรู้ความคิด (Schemata) ที่มีอยู่เดิม ถ้าการจัดนั้นไม่ลงตัวพอดี ก็จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) ซึ่งต้องมีการปรับเปลี่ยน (Accommodation) โครงสร้างความรู้ความคิดที่มีอยู่เดิม เพื่อให้โครงสร้างความรู้ความคิดที่มีอยู่เดิมนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลง ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงก็จะมี การปรับสมดุล (Adaptation) เกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้

กระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับเปลี่ยน จึงเป็นกระบวนการสำคัญที่นำไปสู่การปรับตัว และกลับสู่ภาวะสมดุลในสภาพแวดล้อมนั้น พร้อมกับเกิดโครงสร้างของความรู้ความคิดใหม่ขึ้น

การมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมมีลักษณะเป็นวงจร เรียกว่า วงจรปฏิสัมพันธ์ (Interaction cycle) วงจรนี้เริ่มจากการที่ผู้เรียนมีโครงสร้างความรู้ความคิดที่อยู่ในภาวะสมดุล และเมื่อเจอกับสิ่งเร้า ก็จะเปลี่ยนเป็นภาวะไม่สมดุล จากนั้นเมื่อผ่านกระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับเปลี่ยน ทำให้เกิดการปรับสมดุล ก็จะเปลี่ยนกลับสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง และเกิดโครงสร้างความรู้ความคิดขึ้น



ภาพที่ 2.5 วงจรปฏิสัมพันธ์ (Interaction cycle) ของ Jean Piaget



ภาพที่ 2.6 กระบวนการเรียนรู้ (The process of learning) ของ Piaget (Piaget Process)

ที่มา: Mark Bailey (<http://education.ed.pacificu.edu/bailey/resources/courses/edpsych/theories%20and%20theorists/PiagetProcess.jpg>)

2.3 ตัวแบบของเกมเพื่อการศึกษา

2.3.1 ความหมายของเกม

คำว่าเกม (Game) นั้นได้มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านนิยามไว้ดังนี้

David Parlett (1999: 1) ได้ให้ความหมายของคำว่าเกมว่า เกมเป็นโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ Ends กับ Means โดย Ends นั้นหมายถึง การแข่งขันเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ใดๆ (คำว่าเกมในภาษากรีก คือ agôn ซึ่งแปลว่าการแข่งขัน) ซึ่งการแข่งขันที่มีจุดสิ้นสุดที่เป้าหมาย (Goal) ส่วนคำว่า Means นั้นหมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของผู้เข้าแข่งขัน ซึ่งก็คือ กฎ (Rule) นั่นเอง

Clark C. Abt (1970: 6) ได้ให้ความหมายของคำว่าเกมว่า เกมเป็นกิจกรรมระหว่าง 2 ฝ่ายหรือมากกว่า ทำการตัดสินใจหาหนทางไปสู่เป้าหมาย ในสถานะที่จำกัด

Bernard Suits (1990: 34) ได้ให้ความหมายของคำว่าการเล่นเกมที่ การเล่นเกม คือ การเข้าร่วมกิจกรรมที่มีกฎเกณฑ์เฉพาะ แล้วจัดการปัญหาหรือสิ่งกีดขวางบางอย่าง เพื่อบรรลุเป้าหมายด้วยความสมัครใจ

Chris Crawford (1997) ได้ให้ความหมายของคำว่าเกมว่า เกมเป็นระบบปิดที่เป็นหน่วยย่อยของความเป็นจริง (Subset of Reality) ซึ่งในความหมายของระบบปิด คือเกมจะมีความสมบูรณ์อยู่ภายในตัวมันเอง ไม่จำเป็นต้องอ้างอิงไปถึงโลกภายนอก ซึ่งก็คือเกมมีกฎเกณฑ์ภายในตัวเองอย่างชัดเจน

Greg Costikyan (2002) ได้ให้ความหมายของคำว่าเกมว่า เกมเป็นรูปแบบหนึ่งของศิลปะที่ผู้เล่นมีโอกาสได้ตัดสินใจจัดการทรัพยากรใดๆผ่านการเล่น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

Elliot Avedon and Brian Sutton-Smith (1971: 405) ได้ให้ความหมายของคำว่าเกมคือการใช้งานระบบควบคุม (ทางกายหรือทางสมอง) โดยสมัครใจ เพื่อแข่งขันระหว่างผู้เล่น โดยภายในเกมจะมีกฎเกณฑ์ที่วางไว้ และมีเป้าหมายที่แตกต่างจากตอนเริ่มเกม

Katie Salen and Eric Zimmerman (2004: 80) ได้สรุปความหมายของเกมว่า เกมคือระบบที่ผู้เล่นเข้าร่วม โดยในระบบจะมีข้อขัดแย้งที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เล่นได้แข่งขันกันแก้ข้อขัดแย้งนั้นๆ โดยใช้กฎเกณฑ์เดียวกัน ในการที่จะพยายามบรรลุเป้าหมายของเกม

Ernest Adams and Andrew Rollings (2007: 5) ได้ให้ความหมายของคำว่าเกมว่า เกมคือกิจกรรมการเล่นรูปแบบหนึ่ง โดยอยู่ในสถานะจำลองหรืออยู่ในโลกสมมุติที่ผู้เล่นพยายามที่จะไปสู่เป้าหมาย โดยกระทำตามกฎเกณฑ์ที่ตัวเกมได้วางเอาไว้

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า เกม คือ ระบบที่ผู้เล่นได้เข้าร่วมด้วยความสมัครใจ โดยผู้เล่นทำกิจกรรมการเล่นภายในโลกจำลองที่มีกฎเกณฑ์ของตนเอง โดยมีเป้าหมายที่ตั้งไว้เพื่อให้ผู้เล่นพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายนั้นให้ได้

2.3.2 ส่วนประกอบของเกม (Game Component)

เกมมีส่วนประกอบหลายส่วนดังนี้

2.3.2.1 เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine)

เครื่องประมวลผลเกม คือ ระบบที่ออกแบบมาสำหรับสร้างสรรค์และพัฒนาเกม ซึ่งบางตัวออกแบบสำหรับทำงานกับเครื่องเล่นวิดีโอเกม (Video Game Consoles) บางตัวออกแบบสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป (Personal Computer) บางตัวออกแบบสำหรับโทรศัพท์มือถือ (Mobile Phone) และเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล (Personal Digital Assistant: PDA) และบางตัวออกแบบมาสำหรับหลากหลายแพลตฟอร์ม (Multi-Platform) หรือข้ามแพลตฟอร์ม (Cross-Platform)

เครื่องประมวลผลเกมนั้นประกอบไปด้วยหลายระบบย่อย เช่น ระบบวาดภาพ (Rendering System or Graphics System) ทั้งสำหรับภาพแบบ 2 มิติ (2D Graphics) และภาพแบบ 3 มิติ (3D Graphics) ระบบฟิสิกส์ (Physics System) หรือ ระบบตรวจจับและตอบสนองต่อการชน (Collision Detection and Collision Response System) ระบบเสียง (Sound System) ระบบสคริปต์ (Scripting System) ระบบแสดงภาพเคลื่อนไหว (Animation System) ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence System) ระบบเครือข่าย (Network System) ระบบสตรีมมิ่ง (Streaming System) ระบบจัดการหน่วยความจำ (Memory Management System) ระบบเธรดดิ้ง (Threading System) ระบบภาษาท้องถิ่น (Localization Support System) และระบบซีนกราฟ (Scene Graph System) (Jeff Ward, 2008)

2.3.2.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

ส่วนติดต่อกับใช้นั้นถือเป็นองค์ประกอบร่วมของทุกๆ ส่วนในเกม เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้การสื่อสารระหว่างเกมกับผู้เล่นประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ในการออกแบบส่วนติดต่อกับใช้นั้นต้องให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เล่นเป้าหมาย ถ้ากลุ่มผู้เล่นเป็นผู้ใหญ่ก็ต้องออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย ขนาดใหญ่กำลังพอดี, เข้าใจความหมายได้ง่ายไม่ทำ ความสับสนให้แก่ผู้เล่น มีการตอบสนองที่ดี รวมถึงมีภาพที่สวยงาม

ถ้ากลุ่มผู้ใช้เป็นเด็ก การใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับผู้ใหญ่จะไม่น่าจะเหมาะสม และอาจไม่สามารถนำมาใช้กับเด็กๆ ได้ เนื่องจากเด็กมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมเมาส์ (Mouse) และ คีย์บอร์ด (Keyboard) ที่ผู้ใหญ่อาจจะมี เช่น การดับเบิ้ลคลิก (Mouse Double Click) โดย

Benjamin B. Bederson, James D. Hollan, Allison Druin, Jason Stewart, David Rogers and David Profit (1996) พบว่าเด็กไม่สามารถดับเบิ้ลคลิกได้ดึ้นัก ดังนั้นในการออกแบบควรวใช้ระบบคลิกเดียว หรือ Single Click แทนเท่าที่เป็นไปได้ การจำว่าปุ่มบนคีย์บอร์ดปุ่มไหนทำหน้าที่อะไร พบว่าเด็กมีปัญหาในการจำปุ่มบนคีย์บอร์ดที่ซับซ้อน เด็กมีปัญหาในการเคลื่อนเมาส์อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการกดปุ่มเมาส์ค้างไว้เป็นเวลานาน (Juan Pablo Hourcade, Benjamin B. Bederson, Allison Druin, 2004; Kori M. Inkpen, 2001) การใช้งานเมาส์ร่วมกับคีย์บอร์ด และพบว่าเด็กเล็กจะมีปัญหากับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ต้องใช้การอ่านเป็นหลัก เพราะเด็กอาจยังไม่สามารถอ่านข้อความยาวๆ ได้ หรือ มีปัญหาเกี่ยวกับไอคอน (Icon) ที่ใช้แทนคำสั่งบางคำสั่ง เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงและเข้าใจในสัญลักษณ์บางตัวนั้น อยู่นอกเหนือไปกว่าสิ่งที่เด็กเคยรู้จัก (Allison Druin, Benjamin B. Bederson, Juan Pablo Hourcade, Lisa Sherman, Glenda Revelle, Michele Platner and Stacy Weng, 2001: 398-399) ดังนั้น ในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับผู้เรียนที่เป็นเด็กนั้น จำเป็นที่จะต้องทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย หรือทำการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายโดยตรง ว่ามีความเข้าใจในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบมาหรือไม่ และความสามารถในการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นอย่างไร สำหรับคำแนะนำในการออกแบบนั้น มีดังนี้ ควรวใช้ระบบ Point & Single Click คือ ชี้แล้วกดปุ่ม (ครั้งเดียว) กับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ทั้งหมด เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นเด็กจะใช้งานเมาส์ในลักษณะนี้ได้เป็นอย่างดี (Allison Druin et al., 2001) ใช้ไอคอนแทนตัวอักษร ซึ่งไอคอนที่ใช้จะต้องเป็นไอคอนที่ไม่ซับซ้อน เป็นสิ่งที่เด็กรู้จักเป็นอย่างดี เนื่องจากไอคอนที่เป็นรูปภาพสามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าตัวอักษร แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ตัวอักษรเป็นข้อความ ให้ใช้ข้อความที่สั้นที่สุด ที่ยังสื่อความหมายได้ เนื่องจากเด็กอาจยังไม่สามารถอ่านข้อความยาวๆ ได้ ปุ่มสำหรับกด ควรมีเสียงบอกหน้าที่ของปุ่ม ซึ่งจะดังขึ้นเมื่อเด็กลากเมาส์มาวางเหนือ (Over) ปุ่ม เนื่องจากในกรณีเด็กไม่รู้หน้าที่ของปุ่ม ก็ยังสามารถลากเมาส์มาวางเหนือปุ่ม เพื่อรับฟังหน้าที่ของปุ่มได้

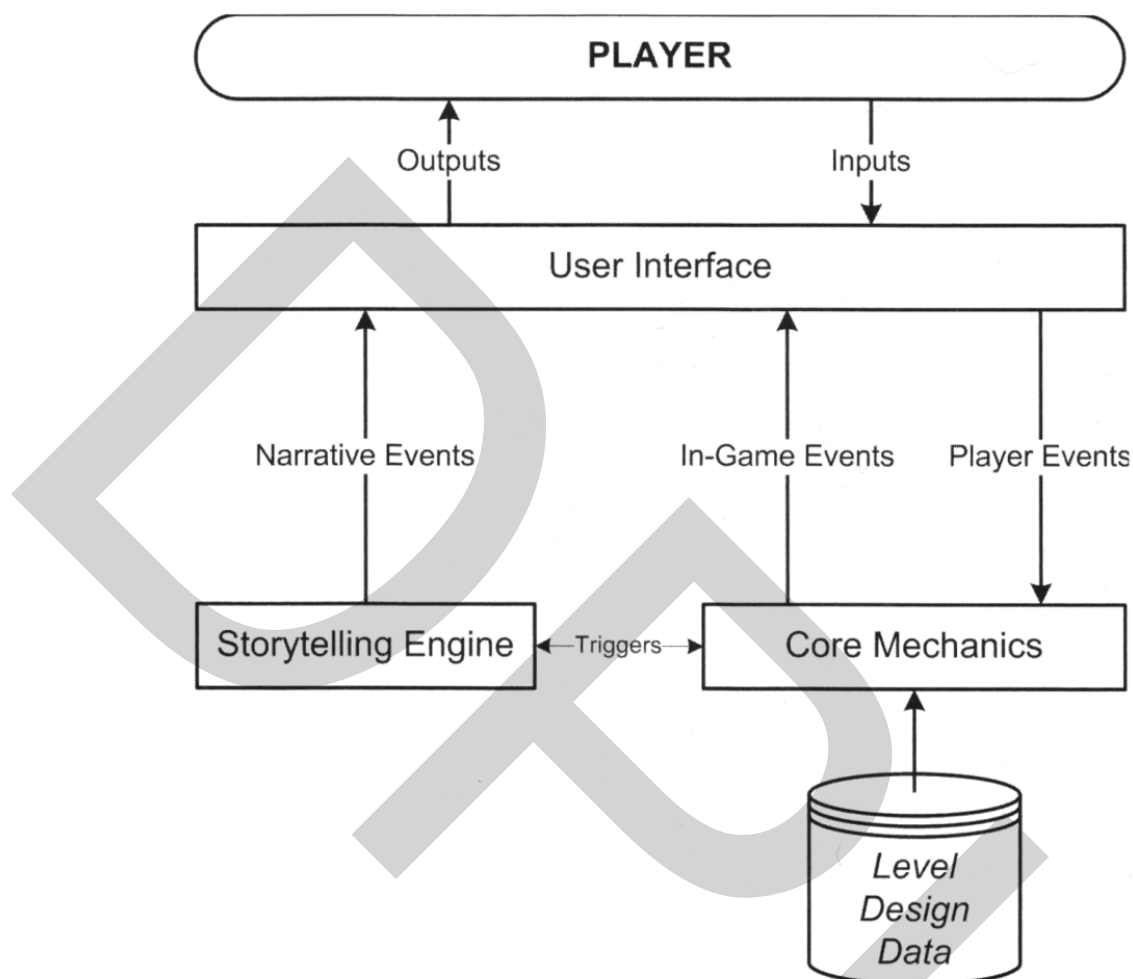
2.3.3 ตัวแบบของเกม (Game Model)

ตัวแบบ หรือ Model เป็นวิธีการติดต่อสื่อสารโดยใช้มโนภาพ (Images) ประเภทหนึ่ง ซึ่งช่วยแสดงความคิดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เป็นการนำเสนอให้เห็นสิ่งๆหนึ่งหรือเหตุการณ์ๆหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมอย่างเป็นระบบระเบียบ นอกจากนี้ตัวแบบยังอธิบายถึงโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งศึกษาที่สลับซับซ้อนได้ โดยการลดความซับซ้อนลงเป็นความเรียบง่ายที่เข้าใจได้ไม่ยาก (สร้อยตระกูล อรรถมานะ, 2527: 16-18)

การพัฒนาตัวแบบของเกมจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากจะช่วยในการแสดงให้เห็นแนวคิดโครงสร้าง และส่วนประกอบของเกม ได้อย่างชัดเจน ดูเป็นระบบและง่ายต่อการที่ผู้อื่นจะทำความเข้าใจ

ตัวแบบของเกมนั้นมีผู้ได้พัฒนามาหลายหลายรูปแบบด้วยกัน ยกตัวอย่างตัวแบบของเกมที่น่าสนใจ ดังนี้

Ernest Adams and Andrew Rollings (2007: 12-14, 26, 43-47, 192-194, 316-322) ได้นำเสนอโครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) ที่ประกอบไปด้วย Player (ผู้เล่น) ซึ่งก็คือผู้ที่เข้าร่วมเล่นภายในเกม โดยผู้เล่นจะทำการส่ง Inputs เข้าไปในเกมโดยผ่าน User Interface (ส่วนติดต่อกับผู้ใช้) ซึ่งในที่นี่มีความหมายที่กว้างมาก คือเป็นส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผลทั้งภาพ เสียง เนื้อเรื่อง ภายในเกม รวมถึงเป็นตัวรับข้อมูลจากผู้เล่นเข้ามาอีกด้วย ดังนั้นอาจเรียกได้ว่าเป็น Presentation Layer (ส่วนแสดงผล) ก็ได้ ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลของผู้เล่นที่เรียกว่า Player Events หรือ Actions เข้าไปในส่วนของ Core Mechanics (เครื่องประมวลผลแกนกลาง) ต่อ โดยในส่วนเครื่องประมวลผลแกนกลางนี้จะประกอบไปด้วยข้อมูล (Data) และชุดคำสั่งประมวลผล (Algorithms) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบกฎเกณฑ์ภายในเกม โดยอาจดึงข้อมูลการออกแบบของแต่ละฉาก (Level Design Data) ออกมาใช้ จากนั้นส่งข้อมูล In-Game Events หรือ Challenges ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นงานให้ผู้เล่นต้องทำออกไปสู่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ซึ่งก็จะส่งต่อไปยังผู้เล่นต่อไป นอกจากนี้ในกรณีที่เกมมีเนื้อเรื่อง เนื้อเรื่องจะถูกสร้างจาก Storytelling Engine (เครื่องประมวลผลเนื้อเรื่อง) โดยถูกเรียกให้แสดงผลจากเครื่องประมวลผลแกนกลาง และแสดงข้อมูล Narrative Events ไปที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยเมื่อแสดงผลเสร็จก็อาจส่งข้อมูลบอกเครื่องประมวลผลแกนกลางว่าแสดงผลเสร็จแล้วได้ เป็นลักษณะการสื่อสารแบบสองทิศทาง ดังภาพที่ 2.7



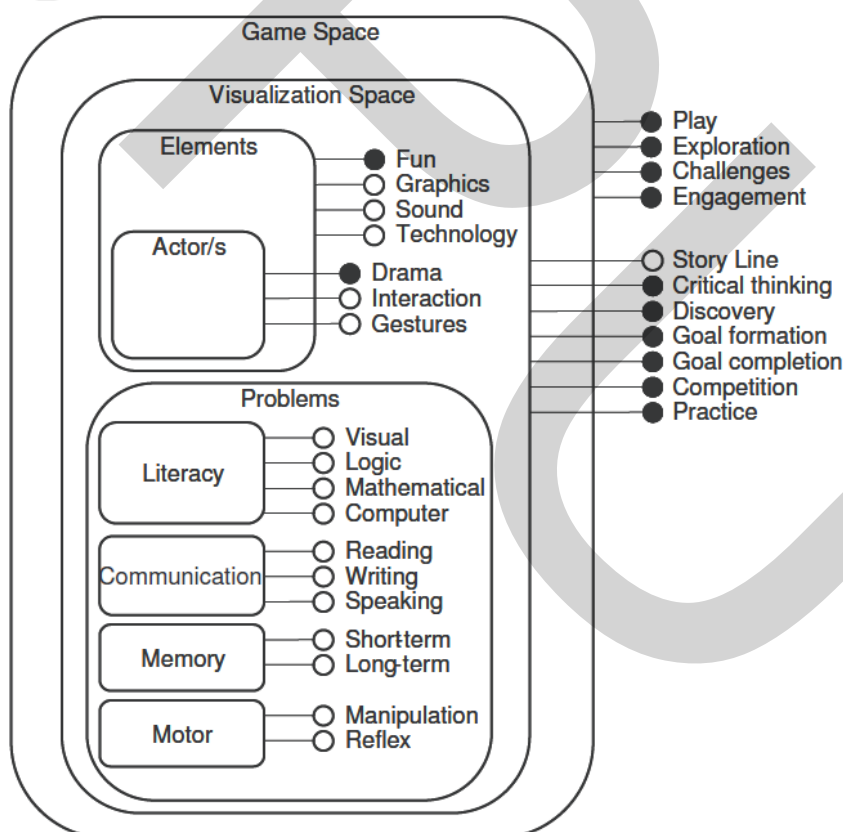
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game)

ที่มา: Ernest Adams and Andrew Rollings (2007: 322)

Alan Amory and Robert Seagram (2003: 206-217) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีทางการศึกษา การออกแบบเกม และการพัฒนาเกม และได้พัฒนาตัวแบบขึ้นมา 3 ตัวแบบ เพื่อใช้สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบซับซ้อน และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อเรื่อง การเล่น และการเรียน เพื่อให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ขึ้น

ตัวแบบแรก ชื่อ Game Object Model (GOM) ซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ ร่วมกับทฤษฎีการออกแบบเกม โดยใช้พื้นฐานแนวคิดมาจากการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Orientated Programming) เพื่อสร้างตรรกะระหว่างมุมมองทางการศึกษากับองค์ประกอบของเกม โดยสัญลักษณ์ที่ใช้คือ Components (สี่เหลี่ยมขอบโค้ง) Abstract Interface (วงกลมสีดำ) เพื่อบอกจุดประสงค์ทางการศึกษา Concrete Interface (วงกลมสีขาว) เพื่อบอกส่วนประกอบทางด้านเกม

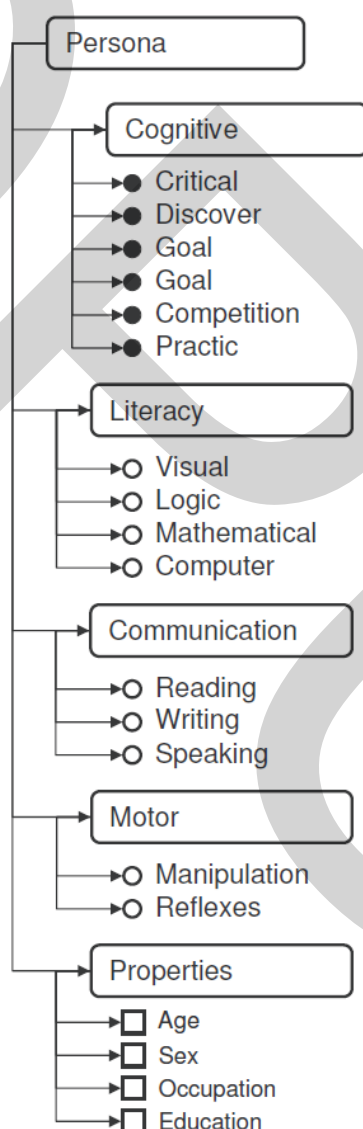
โดยเริ่มจาก Game Space Component จะประกอบไปด้วย Motivational Interfaces (Play, Exploration, Challenges และ Engagement) และบรรจุ Visualization Space Component ไว้ภายใน ซึ่งก็จะประกอบไปด้วยอีก 2 ส่วน คือ Elements Component และ Problems Component และมี Interface คือ Story line, Critical thinking, Discovery, Goal formation, Goal completion, Competition and Practice ในส่วนของ Elements Component นั้นก็ประกอบไปด้วย Fun, Graphics, Sound และ Technology Interfaces โดยภายในบรรจุ Actors Component เอาไว้ ซึ่งก็จะประกอบไปด้วย Drama, Interaction และ Gestures Interfaces ในส่วนของ Problems Component นั้นก็ประกอบไปด้วย 4 Components เริ่มจาก 1.Literacy Component ซึ่งประกอบไปด้วย Visual, Logic, Mathematical และ Computer Interfaces 2.Communication Component ซึ่งประกอบไปด้วย Reading, Writing, Speaking Interfaces 3.Memory Component ซึ่งประกอบไปด้วย Short-term และ Long-term Interfaces 4.Motor Component ซึ่งประกอบไปด้วย Manipulation และ Reflex Interfaces ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 Game Object Model (GOM)

ที่มา: Alan Amory and Robert Seagram (2003)

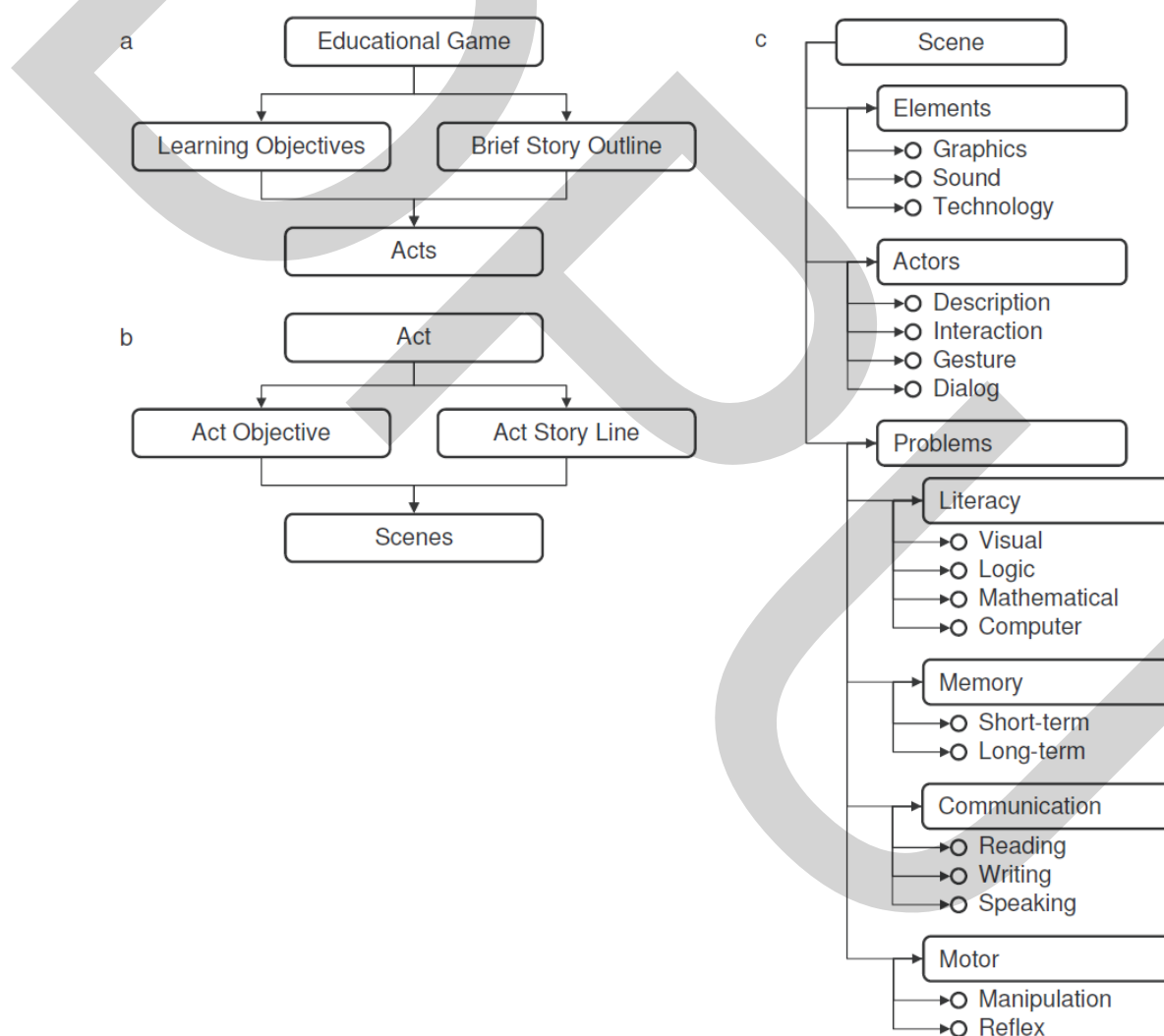
ตัวแบบที่สอง ชื่อ Persona Outlining Model (POM) ซึ่งสร้างขึ้นมาเพื่อให้การพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นเรื่องง่าย โดยการออกแบบที่มีผู้ใช้เป็นศูนย์กลางและมีการคาดเดาผลลัพธ์ที่จะได้ออกมาจากการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้ตัวแบบตัวนี้ โดยมีพื้นฐานมาจากวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) เพื่อตอบปัญหา 4 ข้อ คือ 1.ใครเป็นผู้ใช้ระบบ 2.พฤติกรรมอะไรของผู้ใช้งานที่ระบบจะต้องตอบสนองเพื่อให้ผู้ใช้พึงพอใจ 3.ระบบจะให้การช่วยเหลือผู้ใช้อย่างไร และ 4.เทคโนโลยีที่ใช้ทำการพัฒนาระบบ โดย Personal Outlining Model จะเน้นที่การตอบปัญหาข้อ 1 และ 2 เป็นหลัก ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 Personal Outlining Model (POM)

ที่มา: Alan Amory and Robert Seagram (2003)

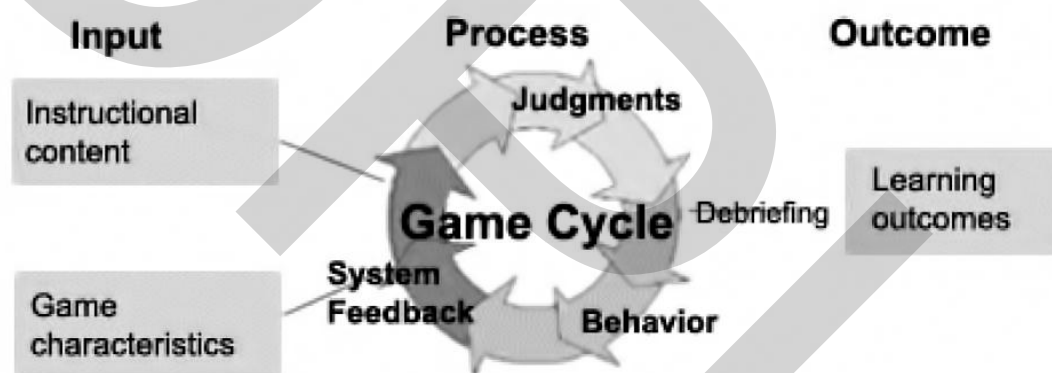
ตัวแบบที่สาม ชื่อ Game Achievement Model (GAM) สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยในการออกแบบและสร้างตัวเกม โดยเริ่มจากการตั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives) ให้ชัดเจนก่อน จากนั้นจึงเริ่มคิดเนื้อเรื่องโดยย่อ จากนั้นสร้าง Acts ขึ้นมา โดยในแต่ละเกมจะมีหลายๆ Acts ซึ่งแต่ละ Act จะมีจุดประสงค์เฉพาะสำหรับ Act นั้นๆ หรือ มีการบอกเนื้อเรื่องบางส่วนใน Act นั้น และอาจประกอบด้วย Scene 1 Scene หรือ หลายๆ Scenes ก็ได้ โดยในแต่ละ Scene ก็จะประกอบไปด้วย Elements, Actors และ Problems Components คล้ายกับ Game Object Model ที่กล่าวไปก่อนหน้านี้แล้ว สำหรับ Game Achievement Model (GAM) นั้นเป็นไปตามภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 Game Achievement Model (GAM)

ที่มา: Alan Amory and Robert Seagram (2003)

Garris R., Ahlers R. and Driskell J.E. (2002) ได้พัฒนา Game-based Learning Model ขึ้นมา โดยได้แบ่งส่วนประกอบเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ Input, Process และ Outcome โดย Input หรือข้อมูลนำเข้านั้นได้มาจากเนื้อหาการเรียนการสอนผสมกับลักษณะเฉพาะของเกมแต่ละเกม จากนั้นเข้ามาในส่วนของ Process หรือกระบวนการทำงานซึ่งจะทำงานเป็นวงรอบหรือเรียกว่า Game Cycle โดยใน Game Cycle จะประกอบไปด้วยการตัดสินใจ (Judgments) ของผู้เล่น ซึ่งจะนำไปสู่การทำพฤติกรรม (Behavior) ที่ตัวเกมต้องการให้เกิด และท้ายสุดก็จะมีการตอบสนองโดยตัวระบบ (System Feedback) ให้ผู้เล่นรู้ว่าพฤติกรรมที่ได้กระทำไปนั้นถูกต้องหรือไม่ จากนั้นก็จะวนเป็นรอบไปเรื่อยๆ ดังนั้นตัวเกมเองจะต้องมีแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เล่นอยู่ใน Game Cycle ให้ได้ ท้ายที่สุดจะเกิดการตั้งคำถามในใจของผู้เล่น (Debriefing) ได้เป็นผลลัพธ์ออกมา เป็นส่วนของ Outcome ซึ่งก็คือผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning outcomes) ดังภาพที่ 2.11

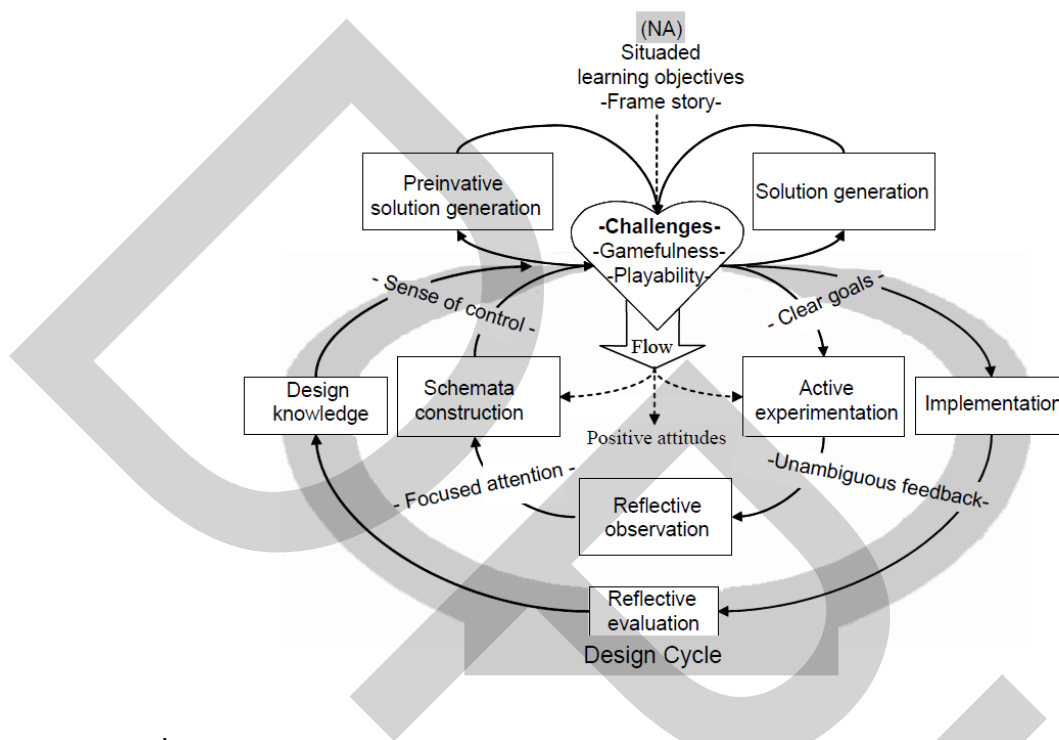


ภาพที่ 2.11 Game-based Learning Model

ที่มา: Garris R., Ahlers R. and Driskell J.E. (2002)

Kristian Kiili (2005: 3-6, 9-10) ได้นำเสนอ Experiential Gaming Model ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบบทเรียนและเกมได้เข้าใจกลไกการเรียนรู้ด้วยเกม โดยการผสมผสานมุมมองทางการศึกษาเข้าไปในกระบวนการออกแบบเกม โดยตัวแบบที่สร้างขึ้นนั้นมีการเน้นย้ำถึงความสำคัญของ Flow Theory ซึ่งคิดค้นโดยนักจิตวิทยาชื่อ Mihaly Csikszentmihalyi (1975: 36) ซึ่ง Flow Theory นี้กล่าวว่า Flow คือ สภาวะจิตใจที่บุคคลใดๆกำลังทำกิจกรรมหนึ่งๆ โดยมีส่วนร่วมเต็มที่ในกิจกรรม มีความสนใจอย่างเต็มเปี่ยม และประสบความสำเร็จในกระบวนการของกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งทฤษฎีนี้จะเน้นความสำคัญไปที่แรงจูงใจซึ่งจะเป็นตัวควบคุมอารมณ์ให้กระทำการใดๆหรือจูงใจให้เกิดการ

เรียนรู้ขึ้น ซึ่ง Kiili ได้ใช้ Flow Theory นี้มาเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบเกมเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสม ดังภาพที่ 2.12



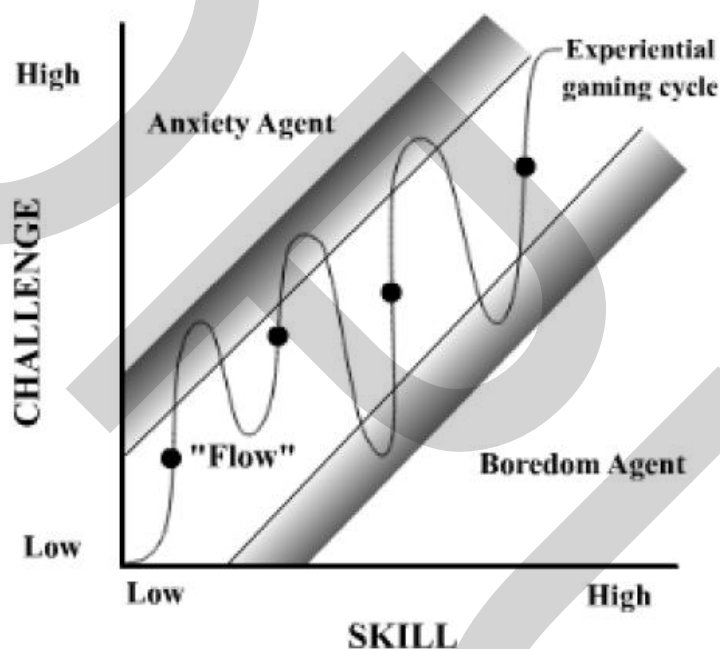
ภาพที่ 2.12 Experiential Gaming Model

ที่มา: Kristian Kiili (2005: 4)

ตัวแบบที่ปรากฏถูกสร้างขึ้นมาโดยเลียนแบบระบบหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์ ซึ่งประกอบไปด้วย Solution Loop, Experience Loop และ Challenge Bank โดยมีหัวใจเป็นศูนย์กลาง ซึ่งหัวใจจะมีหน้าที่เพื่อคงไว้ซึ่งแรงจูงใจในการเรียนและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยจะป้อนสิ่งที่ท้าทายซึ่งเชื่อมโยงกับเนื้อเรื่องของเกมไปสู่ผู้เรียน ผู้เรียนเมื่อเจอสิ่งที่ท้าทายก็จะพยายามคิดแก้ปัญหาโดยสร้างวิธีแก้ปัญหาขึ้นมาใน Solution Loop ซึ่งจะแบ่งเป็น Preinvasive Solution Generation ซึ่งก็คือ วิธีแก้ปัญหาแบบสร้างสรรค์แรกเริ่มที่เกิดขึ้น จากนั้นก็จะเป็น Solution Generation โดยการคิดแก้ปัญหาที่คิดถึงเงื่อนงำที่จำกัดของตัวเกมด้วย

เมื่อคิดวิธีแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนจะได้ทดลองว่าวิธีแก้ปัญหาที่ตัวผู้เรียนได้สร้างขึ้นมานั้นสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ ใน Experience Loop ซึ่งตัวเกมต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน (Clear Goals) และให้การโต้ตอบกับผู้เรียนที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิดและสร้างความรู้ขึ้นมาได้ โดยจะเกิดกระบวนการนี้แบบวนรอบ

ส่วนสุดท้ายก็คือส่วนของ Challenge Bank ซึ่งก็คือหัวใจนั่นเอง โดยหัวใจจะทำหน้าที่ให้สิ่งที่ท้าทายแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมในเกมและเพิ่ม Flow ของประสบการณ์ ซึ่งต้องทำหน้าที่อย่างพอเหมาะ เพราะถ้าสิ่งที่ท้าทายนั้นยากเกินไปหรือมากเกินไปกว่าความชำนาญของผู้เรียน ก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกังวลใจ แต่ถ้าสิ่งที่ท้าทายนั้นง่ายเกินไปหรือน้อยเกินไปกว่าความชำนาญของผู้เรียน ก็จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อได้ ดังนั้นหัวใจต้องทำหน้าที่ควบคุมสมดุลตรงนี้ให้ดี มิฉะนั้นอาจทำให้หัวใจวายและทำให้ทั้งเกมตายไปด้วยได้ ซึ่งอธิบายได้จาก Adaptive Gameflow Framework ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 Adaptive Gameflow Framework

ที่มา: Kristian Kiili (2005: 6)

2.4 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.1 การพิจารณาลักษณะเฉพาะของผู้เรียน

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จำเป็นต้องพิจารณาลักษณะของผู้เรียน (Learner characteristic) ประกอบไปด้วย เพื่อให้การออกแบบนั้นมีความเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนมากที่สุด เช่น ในกรณีผู้เรียนอาศัยอยู่ในเมือง และได้รับอิทธิพลจากเทคโนโลยีต่างๆ เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และ วิทยุทัศน์ เป็นปกติอยู่แล้ว การเพิ่มในส่วนของความบันเทิง (Entertainment) ลงไปในบทเรียนนั้นอาจต้องนำมาพิจารณาด้วย (Marguerita McVay Lynch, 2002: 30) ปัจจัยอื่นๆ ที่ควรคำนึงถึง ก็คือ เรื่องของภาษาที่ใช้ ต้องให้สามารถสื่อสารกับกับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เรื่องของวัฒนธรรม ต้องไม่ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ขัดกับวัฒนธรรมของผู้เรียน เรื่องความชำนาญหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ต้องออกแบบบทเรียนให้เหมาะสม ไม่ง่ายหรือยากต่อการเข้าใจจนเกินไป (Judy Lever-Duffy, Jean B. McDonald and Al P. Mizell, 2003: 39-40)

2.4.2 แนวคิดการออกแบบของโรเบิร์ต กาย่

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการออกแบบของโรเบิร์ต กาย่ (Robert Gagné) ซึ่งได้นำเอาแนวความคิด 9 ประการ มาใช้ประกอบการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหา และจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการ ได้แก่ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 95-105)

2.4.2.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

เมื่อเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใหม่ สิ่งแรกที่จะนำเสนอแก่ผู้เรียนควรจะเป็นภาพ แสง สี เสียง หรือสื่อผสมที่น่าสนใจ เพื่อช่วยจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนมีความรู้สึกลอยากรเรียนเสียก่อน โดยสื่อที่นำเสนอเพื่อเร่งเร้าความสนใจนั้นควรมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาด้วย นอกจากจะช่วยในการเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย

2.4.2.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นส่วนสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียนและทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว

ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบดีวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

2.4.2.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการรับเอาความรู้ใหม่เข้าไป วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้อาจไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณเล็กน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่อง การต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมียุทธวิธีวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณหาค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าว เพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้

2.4.2.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

2.4.2.5 ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระชับ (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือพยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระชับเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจแนวคิดของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้นำจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้นำแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่า ตามลำดับขั้น

2.4.2.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว บทเรียนคอมพิวเตอร์ มีข้อได้เปรียบกว่าวัสดุทัศนูปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เนื่องจากผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกรายการ และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

2.4.2.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

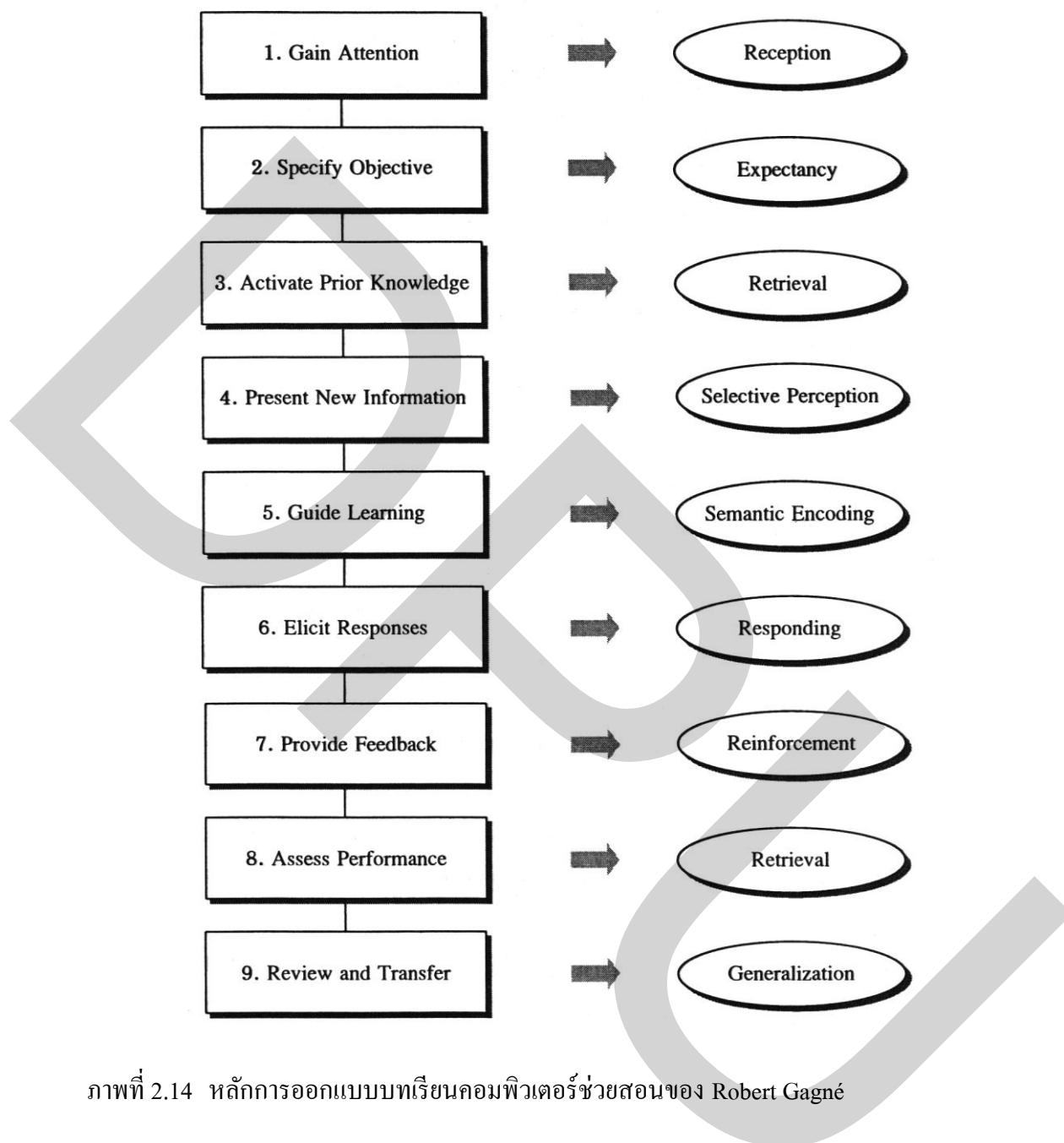
การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือ กราฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผล ว่าหากทำผิด แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแวนคอสสำหรับการสอนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดู ผลจากการแวนคอส วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพ ในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้า หาฝั่ง ภาพขยับยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดิน ไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการ ตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

2.4.2.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การ ทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะ ไปศึกษา ในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็น สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรมีแบบ เรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบ ออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า ผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

2.4.2.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุป มโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มี โอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้อง ชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อใน บทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป



ภาพที่ 2.14 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Robert Gagné

ที่มา: มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 104)

2.4.3 ระบบรางวัล (Reward System)

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น ควรมีการใช้ระบบรางวัลเพื่อช่วยเสริมแรงทางบวกไปด้วย โดย Edward L. Deci and Richard M. Ryan (1985) ได้วิเคราะห์ธรรมชาติของแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) กับแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) และสรุปว่าไม่สามารถใช้เพียง แรงจูงใจภายในในการจูงใจให้ผู้เรียนทำการเรียนได้ เนื่องจากสิ่งที่คุณสอนต้องการ

ให้ผู้เรียนเรียนนั้นไม่ได้มีความน่าสนใจหรือทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนอย่างเพียงพอ ดังนั้นจึงควรใช้แรงจูงใจภายนอกเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้อันทำให้เกิดการเรียนขึ้นมาได้

ระบบรางวัลนั้นเป็นแรงจูงใจภายนอกประเภทหนึ่ง ที่ออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) ตามทฤษฎีของ B.F. Skinner (1938) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการต่อไป

การให้การเสริมแรงในขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้เป็นสิ่งที่สำคัญ (พรรณี ช. เจนจิต, 2550: 171) เพราะเหตุผลดังนี้

- 1) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเขาได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้
- 2) สร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้น
- 3) เป็นเครื่องแนะให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนี้เขาทำถูกหรือผิด
- 4) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาการเสริมแรงต่อไป

2.4.4 ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor)

ผู้สอนเสมือนจริง หมายถึง ผู้สอนที่อยู่ในรูปแบบของตัวละคร ทำหน้าที่ในการสอนสิ่งต่างแก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนเสมือนจริงนี้มีได้หลากหลายรูปแบบ และส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนเสมือนจริงนี้เป็นองค์ประกอบได้กับทุกๆ ส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยอาจเป็นตัวละครที่มากำเนิดเรื่อง เร่งเร้าความสนใจในบทนำ เป็นตัวละครที่มากำหนดเรื่องในส่วนของบทเรียน หรือเป็นผู้มาสรุปบทเรียนให้ผู้เรียนฟัง รวมทั้งอาจอยู่ในส่วนของระบบช่วยเหลือ โดยทำหน้าที่เป็น Tutor คอยให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนก็ได้

