

การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม  
โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

ภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

DEVELOPMENT OF WEB-BASED INSTRUCTION ENTITLED  
“DATA STRUCTURE AND ALGORITHM”  
THROUGH AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

PANUPUN WONGSUWAN

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements  
for Master of Education in Teaching English

Academic Year 2022

Copyright of Bansomdejchaopraya Rajabhat University

ชื่อเรื่อง การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้  
เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง  
ชื่อผู้วิจัย ภาณุพันธ์ วงศ์สุวรรณ  
สาขาวิชา คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ  
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เกรศ ประกอบผล  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

  
..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ชารัทนวงศ์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เกรศ ประกอบผล)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิภัญญา เย็นเอง)

  
..... กรรมการและเลขานุการ  
(อาจารย์ ดร.กิตติ เชี่ยวชาญ)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างวัตถุเสมือนจริง
ชื่อผู้วิจัย	ภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ
สาขาวิชา	คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เกียรติ ประกอบผล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ชนาวุฒิ ประกอบผล
ปีการศึกษา	2565

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของเว็บช่วยสอน 3) หาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 หมู่เรียน จำนวน 40 คน โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) เว็บช่วยสอน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีประสิทธิภาพ เท่ากับ  $81.80/81.00$  สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน  $80/80$
  2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
  3. ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงอยู่ในระดับมากที่สุด
- คำสำคัญ : เว็บช่วยสอน โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

**Title**                    **Development of Web-based Instruction Entitled “Data Structure and Algorithm” through Augmented Reality Technology**

**Author**                **Panupun Wongsuwan**

**Program**             **Computer and Information Technology**

**Major Advisor** **Associate Professor Dr.Sakkared Prakobpol**

**Co-advisor**        **Associate Professor Dr.Tanawut Prakobpol**

**Academic Year** **2022**

### **ABSTRACT**

The purposes of this quasi-experimental research were 1) to develop and find efficiency of web-based instruction entitled “Data Structure and Algorithm” through augmented reality technology 2) to compare learning achievements before and after using the developed web-based instruction and 3) to study students’ satisfaction of learning through the developed web-based instruction. The sample group included 40 second year undergraduate students from a section in academic year 2014 obtained using cluster random sampling. The research instruments involved 1) web-based instruction 2) learning achievement test and 3) a set of questionnaire on students’ satisfaction of learning through the developed web-based instruction. Data were statistically analyzed by mean, standard deviation, and t-test.

The findings revealed the following.

1. The efficiency of web-based instruction entitled “Data Structure and Algorithm” through augmented reality technology measured 81.80/81.00, which was higher than the assigned criteria 80/80.
2. The students’ learning achievements after using the developed web-based instruction was higher than those before the experiment at significance level .05.
3. The students’ satisfaction of learning through the developed web-based instruction was generally found at the highest level.

**Keywords:** Web-based Instruction, Data Structure and Algorithm, augmented reality technology

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง จากท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เศรษฐ ประกอบผล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ให้ความรู้คำปรึกษา ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และเสียสละเวลาในการตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชนาวุฒิ ประกอบผล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมงานวิจัยและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิภัฏชญา เยินเอง ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อคิด แนวทางและวิธีการต่าง ๆ ในการตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการสร้างสื่อด้วยวิธีการที่มีระบบระเบียบ และมีประสิทธิภาพ รวมทั้งท่านผู้เชี่ยวชาญ ที่ให้คำแนะนำเป็นอย่างดี จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ และที่สำคัญขอขอบคุณ นิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบเว็บช่วยสอน และเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณและเพื่อนๆ พี่ ๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจที่ติดต่อมาทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>6</b>
วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม.....	6
เทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality : AR.....	8
เทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์.....	13
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>22</b>
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	22
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	22
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	28
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	29

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	34
ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและ อัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	34
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้เว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุ เสมือนจริง.....	39
ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้าง ข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	40
<b>บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....</b>	41
สรุปผลการวิจัย.....	41
การอภิปรายผล.....	41
ข้อเสนอแนะ.....	43
<b>บรรณานุกรม.....</b>	45
<b>ภาคผนวก.....</b>	48
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	49
ภาคผนวก ข หนังสือราชการ.....	51
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ.....	58
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและคู่มือมือการใช้งานเว็บช่วยสอน.....	69
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	76
ภาคผนวก ฉ แบบตอบรับและบทความวิจัย.....	87
ภาคผนวก ช ผลการสอบวัดภาษาอังกฤษ ตามเกณฑ์ CEFR.....	98
<b>ประวัติผู้วิจัย.....</b>	100



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดี่ยวยุติก่อนและสอบหลัง.....	29
2	ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและ อัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน..	38
3	ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคของเว็บช่วยสอนเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุ เสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน.....	39
4	ผลการหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและ อัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบ ภาคสนาม.....	39
5	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วย เว็บช่วยสอน โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	40
6	ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้าง ข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	41
7	ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธีการหาค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ เว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยี การสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	59
8	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้าง ข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	62
9	คะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน จาก เว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการ สร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบเดี่ยว.....	64

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	คะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน จากเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยี การสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบกลุ่มย่อย.....	65
11	คะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน จากเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยี การสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบภาคสนาม.....	66
12	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุ เสมือนจริง.....	68

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
2	แผนภาพการทำงานของเทคโนโลยี Augmented Reality.....	9
3	ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame.....	10
4	ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates.....	11
5	กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses.....	11
6	กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses.....	12
7	ขั้นตอนการสร้างเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง.....	23
8	ส่วนของการป้อนชื่อ รหัสผ่าน และสมัครเป็นสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบ.....	24
9	ส่วนของการแสดงรายการวิชาเรียน และกิจกรรมในการเรียน.....	24
10	หน้าหลักของเว็บช่วยสอน.....	35
11	ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาภายในบทที่เรียน .....	35
12	ลิงค์เพื่อเปิดกล้องเว็บแคม.....	35
13	รูปทรีแบบพรีออร์เดอร์ เมื่อนำ Marker มาส่องกับกล้อง Webcam.....	36
14	การทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน.....	36
15	ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนจบครบทุกบทเรียน.....	36
16	หน้าหลักของเว็บไซต์.....	77
17	ใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ.....	77
18	หน้าจอเมื่อเข้าสู่ระบบ.....	78
19	หน้าจอบทเรียนของวิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม.....	78
20	หน้าจอของลิงค์โหลดภาพ Marker.....	79

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	บทเรียนที่ 5.....	79
22	ลิงค์เพื่อเปิดกล้องเว็บแคม.....	80
23	รูปเมื่อเปิดกล้อง Webcam.....	80
24	รูปทรีแบบพรีออร์เดอร์ เมื่อนำ Marker มาส่องกับกล้อง Webcam.....	81
25	รูปทรีแบบอินออร์เดอร์ เมื่อนำ Marker มาส่องกับกล้อง Webcam.....	81
26	ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละบท.....	82
27	บทเรียนที่ 6.....	82
28	บทเรียนที่ 7.....	83
29	บทเรียนที่ 8.....	83
30	ลิงค์แบบทดสอบหลังเรียน.....	84
31	ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน.....	85
32	ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนจบครบทุกบทเรียน.....	85

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ หมวด 4 มาตรา 22 บัญญัติว่า “การจัดการศึกษาต้อง ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” มาตรา 23 บัญญัติว่า “การจัดการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ในเรื่องความรู้ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้ง ความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ เรื่องการจัดการการบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน” หมวด 9 มาตรา 65 บัญญัติว่า “ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเพื่อให้มีความรู้ความสามารถ และทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ” มาตรา 66 บัญญัติว่า “ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำให้ได้เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างเนื่องตลอดชีวิต” ซึ่งสอดคล้องกับ (สุพัชรินทร์ ทับทิมทอง, 2545) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญอย่างมากในสังคมเทคโนโลยีสารสนเทศ และได้มีการใช้คอมพิวเตอร์แพร่หลายในทุกวงการ รวมทั้งในการศึกษา สถาบันการศึกษาทุกระดับ ตั้งแต่ก่อนประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ต่างใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน และนับตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา กระทรวงศึกษาธิการซึ่งได้เห็นความสำคัญของการใช้คอมพิวเตอร์จึงได้บรรจุวิชาคอมพิวเตอร์ไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2553, น.7)

การเรียนการสอนในปัจจุบันยังคงให้ผู้เรียนศึกษาโดยใช้หนังสือเป็น ตัวนำเสนอ โดยรูปแบบการเรียนส่วนใหญ่มักจะเป็นการท่องจำตามทฤษฎีและรูปภาพประกอบที่เป็นภาพ 2 มิติ ในหนังสือ ซึ่งบางครั้งอุปกรณ์การเรียนเกิดชำรุดเสียหาย จะทำให้ผู้เรียนจินตนาการตามเนื้อหาได้ยาก เข้าใจผิด ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่มีความพยายามทำความเข้าใจในเนื้อหาของ

เรื่องที่เรียน แต่ถ้ามีการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนใหม่ โดยการนำภาพ 3 มิติเข้ามาช่วยในการแสดงภาพประกอบในเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและสามารถจินตนาการตามเนื้อหาที่เรียนได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ รวมทั้งสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน พร้อมทั้งเกิดความต้องการที่จะเรียนเนื้อหาในบทเรียนต่อไปเรื่อย ๆ (ณัฐวิ อุดกฤษฎ์และนพพล วงศ์วิวัฒน์ไชย, 2553)

เทคโนโลยีเสมือนจริง(Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดล 3 มิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในพื้นที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษา Action Script 3.0 เป็นต้น และการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เช่น 3D MAX, Adobe Flash, Adobe Photoshop เป็นต้น ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้าน การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร การศึกษา โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่าน ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบโต้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริงของโมเดลแบบ 3 มิติ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็น ภาพ 3 มิติ เช่น คน สัตว์ สิ่งของ เป็นต้น ซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา สามารถหมุนได้รอบทิศทางทำให้ปรากฏเสมือนภาพจริงขึ้นมา

ในการเรียนการสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม รหัสวิชา 4211222 จำนวน 3 หน่วยกิต หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตของนิสิตชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ซึ่งกล่าวถึงเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอาร์เรย์ ขอบเขตของอาร์เรย์ การจัดเก็บอาร์เรย์ในหน่วยความจำ โครงสร้างข้อมูลแบบลิงก์ลิสต์ การดำเนินงานพื้นฐานของลิงก์ลิสต์ โครงสร้างข้อมูลแบบสแต็ก พื้นฐานการดำเนินการกับสแต็ก โครงสร้างข้อมูลแบบคิว โครงสร้างข้อมูลแบบทรี การเรียงลำดับข้อมูล การค้นหาข้อมูล เป็นต้น ซึ่งโครงสร้างข้อมูลแบบต่าง ๆ จะใช้รูปภาพ 2 มิติมาประกอบในการเรียนการสอน ขั้นตอนต่าง ๆ ของโครงสร้างข้อมูลทำให้ผู้เรียนมองภาพโครงสร้างได้ไม่ละเอียดชัดเจน

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงได้ไปพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เพื่อช่วยในการสอน ซึ่งเทคโนโลยีการ

สร้างภาพวัตถุเสมือนจริงนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกสนุกสนานและตื่นตาตื่นใจกับการเรียนแบบโลกเสมือนจริงและมีมุมมองต่อการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่เพิ่มขึ้นโดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทำให้ได้สื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ นอกจากนี้แล้วสื่อการเรียนการสอนยังประกอบด้วยภาพ 3 มิติ ที่มุมมอง 360 องศา สามารถมองได้รอบด้าน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่าย รวดเร็ว ถูกต้อง และมีมุมมองในรูปแบบโลกเสมือนจริง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
3. เพื่อหาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

### สมมติฐานการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงเป็นไป ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงอยู่ในระดับมากขึ้นไป

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2557 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 3 หมู่เรียน รวมนิสิต 97 คน

กลุ่มตัวอย่าง นิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2557 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ

บ้านสมเด็จพระเจ้าพระยา 1 หมู่เรียน จำนวน 40 คน จากจำนวน 3 หมู่เรียน โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ด้วยการจับสลากชื่อหมู่เรียน

### ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ เว็บไซต์สอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือน

ตัวแปรตาม คือ

1. ประสิทธิภาพของเว็บไซต์สอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเว็บไซต์สอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
3. ความพึงพอใจที่ได้จากการเรียนเว็บไซต์สอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้เว็บไซต์สอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
2. ผู้เรียนสามารถนำเว็บไซต์สอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ใช้ประกอบการเรียนและเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียน
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์สอน โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ในสาขาวิชาต่าง ๆ ที่มีลักษณะของปัญหาในการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกัน
4. ได้สื่อการเรียนการสอนและสื่อประกอบการเรียนการสอน สำหรับใช้เพื่อทบทวนบทเรียนได้อีกทางเลือกหนึ่ง

### นิยามศัพท์เฉพาะ

เว็บไซต์สอน หมายถึง เว็บไซต์นำเสนอบทเรียนที่ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหวและภาพวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ และมีเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนและแบบทดสอบ เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนและมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนด้วยตนเอง

การสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยผ่านทางกล้องเว็บแคม และแสดงวัตถุ 3 มิติที่จำลองจากวัตถุจริงออกทางจอคอมพิวเตอร์



**ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ( Posttest ) เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้งานแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

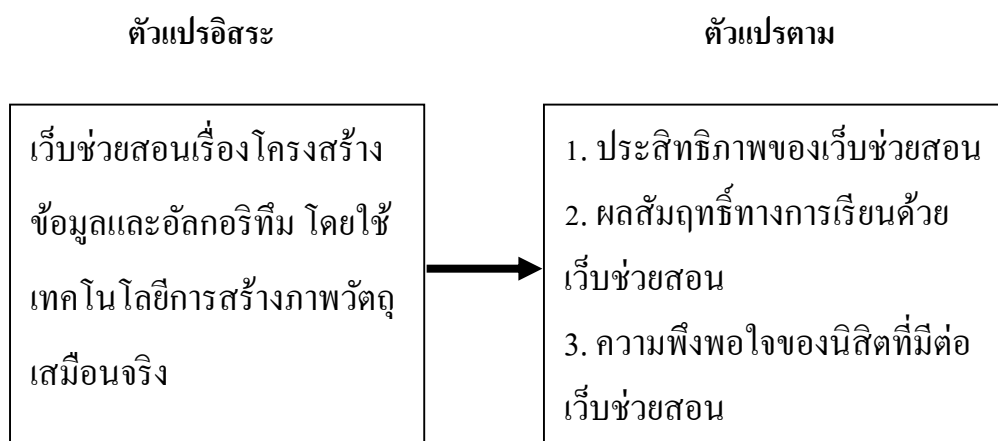
**ประสิทธิภาพเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม** หมายถึง คุณภาพของเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เพื่อช่วยในการสอนเรื่องฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละบทเรียนรวมกัน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

**ความพึงพอใจ** หมายถึง ความพึงพอใจของนิสิต ที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบ่งออกเป็น 5 ระดับ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. วิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม
2. เทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality : AR
3. เทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

การสอนรายวิชา 4211222 โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม จำนวน 3 หน่วยกิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 2 ซึ่ง โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2549) กล่าวถึง ลักษณะของโครงสร้างข้อมูลและวิธีการจัดการโครงสร้างข้อมูล แบบแถวลำดับ กองซ้อน แถวลอย รายการโยง และต้นไม้ และขั้นตอนวิธีที่ใช้ดำเนินการเกี่ยวกับข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอนวิธีของการจัดเรียงข้อมูล และขั้นตอนวิธีของรายการสืบค้นข้อมูล รวมทั้งศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมโดยใช้โครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนวิธี ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้บอกถึงโครงสร้างในส่วนของ ทรี กราฟ การเรียงลำดับข้อมูลการค้นหาข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดเนื้อหา ดังนี้