Cristina Conati and Xiaohong Zhao (2004: 7-8) พบว่าผู้สอนเสมือนจริงสามารถเพิ่มแรงจูงใจและความมุ่งมั่นแก่นักเรียน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อเกมการศึกษาอีกด้วย

Toshiyuki Yamamoto and Ryo Miyashita (2008: 564-565) พบว่าผู้สอนเสมือนจริงช่วยเพิ่มการโต้ตอบระหว่างผู้สอนกับนักเรียน ซึ่งช่วยกระตุ้นกิจกรรมทางการเรียน และก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

Yan Hu and Gang Zhao (2010: 34-38) พบว่าผู้สอนเสมือนจริงช่วยเพิ่มการโต้ตอบระหว่างผู้สอนกับนักเรียนให้มากขึ้น, เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน กระตุ้นกิจกรรมทางการเรียน เพิ่มกระบวนการสื่อสารเพื่อเติมเต็มความสัมพันธ์ เพิ่มความน่าสนใจในการเรียน และเพิ่มบทบาทหน้าที่ทางการศึกษาได้

ยังเป็นที่ถกเถียงกันว่าตัวละครที่จะเป็นผู้สอนเสมือนจริงนี้ ควรมีรูปร่างหน้าตาอย่างไร เช่น เหมือนอาจารย์ เหมือนเพื่อนนักเรียน เหมือนคู่แข่งชั้น หรือ จะเป็นตัวละครที่ไม่ใช่มนุษย์ เช่น เป็นสัตว์ประเภทต่างๆ เป็นต้น แต่ก็มีงานวิจัยของ Toshiyuki Yamamoto and Ryo Miyashita (2008: 566) พบว่า เด็กๆจะคิดว่าผู้สอนเสมือนนั้นสามารถสนับสนุนการเรียนการสอนและให้แนวทางการเรียนแก่เขาได้ ถ้าผู้สอนเสมือนจริงนั้นมีลักษณะท่าทางคล้ายๆกับคุณครูจริงๆ

2.5 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมิน (Evaluation) คือ กระบวนการตัดสินใจ หรือ การพิจารณาตีคุณค่าเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยการวางแผน การเก็บรวบรวมข้อมูล และการใช้ข้อมูลที่ผ่านมาวิเคราะห์แล้ว เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งต่างๆ

การประเมินผลการศึกษา ได้ถูกใช้เพื่อจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก เพื่อให้ข้อเท็จจริงในการตัดสินใจแก่ผู้ที่มีความรับผิดชอบทางการศึกษาในการวินิจฉัยสั่งการ ประการที่สองเพื่อพิจารณาส่วนต่างๆ ของการดำเนินงานใน โครงการว่ามีส่วนใดบ้างควรปรับปรุงแก้ไข และจะให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานขั้นต่อไปอย่างไร จึงจะทำให้โครงการบรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ดี เรามิได้นำเอาการประเมินผลไปใช้เพื่อจะพิสูจน์ว่าสิ่งใดถูกหรือผิด สิ่งใดดีหรือไม่ดี แต่เรานำการประเมินผลไปใช้เพื่อพัฒนาปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่างๆ เหล่านั้นให้ดีขึ้นมากกว่า (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545: 197)

การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หากผลการประเมินพบว่ายังมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นก็ต้องนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลไปพิจารณาปรับเปลี่ยนแก้ไขบทเรียนให้ดีขึ้นจึงจะสามารถนำบทเรียนนั้นไปใช้งานจริงได้ ซึ่งวิธีประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จำเป็นต้องใช้การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นส่วนประกอบเพื่อช่วยให้สามารถประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ โดย ศิริชัย กาญจนวาสิ (2543: 7-8) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนที่จะต้องทำอย่างต่อเนื่อง ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอน โดยจะต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ ลักษณะนิสัย และคุณธรรม โดยเน้นที่จะพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญ และจำต้องตอบสนองต่อเป้าหมายการเรียนรู้ระดับบุคคล สถานศึกษา ชุมชน และประเทศ รวมทั้งมีความเป็นสากลระดับนานาชาติ

การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เป็นวิธีการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการนิยมนิยมมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการประเมินผู้เรียนที่ได้จากการศึกษาบทเรียน พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกจึงเป็นผลมาจากคุณภาพของ

บทเรียนทั้งสิ้น แนวคิดดังกล่าวนี้พัฒนามาจากการหาเกณฑ์มาตรฐานของบทเรียน ซึ่งยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นการประเมินที่ได้ผลใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ตามแนวความคิดนี้ จำแนกการประเมินออกเป็น 3 วิธี ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 326, 329-341)

2.5.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency)

2.5.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness)

2.5.3 การหาความคงทนทางการเรียนของผู้เรียน (Retention of Learning)

2.5.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency)

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบหลังบทเรียน ได้บรรลุวัตถุประสงค์ ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นก่อน โดยทั่วไปนิยมใช้คะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากแบบฝึกหัดหรือคำถามระหว่างบทเรียน กับคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบแล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบกันในรูปแบบของ Event1/Event2 โดยเขียนอย่างย่อเป็น E1/E2 เช่น 90/90 หรือ 85/85 และจะต้องกำหนดค่า E1 และ E2 ให้เท่ากัน เนื่องจากง่ายต่อการเปรียบเทียบและการแปลความหมาย

สำหรับความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีดังนี้

ร้อยละ 95-100 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม (Excellent)

ร้อยละ 90-94 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดี (Good)

ร้อยละ 85-89 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fairly Good)

ร้อยละ 80-84 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fair)

ต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึง บทเรียนต้องปรับปรุงแก้ไข (Poor)

ข้อพิจารณาสำหรับเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียนก็คือ ถ้ากำหนดเกณฑ์ที่สูงจะทำให้บทเรียนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากขึ้น แต่ก็ไม่ใช่เรื่องง่ายนักที่จะพัฒนาบทเรียนให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนบรรลุถึงเกณฑ์กำหนดในระดับนั้น อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปไม่ควรกำหนดไว้ต่ำกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากจะทำให้บทเรียนลดความสำคัญลงไป ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนไม่สนใจบทเรียนและเกิดความล้มเหลวทางการเรียนในที่สุด

วิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน Event1/Event2

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่แพร่หลาย และได้รับการยอมรับว่าเป็นเกณฑ์การวัด

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ตรงที่สุดโดยที่ E1 และ E2 ได้จากค่าระดับคะแนนดังต่อไปนี้

E1 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัด (Exercise) หรือแบบทดสอบ (Test) ของบทเรียนแต่ละชุด หรือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการตอบคำถามระหว่างเรียนของบทเรียนแต่ละชุด (Intermediate Test)

E2 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

สำหรับสูตรที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามเกณฑ์ E1/E2 มีดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum\left(\frac{X}{A}\right)}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum\left(\frac{Y}{B}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ

X = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

Y = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างบทเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังบทเรียน

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ดังนั้น ประสิทธิภาพของบทเรียนจึงมีค่าเท่ากับ E1/E2 เช่น 84/82 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า บทเรียนมีความสามารถในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละชุด ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84 และสามารถทำแบบทดสอบหลังบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82 แสดงว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพบทเรียนในขั้นพอใช้ (Fair) สามารถนำไปใช้งานได้

โดยปกติค่าของ E2 จะมีค่าต่ำกว่าค่าของ E1 เนื่องจาก E1 เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ แบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างบทเรียน ซึ่งเป็นการวัดผลในระหว่างการนำเสนอเนื้อหาหรือวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละเรื่อง ระดับคะแนนจึงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า

ค่าของ E2 ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนที่ศึกษาเนื้อหาผ่านมานานแล้ว ซึ่งอาจเป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือหลายสัปดาห์ จึงอาจเกิดความสับสนหรือลืมเลือนได้

2.5.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกในรูปของคะแนนหรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด ได้ถูกต้อง หลังจากศึกษาเนื้อหาบทเรียนจบแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสามารถแสดงผลได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพแต่ไม่มีนิยามนำเสนอเป็นค่าใดๆ มักจะเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ เงื่อนไขต่างๆ หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน เช่น มีค่าสูงขึ้น หรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียน 2 กลุ่ม เป็นต้น

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นการประเมินผลที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ยืนยันความรู้ความสามารถของผู้เรียน ที่ได้รับจากบทเรียนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม จากสิ่งที่ไม่เคยทำได้มาก่อน ให้สามารถทำได้ และเกิดประสิทธิผลขึ้น จึงเรียกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกอย่างหนึ่งว่าการทดสอบประสิทธิผล ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Performance Test หรือ Achievement Test ซึ่งมีความหมายเหมือนกับ Effectiveness Test

แม้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะสามารถแสดงผลได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติมักนิยามจะนำเสนอในเชิงคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น หลังจากศึกษาบทเรียนแล้วผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบก่อนการเรียน เป็นต้น ถ้าเป็นการแสดงผลในเชิงปริมาณ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจะหมายถึง ค่าระดับคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ เช่น หลังจากศึกษาเนื้อหาบทเรียนแล้ว ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 12% เป็นต้น การนำเสนอกรณีอย่างหลังนี้จะไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากแปลความหมายได้ยากและไม่มีข้อเปรียบเทียบ

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จึงต้องใช้หลักสถิติเพื่อสรุปความหมายในเชิงของการเปรียบเทียบ สถิติที่ใช้เปรียบเทียบ เช่น t-test, f-test, ANOVA หรือ ANCOVA เป็นต้น โดยแปลความหมายในเชิงคุณภาพหรือการเปรียบเทียบ ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการวิจัยนั้น เพื่อยืนยันด้านคุณภาพของบทเรียน นอกจากจะต้องหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เพื่อการประเมินผลบทเรียนแล้ว ยังจะต้องเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องดังกล่าวด้วย ถ้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีค่าสูงขึ้น หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่

พัฒนาขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเรียนรู้ ก็จะเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ถึงความสามารถของผู้เรียนที่เกิดการเรียนรู้ขึ้นจากการศึกษาบทเรียนเรื่องดังกล่าว

ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จึงต้องประกอบด้วยทั้งแบบทดสอบก่อนบทเรียนและแบบทดสอบหลังบทเรียน โดยทำการทดสอบก่อนเรียน (T1) และหลังจากจบการศึกษาเนื้อหาบทเรียนจึงทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (T2) หลังจากนั้นจึงค่า T1 และ T2 ไปเปรียบเทียบความแตกต่างตามแบบแผนการทดลอง โดยใช้สถิติเปรียบเทียบความสัมพันธ์ และสรุปผลที่ได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.5.3 การหาความคงทนทางการเรียนของผู้เรียน (Retention of Learning)

ความคงทนทางการเรียน (Retention of Learning) หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียน หรือความสามารถของผู้เรียนที่จะระลึกถึงความรู้ที่เคยมีประสบการณ์ผ่านมา หลังจากที่ผ่านมาไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง เช่น สัปดาห์หนึ่ง หรือเดือนหนึ่ง ซึ่งการที่จะจดจำความรู้ได้มากน้อยเพียงใดนั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้ผู้เรียนจดจำได้

ระบบการจำของมนุษย์ จำแนกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ระบบความจำความรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หลังจากถูกนำเสนอด้วยสิ่งเร้าต่างๆ

2) ระบบความจำระยะสั้น (Short-term Memory) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบความจำชั่วคราว (Temporary Memory) หมายถึง ความจำชั่วคราวที่เกิดขึ้นภายหลังเกิดการเรียนรู้แล้ว เป็นความจำที่คงอยู่ในระยะเวลาสั้นๆ ถ้าไม่มีจิตใจจดจ่ออยู่กับสิ่งนั้น ความจำระยะสั้นนี้จะเลือนหายไปโดยง่าย

3) ระบบความจำระยะยาว (Long-term Memory) หรือระบบความจำถาวร (Permanent Memory) หมายถึง ความจำที่ฝังตรึงอยู่ในใจ ซึ่งคงทนกว่าระบบความจำระยะสั้น ไม่ว่าจะทิ้งระยะไว้นานเท่าใด เมื่อต้องการฟื้นคืนความจำนั้นๆ ก็จะระลึกออกมาได้ทันทีและถูกต้อง ระบบความจำระยะยาวจึงเป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนต้องการเพื่อจดจำสิ่งดีๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะความรู้ที่จำเป็นสำหรับการศึกษาต่อหรือการประกอบอาชีพ

ปัจจัยที่ทำให้มนุษย์เกิดความคงทนในการจำได้ ได้แก่ ความต่อเนื่องหรือความสัมพันธ์ของประสบการณ์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ และการทบทวนสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วอยู่เสมอๆ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าถ้ามีการศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้แล้วซ้ำอีก ก็จะช่วยให้ระบบความจำระยะยาวในเรื่องดังกล่าวดีขึ้น สำหรับช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะเปลี่ยนเป็นความจำระยะยาว หรือเกิดความคงทนในการจำ จะใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ (14 วัน) หลังจากที่ผ่านมาการเรียนรู้แล้ว

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Zhi-Hong Chen, Calvin C.Y. Liao and Tak-Wai Chan (2010) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Quest Island: Developing Quest-Driven Learning Model by Blending Learning Tasks with Game Quests in a Virtual World โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้าง Educational game frameworks ชื่อ Quest-Driven Learning Model มีแนวคิดที่ว่า Game Quest จะเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดการสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น โดยพยายามหาวิธีเปลี่ยน Learning Task ไปเป็น Game Task จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า Quest-Driven Learning Model ที่สร้างขึ้นนั้น สามารถเพิ่มความสนุก (Enjoyment) ความเข้าใจในเนื้อหาของเป้าหมาย (Goal content) การอยากได้รางวัลภายในเกม (Goal intensity) และ ความพยายามในการเล่นเพื่อบรรลุเป้าหมาย (Attempted quests) ให้มากขึ้นได้ แม้จะพบว่าคะแนนของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง (Accomplished rate) จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม

Pei-Chi Ho, Chun-Hsiung Huang and Szu-Ming Chung (2007) ได้ทำการวิจัยเรื่อง A Computer Adventure Game Applied in E-Learning และได้สร้างเกมคอมพิวเตอร์ ประเภทเกมผจญภัย ที่มีชื่อว่า Ataiyal Legend เพื่อสอนเกี่ยวกับวัฒนธรรมและประเพณีของชนพื้นเมืองไต้หวัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism Theory) และทฤษฎีการเรียนรู้จากสถานการณ์ (Situated Learning theory) ร่วมกับใช้ ASSURE Instructional Model เป็นหลักในการออกแบบระบบการเรียนการสอน โดยได้สรุปไว้ว่าเกมคอมพิวเตอร์ประเภทเกมผจญภัยนั้นเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่จะนำมาใช้ในระบบ e-Learning

Apapanik and Mstefanos (2007) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Developing Quality Games-based e-Learning Systems โดยได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนา (Development Guidelines) สำหรับระบบ Game-based e-Learning ว่ามีอยู่หลายข้อ เช่น Virtual Learning Environment นั้นควรมีลักษณะเดียวกับเนื้อเรื่องที่ใช้ในการเรียน เนื่องจากสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นได้ ในขณะที่เริ่มเรียนนั้นควรมีขั้นตอนที่ง่าย ๆ ไม่ยุ่งยาก จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคงความสนใจอยู่ได้ ควรแบ่งงานที่ผู้เรียนต้องทำเป็นงานเล็กๆและง่ายต่อการทำจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ เป็นต้น

Guangran Liu, Zhen Jiao and Shufen Liu (2009) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Tutoring Strategy Study on Game-Based Experiential Learning in Vocational School โดยได้นำเสนอ Tutoring Model Based on Game-Based Experiential Learning เพื่อใช้ในโรงเรียนอาชีวศึกษา โดยยึดตามทฤษฎีของ Piagetial Learning Cycle Model และ Kolb's Experiential Learning Cycle Model ร่วมกับใช้ Garis Framework สร้างเป็น Model ขึ้นมา โดยแบ่ง Game Cycle เป็น 4 Stages คือ Playing, Thinking, Knowing และ Debriefing

Mario Rafael Ruiz Vargas, Telmo Zarraonandia, Paloma Díaz and Ignacio Aedo (2010) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Modelling Computer Game Based Educational Experiential For Teaching Children About Emergencies โดยได้พัฒนา Model ชื่อ Computer Game-Based Educational Experiential Model ขึ้นมาโดย Based on CESAR Training System โดยแบ่งเป็น (1) Game Design Process Model ที่ประกอบด้วย Learner Profile, Educational Context, Training Subject และ Learning Objective (2) Communication Tool Model ที่ประกอบด้วย Participant (Learner and Instructor) และ Learning Activity (Interactions, Activity-roles, Entities and Scenes)

Yu-Hong Lin (2007) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Pokémon: Game Play as Multi-Subject Learning Experience โดยได้นำเกมโปเกมอนมาเป็นตัวอย่างว่าสามารถนำเกมมาทำเป็นสื่อการเรียนการสอนแบบหลากหลายหัวข้อได้ โดยยกตัวอย่างเป็นวิชาคณิตศาสตร์ของชั้นอนุบาลถึงประถมศึกษา เช่น การให้เด็กๆ เลือกมอนสเตอร์ที่มีพลังชีวิตมากกว่ามาต่อสู้ เป็นการสอนเรื่อง Number & Quantity ในเด็กชั้นอนุบาล การเข้าร้านขายของภายในเกม เป็นการฝึกให้เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ทำการบวกและลบ (Addition & Subtraction) การหาพลังโจมตีหรือพลังทำลายโดยใช้สูตร เป็นการสอนเรื่องการ Manipulation of Number สำหรับเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 และการคำนวณค่าความแม่นยำของการโจมตี เป็นการสอนเรื่องสถิติและความน่าจะเป็น (Statistics and probability) สำหรับเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6

E. Sancristobal, S.Martin, R. Gil. G. Díaz, A. Colmenar, M. Castro, J. Peire, J.M. Gómez, E. López and P. López (2008) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Integration of Internet based Labs and Open Source LMS โดยได้กล่าวถึง Virtual Lab ว่ามีรูปแบบต่างๆกัน 3 ชนิดคือ Software Labs, Virtual Web Labs และ Remote Web Labs จากนั้นได้นำเสนอ iLab architecture ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ตัวกลาง (Middleware) ในการเชื่อมต่อระหว่าง LMS กับ Virtual Lab หลายหลายชนิด

Tian Wang, Xizhi Li and Jiaoying Shi (2007) ได้ทำการวิจัยเรื่อง An Avatar-Based Approach to 3D User Interface Design for Children โดยได้นำเสนอรูปแบบใหม่ของ User Interface สำหรับเด็ก โดยการใช้ตัวละคร (Avatar) เป็นตัวควบคุมการเลื่อนหน้าจอไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Navigate) การวางตำแหน่ง (Position) การเลือก (Selection) การจัดการวัตถุ (Manipulation) การสร้างวัตถุ (Object Creation) การเปลี่ยนแปลงวัตถุ (Object Modification) และการปรับสภาพพื้นดิน (Terrain Modification) เพื่อให้เด็กสามารถใช้งานได้ง่าย เนื่องจากตรงกับกระบวนการรับรู้ของเด็ก

Hu Fei and Ji Lixia (2008) ได้ทำการวิจัยเรื่อง On the Peak-Experience in the Game GUI Design โดยได้กล่าวว่า Game = Interface + Elements และ Game Interface นั้นแบ่งออกเป็น 3

ประเภท คือ Graphic User Interface (GUI), Substantial User Interface (SUI) และ Audio User Interface (AUI) นอกจากนี้ยังกล่าวถึงกฎของการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ว่าต้องคำนึงถึง (1) Human ต้องตรงตามสัญชาตญาณของมนุษย์ เข้าใจง่าย และมีความสวยงาม (2) Transparency ต้องมีความ Simplify เพื่อลดการเรียนรู้ (3) Static & Dynamic โดย Static คือพวกตัวอักษรและปุ่ม ส่วน Dynamic คือพวกรูปที่เคลื่อนที่และเสียง

Allison Druin et al. (2001) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Designing a Digital Library for Young Children: An Intergenerational Partnership โดยได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบ User Interface สำหรับเด็ก เพื่อใช้ใน Digital Library โดยใช้วิธีให้เด็ก ๆ มามีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ โดยให้ร่วมออกแบบและให้ข้อมูล เครื่องมือที่ใช้คือ Low-Tech Prototype ได้ผลออกมาคือ Search Kids ซึ่งเป็น Graphical Direct Manipulation Interface for Query

Toshiyuki Yamamoto and Ryo Miyashita (2008) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Interactivity in Ubiquitous Learning Enhanced by Virtual Tutors in e-Learning Contents และได้สรุปว่าการติดต่อสื่อสารเชิงโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับครูในห้องเรียนจริง ๆ นั้น กรณีที่ใช้ e-Learning สามารถทดแทนได้ด้วยการใช้ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor)

Yan Hu and Gang Zhao (2010) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Virtual classroom with Intelligent Virtual Tutor โดยได้นำ Intelligent Virtual Tutor มาใช้ใน Virtual Class Room ซึ่งพบว่าจะช่วยเพิ่มการโต้ตอบ (Interaction) กันระหว่างนักเรียนกับครูให้มากขึ้นได้ โดย Virtual Tutor ที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถแสดงอารมณ์ ทำตามคำสั่งบางอย่าง และตอบคำถามแก่นักเรียนได้ ซึ่งในจุดนี้จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน กระตุ้นกิจกรรมทางการเรียน เพิ่มกระบวนการสื่อสาร เพิ่มความน่าสนใจ และสุดท้ายก็จะเพิ่มความสามารถทางการศึกษาได้

Thorsten Fröhlich and Susan Feinberg (2006) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Challenges to User Testing e-Learning Games with Children in Elementary Schools โดยได้เข้าไปทำการ User Test ในโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่ง ได้ข้อสรุปว่าการทำ User Test ต่อ e-Learning Game ในโรงเรียนประถมศึกษานั้น ผู้วิจัยต้องเตรียมตัวมาอย่างดี เนื่องจากมีความไม่สะดวกในหลายๆด้าน เช่น สถานที่ไม่สะดวก นักเรียนเสียงดัง ต้องมีครูพี่เลี้ยงช่วยดูแลตลอด อาจมีปัญหาเรื่องอินเทอร์เน็ตช้า และต้องเตรียมคำอธิบายเนื้อหาการเรียนที่เด็กสามารถเข้าใจได้มาด้วย

Cristina Conati and Xiaohong Zhao (2004) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Building and Evaluating an Intelligent Pedagogical Agent to Improve the Effectiveness of an Educational Game โดยได้พัฒนาเกม Prime Climb ขึ้นมา และสร้าง Prime Climb Agent ซึ่งเป็น Animated Pedagogical Agents โดยใช้ Microsoft Agent ได้ข้อสรุปว่าการใช้ Intelligent Pedagogical Agent

มาช่วยในเกมการศึกษาจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความมุ่งมั่นในการเรียนแก่ผู้เรียนขึ้นได้ ทั้งยังช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย

อุไรวรรณ วรกุลรังสรรค์, มาลินี สนธิพร และ ปทุมาริยา ชัมมราชิกา (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนการสอนผ่านเว็บ วิชาสารนิเทศเพื่อการศึกษาค้นคว้า (Webbased Instruction on Information for Study Skills and Research) เพื่อพัฒนาหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านเว็บ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง สาขาวิชาพลศึกษา ชั้นปีที่ 2 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชุมพร จำนวน 38 คน โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างบทเรียนการสอนผ่านเว็บโดยใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver ผลวิจัยพบว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมามีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.67/87.79

ประภาส น้อยจินดา (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาวิทยาศาสตร์ 2 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (A development of multimedia Web-based instruction on science II subject for mattayom sukso two) เพื่อหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวิทยาราชภัฏรังสรรค์ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 36 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบชั้นภูมิ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 88.61/85.75 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศรา หรุจิตตวิวัฒน์ (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตแบบ WBI สำหรับเครือข่าย KMITNOnline วิชาฐานข้อมูลเบื้องต้น หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันราชภัฏ (A development of Web-base instruction for KMITNOnline for the course introduction to database" for science curriculum in Rajabhat Institute) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน WBI-IDB (Web-base Instruction Introduction to Database) ที่ได้สร้างขึ้น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ที่ได้จากการเลือกสุ่มแบบเจาะจง แล้วใช้การสุ่มแบบอย่างง่าย จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียน WBI-IDB นี้มีประสิทธิภาพ 87.37/85.95 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนบทเรียน WBI-IDB สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประเมินคุณภาพของบทเรียน WBI-IDB โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ดี

ประภาพร สดมพฤกษ์ (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Development of Computer Instruction Package on Introduction to Computer Course as Required by Education Fundamental Programme) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ และ ความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนโดมประดิษฐ์วิทยา อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 93.00/90.22 และเมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิผล พบว่าประสิทธิภาพหลังกระบวนการมีค่าเท่ากับ 90.22 สูงกว่าประสิทธิภาพก่อนกระบวนการซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.11 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้นนี้ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียน 67.11% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 60% และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างดี

ปิยพล จุฬาทักษ์ (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง กระบวนการออกแบบและสร้างแอนิเมชัน 2 มิติ โดยใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ (The Construction of Online Learning Package on Process of Design and Construction Animation 2D by Using Learning Management System) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2/2548 ภาควิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์โดยใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.75/85.67 และผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนมีค่าเท่ากับ 4.07 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวทางในการพัฒนา e-Learning ประเภทต่างๆ จากตำราและงานวิจัยที่ผ่านมา โดยเฉพาะ e-Learning ประเภทแล็บเสมือนจริง (Virtual Lab) และ e-Learning ประเภทเกม (Game) โดยได้นำความรู้มาผสมผสาน จัดหมวดหมู่ และวิเคราะห์ โดยได้เน้นในส่วนของเกมจำลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก เพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับเกมจำลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ว่าควรมีส่วนประกอบอะไรบ้างที่จำเป็น แต่ละส่วนประกอบควรมีลักษณะอย่างไรจึงจะเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของเด็กมากที่สุด ทั้งนี้เพื่อช่วยพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ให้น่าสนใจและใช้งานได้ง่าย

ที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนที่เป็นเด็กสามารถใช้งานระบบได้อย่างเต็มความสามารถ และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น



บทที่ 3

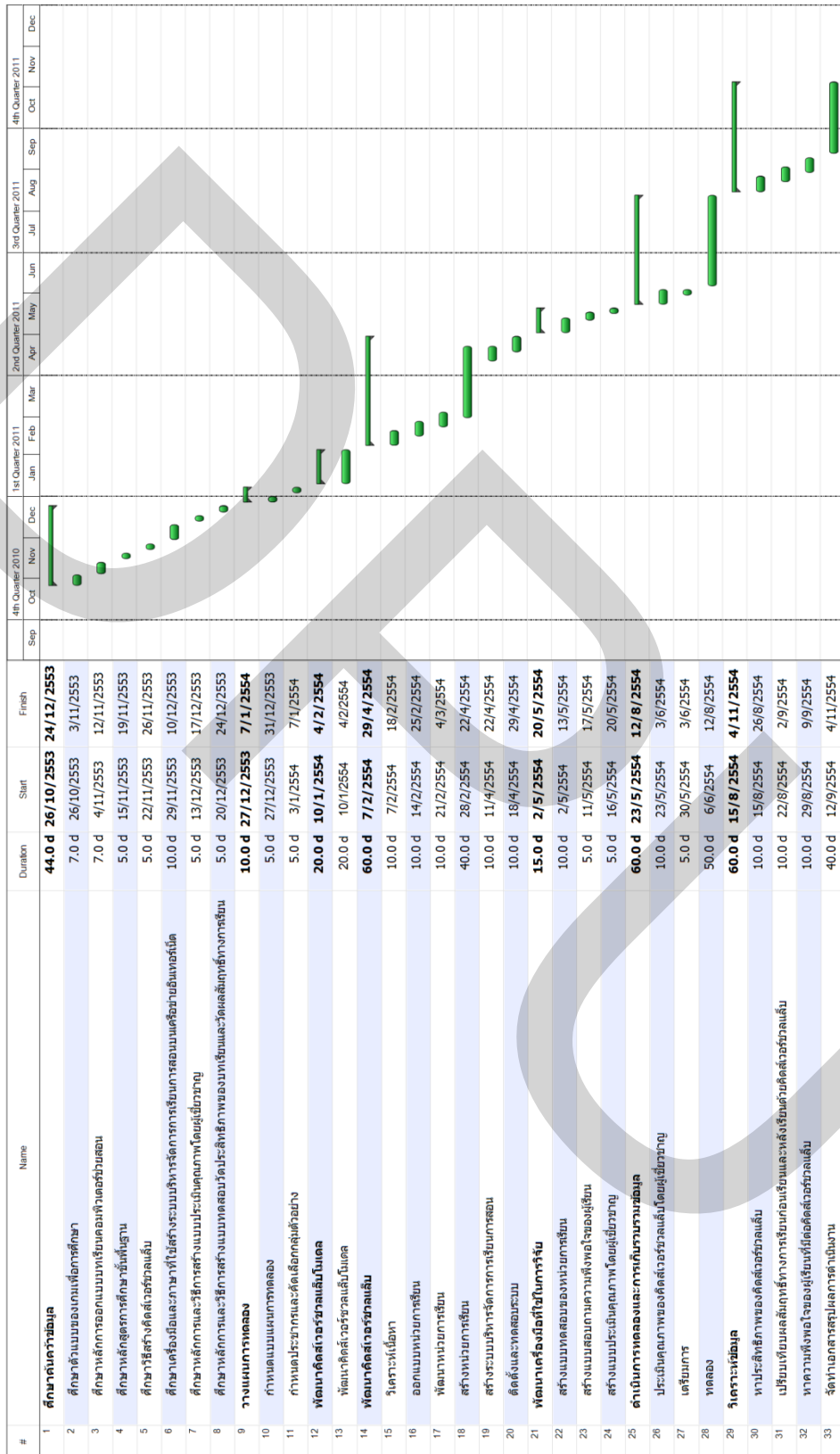
วิธีการดำเนินการวิจัยและเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ไวด์เว็บ หรือ คัดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล และใช้เป็นตัวแบบสำหรับการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก หรือ คัดส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab) ขึ้นมาเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคัดส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 การวางแผนการดำเนินงาน
- 3.2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล
- 3.3 การพัฒนาคัดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล
- 3.4 การพัฒนาคัดส์เวอร์ชวลแล็บ
- 3.5 การกำหนดแบบแผนการทดลอง
- 3.6 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง
- 3.7 การวัดผลและประเมินผลการใช้งานคัดส์เวอร์ชวลแล็บ
- 3.8 เครื่องมือที่ใช้จัดทำคัดส์เวอร์ชวลแล็บ

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงาน เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง เพราะนอกจากจะช่วยในเรื่องของการจัดทำตารางเวลาที่ใช้ในการวิจัยแล้ว ยังช่วยให้สามารถดำเนินการวิจัยได้ตามแผนที่วางไว้อีกด้วย ผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินงานโดยใช้แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ซึ่งพัฒนาโดย Henry L. Gantt แผนภูมิแกนต์เป็นแผนภูมิแท่งที่ใช้ควบคุมโครงการ เป็นเครื่องมือที่จัดทำขึ้นเพื่อแสดงเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของกิจกรรมต่างๆที่ได้กำหนดไว้ในโครงการ โดยได้ผลของการวางแผนการดำเนินงาน ตามภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแกนต์ สำหรับวางแผนการดำเนินงาน

3.2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ในหัวข้อต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาตัวแบบของเกมเพื่อการศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแบบของเกม และตัวแบบของเกมเพื่อการศึกษา จากบทความที่ตีพิมพ์ในนิตยสารวิชาการต่างประเทศ รวมถึงบทความจากเว็บไซต์ต่างๆ หลากหลายตัวแบบ ของนักวิชาการหลายท่าน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก

3.2.2 ศึกษาหลักการออกแบบบทเรียนและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำหลักการที่ได้มาประยุกต์ใช้เป็นหลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ของตัวผู้เรียนกับสื่อ

3.2.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พุทธศักราช 2551

โดยศึกษาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 92-94, 100) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ที่ 1.1 (มาตรฐาน ว 1.1) ซึ่งกำหนดมาตรฐานไว้ดังนี้ “เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต” ซึ่งมีตัวชี้วัดชั้นปี ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1. ทดลองและอธิบายน้ำ แสง เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช
2. อธิบายอาหาร น้ำ อากาศ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์
3. สำรวจและอธิบายพืชและสัตว์ สามารถตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส
4. ทดลองและอธิบายร่างกายของมนุษย์ สามารถตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส
5. อธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและเจริญเติบโตของมนุษย์

ผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อที่เกี่ยวกับ “ชีวิตพืช” มาเป็นหัวข้อหลักในการพัฒนาระบบคิดส์เวอร์ชวลแล็บ เนื่องจากพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่ตอบสนองต่อปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตภายนอกอย่างซ้ำๆ ซึ่งเมื่อทดลองจริงอาจมองเห็นผลการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ชัดเจน การทดลองโดยใช้คิดส์

เวอร์ชวลแล็บจะทำให้นักเรียนมองเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้มากขึ้น นอกจากนี้พืชบางชนิดอาจหาของจริงได้ยากในบางพื้นที่ เช่น ต้นไมยราบ หรือ ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง เป็นต้น หรือพืชบางชนิดเป็นพืชที่เกิดตามฤดูกาล เช่น ต้นทานตะวัน ซึ่งเมื่อพ้นฤดูกาลที่ไปแล้ว ไม่สามารถที่จะทำการทดลองได้ การใช้คิคล์เวอร์ชวลแล็บ จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา อีกทั้งในบางครั้งสถานศึกษาอาจมีปัญหในเรื่องของสถานที่ที่จะใช้ในการปลูกพืชชนิดต่างๆไว้เพื่อการทดลอง โดยเฉพาะสถานศึกษาที่อยู่ในตัวเมืองที่มีประชากรหนาแน่นอาจมีพื้นที่จำนวนไม่มากนัก ดังนั้น หัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช นี้จึงเหมาะที่จะนำมาปรับให้เป็นระบบการเรียนรู้แบบเสมือนจริง เพราะเราสามารถก้าวข้ามข้อจำกัดในวิธีการเรียนการสอนแบบเดิมได้

3.2.4 ศึกษาวิธีสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีใช้งานโปรแกรม Adobe® Flash® ทั้งในส่วนของการใช้งานเครื่องมือที่ใช้สำหรับวาดรูปต่างๆ รวมถึงภาษาที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม ซึ่งก็คือภาษา ActionScript 3.0 จากตำราภาษาไทย และตำราภาษาต่างประเทศ รวมถึงบทความต่างๆทั้งในวารสารหรือบทความที่อยู่ในเว็บไซต์อินเทอร์เน็ต เพื่อนำความรู้ที่ได้มาทำการสร้างคิคล์เวอร์ชวลแล็บตามที่ได้ออกแบบไว้

3.2.5 ศึกษาเครื่องมือและภาษาเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe® DreamWeaver® มาเป็นเครื่องมือหลักในการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างเว็บเพจที่มีความสามารถครบถ้วน ทั้งในส่วนของการสร้าง (Create) แก้ไข (Edit) การแสดงผลหน้าตาของเว็บเพจ (Preview) และการส่งเอกสารเว็บเพจขึ้นไปบนระบบอินเทอร์เน็ต (Publish) อีกทั้งยังสนับสนุนภาษา HTML, XHTML, CSS, PHP และ JavaScript ที่ผู้วิจัยเลือกใช้อีกด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้โปรแกรม Apache Web Server ซึ่งเป็นโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่มีความสามารถสูงทั้งสำหรับการทดสอบและการใช้งานจริง PHP: Hypertext Preprocessor ใช้สำหรับแปล (Interpret) ภาษา PHP ที่ใช้ในการเขียนเว็บสคริปต์ และใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System: RDBMS) ของ MySQL เนื่องจากทำงานได้รวดเร็วและไม่เสียค่าใช้จ่าย

ผู้วิจัยได้ศึกษาภาษาเขียนโปรแกรมต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลายภาษา ดังนี้

3.2.5.1 ภาษา HTML (HyperText Markup Language) และ ภาษา XHTML (eXtensible HyperText Markup Language) เป็นภาษาเชิงบรรยายเอกสารไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Document Description Language) ซึ่งใช้สำหรับการสร้างหน้าเว็บเพจ

3.2.5.2 CSS (Cascading Style Sheets) เป็นภาษาที่ออกแบบสำหรับใช้จัดรูปแบบของเอกสารไฮเปอร์เท็กซ์โดยเฉพาะ

3.2.5.3 PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) เป็นภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมซึ่งทำงานบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server-Side Programming Language)

3.2.5.4 JavaScript เป็นภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมซึ่งทำงานบนเครื่องไคลเอนต์ (Client-Side Programming Language)

3.2.6 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการต่างๆเพื่อนำมาสร้างแบบประเมินคุณภาพเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียได้ช่วยประเมินกิตส์เวอร์ชวลแล็บ ได้อย่างตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3.2.7 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของบทเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือที่เกี่ยวข้อง เช่น “การวัดผลและประเมินผลการศึกษา” ของ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สำเร้ง บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545) และ “การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน” ของ สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ (ทิวัตต์ มณี ชาติ, 2549) เพื่อนำมาใช้สำหรับสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อกิตส์เวอร์ชวลแล็บ

3.3 การพัฒนากิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) ของ Ernest Adams and Andrew Rollings (2007: 322) มาเป็นต้นแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการออกแบบส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบกันเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้

3.4 การพัฒนาคิดส์เวอร์ซวลแล็บ

การพัฒนาคิดส์เวอร์ซวลแล็บ ซึ่งเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ได้ใช้คิดส์เวอร์ซวลแล็บ โมเดลเป็นต้นแบบหลักในการพัฒนาว่าควรมีการไหลของข้อมูลอย่างไร และควรมีส่วนประกอบหลักภายในคิดส์เวอร์ซวลแล็บเป็นอะไรบ้าง ส่วนขั้นตอนการออกแบบและผลิตคิดส์เวอร์ซวลแล็บนั้น ได้ดัดแปลงจากแนวทางการออกแบบและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของ รศ.ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล (ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล และคณะ, 2546: 54-68) โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.4.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียด เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตพืช เพื่อกำหนดได้ชัดเจนว่าผู้เรียนต้องเรียนอะไรบ้าง เรียนอะไรก่อนหรือหลัง เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนกันในแต่ละหัวข้อ ไม่ให้สิ่งที่ยูเรียนนั้นมากหรือน้อยเกินไป ยากหรือง่ายเกินไป ซึ่งในช่วงการวิเคราะห์เนื้อหานี้จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brainstorm Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการระดมสมอง เพื่อระดมความคิดว่าหัวข้อเรื่องทั้งหมดที่ควรจะมีอยู่ในคิดส์เวอร์ซวลแล็บ นั้นประกอบด้วยหัวข้ออะไรได้บ้าง

3.4.1.2 การสร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มของหัวข้อที่ทำการระดมสมองมาได้ ให้อยู่ในหมวดหมู่ที่มีความสัมพันธ์กัน และมีการตัดหัวข้อบางเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 ทิ้งไป

3.4.1.3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

โดยผู้วิจัยได้นำหัวข้อจากแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์มาทำการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยพิจารณาลำดับก่อนหลัง หรือคู่ขนานกันตามความเหมาะสม

3.4.2 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Design)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการคิดวิธีการสอน เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยได้กำหนดกลวิธีในการนำเสนอหน่วยการเรียนรู้และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.2.1 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Content Dividing)

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ โดยได้พิจารณาจากความคล้ายคลึงกันของเนื้อหาและกรอบเวลา

3.4.2.2 การออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ (Game Design)

ผู้วิจัยได้ออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยอิงจากเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยได้ออกแบบทั้งในส่วนของหน้าตา (Game Graphic Design) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Game Interface Design) ส่วนของบทเรียน (Instruction Design) ส่วนของการเล่นเกม (Game Play Design) ส่วนของระบบการให้รางวัล (Reward System) รวมทั้งส่วนของเสียง (Sound Design) ที่ใช้ภายใน

3.4.2.3 การสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

เมื่อผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาและออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart) ขึ้น โดยนำแต่ละหน่วยเรียนมาจัดลำดับและความสัมพันธ์ในแนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา เพื่อให้ทราบถึงลำดับการนำเสนอเนื้อหาตามลำดับของหน่วยการเรียนรู้ได้สมบูรณ์

3.4.2.4 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavior Objectives)

จากนั้นผู้วิจัยได้เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกำกับไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยได้กำหนดชัดเจนถึงพฤติกรรมที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นหลังจากเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยจบแล้ว

3.4.2.5 การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart)

ในการออกแบบคิดส์เวอร์ชวลเสียนั้น แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีโครงสร้างใกล้เคียงกัน ประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน การนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน การนำเสนอเนื้อหาสาระของบทเรียน การเสริมความเข้าใจในเนื้อหาด้วยเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ การสรุปเนื้อหา และการทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอโดยแยกเป็นแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะแยกเป็นแต่ละเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการพัฒนาหน่วยเรียนนั้นจะอ้างอิงตามเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นหลัก

3.4.3 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ (Development)

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะในขั้นตอนนี้จะต้องมีการออกแบบเนื้อหาและหน้าตาของโปรแกรมและเกม เพื่อจะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมต่อไป

3.4.3.1 การเขียนรายละเอียดเนื้อหาหลงบนกรอบการสอน (Script Development)

ผู้วิจัยได้ทำการเขียนเนื้อหาและหน้าตาของโปรแกรมและเกม ลงบนกรอบการสอน ซึ่งเปรียบเสมือนสคริปต์ที่เป็นแนวทาง โครงร่าง หรือ ต้นแบบที่จะนำไปสร้างโปรแกรมในขั้นตอนต่อไป โดยเนื้อหาที่กำหนดลงไปในแต่ละหน้านั้น ได้กำหนดอย่างชัดเจนว่าเป็นตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือภาพวิดิทัศน์

ผู้วิจัยได้จัดทำกรอบการสอนโดยแยกเป็นแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะแยกเป็นแต่ละเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการพัฒนาหน่วยการเรียนนั้นจะอ้างอิงตามเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นหลัก

3.4.3.2 การจัดลำดับกรอบการสอน (Storyboard Development)

หลังจากจัดทำกรอบการสอนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอนมาจัดเรียงลำดับการนำเสนอตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งตรงตามแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยได้ทำการตรวจสอบให้ลำดับกรอบการสอนมีความต่อเนื่องกันเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยได้จัดลำดับกรอบการสอนโดยแยกเป็นแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะแยกเป็นแต่ละเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการพัฒนาหน่วยการเรียนนั้นจะอ้างอิงตามเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นหลัก

3.4.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Correctness Examination)

ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอนที่จัดลำดับแล้ว ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้ตรวจสอบเนื้อหาของ คัดสรรเวอร์ชวลแล็บ ว่าเนื้อหาถูกต้องดีแล้วหรือไม่

3.4.3.4 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน (Test Creation)

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบที่ใช้สำหรับ การทดสอบก่อนเรียน, การทดสอบระหว่างเรียน และ การทดสอบหลังเรียน โดยออกแบบทดสอบในลักษณะเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (Multiple Choice) เนื่องจากง่ายต่อการตัดสินใจ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 207) โดยในเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 นั้น ให้มีตัวเลือก (Choice) 3 ตัวเลือก ตามคำแนะนำของ ล้วน สายยศ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 4 นั้น ควรใช้ 3 ตัวเลือก (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545: 65) ซึ่งตรงกับคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3.4.4 การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (Implementation)

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำเอากรอบการสอนตามลำดับที่ได้จัดทำไว้มาจัดทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้

3.4.4.1 การเลือกโปรแกรมที่ใช้จัดทำคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

ในคิตส์เวอร์ชวลแล็บที่จะสร้างขึ้นนั้นประกอบด้วยส่วนที่เป็นภาพนิ่ง (Still Image) ทั้งภาพที่เป็นแบบราสเตอร์ (Raster Graphic) หรือภาพบิตแมป (Bitmap Graphic) และภาพที่เป็นเวกเตอร์ (Vector Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) ทั้งเสียงดนตรีพื้นหลัง (Background Music: BGM) เสียงซาวด์เอฟเฟกต์ (Sound Effect: SFX) และเสียงบรรยาย (Narrative Voice) ซึ่งจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมส่วนประกอบ (Components) ต่างๆเพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ รวมถึงคิตส์เวอร์ชวลแล็บเป็นบทเรียนและเกมที่ต้องใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นโปรแกรมที่เลือกใช้จะต้องมีความสามารถในการจัดการส่วนประกอบต่างๆ รวมถึงต้องสามารถเขียนโปรแกรมได้ และต้องใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย

ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Adobe® Flash® Professional มาเป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้าง Rich Internet Application (RIA) ที่เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรม (de factor) มีความสามารถในการวาดและจัดการรูปภาพทั้งแบบราสเตอร์และแบบเวกเตอร์ รวมถึงภาพเคลื่อนไหว มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมสามารถสร้างโปรแกรมที่ทำงานบนระบบอินเทอร์เน็ตได้ และสามารถใส่ผลิตรายการออกมาได้อย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ ดังนั้นจึงเหมาะกับการนำมาใช้พัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

สำหรับโปรแกรมอื่นๆ นั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe® Photoshop® เพื่อใช้ในการตัดต่อ (Retouch) และวาด (Paint) ภาพฉากหลัง (Background Image) รวมถึงภาพประกอบอื่นๆ Adobe® Audition® เพื่อใช้สำหรับการตัดต่อเสียงประกอบต่างๆ

3.4.4.2 การจัดเตรียมทรัพยากรและส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้จัดหาและสร้างทรัพยากรและส่วนประกอบต่างๆที่จำเป็นต่อการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บขึ้นมา เพื่อใช้ประกอบในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

3.4.4.3 การสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

ผู้วิจัยได้นำทรัพยากรและส่วนประกอบตามที่ได้จัดเตรียมไว้ นำเข้า (Imports) มาในโปรแกรม Adobe® Flash® จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยภาษา ActionScript เพื่อให้มีการโต้ตอบกับผู้เรียน จนกระทั่งออกมาเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ตามที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้

3.4.5 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)

3.4.5.1 การวิเคราะห์ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนตามความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้งาน พบว่าระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนที่ต้องการจะประกอบไปด้วย ระบบต่างๆ ดังนี้

1) ระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน (Course Management System) ใช้สำหรับจัดการหลักสูตรรายวิชา เช่น การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูหลักสูตร การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2) ระบบจัดการไฟล์ (File Management System) ใช้สำหรับจัดการระบบไฟล์ และโฟลเดอร์ ทั้งการแสดงผล การเพิ่ม การลบ การแก้ไข ไฟล์และโฟลเดอร์

3) ระบบแสดงเนื้อหา (Show Learning Unit System) ใช้สำหรับแสดงเนื้อหาบทเรียนและเกมส์การทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้แก่ผู้ที่เข้ามาใช้งานระบบทุกท่าน

4) ระบบตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบและตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ (Authentication and Authorization System) ใช้สำหรับตรวจสอบการระบุตัวตนของผู้ใช้งานระบบ รวมถึงสามารถตรวจสอบสิทธิ์ว่ามีสิทธิ์ที่จะใช้งานระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร

3.4.5.2 การออกแบบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้วิเคราะห์ออกมา โดยเขียนในรูปแบบของแผนภาพ Use Case (Use Case Diagram) และรายละเอียดของระบบงานแต่ละส่วน (Use Case Description)

3.4.5.3 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้สร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้ออกแบบไว้

3.5 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ที่ได้จากการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) เริ่มจากให้กลุ่มทดลองทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จากนั้นทำการทดลอง โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการเรียนด้วยคิเคิลส์เวอร์ชวลแล็บ แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) อีกครั้ง โดยใช้รูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design จากนั้นทดสอบด้วย t-test เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองเดียวกัน ก่อนเรียน และหลังเรียน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)	การทดลอง (Experimental)	การทดสอบหลังเรียน (Pre-Test)
R _E	T1	X	T2

สัญลักษณ์

- R_E คือ กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง (Randomized Experimental Group)
 T1 คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)
 X คือ การทดลอง โดยการเรียนรู้ด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บ
 T2 คือ การทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

3.6 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และโรงเรียนบ้านลำพญา

3.6.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 77 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านลำพญา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 9 คน รวมทั้งสิ้น 86 คน โดยได้มาจากการใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากร เพื่อมาเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งคือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

3.7 การวัดผลและประเมินผลการใช้งานคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

3.7.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

ในส่วน of เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้น นอกจากการสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก และการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อก่อนหน้านี้แล้ว ยังต้องมี การวัดสมรรถนะของระบบ การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ และการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย

3.7.1.1 การวัดสมรรถนะของระบบ

ผู้วิจัยได้วัดสมรรถนะ (Performance) ของระบบ โดยการวัดความเร็วในการดาวน์โหลด (Download) ข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) มายังเครื่องไคลเอนต์ (Client) โดยทำการจับเวลา ตั้งแต่เครื่องไคลเอนต์เริ่มส่งข้อมูลร้องขอ (Request) ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ รอจนกระทั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ตอบกลับ (Response) มายังเครื่องไคลเอนต์ รวมถึงส่งข้อมูลกลับมาอย่างครบถ้วน และโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ (Internet Browser) สามารถแสดงผล (Render) หน้าเว็บเพจนั้นๆ ได้อย่างสมบูรณ์ โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Google Chrome เป็นเครื่องมือในการวัดสมรรถนะ โดยโปรแกรม Google Chrome นอกจากจะเป็นเบราว์เซอร์ ที่เปิดให้ใช้ได้ฟรี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ แล้ว ยังมีความน่าเชื่อถือ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และนิยมใช้กันโดยทั่วไปอีกด้วย นอกจากนี้ในตัวโปรแกรมยังมีเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา (Developer tools) คิดมาเพื่อให้นักพัฒนาเว็บได้ใช้ สำหรับการตรวจสอบข้อผิดพลาด หรือวัดสมรรถนะของเว็บไซต์ได้ โดยไม่ต้องพึ่งพาโปรแกรมอื่นๆแต่อย่างใด

ผู้วิจัยได้วัดสมรรถนะของระบบ โดยใช้การเชื่อมต่อหลากหลายรูปแบบ ดังนี้

1) Local Host ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ จะเป็นการวัดสมรรถนะแบบที่ใช้เครื่องเซิร์ฟเวอร์และเครื่องไคลเอนต์เป็นเครื่องเดียวกัน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้วัดสมรรถนะ จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server Program) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ให้บริการเว็บ เอาไว้ด้วย โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Apache Web Server เพื่อทำหน้าที่นี้ จากนั้นทำการส่งคำร้องขอไปยังโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ รอจนกระทั่งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ตอบกลับและส่งข้อมูลกลับมาทั้งหมด วิธีวัดในรูปแบบนี้เพื่อวัดสมรรถนะของระบบ โดยตัดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารออกไปนั่นเอง

2) ADSL LAN ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ จะใช้การเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่านระบบ ADSL (Asynchronous digital subscriber line) มายังอุปกรณ์เราเตอร์ (Router) และเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางสายแลน (Local Area Network หรือ LAN) โดยผู้วิจัยได้ใช้บริการของ ISP (Internet Service Provider) คือ TRUE Internet ที่ความเร็วในการรับข้อมูล 7 Mbps และความเร็วในการส่งข้อมูล 512 kbps จุดประสงค์เพื่อทำการวัดสมรรถนะของระบบ ในกรณีที่ผู้ใช้งานนั้นเชื่อมต่อระบบจากที่บ้าน

3) ADSL WLAN ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ จะคล้ายกับรูปแบบ ADSL LAN ต่างกันตรงที่การเชื่อมต่อจากเราเตอร์มายังคอมพิวเตอร์นั้นจะใช้ระบบการเชื่อมต่อแบบแลนไร้สาย (Wireless LAN หรือ WLAN) แทนที่จะเป็นแบบแลนมีสาย จุดประสงค์เพื่อทำการวัดสมรรถนะของระบบ ในกรณีที่ผู้ใช้งานนั้นเชื่อมต่อระบบจากที่บ้าน โดยผ่านระบบแลนไร้สาย

4) University WIFI ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเชื่อมต่อกับ WIFI Access Point ที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะของระบบ หากมีการใช้งานระบบภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตแบบไร้สาย

5) Public WIFI ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเชื่อมต่อกับ WIFI Hotspot ของ TRUE WIFI โดยได้ทำการทดสอบที่ห้างเดอะมอลล์ สาขางามวงศ์วาน เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะของระบบ หากผู้ใช้งานนั้นเชื่อมต่อระบบจากนอกบ้านแบบไร้สาย

6) From Cache ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้จะเป็นการเชื่อมต่อผ่าน Public WIFI เพียงแต่ไม่ใช่เป็นการเชื่อมต่อในครั้งแรก แต่เป็นการเชื่อมต่อในครั้งต่อมา หลังจากที่เคยได้เชื่อมต่อกับระบบมาแล้ว โดยเครื่องไคลเอนต์จะทำการเก็บค่าแคช (Cache) ของไฟล์ต่างๆที่เคยดาวน์โหลดเอาไว้แล้ว ทำให้บางไฟล์ไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ตใหม่ วิธีวัดในรูปแบบนี้เพื่อวัดสมรรถนะของระบบ กรณีเข้าใช้งานระบบในครั้งต่อไป

โดยในการเชื่อมต่อแต่ละรูปแบบนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวัดสมรรถนะแยกเป็นแต่ละหน้าของ Web Page คือ หน้าแรก (Home) หน้าเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ (Game 1) หน้าเกมขาดแสงจันทร์ หงอยเหงา (Game 2) หน้าเกมถ่วงอกมาแล้วจ้า (Game 3) หน้าเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ (Game 4) หน้าเกมลิ่งเร้ารอบต้น (Game 5) หน้าเข้าสู่ระบบ (Login) หน้าระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน (Course Management) หน้าระบบจัดการไฟล์ (File Management) หน้าเกี่ยวกับคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ (About Kids' Virtual Lab) และ หน้าเกี่ยวกับผู้จัดทำ (About Author)

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของระบบนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระดับการประเมินสมรรถนะของระบบ

เวลาที่ใช้	การประเมิน
น้อยกว่า 2 วินาที	สมรรถนะดีมาก
2-5 วินาที	สมรรถนะดี
5-10 วินาที	สมรรถนะปานกลาง
10-20 วินาที	สมรรถนะพอใช้
มากกว่า 20 วินาที	สมรรถนะควรปรับปรุง

3.7.1.2 การสร้างแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้ ที่ใช้สำหรับ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน และ การทดสอบหลังเรียน โดยออกแบบเป็นแบบทดสอบในลักษณะเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (Multiple Choice) ที่มีตัวเลือก (Choice) 3 ตัวเลือก โดยได้ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทางการศึกษา (Study the Objective) กำหนดชนิดของแบบทดสอบ (Define Kind of Test) กำหนดจำนวนของข้อสอบ (Define Quantities of Test) 4 เตรียมงานและลงมือเขียนแบบทดสอบฉบับร่าง (Preparation and Draft of Test) วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ (Conduct Quality Analysis of Test) และ จัดพิมพ์แบบทดสอบ (Printing the Test) ตามลำดับ

3.7.1.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

1) แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา โดยประยุกต์จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม โดยไพฑูรย์ โพธิสาร (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545: 71) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

(1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบประเมิน รวมถึงขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการข้อเท็จจริง และจัดทำรายละเอียดของเนื้อหาต่างๆ

(2) กำหนดลักษณะคำถามที่จะใช้ในแบบประเมิน ซึ่งมีทั้งคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และ คำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) โดยคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า จะใช้สำหรับสอบถามในเรื่องความเหมาะสมด้านเนื้อหาของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ที่ได้จัดทำขึ้น ส่วนแบบสอบถามแบบคำถามปลายเปิด จะใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นที่มีต่อด้านเนื้อหาของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก เพิ่มเติมจากที่มีอยู่ในคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า

(3) เขียนคำถามตามลักษณะที่ได้กำหนดเอาไว้ โดยให้คำถามมีความชัดเจน และในแต่ละข้อให้ถามเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น ในส่วนของคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า นั้น ให้แบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ระดับการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ระดับการประเมิน	การประเมิน
5 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพดีมาก
4 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพดี
3 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพปานกลาง
2 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพพอใช้
1 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพควรปรับปรุง

(4) จัดหมวดหมู่ของคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 4 หมวดหมู่ คือ ส่วนของความรู้
 ถูกต้อง ส่วนของเนื้อหา ส่วนของภาพ และ ส่วนของแบบทดสอบ

(5) เขียนคำชี้แจงการใช้งานแบบประเมินอย่างชัดเจน

(6) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน โดยขอให้อาจารย์ที่ปรึกษา
 วิทยานิพนธ์ได้ร่วมตรวจสอบและให้คำแนะนำว่าควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้าง

(7) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน และส่งตรวจสอบคุณภาพของแบบ
 ประเมินจนกระทั่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มีความเห็นว่าแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ
 ด้านเนื้อหานี้มีความเหมาะสมและพร้อมที่จะนำไปใช้ได้

(8) การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพด้าน
 เนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แบ่งคะแนนเฉลี่ยออกเป็นช่วงๆ และมีการแปลความหมายของการ
 ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การแปลความหมายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาดีมาก
3.50 – 4.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาดี
2.50 – 3.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาปานกลาง
1.50 – 2.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาน้อย
1.00 – 1.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาน้อยที่สุด

2) แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

(1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบประเมิน ขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการซื้อที่จริง และจัดทำรายละเอียดของเนื้อหาต่างๆ

(2) กำหนดลักษณะคำถามที่จะใช้ในแบบประเมิน ซึ่งมีทั้งคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และ คำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) โดยคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า จะใช้สำหรับสอบถามในเรื่องความเหมาะสมด้านสื่อมัลติมีเดียของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ที่ได้จัดทำขึ้น ส่วนแบบสอบถามแบบคำถามปลายเปิด จะใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นที่มีต่อด้านสื่อมัลติมีเดียของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก เพิ่มเติมจากที่มีอยู่ในคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า

(3) เขียนคำถามตามลักษณะที่ได้กำหนดไว้ โดยให้คำถามมีความชัดเจน และในแต่ละข้อให้ถามเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น ในส่วนของคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า นั้น ให้แบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ระดับการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย

ระดับการประเมิน	การประเมิน
5 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพดีมาก
4 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพดี
3 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพปานกลาง
2 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพพอใช้
1 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพควรปรับปรุง

(4) จัดหมวดหมู่ของคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 5 หมวดหมู่ คือ ส่วนของโปรแกรม ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ส่วนของภาพ ส่วนของตัวอักษร และ ส่วนของเสียง

(5) เขียนคำชี้แจงการใช้งานแบบประเมินอย่างชัดเจน

(6) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน โดยขอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ร่วมตรวจสอบและให้คำแนะนำว่าควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้าง

(7) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และส่งตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินจนกระทั่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มี

ความเห็นว่าเป็นคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียนี้มีความเหมาะสมและพร้อมที่จะนำไปใช้ได้

(8) การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แบ่งคะแนนเฉลี่ยออกเป็นช่วงๆ และมีการแปลความหมายของการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การแปลความหมายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียดีมาก
3.50 – 4.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียดี
2.50 – 3.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียปานกลาง
1.50 – 2.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียน้อย
1.00 – 1.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียน้อยที่สุด

3.7.1.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยประยุกต์จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม โดยไพฑูรย์ โพธิสาร (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545: 71) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม ว่าต้องการสอบถามในด้านไหนบ้าง และมีรายละเอียดอย่างไร
- 2) กำหนดลักษณะคำถามที่จะใช้ในแบบสอบถาม ซึ่งจะใช้คำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเด็ก จึงมีความเหมาะสมมากกว่าคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question)
- 3) เขียนคำถามตามลักษณะที่ได้กำหนดไว้ โดยให้คำถามมีความชัดเจน และในแต่ละข้อให้ถามเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น โดยแบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ระดับการประเมินความพึงพอใจ

ระดับการประเมิน	การประเมิน
5 คะแนน	พึงพอใจมากที่สุด
4 คะแนน	พึงพอใจมาก
3 คะแนน	พึงพอใจปานกลาง
2 คะแนน	พึงพอใจน้อย
1 คะแนน	ไม่พึงพอใจ

4) การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินความพึงพอใจ ได้แบ่งคะแนนเฉลี่ยออกเป็นช่วงๆ และมีการแปลความหมายของการประเมินความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินค่าเฉลี่ยตามแบบของ ธีวัวร์ธิน ชินะตระกูล (2536, 84, 164) ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การแปลความหมายการประเมินความพึงพอใจ

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00 คะแนน	พึงพอใจมากที่สุด
3.50 – 4.49 คะแนน	พึงพอใจมาก
2.50 – 3.49 คะแนน	พึงพอใจปานกลาง
1.50 – 2.49 คะแนน	พึงพอใจน้อย
1.00 – 1.49 คะแนน	ไม่พึงพอใจ

3.7.2 วิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำข้อมูลมาใช้สำหรับวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนของการเรียน และ ความพึงพอใจของผู้เรียนนั้น ผู้วิจัยได้เตรียมการอย่างรัดกุม เพื่อรองรับทุกสถานการณ์ที่อาจจะต้องเจอ รวมถึงเตรียมการแก้ปัญหาต่างๆที่อาจจะพบ โดยใช้แนวทางจากงานวิจัยของ Thorsten Frohlich and Susan Feinberg (2006: 1-6) ที่เคยเข้าไปทำ User Test ในส่วนของ e-Learning Game ที่โรงเรียนประถมศึกษาศึกษามาก่อน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมการ (Preparation Phase) และ ขั้นตอนการทดลอง (Experimental Phase) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.7.2.1 ขั้นตอนการเตรียมการ (Preparation Phase)

1) ยื่นขอหนังสือรับรองไปหน่วยงานภายนอกจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอ สัมภาษณ์ อาจารย์ผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และ โรงเรียนบ้านลำ พยา

2) ยื่นหนังสือขออนุญาตทำการสัมภาษณ์ที่ได้มาจากบัณฑิตวิทยาลัย ต่อ ผู้อำนวยการโรงเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และ โรงเรียนบ้านลำพญา เพื่อขอสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2

3) เข้าสัมภาษณ์อาจารย์หัวหน้ากลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และ อาจารย์ผู้สอน วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเข้าใจถึงหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนที่ใช้กัน โดยทั่วไปของโรงเรียน และได้นำเสนอบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง สำหรับเด็ก ต่ออาจารย์ผู้สอน เพื่อให้อาจารย์ได้ช่วยกรุณาวิจารณ์ และให้คำแนะนำว่าควรมีการ ปรับปรุงคิวดส์เวอร์ชวลแล็บในส่วนใดบ้าง เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับนักเรียน ได้อย่างมี ประสิทธิภาพมากที่สุด

4) ปรับปรุงบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำมา

5) นำบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ที่ ได้รับการปรับปรุงแล้ว รวมทั้งแบบทดสอบ ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาอีกครั้ง เพื่อขอคำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำที่ได้รับจนผ่านการพิจารณา

6) ส่งบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก และแบบทดสอบไปทำการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และปรับปรุงตามคำแนะนำ โดย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีจำนวน 4 ท่าน ประกอบไปด้วย

(1) ผศ. มณฑา นิตย์

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิต แห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน)

(2) ผศ. ณัชชา สุธลาภา

อาจารย์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน)

(3) อาจารย์ อนุสตรา เถลิมนศรี

อาจารย์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

(4) อาจารย์ วีรวิชญ์ วงศ์โรจน์

อาจารย์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

7) ส่งบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก
ไปทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย และปรับปรุงตามคำแนะนำ โดยผู้เชี่ยวชาญด้าน
สื่อมัลติมีเดีย มีจำนวน 3 ท่าน ประกอบไปด้วย

(1) อาจารย์ วิญญู นิรนาทล้ำพงศ์

อดีตหัวหน้าสาขาวิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม คณะ
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) อาจารย์ พนมพร ดอกประโคน

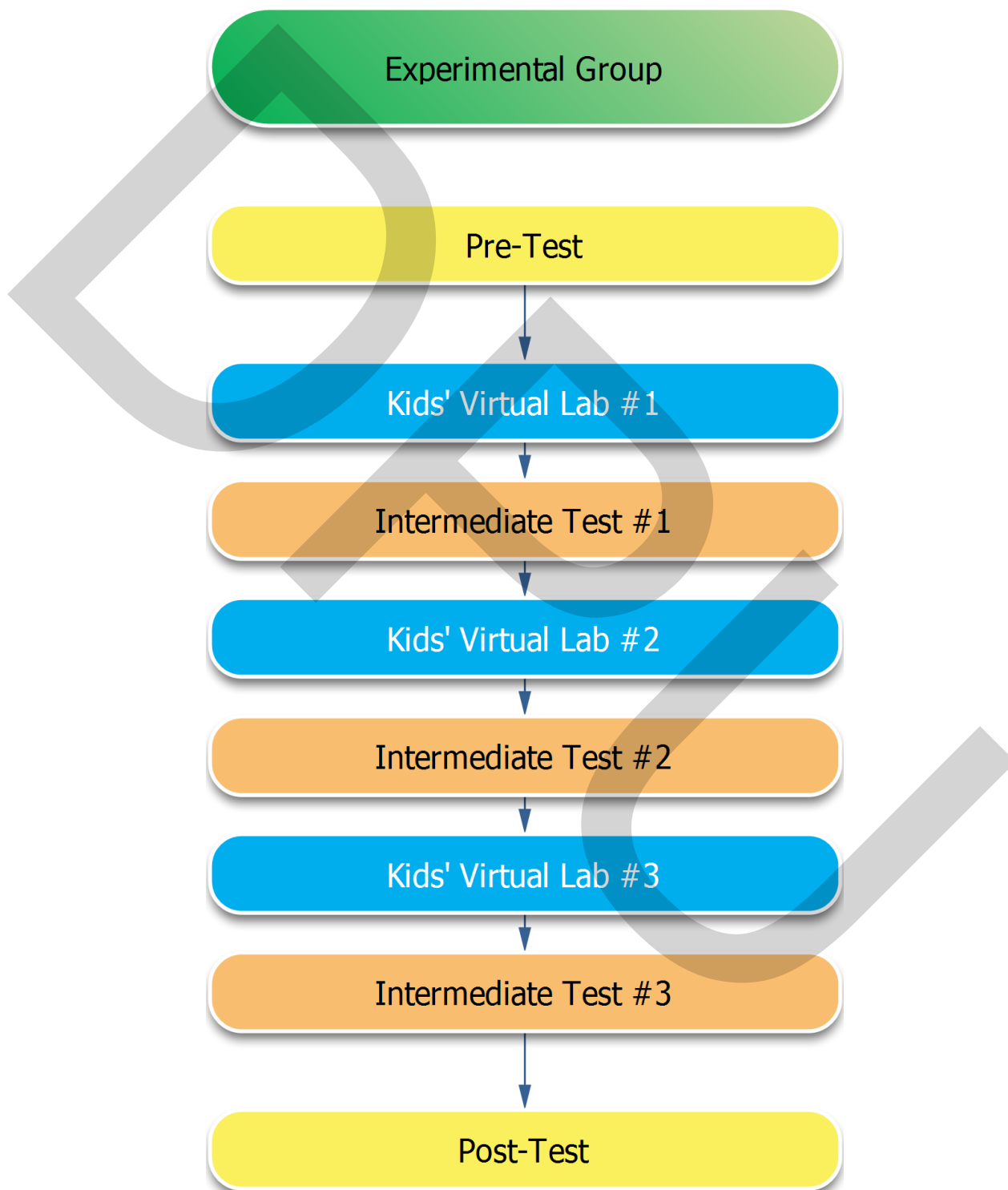
อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม คณะ
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(3) อาจารย์ สุพล สุภาควัฒน์

อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม คณะ
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.7.2.2 ขั้นตอนการทดลอง (Experimental Phase)

ในขั้นตอนการทดลองนี้ มีหลายขั้นตอน ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนภาพขั้นตอนการทดลอง (Experimental Phase)

- 1) ให้นักเรียนกลุ่มทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)
- 2) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการเรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ครั้งที่ 1 (หน่วยที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช)
- 3) หลังจากเรียนเสร็จ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ครั้งที่ 1 และแบบประเมินความพึงพอใจ ครั้งที่ 1
- 4) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการเรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ครั้งที่ 2 (หน่วยที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช)
- 5) หลังจากเรียนเสร็จ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ครั้งที่ 2 และแบบประเมินความพึงพอใจ ครั้งที่ 2
- 6) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการเรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ครั้งที่ 3 (หน่วยที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช)
- 7) หลังจากเรียนเสร็จ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ครั้งที่ 3 และแบบประเมินความพึงพอใจ ครั้งที่ 3
- 8) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Post-Test)
- 9) นำผลการทดลองทั้งหมดที่ได้มารวบรวมไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความพึงพอใจของผู้เรียน โดยแบ่งเป็นข้อๆ ได้ ดังนี้

3.7.3.1 การหาประสิทธิภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Efficiency)

ในการหาประสิทธิภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เนื่องจากเป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่แพร่หลาย และได้รับการยอมรับว่าเป็นเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ตรงที่สุด (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 329-331) โดยที่ E1 และ E2 ได้จากค่าระดับคะแนนดังต่อไปนี้

E1 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ของบทเรียนแต่ละชุด

E2 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

สำหรับสูตรที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามเกณฑ์ E1/E2 นั้น ผู้วิจัยใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum\left(\frac{X}{A}\right)}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum\left(\frac{Y}{B}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ

X = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

Y = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด

โดยมีเกณฑ์ คือ E1/E2 ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 80/80

3.7.3.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness)

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เป็นเกณฑ์ยืนยันความรู้ความสามารถของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บ ว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม จากสิ่งที่ไม่เคยทำได้มาก่อน ให้สามารถทำได้ และเกิดประสิทธิผลขึ้นมา ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลเชิงคุณภาพ โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ($\alpha = 0.01$)

Frank J. Kohout (1974: 306) ได้กล่าวไว้ว่า "ในการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ ควรใช้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 หรือ

0.001 ส่วนในการวิจัยภาคสนามและการวิจัยเชิงสำรวจ (Field studies and surveys) นิยมใช้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05" ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจึงควรใช้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 เพื่อให้ผลลัพธ์ที่สรุปออกมามีโอกาสผิดพลาดน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ t-test ชนิด Paired t-test (Dependent t-test for paired samples) ในการทดสอบ โดยสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางสถิติได้ ดังนี้

$$H_0: \bar{x}_{Pre} = \bar{x}_{Post}$$

$$H_1: \bar{x}_{Pre} < \bar{x}_{Post}$$

โดย $\alpha = 0.01$

เมื่อ

\bar{x}_{Pre} = คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

\bar{x}_{Post} = คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

α = ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ซึ่งในการหาค่า \bar{x}_{Pre} และ \bar{x}_{Post} จะใช้สูตรดังนี้

$$\bar{x}_{Pre} = \frac{\sum(X)}{N}$$

$$\bar{x}_{Post} = \frac{\sum(Y)}{N}$$

เมื่อ

X = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

Y = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด

3.7.3.3 การหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิควอร์ชวลแล็บ

ในการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิควอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้คำนวณหาผลรวมของคะแนนความพึงพอใจที่ได้จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจ ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มทดลองทุกคน และนำมาเฉลี่ยออกมาเป็นค่าความพึงพอใจของผู้เรียน ดังสูตร ต่อไปนี้

$$Satisfaction = \frac{\frac{\sum S_1}{N} + \frac{\sum S_2}{N} + \frac{\sum S_3}{N}}{3}$$

เมื่อ

Satisfaction = ค่าความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน โดยรวม

S_1 = คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน ครั้งที่ 1

S_2 = คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน ครั้งที่ 2

S_3 = คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน ครั้งที่ 3

N = จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด

และเพื่อความสะดวกในการแปลความหมายของค่าความพึงพอใจของผู้เรียน ผู้วิจัยได้กำหนดการแปลความหมายของการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ออกมาเป็นช่วงของคะแนน ดังตารางที่ 3.8 ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว

สำหรับเกณฑ์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิวด์เวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์เอาไว้ว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนต้องอยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจมาก หรือ ค่าคะแนนที่ 3.5 จากคะแนนเต็ม 5 ขึ้นไป

3.7.4 การทำเอกสารสรุปผลการดำเนินงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลทุกอย่างเสร็จสิ้น ก็จะทำนำผลการทดลองที่ได้มาจัดทำเป็นเอกสารสรุปผลการดำเนินงานต่อไป

3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บ

ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้นใช้เครื่องมือที่ประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) สรุปได้ดังนี้

3.8.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้นั้นมีรายละเอียด ดังนี้

CPU: Intel Core i5 – 760

RAM: Blackberry DDR3 Ram 4 GB

VGA: nVIDIA GeForce GTX550Ti (Ram 1024 MB)

Sound: Realtek High Definition Audio 7.1 channels

Harddisk: Hitachi 2 TB SATA-II 7200 rpm

Monitor: Samsung SyncMaster 2233sw @ resolution 1920x1080

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook Computer) ในการวัดสมรรถนะของระบบ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้นั้นมีรายละเอียด ดังนี้

Brand: Hewlett-Packard

Model: G32

CPU: Intel Core i3 – 390M

RAM: Samsung DDR3 Ram 4 GB

VGA: ATI Mobility Radeon HD 5400 (Ram 1024 MB)

Sound: ATI Cedar/Park – High Definition Audio Controller

Harddisk: Hitachi 500 GB SATA-II 7200 rpm

Monitor: LED Display 13.3" @ resolution 1366x768

3.8.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

3.8.2.1 ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (Operation System)

- 1) Microsoft® Windows® 7 Ultimate x86 with Service Pack 1

3.8.2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างบทเรียนและเกมสื่การทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

- 1) Adobe® Flash® Professional CS5
- 2) Adobe® Photoshop® CS5
- 3) Adobe® Audition® CS5

3.8.2.3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

- 1) Adobe® DreamWeaver® CS5
- 2) Apache Web Server
- 3) PHP: Hypertext Preprocessor
- 4) MySQL RDBMS

3.8.2.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้วัดสมรรถนะของระบบ

- 1) Google Chrome

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาตัวแบบสำหรับเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก ที่สามารถใช้งานโดยผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้ ร่วมกับการพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์จากตัวแบบที่ได้สร้างขึ้น เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ และความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เป็นเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 86 คน ซึ่งได้ผลการวิจัยจำแนกได้เป็นหัวข้อ ดังนี้

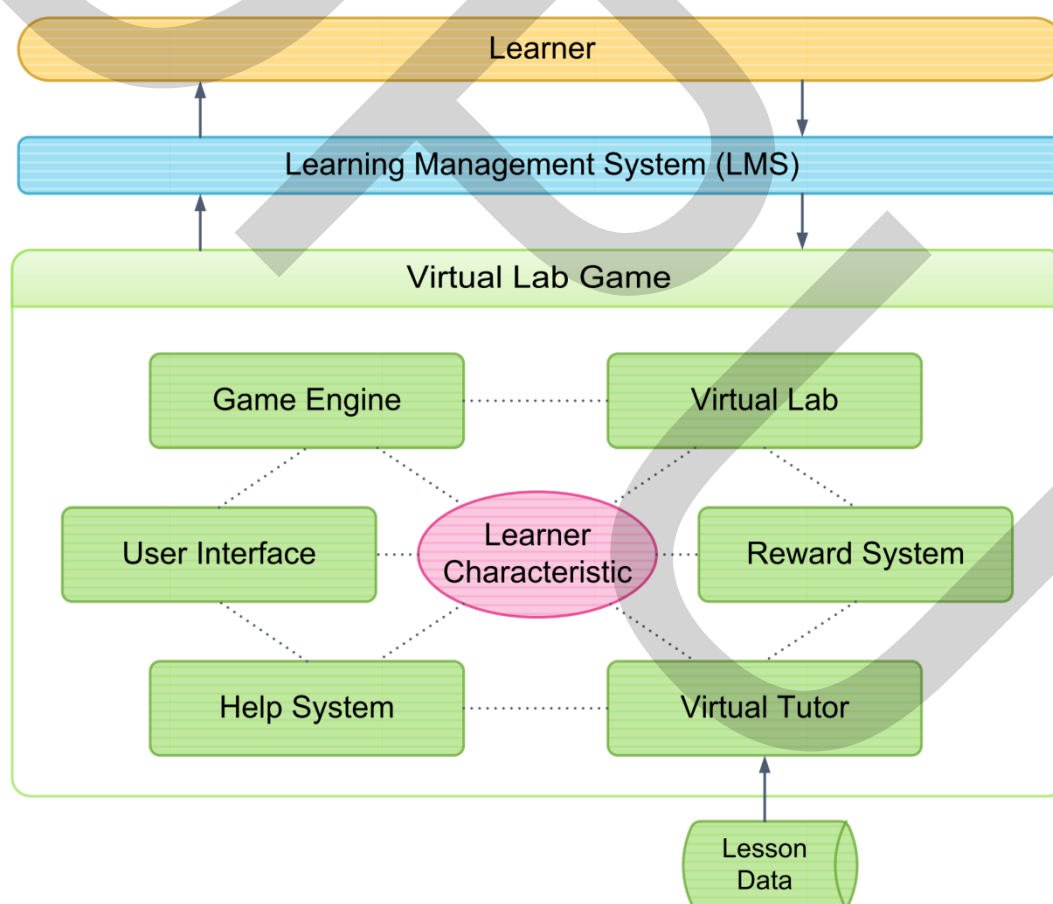
- 4.1 ผลการพัฒนาจิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล
- 4.2 ผลการพัฒนาจิตส์เวอร์ชวลแล็บ
- 4.3 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ
- 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของจิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย
- 4.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของจิตส์เวอร์ชวลแล็บ
- 4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยจิตส์เวอร์ชวลแล็บ
- 4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อจิตส์เวอร์ชวลแล็บ

4.1 ผลการพัฒนาจิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล

ในการพัฒนาจิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลนั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) มาเป็นต้นแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการออกแบบส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบกันเป็นบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ การวิ่งของข้อมูลในระบบจะเริ่มจากผู้เรียน เป็นผู้ส่ง Input เข้าไปในระบบ และในท้ายที่สุดผู้เรียนก็จะเป็นผู้รับ Output ที่ออกมาจากระบบ โดยในการออกแบบโมเดลนั้น เนื่องจากเกมการทดลอง

วิทยาศาสตร์ที่ต้องการ ต้องสามารถเล่นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรือเว็ลด์ไวด์เว็บได้ ดังนั้น Input ที่ผู้เรียนส่งเข้ามาจะต้องผ่านระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน หรือ Learning Management System (LMS) เสียก่อน ซึ่งระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนจะทำหน้าที่จัดการติดต่อกับผู้เรียนผ่านทางเว็บเพจ แล้วส่งข้อมูล Input ต่อเข้าไปยังเกมการทดลองเสมือนจริง หรือ Virtual Lab Game ต่างๆ โดยแต่ละเกมการทดลองเสมือนจริง ก็จะประกอบไปด้วยส่วนของเครื่องประมวลผลเกม (Game Engine) แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ระบบรางวัล (Reward System) ระบบช่วยเหลือ (Help System) และ ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) ซึ่งจะดึงข้อมูลบทเรียน (Lesson Data) จากแหล่งข้อมูลมานำเสนอแก่ผู้เรียน จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะส่งเป็น Output ผ่านทาง ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เพื่อตอบสนองต่อผู้เรียน ดังภาพที่ 4.1

Kids' Virtual Lab Model



ภาพที่ 4.1 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล (Kids' Virtual Lab Model)

จากภาพจะเห็นว่ามีส่วนประกอบต่างๆดังที่ได้กล่าวมาแล้ว รวมถึงมีเส้นปะเชื่อมโยง ส่วนประกอบต่างๆเข้าด้วยกัน หมายถึง ส่วนประกอบต่างๆนั้นมีความสัมพันธ์กัน ในการออกแบบ ส่วนประกอบใดๆนั้นจะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบอื่นๆด้วย โดยเฉพาะต้องคำนึงถึง ลักษณะเฉพาะ ของผู้เรียน (Learner Characteristic) เป็นหลัก เนื่องจากจะเป็นตัวกำหนดทิศทางในการออกแบบว่าจะ เป็นไปในแนวทางใด

ในหัวข้อถัดไปจะขอนำเสนอรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบของคิดส์เวอร์ชวล แล็บ โมเดล ซึ่งประกอบด้วยหลายส่วนประกอบ ดังนี้

4.1.1 ผู้เรียน (Learner)

ผู้เรียนเป็นผู้ใช้งานระบบที่สำคัญ เนื่องจากเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูล Input เข้ามาใน ระบบ จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลข้อมูล Input นั้นๆ และตอบสนองโดยส่งข้อมูล Output ออกมาให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนก็จะทำการโต้ตอบ (Interactive) กับระบบ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดขึ้น

สิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับจากบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจาก ความรู้ที่ได้จากการเล่าเรื่องและการฝึกทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์บนคอมพิวเตอร์แล้ว ผู้เรียน ยังจะได้จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือการปลูกฝังให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต การหาคำตอบโดยการคิด วิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผล การไม่เชื่อสิ่งใดง่ายๆจนกว่าจะผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการ เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว ผู้เรียนยังจะได้รับความพึงพอใจในการใช้งานระบบ เช่น ได้รับความสนุกสนานจาก เกมหรือจากรางวัลที่ได้รับภายในเกม ได้รับความช่วยเหลือเมื่อเกิดปัญหาติดขัด ซึ่งได้มาจากระบบ ช่วยเหลือ เป็นต้น

4.1.2 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)

ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เป็นส่วนประกอบที่มีไว้เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งาน ผ่านทางหน้าเว็บเพจ โดยประกอบไปด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆทั้งแก่ผู้สอนและ ผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถนำหน่วยการเรียนต่างๆขึ้นบนเว็บได้ ส่วนผู้เรียนก็สามารถที่จะเรียกดู หน่วยการเรียนที่ต้องการได้ ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนนี้ นอกจากสามารถใช้กับคิดส์ เวอร์ชวลแล็บได้แล้ว ยังสามารถใช้กับเนื้อหาหรือสื่อการสอนรูปแบบอื่นๆได้อีกด้วย โดย ส่วนประกอบที่จำเป็นคือ ระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน (Course Management) ใช้ สำหรับจัดการหลักสูตรรายวิชา เช่น การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูหลักสูตร การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน ระบบแสดงเนื้อหา ใช้สำหรับแสดงเนื้อหา บทเรียนและเกมส์การทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กในแต่ละหน่วยการเรียน ให้แก่ผู้ที่เข้ามาใช้งานระบบ และระบบตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบและตรวจสอบสิทธิ์ของ

ผู้ใช้งานระบบ (Authentication and Authorization System) ใช้สำหรับตรวจสอบการระบุตัวตนของผู้ใช้งานระบบ รวมถึงสามารถตรวจสอบสิทธิ์ว่ามีสิทธิ์ที่จะใช้งานระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวถึงวิธีสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนอย่างละเอียดไปแล้วในหัวข้อ 3.4.5 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

4.1.3 เกมการทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab Game)

ผู้สอนจะต้องทำการสร้างเกมการทดลองเสมือนจริงของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ขึ้นมา ก่อน จากนั้นจึงนำเกมการทดลองเสมือนจริงแต่ละหน่วยเข้าไปในระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้

โดยในการจัดทำเกมการทดลองเสมือนจริงนั้น สามารถจัดทำได้หลากหลายวิธี มีเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างอยู่มากมายในท้องตลาด โดยโปรแกรมที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน คือ Adobe® Flash® Professional

เกมการทดลองเสมือนจริงแต่ละหน่วยของคิควอร์ชวลแล็บนั้น ประกอบไปด้วย เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine) แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ระบบรางวัล (Reward System) ระบบช่วยเหลือ (Help System) และ ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) ซึ่งจะดึงข้อมูลบทเรียน (Lesson Data) จากแหล่งข้อมูลมาแนะนำแก่ผู้เรียน

เกมการทดลองเสมือนจริงนั้นคือการจับเอาการทดลองเสมือนจริง หรือแล็บเสมือนจริง มาทำให้มีความเป็นเกมมากขึ้น โดยจะต้องมีส่วนประกอบของเกมเพิ่มเข้าไปด้วย เช่น เพิ่มระบบช่วยเหลือเพื่อช่วยผู้เล่นที่ยังเล่นไม่เป็นหรือเพิ่งหัดเล่น เพิ่มระบบรางวัลเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเล่นแก่ผู้เล่น ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนของคิควอร์ชวลแล็บนั้นเป็นเด็ก ซึ่งมีสมาธิค่อนข้างสั้น ดังนั้น การทำการทดลองวิทยาศาสตร์ให้เป็นเกม จึงมีความเหมาะสม เนื่องจากสามารถทำให้เด็กมีจิตใจจดจ่ออยู่ที่เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ เพราะเด็กจะไม่รู้สีกว่ากำลังเรียนหนังสือ แต่เด็กรู้สีกว่ากำลังได้เล่นเกมที่สนุกสนานอยู่ โดยเด็กจะได้จดจำและเรียนรู้ที่ละน้อยจากประสบการณ์ที่ได้พบเห็นในตัวเกม

ในแง่ของการออกแบบเกมนั้นสามารถใช้หลักของการออกแบบเกม (Game Design Principles) มาร่วมออกแบบเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย เช่น การเพิ่มปัจจัยความสนุก (Fun Factors) หรือความท้าทาย (Challenges) ลงไปเพื่อดึงดูดผู้เล่น มีกฎการเล่น (Rules) ที่ชัดเจน มีระบบโต้ตอบ (Interactivity) ที่ดี รวมถึงมีความสมดุล (Balance) ภายในตัวเกม ทำให้เล่นได้ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป

4.1.4 ลักษณะเฉพาะของผู้เรียน (Learner Characteristic)

ในการออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะกับผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม เช่น ผู้เรียนที่เป็นเด็กเล็กอย่างเด็กชั้นประถมศึกษาชั้นนั้น ผู้ออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนที่เป็นเด็กเล็กนั้น จะมีความตั้งใจหรือความสนใจในสิ่งต่างในช่วงระยะเวลาที่สั้นมาก (ประมาณ 5 ถึง 7 นาที) ดังนั้นในการออกแบบบทเรียน ควรต้องมีการเพิ่มส่วนของภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และการเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอของเนื้อหา โดยเนื้อหาควรจะถูกตัดแบ่งเป็นส่วนเล็กๆ และแสดงผลในหลายๆรูปแบบเพื่อให้น่าสนใจ ในกรณีผู้เรียนอาศัยอยู่ในเมือง และได้รับอิทธิพลจากเทคโนโลยีต่างๆ เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และ วิกิพีเดีย เป็นปกติอยู่แล้ว การเพิ่มในส่วนของความบันเทิง (Entertainment) ลงไปในบทเรียนนั้นอาจต้องนำมาพิจารณาด้วย

ปัจจัยอื่นๆ ที่ควรคำนึงถึง ก็คือ เรื่องของภาษาที่ใช้ ต้องให้สามารถสื่อสารกับกับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี เรื่องของวัฒนธรรม ต้องไม่ออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้ขัดกับวัฒนธรรมของผู้เรียน เรื่องความชำนาญหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ต้องออกแบบบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม ไม่ง่ายหรือยากต่อการเข้าใจจนเกินไป

ลักษณะเฉพาะของผู้เรียนมีความสำคัญอย่างสูงสำหรับการออกแบบส่วนประกอบทุกๆ ส่วน เนื่องจากเมื่อลักษณะเฉพาะของผู้เรียนเปลี่ยนไป การออกแบบก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลงตาม เพื่อให้บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ออกมานั้นเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนมากที่สุด ซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ในการใช้งานระบบออกมามากที่สุดเช่นกัน

4.1.5 เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine)

เครื่องประมวลผลเกม คือ ระบบที่ออกแบบมาสำหรับสร้างสรรค์และพัฒนาเกม การนำเอาเครื่องประมวลผลเกมไปใช้ในกระบวนการผลิตเกมจะทำให้สามารถผลิตเกมได้อย่างรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายได้ เนื่องจากมีส่วนที่สามารถใช้ซ้ำ (Reusable) หรือปรับเปลี่ยน (Adapting) เพื่อสร้างเกมอื่นๆ ได้ด้วย ดังนั้นในการพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาจึงควรมีการสร้างเครื่องประมวลผลเกมขึ้นมาก่อน หรืออาจเลือกหาเครื่องประมวลผลเกมที่มีอยู่แล้วในท้องตลาด นำมาช่วยในการสร้างคิวดิสก์เวอร์ชวลแล็บ เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างง่ายดายและประหยัดทรัพยากรทั้งด้านกำลังคน ค่าใช้จ่าย และเวลา โดยเฉพาะถ้าต้องการสร้างบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาหลายๆหน่วยการเรียน

ในการเลือกเครื่องประมวลผลเกมมาใช้ นั้น ต้องคำนึงถึงความต้องการของเกมการทดลองเสมือนจริงที่ต้องการสร้างขึ้นมา ว่าต้องการเกมประเภทใด ลักษณะเฉพาะของผู้เรียนเป็นอย่างไร ใช้ภาพกราฟิกประเภทใด (เป็นภาพแบบ 2 มิติ แบบเวกเตอร์ (Vector) หรือแบบราสเตอร์

(Raster) หรือเป็นภาพแบบ 3 มิติ) ต้องการใช้งานบนแพลตฟอร์มใดบ้าง ต้องการใช้ภาษาใดในการพัฒนา และระดับยากง่ายของการพัฒนาเป็นอย่างไร ทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกเครื่องประมวลผลเกมทั้งสิ้น

เครื่องประมวลผลเกมในท้องตลาดในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายตัวด้วยกัน โดยเครื่องประมวลผลเกมที่เป็นที่นิยมและรู้จักกันโดยทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น Adobe® Flash® Professional, Unity 3D, Microsoft® XNA™ Framework, Microsoft® DirectX® SDK และ Unreal Development Kit (UDK) เป็นต้น ก็มีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันออกไป แต่แต่ละตัวมีความเหมาะสมในการพัฒนาเกมแต่ละประเภทแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการเลือกเครื่องประมวลผลเกมให้เหมาะสม โดยมีแนวทางในการเลือกดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แนวทางเลือกเครื่องประมวลผลเกม

Game Engine Features	Flash ¹	Unity ²	XNA ³	DirectX ⁴	UDK ⁵
ลักษณะเกม					
● ไม่ซับซ้อน	✓	✓	✓	✓	✓
● ซับซ้อน		✓	✓	✓	✓
ลักษณะภาพกราฟิก					
● 2D Vector	✓				
● 2D Raster	✓		✓	✓	
● 3D	✓ ⁶	✓	✓	✓	✓
ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา	ActionScript	JavaScript, C#	C#	C, C++	UnrealScript
ระดับความยาก-ง่ายในการพัฒนา	ง่าย	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาก	ยาก
ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนา	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	มาก
แพลตฟอร์มที่ใช้ในการพัฒนา					
● Windows	✓	✓	✓	✓	✓
● Mac	✓	✓			

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

แพลตฟอร์มที่สามารถ Run ได้					
● Windows	✓	✓	✓	✓	✓
● Mac	✓	✓			✓
● Web Browser	✓	✓			
● iOS	✓	✓			✓
● Android	✓	✓			✓
● Windows Phone			✓		
● Console		✓	✓ ⁷		✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถใช้งานได้ หรือ เหมาะสมกับงานนั้นๆ

1: Flash = Adobe® Flash® Professional

2: Unity = Unity 3D

3: XNA = Microsoft® XNA™ Framework

4: DirectX = Microsoft® DirectX® SDK

5: UDK = Unreal Development Kit (UDK)

6: Adobe® Flash® Professional Support 3D ใน version 11.0 ขึ้นไป

7: XNA Support Console เฉพาะ XBOX และ XBOX 360

กรณีเป็นเกมประเภทที่ไม่ซับซ้อน เช่น เกมการทดลองเสมือนจริงที่ใช้ในงานวิจัยขั้นนี้ ซึ่งใช้กราฟิกแบบ 2 มิติ และต้องการให้เล่นผ่าน Web ได้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ Adobe® Flash® Professional ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุด

4.1.5 แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab)

แล็บเสมือนจริง หรือ การทดลองเสมือนจริง มาจากคำว่า Virtual Laboratory หรือ Virtual Lab เป็นการจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนสามารถใช้แล็บเสมือนจริงในการทดสอบสมมุติฐานการทดลองที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบหลักการต่างๆด้วยตนเอง ซึ่งตรงตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่กล่าวไว้ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาจาก โดยคุณขับและปรับเปลี่ยนจากสิ่งเร้าภายนอก ข้อดีอีกอย่างก็คือผู้เรียนสามารถทำการทดลองต่างๆโดยปราศจากความเสียหายกับ

อันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะทำการทดลองที่ในความ เป็นจริงไม่สามารถทำได้ หรือทำได้แต่มีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก

ในการออกแบบแล็บเสมือนจริงนั้นควรมีวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ที่แน่ชัด เนื่องจา การออกแบบนั้นไม่เหมือนกัน ถ้าต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เพื่อไปทำแล็บจริง ก็ต้องออกแบบให้ เครื่องไม้เครื่องมือมีความใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด แต่ถ้าต้องการให้เข้าใจถึงกระบวนการ ทำงาน ก็อาจออกแบบโดยลดความสมจริงลงมาได้ อย่างเช่น ถ้าทำแล็บเสมือนจริงสำหรับเด็ก เพื่อให้เด็กได้เรียนรู้กระบวนการทำงานของบางสิ่ง การออกแบบก็ไม่จำเป็นต้องทำให้สมจริงมาก ควรทำในรูปแบบของการ์ตูนก็จะเหมาะสมกว่า เพราะจะสามารถดึงดูดความสนใจต่อเด็กที่มาทำ การทดลองได้มากกว่า

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้รูปแบบกราฟิก แบบการ์ตูน เนื่องจากจะสามารถดึงดูดความสนใจของกลุ่มผู้เรียนที่เป็นเด็กได้ดี และลดทอนความ สมจริงในการทดลองลงไป เนื่องจากต้องการสอนถึงหลักการในการทำงานของสิ่งต่างๆตามแนวทาง ของวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

4.1.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้นถือเป็นองค์ประกอบร่วมของทุกๆส่วนในแต่ละหน่วยการเรียน เนื่องจากในการออกแบบหน่วยการเรียนนั้นทุกส่วนล้วนจะต้องมีการติดต่อกับผู้เรียน ดังนั้นส่วน ติดต่อกับผู้ใช้จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้การสื่อสารระหว่างเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ กับผู้เรียนประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้น มีหลากหลายปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง เช่น รูปแบบ ของเกม เนื้อเรื่อง และที่สำคัญคือลักษณะเฉพาะของกลุ่มผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในเรื่องรูปแบบของเกม ยกตัวอย่าง เช่น เกมยานยิง (Space shooting game) หรือเกมขับ รถแข่ง (Racing game) ซึ่งเป็นเกมที่ต้องการความรวดเร็วในการควบคุม จะมีความต้องการส่วน ติดต่อกับผู้ใช้ที่มีขนาดใหญ่หรือมีสีสันเด่นชัด มองเห็นได้ชัดเจน แล่ชำเลื่องตามองก็รู้ได้ทันทีว่า ขณะนี้มีสถานะเป็นอย่างไร เกมสวมบทบาท (Role playing game: R.P.G.) ซึ่งเป็นเกมที่มีค่า ความสามารถของตัวละครมากมาย ควรออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้ง่ายต่อการดูสถานะที่ ซับซ้อน โดยอาจแบ่งเป็นหลายๆหมวดหมู่อย่างเป็นระเบียบ เกมสำหรับเด็ก ควรมีส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้ที่ออกแบบมาให้ใช้งานง่ายที่สุด ไม่ซับซ้อน ปุ่มมีขนาดใหญ่และมีสีสันสวยงามแตกต่างกันไป ตามหน้าที่ของแต่ละปุ่ม เป็นต้น

ในเรื่องเนื้อเรื่องนั้น ถ้าเนื้อเรื่องเป็นในแนวสดใสน่ารัก ก็ควรออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้สดใสน่ารักเช่นกัน กลับกัน ถ้าเนื้อเรื่องเป็นเรื่องลึกลับซับซ้อน หรือเป็นแนวผีๆ ก็ควรออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้รู้สึกถึงความลึกลับซับซ้อนหรือน่ากลัว โดยอาจเลือกใช้สีโทนที่มืดๆ หน่อยเป็นต้น

ในส่วนของลักษณะเฉพาะของผู้เรียนนั้น เนื่องจากผู้เรียนในวัยที่ต่างกันก็ต้องการส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ต่างกัน เช่นในผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจสามารถใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ซับซ้อนหน่อยได้ แต่เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้ของคิดส์เวอร์ชวลแล็บนั้นเป็นเด็ก ดังนั้นการใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับผู้ใหญ่นั้นอาจจะไม่เหมาะสม และอาจไม่สามารถนำมาใช้กับเด็กๆ ได้ เนื่องจากเด็กมีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมเมาส์และคีย์บอร์ด เช่น การดับเบิ้ลคลิก (Mouse Double Click) การจำว่าปุ่มบนคีย์บอร์ดปุ่มไหนทำหน้าที่อะไร เด็กมีปัญหาในการเคลื่อนเมาส์อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการกดปุ่มเมาส์ค้างไว้เป็นเวลานาน การใช้งานเมาส์ร่วมกับคีย์บอร์ด และพบว่าเด็กเล็กจะมีปัญหากับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ต้องใช้การอ่านเป็นหลัก เพราะเด็กอาจยังไม่สามารถอ่านข้อความยาวๆ ได้ หรือ มีปัญหาเกี่ยวกับไอคอน (Icon) ที่ใช้แทนคำสั่งบางคำสั่ง เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงและเข้าใจในสัญลักษณ์บางตัวนั้น อยู่นอกเหนือไปกว่าสิ่งที่เด็กเคยรู้จัก ดังนั้น ในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับผู้เรียนที่เป็นเด็กนั้น จำเป็นที่จะต้องทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย หรือทำการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายโดยตรง ว่ามีความเข้าใจในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบมาหรือไม่ และความสามารถในการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นอย่างไร โดยมีแนวทางในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ดังนี้