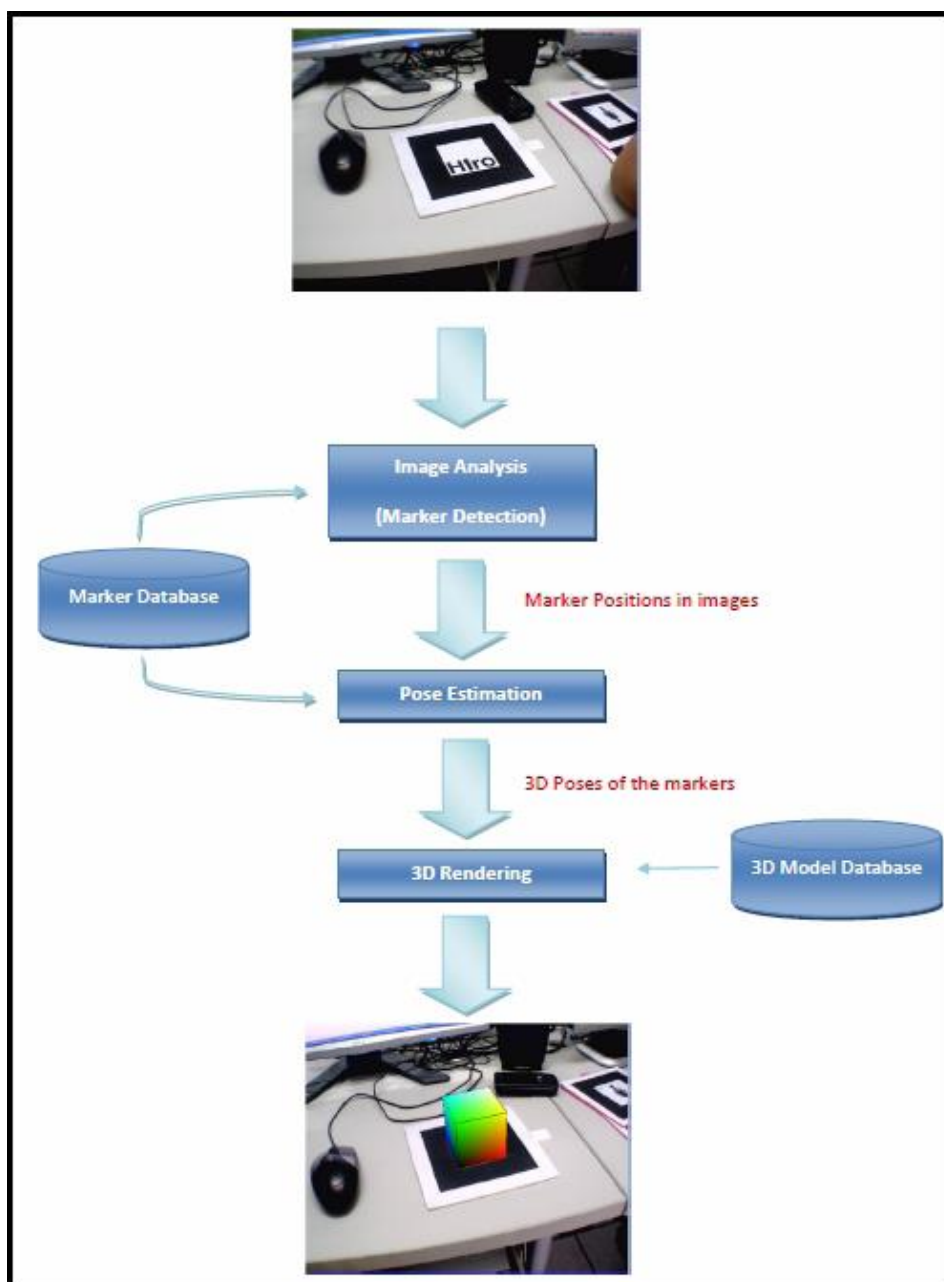
1. ทรี (Trees)
  - 1.1 แนวคิดพื้นฐานของทรี (Basic Tree Concepts)
  - 1.2 รูปแบบการนำเสนอโครงสร้างข้อมูลทรี (Tree Representation)
  - 1.3 ไบนารีทรี (Binary Trees)
  - 1.4 คุณสมบัติของไบนารีทรี (Properties)
  - 1.5 การแทนไบนารีทรีในหน่วยความจำ (Binary Tree Representations)
  - 1.6 การท่องเข้าไปในไบนารีทรี (Binary Tree Traversals)
  - 1.7 เอ็กซ์เพรสชันทรี (Expression Trees)
  - 1.8 เจเนอรัลทรี (General Trees)

- 1.9 ไบนารีเสิร์ชทรี (Binary Search Trees : BST)
- 1.10 การท่องเข้าไปในไบนารีเสิร์ชทรี (BST Traversals)
- 1.11 การค้นหาในไบนารีเสิร์ชทรี (BST Search)
- 1.12 การดำเนินงานในไบนารีเสิร์ชทรี (BST Operations)
- 1.13 เอวีแอลเสิร์ชทรี (AVL Search Trees)
- 1.14 ความสมดุลของทรี (Balancing Trees)
- 1.15 ฮีพ (Heaps)
- 1.16 อัลกอริทึมการสร้างฮีพ (Algorithms)
- 2. กราฟ (Graphs)
  - 2.1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับกราฟ (Basic Concepts)
  - 2.2 การดำเนินงานของกราฟ (Graph Operations)
  - 2.3 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในกราฟ (Graph Storage Structures)
  - 2.4 อัลกอริทึมที่ใช้งานในกราฟ (Graph Algorithms)
- 3. การเรียงลำดับข้อมูล (Sorting)
  - 3.1 ประเภทการเรียงลำดับข้อมูล (Sort Classifications)
  - 3.2 ลำดับการจัดเรียง (Sort Order)
  - 3.3 ความคงที่ในการเรียงลำดับข้อมูล (Sort Stability)
  - 3.4 ประสิทธิภาพของการเรียงลำดับข้อมูล (Sort Efficiency)
  - 3.5 วิธีการเรียงลำดับข้อมูล
- 4. การค้นหาข้อมูล (Searching)
  - 4.1 การค้นหาข้อมูลแบบลำดับ (Sequential Search)
  - 4.2 การค้นหาข้อมูลแบบไบนารี (Binary Search)
  - 4.3 การค้นหาข้อมูลแบบแฮชซิง (Hashing Search)

## เทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality : AR

วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชัยพล พรหมมาศ และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ (2552, น.7) กล่าวว่า Augmented Reality หรือที่รู้จักกันในชื่อของ เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยผ่านทางกล้องเว็บแคม หรือ กล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ พัฒนาในรูปแบบ Human-Machine Interface ที่อาศัยเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ และระบบเสมือนจริง (Virtual Reality) โดยที่วัตถุเสมือนนั้น ๆ จะถูกสร้างมาผสมกับ สภาพในโลกจริงในรูปแบบ 3D และแสดงผลแบบ Real Time โดยเทคโนโลยีนี้จะต้องประกอบด้วย 3 ระบบ คือ ระบบ Tracking ระบบแสดงผลระบบประมวลผลเพื่อสร้างวัตถุ 3D โดยระบบ Tracking (กล้อง) จะรับข้อมูลรูปภาพเข้าไป เช่น รูปแบบ ตำแหน่ง และทิศทาง จากนั้นระบบประมวลผลก็จะ นำไปแปลความหมาย และแสดงภาพสามมิติออกมาในตำแหน่งและทิศทางเดียวกันกับภาพที่กล้อง จับได้

เทคโนโลยี AR สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) ได้ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ Marker based AR และ Marker-less Based AR โดย ที่ Marker based AR นั้น เป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker (วัตถุสัญลักษณ์) เป็นหลักในการทำงาน ส่วน Marker-less Based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้คุณลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ (Natural Features) มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) เพื่อนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งขั้นตอนของ Marker based AR สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ Image Analysis, Pose Estimation และ 3D Graphic Rendering ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2



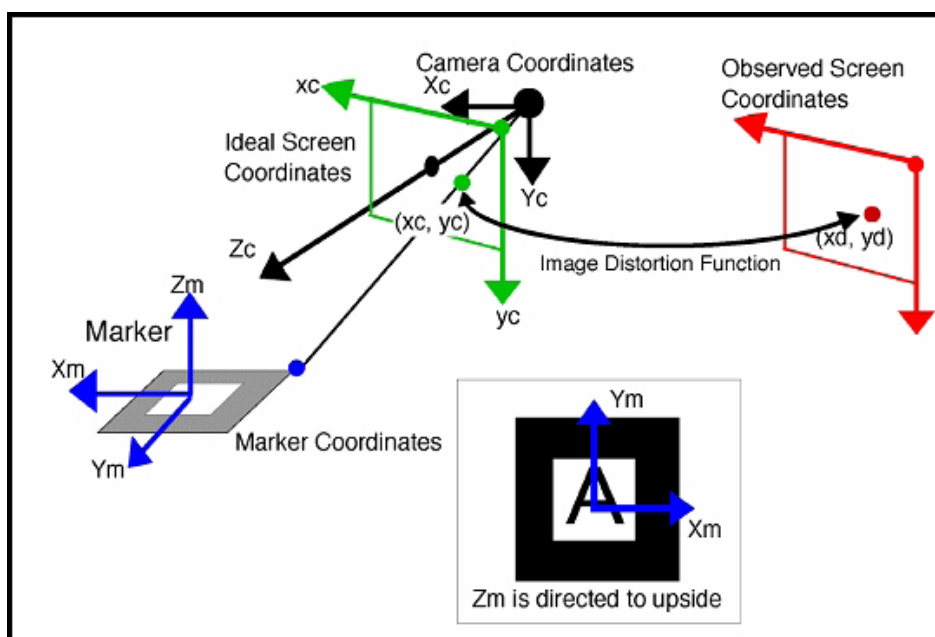
ภาพที่ 2 แผนภาพการทำงานของเทคโนโลยี Augmented Reality

(วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชพล พรหมมาศ และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ, 2552, น.8)

โดยรวมแล้วกระบวนการ Image Analysis และ Pose Estimation จะถูกเรียกรวมกันว่าการ Visual Tracking เนื่องจากในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาเครื่องมือที่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในแวดวงของเทคโนโลยี Augmented Reality

1. Image Analysis ( Marker Detection ) ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ โดยก่อนอื่นเราจะต้องทำการดึงข้อมูลที่จำเป็นของ Marker หนึ่ง ๆ ที่จะใช้มาสร้างเป็นฐานข้อมูลเก็บไว้ก่อนซึ่งข้อมูลที่จำเป็นเหล่านี้ เช่น ขนาดของ Marker (ในหน่วย Cm.) และรูปแบบของ Marker เป็นต้น รูปแบบของ Marker จะต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขอบสีดำ พื้นหลังด้านในสีขาว และรูปแบบของ Marker เป็นสีดำ

2. Pose Estimation เป็นขั้นตอนของการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง สามมิติ (3D Pose) ของ Marker เมื่อเทียบกับกล้องวิดีโอ ค่านี้จะถูกแสดงในรูปเมตริกซ์ขนาด 4x4 (TCM) ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame ซึ่ง Camera Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใด ๆ ของกล้องวิดีโอ และ Marker Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใด ๆ ของ Marker ซึ่งสามารถแสดงดังรูป

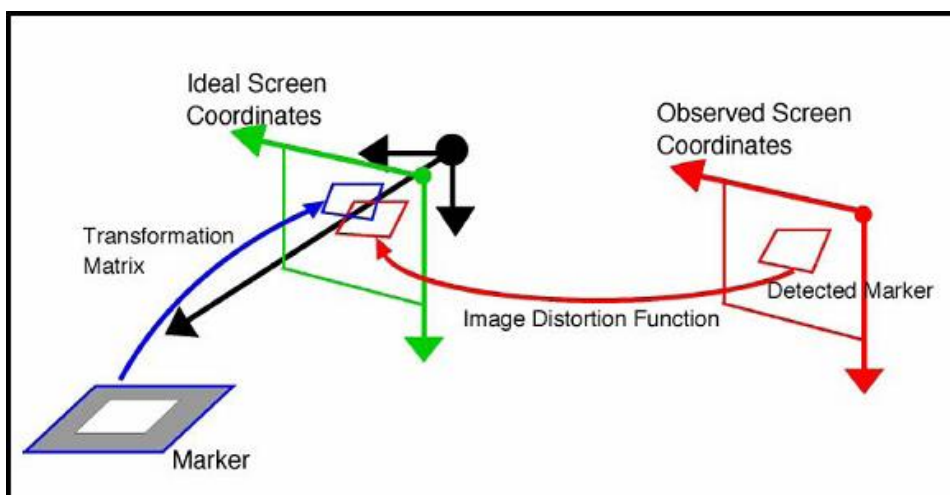


ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame

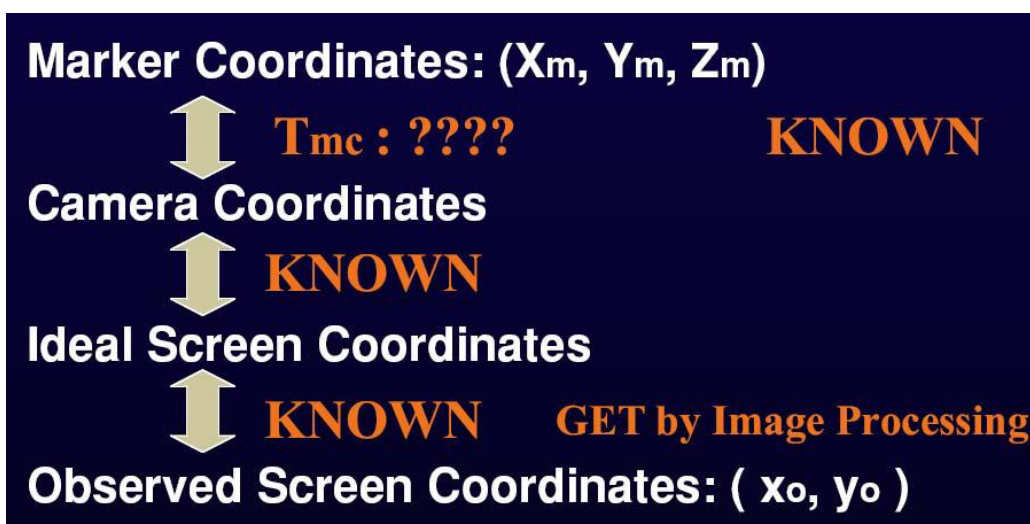
(วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชัยพล พรหมมาศ และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ, 2552, น.12)

จากภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดใด ๆ ( $X_c Y_c Z_c$ ) บน Camera Coordinated Frame กับจุดที่ตรงกัน ( $X_i Y_i$ ) ใน Ideal Screen Coordinated Frame เป็นไปตาม Perspective Projection แสดงโดยที่  $C$  ซึ่งเป็นเมตริกซ์ขนาด 3x4 ซึ่งประกอบไปด้วยค่า  $s, f_x, f_y, x_c, y_c$  โดยทั่วไปค่าเหล่านี้รวมกันเรียกว่า Camera Parameters ซึ่งจะคำนวณได้มาจากขั้นตอน Camera Calibration ส่วนค่า

ความสัมพันธ์ระหว่างจุดใด ๆ บน Ideal Screen Coordinated Frame ( $X_1 Y_1$ ) กับ Observe Screen Coordinated Frame ( $X_0 Y_0$ ) ซึ่งเป็นจุดที่เราเห็นจริง ๆ ในภาพ สามารถแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates (วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชัยพล พรหมมาศ และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ, 2552, น.13)



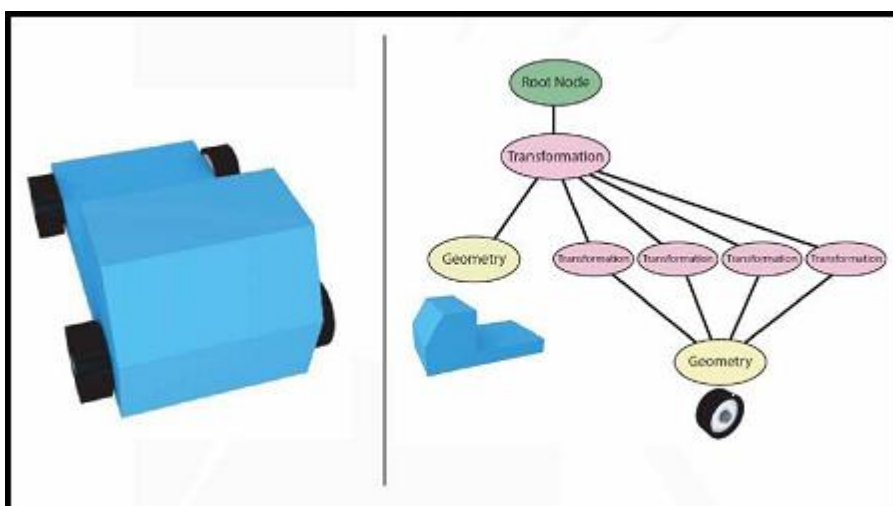
ภาพที่ 5 กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses

(วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชัยพล พรหมมาศ และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ, 2552, น.14)

จากภาพที่ 5 จะแสดงกระบวนการที่จะได้มาของค่า TCM เมื่อเรารู้ค่าตำแหน่งของ Marker ทั้ง 4 จุดบน Observed Screen Coordinates ในภาพที่ถ่ายจากกล้องวิดีโอ ซึ่งกล่าวโดยเฉพาะค่านี้

สามารถหาได้จากการคำนวณหาค่าตอบของฟังก์ชันค่าผิดพลาด (Error Function) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเราจะใช้เทคนิคทางด้าน การหาค่าที่เหมาะสม (Optimization) ซึ่งเป็นกระบวนการแบบ Iterative