- 1) ควรใช้ระบบ Point & Single Click คือ ชี้แล้วกดปุ่ม (ครั้งเดียว) กับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ทั้งหมด เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นเด็กจะใช้งานเมาส์ในลักษณะนี้ได้เป็นอย่างดี
- 2) ใช้ไอคอนแทนตัวอักษร ซึ่งไอคอนที่ใช้จะต้องเป็นไอคอนที่ไม่ซับซ้อน เป็นสิ่งที่เด็กรู้จักเป็นอย่างดี เนื่องจากไอคอนที่เป็นรูปภาพสามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าตัวอักษร
- 3) ถ้าจำเป็นต้องใช้ตัวอักษรเป็นข้อความ ให้ใช้ข้อความที่สั้นที่สุด ที่ยังสื่อความหมายได้ เนื่องจากเด็กอาจยังไม่สามารถอ่านข้อความยาวๆ ได้
- 4) ปุ่มสำหรับกด ควรมีเสียงบอกหน้าที่ของปุ่ม ซึ่งจะดังขึ้นเมื่อเด็กลากเมาส์มาวางเหนือ (Over) ปุ่ม เนื่องจากในกรณีเด็กไม่รู้หน้าที่ของปุ่ม ก็ยังสามารถลากเมาส์มาวางเหนือปุ่ม เพื่อรับฟังหน้าที่ของปุ่มได้

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้ระบบ Point & Single Click ทั้งหมด มีการใช้ไอคอนแทนตัวอักษร เช่น ปุ่มรูปบัวรดน้ำ ปุ่มรูปกระดาษต้นไม้ ปุ่มรูปเมล็ดต้นไม้ แทนที่จะเป็นข้อความ และยังมีเสียงบอกว่าปุ่มนี้ชื่อปุ่มอะไร ตอนที่ผู้เรียนใช้เมาส์

มาวางเหนือปุ่มอีกด้วย ในส่วนของปุ่มบางปุ่มที่ไม่สามารถใช้รูปไอคอนมาแทนได้ ก็ได้ใช้ตัวอักษรที่เข้าใจง่ายและสั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

4.1.7 ระบบรางวัล (Rewards System)

ระบบรางวัลนั้นเป็นแรงจูงใจภายนอกประเภทหนึ่ง ที่ออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) ตามทฤษฎีของ B.F. Skinner (1904-) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการต่อไป เช่น เมื่อเล่นเกมการทดลองวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องตามที่ผู้สอนต้องการแล้ว ภายในเกมมีการให้คะแนนเพิ่มขึ้นหรือมีเสียงดนตรีแสดงความยินดีออกมา ก็เป็นรางวัลที่ผู้เรียนได้รับ ซึ่งทำให้เกิดการเสริมแรงทางบวก

การให้การเสริมแรงในขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้เป็นสิ่งที่สำคัญเพราะเหตุผลดังนี้

- 1) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเขาได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้
- 2) สร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้น
- 3) เป็นเครื่องแนะให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนี้เขาทำถูกหรือผิด
- 4) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาการเสริมแรงต่อไป

ในการออกแบบรางวัลที่ต้องใช้ในกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะไม่เหมือนกัน โดยต้องดูตามลักษณะเฉพาะของผู้เรียน เช่น ถ้าผู้เรียนเป็นเด็กโต อาจชอบรางวัลที่เป็นตัวเงินภายในเกม ที่สามารถนำไปซื้อสินค้าเพื่อเพิ่มความสามารถให้กับตัวละครในเกมหรือสามารถนำไปซื้อสิ่งของเพื่อประดับตกแต่งบ้านในเกมได้ ถ้าผู้เรียนเป็นเด็กเล็ก อาจพอใจกับการได้สะสมภาพสติ๊กเกอร์สวยๆเพื่อนำไปติดในที่ต่างๆภายในเกม

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้ระบบรางวัลเมื่อผู้เรียนทำได้ถูกต้อง โดยได้กำหนดให้มีเสียงและมีตัวเลขคะแนนเพิ่มขึ้นมาให้เห็นว่าได้คะแนนเพิ่ม รวมถึงเมื่อชนะเกมจะมีรูปภาพและตัวหนังสือแสดงความยินดี พร้อมกับเสียงดนตรีประกอบอีกด้วย

4.1.8 ระบบช่วยเหลือ (Help System)

ระบบช่วยเหลือภายในเกมนั้นเป็นระบบที่สำคัญ เนื่องจากใช้ช่วยเหลือผู้เล่นที่ยังไม่เข้าใจในวิธีการเล่น ให้สามารถใช้งานหรือเล่นเกมได้อย่างถูกวิธีและได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเล่นเกมนั้นๆ

ระบบช่วยเหลือของเกมนั้น ทำได้ 2 รูปแบบหลักๆ คือ ระบบช่วยเหลือแบบแยก (Separated Help System) เช่น มีปุ่ม Help ให้กด และเมื่อกดแล้วก็มีหน้าต่างที่แสดงวิธีการเล่นเกมออกมาแสดงให้ผู้เล่นเห็น ซึ่งระบบช่วยเหลือลักษณะนี้ มีข้อดีที่สามารถสร้างและเพิ่มเติมเข้าไปในเกมได้ค่อนข้างง่าย มีการแบ่งระบบช่วยเหลือเป็นส่วน เมื่อต้องการอ่านเนื้อหาโดยรวมทั้งหมด

ก่อนที่จะเข้าไปเล่นเกมก็สามารถทำได้โดยง่าย เนื่องจากเนื้อหาอยู่ที่เดียวกันทั้งหมด แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ผู้เล่นส่วนมากมักไม่ค่อยสนใจที่จะอ่านเนื้อหาก่อนที่จะเล่นเกม บางคนก็อาจจะอ่านแต่เมื่อเห็นเนื้อหาจำนวนมากก็อดใจไปก่อน ระบบช่วยเหลือชนิดนี้จึงมักเหมาะกับเกมหรือโปรแกรมที่มีความซับซ้อนในการเล่นน้อย ซึ่งจะทำให้เนื้อหาที่อยู่ในระบบช่วยเหลือมีจำนวนไม่มากจนเกินไป

ระบบช่วยเหลืออีกรูปแบบหนึ่งก็คือระบบช่วยเหลือภายในเกม (In-Game Help System) เช่น เมื่อเล่นเกมไป แล้วจะมีกรอบข้อความหรือลูกศร คอยบอกเราว่าต้องทำอะไร จึงจะสามารถดำเนินเกมต่อได้ โดยอาจปรากฏระบบช่วยเหลือแบบนี้เฉพาะฉากแรกๆ ของการเล่นเกม เมื่อผู้เล่นพอจะเล่นเป็นแล้ว ระบบช่วยเหลือแบบนี้ก็จะไม่ปรากฏขึ้นมาอีก ซึ่งระบบช่วยเหลือลักษณะนี้มีข้อดีตรงที่ผู้เล่นไม่จำเป็นต้องอ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลือทีเดียวทั้งหมด แต่อ่านเพียงบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกระทำภายในเกม ณ ปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งจะช่วยลดอัตราที่ผู้เล่นไม่ยอมอ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลือลงไปได้ แต่ก็มีข้อเสีย คือ อาจรบกวนผู้เล่นบางคนที่เล่นเป็นอยู่แล้ว (วิธีแก้ คือ อาจถามผู้เล่นก่อนว่าต้องการให้เปิดระบบช่วยเหลือหรือไม่) หรือ เมื่อผู้เล่น เล่นผ่านไปแล้ว แต่ต้องการกลับมาอ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลืออีก อาจทำได้ยากหรือทำไม่ได้ นอกจากจะเล่นใหม่ตั้งแต่ต้น ระบบช่วยเหลือชนิดนี้จึงเหมาะกับเกมหรือโปรแกรมที่มีความซับซ้อนในการเล่นปานกลางถึงซับซ้อนมาก เนื่องจากทำให้ผู้เล่นไม่ต้องรู้สึกว่ระบบช่วยเหลือนั้นมีเนื้อหาที่มากเกินไป เพราะผู้เล่นจะได้อ่านเนื้อหาเพียงที่ส่วนที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้ระบบช่วยเหลือแบบแยก แต่ในตอน que ผู้เรียนกดเพื่อจะเข้าเล่นเกมก็จะแสดงระบบช่วยเหลือขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ซึ่งถ้าผู้เรียนต้องการดูระบบช่วยเหลือก็สามารถทำได้ แต่ถ้าผู้เรียนไม่ต้องการดูระบบช่วยเหลือก็สามารถกดข้าม (Skip) ไปได้ทันทีเช่นกัน

4.1.9 ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor)

ผู้สอนเสมือนจริง หมายถึง ผู้สอนที่อยู่ในรูปแบบของตัวละคร ทำหน้าที่ในการสอนสิ่งต่างแก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนเสมือนจริงนี้มีได้หลากหลายรูปแบบ และส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนเสมือนจริงนี้เป็นองค์ประกอบได้กับทุกๆ ส่วนของเกมการทดลองเสมือนจริง โดยอาจเป็นตัวละครที่มาเปิดเรื่อง เร่งเร้าความสนใจในบทนำ เป็นตัวละครที่มาดำเนินเรื่องในส่วนของบริษัทเรียน หรือเป็นผู้มาสรุปบทเรียนให้ผู้เรียนฟัง รวมทั้งอาจอยู่ในส่วนของระบบช่วยเหลือ โดยทำหน้าที่เป็น Tutor คอยให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนก็ได้

ผู้วิจัยได้สรุปประโยชน์ของการใช้งานผู้สอนเสมือนจริงได้ดังนี้

- 1) สามารถเพิ่มแรงจูงใจและความมุ่งมั่นแก่ผู้เรียนได้

2) สามารถเพิ่มการโต้ตอบและกระบวนการสื่อสารเพื่อเติมเต็มความสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนได้

3) สามารถกระตุ้นกิจกรรมทางการเรียน และเพิ่มบทบาทหน้าที่ทางการศึกษาได้

4) สามารถเพิ่มความน่าสนใจในการเรียน ได้

5) สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ตัวละครที่จะเป็นผู้สอนเสมือนจริงนี้ ควรมีลักษณะท่าทางคล้ายๆกับคุณครูจริงๆ เนื่องจากผู้เรียนจะคิดว่าผู้สอนเสมือนจริงนี้สามารถสนับสนุนการเรียนการสอนและให้แนวทางการเรียนแก่เขาได้

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบผู้สอนเสมือนจริง เป็นคุณครูผู้หญิง ชื่อ คุณครูสมศรี และมีนักเรียนอีก 2 คน คือ ค.ช. เคน และ ค.ญ. หนุณา เพื่อใช้ในการสร้างสถานการณ์และดำเนินเรื่อง พร้อมทั้งสอดแทรกเนื้อหาที่ต้องการสอนเข้าไปในเรื่อง เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกว่าได้เข้าร่วมกับเหตุการณ์นั้นๆ และสามารถจดจำคำสอนได้โดยไม่รู้ตัวว่าเป็นการเรียน

4.1.10 ข้อมูลบทเรียน (Lesson Data)

ข้อมูลบทเรียนเป็นข้อมูลที่เป็นความรู้ต่างๆที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งจะอาศัยผู้สอนเสมือนจริงที่จะมาดึงข้อมูลบทเรียนนี้ออกไปนำเสนอแก่ผู้เรียน โดยข้อมูลบทเรียนนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

4.1.10.1 บทนำ (Introduction)

ในส่วนของบทนำนี้ทำหน้าที่เพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน (Gain Attention) และบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Specify Objective) แก่ผู้เรียน โดยจะต้องนำเสนอสื่อผสมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีความน่าสนใจ เพื่อช่วยจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนมีความรู้สึกอยากเรียน และช่วยเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย

4.1.10.2 บทเรียน (Lesson)

สำหรับในส่วนของบทเรียนนั้น เป็นองค์ประกอบที่อาจแทรกไว้ได้ในทุกๆส่วนของหน่วยการเรียนรู้เพื่อสอดแทรกเนื้อหาที่ต้องการสอนให้ผู้เรียนได้รับรู้และเกิดกระบวนการเรียนรู้ขึ้น โดยอาจเป็นในรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนรับรู้โดยตรง หรืออาจใช้วิธีอ้อมๆ เช่น การสร้างตัวละครขึ้นมา แล้วสมมุติสถานการณ์บางอย่างขึ้น โดยให้ตัวละครที่สร้างขึ้นทำการคุยโต้ตอบหรือทำกิจกรรมบางอย่าง ซึ่งแฝงเนื้อหาความรู้เอาไว้ วิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยไม่รู้ตัวและเกิดความเพลิดเพลินไปกับสถานการณ์ที่จำลองขึ้น

4.1.10.3 บทสรุป (Summary)

บทสรุป เป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้าย ที่ผู้สอนจะต้องสรุปเนื้อหาโดยเฉพาะในประเด็นที่มีความสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้สามารถนำไปใช้สำหรับทบทวนความรู้ได้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการเน้นย้ำความสำคัญของเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับรู้แล้ว ยังอาจกล่าวทิ้งท้ายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องและทำการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมได้เช่นกัน

โดยในการออกแบบเกมการทดลองเสมือนจริงในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ผู้สอนเสมือนจริงมาเป็นตัวช่วยการนำเรื่องในบทนำ รวมถึงช่วยสอนในบทเรียน โดยสอดแทรกเนื้อหาที่จะสอนลงไปในเรื่อง และเมื่อผู้เรียนทำการทดลองในเกมการทดลองเสมือนจริงเสร็จ ก็จะมีเนื้อเรื่องสั้นๆ โดยผู้สอนเสมือนจริงจะออกมาสรุปให้ฟังอีกครั้งหนึ่งก่อนจบ

นอกจากนี้ในการออกแบบและพัฒนาเกมการทดลองเสมือนจริงนั้น เนื่องจากเป็นเกมที่ต้องใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้มีขนาดไฟล์ที่เล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากต้องมีการดาวน์โหลดไฟล์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ถ้าขนาดไฟล์ใหญ่นอกจากจะเปลืองแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่ต้องใช้แล้ว ยังมีผลต่อสมรรถนะของระบบโดยรวมอีกด้วย โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

1) ควรบีบอัดไฟล์ให้มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ กรณีสร้างเกมโดยใช้โปรแกรม Adobe® Flash® Professional ภาพกราฟิกภายในที่เป็นชนิดราสเตอร์นั้น สามารถเลือกได้ว่าจะให้โปรแกรมทำการบีบอัดในลักษณะใด เช่น เป็นบีบอัดแบบ Loseless คือ ไม่สูญเสียรายละเอียด แต่ขนาดไฟล์จะใหญ่ หรือ เป็นแบบ Losely คือ สูญเสียรายละเอียดได้ตามค่าคุณภาพ (Quality) ที่ตั้งไว้ โดยข้อดีคือขนาดไฟล์จะเล็กกว่า ในเรื่องของเสียงก็เช่นกัน สามารถให้โปรแกรมทำการบีบอัดได้ โดยสามารถเลือกได้ว่าจะให้โปรแกรมบีบอัดเสียงในรูปแบบไหน (ADPCM, MP3, Raw, Speech) ซึ่งการบีบอัดแต่ละชนิดก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป นอกจากนี้สามารถเลือกได้ว่าจะให้โปรแกรมบีบอัดโดยใช้ Bit rate ขนาดเท่าไร โดย Bit rate สูง เสียงจะดีกว่า แต่ก็ใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเยอะกว่าการใช้ Bit rate ต่ำ ดังนั้นควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสม จะทำให้ได้ไฟล์ที่มีขนาดเล็กที่สุด ที่ยังคงคุณภาพที่ต้องการไว้ได้

2) กรณีมีการใช้เสียงเพลง (Background Music: BGM) หรือมีการใช้เสียงพากย์ (Voice) ซึ่งโดยปกติแล้ว ไฟล์เสียงเหล่านี้มักมีขนาดใหญ่ ถ้านำไปรวมกับไฟล์เกม ก็จะทำให้ไฟล์เกมมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย ควรใช้เทคนิคการแยกไฟล์เสียงออกมาต่างหาก แล้วเขียนโปรแกรมเพื่อทำการดึงไฟล์เสียงมาใช้ เมื่อถึงเวลาที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น วิธีนี้ทำให้ไฟล์เกมหลักมีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไปและสามารถดาวน์โหลดได้อย่างรวดเร็วนั่นเอง

4.2 ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บ

การพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บ ซึ่งเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ได้ใช้คิดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลเป็นตัวแบบหลักในการพัฒนา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (รายละเอียดรูปภาพและตารางอยู่ในภาคผนวก ก)

4.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียด เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตพืช ซึ่งในช่วงการวิเคราะห์เนื้อหานี้จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1.1 การสร้างแผนภูมिरะดมสมอง (Brainstorm Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการระดมสมอง ได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.1

4.2.1.2 การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มของหัวเรื่องที่ทำการระดมสมองมาได้ ให้อยู่ในหมวดหมู่ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.2

4.2.1.3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ซึ่งได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.3

4.2.2 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Design)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยออกแบบหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.2.1 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Content Dividing)

ผู้วิจัยได้แบ่งได้เป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช

หน่วยที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช

หน่วยที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาได้ดังตารางที่ ก.1

4.2.2.2 การออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ (Game Design)

ผู้วิจัยได้ออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์โดยได้แบ่งออกเป็น 5 เกม ตามหน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ ก.2

โดยแต่ละเกมการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

1) เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าน้ำเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตของพืช โดยแบ่งเป็น 3 เกมย่อย ดังนี้ เกมที่ 1 คือ เกมรดน้ำให้ต้นไม้จนตาย ซึ่งเป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าการรดน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งทำให้ต้นไม้ดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ ส่วนถ้ารดน้ำไม่ทันต้นไม้จะเหี่ยวเฉาจนกระทั่งตายได้ เกมที่ 2 คือ เกมไม่รดน้ำแล้วเป็นไง เป็นการเกมจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบว่ามีต้นไม้ต้นหนึ่งได้รับการรดน้ำ ส่วนอีกต้นไม้ไม่ได้รับการรดน้ำจะเป็นอย่างไร และเกมที่ 3 คือ เกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ดี เป็นการเกมจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบว่ามีต้นไม้ต้นหนึ่งได้รับการรดน้ำอย่างพอเหมาะ ส่วนอีกต้นไม้ได้รับการรดน้ำมากเกินไปจะเป็นอย่างไร

2) เกมขาดแสงจนหงอยเหงาม

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตของพืช โดยแบ่งเป็น 2 เกมย่อย ดังนี้ เกมที่ 1 คือ เกมขอแสงให้ต้นไม้จนตาย ซึ่งเป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าการให้แสงแดดเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งทำให้ต้นไม้ดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ ส่วนถ้าไม่มีแสงแดดต้นไม้จะเหี่ยวเฉาจนกระทั่งตายได้ เกมที่ 2 เกมโดนหลังคาบังแล้วเป็นไง เป็นการเกมจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบว่ามีต้นไม้ต้นหนึ่งได้รับแสงแดด ส่วนอีกต้นไม้โดนหลังคาบัง ทำให้ไม่ได้รับแสงแดดจะเป็นอย่างไร

3) เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าเมล็ดของพืชนั้นมีชีวิต โดยมีน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการงอกของเมล็ดพืช ได้เรียนรู้วิธีการปลูกถ่วงออก และส่วนประกอบต่างๆของเมล็ดและส่วนประกอบต่างๆของต้นอ่อนของพืชที่กำลังงอกออกมา

4) เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ

เป็นเกมจำลองการปลูกต้นไม้ที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงการเจริญเติบโตและวงจรชีวิตของพืช ว่ามีปัจจัยใดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืชบ้าง รวมถึงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงการดูแลรักษาพืช โดยจะเริ่มจากให้ผู้เรียนเลือกกระถางต้นไม้ที่ต้องการ จากนั้นใส่ดิน เลือกเมล็ด ใส่มูลดิน รดน้ำ จนกระทั่งต้นอ่อนงอก จากนั้นให้ผู้เรียนได้รู้จักดูแลรักษาต้นไม้ โดยการรดน้ำ พรุนดิน ให้แสงแดด ใส่ปุ๋ย กำจัดแมลงศัตรูพืช ไปจนถึงดูแลการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ปลูก ดังแสดงให้เห็นเป็นแผนภูมิ ดังภาพที่ ก.4

5) เกมสังเฝ้ารอบต้นไม้

เป็นเกมที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าพืชมีวิธีตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เช่น แสงหรือสัมผัสได้อย่างไร โดยแบ่งเป็น 3 เกมย่อย ดังนี้ เกมที่ 1 คือ เกมทานตะวันหันตามแสง ซึ่ง

เป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตำแหน่งของดวงอาทิตย์ได้จากนั้นดอกทานตะวันจะตอบสนองต่อแสงโดยการหันตามดวงอาทิตย์เพื่อรับแสงตลอดเวลา เกมที่ 2 คือ เกมไม่ยราบ หุบ หุบ หุบ ซึ่งภายในเกมผู้เรียนจะสามารถใช้มือลากไปมาบนพื้นที่มีต้นไม้ยราบอยู่หลายต้น เมื่อนิ้วมือในเกมแตะถูกใบไม้ยราบ ใบก็จะหุบ และเมื่อรอสักพักใบไม้ยราบก็จะบานออกมาใหม่ และ เกมที่ 3 คือ เกมหื้อข้าวหื้อแกงลิงกินแมลง ซึ่งผู้เรียนจะสามารถควบคุมให้ต้นหื้อข้าวหื้อแกงลิงสามารถกินแมลงที่มาเกาะได้ เพื่อเป็นการเรียนรู้การตอบสนองต่อการสัมผัสของต้นหื้อข้าวหื้อแกงลิง

4.2.2.3 การสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

ผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ขึ้นมา ซึ่งได้ผลออกมาตามภาพที่ ก.5

4.2.2.4 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavior Objectives)

ผู้วิจัยได้เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้ผลออกมาตามตารางที่ ก.3 ,ตารางที่ ก.4 และ ตารางที่ ก.5

4.2.2.5 การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart)

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และ เกมขาดแสงจันทรงหยอยเหงา ผู้วิจัยจึงได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอออกมา 2 แผนภูมิ ดังภาพที่ ก.6 และภาพที่ ก.7

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ผู้วิจัยจึงได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอออกมา 2 แผนภูมิ ดังภาพที่ ก.8 และภาพที่ ก.9

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมลิ่งเร้ารอบต้น ผู้วิจัยจึงได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอออกมา 1 แผนภูมิ ดังภาพที่ ก.10

4.2.3 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ (Development)

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.2.3.1 การเขียนรายละเอียดเนื้อหาบทประกอบการสอน (Script Development)

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และ เกมขาดแสงจันทรงหยอยเหงา ผู้วิจัยจึงได้จัดทำประกอบการสอนของเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ ดังภาพที่ ก.11 ถึงภาพที่ ก.15 และผู้วิจัยได้จัดทำประกอบการสอนของเกมขาดแสงจันทรงหยอยเหงา ดังภาพที่ ก.16 ถึงภาพที่ ก.19

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำประกอบการสอนของเกมถ่วงออก

มาแล้วจ้า ดังภาพที่ ก.20 ถึงภาพที่ ก.22 และผู้วิจัยได้จัดทำกรอบการสอนของเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ดังภาพที่ ก.23 ถึงภาพที่ ก.26

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมสิ่งเร้ารอบต้น ผู้วิจัยจึงได้จัดทำกรอบการสอนของเกมสิ่งเร้ารอบต้น ดังภาพที่ ก.27 ถึงภาพที่ ก.31

4.2.3.2 การจัดลำดับกรอบการสอน (Storyboard Development)

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และ เกมขาดแสงนั้นหงอยเหงา ผู้วิจัยจึงได้จัดลำดับกรอบการสอนออกมา 2 ภาพ ดังภาพที่ ก.32 และภาพที่ ก.33 ตามลำดับ

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถั่วออกมาแล้วจ้า และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ผู้วิจัยจึงได้จัดลำดับกรอบการสอนออกมา 2 ภาพ ดังภาพที่ ก.34 และภาพที่ ก.35 ตามลำดับ

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมสิ่งเร้ารอบต้น ผู้วิจัยจึงได้จัดลำดับกรอบการสอนออกมา 1 ภาพ ดังภาพที่ ก.36

4.2.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Correctness Examination)

ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอนที่จัดลำดับแล้ว ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้ตรวจสอบเนื้อหาของ คัดศัพท์ชาวเลียบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำ คือ ให้เพิ่มเนื้อหาในส่วนการปลูกถั่วอก โดยให้ปลูกได้จนถึงใบแก่ครั้งแรก จากเดิมที่ปลูกได้จนถึงใบเลี้ยงเท่านั้น และการเพิ่มเนื้อหาในส่วนของเงาของต้นไม้ ซึ่งควรเพิ่มเข้ามา และให้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับทิศทางและเงาไปพร้อมๆกัน

4.2.3.4 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน (Test Creation)

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบที่ใช้สำหรับ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน และ การทดสอบหลังเรียน ซึ่งรายละเอียดของแบบทดสอบจะอยู่ที่ภาคผนวก ก

4.2.4 การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (Implementation)

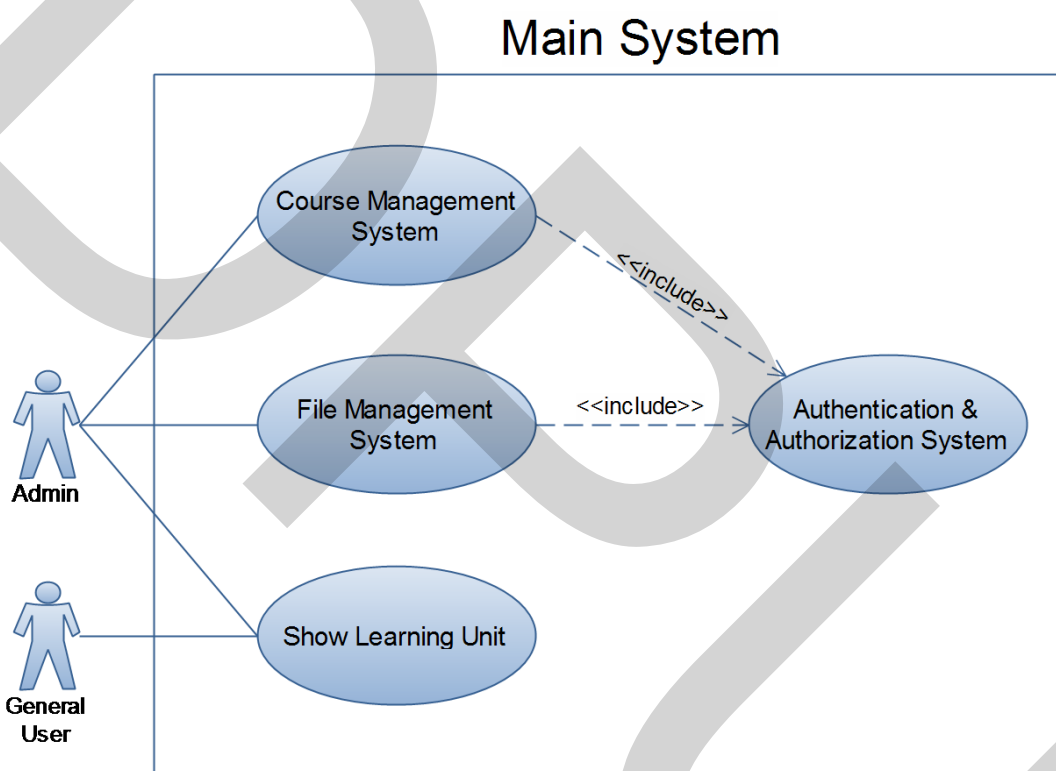
ผู้วิจัยได้สร้างหน่วยการเรียนรู้หรือเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา จำนวนทั้งสิ้น 5 เกม โดยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ ดังภาพที่ ก.37 ถึงภาพที่ ก.41 และ เกมขาดแสงนั้นหงอยเหงา ดัง ภาพที่ ก.42 ถึงภาพที่ ก.45

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช นั้นจะแบ่งเป็น 2 เกมหลัก คือ เกมถั่วออกมาแล้วจ้า ดังภาพที่ ก.46 ถึงภาพที่ ก.49 และ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ ดังภาพที่ ก.50 ถึงภาพที่ ก.55

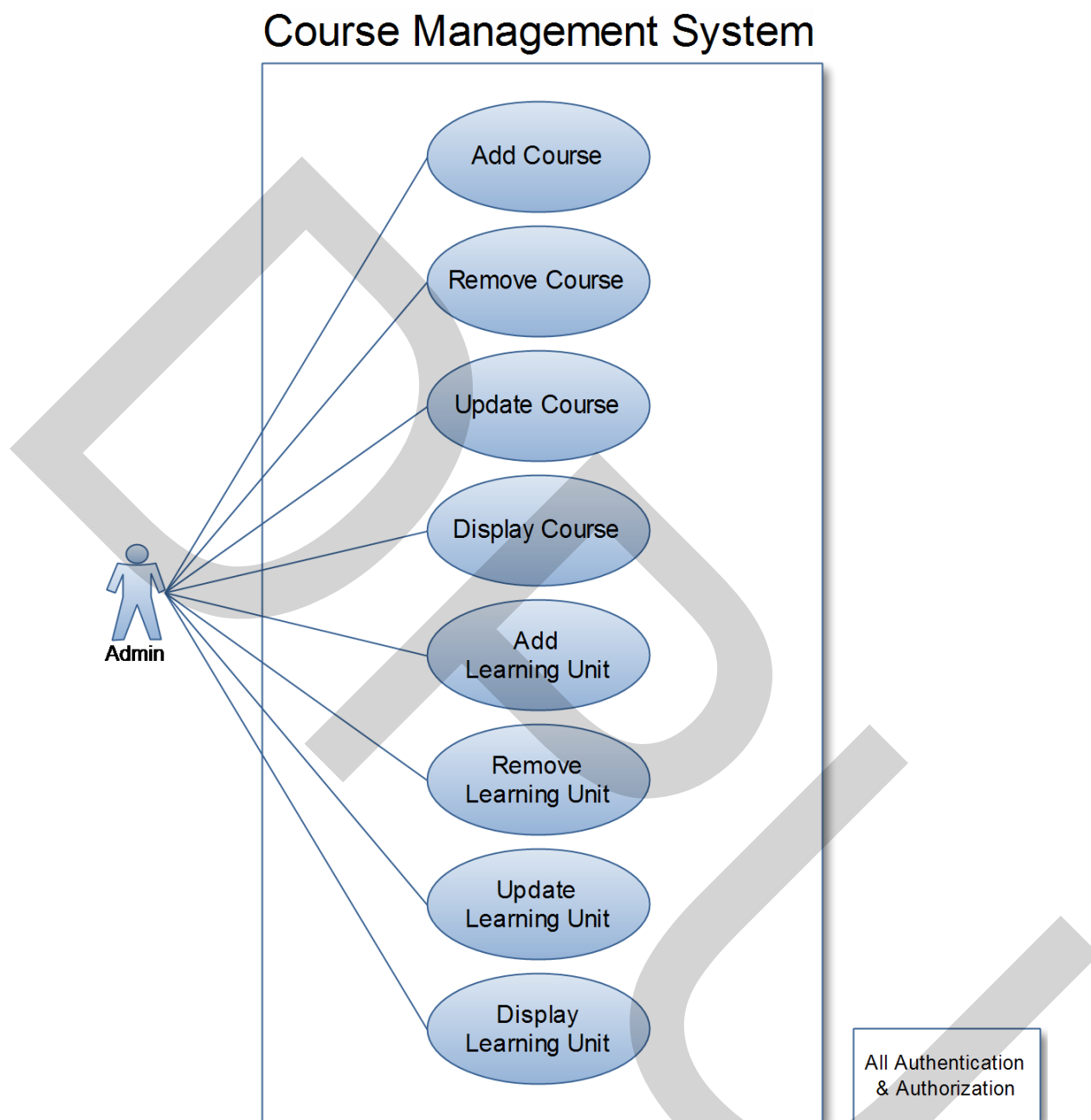
ในหน่วยการเรียนที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพีช นั้น มี 1 เกมหลัก คือ เกมสิ่งเร้ารอบต้น ดังภาพที่ ก.56 ถึงภาพที่ ก.60

4.2.5 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)

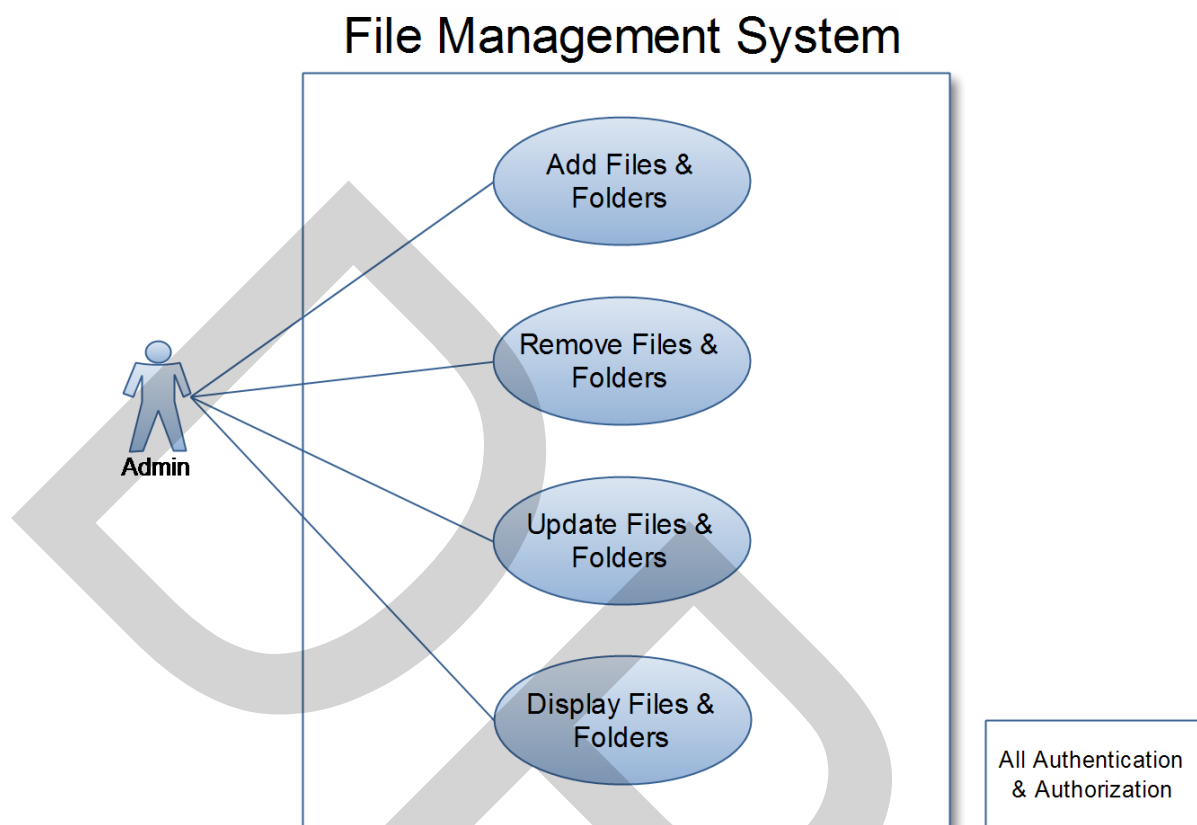
ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้วิเคราะห์ออกมา โดยเขียนในรูปแบบของแผนภาพ Use Case (Use Case Diagram) ตามภาพที่ 4.2 ถึงภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.2 แผนภาพ Use Case แสดงระบบหลัก (Main System)

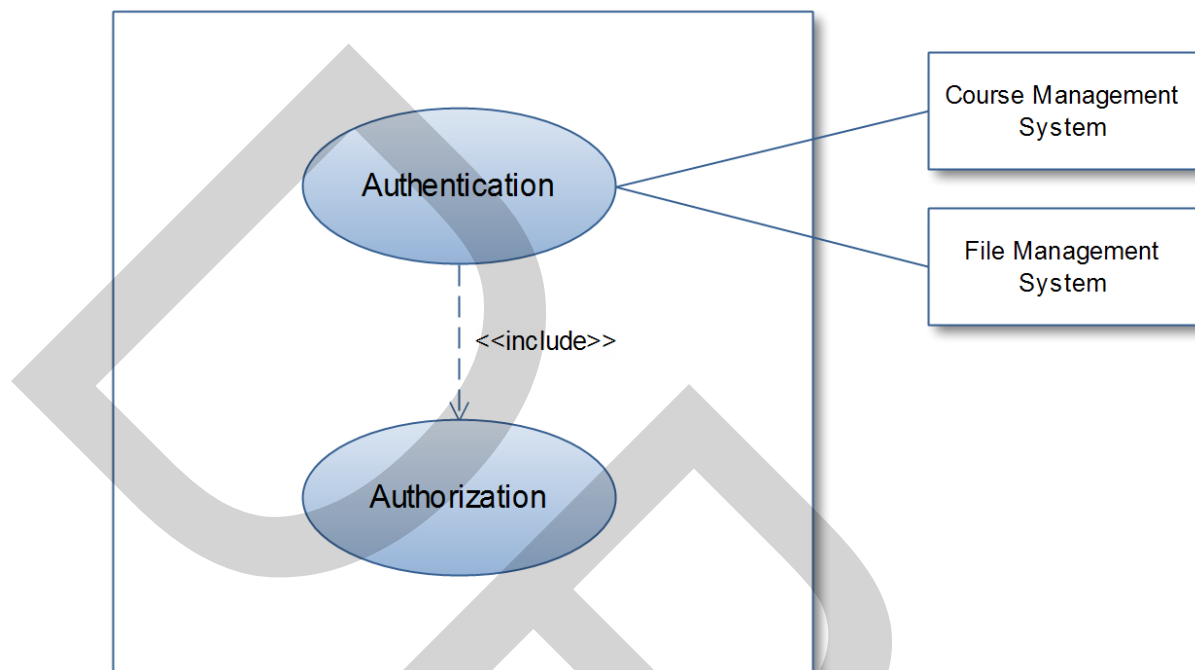


ภาพที่ 4.3 แผนภาพ Use Case แสดงระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน
(Course Management System)



ภาพที่ 4.4 แผนภาพ Use Case แสดงระบบจัดการไฟล์ (File Management System)

Authentication & Authorization System



ภาพที่ 4.5 แผนภาพ Use Case แสดงระบบระบุตัวตนและตรวจสอบสิทธิ์ (Authentication and Authorization System)

ส่วนรายละเอียดของระบบงานแต่ละส่วน (Use Case Description) นั้นผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ดังตารางที่ ก.6 ถึงตารางที่ ก.20

ผู้วิจัยได้สร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้โปรแกรม Adobe® Dreamweaver® เขียนเป็นภาษา XHTML (eXtensible HyperText Markup Language) เพื่อใช้สร้างเว็บไซต์ ร่วมกับภาษา CSS (Cascading Style Sheets) เพื่อใช้ในการจัดรูปแบบหน้าตาของเว็บไซต์ และใช้ภาษา PHP (PHP Hypertext Preprocessor) ในการเขียนโปรแกรมสคริปต์ เนื่องจากเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เขียนได้ง่าย และมีประสิทธิภาพสูง ร่วมกับใช้ภาษา JavaScript และเทคโนโลยี AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) เพื่อให้โปรแกรมมีการโต้ตอบ (Interactive) กับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบฐานข้อมูล MySQL เนื่องจากเป็นระบบฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ได้รับความนิยมอย่างสูง และไม่มีค่าใช้จ่ายอีกด้วย

4.2.6 การติดตั้งและทดสอบระบบ (Deployment)

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรม Apache Web Server เพื่อช่วยในการทดสอบระบบในเครื่องของตนเอง และได้เพิ่มข้อมูลรวมถึงไฟล์ต่างๆที่จำเป็นสำหรับการใช้งานคิสต์เวอร์ชวลแล็บ จากนั้นได้นำระบบคิสต์เวอร์ชวลแล็บที่ผ่านการทดสอบแล้วไปให้บริการบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการบนระบบอินเทอร์เน็ตต่อไป

หน้าตาของคิสต์เวอร์ชวลแล็บเป็นไปดังภาพที่ 4.6 ถึง ภาพที่ 4.18

Kids' Virtual Lab
 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวต์เว็บ

หน้าแรก
 เข้าระบบ
 จัดการหลักสูตร
 จัดการไฟล์
 เกี่ยวกับ
 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ
 เกี่ยวกับผู้จัดทำ

Kids' Virtual Lab

หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช

โดย.. อ. นพ. คณิต คุศิริวิเชียร

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เกมขาดแสงฉันทงอยเหงา
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เกมถั่งออกมาแล้วจ้า
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เกมสิ่งเร้ารอบต้น

Kids' Virtual Lab
 Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.6 คัดส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าแรก

Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">Kids' Virtual Lab</h2> <div style="background-color: #007bff; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; margin: 5px 0;"> หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช </div> <p style="color: #e67e22; font-weight: bold;">หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <h3 style="color: #00b050; text-decoration: underline; text-decoration-color: #00b050;">เกมสับขาดน้ำเหมือนขาดใจ</h3> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: #ffc107; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">รดน้ำให้ทันไม่จันทาย</div> <div style="background-color: #ffc107; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ไม่รดน้ำแล้วเป็นใจ</div> <div style="background-color: #ffc107; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">รดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ได้</div> <div style="background-color: #ffc107; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ออกจากเกมส์</div> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
---------	--

 Kids' Virtual Lab
 Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.7 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ

Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">Kids' Virtual Lab</h2> <div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; margin: 5px 0;"> หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช </div> <p style="margin: 5px 0; color: #c00000;">หน่วยการเรียนรู้ 1 เกมขาดแสงฉันทงอยเหงา</p> <div style="text-align: center; padding: 10px;">  </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.8 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมขาดแสงฉันทงอยเหงา

Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">Kids' Virtual Lab</h2> <div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช </div> <p style="color: #c00000; text-align: center; margin: 0;">หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <h3 style="color: #008000; text-decoration: underline; font-size: 2em;">ถ่วงออกมาแล้วจ้า</h3> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: #ffd700; border-radius: 15px; padding: 5px 20px; margin-bottom: 10px;">ถ่วงออกมาแล้วจ้า</div> <div style="background-color: #ffd700; border-radius: 15px; padding: 5px 20px;">ออกจากเกมส์</div> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> Ⓜ a a u i </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.9 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า

Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวต์เว็บ

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">Kids' Virtual Lab</h2> <div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; margin: 5px 0;"> หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช </div> <p style="color: #92d050; margin: 5px 0;">หน่วยการเรียนรู้ 2 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <h3 style="color: #92d050; text-decoration: underline; text-decoration-color: #92d050;">เกมส้มาปลูกต้นไม้กันเถอะ</h3> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: #f1c232; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">มาปลูกต้นไม้กันเถอะ</div> <div style="background-color: #f1c232; border-radius: 15px; padding: 5px;">ออกจากเกมส์</div> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="margin-top: 10px; display: flex; justify-content: space-between;"> ๑ a a a i </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.10 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ

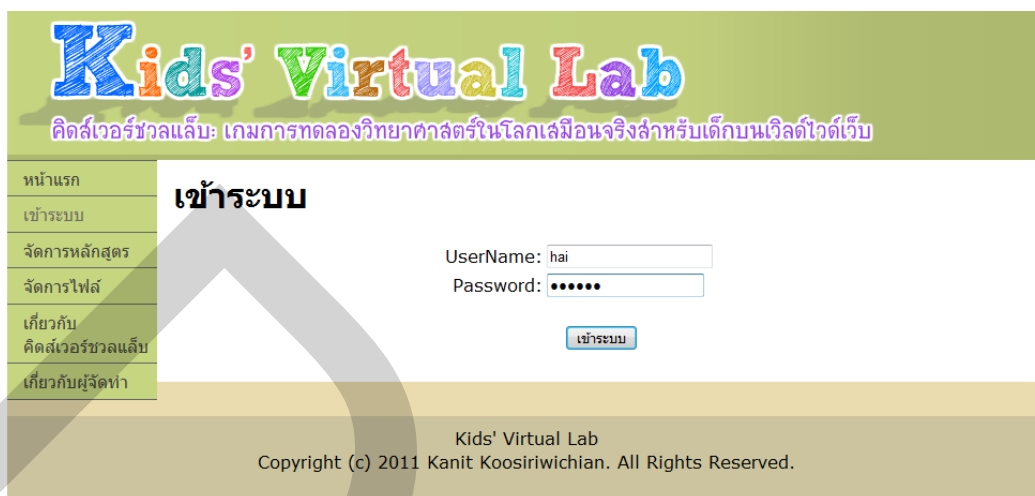
Kids' Virtual Lab

คิดส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">Kids' Virtual Lab</h2> <div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px; text-align: center; margin: 5px 0;"> หลักสูตร วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช </div> <p style="color: #c00000; text-align: center; margin: 5px 0;">หน่วยการเรียนรู้ 3 เกมสิ่งเร้ารอบต้น</p> <div style="text-align: center;"> <h3 style="color: #0070c0; text-decoration: underline;">เกมสิ่งเร้ารอบต้น</h3>  </div>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับ คิดส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.11 คิดส์เวอร์ชวลแล็บ เกมสิ่งเร้ารอบต้น



Kids' Virtual Lab
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็บบอร์ด

หน้าแรก
เข้าสู่ระบบ
จัดการหลักสูตร
จัดการไฟล์
เกี่ยวกับ
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ
เกี่ยวกับผู้จัดทำ

เข้าสู่ระบบ

UserName: hai
Password:

เข้าสู่ระบบ

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.12 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าล็อกอิน เข้าสู่ระบบ



Kids' Virtual Lab
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็บบอร์ด

หน้าแรก
เข้าสู่ระบบ
จัดการหลักสูตร
จัดการไฟล์
เกี่ยวกับ
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ
เกี่ยวกับผู้จัดทำ

เข้าสู่ระบบ

ยินดีต้อนรับ อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร (hai)

ออกจากระบบ

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosiriwichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.13 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ แจ้งว่าเข้าสู่ระบบได้สำเร็จ

Kids' Virtual Lab
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็บไซต์เว็บ

ยินดีตอนรับ อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร (hai)

หน้าแรก
เข้าระบบ
จัดการหลักสูตร
จัดการไฟล์
เกี่ยวกับ
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ
เกี่ยวกับผู้จัดทำ

จัดการหลักสูตร

ID	ชื่อหลักสูตร	อาจารย์	ใช้งานได้	
1	วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช	อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตสัตว์	อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร	<input type="checkbox"/>	

[+ เพิ่มหลักสูตร](#)

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosirivichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.14 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการหลักสูตร

Kids' Virtual Lab
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็บไซต์เว็บ

ยินดีตอนรับ อ.นพ.คณิต คูศิริวิเชียร (hai)

หน้าแรก
เข้าระบบ
จัดการหลักสูตร
จัดการไฟล์
เกี่ยวกับ
คิตส์เวอร์ชวลแล็บ
เกี่ยวกับผู้จัดทำ

จัดการหน่วยการเรียนรู้ (วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตพืช)

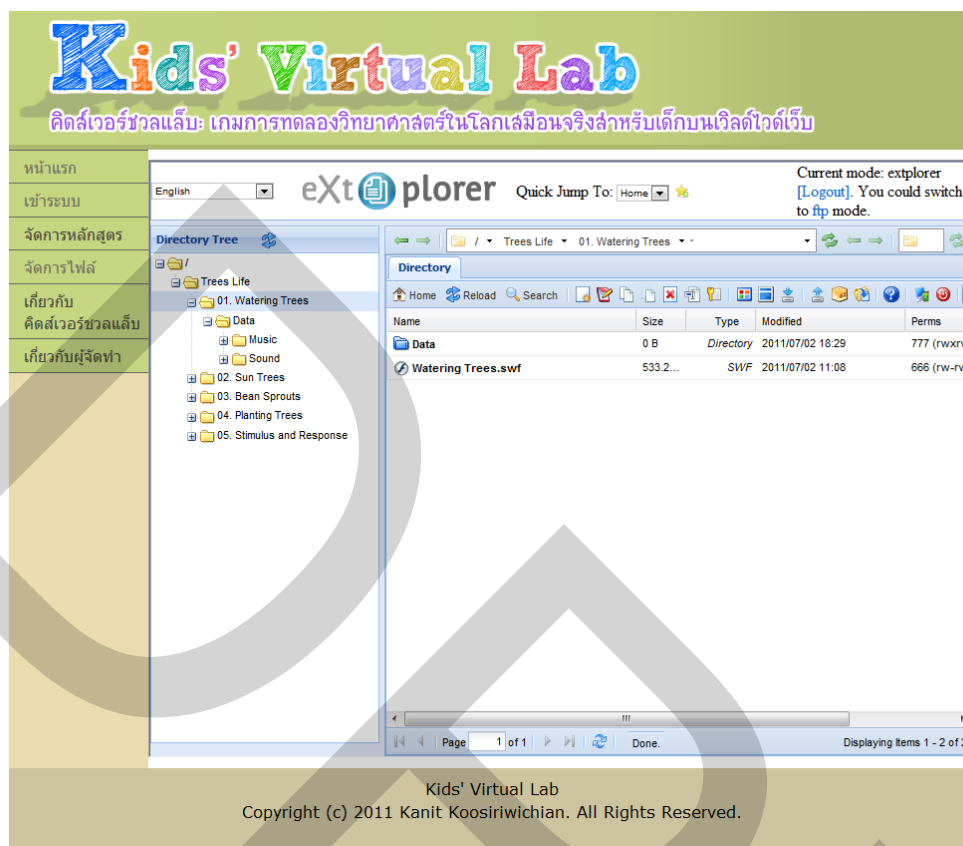
ID	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	URL	ใช้งานได้	
1	หน่วยการเรียนรู้ 1 เกมขุดน้ำเหมือนขุดใจ	Course/Trees%20Life/01.%20Watering%20Trees/Waterin	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	หน่วยการเรียนรู้ 1 เกมขาดแสงจันทร์หอยเหงา	Course/Trees%20Life/02.%20Sun%20Trees/Sun%20Tree	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	หน่วยการเรียนรู้ 2 เกมถั่งออกมาแล้วจ้า	Course/Trees%20Life/03.%20Bean%20Sprouts/Bean%20C	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	หน่วยการเรียนรู้ 2 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ	Course/Trees%20Life/04.%20Planting%20Trees/Planting'	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	หน่วยการเรียนรู้ 3 เกมสิ่งเร้ารอบคัน	Course/Trees%20Life/05.%20Stimulus%20and%20Respc	<input checked="" type="checkbox"/>	

[+ เพิ่มหน่วยการเรียนรู้](#)

[<< กลับหน้าจัดการหลักสูตร](#)

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Koosirivichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.15 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการหน่วยการเรียนรู้



ภาพที่ 4.16 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าจัดการไฟล์



ภาพที่ 4.17 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าเกี่ยวกับผู้จัดทำ

Kids' Virtual Lab

คิตส์เวอร์ชวลแล็บ: เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์

หน้าแรก	<h2 style="margin: 0;">เกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ</h2> <p>การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาของประเทศชาติ การทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ที่สำคัญ เพราะช่วยให้เด็กสามารถที่จะเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น แต่ในการเตรียมการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องเตรียมทั้งอุปกรณ์, สารเคมี, ห้องปฏิบัติการที่พร้อม การทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่างจึงจำเป็นต้องอาศัยสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยด้วย เช่น การทดลองเรื่องวันชยาชที่อาจจำเป็นต้องใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสง ถ้าวันนั้นฝนตกหรือมีเมฆมากอาจทำการทดลองไม่ได้ เป็นต้น การทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่างก็ค่อนข้างอันตราย เช่นการทดลองเรื่องไฟหรือการผสมสารเคมีบางอย่าง อาจไม่เหมาะสำหรับเด็ก เนื่องจากเด็กยังขาดความระมัดระวังในการทำการทดลอง หรือ บางครั้งการทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่าง อาจต้องใช้เวลานานในการสังเกตผล ที่ค่อนข้างยาวนาน ไม่สามารถทำในโรงเรียนในช่วงเวลาสั้นๆได้ เช่น การทดลองปลูกต้นไม้ ซึ่งอาจทำในเด็กเล็กได้ความระมัดระวังและความเอาใจใส่ที่มากขึ้นไปเสียก่อนในการที่จะต้องรดน้ำดูแลต้นไม้ อีกทั้งการทดลองทางวิทยาศาสตร์บางอย่างจำเป็นต้องใช้บุคลากรทางการศึกษาคือ คุณครูหลายคน เพื่อช่วยกันกำกับ, ควบคุม และดูแล ให้การทดลองเป็นไปอย่างเรียบร้อย</p> <p>การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิ่ง (e-Learning) คือ การเรียนการสอนที่นำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาเป็นสื่อการสอน โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน มีระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System) เพื่อใช้สำหรับอำนวยความสะดวก บันทึก ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการเรียน การเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิ่งแบบเต็มรูปแบบ จะใช้วิธีนำเอาเนื้อหาข้อหนึ่งสื่อไปใส่ไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะสามารถอ่านหรือเรียนรู้ผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำได้ทั้งที่โรงเรียน, ไม่มีแรงจูงใจให้ศึกษา, ขาดความกระตือรือร้น, ไม่ฝึกฝน, ขาดความรับผิดชอบ และ มีวิธีการเลือกใช้งานระบบค่อนข้างสูง (Apapanik and Mstefanos, 2007) ดังนั้นการออกแบบระบบการเรียนรู้นี้ขึ้นมา จึงมีจุดมุ่งหมายเข้ามาเป็นต้นแบบ การใช้เกมคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการสอน (e-Learning Game) เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีที่สุดในเรื่อง ซึ่งมีความสนุกสนานในการเรียน ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ ทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ดีขึ้น (Zhi-Hong Chen, Calvin C.Y. Liao and Tak-Wai Chan, 2010) อีกทั้งการเล่นเกมยังเป็นการพัฒนาทักษะหลายด้านของเด็ก เช่น ด้านจิตวิทยา, ด้านสังคม, ด้านการเรียนรู้ และช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย (Apapanik and Mstefanos, 2007)</p> <p>เกมคอมพิวเตอร์ (Computer Game) นั้นสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี (Pei-Chi Ho, Chun-Hsiung Huang and Szu-Ming Chung, 2007; Yu-Hong Lin, 2007) และการใช้เกมคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการสอนการทดลองปฏิกิริยาค่าต่างแบบเสมือนจริงนั้นก็มีความน่าสนใจ แต่โดยมากจะเป็นการออกแบบสำหรับผู้ใหญ่ เช่น การทดลองทางฟิสิกส์ (Virtual Physics Lab), การทดลองทางเคมี (Virtual Chemistry Lab), การทดลองทางชีววิทยา (Virtual Biology Lab), การทดลองปรับแต่งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Virtual Network Computer Lab) (Frantisek Jakob, Jozef Janitor and Michal Nagy, 2009) หรือ แม้กระทั่งเกมจำลองทางธุรกิจ (Virtual Business Game) แต่เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กนั้นเมื่อจำแนกออกมาแล้ว เนื่องจากความยากในการออกแบบ เพราะเนื่องจากต้องเน้นในเรื่องของการทดลองแล้ว สิ่งที่เขาไม่ได้ใน เกมการทดลองสำหรับเด็กคือสิ่งที่ดึงดูดใจให้เด็กเข้ามาเล่นและทดลองได้อย่างสนุกสนาน ไม่เบื่อ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีตัวแบบ (Model) หรือแนวทางในการพัฒนา (Development Guideline) เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กที่ยังชัดเจน อีกทั้งการศึกษาถึงผลลัพธ์ของการนำเอาเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้ในเด็กก็ยังมีค่อนข้างน้อย</p> <p>ในประเทศไทยซึ่งยังเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา มีงบประมาณด้านการศึกษาสนับสนุนให้แก่โรงเรียนที่อยู่ไกล ความเจริญค่อนข้างน้อย ทำให้เด็กนักเรียนที่เรียนอยู่โรงเรียนเหล่านี้ขาดโอกาสทางการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องไม้เครื่องมือที่จะเป็นสื่อการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน ดังนั้นการเรียนผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต (Distance e-Learning) ผ่านเว็ทไซต์ (World Wide Web) สามารถช่วยจุดนี้ได้ (D.Bartholomew, 2005) เนื่องจากเครื่องมือคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ต นักเรียนก็สามารถเรียนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้จากการทดลอง โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเครื่องมืออีกต่อไป ทั้งยังช่วยให้เด็กสามารถทำการเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่เด็กต้องการได้อีกด้วย</p> <p>จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาหรือปรับปรุงเกมคอมพิวเตอร์ ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยจำลองมาจากเกมการทดลองจริง ผู้เรียนจะรู้สึกเหมือนกับว่าเข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริง (Virtual World) และทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ภายในเกม ผู้วิจัยเรียกตัวแบบที่สร้างขึ้นว่า "ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ (A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web)" หรือ เรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (Kids' Virtual Lab Model)" จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาเกมการเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล ซึ่งเรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab)" โดยได้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ และนำไปทดลองใช้สอนในชั้นเรียนตามห้องเรียนที่ผู้เรียนได้เรียนและเกมที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้น มีประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อผู้เรียนเป็นอย่างดี</p>
เข้าระบบ	
จัดการหลักสูตร	
จัดการไฟล์	
เกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ	
เกี่ยวกับผู้จัดทำ	

วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ (คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล)
- เพื่อสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ ตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (คิตส์เวอร์ชวลแล็บ)
- เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ (Efficiency) ของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล
- เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) ของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล
- เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นค่าตามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

- เพื่อได้ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ขึ้นมา เป็นแนวทางสำหรับออกแบบและพัฒนาเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ทไซต์ไว้ต่อไป
- เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และช่วยพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น จากการใช้น้ำเงินหรือมีคิตส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้น
- เพื่อให้นักเรียนได้สนุกกับการเรียนรู้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง
- เพื่อขยายผลและค่าใช้จ่ายในการเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้
- เพื่อสามารถนำเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาอื่นต่อไปได้อีก

Kids' Virtual Lab
Copyright (c) 2011 Kanit Kooirivichian. All Rights Reserved.

ภาพที่ 4.18 คิตส์เวอร์ชวลแล็บ หน้าเกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

4.3 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ

ผลการวัดสมรรถนะของระบบซึ่งได้จับเวลาตั้งแต่เครื่องไคลเอนต์ได้ร้องขอ จนกระทั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ส่งข้อมูลที่เครื่องขอกลับมาจนครบถ้วน และเครื่องไคลเอนต์ได้แสดงหน้าเว็บเพจอย่างสมบูรณ์ เป็นไปดังตารางที่ 4.1 โดยค่าตัวเลขที่จับเวลาได้มีหน่วยเป็นวินาที

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดสมรรถนะของระบบ

การเชื่อมต่อ เว็บเพจ	Local Host	ADSL LAN	ADSL WLAN	University WIFI	Public WIFI	From Cache
Home	0.09	0.39	0.44	0.39	0.57	0.15
Game 1	0.21	1.95	2.04	0.87	4.23	0.15
Game 2	0.24	1.62	1.77	1.49	3.36	0.19
Game 3	0.27	1.59	1.63	1.42	2.91	0.25
Game 4	0.30	2.17	2.18	1.95	3.92	0.23
Game 5	0.26	2.65	2.73	2.47	4.48	0.18
Login	0.17	0.47	0.45	0.59	0.37	0.15
Course Management	0.14	0.66	0.67	0.45	0.65	0.20
File Management	0.65	1.89	1.92	2.40	0.85	0.49
About Kids' Virtual Lab	0.11	0.45	0.78	0.28	0.35	0.12
About Author	0.07	0.39	0.39	0.26	0.32	0.15

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ Local Host จะใช้เวลาไม่เกิน 1 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดีมาก ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ ADSL LAN จะเห็นว่าหน้าทัวๆ ไปจะใช้เวลาในการดาวน์โหลดและแสดงผลไม่เกิน 1 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดีมาก แต่หากเป็นหน้าที่มีข้อมูลเยอะ เช่น หน้าเกมต่างๆ หรือหน้าระบบจัดการไฟล์ก็จะใช้เวลาประมาณ 1-3 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดี ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ ADSL WLAN ก็จะคล้ายกับแบบ ADSL LAN เพียงแต่อาจมีการหน่วง (Latency) เล็กน้อย เนื่องจากการส่งข้อมูลแบบไร้สายนั่นเอง ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ University WIFI จะเห็นว่าสมรรถนะจะดีกว่าแบบ ADSL WLAN เล็กน้อย แสดงว่าความเร็วของระบบอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์เร็วกว่าความเร็วของระบบ

อินเทอร์เน็ตตามบ้านอยู่เล็กน้อย ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบ Public WIFI นั้นจะมีการเชื่อมต่อที่ช้าที่สุด โดยใช้เวลาประมาณ 1-5 วินาที แต่ก็ยังถือว่าอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดี ส่วนการเชื่อมต่อแบบ From Cache นั้นเป็นการเชื่อมต่อที่เร็วที่สุด เนื่องจากสามารถใช้ไฟล์จากในแคชของเครื่องไคลเอนต์ได้ทันที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สมรรถนะดีมาก ผู้วิจัยได้สรุปผลการประเมินสมรรถนะของระบบไว้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินสมรรถนะของระบบ

การเชื่อมต่อ	ผลการประเมินสมรรถนะของระบบ
Local Host	สมรรถนะดีมาก
ADSL LAN	สมรรถนะดี
ADSL WLAN	สมรรถนะดี
University WIFI	สมรรถนะดี
Public WIFI	สมรรถนะดี
From Cache	สมรรถนะดีมาก

4.4 ผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

ผลจากการนำคิส์เวอร์ชวลแล็บที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของความถูกต้อง		
1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4.75	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.75	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.25	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของความถูกต้อง	4.58	ดีมาก

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

2. ส่วนของเนื้อหา		
2.1 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.50	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	4.75	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.50	ดีมาก
2.4 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.75	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของเนื้อหา	4.63	ดีมาก
3. ส่วนของภาพ		
3.1 ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	4.75	ดีมาก
3.2 ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.75	ดีมาก
3.3 ภาพประกอบชวนให้น่าสนใจ	4.50	ดีมาก
3.4 ขนาดของภาพประกอบที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.50	ดีมาก
3.5 ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียนและเกม	4.75	ดีมาก
3.6 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียนและเกม	4.75	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของภาพ	4.67	ดีมาก
4. ส่วนของแบบทดสอบ		
4.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบและ วัตถุประสงค์	4.25	ดี
4.2 ความชัดเจนของคำสั่งในแบบทดสอบ	4.50	ดีมาก
4.3 จำนวนข้อของแบบทดสอบ	4.50	ดีมาก
4.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้	4.25	ดี
4.5 ความเหมาะสมของคำถาม	4.00	ดี
4.6 ความเหมาะสมของคำตอบและตัวเลือก	3.25	ปานกลาง
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของแบบทดสอบ	4.13	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.50	ดีมาก

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของความถูกต้อง	4.58	คุณภาพดีมาก
2. ส่วนของเนื้อหา	4.63	คุณภาพดีมาก
3. ส่วนของภาพ	4.67	คุณภาพดีมาก
4. ส่วนของแบบทดสอบ	4.13	คุณภาพดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.50	คุณภาพดีมาก

จากตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาได้ดังนี้ ส่วนของความถูกต้องได้ค่าเฉลี่ย 4.58 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.63 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของภาพ ได้ค่าเฉลี่ย 4.67 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของแบบทดสอบได้ค่าเฉลี่ย 4.13 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี และเมื่อนำทุกหัวข้อมาหาค่าเฉลี่ยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 สรุปได้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน		
1.1 การออกแบบหน้าจอและเมนูเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5.00	ดีมาก
1.2 ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน	4.67	ดีมาก
1.3 ความรวดเร็วของระบบ	4.67	ดีมาก
1.4 การทำงานโดยไม่มีข้อผิดพลาด	4.33	ดี
1.5 การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.00	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของโปรแกรม	4.53	ดีมาก

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

2. ส่วนของโปรแกรม เกมการทดลองวิทยาศาสตร์		
2.1 ความสมบูรณ์ของเกม	4.33	ดี
2.2 การออกแบบเกมมีความน่าสนใจ	4.33	ดี
2.3 การออกแบบหน้าจอและเมนูเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.67	ดีมาก
2.4 การทำงานโดยไม่มีข้อผิดพลาด	4.33	ดี
2.5 ระบบช่วยเหลือหรือวิธีใช้งาน	4.33	ดี
2.6 ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน	4.67	ดีมาก
2.7 ความสนุกของเกม	4.33	ดี
ระดับค่าเฉลี่ย	4.43	ดี
ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน		
3. ส่วนของภาพ		
3.1 ความสวยงามของภาพประกอบ	4.33	ดี
3.2 ความสวยงามและคุณภาพของภาพเคลื่อนไหว	4.33	ดี
3.3 สีสีนของภาพเหมาะสมกับผู้เรียน	5.00	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของภาพ	4.55	ดีมาก
4. ส่วนของตัวอักษร		
4.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.00	ดี
4.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.33	ดี
4.3 การใช้สีของตัวอักษร โดยภาพรวม	4.67	ดีมาก
4.4 ความชัดเจนของหัวข้อหรือส่วนที่เน้นสำคัญ	4.67	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของตัวอักษร	4.42	ดี
5. ส่วนของเสียง		
5.1 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบเกม	4.00	ดี
5.2 เสียงซาวด์เอฟเฟคที่ใช้ประกอบเกม	4.33	ดี
5.3 เสียงดนตรีพื้นหลังที่ใช้ประกอบเกม	4.67	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยส่วนของเสียง	4.33	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.45	ดี

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการประเมินคุณภาพของคิศจีเวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย	ระดับค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
1. ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน	4.53	คุณภาพดีมาก
2. ส่วนของโปรแกรม เกมการทดลองวิทยาศาสตร์	4.43	คุณภาพดี
3. ส่วนของภาพ	4.55	คุณภาพดีมาก
4. ส่วนของตัวอักษร	4.42	คุณภาพดี
5. ส่วนของเสียง	4.33	คุณภาพดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.45	คุณภาพดี

จากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 สามารถสรุปผลการประเมินคุณภาพของคิศจีเวอร์ชวลแล็บ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียได้ดังนี้ ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ได้ค่าเฉลี่ย 4.53 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของโปรแกรม เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.43 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี ส่วนของภาพ ได้ค่าเฉลี่ย 4.55 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนของตัวอักษร ได้ค่าเฉลี่ย 4.42 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี ส่วนของเสียงได้ค่าเฉลี่ย 4.33 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี และเมื่อนำทุกหัวข้อมาหาค่าเฉลี่ยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 สรุปได้ว่าคิศจีเวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิศจีเวอร์ชวลแล็บโมเดลมีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดี

4.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิศจีเวอร์ชวลแล็บ

ในการหาประสิทธิภาพของคิศจีเวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 โดย E1 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ของบทเรียนแต่ละชุด ดังตารางที่ 4.7 และ E2 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)

หน่วยการเรียน	จำนวนผู้เรียน (คน)	คะแนนรวม ระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 860 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย ระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)	ประสิทธิภาพ (E_{1i})
1	86	647	7.52	75.2
2	86	706	8.21	82.1
3	86	722	8.40	84.0
เฉลี่ย	86	691.67	8.04	80.43
E_1				80.43

ตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)

หน่วยการเรียน	จำนวนผู้เรียน (คน)	คะแนนรวม หลังเรียน (คะแนนเต็ม 2580 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ (E_2)
ทุกหน่วยการเรียน	86	2106	24.49	81.63

จากตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 สามารถสรุปผลการศึกษาประสิทธิภาพของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บได้ว่า ในหน่วยการเรียนที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 75.2 ในหน่วยการเรียนที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 82.1 ในหน่วยการเรียนที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 84.0 เมื่อนำค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียนของทุกหน่วยเรียนมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าประสิทธิภาพระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 80.43 และค่าประสิทธิภาพหลังเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 81.63 เมื่อเขียนในรูปแบบ E_1/E_2 จะมีค่าเท่ากับ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้คือ 80/80 ดังนั้น สามารถสรุปผลได้ว่า คิด้ส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ใช้การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) พบว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 19.84 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.94 ส่วนคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 24.49 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.38 ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ

ผลที่ได้จาก	จำนวนคน (คน)	\bar{x}	S.D.
แบบทดสอบก่อนเรียน	86	19.84	3.94
แบบทดสอบหลังเรียน	86	24.49	3.38

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ t-test ชนิด Paired t-test (Dependent t-test for paired samples) ได้ค่า t เท่ากับ -12.454 โดยมี df (Degree of freedom) = $n - 1 = 85$ และเมื่อเปิดตารางพบค่าวิกฤต (Critical value) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มีค่าเป็น -2.371 ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตจึงสามารถปฏิเสธ H_0 ได้ โดยมีโอกาสผิดพลาดได้ร้อยละ 1 ผู้วิจัยทำการคำนวณค่า P ได้เท่ากับ 0.000 ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการคำนวณ Paired t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน

Paired Samples Test	\bar{x}	S.D.	t	df	Sig.
Pre-Test – Post-Test	-4.651	3.463	-12.454	85	0.000

ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังเรียนด้วยคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีโอกาสผิดพลาดได้ร้อยละ 1

4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

ผู้วิจัยได้หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

รายการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน	ระดับค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลการประเมินความพึงพอใจ
1. เนื้อหาของบทเรียนมีความน่าสนใจ ชัดเจน และเข้าใจง่าย	4.46	0.77	พึงพอใจมาก
2. เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนาน น่าสนใจ	4.70	0.65	พึงพอใจมากที่สุด
3. นักเรียนได้ความรู้เพิ่มเติมจากบทเรียนและเกม	4.38	0.87	พึงพอใจมาก
4. รูปภาพและภาพเคลื่อนไหวมีความสวยงาม สีสันเหมาะสม	4.53	0.88	พึงพอใจมากที่สุด
5. ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน	4.41	0.89	พึงพอใจมาก
6. เสียงพากย์และเสียงประกอบ ชัดเจน เหมาะสม	3.83	1.36	พึงพอใจมาก
7. หลังจากเรียนจบแล้ว นักเรียนอยากกลับมาเรียนและเล่นเกมซ้ำอีก	4.51	1.05	พึงพอใจมากที่สุด
8. ความพึงพอใจต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บในภาพรวม	4.45	1.00	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.41	0.93	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4.11 ได้ผลว่า ส่วนของเนื้อหาบทเรียนได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.46 ส่วนของความสนุกและน่าสนใจของเกมได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.70 ส่วนความรู้เพิ่มเติมที่นักเรียนได้รับได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.38 ส่วนของรูปภาพและภาพเคลื่อนไหวได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.53 ส่วนของตัวอักษรได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.41 ส่วนของเสียงพากย์และเสียงประกอบได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 3.83 ส่วนของนักเรียนอยากกลับมาเรียนซ้ำ ได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.51 ส่วนของความพึงพอใจต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บในภาพรวมได้ค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.45 และเมื่อผู้วิจัยได้นำค่าความพึงพอใจทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยก็ได้เท่ากับ 4.41 ซึ่งสามารถ

สรุปได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิตส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้นตามแนวทางของกิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลในระดับพึงพอใจมาก



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือการสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนา บทเรียนและ โปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยจำลองมาจากการทดลองจริงๆ โดยผู้วิจัยเรียกตัวแบบที่สร้างขึ้นนี้ว่า "ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ (A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web)" หรือ เรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล (Kids' Virtual Lab Model)" โดยในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดลนั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) ของ Ernest Adams and Andrew Rollings (2007: 322) มาเป็นต้นแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการออกแบบส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบกันเป็นบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้

จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล ซึ่งขอเรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab)" โดยใช้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย เพื่อประเมินคุณภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยตั้งเกณฑ์ไว้ว่าคุณภาพทั้งสองด้านจะต้องอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีขึ้นไป จากนั้นผู้วิจัยได้นำคิตส์เวอร์ชวลแล็บไปทดลองใช้สอนในกลุ่มเป้าหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อผู้เรียนก่อนและหลังเรียน รวมถึงศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ โดยมีสมมุติฐานการวิจัย คือ คิตส์เวอร์ชวลแล็บที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บ หลังเรียน แตกต่างจากก่อนเรียน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บ อยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจมาก หรือค่าคะแนนที่ 3.5 ขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 5

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และโรงเรียนบ้านลำพญา โดยได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 77 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านลำพญา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 9 คน รวมทั้งสิ้น 86 คน เพื่อมาเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งคือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยได้ใช้แบบแผนการทดลองในรูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design โดยเริ่มจากให้กลุ่มทดลองทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จากนั้นทำการทดลอง โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการเรียนด้วยคิส์เวอร์ชวลแล็บ แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) อีกครั้ง จากนั้นทดสอบด้วย t-test เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองเดียวกัน ก่อนเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้หลังจากจบการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน ผู้วิจัยยังได้ให้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) และแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บและประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บอีกด้วย

ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยขอแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Adobe® Flash® Professional CS5 เป็นหลักในการพัฒนาภาพกราฟิกแบบต่างๆ และใช้ภาษา ActionScript 3 เป็นภาษาหลักในการควบคุมการทำงานและอัลกอริทึมต่างๆของโปรแกรม ร่วมกับใช้โปรแกรม Adobe® Photoshop® CS5 ในการตัดต่อภาพ และใช้โปรแกรม Adobe® Audition® CS5 ในการตัดต่อเสียงประกอบและเสียงพากย์ ส่วนที่สองคือเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe® DreamWeaver® CS5 ร่วมกับภาษา XHTML, PHP และ JavaScript สำหรับการพัฒนา โดยใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูลของระบบ และใช้ Apache Web Server สำหรับการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

หลังจากได้ผลการศึกษาออกมาแล้ว ผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัย รวมถึงอภิปรายผลการวิจัย และนำเสนอปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะต่าง ดังหัวข้อต่อไปนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย
- 5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล ได้ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก ซึ่งมีส่วนประกอบหลายส่วน คือ ผู้เรียน (Learner) ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Virtual Lab Game) เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine) แล็บเสมือนจริง (Virtual Lab) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ระบบรางวัล (Rewards System) ระบบช่วยเหลือ (Help System) ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) และ ข้อมูลบทเรียน (Lesson Data) และจากการนำคิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนี้ไปใช้สำหรับออกแบบคิดส์เวอร์ชวลแล็บ ได้บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเรื่องชีวิตพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 10 บทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หลังจากได้นำคิดส์เวอร์ชวลแล็บไปทำการทดลองให้กลุ่มตัวอย่างเรียน สามารถสรุปผลการวิจัยออกมาดังนี้

5.1.1 สมรรถนะของระบบ

ผู้วิจัยได้วัดสมรรถนะของระบบ โดยการจับเวลาตั้งแต่เครื่องไคลเอนต์ส่งคำสั่งร้องขอจนกระทั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ส่งข้อมูลกลับมาครบถ้วนและแสดงผลสมบูรณ์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า หากเป็นการเชื่อมต่อไปยังเครื่องตนเอง (Local Host) หรือเชื่อมต่อโดยมีการแคชข้อมูลไว้ จะได้สมรรถนะในเกณฑ์ดีมาก หากเป็นการเชื่อมต่อโดยระบบ ADSL ของผู้ใช้ตามบ้าน ไม่ว่าจะผ่าน LAN หรือ WLAN ก็ตาม รวมถึงการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต และการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย จากภายนอกสถานที่ (Public WIFI) จะได้สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี

5.1.2 การประเมินคุณภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินคุณภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากแบบสอบถามโดยได้แบ่งคุณภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บเป็นสองด้าน โดยด้านแรกคือคุณภาพด้านเนื้อหา ซึ่งได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 4 ท่านได้ตรวจสอบและประเมินผลและได้ผลคะแนนเฉลี่ย 4.50 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่าคิดส์เวอร์ชวลแล็บมีคุณภาพ

ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนอีกด้านคือคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียจำนวน 3 ท่านได้ตรวจสอบและประเมินผลและได้ผลคะแนนเฉลี่ย 4.45 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่าคิวดส์เวอร์ชวลแล็บมีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดี

5.1.3 ประสิทธิภาพของคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ

ในการหาประสิทธิภาพของคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 โดย E1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของการเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ของบทเรียนแต่ละชุด โดยได้ค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้เป็น 80.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80 และ E2 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของการเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้ค่าเป็น 81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80 เช่นกัน ดังนั้นคิวดส์เวอร์ชวลแล็บที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.43/81.63 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าคิวดส์เวอร์ชวลแล็บมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

5.1.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยคิวดส์เวอร์ชวลแล็บสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีโอกาสผิดพลาดร้อยละ 1 ($\alpha = 0.01$, p-value = 0.000) เมื่อพิจารณาผลคะแนนจากแบบทดสอบพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 24.49 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19.84 และเมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3.38 ซึ่งน้อยกว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3.94 แสดงว่าหลังเรียน คะแนนของแบบทดสอบมีความแปรปรวนลดลง

5.1.5 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ

จากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ ซึ่งมีทั้งหมด 8 หัวข้อ ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.41 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.93 โดยสูงกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ตั้งไว้ที่ 3.5 คะแนนขึ้นไป สรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อคิวดส์เวอร์ชวลแล็บอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าคิวดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล สามารถนำมาใช้เป็นตัวแบบสำหรับการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บได้เป็นอย่างดี

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

คิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้นได้มาจากการประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม โดยปรับให้เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการพัฒนาเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ ซึ่งมีประโยชน์ต่อทั้ง นักพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักออกแบบเกมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมถึงนักวิจัยท่านอื่นๆ ที่สามารถนำความรู้ในส่วนนี้ไปทำการต่อยอดขึ้นมาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆหรือเป็นตัวแบบอื่นๆในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

ส่วนของสมรรถนะของระบบนั้น โดยรวมถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากใช้เวลาในการดาวน์โหลดข้อมูลไม่นานนัก แม้ว่าจะเป็นหน้าเกมการทดลองเสมือนจริงที่ต้องใช้แบนด์วิธสูงกว่าหน้าเว็บเพจปกติก็ตาม เพราะการเชื่อมต่อที่ช้าที่สุดอย่าง Public WIFI ก็ยังใช้เวลาไม่เกิน 5 วินาที ซึ่งถือว่าสามารถยอมรับได้ โดยเฉพาะถ้าเป็นการเชื่อมต่อครั้งต่อๆมา ระบบจะใช้ไฟล์จากแคชแทน ซึ่งจะทำให้สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก เนื่องจากใช้เวลาไม่เกิน 1 วินาทีในการรอ เพราะเป็นการอ่านไฟล์จากเครื่องของผู้ใช้เอง นอกจากนี้การที่การดาวน์โหลดเกมใช้เวลาไม่นานนั้นก็เกิดการบีบอัดไฟล์ของตัวเกมทั้งหมด เพื่อให้ไฟล์ที่ต้องถูกส่งผ่านเครือข่ายมีขนาดเล็กที่สุด อีกทั้งผู้วิจัยยังได้แยกเสียงเพลงและเสียงพากย์ออกจากตัวเกม ซึ่งเสียงเพลงและเสียงพากย์จะถูกดาวน์โหลดเฉพาะ เมื่อจำเป็นต้องใช้เท่านั้น จึงทำให้ในตอนเริ่มต้น สามารถเริ่มเกมได้เร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาดาวน์โหลดเสียงต่างๆที่ยังไม่จำเป็นต้องใช้มาด้วยนั่นเอง

ในส่วนของคิดส์เวอร์ชวลแล็บนั้น สามารถนำมาใช้งานกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามกลุ่มตัวอย่างได้เป็นอย่างดี ดังผลการทดลองที่ออกมา โดยมีประสิทธิภาพเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 อยู่ที่ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 มีจุดสังเกตที่ค่า E1 นั้นมีค่าที่ได้ต่ำกว่าค่า E2 ซึ่งในทางทฤษฎีนั้น E1 ควรจะสูงกว่า E2 เนื่องจาก E1 นั้นเป็นคะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนที่เก็บภายหลังจากการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนเสร็จสิ้นทันที ซึ่งผู้เรียนมักจะยังไม่ลืมเลือนเนื้อหาจึงทำให้มักได้คะแนนสูงกว่า E2 ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนที่เก็บภายหลังจากเรียนทุกหน่วยการเรียนแล้ว แต่ผลการวิจัยที่ได้มานั้นกลับได้ค่า E1 สูงกว่าค่า E2 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ว่าน่าจะเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้รับการจัดสรรเวลาในการทำวิจัยน้อยจนเกินไป ซึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีตารางเวลาที่ค่อนข้างเคร่งครัดและการจัดสรรเวลาว่างทำได้ค่อนข้างยาก ทำให้ผู้เรียนได้เรียนกับคิดส์เวอร์ชวลแล็บเป็นเวลาน้อยจนเกินไป ทำให้ค่า E1 ออกมาไม่สูงมาก ส่วนประเด็นที่ค่า E2 สูงกว่านั้นอาจจะเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้ให้ URL แก่ผู้เรียน ภายหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บค่า E1 เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานคิดส์เวอร์ชวลแล็บนอกเวลาได้ ดังนั้นจึงทำให้ค่า E2 ซึ่งเก็บภายหลังนั้นมีค่าสูงขึ้นได้ อีกประเด็นอาจเกิดเนื่องจากเมื่อผู้เรียนได้ใช้งานคิดส์เวอร์ชวลแล็บ

แล้วเกิดการจุดประกาย ให้ใครรู้ และใครสงสัยในเรื่องที่เรียนผ่านมา จึงทำการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม รวมถึงสอบถามผู้ปกครองเพื่อให้อธิบายเพิ่มเติมได้

ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ จะสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ไม่มาก แต่อย่างไรก็สามารถสรุปได้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถนำมาใช้เพื่อการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ($\alpha = 0.01$, p-value = 0.000) โดยการใช้สถิติ t-test ชนิด Paired t-test (Dependent t-test for paired samples) ในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สร้างขึ้นตามแนวทางของคิส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ในส่วนของความพึงพอใจของผู้เรียนต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้น พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งเมื่อดูเป็นรายหัวข้อจะพบว่าหัวข้อที่ว่าเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนาน น่าสนใจนั้นเป็นหัวข้อที่ได้คะแนนมากที่สุด (คะแนน 4.70 เต็ม 5 คะแนน) เนื่องจากผู้เรียนเป็นเด็กดังนั้นสื่อการเรียนการสอนที่เป็นเกมจึงได้รับการตอบรับที่ดีเยี่ยม ส่วนหัวข้อที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือหัวข้อเสียงพากย์และเสียงประกอบ ชัดเจน เหมาะสม ซึ่งได้คะแนนเพียง 3.83 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุดคือ 1.36 ซึ่งผู้วิจัยทราบว่าปัญหานี้เกิดจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในห้องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิจัยบางส่วนไม่เหมาะสม เนื่องจากพบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องอยู่ในลักษณะตั้งวางชิดกัน มีลำโพงอยู่ในเครื่องซึ่งมีเสียงเบามากและรบกวนเครื่องข้างๆ ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ยินเสียงหรือได้ยินไม่ชัดเจน และเมื่อผู้วิจัยได้ย้อนกลับไปดูแยกเป็นรายโรงเรียนพบว่า โรงเรียนอีกแห่งซึ่งภายในห้องคอมพิวเตอร์มีอุปกรณ์หูฟังครบถ้วนนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยในส่วนของเสียง อยู่ที่ 5.00 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเต็ม ดังนั้นสรุปได้ว่าปัญหาเรื่องเสียงนั้นเกิดจากปัญหาทางด้านอุปกรณ์มากกว่าทางด้านโปรแกรม

ในส่วนของการความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดีย นั้นพบว่าได้ผลสอดคล้องกับผลการวิจัยอื่นๆ คือ คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก และคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดี รวมถึงผู้เชี่ยวชาญหลายๆท่านได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาคิส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลและคิส์เวอร์ชวลแล็บในหลากหลายมุมมอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำคำแนะนำเหล่านั้นมาเพิ่มเติมและปรับปรุงเพื่อให้คิส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลและคิส์เวอร์ชวลแล็บที่ได้สร้างขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดีที่สุด

5.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย

5.3.1 ปัญหาทางด้านเทคนิค

5.3.1.1 ปัญหาเรื่องโปรแกรม ในกรณีที่ผู้เรียนใช้โปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ (Internet Browser) บางตัวที่เป็นเวอร์ชันเก่า ที่ไม่สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม Adobe® Flash® Player® รุ่นใหม่ๆ ได้สมบูรณ์ อาจทำให้การทำงานของคิตส์เวอร์ชวลแล็บเกิดปัญหาได้ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการให้ผู้เรียนทำการติดตั้งโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์รุ่นล่าสุด ร่วมกับโปรแกรม Adobe® Flash® Player รุ่นล่าสุดลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อน

5.3.1.2 ปัญหาด้านการสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยถ้าระบบอินเทอร์เน็ตมีความเร็วช้าจนเกินไป อาจทำให้ตอนที่โปรแกรมทำการเล่นเสียงพากย์ของตัวละคร มีความล่าช้า (Delay) ได้ เนื่องจากข้อมูลจะถูกส่งมาแบบสตรีมเสียง (Stream Audio) ตามเวลาจริง (Real-time) เฉพาะเสียงที่ต้องการเล่นเท่านั้น ซึ่งการออกแบบระบบเช่นนี้มีข้อดีตรงที่ เวลาที่ใช้ในการรอรับข้อมูล (Download) โปรแกรมในครั้งแรกจะใช้เวลาน้อย เนื่องจากไม่ต้องโหลดเสียงพากย์มาด้วย ทำให้ไม่สิ้นเปลืองแบนด์วิธ แต่อาจเกิดปัญหาถ้าความเร็วของอินเทอร์เน็ตช้าหรือไม่นิ่งได้ ซึ่งวิธีแก้ไขคืออาจปรับให้ข้อมูลเสียงพากย์อยู่รวมกับไฟล์โปรแกรม ซึ่งอาจทำให้การรับข้อมูลในครั้งแรกช้าสักหน่อย แต่เมื่อได้ข้อมูลครบแล้ว เมื่อต้องการเล่นเสียงพากย์จะสามารถทำการเล่นได้ทันที โดยไม่ต้องรอรับข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตอีก

5.3.2 ปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อม

5.3.2.1 ปัญหาเรื่องเวลาเรียนที่น้อย เนื่องจากในบางโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการวิจัยนั้น มีตารางเวลาที่ค่อนข้างเคร่งครัดและนักเรียนไม่ค่อยมีชั่วโมงเรียนที่ว่าง ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในส่วนของชั่วโมงโฮมรูม ซึ่งมีเวลาเพียง 30 นาที เท่านั้น และกว่าที่ผู้เรียนจะเดินทางไปถึงห้องคอมพิวเตอร์ ก็ใช้เวลาพอสมควร จึงเหลือเวลาในการเรียนด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บไม่มากนัก ทำให้คะแนนจากแบบทดสอบออกมาไม่ดีเท่าที่ควร

5.3.2.2 ปัญหาเรื่องระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากห้องคอมพิวเตอร์ของบางโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการทดลอง มีเครื่องมือที่ไม่ครบถ้วน เช่น ขาดหูฟัง ทำให้ต้องเปิดเสียงจากลำโพงภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีเสียงที่ไม่ดังมาก และยังรบกวนผู้เรียนคนอื่นที่อยู่ข้างๆ อีกด้วย ทำให้ในบางครั้งผู้เรียนไม่ได้ยินเสียงหรือได้ยินเสียงไม่ชัด ส่งผลให้อาจพลาดส่วนของบทเรียนในบางเรื่องที่สำคัญไป และในบางเครื่อง ผู้วิจัยได้พบว่า มีโปรแกรมที่ทำหน้าที่จับหน้าจอของผู้เรียนที่เปิดทิ้งไว้ให้ทำงานตลอดเวลา ซึ่งส่งผลให้คิตส์เวอร์ชวลแล็บทำให้ได้ช้าลง วิธีแก้ไขคือปิดโปรแกรมจับหน้าจอที่มีปัญหาทิ้งไปก่อน

5.3.3 ปัญหาทางด้านตัวผู้เรียน

5.3.3.1 ปัญหาที่ผู้เรียนบางคนเล่นและคุยกัน เนื่องจากผู้เรียนสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้เป็นเด็กที่ยังอายุไม่มากนัก (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2) ดังนั้นจึงมีความสนใจเป็นธรรมดา ผู้เรียนจะเล่นกันหยอกกัน และคุยกันเกือบตลอดเวลา ซึ่งบางครั้งอาจรบกวนผู้เรียนคนอื่น หรืออาจทำให้ไม่ได้รับฟังสิ่งที่ผู้วิจัยได้ชี้แจงไป ทำให้ทำไม่เป็น หรือเกิดความล่าช้าขึ้น

5.3.3.2 ปัญหาที่ผู้เรียนบางคนไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบ ซึ่งอาจเกิดจากการที่คะแนนที่เก็บจากการวิจัยในครั้งนี้ ไม่ได้ถูกนำไปคิดรวมกับคะแนนจากการเรียนแบบปกติของนักเรียน ทำให้ไม่มีผลต่อเกรดของวิชา ดังนั้นผู้เรียนบางคนอาจไม่ได้ตั้งใจทำแบบทดสอบเท่าที่ควร

5.3.3.3 ปัญหาที่ผู้เรียนบางคนกดปุ่มข้ามวิธีเล่นหรือบทเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่รู้วิธีเล่นเกมหรือไม่ได้เรียนในบทเรียนที่ผู้วิจัยวางไว้ ซึ่งเดิมทีปุ่มข้ามวิธีเล่นหรือบทเรียนนี้ ทำไว้เพื่อให้ผู้เรียนที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว สามารถทำการข้ามส่วนที่ตนเองเคยผ่านมาแล้วไปได้อย่างรวดเร็ว หรือเพื่อให้อาจารย์ได้ใช้ผ่านเข้าสู่ส่วนต่างๆของคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บได้ อย่างรวดเร็ว วิธีแก้ไข คือ การซ่อนปุ่มข้ามนี้ไว้ จนกว่าผู้เรียนจะทำการเรียนผ่านไปหนึ่งรอบก่อน จึงค่อยแสดงผล รวมถึงการทำปุ่มลัดบนคีย์บอร์ด เพื่อให้อาจารย์ได้ใช้ข้ามไปยังส่วนที่ต้องการได้ทันที

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการเรียนการสอน

5.4.1.1 ในปัจจุบันเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร ระบบอินเทอร์เน็ตมีการขยายตัว และมีความเร็วเพิ่มขึ้นกว่าสมัยก่อนอย่างมากมาย แนวโน้มการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ตก็ได้ขยายตัวขึ้น เนื่องจากความสะดวกสบายของผู้เรียนสามารถใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลา ดังนั้นทางภาครัฐควรจะจัดสรรงบประมาณมาสนับสนุนระบบการศึกษาแบบ e-Learning นี้ให้มากขึ้น โดยสนับสนุนในส่วนของผู้พัฒนา หรือครูบาอาจารย์ ให้สามารถพัฒนาระบบ e-Learning ได้ดีขึ้น รวมถึงสนับสนุนการสร้างบุคลากรให้ด้านนี้ให้มากขึ้นด้วย

5.4.1.2 เนื้อหาของระบบ e-Learning โดยมากจะเป็นเนื้อหาภาษาอังกฤษ ซึ่งเมื่อเทียบกับที่เป็นเนื้อหาภาษาไทยแล้ว พบว่าเนื้อหาภาษาไทยยังมีน้อยกว่าเนื้อหาภาษาอังกฤษหลายเท่าตัว ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอให้ ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนาเนื้อหาของระบบ e-Learning ภาษาไทยให้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์แก่ผู้เรียนที่เป็นคนไทย โดยเฉพาะเด็กที่ยังไม่สามารถอ่านภาษาต่างประเทศออกได้

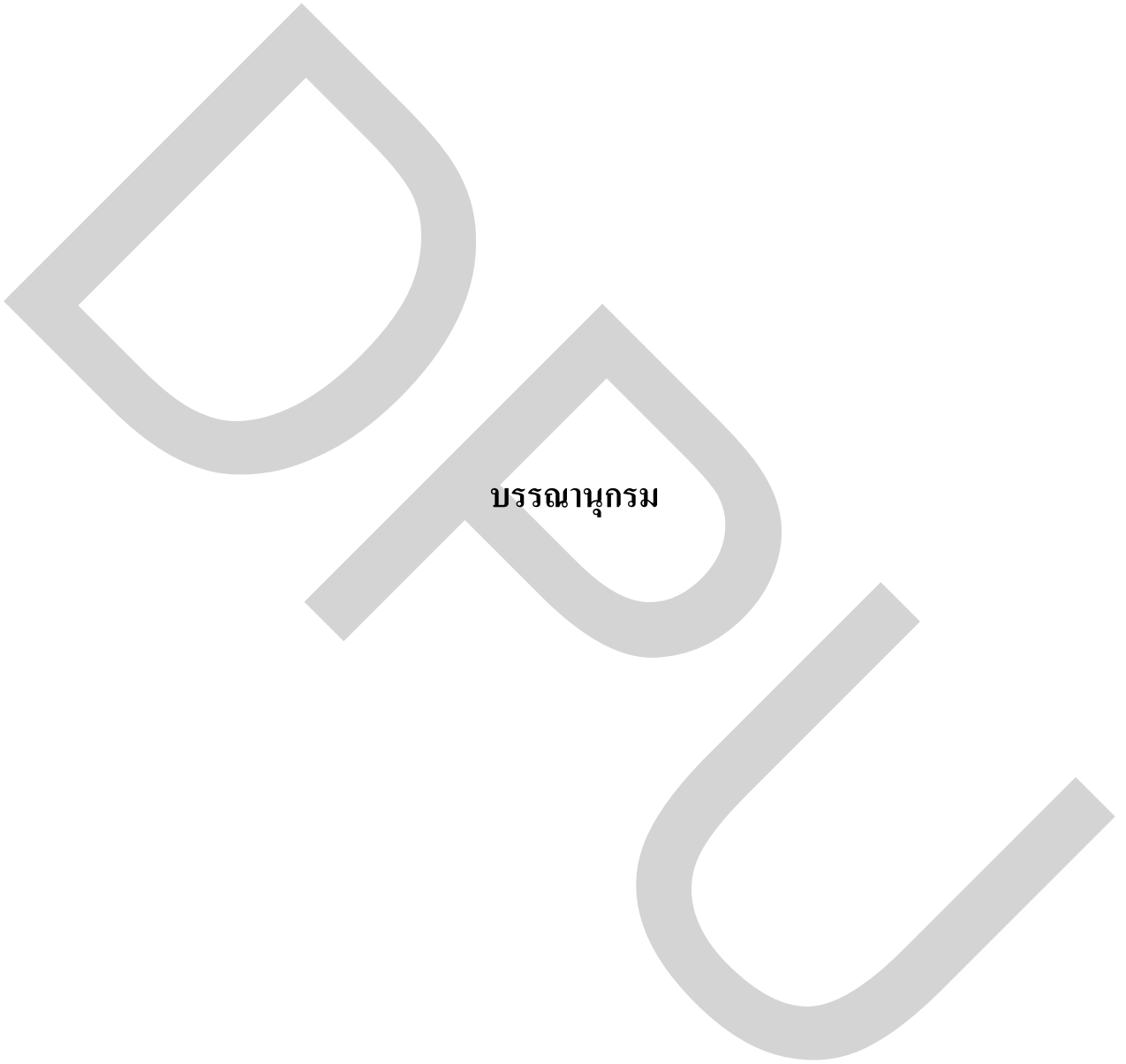
5.4.1.3 ในการที่จะนำคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บไปใช้งานจริง เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุดนั้น ทางโรงเรียนจำเป็นที่จะต้องเปิดใจยอมรับการศึกษาแบบใหม่ๆที่เกิดขึ้น มีการนำเอาคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บ ไปอยู่ร่วมในหลักสูตรและนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบคิวดส์เวอร์ชวลเเล็บ

มาเข้าร่วมในการตัดเกรดผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนการสอนในแบบใหม่นี้ด้วย

5.4.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาวิจัย

5.4.2.1 คัดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล เป็นเพียงตัวแบบสำหรับการสร้างระบบ e-Learning แบบหนึ่ง ที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซต์ไวด์เว็บเท่านั้น แต่ยังมีอีกหลากหลายรูปแบบของสื่อการเรียนการสอน ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นตัวแบบเพื่อการศึกษาออกมาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ผู้วิจัยท่านอื่นทำวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ออกมาให้มากๆ เนื่องจากจะได้เป็นประโยชน์ต่อนักพัฒนาระบบ e-Learning หรือครูบาอาจารย์ที่จะได้นำตัวแบบนี้ไปใช้สำหรับพัฒนา e-Learning ออกมาได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อระบบการศึกษาของประเทศไทยในภาพรวม

5.4.2.2 คัดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้นมา นี้ นอกจากจะสามารถใช้เป็นตัวแบบสำหรับการสร้างบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซต์ไวด์เว็บ แต่ยังสามารถนำไปพัฒนาให้เข้ากับแพลตฟอร์มอื่นๆ ได้ด้วย โดยเฉพาะการพัฒนาสู่คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Mobile Platform) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมอย่างสูงในปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถใช้งานระบบได้ตลอดเวลาอย่างแท้จริงเนื่องจากสะดวกในการพกพานั้นเอง รวมถึงการพัฒนาสู่อินเทอร์เน็ตทีวี (Internet TV) และสมาร์ททีวี (Smart TV) ซึ่งเป็นโทรทัศน์ในยุคถัดไป ที่นอกจากจะสามารถรับชมโทรทัศน์ได้แล้ว ยังสามารถใช้งานระบบอินเทอร์เน็ต ติดตั้งและใช้งานโปรแกรมต่างๆ ได้อีกด้วย



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 2).** กรุงเทพฯ:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. (2545). **Designing e-Learning หลักการออกแบบและสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิวต์ถ์ มณีโชติ. (2549). **การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.**

นนทบุรี: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. (2546). **เทคโนโลยีสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ศึกษา Information**

Technology in Science Education. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โปรดปราน พิตรสาทร, เจนเนตร มณีนาถ, ปรางทอง กฤตชฎานนท์, ดร.ณรัตน์ วิบุลย์ศิลป์ และ ภา

วินี บุญเกษมสันติ. (2545). **ที่นี่ e-Learning.** กรุงเทพฯ: TJ Book.

พรรณี ช. เจนจิต. (2550). **จิตวิทยาการเรียนการสอน.** นนทบุรี: เกรท เอ็ดดูเคชั่น.

ไพโรจน์ ตีระชนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และ เสกสรร แยมพินิจ. (2546). **การออกแบบและการ**

ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน สำหรับ e-Learning. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ

มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย**

สอน Courseware Design and Development for CAI. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระ

จอมเกล้าพระนครเหนือ.

ยีน ภู่วรรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย. (2546). **ไอซีทีเพื่อการศึกษาไทย.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด

ยูเคชั่น.

ระวีวรรณ ชินะตระกูล. (2536). **คู่มือการทำวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- ศยามน อินสะอาด, ศุภชานันท์ วนภู, นฤตล ดามพ์สุกรี และ อมรเทพ เทพวิจิต. (2550). การ
ออกแบบผลิตและพัฒนา e-Learning. นครราชสีมา: โครงการการศึกษาไร้พรมแดน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2543). รายงานการวิจัยเรื่องการประเมินการเรียนรู้: ข้อเสนอเชิงนโยบาย.
กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ศุภชัย สุชะนินทร์ และ กรกนก วงศ์พานิช. (2545). เปิดโลก e-Learning การเรียนการสอนบน
อินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สร้อยตระกูล อรรถมานะ. (2527). ตัวแบบกระบวนการติดต่อสื่อสาร. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ลำเรียง บุญเรืองรัตน์ และคณะ. (2545). การวัดผลและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2550). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
ในการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- อัญชลี แซ่ตระกูล และ ทักษิณา วงศ์ใหญ่. (2551). เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอน.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- อานต์ รัตน์ศิริกุล. (2553). สร้างระบบ e-Learning ด้วย Moodle ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด
ยูเคชั่น.