3. 3D Rendering ส่วนนี้เป็นส่วนสุดท้ายที่จะทำให้กระบวนการ Augmented Reality : AR ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งก็คือ การเพิ่ม (Augment) ข้อมูลที่เราต้องการซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นโมเดลสามมิติ (3D Model) ลงไปในภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ ณ ตำแหน่งของ Marker ที่ตรวจพบจากขั้นตอน Image Analysis โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง สามมิติที่คำนวณได้จากขั้นตอน Pose Estimation กล่าวโดยทั่วไปแล้ว 3D Rendering หมายถึง กระบวนการที่ทำการสร้างภาพ สองมิติ จากโมเดล 3 มิติซึ่ง โมเดลสามมิตินี้ จะอธิบายวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมหนึ่งๆ ที่เราจะต้องการสร้างภาพนั้น เนื่องจากเทคนิคทางด้าน 3D Rendering นั้นมีหลากหลายแต่ใน โครงการนี้เราเลือกศึกษาเทคนิค 3D Rendering โดยใช้หลักการ Scene Graph ดังนั้นจึงขออธิบายหลักการโดยคร่าว ๆ ของ Scene Graph



ภาพที่ 6 กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses

(วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชพล พรหมมาศ และ อนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ, 2552, น.15)

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่ามีอยู่สองส่วนด้วยกัน ส่วนทางซ้ายคือ ส่วนของโมเดล 3 มิติ ที่ได้รับการ Render หรือ การแสดงออกมาเป็นภาพเรียบร้อยแล้ว ส่วนทางขวาก็คือ โครงสร้างของ Scene Graph ซึ่งเป็น Tree-like structure ซึ่งเมื่อ Render ตาม Tree นี้แล้วก็จะได้โมเดล 3 มิติตามที่ปรากฏในส่วนทางซ้ายออกมา เมื่อพิจารณาที่ตัว Tree ที่อยู่ทางขวา ดังนี้ วิธีการแหวผ่านต้นไม้ (Tree Traversal) แบบ “การแหวผ่านแบบก่อนลำดับ” (Preorder Traversal) ก็จะสามารถอธิบายเป็น Node โดยเริ่มจาก Root Node ได้ Root Node คือส่วนบนสุดของต้นไม้ โดยที่การแหวผ่านต้นไม้



จะต้องเริ่มแหวะที่ Root Node ก่อนเสมอ ซึ่ง Root Node นี้จะมี Child Node หรือ ไม่มีก็ได้ แต่ถ้าหากไม่มี Child Node นั้นหมายถึงต้นไม้จะไม่มีการแสดงภาพหรือโมเดลใด ๆ ออกสู่หน้าจอ

การแปลงค่า (Transformation) Node นี้จะเป็น Node ที่เก็บ Matrix ขนาด  $4 \times 4$  ที่ได้จากขั้นตอน Pose estimation เอาไว้ โดยที่กล่าวได้คร่าว ๆ ว่า Node นี้ จะเป็น Node ที่เก็บค่าสำหรับการระบุตำแหน่งที่ต้องการแสดงภาพในส่วนต่าง ๆ ลงในหน้าจอ โดยใช้ Matrix ดังกล่าวนี เพื่อเป็นตัวแปลง พิกัดในเชิง 3 มิติของ Camera หรือ Viewer เพื่อให้อยู่ในรูปของ พิกัดในเชิง 3 มิติของ Object หรือ โมเดล 3 มิติ ที่ต้องการแสดงลงไปบนหน้าจอ

สรุปเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality หรือที่รู้จักกันในชื่อของ เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality นั้นเป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยผ่านทางกล้องเว็บแคม หรือกล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และระบบเสมือนจริง (Virtual Reality) โดยที่วัตถุเสมือนนั้น ๆ จะถูกสร้างมาผสมกับสภาพในโลกจริงในรูปแบบสามมิติออกมาในตำแหน่งและทิศทางเดียวกันกับภาพที่กล้องจับได้ และแสดงผลแบบ Real Time เทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) ได้ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกันได้แก่ Marker Based AR และ Marker-less Based AR

## เทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

วิมลลักษณ์ สิงหนาท (2550) กล่าวถึงความหมายของ Moodle คือ ระบบจัดการเรียนการสอนในระบบออนไลน์ให้มีบรรยากาศเหมือน เรียนในห้องเรียน หรือเรียกว่า LMS (Learning Management System) หรือระบบจัดคอร์สการเรียนการสอน Course Management System ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต สำหรับสถาบันการศึกษา หรือครู ใช้เพื่อเตรียมแหล่งข้อมูล กิจกรรม และเผยแพร่แบบออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ต หรืออินทราเน็ต Moodle สามารถนำไปใช้ได้ทั้งองค์กรระดับ มหาวิทยาลัย โรงเรียน สถาบัน หรือครูสอนพิเศษ โปรแกรมชุดนี้เป็น Open Source ภายใต้ออกตลกของ gnu.org (General Public License)

Moodle มาจาก (Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment) คือ โปรแกรมที่ประมวลผลในเครื่องบริการ (Server-Side Script) ทำหน้าที่ให้บริการระบบออนไลน์นี้ ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถเปิดบริการแก่ครูและนักเรียนผ่านบริการ 2 ระบบ คือ

1. Course Management System ระบบซีเอ็มเอส หรือระบบจัดการเนื้อหา บริการให้ครูสามารถจัดการเนื้อหา เตรียมเอกสาร สื่อมัลติมีเดีย แบบฝึกหัดตามแผนการจัดการเรียนรู้

2. LMS (Learning Management System) ระบบแอลเอ็มเอส หรือระบบจัดการเรียนรู้ บริการให้นักเรียนเข้าเรียนรู้ตามลำดับ ตามช่วงเวลา ตามเงื่อนไขที่ครูได้จัดเตรียมอย่างเป็นระบบ และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมแสดงผลการตัดเกรดอัตโนมัติ

ผู้พัฒนาผู้คิด คือ Martin Dougiamas โปรแกรมมีลักษณะเป็น โอเพนซอร์ซ (Open Source) ภายใต้ข้อตกลงของจีพีแอล (General Public License) สามารถดาวน์โหลดไปใช้งานได้ฟรีจาก [moodle.org](http://moodle.org) โดยผู้ดูแลระบบ (Admin) นำไปติดตั้งในเครื่องบริการ (Server) ที่บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) รองรับภาษาพีเอชพี (PHP Language) และมายเอสคิวแอล (MySQL)

คุณลักษณะการใช้งานของ Moodle สามารถแบ่งระบบการใช้งานออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ระบบจัดการผู้ใช้ คือการจัดการด้านข้อมูล โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ ผู้สอน ผู้เรียน สามารถกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้ในแต่ละคนในการใช้งานการจัดกลุ่มการเรียนรู้ของผู้เรียน บันทึกข้อมูลของผู้เรียน วัน เวลา จำนวนครั้งในการเข้าใช้งาน กิจกรรมที่ผู้เรียนทำในแต่ละครั้ง เป็นต้น

2. ระบบจัดการเรียน คือ การจัดการด้านข้อมูล เนื้อหาการเรียน และกิจกรรมในการเรียน เช่น การสร้างรายวิชา สร้างบทเรียน Moodle การ Upload file กำหนดระยะเวลาในการเรียน กำหนดวิธีการเรียนกิจกรรมในการเรียนการสอน การสั่งงานและการส่งงาน การวัดและประเมินผล การสร้างข้อสอบ ซึ่งสามารถสร้างได้ถึง 9 ประเภท คือ ปรนัย ถูกผิด อัตนัย เต็มคำตอบด้วยตัวเลข คำถาม จับคู่ อธิบาย สุ่มสร้างคำถามจับคู่กับอัตนัย เต็มคำในช่องว่าง และช่วยในการเรียน เช่น อภิธานศัพท์ การ search หาข้อมูล แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม เป็นต้น

3. ระบบจัดการการสื่อสาร คือ เครื่องมือด้านการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบของ Moodle มีหลายรูปแบบเพื่อให้เกิดการสื่อสารที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้สอนกับผู้สอนด้วยกันเอง

#### ความสามารถของ Moodle

1. เป็น Open Source ที่ได้รับการยอมรับ (13,544 sites from 158 countries 2549-07-19) ตัวนี้ฟรี ปัจจุบันสถาบันการศึกษาในไทย ยังไม่มีข้อตกลงเป็นเอกฉันท์ว่าจะใช้อีเลิร์นนิ่งตัวใด แต่มีแนวโน้มเปลี่ยนไปใช้ผู้คิดเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

2. รองรับทั้ง ซีเอ็มเอส Course Management System และ แอลเอ็มเอส (LMS = Learning Management System) ช่วยรวบรวมวิชาเป็นหมวดหมู่ เผยแพร่เนื้อหาของผู้สอน พร้อมบริการให้นักเรียนเข้ามาศึกษา บันทึกกิจกรรมของนักเรียน และตัดเกรด

3. เป็นแหล่งเผยแพร่เอกสารออนไลน์ เช่น Microsoft Office, Web Page, PDF หรือ Image เป็นต้น ใจกว้าง ไม่หวงวิชา มีเอกสารที่เคยรวบรวมไว้ ก็ส่งเข้าไปเผยแพร่ได้โดยง่าย

4. มีระบบติดต่อสื่อสารระหว่างนักเรียน เพื่อนร่วมชั้นครู เช่น chat หรือ webboard เป็นต้น นักเรียนฝากคำถาม ครูทิ้งการบ้านไว้ ครูนัดสนทนาแบบออนไลน์ ครูนัดสอนเสริม หรือแจกเอกสารให้อ่านก่อนเข้าเรียน ก็ได้

5. มีระบบแบบทดสอบ รับการบ้าน และกิจกรรม ที่รองรับระบบให้คะแนนที่หลากหลาย ให้ส่งงาน ให้ทำแบบฝึกหัด ตรวจสอบให้คะแนนแล้ว export ไป excel ได้

6. สำรองข้อมูลเป็น .zip เพิ่มเดียวได้ ทำให้ผู้สอนหรือนักเรียนนำไปกู้คืนในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใดก็ได้

7. ผู้บริหารที่มีวิสัยทัศน์ และใจกว้าง ส่งเสริมเรื่องนี้เพราะ ครูได้ทำหน้าที่ นักเรียนได้เรียนรู้ และสถาบันยกระดับการให้บริการ ผู้สอนเตรียมงานสอนเพียงครั้งเดียว แต่นักเรียนเข้ามาเรียนกี่รอบก็ได้ จบไปเข้าแล้วกลับมาทบทวนก็ได้

ในการศึกษาโปรแกรม Moodle ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อใช้สร้างระบบการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยสร้างระบบจัดการผู้ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ ผู้สอน ผู้เรียน ซึ่งกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้ในแต่ละคนในการใช้งานการจัดกลุ่มการเรียนของผู้เรียน บันทึกข้อมูลของผู้เรียน วัน เวลา จำนวนครั้งในการเข้าใช้งาน กิจกรรมที่ผู้เรียนทำในแต่ละครั้ง และได้สร้างระบบจัดการเรียน คือ การจัดการด้านข้อมูล เนื้อหาการเรียน และกิจกรรมในการเรียน เช่น การสร้างรายวิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม การสร้างข้อสอบ การกำหนดวิธีการเรียนกิจกรรมในการเรียนการสอน การสั่งงานและการส่งงาน การวัดและประเมินผล เป็นต้น

### โปรแกรม Autodesk 3Ds Max

โปรแกรม Autodesk 3Ds Max เป็นซอฟต์แวร์ที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้สร้าง ภาพด้วยองค์ประกอบ 3 มิติในแบบที่เรียกว่า Photo Realistic ซึ่งจะได้วัตถุที่มีความคล้ายคลึงหรือ มีความเสมือนจริง โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถสร้าง โครงร่างวัตถุขึ้นมาแล้วกำหนดลักษณะพื้นผิวต่าง ๆ ให้กับองค์ประกอบวัตถุที่สร้างขึ้นมา การปรับใช้งานกับ ภาพวัตถุต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพดี พร้อม Plug-Ins มากมายที่ถูกสร้างเพื่อ Autodesk 3Ds Max แถมยังมีความยืดหยุ่นสูง

องค์ประกอบของวัตถุ 3 มิติ ใน Autodesk 3Ds Max ประกอบด้วย

1. โครงสร้างของวัตถุที่ประกอบขึ้นมาจาก Vertex, Edge, Faces
2. จุดอ้างอิงวัตถุ (Pivot Point)
3. ชื่อและวัตถุ
4. สี
5. พื้นผิวของวัตถุ

รูปแบบของโครงสร้าง 3 มิติแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างวัตถุแบบ Mesh เป็น โครงสร้างพื้นผิววัตถุขั้นพื้นฐานที่สุดคือ เห็น วัตถุประกอบด้วยพื้นผิวหลายพื้นผิวประกอบขึ้นเป็นวัตถุ 3 มิติซึ่งการแก้ไขวัตถุแบบนี้ จะเข้าไป ทำการแก้ไขที่พื้นผิวของวัตถุโดยตรง

2. โครงสร้างแบบ Patch เป็น โครงสร้างวัตถุที่ประกอบขึ้นจากการกำหนด โครงสร้างกรอบวัตถุ ประกอบด้วย Vertex และ Lattice Handle ซึ่งเป็นเวกเตอร์ในการควบคุม และ กำหนดพื้นผิวของโครงสร้าง 3 มิติที่สร้างขึ้น

3. โครงสร้างวัตถุแบบ Loft เป็น โครงสร้างวัตถุที่เกิดจากภาพตัดขวางของวัตถุที่ถูก ตามเส้นทาง ซึ่งสามารถสร้างขึ้นด้วยเส้น 2 มิติ ซึ่งเราเรียกภาพตัดขวางของวัตถุ Loft ว่า Shape และเส้นทางการดึงวัตถุ Loft ว่า Path ในการแก้ไขวัตถุ Loft นี้จะแก้ไขรูป Shape ของภาพตัดขวางกับเส้น Path ใน 3D MAX ซึ่งจะมิกกลุ่มคำสั่งในการปรับปรุงแก้ไขรูปทรงของวัตถุ Loft ด้วยกลุ่มคำสั่ง Deformation ซึ่งเป็นกลุ่มคำสั่งเฉพาะของวัตถุ Loft โดยมีหลักการแก้ไข Shape ตามระยะ Path

4. โครงสร้างวัตถุแบบ NURBS เป็น โครงสร้างแบบใหม่ที่มีขึ้นเต็มรูปแบบใน 3Ds MAX มีหลักการเชื่อมเส้นพื้นผิวของวัตถุด้วยเส้นรอบรูป ซึ่งทำให้เราสามารถสร้างพื้นผิวของวัตถุใด ๆ ก็ได้ โดยการสร้างเส้นรอบรูปของวัตถุแล้วค่อยเชื่อมพื้นผิวของวัตถุด้วยคำสั่งในการสร้าง พื้นผิว (อิศรา เต้าสุวรรณ, ชีรรัตน์ สุขสำราญ และแพรวเพชร หารีเทศ, 2554, น.14)

โปรแกรม Autodesk 3Ds Max ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีผู้ใช้งานมากที่สุดในโลก 3dsMax ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ได้เพิ่มประสิทธิภาพที่น่าสนใจเข้าไปอีกมากมายทั้งเรื่อง Model , Animation , Render และ FX ต่าง ๆ จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการสร้างงานภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อใช้ในงานโฆษณา, โทรทัศน์, ภาพยนตร์,สถาปัตยกรรม ตกแต่งภายใน, เกมส์ หรือสร้างโลกเสมือนจริง โปรแกรม 3DS Max จัดอยู่ในกลุ่มผู้นำของการผลิตงาน 3D โดยแบ่งกลุ่มงานพื้นฐานหลัก ๆ ได้ 5 ประเภทคือ การขึ้น โมเดล (3D Modeling) การสร้างผิว (Material/Texture/Shader/Light/Render), การทำแอนิเมชัน (IK/FK/Character) และ การจำลองการเคลื่อนไหวแบบอัตโนมัติ (Dynamic & Effect)

ในการศึกษาโปรแกรม Autodesk 3ds Max ผู้วิจัยได้ศึกษาในส่วนของการสร้างวัตถุ 3 มิติ เพื่อใช้สร้างวัตถุ 3 มิติ ในส่วนของรูปภาพในรายวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม เช่น รูปตัวอย่างการทอกริแบบพรีออเดอร์และรูปตัวอย่างการทอกริแบบอินออเดอร์ เพื่อให้เกิดวัตถุที่เสมือนจริง โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถสร้างโครงสร้างวัตถุขึ้นมาแล้วกำหนดลักษณะพื้นผิวต่าง ๆ ให้กับองค์ประกอบวัตถุที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

## โปรแกรม Adobe Flash

โปรแกรม Adobe Flash นั้น เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างสรรคงานด้านมัลติมีเดีย ปัจจุบันมีการนำไปใช้งานหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการสร้าง Animation บน Web การสร้างภาพยนตร์โฆษณา การสร้าง Presentation ในงานต่าง ๆ หรือแม้แต่เกมคอมพิวเตอร์ Flash นั้นสามารถจัดการทั้ง Graphic ชนิด Vector และ Raster ไปพร้อม ๆ กันได้ โดยมีภาษาสคริปต์ชื่อว่า Action Script ที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานให้ยืดหยุ่นซับซ้อนมากขึ้นได้