บทความ

- ศิริชัย นามบุรี. (2549). “ความพร้อมและอุปสรรค..สู่การพัฒนา e-Learning ให้ประสบ
ความสำเร็จ.” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 10, 1.

วิทยานิพนธ์

- ประภาพร สดมพฤกษ์. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี.

- ประกาศ น้อยจินดา. (2547). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาวิทยาศาสตร์ 2 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปิยพล จุฬาทักษ์. (2548). การสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง กระบวนการออกแบบและสร้างแอนิเมชัน 2 มิติ โดยใช้ระบบการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศรา หรุจิตตวิวัฒน์. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตแบบ WBI สำหรับเครือข่าย KMITNOnline วิชาฐานข้อมูลเบื้องต้น หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันราชภัฏ. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุไรวรรณ วรกุลรังสรรค์, มาลินี สนธิพร และ ปทุมาริษา ชัมมราชิกา. (2548). การพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านเว็บ วิชา สารนิเทศเพื่อการศึกษาชั้นคว่ำ. ชุมพร: สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชุมพร.

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

- Abt, Clark C. (1970). **Serious Games**. New York, NY: Viking Press.
- Adams, Ernest and Rollings, Andrew. (2007). **Game Design and Development**. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Avedon, Elliot and Sutton-Smith, Brian. (1971). **The Study of Games**. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Campbell, Katy. (2003). **E-Effective Writing for E-Learning Environments**. Hershey, PA: Information Science.
- Clank, Ruth Colvin and Mayer, Richard. (2003). **E. e-Learning and the Science of Instruction**. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. (1975). **Beyond Boredom and Anxiety**. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Deci, Edward L. and Ryan, Richard M. (1985). **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. New York, NY: Plenum.

- Driscoll, Marcy P. (2004). **Psychology of Learning for Instruction** (3rd Edition). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Khan, Badrul Huda. (1997). **Web-Based Instruction**. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.
- Kiili, Kristian. (2005). **Educational Game Design: Experiential gaming model revised**. Tampere, Finland: Tampere University of Technology.
- Kohout, Frank J. (1974). **Statistics for Social Scientists: A Coordinated Learning System**. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Lever-Duffy, Judy, McDonald, Jean B. and Mizell, Al P. (2003). **Teaching and Learning with Technology**. Boston, MA: Pearson Education.
- Lynch, Marguerita McVay. (2002). **The Online Educator – A guide to creating the virtual classroom**. New York, NY: RoutledgeFalmer.
- Parlett, David. (1999). **The Oxford History of Board Games**. New York, NY: Oxford University Press.
- Rosenberg, Marc J. (2001). **Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age**. US: McGraw-Hill.
- Salen, Katie and Zimmerman, Eric. (2004). **Rules of Play**. London, England: The MIT Press.
- Skinner, B.F. (1938). **The behavior of organisms**. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Suits, Bernard. (1990). **Grasshopper: Games, Life, and Utopia**. Boston, MA: David R. Godine.

ARTICLES

- Amory, Alan and Seagram, Robert. (2003). "Educational Game Models: Conceptualization and Evaluation". Proceeding of **South African Journal of Higher Education** 17(2).
- Apapanik and Mstefanos. (2007). **"Developing Quality Games-Based e-Learning Systems."** Cyprus: School of Computer Science and Engineering Cyprus College.
- Bederson, Benjamin B., Hollan, James D., Druin, Allison, Stewart, Jason, Rogers, David and Proft, David. (1996). "Local Tools: An Alternative to Tool Palettes". Proceeding of **ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 1996**.

- Conati, Cristina and Zhao, Xiaohong. (2004). "Building and Evaluating an Intelligent Pedagogical Agent to Improve the Effectiveness of an Educational Game". Proceeding of **International Conference on Intelligent User Interfaces and Computer-Aided Design of User Interfaces 2004**.
- Druin, Allison, Bederson, Benjamin B., Hourcade, Juan Pablo, Sherman, Lisa, Revella, Glenda, Platner, Michele and Weng, Stacy. (2001). "Design a Digital Library for Young Children: An Intergenerational Partnership". Proceeding of **1st ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries 2001**.
- Frohlich, Thorsten and Feinberg, Susan. (2006). "Challenges to User Testing E-Learning Games with Children in Elementary Schools". Proceeding of **The Eight IEEE International Symposium on Multimedia**.
- Garris, Rosemary, Robert, Ahlers and Driskell, James E. (2002). "Games, Motivation and Learning, Simulation & Gaming". Proceeding of **An Interdisciplinary Journal of Theory, Practice and Research. Vol33, No.4 Dec**.
- Guangran Liu, Zhen Jiao and Shufen Liu. (2009). "Tutoring Strategy Study on Game-Based Experiential Learning in Vocational School". Proceeding of **2009 First International Workshop on Educational Technology and Computer Science**.
- Hourcade, Juan Pablo, Bederson, Benjamin B. and Allison Druin. (2004). "Differences in Pointing Task Performance between Preschool Children and Adults Using Mice". Proceeding of **ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2004**.
- Hu Fei and Ji Lixia. (2008). "On the Peak-Experience in the Game GUI Design". Proceeding of **International Conference on Management of e-Commerce and e-Government**.
- Inkpen, Kori M. (2001). "Drag-and-Drop versus Point-and-Click Mouse Interaction Styles for Children". Proceeding of **ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2001**.
- Pei-Chi Ho, Chun-Hsiung Huang and Szu-Ming Chung. (2007). "A Computer Adventure Game Applied in E-Learning." Proceeding of **2007 International Conference on Intelligent Pervasive Computing**.
- San Cristobal, E., Martin, S., Díaz, R. Gil. G., Colmenar, A., Castro, M., Peire, J., Gómez, J.M., López, E. and López, P. (2008). "Integration of Internet based Labs and Open Source

LMS". **Proceeding of The Third International Conference on Internet and Web Applications and Services.**

Tian Wang, Xizhi Li and Jiaoying Shi, "An Avatar-Based Approach to 3D User Interface Design for Children". (2007). **Proceeding of IEEE Symposium on 3D User Interfaces 2007.**

Toshiyuki Yamamoto and Ryo Miyashita. (2008). "A Progress Report and a Proposal: Interactivity in Ubiquitous Learning Enhanced by Virtual Tutors in e-Learning Contents". **Proceeding of 2008 IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing.**

Vargas, Mario Rafael Ruiz, Zarraonandia, Telmo, Díaz, Paloma and Aedo, Ignacio. (2010). "Modelling Computer Game Based Educational Experiential For Teaching Children About Emergencies". **Proceeding of 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.**

Yan Hu and Gang Zhao. (2010). "Virtual classroom with Intelligent Virtual Tutor". **Proceeding of 2010 International Conference on e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning.**

Yu-Hong Lin. (2007). "Pokemon: Game Play as Multi-Subject Learning Experience". **Proceeding of The First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning.**

Zhi-Hong Chen, Calvin C.Y. Liao and Tak-Wai Chan. (2010). "Quest Island: Developing Quest-Driven Learning Model by Blending Learning Tasks with Game Quests in a Virtual World." **Proceeding of 2010 IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning.**

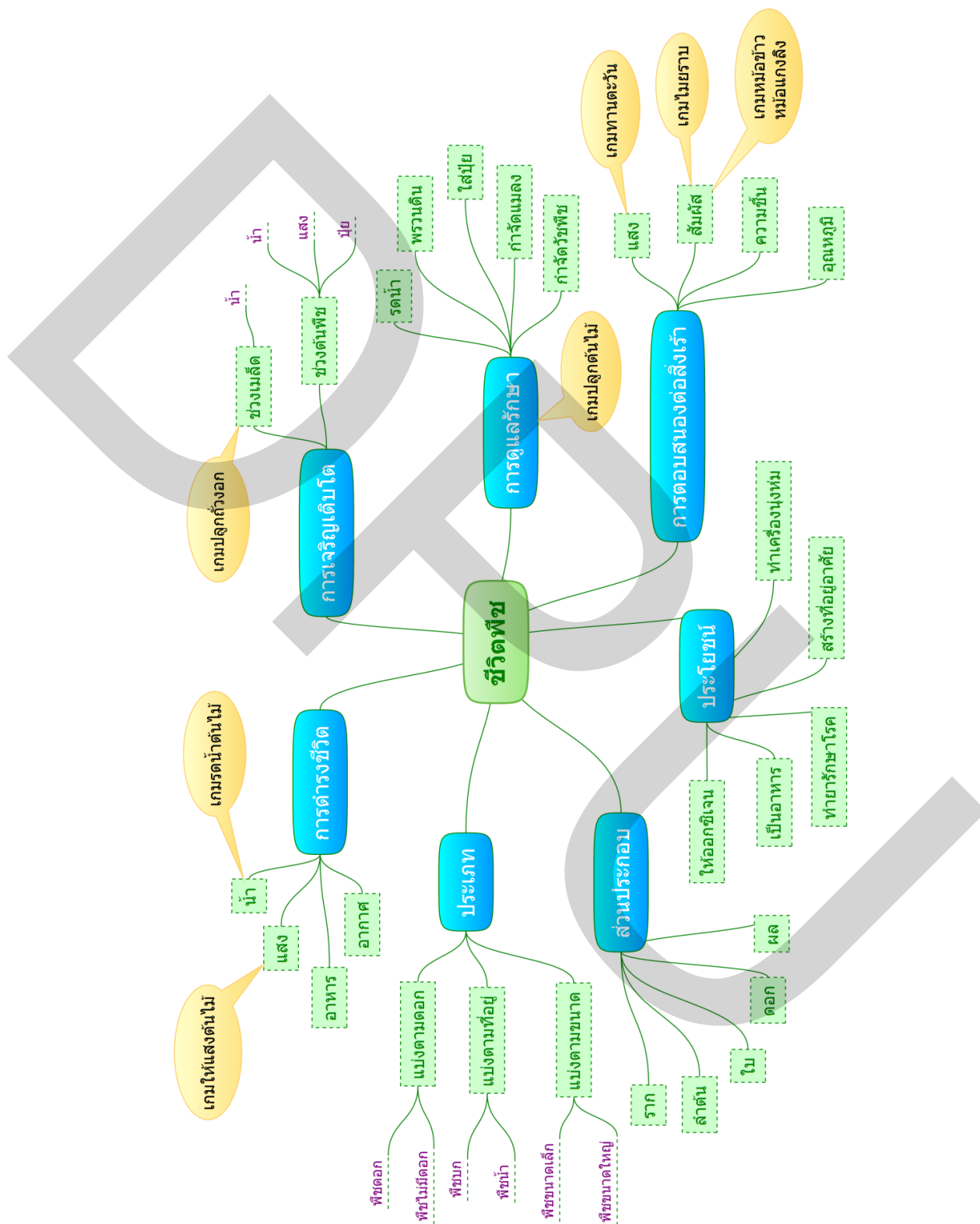
ELECTRONIC SOURCES

Bailey, Mark. (2010). *Advanced Educational Psychology and Human Development Early Childhood/Elementary/Middle School Strands Summer, 2010*. Retrieved December 27, 2010, from Pacific University Oregon web site <http://education.ed.pacificu.edu/bailey/resources/courses/edpsych/weblinks.html>

- Costikyan, Greg. (2002). I Have No Words & I Must Design: Toward a Critical Vocabulary for Games. Retrieved September 29, 2011, from <http://www.costik.com/nowords2002.pdf>
- Crawford, Chris. (1997). The Art of Computer Game Design. Retrieved September 29, 2011, from Worcester Polytechnic Institute web site <http://users.wpi.edu/~bmoriarty/imgd202x/docs/ACGD.pdf>
- Kurtus, Ron. (2004). What is e-Learning?. Retrieved April 28, 2011, from <http://school-for-champions.com/elearning/whatis.htm>
- Spinello, Serena. What is e-Learning?. Retrieved April 28, 2011, from http://www.ehow.com/facts_4881587_what-is-elearning.html
- Ward, Jeff. (2008). What is a Game Engine?. Retrieved October 10, 2011, from http://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_.php

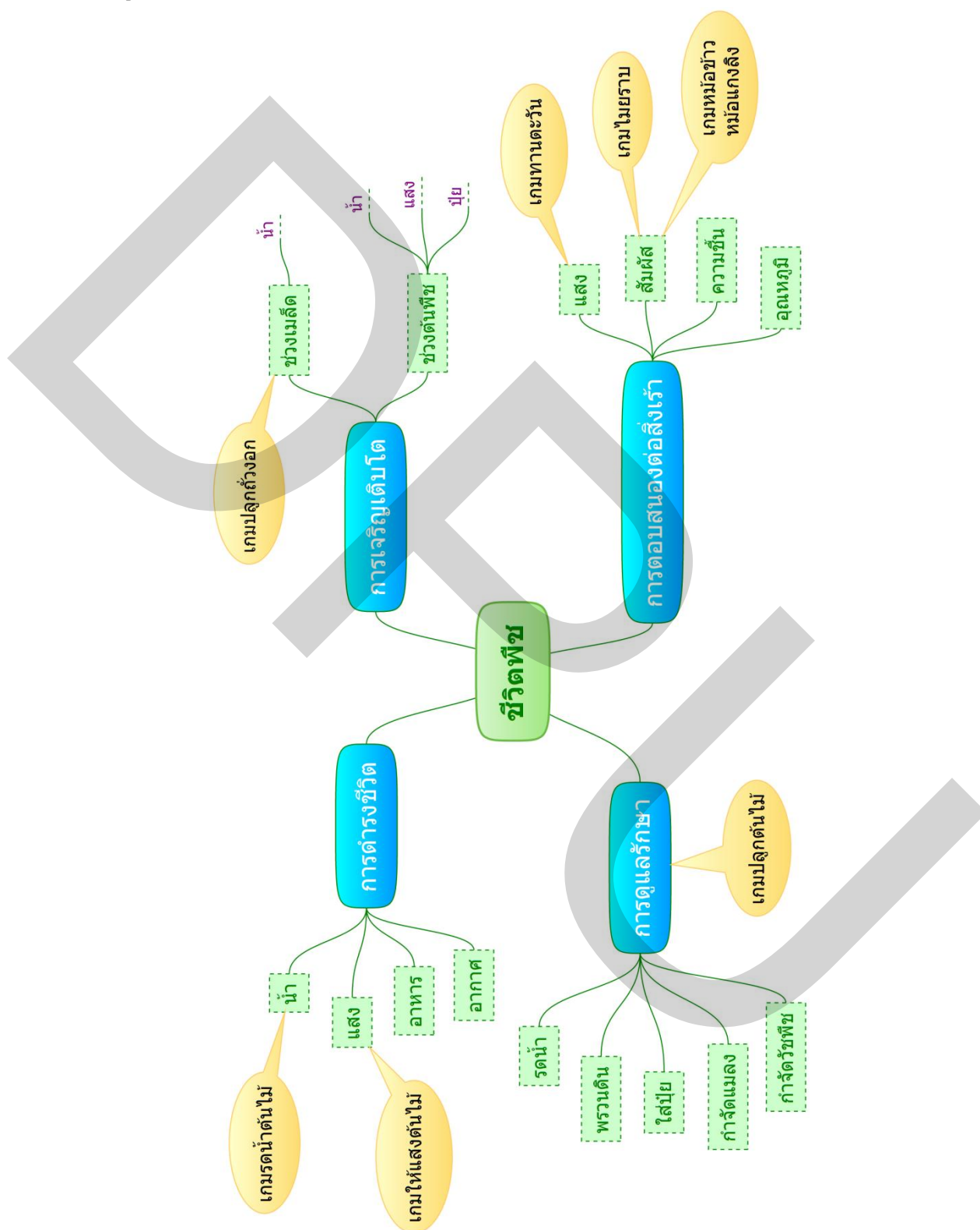
ภาคผนวก ก
ผลการพัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บ

แผนภูมิมระดมสมอง (Brainstorm Chart)



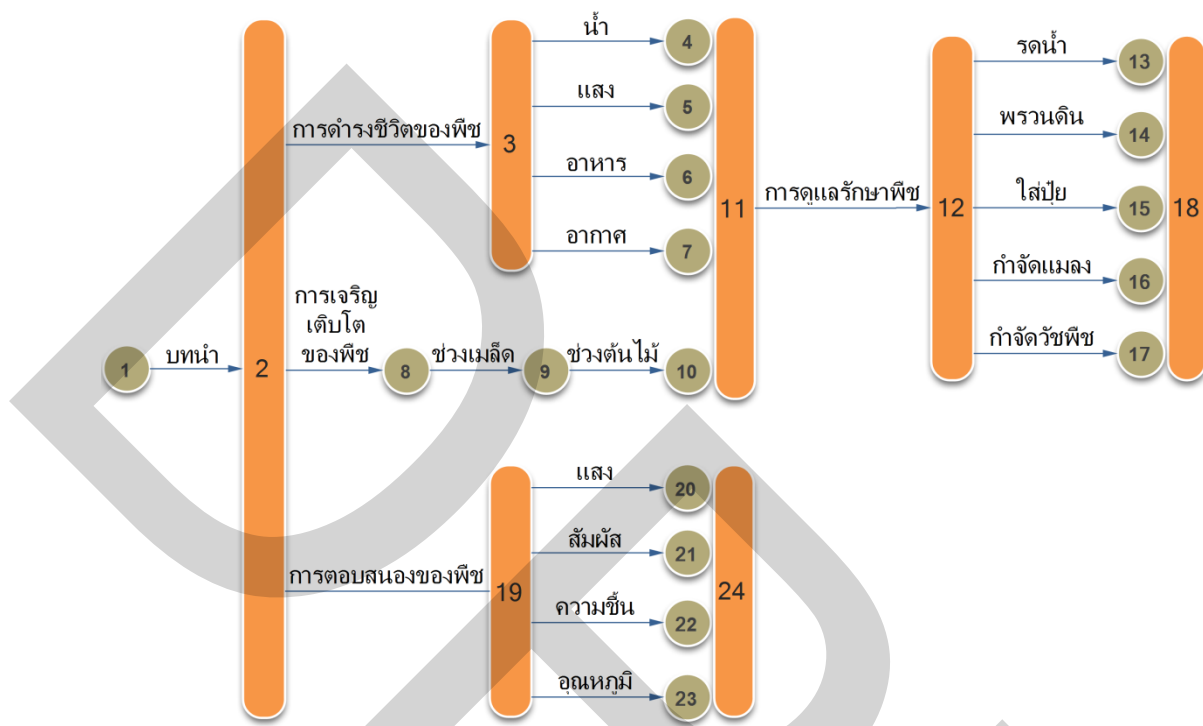
ภาพที่ ก.1 แผนภูมิมระดมสมอง (Brainstorm Chart)

แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)



ภาพที่ ก.2 แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)



ภาพที่ ก.3 แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Content Dividing)

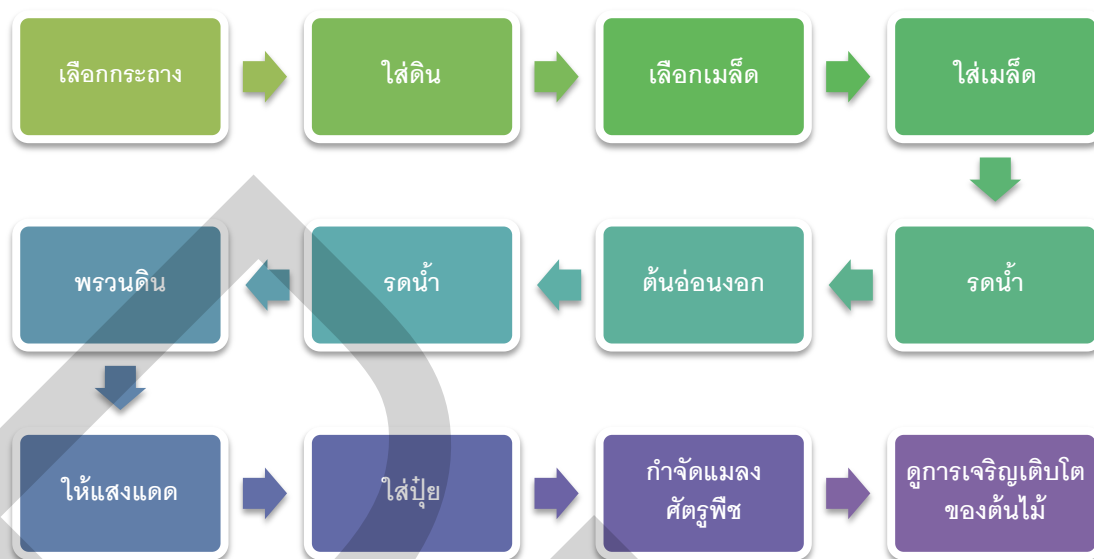
ตารางที่ ก.1 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช	<ol style="list-style-type: none"> 1. การดำรงชีวิตคืออะไร 2. ปัจจัยต่างๆที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช 3. น้ำมีผลอย่างไรต่อพืช 4. แสงมีผลอย่างไรต่อพืช
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช	<ol style="list-style-type: none"> 1. การเจริญเติบโตคืออะไร 2. ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 3. การเจริญเติบโตของพืชในช่วงต่างๆ 4. การดูแลรักษาพืช
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	<ol style="list-style-type: none"> 1. สิ่งเร้าคืออะไร 2. พืชตอบสนองต่อแสงอย่างไร 3. พืชตอบสนองต่อการสัมผัสอย่างไร

การออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ (Game Design)

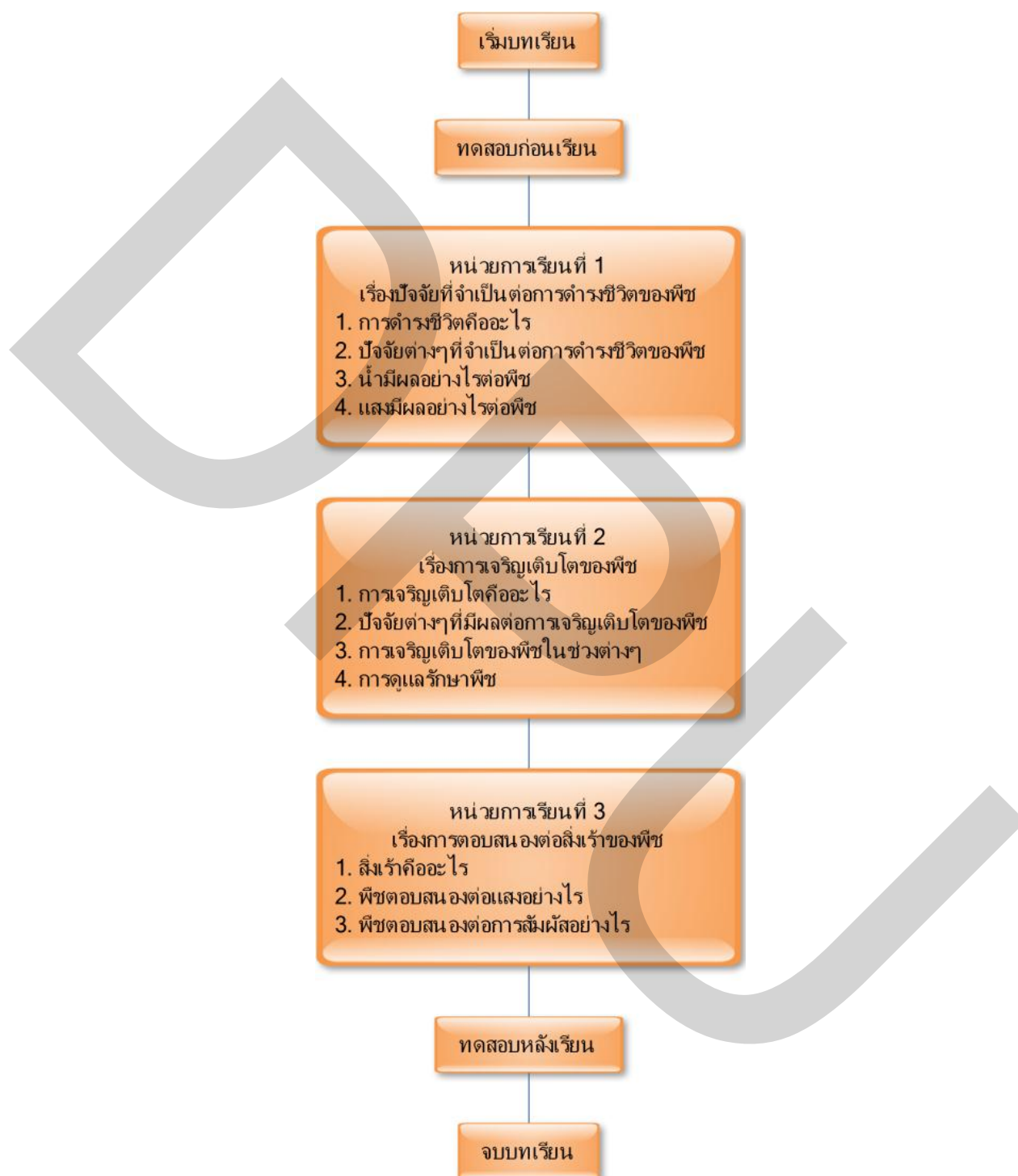
ตารางที่ ก.2 เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ แบ่งตามหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	เกมการทดลองวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช	เกมที่ 1 เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ ซึ่งแบ่งเป็น 3 เกมย่อย คือ <ul style="list-style-type: none"> ● เกมที่ 1.1 เกมรดน้ำให้ต้นไม้งั้นตาย ● เกมที่ 1.2 เกมไม่รดน้ำแล้วเป็นไง ● เกมที่ 1.3 เกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ดี เกมที่ 2 เกมขาดแสงฉันทงอยเหงา ซึ่งแบ่งเป็น 2 เกมย่อย คือ <ul style="list-style-type: none"> ● เกมที่ 2.1 เกมขอแสงให้ต้นไม้งั้นตาย ● เกมที่ 2.2 เกมโดนหลังคาบังแล้วเป็นไง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช	เกมที่ 3 เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า เกมที่ 4 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	เกมที่ 5 เกมสิ่งเร้ารอบต้น ซึ่งแบ่งเป็น 3 เกมย่อย คือ <ul style="list-style-type: none"> ● เกมที่ 5.1 เกมทานตะวันหันตามแสง ● เกมที่ 5.2 เกมไมยราบ หุบ หุบ หุบ ● เกมที่ 5.3 เกมหมีอ้วนหมีแองเจลิงกินแมลง



ภาพที่ ก.4 แผนภูมิแสดงวงจรชีวิตของพืชในเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ

การสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)



ภาพที่ ก.5 แผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavior Objectives)

ตารางที่ ก.3 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การเจริญเติบโตคืออะไร 2. ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 3. การเจริญเติบโตของพืชในช่วงต่างๆ 4. การดูแลรักษาพืช	1. อธิบายความหมายของการเจริญเติบโตของพืชได้ 2. อธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ 3. แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

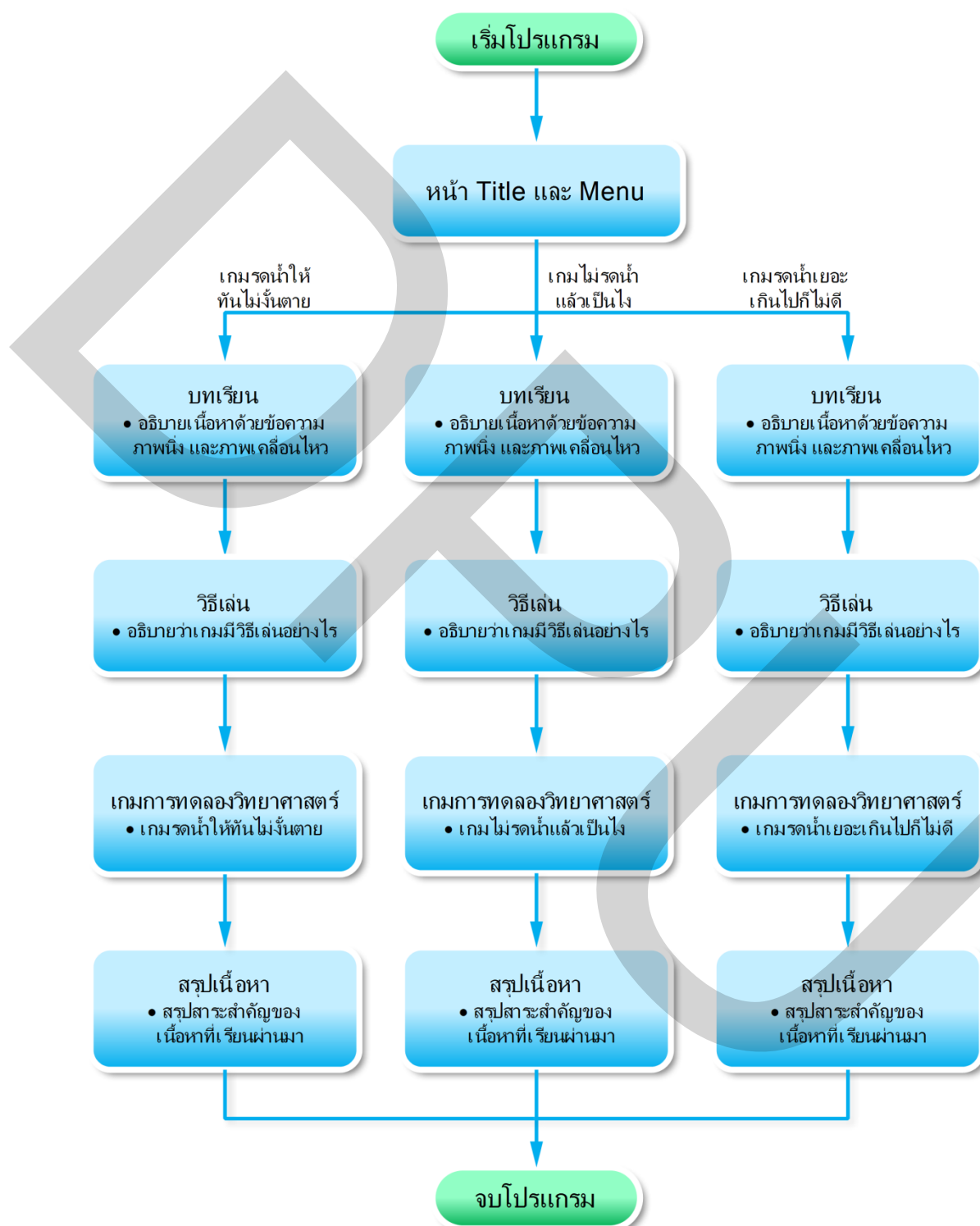
ตารางที่ ก.4 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การดำรงชีวิตคืออะไร 2. ปัจจัยต่างๆที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช 3. น้ำมีผลอย่างไรต่อพืช 4. แสงมีผลอย่างไรต่อพืช	1. อธิบายความหมายของการดำรงชีวิตได้ 2. อธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชได้ 3. แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

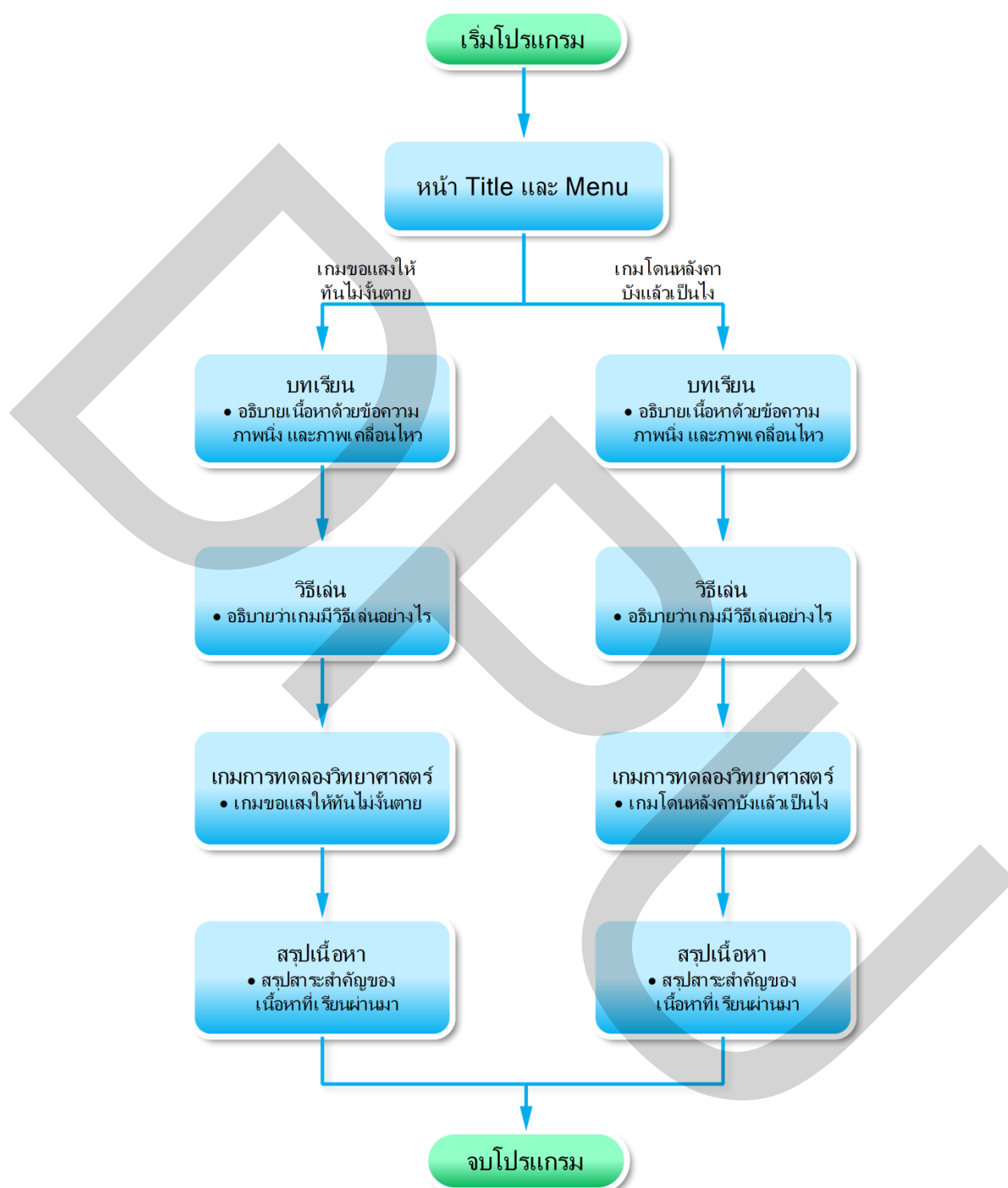
ตารางที่ ก.5 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. สิ่งเร้าคืออะไร 2. พืชตอบสนองต่อแสงอย่างไร 3. พืชตอบสนองต่อการสัมผัสอย่างไร	1. อธิบายความหมายของสิ่งเร้าได้ 2. อธิบายการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชได้ 3. แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

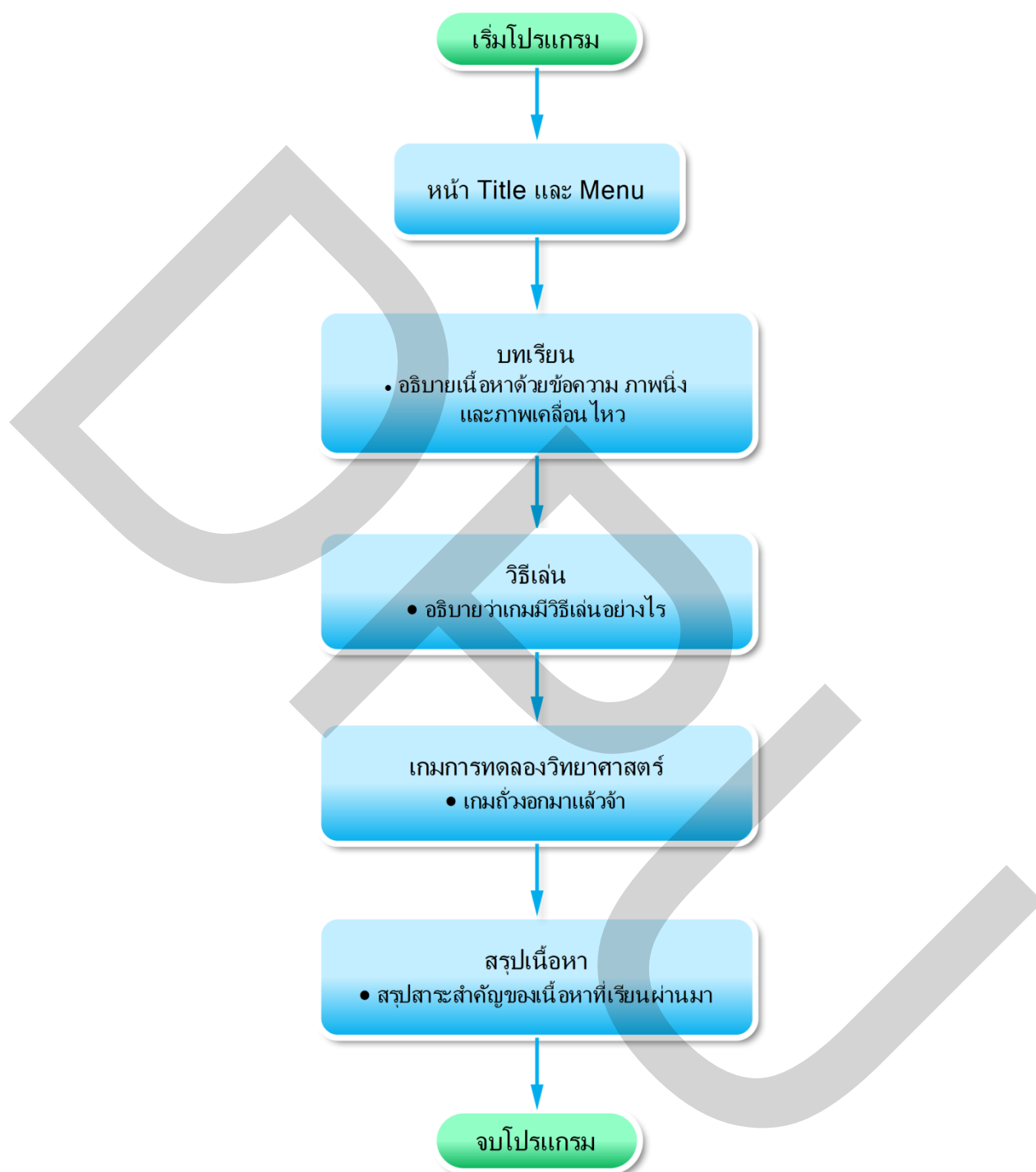
การออกแบบแผนภูมิกำหนดนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart)



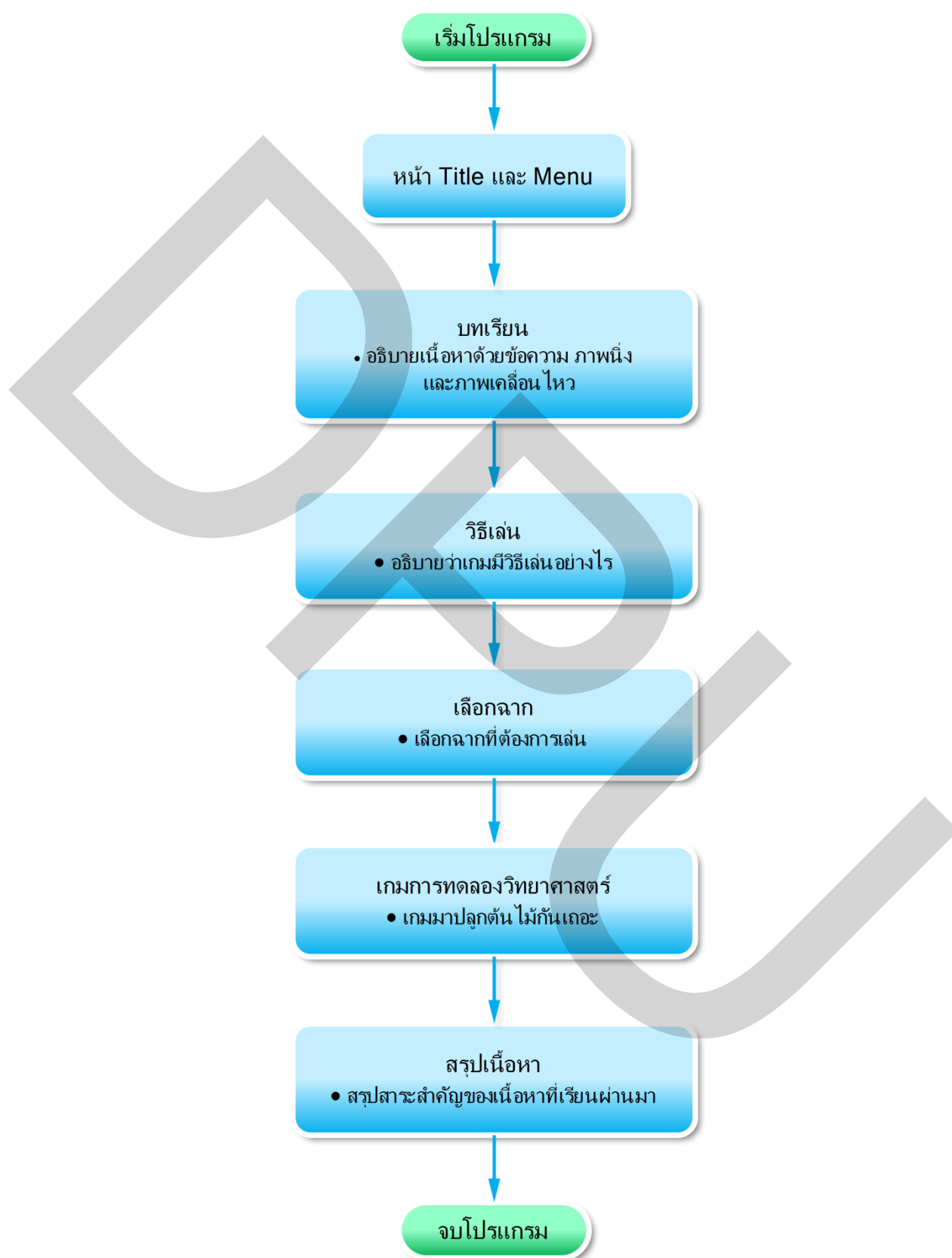
ภาพที่ ก.6 แผนภูมิกำหนดนำเสนอของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เกมรดน้ำเหมือนขาดใจ



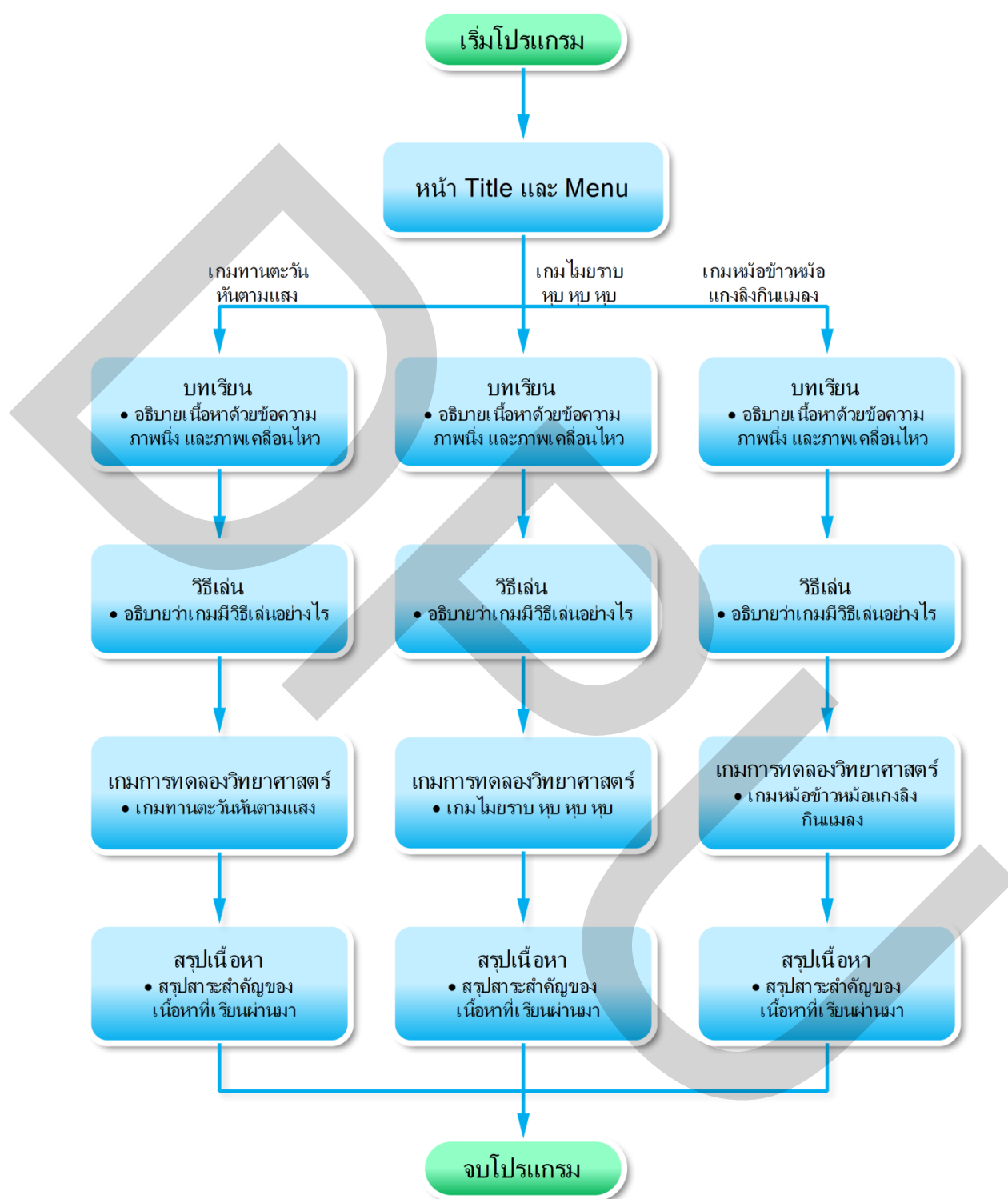
ภาพที่ ก.7 แผนภูมิการนำเสนอของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เกมขาดแสงจ้าหนั่งตาย



ภาพที่ ก.8 แผนภูมิการนำเสนอของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า




ภาพที่ ก.9 แผนภูมิการนำเสนอของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ




ภาพที่ ก.10 แผนภูมิการนำเสนอของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เกมสิ่งเร้ารอบต้น

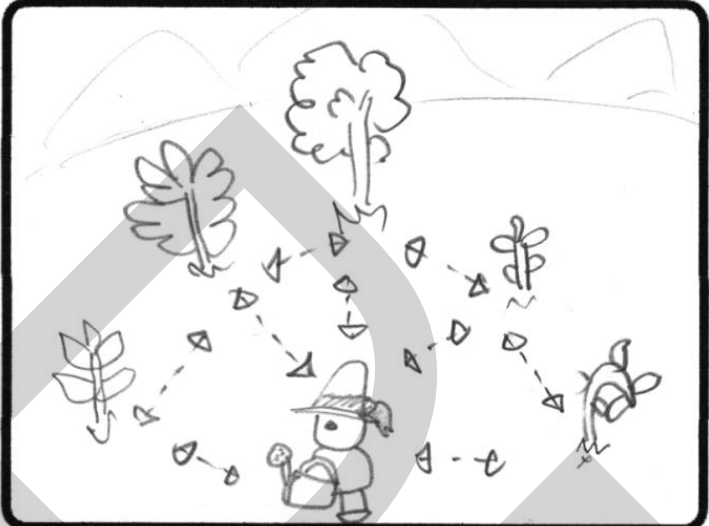
การเขียนรายละเอียดเนื้อหาลงบนกรอบการสอน (Script Development)

ชื่อหน้า: ชื่อเกม (Title) และ เมนู (Menu)	รายละเอียด
	<p>หน้าชื่อเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และเมนูของเกม ซึ่งมีปุ่มให้เลือก 4 ปุ่ม คือ</p> <p>ปุ่มเลือกเล่นเกมรดน้ำให้ต้นไม้จุ่มตาย</p> <p>ปุ่มเลือกเล่นเกมไม่รดน้ำแล้วเป็นไง</p> <p>ปุ่มเลือกเล่นเกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ได้</p> <p>ปุ่มออกจากเกม</p>

ภาพที่ ก.11 กรอบการสอนเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าชื่อเกมและเมนู

ชื่อหน้า: บทเรียน (Lesson) และวิธีเล่น (How to Play)	รายละเอียด
	<p>หน้าบทเรียนของเกม ซึ่งแต่ละเกมจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย บทสนทนา, ข้อความ, ภาพ, เสียง และภาพเคลื่อนไหว ในตอนท้ายจะมีหน้าสรุปวิธีการเล่นเกมว่าแต่ละเกมเล่นอย่างไร</p>


ภาพที่ ก.12 กรอบการสอนเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าบทเรียนและวิธีเล่น

ชื่อหน้า: เกมรดน้ำให้ต้นไม้งั้นตาย	รายละเอียด
	หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ ชื่อเกมรดน้ำให้ ต้นไม้งั้นตาย


ภาพที่ ก.13 กรอบการสอนเกมรดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าเกมรดน้ำให้ต้นไม้งั้นตาย

ชื่อหน้า: เกมไม่รดน้ำแล้วเป็นไง	รายละเอียด
	หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ ชื่อเกมไม่รดน้ำ แล้วเป็นไง


ภาพที่ ก.14 กรอบการสอนเกมรดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าเกมไม่รดน้ำแล้วเป็นไง

ชื่อหน้า: เกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ดี	รายละเอียด
	หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ ชื่อเกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ดี

ภาพที่ ก.15 กรอบการสอนเกมรดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าเกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ดี