ภาษา Action Script จัดเป็นภาษาแบบ script language มีลักษณะในเชิง Object (Object oriented Programming Language) เหมือนกับ JavaScript ซึ่งจัดเป็นมาตรฐานชนิดเดียวกัน เรียกว่า ECMA-262 ถูกกำหนดขึ้นโดย European Computers Manufacturers Association (ECMA) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานของภาษา JavaScript Flash ใช้ Action Script เป็นภาษาในการเพิ่มความสามารถเชิงโต้ตอบ (interactive) ให้กับการแสดงผล สิ่งที่ Action Script ทำได้ เช่น การควบคุมหัวอ่านเฟรมของ Movie สร้างเว็บไซต์เชิงโต้ตอบกับผู้ใช้ เป็นต้น

การใช้งานไฟล์ .as หรือไฟล์ Action Script นอกจากเราจะเขียนคำสั่ง Action Script ควบคุมชิ้นงานของ Flash ที่สร้างจากโปรแกรม Adobe Flash ซึ่งบันทึกไฟล์ในรูปแบบนามสกุล \*.fla แล้ว ยังมีไฟล์อีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถควบคุมชิ้นงาน Flash คือไฟล์นามสกุล \*.as ไฟล์นามสกุล \*.as หรือ Action Script File เป็นไฟล์ที่ไว้ใช้ในการเขียนคำสั่งของภาษา Action Script ล้วน ๆ ซึ่งมีรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (คล้ายกับการเขียนโปรแกรมในภาษา Java) ซึ่งจะไม่มีการใช้เครื่องมือหรือการวาดภาพใด ๆ ช่วยในการสร้างชิ้นงาน หากต้องการสร้างชิ้นงานหรือ Symbol อื่น ๆ ช่วย ต้องสร้างเป็นไฟล์แยกไว้แล้วใช้คำสั่งไฟล์นามสกุล \*.as เข้ามาควบคุมในภายหลัง การเขียนคำสั่ง Action Script แบบไฟล์ \*.as จึงมีความยุ่งยากมาก ซึ่งจะแตกต่างจากการเขียนคำสั่ง Action Script ควบคุมชิ้นงานในไฟล์นามสกุล \*.fla เพราะจะมีเครื่องมือสร้างชิ้นงานช่วยแล้วเขียนคำสั่งควบคุมเฉพาะส่วน ซึ่งจะง่ายและสะดวกกว่ามาก ความแตกต่างระหว่าง Action Script 2.0 และ Action Script 3.0 ภาษา Action Script ที่นิยมใช้งานในปัจจุบันมีอยู่ 2 เวอร์ชัน คือ Action Script 2.0 และ Action Script 3.0 ซึ่งมีความแตกต่างกันมาก เพราะเมื่อมองโดยผิวเผินจะเห็นว่าคล้ายกันมาก แต่เมื่อนำมาใช้งานกลับพบความแตกต่างจนแทบจะไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้เลย (อิสรา เต้าสุวรรณ, ธีรรัตน์ สุขสำราญ และแพรวเพชร หาริเทศ, 2554, น.14)

ในการศึกษาโปรแกรม Adobe Flash ผู้วิจัยได้ศึกษาในส่วนของ FLASH Action script 3.0 ของโปรแกรมที่ช่วยสร้างวัตถุสามมิติ และ FLARToolKit (Flash Augmented Reality ToolKit) รุ่นที่ใช้ Action Script 3 ซึ่ง FLARToolKit เป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยฟังก์ชันต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในด้านเทคโนโลยี AR และใช้งานร่วมกับโปรแกรมที่ช่วยสร้างวัตถุสาม

มิตีเพื่อเป็นการจำลองของภาพเสมือนคอมพิวเตอร์กราฟิกโดยแสดงผลผ่าน Browser ซึ่งจะใช้ Webcam เป็นตัวจับภาพเครื่องหมาย (Marker)

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

สมเกียรติ พิกมี (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 82.25/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ณัฐวี อุดกฤษณ์และนวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z เป็นงานวิจัยที่เป็น การออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z โดยใช้ เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality : AR) ระบบนี้สามารถนำไปใช้เสริมการสอนเรื่อง ตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z แก่นักเรียนในระดับเบื้องต้นได้ ซึ่งนอกจากเทคโนโลยีความจริงเสริมนี้ จะถูกพัฒนาขึ้นโดยเครื่องมือที่ชื่อว่า FLAR-Toolkit แล้วยังประกอบด้วยการสร้างโมเดล สามมิติ เพื่อให้ระบบการสอนมีความน่าสนใจ เข้าใจง่าย และรวดเร็วกับการเรียนแบบ โลกเสมือนจริง ผล การประเมินคุณภาพของระบบ โดยการใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 30 ท่าน พบว่าแบบประเมินคุณภาพของระบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 และผลการประเมินคุณภาพ ของระบบสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.84 สามารถสรุปได้ว่า ระบบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ดังนั้นจึงน่าจะสามารถ นำไปใช้งานได้เป็นอย่างดี

พรทิวา ไตรจิต (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อช่วยสอนสาม มิติเสมือนจริงแบบมัลติมีเดีย วิชา Aircraft System เรื่อง “Magnet Ignition System” สำหรับ นักเรียนหลักสูตรเครื่องวัดประกอบผลการบิน สถาบันการบินพลเรือน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย

เชิงทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนการเรียนปกติ โดยกลุ่มที่เรียนครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นปีที่ 2 หลักสูตรเครื่องวัดประกอบการบิน สถาบันการบินพลเรือน จำนวน 34 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงแบบมัลติมีเดียสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยการเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก

พาสนา เอกอุดมพงษ์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และความพึงพอใจผ่านสื่อแบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติและหุ่นจำลอง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้น ปวช. ปีที่ 1 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ได้แก่กลุ่มที่เรียนด้วยแบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติ และกลุ่มที่เรียนด้วยหุ่นจำลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติ หุ่นจำลอง แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ โดยผ่านการตรวจสอบตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐานผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ดี 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยแบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติ คะแนนเฉลี่ยคือ 23.13 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยหุ่นจำลอง คะแนนเฉลี่ยคือ 21.06 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยแบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติสูงกว่าหุ่นจำลอง 3) ความพึงพอใจของกลุ่มผู้เรียนด้วยแบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติ สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยหุ่นจำลอง จึงสรุปได้ว่า แบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติสามารถใช้ในการเรียนการสอน รายวิชาเทคนิคก่อสร้างได้

อมรเทพ ดอกไม้ (2553) การปรับปรุงกระบวนการประกอบชิ้นส่วนของฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ โดยการจำลองสถานการณ์ 3 มิติเสมือนจริง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการเพิ่มอัตราการผลิตโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Arena สร้างตัวแบบจำลองพร้อมทั้งพัฒนาตัวแบบจำลองเป็นรูปแบบ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Arena 3DPlayer เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เครื่องมือ OptQuest for Arena หาจำนวนที่เหมาะสมของ Shuttle และ Flow Fixture (อุปกรณ์จับยึดที่ช่วยในการประกอบ HSA) ผลจากการจำลองสถานการณ์ พบว่าสายการประกอบแบบปัจจุบันมีจำนวน Shuttle และ Flow Fixture ที่เหมาะสม คือ 6 ชุด และ 8 ชุด ตามลำดับ อัตราการผลิตเฉลี่ย 200.35 หน่วยต่อชั่วโมง Takt time 18.58 วินาที หลังจากทำการปรับปรุงโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีข้อจำกัดได้เป็นสายการประกอบแบบ

กึ่งอัตโนมัติ ผลจากการจำลองสถานการณ์ พบว่าสายการประกอบแบบกึ่งอัตโนมัติมีจำนวน Shuttle ที่เหมาะสม คือ 31 ชุด อัตราการผลิตเฉลี่ย 289.32 หน่วยต่อชั่วโมง Takt time 12.99 วินาที สรุปได้ว่าสายการประกอบแบบกึ่งอัตโนมัติให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 44.41 % Takt time ลดลง 30.09 % และจำนวนของพนักงานลดลง 30 % ต่อสายการประกอบ

เกริกเกียรติ กัญฐสุทธิ (2549) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 30 คน เป็นพนักงานตรวจสอบบัญชีบริษัทสอบบัญชีธรรมนิติ จำกัด ในปี พ.ศ. 2549 ที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรจำนวน 120 คน ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.26/84.71 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นเรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศการอบรมหรือการเรียนได้อย่างเหมาะสม

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ฮัก และ ฟลูโต (Huk & Floto ,2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคะแนนการศึกษาของการใช้คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ และความเป็นไปได้ของคุณภาพของงานกราฟิกต่อความสำคัญในการเรียนการสอนในการถ่ายทอดสัญญาณ ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการศึกษาด้วยสัญญาณของแอนิเมชันดีที่สุด นอกจากนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างแอนิเมชัน 2 มิติและ 3 มิตินั้นไม่แตกต่างกัน

คูสชัน และ เจ (Cuiston & Jay ,1990) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบภาพคงที่และภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Texas A & M ผลการศึกษาพบว่า ความชอบภาพสามมิติแบบภาพเคลื่อนไหวสูงกว่าแบบภาพคงที่ และ 25%ของกลุ่มตัวอย่างที่ชอบภาพเคลื่อนไหวเป็นอย่างมาก



แมคเคจ (McCage, 1971) ได้ใช้สไลด์กับหุ่นจำลองเปรียบเทียบกับการสอนแบบปาฐกถาที่มีการสาธิตไปพร้อม ๆ กันด้วย พบว่าการสอนด้วยสไลด์ประกอบหุ่นจำลอง ให้ผลการเรียนรู้ดีกว่าการสอนแบบปาฐกถาประกอบการสาธิต

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศโดยศึกษาทุกประเด็นที่เกี่ยวกับงานวิจัยครั้งนี้ โดยแยกประเด็นออกเป็นการใช้ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ มีการศึกษาเกี่ยวกับ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ หรือความชอบ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า สื่อวีดิทัศน์ สื่อการ์ตูน สื่อภาพเคลื่อนไหว และสื่อสามมิติ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น รวมถึง ความพึงพอใจ หรือความชอบก็อยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำ เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เพราะจะทำให้ผู้เรียนที่เรียนในเรื่องโครงสร้างข้อมูล และอัลกอริทึมเข้าใจบทเรียนดีขึ้นและสนใจในการเรียนมากขึ้น

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเรื่อง การพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร** คือ นิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2557 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 3 หมู่เรียน รวมนิสิต 97 คน

**กลุ่มตัวอย่าง** คือ นิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2557 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1 หมู่เรียน จำนวน 40 คน จากจำนวน 3 หมู่เรียน โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) ด้วยการจับสลากชื่อหมู่เรียน

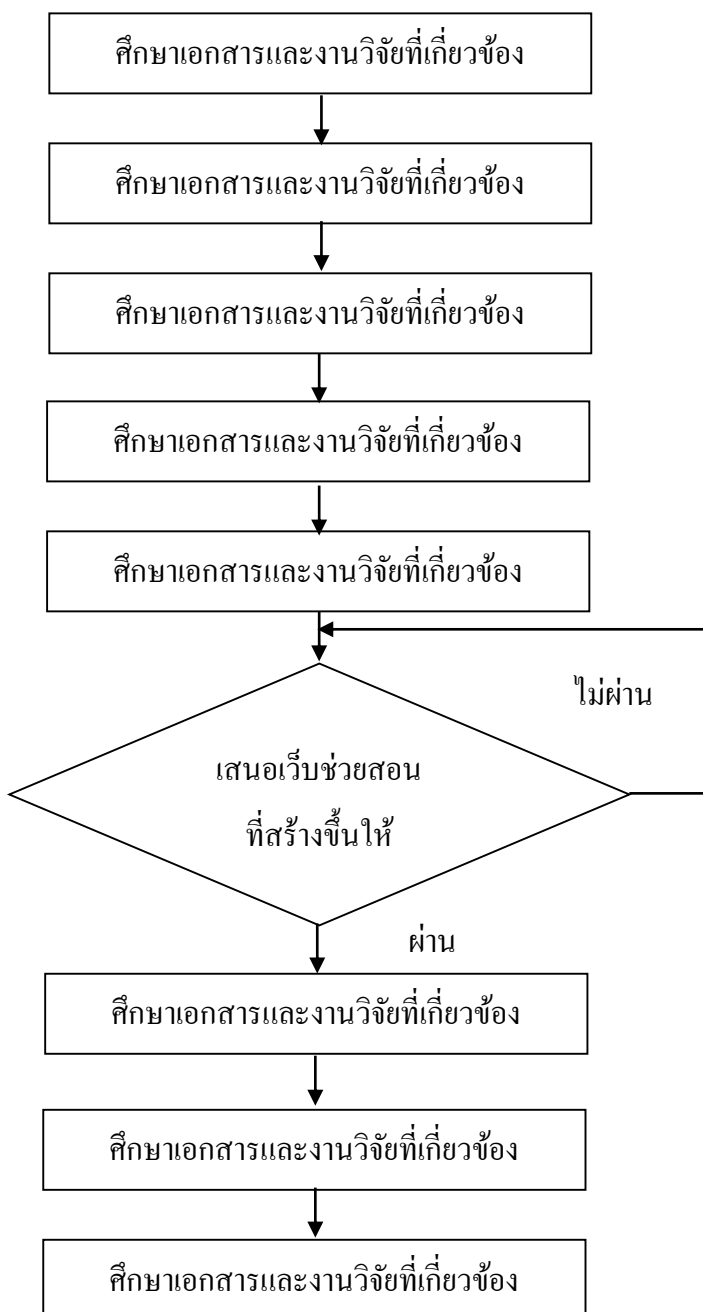
#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. เว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
  2. แบบประเมินคุณภาพเว็บช่วยสอน
  3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  4. แบบประเมินความพึงพอใจ
- รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1. เว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

การสร้างเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

จากภาพที่ 9 แสดงถึงขั้นตอนในการพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้เช่น Adobe Flash , Adobe Photoshop, Autodesk 3Ds Max
3. ศึกษาเนื้อหา วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม
4. ออกแบบโครงสร้างของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

บทเรียน e-Learning	
<div style="margin-bottom: 10px;">ชื่อผู้ใช้ : <input style="width: 60px;" type="text"/></div> <div style="margin-bottom: 10px;">รหัสผ่าน: <input style="width: 60px;" type="text"/></div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">เข้าสู่ระบบ</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px 20px; display: inline-block;">สมัครสมาชิก</div>

ภาพที่ 8 ส่วนของการป้อนชื่อ รหัสผ่าน และสมัครเป็นสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบ

บทเรียน e-Learning		คุณเข้าสู่ระบบในชื่อ.....
ข่าวประกาศ	แบรนเนอร์	กิจกรรม
ลิงค์	รายวิชาเรียน	ปฏิทิน

ภาพที่ 9 ส่วนของการแสดงรายการวิชาเรียน และกิจกรรมในการเรียน

5. สร้างเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

6. เสนอสร้างเว็บช่วยเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ทำการตรวจสอบ ถ้าผ่านไปทำขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าไม่ผ่านไปปรับปรุงแก้ไขและกลับไปทำข้อ 6 ใหม่

7. นำเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมทดลองรายบุคคล ได้คะแนนจากการทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) และทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 72.67 และ 74.00 ตามลำดับ สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และจากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถาม ได้พบข้อบกพร่อง คือ การเขียนสะกดคำบางคำไม่ถูกต้อง รูปภาพ 3 มิติ บางรูปยังไม่สวยงามและเข้าใจยาก การย่อหน้าหรือการแบ่งวรรคตอนในบางตำแหน่ง ไม่ตรงกันทำให้อ่านยาก ขนาดของตัวอักษรในบางตำแหน่งเล็กกว่าปกติทำให้อ่านยาก แล้วนำมาแก้ไขคือ ตรวจสอบการเขียนสะกดคำที่ผิดและแก้ไขให้ถูกต้อง แก้ไขและปรับปรุงรูปภาพ 3 มิติให้สวยงามและชัดเจนขึ้น จัดตำแหน่งย่อหน้าและวรรค ตอนของข้อความเป็นระบบเดียวกัน ปรับขนาดของตัวอักษรให้ชัดเจนเป็นมาตรฐานเดียวกัน

8. นำเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม ไปทดลองแบบกลุ่มย่อย ได้คะแนนจากการทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) และทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 77.78 และ 77.33 ตามลำดับ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบกลุ่มย่อย ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และจากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ได้พบข้อบกพร่องคือ รูปแบบตัวอักษร(ฟอนต์)อ่านไม่ชัดเจน สีตัวอักษรและพื้นหลังบางเรื่องยังไม่น่าสนใจ แล้วนำมาแก้ไขคือ ปรับรูปแบบตัวอักษร(ฟอนต์)ให้อ่านชัดเจนมากขึ้น ปรับเปลี่ยนสีตัวอักษรและพื้นหลังให้สวยงามมากขึ้น

9. นำเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

## 2. แบบประเมินคุณภาพเว็บช่วยสอน

การสร้างแบบประเมินคุณภาพเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง จำนวน 20 ข้อ โดยดำเนินการสร้างในงานวิจัยนี้ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนจากหนังสือและตำราต่าง ๆ

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีระดับการประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

คุณภาพดีมาก	ให้	5คะแนน
คุณภาพดี	ให้	4 คะแนน
คุณภาพปานกลาง	ให้	3 คะแนน
คุณภาพพอใช้	ให้	2 คะแนน
คุณภาพควรปรับปรุง	ให้	1 คะแนน

โดยเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำถามแต่ละข้อ หากข้อใดมีค่าเฉลี่ย “ดี” ถึง “ดีมาก” จึงจะยอมรับ นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยรวมจะต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ “ดี” ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยดังนี้(บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น.162)

คะแนน 1.00 -1.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง
คะแนน 1.50-2.49	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
คะแนน 2.50-3.49	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
คะแนน 3.50-4.49	หมายถึง	คุณภาพดี
คะแนน 4.50-5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก

3. นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4. นำไปสร้างแบบประเมินฉบับจริง และนำไปปฏิบัติจริงโดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

### 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง โดยดำเนินการสร้างในงานวิจัยนี้ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือและตำราต่าง ๆ

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุม เนื้อหา เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องโดยใช้ หลักเกณฑ์พิจารณา และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- +1 แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาที่ระบุไว้
- 0 ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาที่ระบุไว้
- 1 แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ระบุไว้

4. คัดเลือกแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาแล้ว ข้อที่จะนำไปใช้ ต้องมีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และนำแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนิสิตที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

5. วิเคราะห์หาความยาก (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยนำผลการทดสอบของนิสิต จำนวน 42 คนมาตรวจ ให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ 0 คะแนน โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความ ยากง่าย 0.2-0.8 และมีอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น.129-130) ได้ข้อสอบมีค่าความยากง่ายจำนวน 50 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกจำนวน 50 ข้อ

6. นำข้อสอบที่ผ่านการหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตามที่ เกณฑ์กำหนดไว้ไปทดสอบกับนิสิต จำนวน 42 คน และนำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเออร์-ริชาร์ดสัน ได้แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.75

#### 4. แบบประเมินความพึงพอใจ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูล และอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง จำนวน 20 ข้อ โดยดำเนินการสร้างในงานวิจัยนี้ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตจากหนังสือและตำราต่าง ๆ
2. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณ ค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 น.107) เป็นเกณฑ์ ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

โดยเกณฑ์ยอมรับความพึงพอใจของนิสิตจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำถามแต่ละข้อ หากข้อใดมีค่าเฉลี่ย “พึงพอใจมาก” ถึง “พึงพอใจมากที่สุด” จึงจะถือว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจด้วยในคำถามนั้น ๆ ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น.162)

คะแนน 1.00-1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

คะแนน 1.50-2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

คะแนน 2.50-3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

คะแนน 3.50-4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

คะแนน 4.50-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

3. นำแบบประเมินความพึงพอใจให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เรียบร้อยแล้วได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน ดังนี้โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง (One-Group Pretest Posttest Design) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.240)

### ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง

การทดสอบก่อนเรียน	การจัดกระทำ (Treatment)	การทดสอบหลังเรียน
$T_1$	X	$T_2$

$T_1$  คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

X คือ การจัดกระทำ (Treatment) เป็นการเรียนจาก เว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

$T_2$  คือ การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. นำหนังสือจาก คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา นำไปติดต่อกับอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา และขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. เลือกห้องเรียนจำนวน 3 หมู่เรียน โดยมีนิสิตรวม 97 คน โดยทั้ง 3 หมู่เรียนยังไม่ได้เรียนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม



3. ติดต่อประสานงาน กับอาจารย์ประจำวิชา และแจ้งวันและเวลา ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวัดความรู้ก่อนเรียน
5. จากนั้นนำบทเรียน เว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ไปให้กลุ่มตัวอย่างเรียนและทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมสลับข้อสลับคำตอบ นำไปทดสอบหลังเรียน(Post-test) กับกลุ่มตัวอย่างและประเมินความพึงพอใจ
7. นำผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและคะแนนความพึงพอใจ ของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากคุณภาพแบบทดสอบ
  - 1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
  - 1.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
  - 1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)
2. หาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน
  - 2.1 ตรวจสอบคุณภาพและความเชื่อมั่นของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง โดยผู้เชี่ยวชาญด้วยการใช้แบบประเมินเว็บช่วยสอน
  - 2.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากเรียนครบทุกบทเรียน มาหาประสิทธิภาพ กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$
  - 2.3 วิเคราะห์ผลการเรียน
    - 1). นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
    - 2). เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง โดยการทดสอบค่า t (t-test)

3). วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) (บุญชม ศรีสะอาด, 2547, น.56)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2547, น.86)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละจำนวน ยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$N$  แทน จำนวนของข้อมูล

3. การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545, น.194)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงก์กับแบบทดสอบ

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

$N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4. การหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ (ล้วน  
สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.211)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

$$r = \frac{R_u - R_i}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อนั้น
	$R_u$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	$R_i$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

5. การหาค่าความแปรปรวน (บุญชม ศรีสะอาด, 2547, น.96)

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$S_t^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

6. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ (มนต์ชัย เทียนทอง,  
2545, น.235)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกต้องในแต่ละข้อ (p = จำนวนคนที่ทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด)
q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในแต่ละข้อ q = 1 - p
$S_t^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

7. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$   
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2532, น.495-496)

$$E_1 = \frac{\sum X/N}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F/N}{B} \times 100$$

เมื่อ $E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทดสอบย่อยระหว่างเรียน
$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทดสอบหลังเรียน
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบย่อยของนักเรียนระหว่างเรียน
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

8. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียน เพื่อหาค่า t-test (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545, น.237)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad df = N - 1$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่า  $t$

$\sum D$	แทน	การนำเอาผลต่างของคะแนนครั้งหลังกับคะแนนครั้งแรกของนักเรียนแต่ละคนมาบวกกัน
$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ทดลองใช้
$\sum D^2$	แทน	การนำเอาผลต่างของคะแนนครั้งหลังกับครั้งแรกของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสองแล้วนำมาบวกกัน
$(\sum D)^2$	แทน	การนำเอาผลต่างของคะแนนครั้งหลังกับครั้งแรกของนักเรียนแต่ละคนมาบวกกันแล้วจึงยกกำลังสอง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิต ที่มีต่อเว็บช่วยเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินคุณภาพ เว็บช่วยสอนและแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้เว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

### ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบ่งออกเป็น 2 หัวข้อดังนี้

1. ผลการพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงดังนี้



ภาพที่ 10 หน้าหลักของเว็บช่วยสอน

e-Learning > วิชา > โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ (Tree)

### บทที่ 5 โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ (Tree)

**โครงสร้างแบบต้นไม้ มีการแตกกิ่งก้านสาขา แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ**

1. ที่ มีการกำหนดการนับข้อมูลเชิงเชิง (มีระดับเชิง) มีโครงสร้างข้อมูลในหลาย ๆ สาขาหรือข้อมูลเข้ามาตลอดเวลา มีลักษณะการเข้าถึงข้อมูล จากของกลาง ซ้ำๆของผล แล้วจึงไปบนขวา
2. ใบไม้ที่ (Binary Tree) : เหมือนหรือมีลักษณะเหมือนกันคือ empty treesและแต่ละโหนดมีโหนดย่อยได้ไม่เกิน 2 โหนด

Tree เป็นโครงสร้างแบบ non-linear ที่มีโครงสร้างที่  
โหนดหนึ่ง  
Tree หมายถึงการรวมโหนดต่างๆ และเชื่อมต่อกันเป็น  
recursive

**นิยามของ Tree** ประกอบด้วย

- node คือ สมาชิกใดๆ ของ  $n$  เช่น 1,2,3,...,n
- root คือ node ที่อยู่ชั้นบนสุดของต้นไม้ รวมกับ node ลงๆของตัว เช่น 1,2,3,4,6,9,15
- sub tree คือ โหนดต่างๆในต้นไม้ที่ประกอบด้วยโหนดหนึ่งหรือ
- empty tree คือ tree ว่างที่ไม่มีโหนดใน tree
- degree คือ จำนวนโหนดลูกของโหนดหนึ่งเช่น โหนด 1 มี degree = 3, โหนด 2 มี degree = 3
- level คือ ความสูงหรือระดับของโหนดหนึ่ง โดยกำหนดให้ level ของ root node มีค่าเท่ากับ 0 เช่น โหนดที่อยู่ใน level 1 ได้แก่ โหนด 2, 3, 4
- height / depth (ความสูงหรือความลึกของ tree) คือ level ที่มากที่สุดของ tree โดยที่  $n$  ของ edge คือ  $n$  tree จะมี leaf node ดังกล่าว เช่น จากสาขา tree มีความสูงที่สุด = 3
- parent node คือ โหนดที่มีโหนดลูก
- child node คือ โหนดที่มีโหนดพ่อแม่ leaf node / terminal node เป็น โหนดที่ไม่มีลูก มี  $n = 0$  (โหนดสุดท้ายที่มีโหนดลูกคือ leaf node / non terminal node คือ โหนดที่มีค่า  $n > 0$  (โหนดใดๆ ที่มีโหนดลูกคือ leaf node)
- sibling node / brother node คือ โหนดที่มีโหนดพ่อแม่เดียวกันเช่น โหนด 2,3,4 เป็น sibling node ของโหนด 1

ภาพที่ 11 ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาภายในบทเรียน

**รูปตัวอย่างการท่องในรีเบมพร้อรเดอร์**

ผลลัพธ์ คือ **A, B, F, C, D, E**

1. ท่องไปใน R = A ประมวลผล **A**
2. ท่องไปใน TL ของ A = B
  - 2.1 ประมวลผล **B**
  - 2.2 TL ของ B = F
  - 2.2.1 ประมวลผล **F**
  - 2.2.2 TL ของ F = NULL
  - 2.2.3 TR ของ F = NULL
  - 2.3TR ของ B = NULL
3. ท่องไปใน TR ของ A = C
  - 3.1 ประมวลผล **C**
  - 3.2 TL ของ C = D
  - 3.2.1 ประมวลผล **D**
  - 3.2.2 TL ของ D = NULL
  - 3.2.3 TR ของ D = NULL
  - 3.3TR ของ C = E
  - 3.3.1 ประมวลผล **E**
  - 3.3.2 TL ของ E = NULL
  - 3.3.3 TR ของ E = NULL

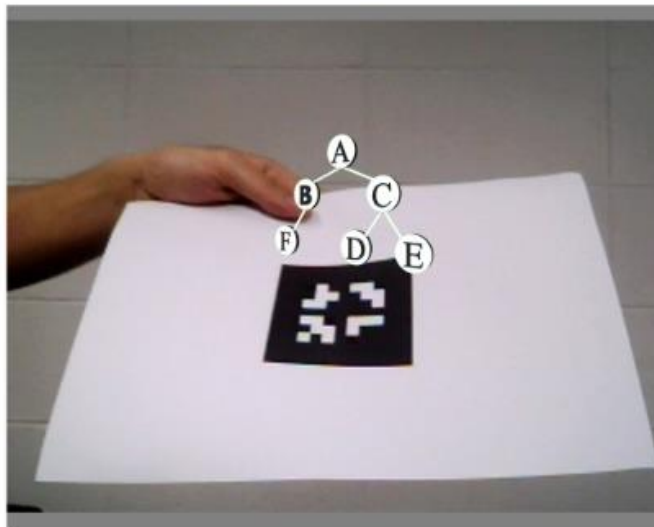
2. In-order Traversal  
เป็นการท่องเข้าไปใน tree โดยเริ่มจาก left sub tree ก่อน แล้วไปยัง root และไปยัง right sub tree (TL R TR)  
**วิธีการ**

1. ดำเนินการที่ left sub tree ของ R คือ TL ก่อน
2. ดำเนินการที่ root (R)
3. ดำเนินการที่ right sub tree ของ R คือ TR เป็นลำดับสุดท้าย

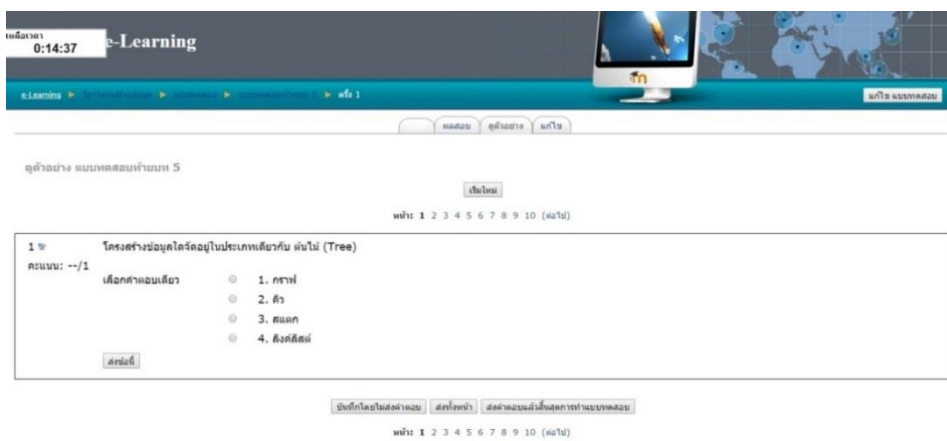
**รูปตัวอย่างการท่องในรีเบมอินอเดอร์**

ผลลัพธ์คือ **1, 2, 3, 4, 6, 8**

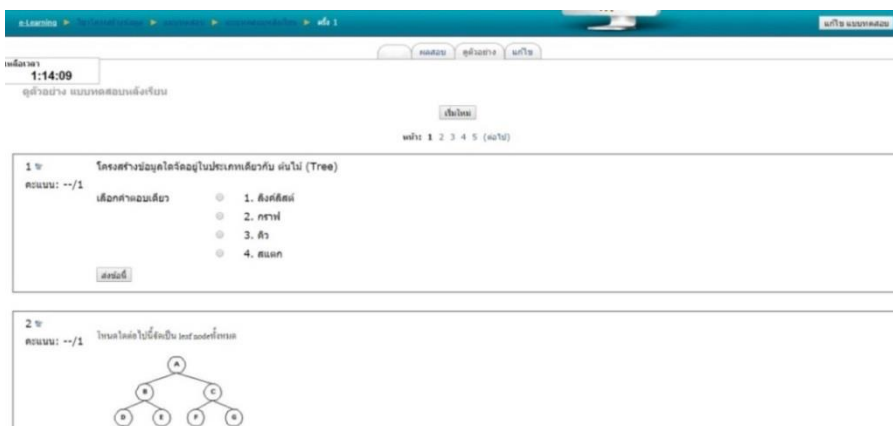
ภาพที่ 12 ลิงค์เพื่อเปิดคลังเว็บแคม



ภาพที่ 13 รูปทรีแบบพรีออร์เดอร์ เมื่อนำ Marker มาส่งกับกล้อง Webcam



ภาพที่ 14 การทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน



ภาพที่ 15 การทำแบบทดสอบหลังเรียนจบครบทุกบทเรียน



ผู้วิจัยนำแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค จำนวนด้านละ 3 คน ประเมินคุณภาพบทเรียนเว็บช่วยสอน ได้ผล ดังนี้

**ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูล และอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน**

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านเนื้อหา	4.83	0.29	มากที่สุด
การดำเนินเรื่อง	4.56	0.58	มากที่สุด
การใช้ภาษา	4.78	0.38	มากที่สุด
แบบทดสอบ	4.67	0.38	มากที่สุด
รวม	4.72	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.72 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.38 มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.83 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.29 ด้านการดำเนินเรื่องได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.56 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.58 ด้านการใช้ภาษาได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.78 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.38 และด้านแบบทดสอบได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.67 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.38

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคของเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูล และ อัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านส่วนนำและเนื้อหาบทเรียน	4.67	0.46	มากที่สุด
ด้านกราฟิกและมัลติมีเดีย	4.56	0.58	มากที่สุด
ด้านตัวอักษรและสี	4.53	0.58	มากที่สุด
ด้านการจัดการบทเรียน	4.57	0.55	มากที่สุด
รวม	4.57	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.57 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.55 มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าด้านส่วนนำและเนื้อหาของบทเรียนได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.67 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.46 ด้านกราฟิกและมัลติมีเดียได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.56 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.58 ด้านตัวอักษรและสีได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.53 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.58 และด้านการจัดการบทเรียนได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.50 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.58

2. ผลการหาประสิทธิภาพเว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

ตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบภาคสนาม

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน	40	50	40.90	2.66	81.80
หลังเรียน	40	50	40.50	5.34	81.00

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนจากการทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) และทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 81.80 และ 81.00 ตามลำดับ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ภาคสนาม สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

### ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้เว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้เว็บช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง กับกลุ่มตัวอย่าง นิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 40 คน โดยการทดสอบค่าที (t-test) ดังปรากฏตามตารางที่ 5

### ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig (2-tailed)
ก่อนเรียน	40	17.13	2.93	-31.06*	39	.00
หลังเรียน	40	40.50	5.34			

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตปริญญาตรี มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 17.13 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 40.50 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

### ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามให้นิสิตปริญญาตรีจำนวน 40 คน ได้ทำการประเมินความพึงพอใจ หลังจากที่ได้เรียน เว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิต ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.17	0.52	มาก
ด้านการออกแบบบทเรียน	4.59	0.47	มากที่สุด
ด้านคุณค่าและประเมินผลการเรียนของเว็บ	4.52	0.48	มากที่สุด
รวม	4.45	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 พบว่า นิสิตมีความพึงพอใจของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.49 ผลการประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่องมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.52 ด้านการออกแบบบทเรียนมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.47 และด้านคุณค่าและประเมินผลการเรียนของเว็บช่วยสอนมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.48

## บทที่ 5

### สรุปผลและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนิสิต ชั้นปีที่ 2 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 40 คน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest Posttest Design เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิต จากนั้นทำการสรุปผลการอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงได้ดังนี้

1. เว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ค่า  $E_1$  เท่ากับ 81.80 และ ค่า  $E_2$  เท่ากับ 81.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลังเรียนด้วยเว็บช่วยเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.49 ผลการประเมินอยู่ในระดับ มากที่สุด สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในระดับ มาก

#### การอภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง พบว่า

1.เว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง คือ ค่า  $E_1$  เท่ากับ 81.80 และ ค่า  $E_2$  เท่ากับ 81.00 เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนโดยยึดหลักการและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง มีกระบวนการสร้างและวิธีการตามขั้นตอนที่เหมาะสม มีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนแล้วนำไปปรับปรุง ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสมเกียรติ พักมี (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ของนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพ 82.25/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลังเรียนด้วยเว็บช่วยเรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เนื่องจาก เว็บช่วยสอนที่สร้างขึ้นได้นำเสนอเนื้อหา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟิก และเทคนิคการนำเสนอที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่ายในการเรียนรู้ เพราะเว็บช่วยสอนสามารถค้นหาคำตอบและเรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสอย่างเต็มที่ ไม่จำกัดเวลา สถานที่ สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองด้วยแบบทดสอบและทราบคำตอบในทันที และย้อนกลับไปศึกษาในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของกรีกเกียรติ กัญสุสุทธิ (2549) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 30 คน ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.26/84.71 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตร

ฝึกอบรมระยะสั้นเรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศการอบรมหรือการเรียนได้อย่างเหมาะสม

3. ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 4.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.49 ผลการประเมินอยู่ในระดับ มากที่สุด เนื่องจากการออกแบบเว็บช่วยสอนมีโครงสร้างชัดเจนเนื้อหาเป็นเรื่องย่อย ๆ เข้าใจง่ายการเรียนรู้นับที่เรียนทำได้ง่าย มีการโต้ตอบมีการออกแบบและใช้กราฟิกสามมิติที่น่าสนใจมีเสียงดนตรีและเสียงบรรยาย เพื่อให้เกิดความเพลิดเพลิน มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน รวมทั้งแบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและสามารถทราบคำตอบได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิศา ไทวิจิตร (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงแบบมัลติมีเดียวิชา Aircraft System เรื่อง “Magneto Ignition System” สำหรับนักเรียนหลักสูตรเครื่องวัดประกอบการบิน สถาบันการบินพลเรือน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้สื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงจะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจมาก

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะเพื่อการปฏิบัติ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

#### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้นำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวก รวดเร็วและไม่เกิดปัญหาในระหว่างศึกษาเว็บช่วยสอน ทำให้เกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้มากที่สุด

1.2 ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้อื่นๆ ในสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยใช้ข้อมูลของบทเรียนนี้เป็นแนวทางในการพัฒนา

#### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับครู

2.1 ก่อนใช้เว็บช่วยสอน ควรศึกษาขั้นตอนการใช้จากแผนการจัดการเรียนรู้ก่อน

2.2 ควรจัดเตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ให้มีความพร้อมและเพียงพอในการเรียน

#### 3. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

3.1 ควรให้การสนับสนุน และส่งเสริมครูให้ผลิตสื่อเว็บช่วยสอน เพื่อความสะดวกในการเรียน และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3.2 ควรจัดเตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับเว็บช่วยสอนให้  
เพียงพอกับความต้องการของอาจารย์และนิสิต

#### **ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป**

ควรรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีของนักวิชาการมาสอดคล้องในการทำเว็บช่วยสอนใน  
รายวิชาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ(ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. กรุงเทพฯ.
- เกริกเกียรติ กัญสุสุทธิ. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศ.  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์  
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2532). ชุดการสอนในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ณัฐวี อดตฤกษ์และนพพล วงศ์วิวัฒน์ไชย. (2553). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วย  
ในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z. ค้นเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2556. จาก  
[http://www.artymix.com/files/NCIT\\_Nattavee\\_Navapon.pdf](http://www.artymix.com/files/NCIT_Nattavee_Navapon.pdf).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). หลักการวิจัยเบื้องต้น.( พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- . (2547). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 7).  
กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พรทิวา โดวีจิตร. (2552). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงแบบ  
มัลติมีเดีย วิชา Aircraft System เรื่อง “Magneto Ignition System” สำหรับนักเรียน  
หลักสูตรเครื่องวัดประกอบการบินสถาบันการบินพลเรือน. ปัญหาพิเศษ ครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พาสนา เอกอุดมพงษ์. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และความพึงพอใจผ่านสื่อ  
แบบจำลองบ้านเสมือนสามมิติและหุ่นจำลอง. โครงการงานปัญหาพิเศษหลักสูตรครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์. มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรชัยพล พรหมมาศ และอนุวัตร เฉลิมสกฤตกิจ. (2552). **การศึกษาเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ กรณีศึกษาพัฒนาเกมส์ “เมมการ์ด**. ค้นเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2556. จาก [http://facstaff.swu.ac.th/praditm/CP499\\_2552\\_AR.pdf](http://facstaff.swu.ac.th/praditm/CP499_2552_AR.pdf).

วิมลลักษณ์ สิงหนาท. (2550). **คู่มือการใช้งาน Moodle 1.3.1 สำหรับผู้สอน**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น.

สมเกียรติ พิภพมี. (2553). **การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures**. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุพัชรินทร์ ทับทิมทอง. (2545). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสมุทรปราการ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อมรเทพ ดอกไม้. (2553). **การปรับปรุงกระบวนการประกอบชิ้นส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยการจำลอง สถานการณ์ 3 มิติเสมือนจริง**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อิสรา เต้าสุวรรณ, ชีรรัตน์ สุขสำราญและแพรวเพชร หาริเทศ. (2554). **สื่อมัลติมีเดีย โปรแกรม Autodesk 3Ds Max 2012 Multimedia of Program Autodesk 3Ds Max 2012** ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2549). **โครงสร้างข้อมูล (Data Structures) เพื่อการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น.

Cuiston, Mc and Jay, Patrick. (1990). **The Impact of Feedback and a Second Attempt at Practice Question on Concept Learning Computer-Aided Instruction** .

**Dissertation Abstracts International.**

Huk, Thomas and Floto, Christian. (2003). **“PROCEEDINGS OF E-LEARN 2003.” Computer**

**Animations in Education : The Impact of Graphical Quality (3D/2D) and signals.**

McCage, Ronald D. (1971). “A Comparison of the Use of slide and Models to the

Conventional Method of Introducing Descriptive Geometry Concept.”

**Dissertation Abstract International.**

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูล และอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยี การสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. อาจารย์อมลณัฐ โชติกิจนุสรณ์     | สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา         |
| 2. อาจารย์บุญญาพร บุญชัย           | สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา         |
| 3. อาจารย์อังคาร ปริบุญญาชัยศักดิ์ | สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา(ค.บ. 5 ปี)<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา |

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 4. อาจารย์ ดร.ปิยะนันต์ อิศสระวิทย์ | สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา     |
| 5. อาจารย์นิศากร เกาสมบัติ          | สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา     |
| 6. อาจารย์เอกราช วรสมุทรปราการ      | สาขาวิชาแอนิเมชันและมัลติมีเดีย<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา |

**ภาคผนวก ข**  
**หนังสือราชการ**

ที่ ศธ ๐๕๖๔.๑๔/พิเศษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
๑๐๖๑ ถนนนิสรภาพ แขวงทิวสุกรี  
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๖ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์อมลนัฐ โชติกิจนุสรณ์

ด้วยนายภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- |   |                      |
|---|----------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เศศ ประกอบผล | ประธานกรรมการ        |
| ๒. อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล          | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัยด้านเนื้อหา ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาวุฒิ เรืองไชยศรี  
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๐



ที่ ศธ ๐๕๖๔.๑๔/พิเศษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี  
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๖ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์บุญญาพร บุญชัย

ด้วยนายภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- |   |                  |
|---|------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เศศ ประกอบผล | ประธานกรรมการ    |
| ๒. อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล          | กรรมการที่ปรึกษา |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างดี ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัยด้านเนื้อหา ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวณี เรืองโชคศรี)  
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๕๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๐

ที่ ศธ ๐๕๖๔.๑๔/พิเศษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี  
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๖ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์อังคาร ปริญาชัยศักดิ์

ด้วยนายภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- |  |                      |
|--|----------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เครศ ประกอบผล | ประธานกรรมการ        |
| ๒. อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล           | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างดี ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัยด้านเนื้อหา ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวณี เรืองโรชศรี)  
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๕๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๐

ที่ ศธ ๐๕๖๔.๑๔/พิเศษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงทึร์ญูจี  
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๖ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ใช้ขยายตรวจเครื่องมือวิจัยด้านเทคนิค

เรียน อาจารย์ ดร.ปิยะนันต์ อิศระวิทย์

ด้วยนายภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- |  |                      |
|--|----------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เครศ ประกอบผล | ประธานกรรมการ        |
| ๒. อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล           | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัยด้านเทคนิค ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวณี เรืองไชศรี)  
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๐

ที่ ศธ ๐๕๖๔.๑๔/พิเศษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงทึร์ญูจี  
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๖ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขออนุมัติคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยด้านเทคนิค

เรียน อาจารย์นิศากร เกาสมบัติ

ด้วยนายภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- |   |                  |
|---|------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เรศ ประกอบผล | ประธานกรรมการ    |
| ๒. อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล          | กรรมการที่ปรึกษา |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัยด้านเทคนิค ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสวณี เรืองไชยศรี  
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย )

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๐

ที่ ศธ ๐๕๖๔.๑๔/พิเศษ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี  
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๖ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยด้านเทคนิค

เรียน อาจารย์เอกราช วรสมุทรปราการ

ด้วยนายภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- |  |                      |
|--|----------------------|
| ๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์เครศ ประกอบผล | ประธานกรรมการ        |
| ๒. อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ประกอบผล           | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัยด้านเทคนิค ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวณี เรืองโรจน์ศรี)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐-๒๔๗๓-๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๐

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและ  
อัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	0	2	0.7	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	0	2	0.7	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
8	0	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
9	0	0	0	0	0	ไม่สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
13	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
17	0	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	0.7	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
21	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
26	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
27	+1	+1	0	3	1	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
31	+1	0	+1	3	1	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
33	0	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
36	+1	0	0	3	1	ไม่สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	1	0.3	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
40	0	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
43	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
44	0	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
45	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
47	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
48	0	+1	0	3	1	ไม่สอดคล้อง
49	+1	0	+1	3	1	สอดคล้อง
50	+1	+1	+1	1	0.3	สอดคล้อง



ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
51	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง
52	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
53	+1	+1	0	2	0.7	สอดคล้อง
54	+1	+1	+1	3	0.8	สอดคล้อง
55	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
56	+1	+1	0	2	0.7	สอดคล้อง
57	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
58	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
59	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง
60	0	0	0	0	0	ไม่สอดคล้อง
61	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง
62	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
63	0	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
64	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
65	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
66	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง
67	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง
68	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
69	0	+1	+1	2	0.7	สอดคล้อง
70	+1	0	+1	2	0.7	สอดคล้อง

ตารางที่ 8 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (R) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) แบบทดสอบ  
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม  
 โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

ข้อ	ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ		ข้อ	ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ	
		จำแนก (R)	ความหมาย			จำแนก (R)	ความหมาย
1	0.83	0.10	ใช้ไม่ได้	25	0.67	0.20	ใช้ได้
2	0.77	0.10	ใช้ไม่ได้	26	0.70	0.30	ใช้ได้
3	0.63	0.50	ใช้ได้	27	0.77	0.10	ใช้ไม่ได้
4	0.67	0.40	ใช้ได้	28	0.73	0.40	ใช้ได้
5	0.73	0.40	ใช้ได้	29	0.77	0.50	ใช้ได้
6	0.67	0.40	ใช้ได้	30	0.57	0.30	ใช้ได้
7	0.90	0.10	ใช้ไม่ได้	31	0.77	0.30	ใช้ได้
8	0.77	0.30	ใช้ได้	32	0.80	0.00	ใช้ไม่ได้
9	0.77	0.50	ใช้ได้	33	0.63	0.10	ใช้ไม่ได้
10	0.70	0.50	ใช้ได้	34	0.73	0.40	ใช้ได้
11	0.87	0.00	ใช้ไม่ได้	35	0.73	0.40	ใช้ได้
12	0.60	0.80	ใช้ได้	36	0.73	0.20	ใช้ได้
13	0.67	0.40	ใช้ได้	37	0.80	0.40	ใช้ได้
14	0.63	0.30	ใช้ได้	38	0.70	0.50	ใช้ได้
15	0.77	0.10	ใช้ไม่ได้	39	0.83	0.30	ใช้ไม่ได้
16	0.63	0.30	ใช้ได้	40	0.67	0.60	ใช้ได้
17	0.83	0.10	ใช้ไม่ได้	41	0.83	0.30	ใช้ไม่ได้
18	0.80	0.40	ใช้ได้	42	0.80	0.00	ใช้ไม่ได้
19	0.63	0.30	ใช้ได้	43	0.67	0.20	ใช้ได้
20	0.70	0.30	ใช้ได้	44	0.80	0.20	ใช้ได้
21	0.63	0.30	ใช้ได้	45	0.73	0.20	ใช้ได้
22	0.60	0.00	ใช้ไม่ได้	46	0.67	0.40	ใช้ได้
23	0.77	0.30	ใช้ได้	47	0.57	0.30	ใช้ได้
24	0.67	0.20	ใช้ได้	48	0.77	0.30	ใช้ได้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ		ข้อ	ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ	
		จำแนก (R)	ความหมาย			จำแนก (R)	ความหมาย
49	0.90	-0.10	ใช้ไม่ได้	60	0.60	0.40	ใช้ได้
50	0.77	0.30	ใช้ได้	61	0.87	0.20	ใช้ไม่ได้
51	0.67	0.40	ใช้ได้	62	0.77	0.10	ใช้ไม่ได้
52	0.70	0.30	ใช้ได้	63	0.77	0.10	ใช้ไม่ได้
53	0.70	0.30	ใช้ได้	64	0.67	0.20	ใช้ได้
54	0.90	0.10	ใช้ไม่ได้	65	0.73	0.40	ใช้ได้
55	0.80	0.20	ใช้ได้	66	0.80	0.40	ใช้ได้
56	0.67	0.40	ใช้ได้	67	0.67	0.40	ใช้ได้
57	0.70	0.30	ใช้ได้	68	0.63	0.10	ใช้ไม่ได้
58	0.60	0.20	ใช้ได้	69	0.87	0.20	ใช้ไม่ได้
59	0.60	0.60	ใช้ได้	70	0.67	0.60	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่น (KR-20 = 0.75)

ตารางที่ 9 คะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน จากเว็บช่วยสอน  
เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง  
แบบเดี่ยว

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน					รวมคะแนน	คะแนน หลังเรียน
	บทที่ 6	บทที่ 7	บทที่ 8	บทที่ 9	บทที่ 10		
	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(50)	(50)
1	8	7	8	7	7	37	36
2	8	8	7	7	7	37	37
3	8	7	8	8	7	38	38
$\sum X$	24	22	23	22	21	112	111
$\bar{X}$	8.00	7.33	7.67	7.33	7.00	37.33	37.00
ร้อยละ	80.00	73.33	76.67	73.33	70.00	373.33	370.00
ประสิทธิภาพ						$E_1 = 74.67$	$E_2 = 74.00$

ตารางที่ 10 คะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน จากเว็บช่วยสอน  
เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง  
แบบกลุ่มย่อย

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน					รวมคะแนน	คะแนน หลังเรียน
	บทที่ 6	บทที่ 7	บทที่ 8	บทที่ 9	บทที่ 10		
	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(50)	(50)
1	8	8	9	8	8	41	38
2	8	8	7	8	8	39	39
3	8	8	7	8	7	38	39
4	8	8	8	7	8	39	39
5	8	8	8	7	7	38	38
6	8	9	8	8	7	40	39
7	8	8	8	7	8	39	39
8	8	7	7	8	7	37	38
9	7	8	8	8	8	39	39
$\sum X$	71	72	70	69	68	350	348
$\bar{X}$	7.89	8.00	7.78	7.67	7.56	38.89	38.67
ร้อยละ	78.89	80.00	77.78	76.67	75.56	388.89	386.67
ประสิทธิภาพ						$E_1 = 77.78$	$E_2 = 77.33$

ตารางที่ 11 คะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน จากเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบภาคสนาม

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน					รวมคะแนน	คะแนน หลังเรียน
	บทที่ 6	บทที่ 7	บทที่ 8	บทที่ 9	บทที่ 10		
	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(50)	(50)
1	10	10	9	9	9	47	48
2	10	9	10	9	9	47	47
3	9	10	9	9	9	46	47
4	9	9	9	9	8	44	47
5	9	9	9	9	8	44	47
6	9	9	8	8	8	42	47
7	9	9	9	9	8	44	47
8	9	9	9	8	8	43	46
9	9	9	8	8	9	43	45
10	9	9	9	8	8	43	46
11	9	8	8	8	9	42	47
12	9	9	9	8	8	43	44
13	9	8	8	7	8	40	45
14	9	9	9	8	8	43	45
15	8	7	8	8	8	39	43
16	8	8	7	9	8	40	44
17	9	9	9	8	9	44	45
18	8	8	8	8	9	41	44
19	9	9	8	8	8	42	43
20	8	8	9	8	8	41	42
21	9	8	8	8	8	41	41
22	8	8	8	7	8	39	38
23	8	7	7	8	8	38	37

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน					รวมคะแนน	คะแนน หลังเรียน
	บทที่ 6	บทที่ 7	บทที่ 8	บทที่ 9	บทที่ 10		
	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(50)	(50)
24	9	8	8	8	8	41	37
25	8	8	7	7	8	38	37
26	7	8	7	8	8	38	37
27	8	7	8	8	7	38	36
28	7	8	8	8	8	39	35
29	9	8	8	8	8	41	33
30	8	8	7	8	7	38	36
31	8	9	8	8	7	40	34
32	8	7	8	7	8	38	34
33	8	8	8	8	7	39	32
34	8	8	8	7	8	39	34
35	8	7	8	7	7	37	35
36	8	8	7	8	7	38	34
37	8	7	8	8	8	39	36
38	8	8	8	8	7	39	34
39	8	8	7	8	7	38	35
40	8	8	8	8	8	40	36
$\sum X$	339	331	326	321	319	1636	1620
$\bar{X}$	8.48	8.28	8.15	8.03	7.98	40.90	40.50
ร้อยละ	84.75	82.75	81.50	80.25	79.75	409.00	405.00
ประสิทธิภาพ						$E_1 = 81.80$	$E_2 = 81.00$

ตารางที่ 12 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้าง  
ข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	21	48	21	20	41
2	19	47	22	13	38
3	23	47	23	17	37
4	18	47	24	17	37
5	16	47	25	15	37
6	21	47	26	16	37
7	18	47	27	13	36
8	22	46	28	12	35
9	14	45	29	18	33
10	19	46	30	19	36
11	21	47	31	21	34
12	20	44	32	15	34
13	15	45	33	13	32
14	19	45	34	14	34
15	15	43	35	16	35
16	17	44	36	17	34
17	18	45	37	19	36
18	16	44	38	17	34
19	13	43	39	11	35
20	19	42	40	18	36



ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินคุณภาพเว็บช่วยสอนด้านเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม  
โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง (ผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง ให้ท่านแสดงความคิดเห็นโดยใช้เครื่องหมาย  ลงในช่องระดับความคิดเห็น  
ตามความเป็นจริง

ระดับคะแนน	5	ระดับความคิดเห็น	มากที่สุด
ระดับคะแนน	4	ระดับความคิดเห็น	มาก
ระดับคะแนน	3	ระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	ระดับความคิดเห็น	น้อย
ระดับคะแนน	1	ระดับความคิดเห็น	น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นที่มีต่อเว็บช่วยสอน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)

### ด้านเนื้อหา

1. เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตร

2. เนื้อหา มีความสอดคล้องและครอบคลุม

จุดประสงค์

3. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

4. การลำดับเนื้อหาถูกต้อง ชัดเจนและเข้าใจง่าย

5. ความน่าสนใจของเนื้อหาบทเรียน

6. ปริมาณความเหมาะสมของเนื้อหาแต่ละ  
บทเรียน

### การดำเนินเรื่อง

7. ความเหมาะสมของลำดับขั้นในการนำเสนอ  
เนื้อหา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นที่มีต่อเว็บช่วยสอน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
8. ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง					
9. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
<b>การใช้ภาษา</b>					
10. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
11. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับวัยผู้เรียน					
12. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย					
<b>แบบทดสอบ</b>					
13. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
14. ความครอบคลุมระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์					
15. ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์					
16. ความชัดเจนของคำสั่งและคำถามของแบบทดสอบ					
17. ความเหมาะสมของชนิดแบบทดสอบที่เลือกใช้					
18. ความถูกต้องของคำตอบและความเหมาะสมของตัวลวง					

**แบบประเมินคุณภาพเว็บช่วยสอนด้านเทคนิค เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม  
โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง (ผู้เชี่ยวชาญ)**

**คำชี้แจง** ให้ท่านแสดงความคิดเห็นโดยใช้เครื่องหมาย  ลงในช่องระดับความคิดเห็น  
ตามความเป็นจริง

ระดับคะแนน	5	ระดับความคิดเห็น	มากที่สุด
ระดับคะแนน	4	ระดับความคิดเห็น	มาก
ระดับคะแนน	3	ระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	ระดับความคิดเห็น	น้อย
ระดับคะแนน	1	ระดับความคิดเห็น	น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นที่มีต่อเว็บช่วยสอน				
	มาก	มาก	ปาน	น้อย	น้อย
	ที่สุด		กลาง		ที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
<b><u>ด้านส่วนนำและเนื้อหาของบทเรียน</u></b>					
1. ครอบคลุมของการใช้ข้อมูลพื้นฐาน เช่น จุดประสงค์ คำชี้แจงของบทเรียน เมนูหลัก					
2. การเร้าความสนใจ					
3. ความชัดเจนของโครงสร้างบทเรียน					
4. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ					
5. ความสำคัญและทันสมัยของเนื้อหาบทเรียน					
<b><u>ด้านกราฟิกและมัลติมีเดีย</u></b>					
6. ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา					
7. การสื่อความหมายของภาพ 3 มิติประกอบบทเรียน					
8. ความตรงตามเนื้อหาของภาพ 3 มิติที่นำเสนอ					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นที่มีต่อเว็บช่วยสอน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
9. ความชัดเจนของกราฟิกที่ใช้ประกอบ บทเรียน					
10. ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน					
11. ความชัดเจนของภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบ บทเรียน					
<b><u>ด้านตัวอักษรและสี</u></b>					
12. รูปแบบอักษรที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา อ่านได้ชัดเจน					
13. ขนาดตัวอักษรในการนำเสนอเนื้อหา เหมาะสม					
14. สีตัวอักษรมีความเหมาะสม					
15. การเลือกใช้สีพื้นจอภาพมีความเหมาะสม					
16. ความเหมาะสมของสีของกราฟิก					
<b><u>ด้านการจัดการบทเรียน</u></b>					
17. การนำเสนอชื่อเรื่องหลักของบทเรียน					
18. การนำเสนอชื่อเรื่องย่อยของบทเรียน					
19. การควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เป็นพิมพ์ การใช้เมาส์					
20. ความน่าสนใจชวนให้ติดตามบทเรียน					

**แบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บไซต์  
เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย  ลงในช่องระดับความพึงพอใจเพียงระดับเดียว

ระดับคะแนน	5	ระดับความพึงพอใจ	มากที่สุด
ระดับคะแนน	4	ระดับความพึงพอใจ	มาก
ระดับคะแนน	3	ระดับความพึงพอใจ	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	ระดับความพึงพอใจ	น้อย
ระดับคะแนน	1	ระดับความพึงพอใจ	น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจที่มีต่อเว็บไซต์				
	มาก	มาก	ปาน	น้อย	น้อย
	ที่สุด		กลาง		ที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)

**ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง**

1. การนำเสนอเนื้อหา มีรูปแบบที่ชัดเจน  
เข้าใจง่าย ไม่สับสน
2. การศึกษาเนื้อหาของบทเรียนเป็นเรื่องสั้น ๆ  
ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
3. เนื้อหามีการอธิบายอย่างละเอียดและชัดเจน
4. เนื้อหาแต่ละบทเรียนไม่มากเกินไป
5. เนื้อหาบทเรียนสามารถนำไปใช้ชีวิต  
ประจำวันได้

**ด้านการออกแบบบทเรียน**

6. สีของตัวอักษรชัดเจน สวยงาม
7. ขนาดของตัวอักษรพอดี ไม่ใหญ่หรือ  
เล็กจนเกินไป
8. รูปแบบของตัวอักษรน่าสนใจ
9. การออกแบบหน้าจอน่าสนใจและดึงดูดใจ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจที่มีต่อเว็บช่วยสอน				
	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
10. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้งานง่าย และ ไม่สับสน					
11. บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการเรียน					
<b><u>ด้านคุณค่าและประเมินผลการเรียนของ เว็บช่วยสอน</u></b>					
12. เว็บช่วยสอนช่วยเปลี่ยนบรรยากาศ ในการเรียน					
13. วิธีการสอนโดยเว็บช่วยสอนมีการกระตุ้น ให้เกิดความน่าสนใจน่าติดตามในการเรียน					
14. การเรียนด้วยเว็บช่วยสอนสามารถทบทวน บทเรียนได้ตลอดเวลาตามต้องการ					
15. แบบทดสอบในเว็บช่วยสอนมีการตอบย้ำ ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น					
16. แบบทดสอบในการใช้เว็บช่วยสอนสามารถ วัดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน					
17. หลังการใช้เว็บช่วยสอนทำให้นิสิต มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเพิ่มขึ้น					
18. การทบทวนด้วยเว็บช่วยสอนทำให้นิสิต จดจำเนื้อหาสาระที่เรียนได้ดีขึ้น					
19. เว็บช่วยสอนทำให้นิสิตสนใจอยากเรียนรู้ มากขึ้น					
20. นิสิตพึงพอใจกับการศึกษาและทบทวน บทเรียนด้วยเว็บช่วยสอน					

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งานเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง



คู่มือการใช้งานเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม  
โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

1. เข้าเว็บไซต์ <http://cs.bsru.ac.th/moodle/>



ภาพที่ 16 หน้าหลักของเว็บไซต์

2. ใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าระบบ

ภาพที่ 17 ใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าระบบ

3. เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะเห็นรายวิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม



ภาพที่ 18 หน้าจอเมื่อเข้าสู่ระบบ

4. เมื่อคลิกเข้าสู่รายวิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม จะพบกับบทเรียนของวิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม



ภาพที่ 19 หน้าจอบทเรียนของวิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

## 5. กดโหลดภาพ Maker เพื่อใช้ในการส่งกับกล้อง Webcam



ภาพที่ 20 หน้าจอของลิงค์โหลดภาพ Marker

## 6. เนื้อหาในบทที่ 5

s.Learning > วิชาวิทยาการคำนวณ > บทเรียน > โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ (Tree) แก้ไข แหล่งข้อมูล

### บทที่ 5 โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ (Tree)

**โครงสร้างแบบต้นไม้ มีการแตกกิ่งก้านสาขา แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ**

1. ตรี : มีการกำหนดการเก็บข้อมูลเป็นชั้นๆ (มีระดับชั้น) มีโครงสร้างข้อมูลไม่ตายตัว สามารถนำข้อมูลเข้าออกได้ตลอดเวลา มีลักษณะการจัดข้อมูล จากบนลงล่าง ชำนาญหมด แล้วจึงไปบนขวา
2. ไบนารีตรี (Binary Tree) : เหมือนทรีแต่มีลักษณะเด่นกว่าคือไม่มี empty tree และแต่ละโหนดมีโหนดย่อยได้ไม่เกิน 2 โหนด

Tree เป็นโครงสร้างแบบ non-linear คือมีโครงสร้างที่  
ไม่ต่อเนื่อง  
Tree หมายถึงที่รวมรวมโหนดต่างๆ และมีคุณสมบัติเป็น recursive

**นิยามของ Tree ประกอบด้วย**

- node คือ สมาชิกต่างๆ ของทรี เช่น 1,2,3,...,n
- root คือ node ที่อยู่บนสุดของต้นไม้ รวมถึง node ของกิ่งย่อยด้วย เช่น 1,2,3,4,6,9,15
- sub tree คือ โหนดต่างๆในทรีที่ประกอบกันเป็นทรีย่อยๆ
- empty tree คือ tree ว่างหรือไม่มีโหนดใน tree
- degree คือ จำนวนโหนดลูกของโหนดหนึ่งๆ เช่น โหนด 1 มี degree = 3, โหนด 2 มี degree = 3
- level คือ หมายถึงที่แสดงชั้นหรือระดับของโหนดอื่นๆ โดยกำหนดให้ level ของ root node มีค่าเท่ากับ 0 เช่น โหนดที่อยู่ใน level 1 ได้แก่ โหนด 2, 3, 4
- height / depth (ความสูงหรือความลึกของ tree) คือ level ที่ต่ำสุดของ tree โดยนับจำนวน edge ที่อยู่ tree จนถึง leaf node ตัวสุดท้าย เช่น จากภาพ tree มีความสูงหรือความลึก = 3
- parent node คือ โหนดที่มีโหนดลูก
- child node คือ โหนดที่มีโหนดของ leaf node / terminal node เป็น โหนดที่มีค่า ลิงค์ = 0 (โหนดสุดท้ายที่ไม่มีโหนดลูกจะทำเป็น leaf node / non terminal node คือ โหนดที่มีค่า ลิงค์ > 0 (โหนดใดๆ ที่มีโหนดลูกจะทำเป็น leaf node / terminal node) sibling node คือ โหนดที่มีโหนดพ่อแม่เดียวกัน โหนด 2,3,4 เป็น sibling node ของโหนด 1

ภาพที่ 21 บทเรียนที่ 5

## 7. กคดูรูปตัวอย่างการท่องในทรีแบบพรีออร์เตอร์ เพื่อเปิดกล้องเว็บแคม

รูปตัวอย่างการท่องในทรีแบบพรีออร์เตอร์

ผลลัพธ์ คือ **A, B, F, C, D, E**

1. ท่องไปใน R = A ประมวลผล **A**
2. ท่องไปใน TL ของ A = B
  - 2.1 ประมวลผล **B**
  - 2.2 TL ของ B = F
    - 2.2.1 ประมวลผล **F**
    - 2.2.2 TL ของ F = NULL
    - 2.2.3 TR ของ F = NULL
  - 2.3TR ของ B = NULL
3. ท่องไปใน TR ของ A = C
  - 3.1 ประมวลผล **C**
  - 3.2 TL ของ C = D
    - 3.2.1 ประมวลผล **D**
    - 3.2.2 TL ของ D = NULL
    - 3.2.3 TR ของ D = NULL
  - 3.3TR ของ C = E
    - 3.3.1 ประมวลผล **E**
    - 3.3.2 TL ของ E = NULL
    - 3.3.3 TR ของ E = NULL

2. In-order Traversal  
เป็นการท่องเข้าไปใน tree โดยเริ่มจาก left sub tree ก่อน แล้วไปยัง root และไปยัง right sub tree (TL R TR)

**วิธีการ**

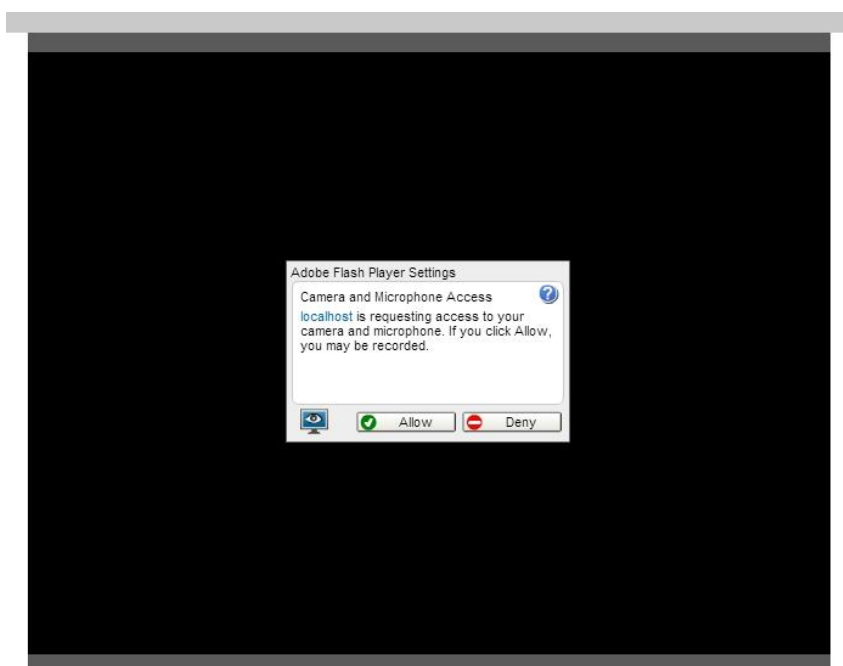
1. ดำเนินการที่ left sub tree ของ R คือ TL ก่อน
2. ดำเนินการที่ root (R)
3. ดำเนินการที่ right sub tree ของ R คือ TR เป็นลำดับสุดท้าย