ชื่อหน้า: ชื่อเกม (Title) และ เมนู (Menu)	รายละเอียด
	หน้าชื่อเกมขาดแสงจันทร์หงอยเหงา และเมนูของเกม ซึ่งมีปุ่มให้เลือก 3 ปุ่ม คือ ปุ่มเลือกเล่นเกมขอแสงให้ทันใจฉันตาย ปุ่มเลือกเล่นเกมโดนหลังคาบังแล้วเป็นไง ปุ่มออกจากเกม

ภาพที่ ก.16 กรอบการสอนเกมขาดแสงจันทร์หงอยเหงา หน้าชื่อเกมและเมนู

ชื่อหน้า: บทเรียน (Lesson) และวิธีเล่น (How to Play)	รายละเอียด
	<p>หน้าบทเรียนของเกม ซึ่งแต่ละเกมจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย บทสนทนา, ข้อความ, ภาพ, เสียง และภาพเคลื่อนไหว ในตอนท้ายจะมีหน้าสรุปวิธีการเล่นเกม ว่าแต่ละเกมเล่นอย่างไร</p>

ภาพที่ ก.17 กรอบการสอนเกมขาดแสงฉันทงอยเหงา หน้าบทเรียนและวิธีเล่น

ชื่อหน้า: เกมขอแสงให้ทันไม่จันตาย	รายละเอียด
	<p>หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ ชื่อเกมขอแสงให้ทันไม่จันตาย</p>


ภาพที่ ก.18 กรอบการสอนเกมขาดแสงฉันทงอยเหงา หน้าเกมขอแสงให้ทันไม่จันตาย

ชื่อหน้า: เกมโดนหลังคาบังแล้วเป็นไง	รายละเอียด
	หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ ชื่อเกมโดนหลังคา บังแล้วเป็นไง

ภาพที่ ก.19 กรอบการสอนเกมขาดแสงจันทร์หอยเหงา หน้าเกมโดนหลังคาบังแล้วเป็นไง

ชื่อหน้า: ชื่อเกม (Title) และ เมนู (Menu)	รายละเอียด
	หน้าชื่อเกมถั่วงอกมาแล้วจ้า และเมนูของเกม ซึ่งมีปุ่มให้ เลือก 2 ปุ่ม คือ ปุ่มเลือกเล่นเกมถั่วงอกมาแล้ว จ้า ปุ่มออกจากเกม


ภาพที่ ก.20 กรอบการสอนเกมถั่วงอกมาแล้วจ้า หน้าชื่อเกมและเมนู

ชื่อหน้า: บทเรียน (Lesson) และวิธีเล่น (How to Play)	รายละเอียด
	<p>หน้าบทเรียนของเกม ซึ่งแต่ละเกมจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย บทสนทนา, ข้อความ, ภาพ, เสียง และภาพเคลื่อนไหว ในตอนท้ายจะมีหน้าสรุปวิธีการเล่นเกม ว่าแต่ละเกมเล่นอย่างไร</p>


ภาพที่ ก.21 กรอบการสอนเกมถ่วงออกมาแล้วจ้ำ หน้าบทเรียนและวิธีเล่น

ชื่อหน้า: เกมถ่วงออกมาแล้วจ้ำ	รายละเอียด
	<p>หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ ชื่อเกมถ่วงออกมาแล้วจ้ำ</p>

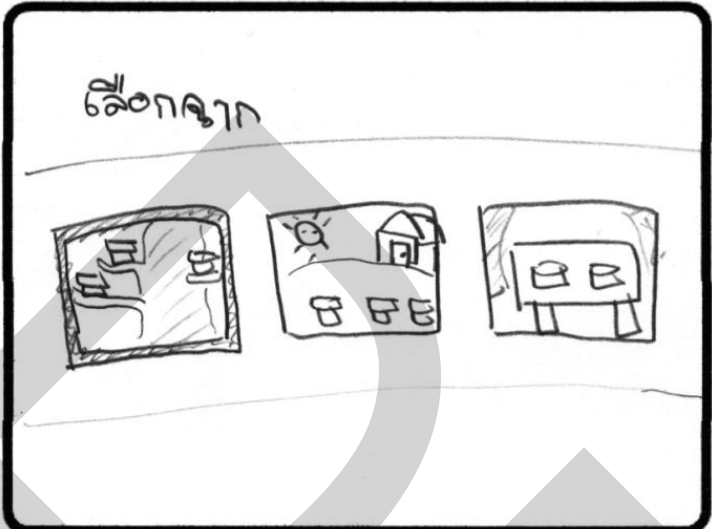
ภาพที่ ก.22 กรอบการสอนเกมถ่วงออกมาแล้วจ้ำ หน้าเกมถ่วงออกมาแล้วจ้ำ

ชื่อหน้า: ชื่อเกม (Title) และ เมนู (Menu)	รายละเอียด
	<p>หน้าชื่อเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ และเมนูของเกม ซึ่งมีปุ่มให้เลือก 2 ปุ่ม คือ</p> <p>ปุ่มเลือกเล่นเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ</p> <p>ปุ่มออกจากเกม</p>

ภาพที่ ก.23 กรอบการสอนเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าชื่อเกมและเมนู

ชื่อหน้า: บทเรียน (Lesson) และวิธีเล่น (How to Play)	รายละเอียด
	<p>หน้าบทเรียนของเกม ซึ่งแต่ละเกมจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย บทสนทนา, ข้อความ, ภาพ, เสียง และภาพเคลื่อนไหว ในตอนท้ายจะมีหน้าสรุปวิธีการเล่นเกม ว่าแต่ละเกมเล่นอย่างไร</p>


ภาพที่ ก.24 กรอบการสอนเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าบทเรียนและวิธีเล่น

ชื่อหน้า: เลือกฉาก (Stage Select)	รายละเอียด
	<p>หน้าสำหรับเล่นว่าจะเล่นที่ฉากไหน มี 3 ฉากให้เลือก คือ ฉากบนต้นไม้, ฉากลานหน้าบ้าน และ ฉากสวนหลังบ้าน</p>


ภาพที่ ก.25 กรอบการสอนเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าเลือกฉาก

ชื่อหน้า: เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ	รายละเอียด
	<p>หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ ชื่อเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ</p>


ภาพที่ ก.26 กรอบการสอนเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ

ชื่อหน้า: ชื่อเกม (Title) และ เมนู (Menu)	รายละเอียด
	<p>รายละเอียด</p> <p>หน้าชื่อเกมสิ่งเร้ารอบตัว และเมนูของเกม ซึ่งมีปุ่มให้เลือก 4 ปุ่ม คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> ปุ่มเลือกเล่นเกมทวนตะวันหันตามแสง ปุ่มเลือกเล่นเกมไม่ทราบ หุบ หุบ หุบ ปุ่มเลือกเล่นเกมหม้อข้าวหม้อแกงลิงกินแมลง ปุ่มออกจากเกม

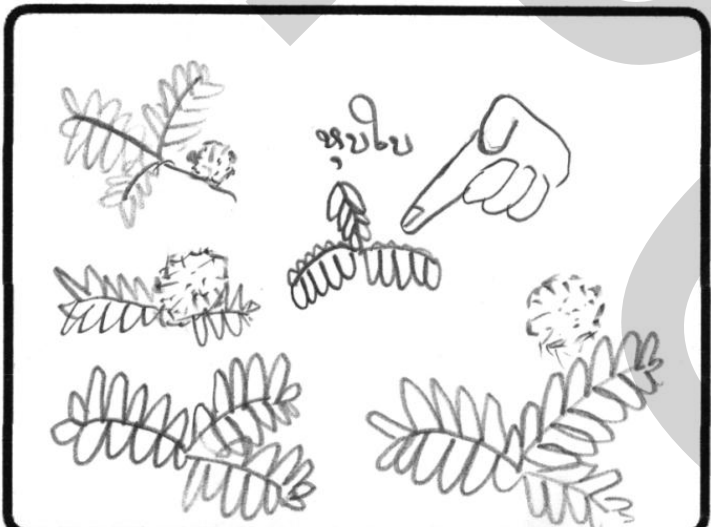
ภาพที่ ก.27 กรอบการสอนเกมสิ่งเร้ารอบตัว หน้าชื่อเกมและเมนู

ชื่อหน้า: บทเรียน (Lesson) และวิธีเล่น (How to Play)	รายละเอียด
	<p>รายละเอียด</p> <p>หน้าบทเรียนของเกม ซึ่งแต่ละเกมจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งประกอบด้วย บทสนทนา, ข้อความ, ภาพ, เสียง และภาพเคลื่อนไหว ในตอนท้ายจะมีหน้าสรุปวิธีการเล่นเกม ว่าแต่ละเกมเล่นอย่างไร</p>

ภาพที่ ก.28 กรอบการสอนเกมสิ่งเร้ารอบตัว หน้าบทเรียนและวิธีเล่น

ชื่อหน้า: เกมทานตะวันหันตามแสง	รายละเอียด
	หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ ชื่อเกมทานตะวัน หันตามแสง

ภาพที่ ก.29 กรอบการสอนเกมสิ่งเร้ารอบต้น หน้าเกมทานตะวันหันตามแสง

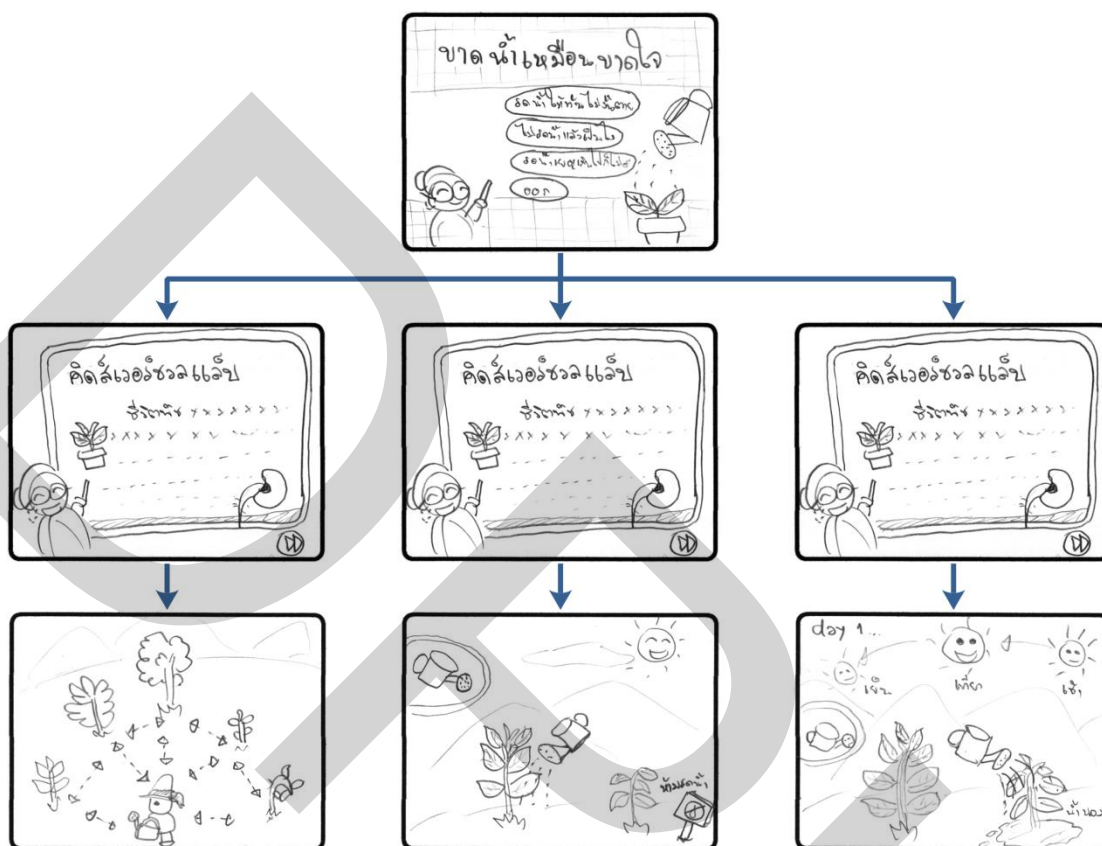
ชื่อหน้า: เกมไมยราบ หุบ หุบ หุบ	รายละเอียด
	หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ ชื่อเกมไมยราบ หุบ หุบ หุบ

ภาพที่ ก.30 กรอบการสอนเกมสิ่งเร้ารอบต้น หน้าเกมไมยราบ หุบ หุบ หุบ

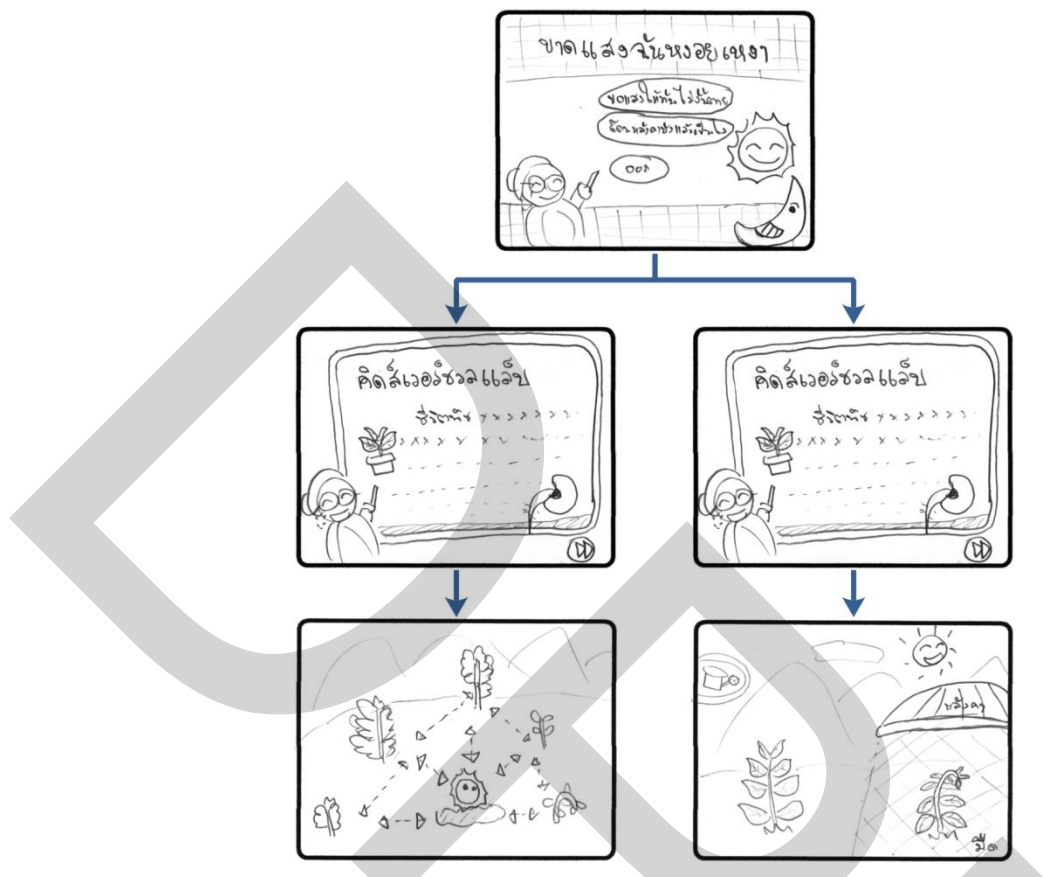
ชื่อหน้า: เกมหม้อข้าวหม้อแกงลิงกินแมลง	รายละเอียด
	<p>หน้าสำหรับเล่นเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ ชื่อเกม หม้อข้าวหม้อแกงลิงกินแมลง</p>

ภาพที่ ก.31 กรอบการสอนเกมสิ่งเร้ารอบต้น หน้าเกมหม้อข้าวหม้อแกงลิงกินแมลง

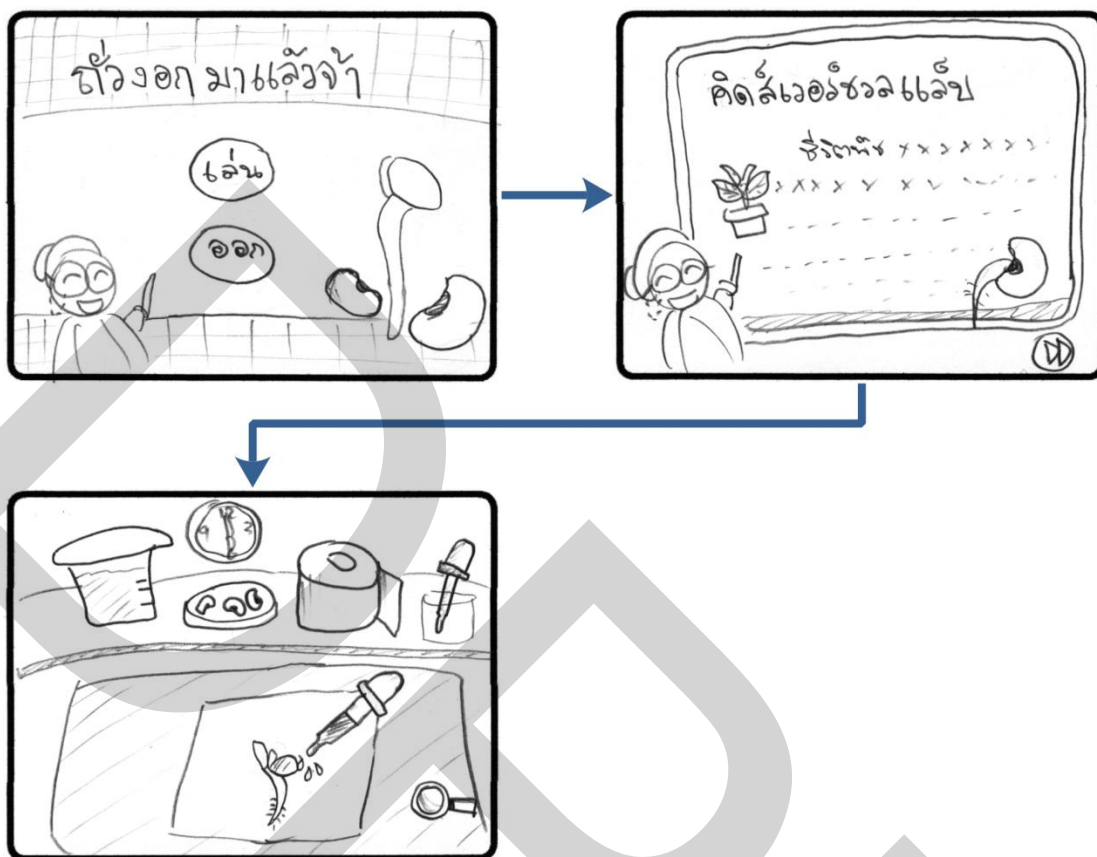
การจัดลำดับกรอบการสอน (Storyboard Development)



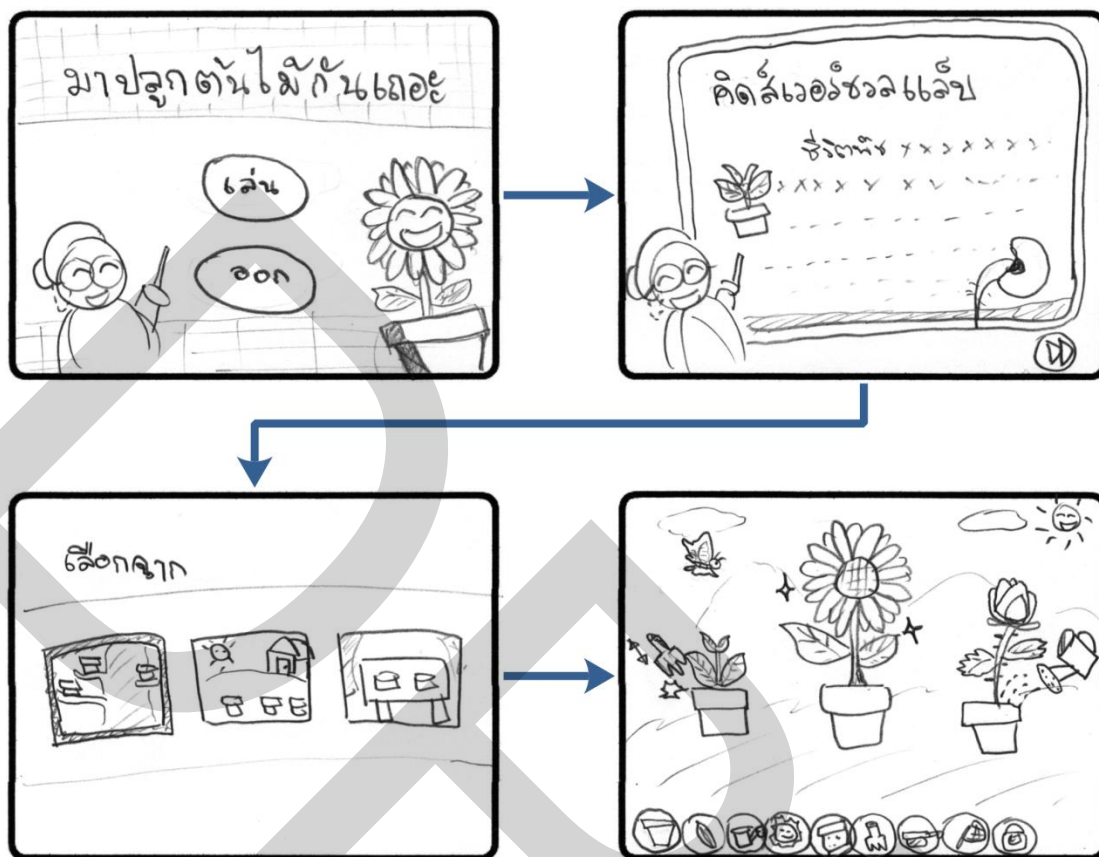
ภาพที่ ก.32 การจัดลำดับกรอบการสอนเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ



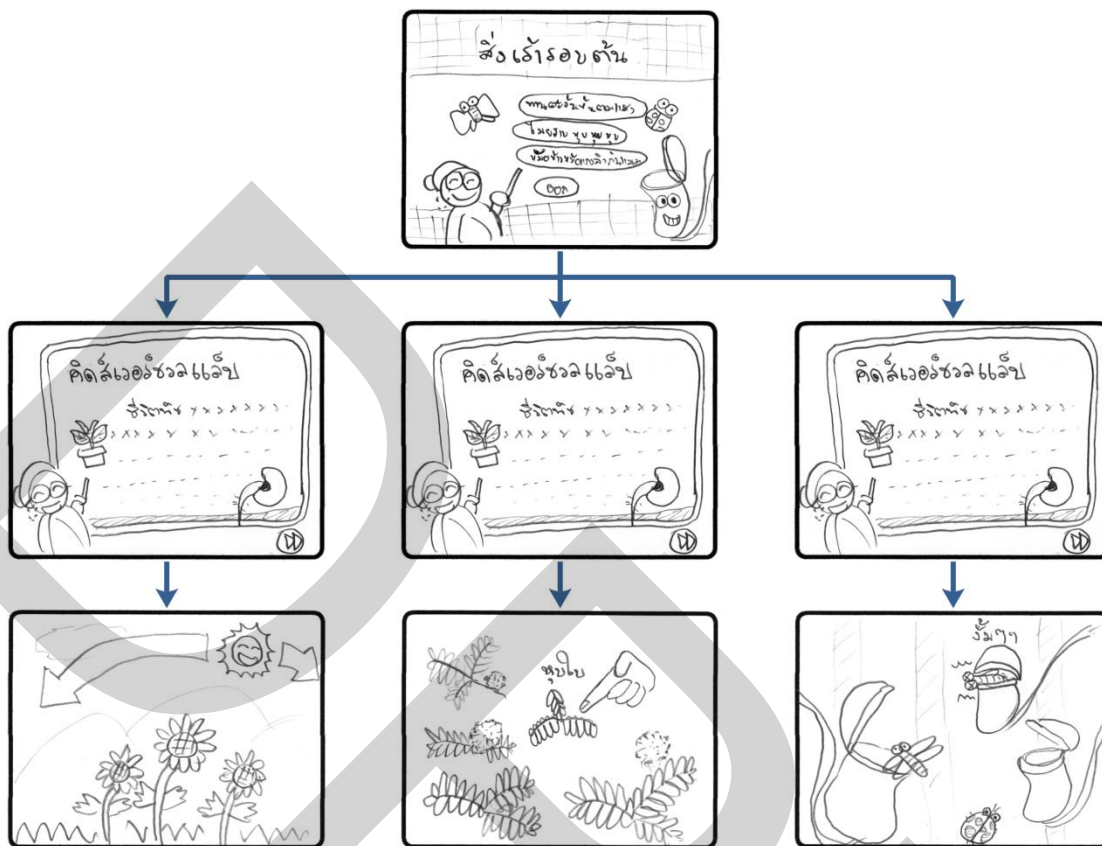
ภาพที่ ก.33 การจัดลำดับกรอบการสอนเกมขาดแสงเงา



ภาพที่ ก.34 การจัดลำดับกรอบการสอนเกมถั่วงอกมาแล้วจ้า



ภาพที่ ก.35 การจัดลำดับกรอบการสอนเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ



ภาพที่ ก.36 การจัดลำดับกรอบการสอนเกมสังเ้ารอบต้น

การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (Implementation)



ภาพที่ ก.37 เกมรดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าชื่อเกมและเมนู



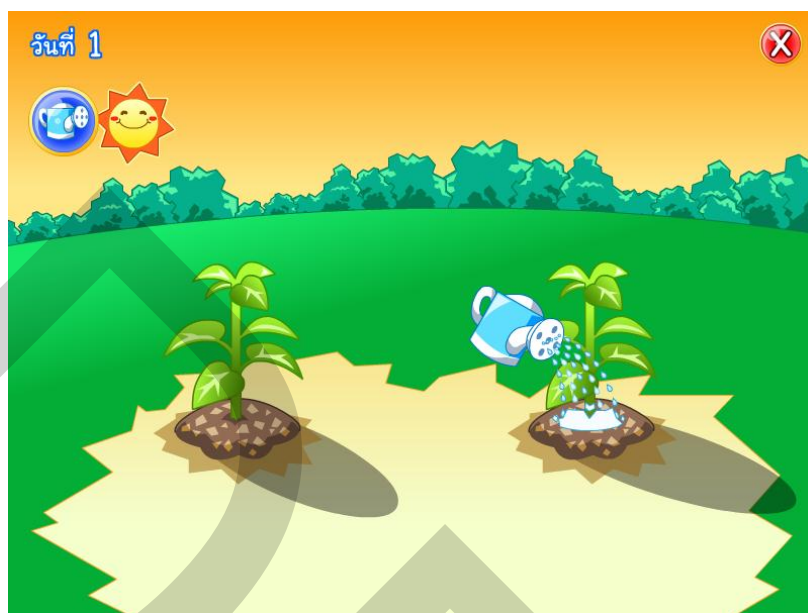
ภาพที่ ก.38 เกมรดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าบทเรียน



ภาพที่ ก.39 เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าเกมย่อย เกมรดน้ำให้ทันไม่งั้นตาย



ภาพที่ ก.40 เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าเกมย่อย เกมไม่รดน้ำแล้วเป็นไง



ภาพที่ ก.41 เกมรดน้ำเหมือนขาดใจ หน้าเกมย่อย เกมรดน้ำเยอะเกินไปก็ไม่ได้



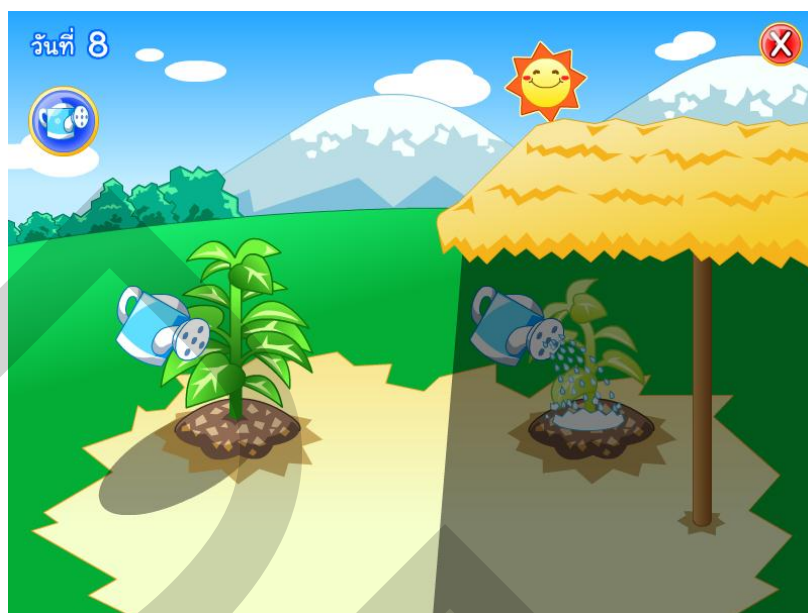
ภาพที่ ก.42 เกมขาดแสงจันทร์หอยเหงา หน้าชื่อเกมและเมนู



ภาพที่ ก.43 เกมขาดแสงฉันทงอยเหงา หน้าบทเรียน



ภาพที่ ก.44 เกมขาดแสงฉันทงอยเหงา หน้าเกมย่อย เกมขอแสงให้ทัน ไม่จ้้นตาย



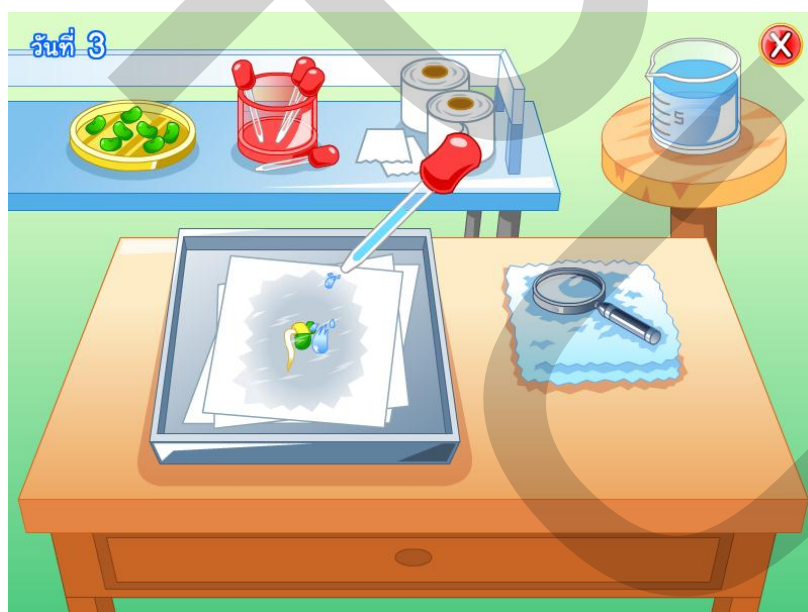
ภาพที่ ก.45 เกมรดน้ำต้นไม้ หงอยเหงา หน้าเกมย่อย เกมโดนหลังคาบังแล้วเป็นไง



ภาพที่ ก.46 เกมถั่วงอกมาแล้วจ้า หน้าชื่อเกมและเมนู



ภาพที่ ก.47 เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า หน้าบทเรียน



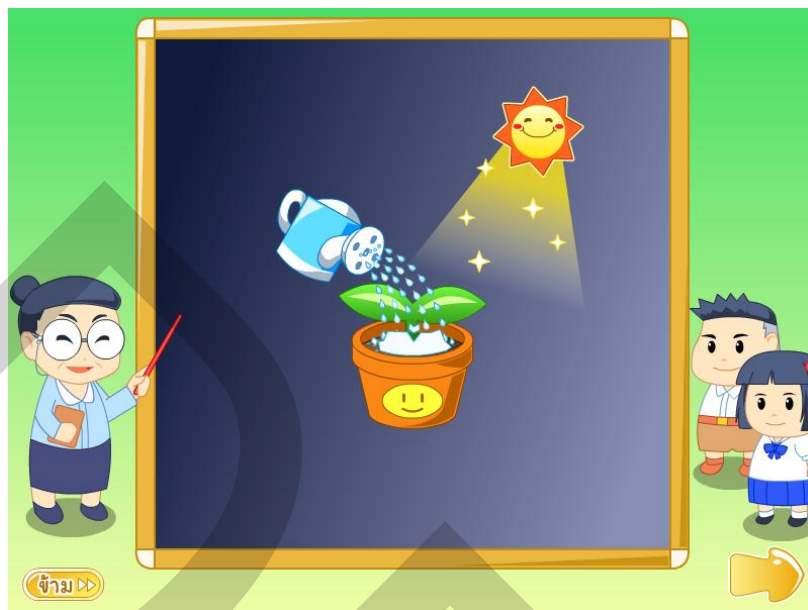
ภาพที่ ก.48 เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า หน้าเกมการเล่น



ภาพที่ ก.49 เกมถั่วงอกมาแล้วจ้า หน้าเกม แสดงการใช้แว่นขยาย



ภาพที่ ก.50 เกมสมาธิปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าชื่อเกมและเมนู



ภาพที่ ก.51 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าบทเรียน



ภาพที่ ก.52 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าเลือกจาก



ภาพที่ ก.53 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าเกม แสดงการเลือกกระถาง



ภาพที่ ก.54 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าเกม แสดงการเลือกเมล็ดต้นไม้



ภาพที่ ก.55 เกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ หน้าเกมการเล่น



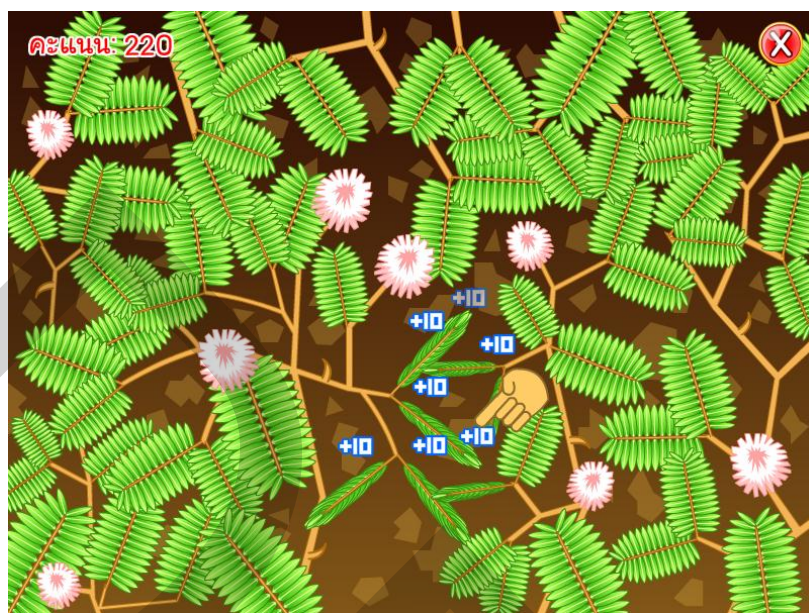
ภาพที่ ก.56 เกมสี่เจ้ารอบต้น หน้าชื่อเกมและเมนู



ภาพที่ ก.57 เกมสิ่งเร้ารอบต้น หน้าบทเรียน



ภาพที่ ก.58 เกมสิ่งเร้ารอบต้น หน้าเกมย่อย เกมทานตะวันหันตามแสง



ภาพที่ ก.59 เกมสิ่งเร้ารอบต้น หน้าเกมย่อย เกมไมยราบ หุบหุบหุบ



ภาพที่ ก.60 เกมสิ่งเร้ารอบต้น หน้าเกมย่อย เกมหม้อข้าวหม้อแกงลิงกินแมลง

รายละเอียดของระบบ LMS แต่ละส่วน (Use Case Description)

ตารางที่ ก.6 รายละเอียดของระบบเพิ่มหลักสูตร

Use Case No:	UC01
Use Case Name:	Add Course
Scenario:	ระบบเพิ่มหลักสูตร
Brief Description	ทำหน้าที่เพิ่มหลักสูตรเข้าไปในฐานข้อมูล
Trigger Event:	เมื่อมีหลักสูตรที่ต้องการเพิ่มเข้ามาใหม่
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	-
Post-Conditions:	หลักสูตรใหม่จะถูกเพิ่มเข้าไปในระบบ
Exception Conditions:	<ul style="list-style-type: none"> ● ระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล หากไม่ถูกต้องก็จะทำการขึ้นข้อความเตือน ● กรณีที่ไม่ต้องการเพิ่มข้อมูล ให้กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการเพิ่มข้อมูลนั้น

ตารางที่ ก.7 รายละเอียดของระบบลบหลักสูตร

Use Case No:	UC02
Use Case Name:	Remove Course
Scenario:	ระบบลบหลักสูตร
Brief Description	ทำหน้าที่ลบหลักสูตรออกจากฐานข้อมูล
Trigger Event:	เมื่อต้องการเลิกใช้งานหลักสูตรนั้นอย่างถาวร
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	หลักสูตรที่ต้องการลบจะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	หลักสูตรจะถูกลบออกจากระบบ
Exception Conditions:	กรณีที่ ไม่ต้องการลบข้อมูล ให้กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการลบข้อมูลนั้น

ตารางที่ ก.8 รายละเอียดของระบบแก้ไขหลักสูตร

Use Case No:	UC03
Use Case Name:	Update Course
Scenario:	ระบบแก้ไขหลักสูตร
Brief Description	ทำหน้าที่แก้ไขข้อมูลของหลักสูตร
Trigger Event:	เมื่อมีบันทึกข้อมูลของหลักสูตรผิดพลาด หรือ เมื่อข้อมูลของหลักสูตรมีการเปลี่ยนแปลง
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	หลักสูตรที่ต้องการแก้ไขจะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	ข้อมูลของหลักสูตรจะถูกเปลี่ยนแปลง
Exception Conditions:	<ul style="list-style-type: none"> ● ระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล หากไม่ถูกต้องก็จะทำการขึ้นข้อความเตือน ● กรณีที่ไม่ต้องการแก้ไขข้อมูล ให้กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการแก้ไขข้อมูลนั้น

ตารางที่ ก.9 รายละเอียดของระบบเรียกดูหลักสูตร

Use Case No:	UC04
Use Case Name:	Display Course
Scenario:	ระบบเรียกดูหลักสูตร
Brief Description	ทำหน้าที่เรียกดูหลักสูตรจากฐานข้อมูล
Trigger Event:	เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการสอบถามข้อมูลหลักสูตร
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	หลักสูตรจะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	ระบบจะแสดงข้อมูลของหลักสูตรตามต้องการ
Exception Conditions:	กรณีไม่มีข้อมูลของหลักสูตรนั้นอยู่ในระบบ

ตารางที่ ก.10 รายละเอียดของระบบเพิ่มหน่วยการเรียนรู้

Use Case No:	UC05
Use Case Name:	Add Learning Unit
Scenario:	ระบบเพิ่มหน่วยการเรียนรู้
Brief Description	ทำหน้าที่เพิ่มหน่วยการเรียนรู้เข้าไปในฐานข้อมูล
Trigger Event:	เมื่อมีหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการเพิ่มเข้ามาใหม่
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	ต้องมีหน่วยการเรียนรู้ใหม่ที่ถูกจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
Post-Conditions:	หน่วยการเรียนรู้จะถูกเพิ่มเข้าไปในระบบ
Exception Conditions:	<ul style="list-style-type: none"> ● ระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล หากไม่ถูกต้องก็จะทำการขึ้นข้อความเตือน ● กรณีที่ไม่ต้องการเพิ่มข้อมูล ให้กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการเพิ่มข้อมูลนั้น

ตารางที่ ก.11 รายละเอียดของระบบลบหน่วยการเรียนรู้

Use Case No:	UC06
Use Case Name:	Remove Learning Unit
Scenario:	ระบบลบหน่วยการเรียนรู้
Brief Description	ทำหน้าที่ลบหน่วยการเรียนรู้ออกจากฐานข้อมูล
Trigger Event:	เมื่อต้องการเลิกใช้งานหน่วยการเรียนรู้ตัวอย่างถาวร
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	หน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการลบจะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	หน่วยการเรียนรู้จะถูกลบออกจากระบบ
Exception Conditions:	กรณีที่ ไม่ต้องการลบข้อมูล ให้กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการลบข้อมูลนั้น

ตารางที่ ก.12 รายละเอียดของระบบแก้ไขหน่วยการเรียนรู้

Use Case No:	UC07
Use Case Name:	Update Learning Unit
Scenario:	ระบบแก้ไขหน่วยการเรียนรู้
Brief Description	ทำหน้าที่แก้ไขข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้
Trigger Event:	เมื่อมีบันทึกข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้ผิดพลาด หรือ เมื่อข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้มีการเปลี่ยนแปลง
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	หน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการแก้ไขจะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	ข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้จะถูกเปลี่ยนแปลง
Exception Conditions:	<ul style="list-style-type: none"> ● ระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล หากไม่ถูกต้องก็จะทำการขึ้นข้อความเตือน ● กรณีที่ไม่ต้องการแก้ไขข้อมูล ให้กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการแก้ไขข้อมูลนั้น

ตารางที่ ก.13 รายละเอียดของระบบเรียกดูหน่วยการเรียนรู้

Use Case No:	UC08
Use Case Name:	Display Learning Unit
Scenario:	ระบบเรียกดูหน่วยการเรียนรู้
Brief Description	ทำหน้าที่เรียกดูหน่วยการเรียนรู้จากฐานข้อมูลในแต่ละหลักสูตร
Trigger Event:	เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการสอบถามข้อมูลหน่วยการเรียนรู้
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	หน่วยการเรียนรู้จะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	ระบบจะแสดงข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้ตามต้องการ
Exception Conditions:	กรณีไม่มีข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้ในระบบ

ตารางที่ ก.14 รายละเอียดของระบบแสดงเนื้อหา

Use Case No:	UC09
Use Case Name:	Show Learning Unit
Scenario:	ระบบแสดงเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้
Brief Description	ทำหน้าที่แสดงเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ ให้แก่ผู้ใช้งานระบบ
Trigger Event:	เมื่อผู้ใช้งานระบบต้องการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
Actors:	Admin, General User
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	หน่วยการเรียนรู้จะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	ระบบจะแสดงเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ตามต้องการ
Exception Conditions:	กรณีไม่มีข้อมูลของหน่วยการเรียนรู้ในในระบบ

ตารางที่ ก.15 รายละเอียดของระบบเพิ่มไฟล์และโฟลเดอร์

Use Case No:	UC10
Use Case Name:	Add Files & Folders
Scenario:	ระบบเพิ่มไฟล์และโฟลเดอร์
Brief Description	ทำหน้าที่เพิ่มไฟล์และโฟลเดอร์ โดยให้ผู้ใช้งานระบบสามารถอัปโหลด (Upload) ไฟล์เข้ามาในระบบได้ รวมถึงสามารถสร้างโฟลเดอร์ใหม่เพื่อเก็บไฟล์ได้
Trigger Event:	เมื่อมีไฟล์และโฟลเดอร์ที่ต้องการเพิ่มเข้ามาใหม่
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	-
Post-Conditions:	ไฟล์และโฟลเดอร์ใหม่จะถูกเพิ่มเข้าไปในระบบ
Exception Conditions:	<ul style="list-style-type: none"> กรณีไฟล์ที่อัปโหลดเข้ามามีขนาดใหญ่เกินไป ระบบจะแจ้งว่าไฟล์มีขนาดใหญ่เกินไปไม่สามารถอัปโหลดได้

ตารางที่ ก.16 รายละเอียดของระบบลบไฟล์และโฟลเดอร์

Use Case No:	UC11
Use Case Name:	Remove Files & Folders
Scenario:	ระบบลบไฟล์และโฟลเดอร์
Brief Description	ทำหน้าที่ลบไฟล์และโฟลเดอร์ออกจากฐานข้อมูล
Trigger Event:	เมื่อต้องการเลิกใช้งานไฟล์และโฟลเดอร์นั้นๆ
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	ไฟล์และโฟลเดอร์ที่ต้องการลบจะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	ไฟล์และโฟลเดอร์จะถูกลบออกจากระบบ
Exception Conditions:	กรณีไม่พบไฟล์หรือโฟลเดอร์ที่ต้องการลบ หรือไม่มีสิทธิ์ในการลบไฟล์หรือโฟลเดอร์นั้นๆ ระบบจะแจ้งข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ระบบทราบ

ตารางที่ ก.17 รายละเอียดของระบบแก้ไขสถานภาพของไฟล์และโฟลเดอร์

Use Case No:	UC12
Use Case Name:	Update Files & Folders
Scenario:	ระบบแก้ไขสถานภาพของไฟล์และโฟลเดอร์
Brief Description	ทำหน้าที่แก้ไขสถานภาพของไฟล์และโฟลเดอร์ เช่น การเปลี่ยนชื่อหรือการให้สิทธิ์ในการอ่าน-เขียนไฟล์แก่คนอื่น (CHMOD)
Trigger Event:	เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของไฟล์และโฟลเดอร์
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	ไฟล์และโฟลเดอร์ที่ต้องการแก้ไขจะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	สถานภาพของไฟล์และโฟลเดอร์จะถูกเปลี่ยนแปลง
Exception Conditions:	กรณีไม่พบไฟล์หรือโฟลเดอร์ที่ต้องการแก้ไขสถานภาพ หรือไม่มีสิทธิ์ในการแก้ไขสถานภาพของไฟล์หรือโฟลเดอร์นั้นๆ ระบบจะแจ้งข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ระบบทราบ

ตารางที่ ก.18 รายละเอียดของระบบเรียกดูรายการไฟล์และโฟลเดอร์

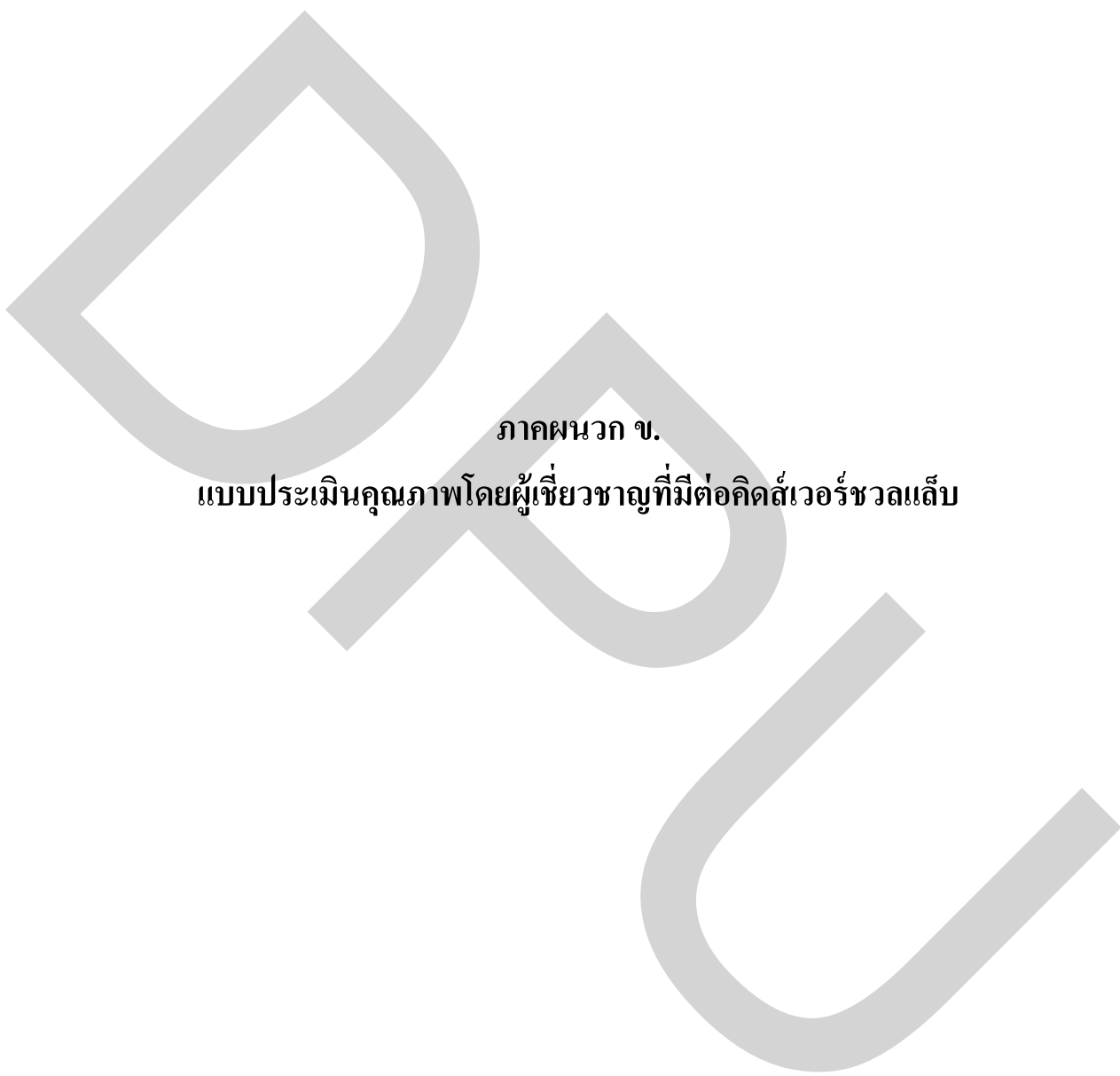
Use Case No:	UC13
Use Case Name:	Display Files & Folders
Scenario:	ระบบเรียกดูรายการไฟล์และโฟลเดอร์
Brief Description	ทำหน้าที่เรียกดูรายการไฟล์และโฟลเดอร์จากระบบไฟล์ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์
Trigger Event:	เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการดูรายการไฟล์และโฟลเดอร์
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication and Authorization System
Pre-Conditions:	ไฟล์และโฟลเดอร์จะต้องมีอยู่ในระบบ
Post-Conditions:	ระบบจะแสดงรายการไฟล์และโฟลเดอร์ตามต้องการ
Exception Conditions:	กรณีระบบไฟล์และโฟลเดอร์ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์เสียหาย ระบบจะแจ้งว่าไม่สามารถทำงานได้

ตารางที่ ก.19 รายละเอียดของระบบตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบ

Use Case No:	UC014
Use Case Name:	Authentication
Scenario:	ระบบตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบ
Brief Description	ทำหน้าที่ตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบ
Trigger Event:	เมื่อผู้ใช้งานทำการล็อกอินเข้ามาในระบบ
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authorization, Course Management System, File Management System
Pre-Conditions:	มีผู้ใช้งานทำการล็อกอินเข้ามาในระบบ
Post-Conditions:	ผู้ใช้งานระบบถูกส่งไประบบตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน
Exception Conditions:	<ul style="list-style-type: none"> ● เมื่อผู้ใช้งานปุ่ม ยกเลิก การล็อกอินเข้าระบบ ● เมื่อผู้ใช้งานระบบทำการล็อกอินเข้ามาด้วยชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง

ตารางที่ ก.20 รายละเอียดของระบบตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ

Use Case No:	UC15
Use Case Name:	Authorization
Scenario:	ระบบตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ
Brief Description	ทำหน้าที่ตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ
Trigger Event:	เมื่อผู้ใช้งานระบบผ่านระบบตรวจสอบตัวตนเข้ามา
Actors:	Admin
Related Use Cases:	Authentication
Pre-Conditions:	มีผู้ใช้งานระบบผ่านระบบตรวจสอบตัวตน
Post-Conditions:	ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานระบบได้ตามสิทธิ์ของตนเอง
Exception Conditions:	ผู้ใช้งานที่ไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าใช้งานระบบได้ตามสิทธิ์



ภาคผนวก ข.

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคิควอร์ชวลแล็บ

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่านที่มีต่อบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

รายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ส่วนของความถูกต้อง 1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์ 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา 1.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ 2. ส่วนของเนื้อหา 2.1 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา 2.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน 2.3 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา 2.4 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง 3. ส่วนของภาพ 3.1 ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา 3.2 ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน 3.3 ภาพประกอบชวนให้น่าสนใจ 3.4 ขนาดของภาพประกอบที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา 3.5 ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียนและเกม 3.6 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียนและเกม 4. ส่วนของแบบทดสอบ 4.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบและวัตถุประสงค์ 4.2 ความชัดเจนของคำสั่งในแบบทดสอบ 4.3 จำนวนข้อของแบบทดสอบ 4.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้ 4.5 ความเหมาะสมของคำถาม 4.6 ความเหมาะสมของคำตอบและตัวลวง					

ข้อเสนอแนะ:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ขอกราบขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมินคุณภาพนี้

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่านที่มีต่อบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

รายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย	ระดับความเหมาะสมตามความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน 1.1 การออกแบบหน้าจอและเมนูเป็นมาตรฐานเดียวกัน 1.2 ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน 1.3 ความรวดเร็วของระบบ 1.4 การทำงานโดยไม่มีข้อผิดพลาด 1.5 การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล					
2. ส่วนของโปรแกรม เกมการทดลองวิทยาศาสตร์ 2.1 ความสมบูรณ์ของเกม 2.2 การออกแบบเกมมีความน่าสนใจ 2.3 การออกแบบหน้าจอและเมนูเป็นมาตรฐานเดียวกัน 2.4 การทำงานโดยไม่มีข้อผิดพลาด 2.5 ระบบช่วยเหลือหรือวิธีใช้งาน 2.6 ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน 2.7 ความสนุกของเกม					
3. ส่วนของภาพ 3.1 ความสวยงามของภาพประกอบ 3.2 ความสวยงามและคุณภาพของภาพเคลื่อนไหว 3.3 สีส่วนของภาพเหมาะกับผู้เรียน					

<p>4. ส่วนของตัวอักษร</p> <p>4.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ</p> <p>4.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ</p> <p>4.3 การใช้สีของตัวอักษร โดยภาพรวม</p> <p>4.4 ความชัดเจนของหัวข้อหรือส่วนที่เน้นสำคัญ</p> <p>5. ส่วนของเสียง</p> <p>5.1 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบเกม</p> <p>5.2 เสียงซาวด์เอฟเฟกต์ที่ใช้ประกอบเกม</p> <p>5.3 เสียงดนตรีพื้นหลังที่ใช้ประกอบเกม</p>					
--	--	--	--	--	--

ข้อเสนอแนะ:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ขอกราบขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมินคุณภาพนี้



ภาคผนวก ค.
แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง
ที่มีต่อคิด้ส์เวอร์ชวลแล็บ

แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนกากบาท (X) ให้คะแนนตามความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 คะแนน	หมายถึง มากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง มาก
3 คะแนน	หมายถึง ปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง น้อย
1 คะแนน	หมายถึง น้อยที่สุด

1. เนื้อหาของบทเรียนมีความน่าสนใจ ชัดเจน และเข้าใจง่ายระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

2. เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนาน น่าสนใจระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

3. นักเรียนได้ความรู้เพิ่มเติมจากบทเรียนและเกมระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

4. รูปภาพและภาพเคลื่อนไหวมีความสวยงาม สีสันเหมาะสม ระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

5. ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน ระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

6. เสียงพากย์และเสียงประกอบ ชัดเจน เหมาะสม ระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

7. หลังจากเรียนจบแล้ว นักเรียนอยากกลับมาเรียนและเล่นเกมซ้ำอีก ในระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

8. โดยภาพรวมแล้ว นักเรียนมีความพึงพอใจต่อคิดส์เวอร์ชวลแล็บ ในระดับไหน

คะแนน	5	4	3	2	1
-------	---	---	---	---	---

ภาคผนวก ง.

คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

จำแนกรายบุคคล

ตารางที่ ง.1 คะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

รหัสกลุ่มตัวอย่าง	คะแนน จากแบบทดสอบก่อนเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนนอัตราส่วน จากแบบทดสอบก่อนเรียน (เต็ม 100 คะแนน)
1	16	53.33
2	16	53.33
3	13	43.33
4	14	46.67
5	14	46.67
6	16	53.33
7	20	66.67
8	11	36.67
9	13	43.33
10	16	53.33
11	23	76.67
12	22	73.33
13	20	66.67
14	26	86.67
15	19	63.33
16	24	80.00
17	20	66.67
18	25	83.33
19	22	73.33
20	22	73.33

21	24	80.00
22	16	53.33
23	19	63.33
24	22	73.33
25	21	70.00
26	17	56.67
27	21	70.00
28	20	66.67
29	23	76.67
30	20	66.67
31	20	66.67
32	26	86.67
33	20	66.67
34	17	56.67
35	23	76.67
36	23	76.67
37	23	76.67
38	24	80.00
39	21	70.00
40	27	90.00
41	22	73.33
42	16	53.33
43	23	76.67
44	18	60.00
45	17	56.67
46	18	60.00

47	21	70.00
48	20	66.67
49	24	80.00
50	13	43.33
51	18	60.00
52	22	73.33
53	23	76.67
54	23	76.67
55	24	80.00
56	17	56.67
57	17	56.67
58	19	63.33
59	23	76.67
60	21	70.00
61	21	70.00
62	9	30.00
63	24	80.00
64	17	56.67
65	21	70.00
66	17	56.67
67	21	70.00
68	5	16.67
69	23	76.67
70	27	90.00
71	18	60.00
72	20	66.67

73	20	66.67
74	25	83.33
75	20	66.67
76	24	80.00
77	20	66.67
78	19	63.33
79	21	70.00
80	19	63.33
81	22	73.33
82	21	70.00
83	15	50.00
84	19	63.33
85	22	73.33
86	18	60.00
คะแนนเฉลี่ย	19.84	66.13

ตารางที่ ๖.2 คะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

รหัส กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน				
	ครั้งที่ 1 (เต็ม 10 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (เต็ม 10 คะแนน)	ครั้งที่ 3 (เต็ม 10 คะแนน)	คะแนนรวม (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนนรวม อัตราส่วน (เต็ม 100 คะแนน)
1	7	9	8	24	80.00
2	4	4	5	13	43.33
3	5	9	6	20	66.67
4	5	4	9	18	60.00
5	7	9	9	25	83.33
6	5	8	9	22	73.33
7	8	9	10	27	90.00
8	3	3	5	11	36.67
9	4	6	7	17	56.67
10	8	9	10	27	90.00
11	9	10	10	29	96.67
12	7	10	10	27	90.00
13	8	9	10	27	90.00
14	9	9	9	27	90.00
15	7	9	10	26	86.67
16	9	9	10	28	93.33
17	7	8	9	24	80.00
18	9	9	9	27	90.00

19	8	10	10	28	93.33
20	8	7	7	22	73.33
21	8	9	10	27	90.00
22	7	6	9	22	73.33
23	7	7	8	22	73.33
24	7	7	9	23	76.67
25	9	7	10	26	86.67
26	7	9	6	22	73.33
27	8	10	10	28	93.33
28	8	8	9	25	83.33
29	9	10	9	28	93.33
30	8	9	10	27	90.00
31	10	7	9	26	86.67
32	9	8	9	26	86.67
33	8	6	7	21	70.00
34	6	7	5	18	60.00
35	9	10	10	29	96.67
36	8	7	6	21	70.00
37	8	10	10	28	93.33
38	8	10	8	26	86.67
39	8	8	9	25	83.33
40	8	6	8	22	73.33
41	7	8	10	25	83.33
42	8	7	8	23	76.67
43	8	10	8	26	86.67
44	6	7	9	22	73.33

45	8	9	10	27	90.00
46	9	10	8	27	90.00
47	8	8	7	23	76.67
48	7	9	8	24	80.00
49	8	8	9	25	83.33
50	6	8	4	18	60.00
51	7	7	7	21	70.00
52	10	6	8	24	80.00
53	8	9	10	27	90.00
54	7	9	8	24	80.00
55	8	9	10	27	90.00
56	7	8	6	21	70.00
57	8	10	9	27	90.00
58	10	9	8	27	90.00
59	5	8	10	23	76.67
60	8	6	9	23	76.67
61	8	9	8	25	83.33
62	6	6	6	18	60.00
63	8	9	10	27	90.00
64	8	8	7	23	76.67
65	8	9	9	26	86.67
66	6	8	8	22	73.33
67	8	9	9	26	86.67
68	7	10	6	23	76.67
69	9	10	10	29	96.67
70	8	8	10	26	86.67

71	7	8	8	23	76.67
72	8	9	10	27	90.00
73	7	7	7	21	70.00
74	8	10	7	25	83.33
75	9	9	8	26	86.67
76	9	10	9	28	93.33
77	9	7	9	25	83.33
78	6	7	6	19	63.33
79	8	9	7	24	80.00
80	5	10	8	23	76.67
81	8	7	7	22	73.33
82	8	8	7	23	76.67
83	8	10	10	28	93.33
84	6	7	7	20	66.67
85	7	8	10	25	83.33
86	8	8	10	26	86.67
คะแนนเฉลี่ย	7.52	8.21	8.40	24.13	80.43

ตารางที่ 3 คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

รหัสกลุ่มตัวอย่าง	คะแนน จากแบบทดสอบหลังเรียน (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนนอัตราส่วน จากแบบทดสอบหลังเรียน (เต็ม 100 คะแนน)
1	18	60.00
2	23	76.67
3	24	80.00
4	16	53.33
5	25	83.33
6	22	73.33
7	27	90.00
8	16	53.33
9	17	56.67
10	29	96.67
11	29	96.67
12	27	90.00
13	27	90.00
14	27	90.00
15	28	93.33
16	30	100.00
17	23	76.67
18	27	90.00
19	29	96.67
20	22	73.33

21	27	90.00
22	23	76.67
23	18	60.00
24	26	86.67
25	26	86.67
26	26	86.67
27	28	93.33
28	25	83.33
29	28	93.33
30	25	83.33
31	27	90.00
32	26	86.67
33	25	83.33
34	20	66.67
35	30	100.00
36	23	76.67
37	29	96.67
38	24	80.00
39	26	86.67
40	25	83.33
41	28	93.33
42	18	60.00
43	26	86.67
44	22	73.33
45	25	83.33
46	19	63.33

47	26	86.67
48	25	83.33
49	26	86.67
50	14	46.67
51	24	80.00
52	26	86.67
53	25	83.33
54	27	90.00
55	26	86.67
56	20	66.67
57	27	90.00
58	24	80.00
59	25	83.33
60	26	86.67
61	27	90.00
62	23	76.67
63	28	93.33
64	19	63.33
65	24	80.00
66	24	80.00
67	26	86.67
68	22	73.33
69	29	96.67
70	26	86.67
71	23	76.67
72	23	76.67

73	26	86.67
74	24	80.00
75	27	90.00
76	28	93.33
77	26	86.67
78	21	70.00
79	22	73.33
80	22	73.33
81	21	70.00
82	22	73.33
83	27	90.00
84	24	80.00
85	26	86.67
86	24	80.00
คะแนนเฉลี่ย	24.49	81.63



ภาคผนวก จ.
คะแนนความพึงพอใจที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจ
ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกรายบุคคล

ตารางที่ จ.1 คะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

รหัส กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินความพึงพอใจ (เต็ม 5 คะแนน)								คะแนน เฉลี่ย
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	
1	4.67	5.00	4.67	5.00	4.33	5.00	5.00	4.33	4.75
2	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	4.96
3	4.33	5.00	4.33	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.79
4	5.00	4.00	4.67	5.00	5.00	4.67	2.67	4.33	4.42
5	5.00	5.00	5.00	5.00	4.33	5.00	5.00	5.00	4.92
6	4.33	4.67	4.67	4.67	5.00	4.67	5.00	3.67	4.59
7	3.67	5.00	3.00	5.00	4.00	4.33	3.67	4.33	4.13
8	4.67	4.00	4.00	3.67	4.00	5.00	4.67	4.33	4.29
9	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.96
10	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.33	5.00	5.00	4.67
11	5.00	4.33	4.67	3.67	4.33	4.00	4.00	3.67	4.21
12	4.67	5.00	4.33	4.67	4.00	4.33	4.67	5.00	4.58
13	4.67	5.00	4.67	4.00	4.67	2.67	5.00	3.33	4.25
14	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
15	5.00	5.00	4.33	4.67	4.33	4.67	5.00	5.00	4.75
16	4.67	5.00	4.67	4.33	4.33	4.33	5.00	5.00	4.67
17	3.67	3.33	4.00	5.00	5.00	4.33	5.00	4.33	4.33
18	4.33	5.00	4.00	3.67	4.67	3.00	4.33	3.33	4.04
19	3.67	4.00	4.33	4.67	3.33	4.00	4.33	3.67	4.00

20	4.00	4.00	3.67	4.33	4.33	4.00	4.67	4.00	4.13
21	4.67	3.33	4.00	4.67	5.00	3.67	3.67	4.00	4.13
22	4.67	4.33	5.00	5.00	4.00	4.67	4.67	5.00	4.67
23	4.00	4.67	4.00	4.33	5.00	4.67	5.00	5.00	4.58
24	4.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.75
25	4.00	5.00	4.33	4.67	4.67	4.00	4.67	5.00	4.54
26	4.33	5.00	3.67	5.00	3.67	4.67	5.00	5.00	4.54
27	4.33	5.00	4.67	5.00	4.00	4.67	3.67	5.00	4.54
28	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.96
29	4.00	4.67	4.00	3.67	4.33	3.33	3.67	5.00	4.08
30	4.67	5.00	4.00	4.67	5.00	3.67	5.00	5.00	4.63
31	5.00	4.67	4.67	5.00	4.33	4.67	4.67	5.00	4.75
32	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	3.33	5.00	5.00	4.75
33	5.00	5.00	4.33	4.67	3.67	3.33	5.00	5.00	4.50
34	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
35	4.00	4.67	4.67	4.33	4.33	5.00	5.00	3.67	4.46
36	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.67	4.33	4.75
37	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
38	4.67	4.67	4.67	3.67	5.00	3.67	3.67	4.33	4.29
39	5.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.79
40	5.00	5.00	5.00	5.00	4.33	4.67	5.00	5.00	4.88
41	4.00	5.00	3.00	4.67	3.67	3.67	4.33	4.00	4.04
42	3.33	4.00	3.00	3.67	4.33	1.67	4.00	3.67	3.46
43	3.67	4.33	3.67	3.67	3.33	4.33	5.00	4.33	4.04
44	5.00	5.00	4.33	4.67	4.00	5.00	5.00	5.00	4.75
45	4.33	5.00	4.67	4.00	4.33	4.67	5.00	5.00	4.63

46	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.96
47	4.33	5.00	4.00	4.67	4.67	4.00	5.00	4.33	4.50
48	3.33	3.67	4.33	3.00	3.00	2.67	4.00	2.67	3.33
49	4.33	5.00	4.33	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.58
50	4.00	4.00	4.33	5.00	4.67	5.00	4.67	5.00	4.58
51	5.00	4.67	4.00	5.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.75
52	3.33	4.00	2.67	4.67	3.33	1.00	3.00	1.67	2.96
53	5.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.00	5.00	4.67	4.75
54	4.33	5.00	3.33	5.00	4.67	1.00	5.00	5.00	4.17
55	4.33	4.33	4.33	5.00	4.67	1.33	4.00	4.67	4.08
56	4.33	4.67	4.33	4.00	4.67	3.33	5.00	3.67	4.25
57	5.00	5.00	4.67	4.33	4.00	4.00	5.00	5.00	4.63
58	4.67	4.67	4.00	4.67	4.33	3.33	4.67	4.67	4.38
59	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.33	5.00	4.33	4.79
60	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.67	5.00	5.00	4.83
61	3.67	4.00	4.67	4.00	3.67	3.33	4.67	3.67	3.96
62	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.92
63	4.33	4.67	3.67	5.00	4.00	1.33	2.67	4.33	3.75
64	3.33	4.33	4.67	4.33	4.33	3.67	3.67	3.67	4.00
65	5.00	5.00	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	3.00
66	3.67	3.33	3.67	2.33	3.00	2.33	3.33	2.67	3.04
67	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.00	5.00	4.33	4.75
68	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
69	3.00	3.67	5.00	3.00	2.33	1.00	2.67	2.67	2.92
70	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.67	1.00	4.33	4.25
71	4.67	4.67	5.00	4.33	4.33	4.67	4.67	4.67	4.63

72	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
73	3.67	5.00	4.33	4.67	3.67	2.00	5.00	4.67	4.13
74	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
75	4.33	4.67	3.00	4.00	4.00	1.33	5.00	4.33	3.83
76	4.33	5.00	4.00	5.00	4.33	5.00	3.67	4.00	4.42
77	3.67	4.33	4.33	2.33	3.00	2.33	2.67	4.67	3.42
78	4.33	5.00	5.00	5.00	4.67	3.67	5.00	5.00	4.71
79	5.00	5.00	4.67	5.00	4.67	4.33	5.00	5.00	4.83
80	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
81	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
82	4.33	5.00	4.33	4.33	5.00	3.33	5.00	4.67	4.50
83	4.00	5.00	4.33	5.00	4.33	3.00	5.00	3.33	4.25
84	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.92
85	4.00	4.67	3.67	4.00	4.33	1.67	4.33	4.67	3.92
86	4.00	5.00	4.67	3.67	4.67	2.33	5.00	4.67	4.25
คะแนนเฉลี่ย	4.46	4.70	4.38	4.53	4.41	3.83	4.51	4.45	4.41



ภาคผนวก ฉ.

ผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50

ผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50

คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล: ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง
สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ

Kids' Virtual Lab Model: A Model for Virtualization Science Laboratory Game
for Kids on World Wide Web

คณิต คูศิริวิเชียร¹ และ วรสิทธิ์ ชูชัยวัฒน์²

Kanit Koosiriwichian¹ and Worasit Choochaiwattana²

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บ หรือเรียกสั้นๆว่า คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) ของ Adams and Rollings (2007) มาเป็นต้นแบบ จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก หรือเรียกสั้นๆว่า คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล ในหัวข้อเรื่องชีวิตพืช โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล และได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และโรงเรียนบ้านลำพญา จำนวน 86 คน ผลการวิจัยพบว่า คิตส์เวอร์ชวลแล็บ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บสูงกว่าก่อนเรียนด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้แล้วผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับพึงพอใจมาก สรุปได้ว่าคิตส์เวอร์ชวลแล็บสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องได้ และบ่งชี้ว่าคิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลสามารถเป็นต้นแบบสำหรับการสร้างเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บได้เป็นอย่างดี

ABSTRACT

This study aims to create virtual laboratory game models for kids on World Wide Web, called Kids' Virtual Lab Model. This model will be used as guidelines for designing and developing lessons and computer games which will help learners to perform virtual science laboratories. The model applied the concepts and design principles of computer-assisted instruction and design principles of computer games with the concept of the structure of video game by Adams and Rollings (2007). After that a

Key Words: models, kids, virtual laboratory, game, world wide web

e-mail address: haihandsome@yahoo.com

¹ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต 110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

Graduate School, Dhurakij Pundit University, 110/1-4 Prachachuen Rd, Laksi, Bangkok 10210

² สาขาวิชาวิศวกรรมเว็บ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต 110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

Department of Web Engineering, Faculty of Information Technology, Dhurakij Pundit University, 110/1-4 Prachachuen Rd, Laksi, Bangkok 10210

virtual laboratory game for children, called "Kids' Virtual Lab", on the topic plant life, based on the proposed model was developed. To evaluate an effectiveness and efficiency of the game, an experiment was conducted. Eighty six of the 2nd grade students from Kasetsart University Laboratory School and Ban Lumphaya School were recruited. The results revealed that Kids' Virtual Lab has efficiency equals to 80.43/81.63 which was higher than the established criteria at 80/80, The academic achievement (effectiveness) of students after learning with Kids' Virtual Lab was higher, with statistically significant at the 0.01 level. They also rated the Kid's Virtual Lab as 'very satisfied'. In addition, a group of experts were also recruited to perform the details evaluation the Kids' Virtual Lab. They rated the Kid's Virtual Lab as 'very good' in content quality assessment, 'good' in the multimedia quality assessment. It can be concluded that the Kids' Virtual Lab could be used for teaching science in the related topics, and that the Kids' Virtual Lab Model can be used as a model for building virtual laboratory game for kids on World Wide Web as well.

คำนำ

การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต่อการพัฒนาของประเทศชาติ การทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ที่สำคัญ เพราะช่วยให้เด็กสามารถที่จะเข้าใจเนื้อหาที่เรียน ได้ดียิ่งขึ้น แต่ในการเตรียมการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องเตรียมทั้งอุปกรณ์, สารเคมี, ห้องปฏิบัติการให้พร้อม การทดลองบางอย่างก็ค่อนข้างอันตราย หรืออาจต้องใช้เวลาอันยาวนานในการสังเกตผล อีกทั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมักมีราคาแพง และอาจต้องใช้บุคลากรทางการศึกษาหลายคนเพื่อช่วยกันกำกับ, ควบคุม และดูแล ให้การทดลองเป็นไปอย่างเรียบร้อย

ดังนั้น การนำเอาการเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning) โดยเฉพาะการจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง (Virtual Laboratory) ในรูปแบบของเกมคอมพิวเตอร์ (Computer Game) มาใช้ช่วยในการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กจึงมีความเหมาะสม เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา ไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองให้ยุ่งยาก ต้นทุนต่ำ ปราศจากอันตราย อีกทั้งยังสนุกสนานไปกับเกม การทดลอง แต่ในปัจจุบันยังไม่มีตัวแบบ (Model) หรือแนวทางในการพัฒนา (Development Guideline) เกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กที่ชัดเจน อีกทั้งการศึกษาถึงผลลัพธ์ของการนำเอาเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้ในเด็กก็ยังมีค่อนข้างน้อย

จากปัญหาต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ ที่จะช่วยในการเรียนรู้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยจำลองมาจากการทดลองจริงๆ ผู้เรียนจะรู้สึกเหมือนกับว่าได้เข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริง (Virtual World) และทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ภายในเกม ผู้วิจัยเรียกตัวแบบที่สร้างขึ้นนี้ว่า "ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์เว็บ (A Model for Virtualization Science Laboratory Game for Kids on World Wide Web)" หรือ เรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล (Kids' Virtual Lab Model)"

จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ซึ่งขอเรียกสั้นๆว่า "คิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab)" โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

โมเดล โดยได้ใช้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ และนำไปทดลองใช้สอนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ (Efficiency), เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) ของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

อุปกรณ์และวิธีการ

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) ของ Adams and Rollings (2007) มาเป็นต้นแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการออกแบบส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบกันเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ จากนั้นได้พัฒนาคิดส์เวอร์ชวลแล็บโดยใช้คิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลเป็นตัวแบบหลักในการพัฒนาว่าควรมีการไหลของข้อมูลอย่างไร และควรมีส่วนประกอบหลักภายในคิดส์เวอร์ชวลแล็บเป็นอะไรบ้าง โดยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช (เกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ และเกมขาดแสงชั้นหยอหยาง), เรื่องการเจริญเติบโตของพืช (เกมถ่วงออกมาแล้วจ้า และเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ) และเรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช (เกมสิ่งเร้ารอบต้น) ส่วนขั้นตอนการออกแบบและผลิตคิดส์เวอร์ชวลแล็บนั้นได้ดัดแปลงจากแนวทางการออกแบบและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของไพโรจน์ และคณะ (2546)

คิดส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลที่ได้ออกมา (Figure 1) สามารถอธิบายแบบภาพรวมได้ดังนี้ การวิ่งของข้อมูลในระบบจะเริ่มจากผู้เรียน เป็นผู้ส่ง Input เข้าไปในระบบ โดย Input ที่ผู้เรียนส่งเข้ามาจะต้องผ่านระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ซึ่งจะทำหน้าที่ติดต่อกับผู้เรียนผ่านทางเว็บเพจ แล้วส่งข้อมูลต่อเข้าไปยังบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำการประมวลผล จากนั้นส่งข้อมูลออกมาเป็น Output ผ่านทางระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เพื่อตอบสนองและนำเสนอข้อมูลแก่ผู้เรียน

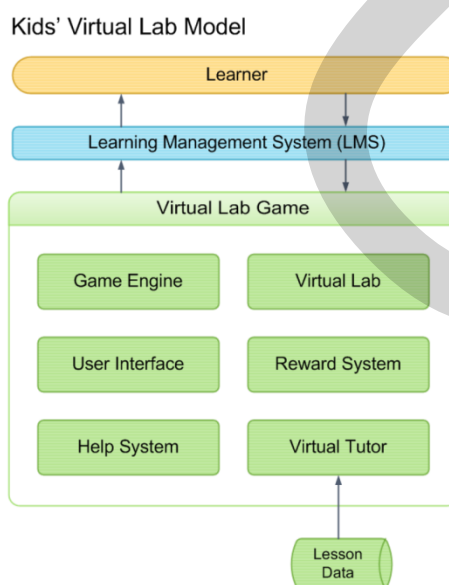


Figure 1 Kids' Virtual Lab Model

คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดลนั้นประกอบด้วยส่วนประกอบหลายส่วน ดังนี้

1. ผู้เรียน (Learner) ในกลุ่มผู้เรียนที่เป็นเด็กเล็กอย่างเด็กชั้นประถมศึกษาชั้นนั้น ผู้ออกแบบคิตส์เวอร์ชวลแล็บ ควรให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะ (Characteristics) ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนที่เป็นเด็กเล็ก นั้น จะมีความตั้งใจหรือความสนใจในสิ่งต่างในช่วงระยะเวลาที่สั้นมาก (ประมาณ 5 ถึง 7 นาที) ดังนั้นในการออกแบบบทเรียน ควรต้องมีการเพิ่มส่วนของภาพกราฟิก, ภาพเคลื่อนไหว และการเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอของเนื้อหา โดยเนื้อหาควรจะถูกตัดแบ่งเป็นส่วนเล็กๆ และแสดงผลในหลายๆรูปแบบเพื่อให้น่าสนใจ ในเรื่องของภาษาต้องให้สามารถสื่อสารกับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี, ต้องไม่ขัดกับวัฒนธรรมของผู้เรียน, ต้องออกแบบการทดลองให้เหมาะสม ไม่ง่ายหรือยากต่อการเข้าใจจนเกินไป (Lever-Duffy et al., 2003)

2. ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) เป็นส่วนประกอบที่มีไว้เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านทางหน้าเว็บเพจ โดยประกอบไปด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆทั้งผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถนำหน่วยการเรียนรู้ขึ้นบนเว็บได้ ส่วนผู้เรียนก็สามารถที่จะเรียกดูหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการได้ โดยส่วนประกอบที่จำเป็นคือ ระบบจัดการหลักสูตร ใช้สำหรับจัดการหลักสูตรรายวิชา, ระบบแสดงเนื้อหา ใช้สำหรับแสดงเนื้อหาของคิตส์เวอร์ชวลแล็บในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และระบบตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบและตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ เพื่อความปลอดภัยของระบบ

3. เกมการทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab Game) คือการนำการทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab) มาเพิ่มบทเรียนและส่วนประกอบของเกม เช่น ระบบรางวัลเข้าไป เพื่อให้การทดลองเสมือนจริงนั้นมีความสนุกสนาน ในการทำการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนของคิตส์เวอร์ชวลแล็บนั้นเป็นเด็ก ซึ่งชอบความสนุกและมีสมาธิค่อนข้างสั้น ดังนั้นการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ให้เป็นเกม จึงมีความเหมาะสม เนื่องจากสามารถทำให้เด็กมีจิตใจจดจ่ออยู่ที่การทดลองได้ เพราะเด็กจะไม่รู้สึกว่าการเรียนหนังสือ แต่เด็กรู้สึกว่าการได้เล่นเกมที่สนุกสนานอยู่ โดยเด็กจะได้จดจำและเรียนรู้ที่ละน้อยจากประสบการณ์ที่ได้พบเห็นในตัวเกม

4. เครื่องประมวลผลเกม (Game Engine) คือ ระบบที่ออกแบบมาสำหรับสร้างสรรค์และพัฒนาเกม โดยเครื่องประมวลผลเกมนี้ประกอบไปด้วยหลายระบบย่อย เช่น ระบบวาดภาพ ทั้งสำหรับภาพแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ, ระบบฟิสิกส์, ระบบเสียง, ระบบสคริปต์, ระบบแสดงภาพเคลื่อนไหว, ระบบปัญญาประดิษฐ์ และระบบเครือข่าย เป็นต้น (Ward, 2008) การนำเอาเครื่องประมวลผลเกมมาใช้ในกระบวนการผลิตเกมจะทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ เนื่องจากมีส่วนที่สามารถใช้ซ้ำหรือปรับเปลี่ยนเพื่อสร้างเกมอื่นๆได้ด้วย ดังนั้นในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ จึงควรสร้างเครื่องประมวลผลเกม หรือเลือกใช้เครื่องประมวลผลเกมที่มีอยู่แล้วในท้องตลาด เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างง่ายดาย และประหยัดทรัพยากรทั้งด้านกำลังคน ค่าใช้จ่าย และเวลา

5. การทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab) มาจากคำเต็มๆว่า Virtual Laboratory เป็นการจำลองการทดลองวิทยาศาสตร์มาไว้บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนสามารถใช้การทดลองเสมือนจริงในการทดสอบสมมุติฐานการทดลองที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบหลักการต่างๆด้วยตนเอง ซึ่งตรงตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ของ Piaget (1896-1980) ที่กล่าวไว้ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาเอง โดยดูซ้ำและปรับเปลี่ยนจากสิ่งเร้าภายนอก ข้อดีอีกอย่างก็คือผู้เรียนสามารถทำการทดลองโดยปราศจากความเสี่ยงกับอันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจริง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะทำการทดลองที่ในความเป็นจริงไม่สามารถทำได้ หรือทำได้แต่มีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ในการออกแบบการทดลองเสมือนจริงนั้นควรตั้งวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ให้แน่ชัด เนื่องจากการออกแบบนั้นไม่เหมือนกัน ถ้าต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้

เพื่อไปทำการทดลองจริง ก็ต้องออกแบบให้เครื่องมือมีความใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด แต่ถ้าต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ในกระบวนการทำงาน ก็อาจออกแบบโดยลดความสมจริงลงมาได้ อย่างเช่น ถ้าทำการทดลองเสมือนจริงสำหรับเด็ก โดยเน้นที่กระบวนการทำงาน ก็โดยควรทำในรูปแบบการ์ตูนจะเหมาะสมกว่า เพราะเด็กจะทำความเข้าใจในกระบวนการทำงานได้ง่ายและสามารถดึงดูดความสนใจต่อเด็กได้มากกว่าอีกด้วย

6. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ถือเป็นองค์ประกอบร่วมของทุกๆส่วน จึงมีความสำคัญที่จะทำให้การสื่อสารระหว่างคิสเวิร์ชวลแล็บกับผู้เรียนประสบความสำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้เรียนของคิสเวิร์ชวลแล็บนั้นเป็นเด็ก ดังนั้นการใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้สำหรับผู้ใหญ่ นั้นอาจจะไม่เหมาะสมและอาจไม่สามารถนำมาใช้กับเด็กได้ โดย Bederson et al. (1996) พบว่าเด็กไม่สามารถดับเบิลคลิกได้ตึ๊ง ดังนั้นในการออกแบบควรใช้ระบบคลิกเดียว หรือ Point & Single Click แทนเท่าที่เป็นไปได้, Hourcade et al. (2004) และ Inkpen (2001) พบว่าเด็กมีปัญหาในการจำปุ่มบนคีย์บอร์ดที่ซับซ้อน การเคลื่อนไหวเมาส์อย่างต่อเนื่อง หรือการกดปุ่มเมาส์ค้างไว้เป็นเวลานาน รวมถึงการใช้งานเมาส์ร่วมกับคีย์บอร์ด, Druin et al. (2001) พบว่าเด็กเล็กจะมีปัญหากับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ต้องใช้การอ่านเป็นหลัก เพราะเด็กอาจยังไม่สามารถอ่านข้อความยาวๆได้ ดังนั้นจึงใช้ข้อความที่สั้นที่สุดที่ยังสามารถสื่อความหมายได้ หรือควรใช้ไอคอน (Icon) ที่ไม่ซับซ้อนแทนตัวอักษร, สำหรับปุ่มกดควรมีเสียงบอกหน้าที่ของปุ่มเมื่อเอาเมาส์ไปวางเหนือปุ่มด้วย อีกสิ่งที่สำคัญคือการทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย หรือทดลองกับกลุ่มเป้าหมายโดยตรง ว่ามีความเข้าใจ และสามารถใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบมาหรือไม่ ก่อนจะนำไปใช้งานจริง

7. ระบบรางวัล (Rewards System) เราไม่สามารถใช้เพียงแรงจูงใจภายในในการจูงใจให้ผู้เรียนทำการเรียนได้ เนื่องจากสิ่งผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเรียนนั้นไม่ได้ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนอย่างเพียงพอ ดังนั้นจึงควรใช้แรงจูงใจภายนอกเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนจุนทำให้เกิดการเรียนขึ้นมาได้ (Deci and Ryan, 1985) ระบบรางวัล เป็นแรงจูงใจภายนอกประเภทหนึ่ง ที่ออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) ตามทฤษฎีของ Skinner (1904-) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่ผู้สอนต้องการ การให้การเสริมแรงในขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ เพราะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเขาได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้, ช่วยสร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้น, เป็นเครื่องแนะให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนี้เขาทำถูกหรือผิด และเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาการเสริมแรงต่อไป (พรหมณี, 2550)

8. ระบบช่วยเหลือ (Help System) ระบบช่วยเหลือของเกมนั้นมีไว้เพื่อช่วยเหลือผู้เล่นที่ยังไม่เข้าใจในวิธีการเล่น ให้สามารถใช้งานหรือเล่นเกมได้อย่างถูกวิธีและได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเล่นเกม นั่นๆ ซึ่งมีได้ 2 รูปแบบหลักๆ คือ ระบบช่วยเหลือแบบแยก (Separated Help System) ซึ่งมีข้อเสียตรงที่ผู้เล่นส่วนมากมักไม่ค่อยสนใจที่จะอ่านเนื้อหาก่อนที่จะเล่นเกม และระบบช่วยเหลือภายในเกม (In-Game Help System) ซึ่งมีข้อดีตรงที่ผู้เล่นไม่จำเป็นต้องอ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลือทีเดียวทั้งหมด แต่อ่านเพียงบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกระทำภายในเกม ณ ปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งจะช่วยลดอัตราที่ผู้เล่นไม่อ่านเนื้อหาของระบบช่วยเหลือลงไปได้

9. ผู้สอนเสมือนจริง (Virtual Tutor) หมายถึง ผู้สอนที่อยู่ในรูปแบบของตัวละครภายในเกม ทำหน้าที่ในการสอนสิ่งต่างแก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนเสมือนจริงนี้มีได้หลากหลายรูปแบบ และส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนเสมือนจริงนี้เป็นองค์ประกอบได้กับทุกๆส่วนของคิสเวิร์ชวลแล็บ โดยอาจเป็นตัวละครที่มาเปิดเรื่องและเร่งเร้าความสนใจในบทนำ, เป็นตัวละครที่มาดำเนินเรื่องในส่วนของบทเรียน หรือเป็นผู้มาสรุปบทเรียนให้ผู้เรียนฟังรวมทั้งอาจอยู่ในส่วนของระบบช่วยเหลือ โดยทำหน้าที่เป็น Tutor คอยให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนก็ได้ โดย Conati and

Zhao (2004) พบว่าผู้สอนเสมือนจริงสามารถเพิ่มแรงจูงใจและความมุ่งมั่นแก่นักเรียน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อเกมการศึกษาอีกด้วย, Yamamoto and Miyashita (2008) พบว่าผู้สอนเสมือนจริงช่วยเพิ่มการโต้ตอบระหว่างผู้สอนกับนักเรียน ซึ่งช่วยกระตุ้นกิจกรรมทางการเรียน, Hu and Zhao (2010) พบว่าผู้สอนเสมือนจริงช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน, เพิ่มความน่าสนใจในการเรียน และเพิ่มบทบาทหน้าที่ทางการศึกษาได้นอกจากนี้ Yamamoto and Miyashita (2008) ยังพบว่า เด็กๆจะคิดว่าผู้สอนเสมือนจริงนั้นสามารถสนับสนุนการเรียนการสอนและให้แนวทางการเรียนแก่เขาได้ ถ้าผู้สอนเสมือนจริงนั้นมีลักษณะท่าทางคล้ายกับคุณครูจริงๆ

10. ข้อมูลบทเรียน (Lesson Data) เป็นข้อมูลที่เป็นความรู้ต่างๆที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งจะอาศัยผู้สอนเสมือนจริงทำหน้าที่ดึงข้อมูลบทเรียนนี้ออกไปนำเสนอแก่ผู้เรียน โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ บทนำ (Introduction) ทำหน้าที่เพื่อเร่งเร้าความสนใจและบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน ตามแนวคิดของ Robert Gagné (1916-2002), บทเรียน (Lesson) เป็นองค์ประกอบที่อาจแทรกไว้ได้ในทุกๆส่วนของหน่วยการเรียนรู้ เพื่อสอดแทรกเนื้อหาที่ต้องการสอนให้ผู้เรียนได้รับรู้และเกิดกระบวนการเรียนรู้ขึ้น และบทสรุป (Summary) เป็นส่วนสำคัญที่ผู้สอนจะต้องสรุปเนื้อหาโดยเฉพาะในประเด็นที่มีความสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้สามารถนำไปใช้สำหรับทบทวนความรู้ได้

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 77 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านลำพญา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 9 คน รวมทั้งสิ้น 86 คน โดยได้มาจากการใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อมาเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งคือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้คิดส์เวอร์ชวลแล็บ ในรูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

สำหรับการประเมินผลนั้น ได้ใช้แบบทดสอบก่อนเรียน, แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ในลักษณะเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (Multiple Choice) ที่มีตัวเลือก 3 ตัวเลือก โดยมีหน่วยการเรียนรู้ละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ ซึ่งได้ผ่านวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้สร้างแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดีย โดยประยุกต์จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม โดยไพทอร์ย์ (2545) จากนั้นผู้วิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูลโดยเริ่มจากให้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นให้เรียนด้วยคิดส์เวอร์ชวลแล็บ แล้วให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และท้ายสุดก็ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน

จากนั้นรวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อนำมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของคิดส์เวอร์ชวลแล็บ (Efficiency) ตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เนื่องจากเป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่แพร่หลาย และได้รับการยอมรับว่าเป็นเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ตรงที่สุด (มนต์ชัย, 2545) โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานไม่ต่ำกว่า 80/80 และได้วิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน เปรียบเทียบกัน โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยใช้สถิติ Paired t-test (Dependent t-test for paired samples) ในการทดสอบ สุดท้ายผู้วิจัยได้คำนวณหาผลรวมของคะแนนความพึงพอใจที่ได้จากการทำแบบสอบถามของนักเรียนกลุ่มทดลองทุกคน และนำมาเฉลี่ยออกมาเป็นค่าความพึงพอใจของผู้เรียนโดยรวม

ผลการทดลองและวิจารณ์

สำหรับการพัฒนาคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ได้ผลออกมาเป็นระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์จำนวน 5 เกมหลัก (10 เกมย่อย) (Figure 2)



Figure 2 Screenshots for Kids' Virtual Lab (LMS and some games)

ผลการประเมินคุณภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดีย ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คะแนน และ 4.45 คะแนน (เต็ม 5.0 คะแนน) ตามลำดับ สรุปได้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก และมีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดี

ผลการหาประสิทธิภาพของคิส์เวอร์ชวลแล็บ ตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 ได้ค่าเท่ากับ 80.43/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยคิส์เวอร์ชวลแล็บ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาผลคะแนนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.49 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.38) ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ซึ่งเท่ากับ 19.84 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.94) แสดงว่าหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น และความแปรปรวนของคะแนนลดลง

จากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บ ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.41 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน โดยสูงกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ตั้งไว้ที่ 3.5 คะแนนขึ้นไป สรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

สรุป

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้ ซึ่งชี้ว่าคิส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล สามารถนำมาใช้เป็นตัวแบบสำหรับการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กบนเว็ลด์ไวด์เว็บได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- พรรัตน์ ช. เจนจิต. 2550. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. เกรท เอ็ดดูเคชั่น, นนทบุรี.
- ไพฑูริย์ โพธิสาร. 2545. การสร้างแบบสอบถาม. ใน สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ. **การวัดผลและประเมินผล การศึกษา**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล, ไพฑูริย์ เกียรติโกมล และ เสกสรร แย้มพินิจ. 2546. **การออกแบบและการผลิตบทเรียน คอมพิวเตอร์การสอน สำหรับ e-Learning**. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.
- มนต์ชัย เทียนทอง. 2545. **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- Adams, E. and A. Rollings. 2007. **Game Design and Development**. Pearson Prentice Hall, NJ.
- Bederson, B.B., J.D. Hollan, A. Druin, J. Stewart, D. Rogers and D. Proft. 1996. Local Tools: An Alternative to Tool Palettes. In **Proceeding of ACM Symposium on User Interface Software and Technology 1996**. ACM, NY.
- Conati, C. and X. Zhao. 2004. Building and Evaluating an Intelligent Pedagogical Agent to Improve the Effectiveness of an Educational Game. In **Proceeding of International Conference on Intelligent User Interfaces and Computer-Aided Design of User Interfaces 2004**. ACM, NY.
- Deci, E.L. and R.M. Ryan. 1985. **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. Plenum, NY.
- Druin, A., B.B. Bederson, J.P. Hourcade, L. Sherman, G. Reville, M. Platner and S. Weng. 2001. Design a Digital Library for Young Children: An Intergenerational Partnership. In **Proceeding of the 1st ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries 2001**. ACM, NY.
- Hourcade, J.P., B.B. Bederson, A.Druin. 2004. Differences in Pointing Task Performance between Preschool Children and Adults Using Mice. In **Proceeding of ACM Transactions on Computer-Human Interaction 2004**. ACM, NY.
- Hu, Y. and G. Zhao. 2010. Virtual classroom with Intelligent Virtual Tutor. In **Proceeding of 2010 International Conference on e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning**. IEEE Computer Society, DC.
- Inkpen, K.M. 2001. Drag-and-Drop versus Point-and-Click Mouse Interaction Styles for Children. In **Proceeding of ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 2001**. ACM, New York, NY.
- Lever-Duffy, J., J.B. McDonald and A.P. Mizell. 2003. **Teaching and Learning with Technology**. Pearson Education, MA.
- Ward, J. 2008. **What is a Game Engine?**. Available Source: http://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_.php, October 10, 2011.
- Yamamoto, T. and R. Miyashita. 2008. Interactivity in Ubiquitous Learning Enhanced by Virtual Tutors in e-Learning Contents. In **Proceeding of 2008 IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing**. IEEE Computer Society, DC.

ภาคผนวก ข.

หนังสือรับรองผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการ
ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50

หนังสือรับรองผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอรับรองว่าผลงานวิจัย

เรื่อง

คิตส์เวอร์ชวลแล็บโมเดล: ตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์
ในโลกเสมือนจริง สำหรับเด็กบนเว็ลต์ไวด์เว็บ

โดย

คณิต คูศิริวิเชียร และวรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา

ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาวิทยาศาสตร์

และได้นำเสนอในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50

ระหว่างวันที่ 31 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2555

(รองศาสตราจารย์ ดร.พนิต เข้มทอง)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ประธานคณะกรรมการดำเนินงานจัดประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 50

11.8/252

ผู้ทรงคุณวุฒิภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตร์

ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. รศ.ดร.สุนันทา รัตนาโก

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. รศ.ดร.สร้อยญา วิชโรทัย 3. ผศ.ดร.ฉัตรชัย เงินแสงสรวย

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. อาจารย์สุรศักดิ์ เชียงกา 5. ผศ.ดร.สุธี บุญช่วย 6. ดร.สุธารัตน์ โชติกประสงค์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ผศ.ดร.พรสวาท วัฒนกุล

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ผศ.ศิริกร จันทร์นวล 9. ดร.ชวลิต ศรีสถาพรพัฒน์ 10. ผศ.ดร.นวลวรรณ สุนทรภิชัย

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. ผศ.ดร.บุญอ้อม โฉมที 12. ดร.อำไพ ทองธีรภาพ 13. รศ.ประสิทธิ์ พัทฒพงษ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

14. ผศ.มาริสา มัยยะ 15. รศ.กรรณิกา คงสาคร 16. รศ.ดร.อุษณีย์ ลีรัตน์

17. ผศ.ดร.มนตรี มาลีวงศ์

ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

18. ดร.ชีวารัตน์ พรินทรากุล 19. ผศ.ดร.วสกร บัลลังก์โพธิ์ 20. ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

21. รศ.ดร.วิยะดา สีหบุตร 22. รศ.ดร.สุรพล วิเศษสรรค์ 23. ผศ.ดร.ธีราพร อนันตะเศรษฐกุล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

24. ดร.พจนารถ สุวรรณรุจิ 25. ผศ.ดร.มาริสา อรัญชัยยะ 26. รศ.ดร.ลัดดา มีศุข

27. รศ.ดร.วิทยา ปันสุวรรณ 28. ผศ.ดร.อรพินท์ เจียรถาวร 29. ดร.พิทักษ์ เชื้อวงศ์

30. ผศ.ดร.วิริญญา แก้ววัฒนะ 31. รศ.ดร.ชลธิชา นุ่มหอม 32. ดร.จรรยา เจตนาเสน

33. รศ.ดร.อภิสิฏฐ์ ศงสะเสน 34. รศ.ดร.ภควดี สุทธิไวยกิจ 35. ดร.ศุภกิจ อาชีวะวานิช

36. อาจารย์มนธิดา เจ้าอรุณ 37. รศ.อัจฉนา วงศ์ชัยสุวัฒน์ 38. ผศ.ดร.นัทมน คุณแสง

39. ผศ.ดร.กรรณิการัตน์ ดวงมาลัย

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

40. รศ.ดร.ชรณี ตัญเต็มวงศ์ 41. ผศ.ดร.นันทนา สีสุข 42. ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์

43. ดร.ปิ่นสุรางค์ ติวงษ์ 44. รศ.ดร.พัชรี สุนทรนนท์ 45. ดร.พัชราภรณ์ ศิวายพราหมณ์

46. รศ.ดร.วิเชียร กิจปรีชาวนิช 47. ผศ.ดร.วรรณนา มาลาพันธ์ 48. ศ.ดร.สาวิตรี ลิมทอง

49. รศ.ดร.อรุณวรรณ หวังกอบเกียรติ 50. ดร.เจษฎา โพธิรัตน์ 51. ดร.เดือนรัตน์ ชลอุดมกุล

52. อาจารย์ศลิษา สุจิตตวรสาร 53. ผศ.ดร.สุรางค์ สุธีราวุธ 54. รศ.ชัยวัฒน์ กิตติกุล

55. ดร.เยาวภา อรามศิริจุฑาเวทย์ 56. ผศ.ดร.สาวิตร ตระกูลน้ำเลื่อมใส

ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

57. รศ.ดร.สมศักดิ์ อภิสิทธิ์วานิช 58. รศ.ดร.สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล 59. ดร.ประดิษฐ์ แสงทอง

60. ดร.ชัชวาล จันทร์สุริยรัตน์ 61. ผศ.ดร.วิภา หงส์ตระกูล 62. รศ.ดร.เลิศลักษณ์ เงินศิริ

63. ดร.อุไรวรรณ อรัญวาสี 64. รศ.ดร.พัฒนา ศรีฟ้า ยูเนออร์ 65. ดร.สมพิศ สวมิกัด

66. ดร.อัครพงษ์ สวัสดิพงษ์ 67. รศ.ดร.อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต 68. ดร.อนงค์ภัทร สุทธางคกุล

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตร์

1. รศ.ดร.พรพรรณภา คักดีสูง ข้าราชการบำนาญ

2. รศ.ดร.สุวรรณ ถังมณี ข้าราชการบำนาญ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นายแพทย์คณิต คูศิริวิเชียร

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาตรี แพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2545

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

กรรมการผู้จัดการห้างหุ้นส่วนสามัญชื้อสตูดิโอ
อาจารย์พิเศษ สาขาวิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและ
การพัฒนาเกม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์