รูปตัวอย่างการท่องในทรีแบบอินออร์เตอร์

ผลลัพธ์คือ **1, 2, 3, 4, 6, 8**

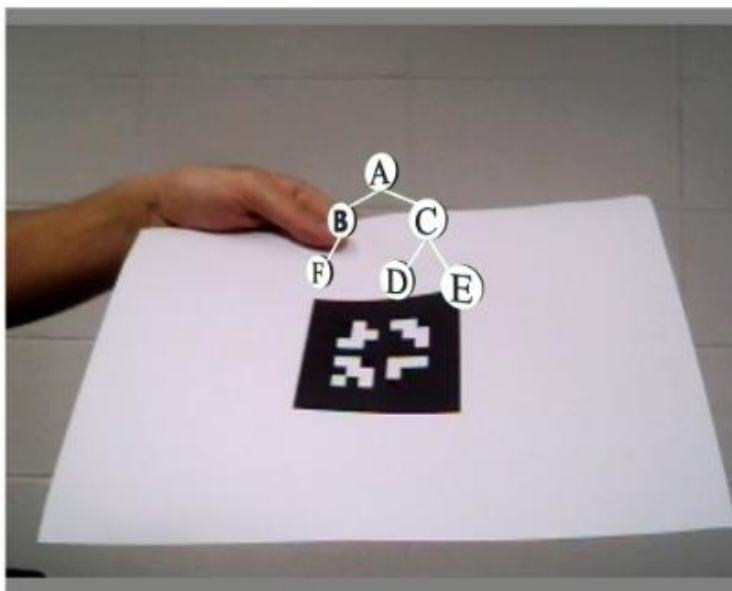
### ภาพที่ 22 ลิงค์เพื่อเปิดกล้องเว็บแคม

## 8. กดปุ่ม Allow เพื่อเปิดกล้อง Webcam



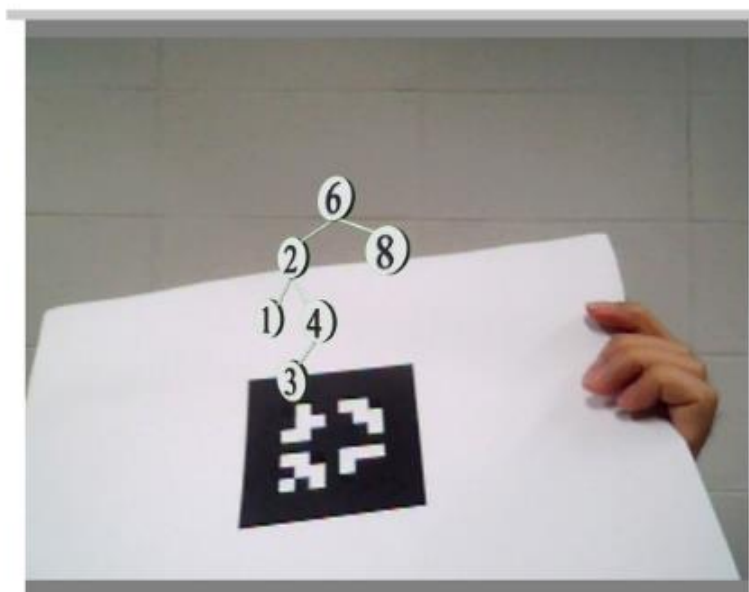
### ภาพที่ 23 รูปเมื่อเปิดกล้อง Webcam

9. นำรูปสัญลักษณ์ Marker ส่องกับกล้อง Webcam ระบบจะทำการประมวลผลและทำการดึงวัตถุ 3 มิติ ที่เตรียมไว้ในฐานข้อมูล ขึ้นมาแสดงผลบนสัญลักษณ์ Marker รูปตัวอย่างการทอ่งในทรีแบบพรีออร์เดอร์



ภาพที่ 24 รูปทรีแบบพรีออร์เดอร์ เมื่อนำ Marker มาส่องกับกล้อง Webcam

10. รูปตัวอย่างการทอ่งในทรีแบบอินออร์เดอร์



ภาพที่ 25 รูปทรีแบบอินออร์เดอร์ เมื่อนำ Marker มาส่องกับกล้อง Webcam

11. เมื่อเรียนในบทเรียนเสร็จแล้ว จึงกดเพื่อทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จก็จะปรากฏคะแนนในแบบทดสอบนั้น

The screenshot shows an e-Learning platform interface. At the top, there's a header with 'e-Learning' and a timer showing '0:14:37'. Below the header, there's a navigation bar with 'e-Learning' and several menu items. The main content area displays a quiz question: 'โครงสร้างข้อมูลใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกับ ต้นไม้ (Tree)'. The question is worth 1 point. Below the question, there are four radio button options: 1. กราฟ, 2. คิว, 3. สแตก, and 4. ลิงค์ลิสต์. A 'ส่งข้อนี้' button is located below the options. At the bottom of the question area, there are buttons for 'บันทึกโดยในส่งคำตอบ', 'ส่งธงหน้า', and 'ส่งคำตอบแล้วสิ้นสุดการทำแบบทดสอบ'. A page indicator shows 'หน้า: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (ต่อไป)'.

ภาพที่ 26 ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละบท

12. บทเรียนที่ 6

The screenshot shows an e-Learning platform interface for a lesson titled 'บทที่ 6 โครงสร้างข้อมูลแบบกราฟ (Graph)'. The page contains text explaining graphs and a diagram. The text states: 'กราฟเป็นโครงสร้างข้อมูลประเภท Non-linear' and 'ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง object โดยประกอบด้วยกลุ่มของโหนด (vertex) ที่ชี้แทน object และกลุ่มของเส้นเชื่อม (edge) ระหว่างโหนด'. Below the text, there is a diagram showing three nodes labeled 1, 2, and 3. Node 1 is at the top, connected to nodes 2 and 3. The connections are labeled 'edge / link'. The diagram is labeled 'vertex / node' and 'edge / link'. Below the diagram, there is a list of graph types: 'กราฟที่มีโหนด 3 ประเภทด้วยกัน 1.Direct Graph (Digraph) 2.Undirected Graph 3.Cyclic Graph'. At the bottom, there is a section titled 'Direct Graph Or Digraph' with a brief definition: 'เป็นกราฟที่มีเส้นเชื่อมระหว่างโหนด เป็นทิศทางเดียว โดยเส้นเหล่านี้จะแสดงทิศทางของการเชื่อมต่อด้วย เช่น'.

ภาพที่ 27 บทเรียนที่ 6

## 13. บทเรียนที่ 7

**บทเรียน e-Learning**

e-Learning > วิชาโครงสร้างข้อมูล > บทเรียน > การเรียงลำดับ (Sorting)

แก้ไข แหล่งข้อมูล

### บทที่ 7 การเรียงลำดับ (Sorting)

**ความสำคัญของการเรียงลำดับข้อมูล**  
การเรียงลำดับข้อมูลแบบต่างๆ

1. การเรียงลำดับแบบแทรก (Insertion Sort)
2. การเรียงลำดับแบบเลือก (Selection Sort)
3. การเรียงลำดับแบบแลกเปลี่ยน (Exchange Sort)
4. การเรียงลำดับแบบบิสโชท
5. การเรียงลำดับแบบภายนอก (External Sort)

ตารางเปรียบเทียบการเรียงลำดับแบบต่างๆ

**ประโยชน์ของการเรียงลำดับข้อมูล**

1. ช่วยในการจัดหมวดหมู่ (Classify)
2. ช่วยในการค้นหาข้อมูล (Searching)
3. ช่วยในการทำ Matching เช่น ปรับปรุงเพิ่มส่วนประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

**การเรียงลำดับ อาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ**

การเรียงข้อมูลภายในหน่วยความจำ (Internal Sorting)

ภาพที่ 28 บทเรียนที่ 7

## 14. บทเรียนที่ 8

วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

แก้ไข แหล่งข้อมูล

**บทเรียน e-Learning**

e-Learning > วิชาโครงสร้างข้อมูล > บทเรียน > การค้นหาข้อมูล (Searching)

แก้ไข แหล่งข้อมูล

### บทที่ 8 การค้นหาข้อมูล (Searching)

**เนื้อหาหลัก**

1. การค้นหาข้อมูล
2. การค้นหาแบบเรียงลำดับ (Sequential search)
3. การค้นหาแบบทวิภาค (Binary search)
4. การค้นหาแบบแฮช (Hashing)
5. การแก้ปัญหาการชนกัน (Collision)

**การค้นหาข้อมูล**

**วัตถุประสงค์ในการค้นหาข้อมูล**

1. เพื่อตรวจสอบว่ามีข้อมูลใดๆ อยู่ในข้อมูล
2. คือการเปรียบเทียบและแก้ไขข้อผิดพลาด
3. ส่งผลการค้นหาออกมาที่ออกจากโครงสร้างข้อมูลซึ่งต้องค้นหาว่าข้อมูลที่ต้องการอยู่ที่ใดภายในโครงสร้าง
4. คือการเก็บข้อมูลใหม่ในโครงสร้างที่มีการเรียงลำดับซึ่งต้องค้นหาส่วนหนึ่งที่จะแทรกลงไป

**การค้นหาแบบเรียงลำดับ (Sequential search)**

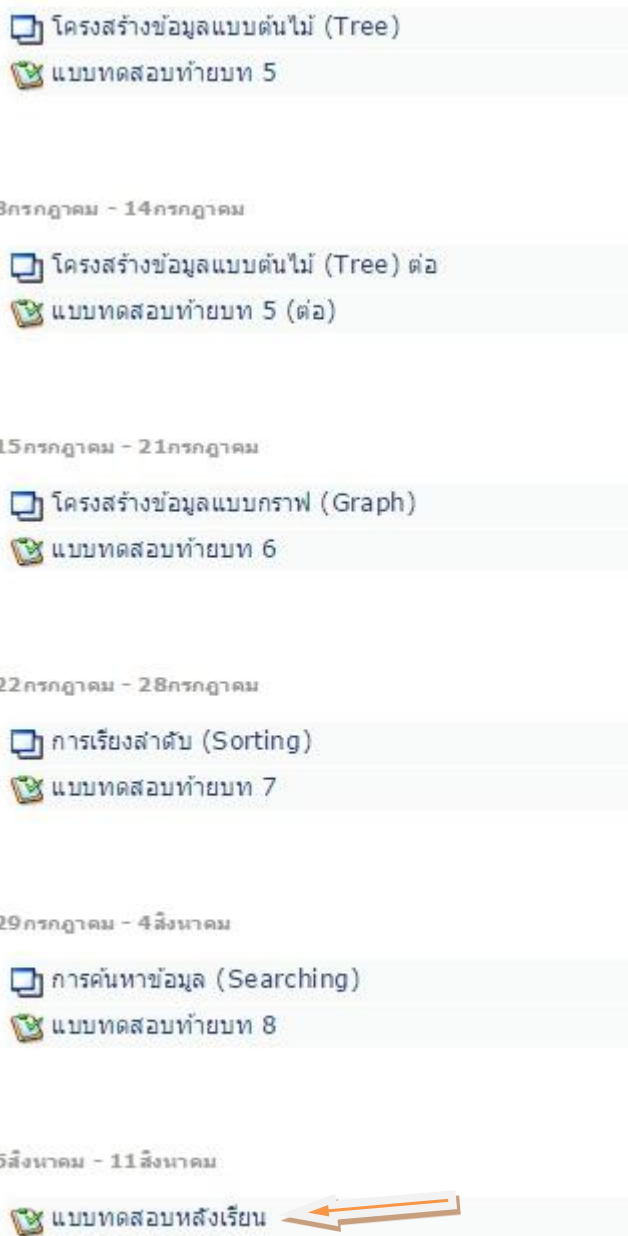
เป็นการค้นหาข้อมูลทีละชิ้นและตรวจไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบข้อมูลที่ตรงกับที่ต้องการ หรือเปรียบเทียบไปจนถึงตัวสุดท้าย

ส่วนประกอบในการค้นหาข้อมูล มี 2 ส่วนคือ

1. ค่าข้อมูลที่ต้องการค้นหา
2. ส่วนของที่ต้องการ

ภาพที่ 29 บทเรียนที่ 8

15. เมื่อเราเรียนครบทุกบทเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 30 ลิงค์แบบทดสอบหลังเรียน



16. รูปตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน

E-Learning > วิชาเทคโนโลยี > วิชาเทคโนโลยี > แบบทดสอบหลังเรียน > หน้า 1 แก้ไข แบบทดสอบ

เลือกเวลา: 1:14:09

ดูตัวอย่าง แบบทดสอบหลังเรียน เป็นใหม่

หน้า: 1 2 3 4 5 (จบ)

1 ข้อ โครงสร้างข้อมูลใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน ต้นไม้ (Tree)  
คะแนน: --/1

เลือกคำตอบเดียว

- 1. ลิงค์ลิสต์
- 2. กราฟ
- 3. คิว
- 4. สแตก

2 ข้อ โหนดใดต่อไปนี้จัดเป็น leaf node ทั้งหมด  
คะแนน: --/1

```

graph TD
    A((A)) --- B((B))
    A --- C((C))
    B --- D((D))
    B --- E((E))
    C --- F((F))
    C --- G((G))
    
```

ภาพที่ 31 ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนจบครบทุกบทเรียน

17. รูปตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน

1 ข้อ โครงสร้างข้อมูลใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกับ ต้นไม้ (Tree)  
คะแนน: --/1

เลือกคำตอบเดียว

- 1. ลิงค์ลิสต์
- 2. กราฟ
- 3. คิว
- 4. สแตก

2 ข้อ โหนดใดต่อไปนี้จัดเป็น leaf node ทั้งหมด  
คะแนน: --/1

```

graph TD
    A((A)) --- B((B))
    A --- C((C))
    B --- D((D))
    B --- E((E))
    D --- H((H))
    D --- I((I))
    C --- F((F))
    C --- G((G))
    
```

เลือกคำตอบเดียว

- 1. โหนด A,B,C
- 2. โหนด E,F,G
- 3. โหนด D,E,F
- 4. โหนด B,D,E

ภาพที่ 32 ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนจบครบทุกบทเรียน

18. เมื่อทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วจะปรากฏผลคะแนนของการทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็น  
อันดับขั้นตอนการเรียน

ภาคผนวก ฉ

แบบตอบรับและบทความวิจัย



ที่ ศธ ๐๕๑๓.๒๐๑๐๒(๒)/๐๙๑๖

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
วิทยาเขตกำแพงแสน  
๑ หมู่ ๖ ถ.มาลัยแมน ต.กำแพงแสน  
อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ๗๓๑๔๐

๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการร่วมประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ ๑๕ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรียน คุณภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ

ตามที่ท่านได้เสนอผลงานวิชาการเรื่อง การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ในการจัดประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑๕ สาขาศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ ภาควิชาการระหว่างวันที่ ๖-๗ ธันวาคม ๒๕๖๑ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนจังหวัดนครปฐม นั้น

ในการนี้ คณะกรรมการฝ่ายจัดสัมมนาและประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑๕ ขอแจ้งให้ทราบว่า ผลงานของท่านได้ผ่านการพิจารณาและตอบรับการเข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๑๕ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนโดยท่านสามารถตรวจสอบกำหนดการ และสถานที่ในการนำเสนอผลงานทางวิชาการได้ที่เว็บไซต์ <http://esd.psd.kps.ku.ac.th/conf2018/> ภายในวันศุกร์ที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ตฤณ แสงสุวรรณ)

รองอธิการบดีวิทยาเขตกำแพงแสน

ปฏิบัติหน้าที่แทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองบริหารวิชาการและนิสิต

โทรศัพท์ ๐๓๔-๓๔๑๕๔๕-๗ ต่อ ๑๒๕

โทรสาร ๐๓๔-๓๕๑๓๙๕

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

**การพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม  
โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง**  
Development of Web Based Instruction "The Data Structures and Algorithms"  
By Augmented Reality

ปานพูน วังศ์สุวรรณ<sup>1</sup> ศักดิ์เศศ ประกอบผล<sup>2</sup> ธานีวุฒิประกอบผล<sup>3</sup>  
Panupun Wongsuwan<sup>1</sup> Sakared Pragobpol<sup>2</sup> Tanawut Prakobpol<sup>3</sup>

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) หาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตปริญญาตรี ระดับชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) เว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง 2) แบบประเมินคุณภาพของเว็บช่วยสอน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเว็บช่วยสอน และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจของเว็บช่วยสอน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ย (Mean) 2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ 3) การทดสอบค่าที (T-Test) ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.80/81.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: เว็บช่วยสอน, ความพึงพอใจ, การสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง, ประสิทธิภาพ, ผลสัมฤทธิ์

**Abstract**

The purposes of this research were 1) to development and efficiency of Web Based Instruction The Data Structures and Algorithms by Augmented Reality 2) to compare the effectiveness between before and after studying by Web based Instruction The Data Structures and Algorithms by Augmented Reality and 3) to study the students satisfaction of Web based Instruction The Data Structures and Algorithms by Augmented Reality. The sample was 40 student in the 2nd year of 2014 academic year, selected by cluster sampling 1) Web Based Instruction 2) learning effectiveness test before and after course 3) questionnaire for satisfaction evaluation. Data was statistically analyzed in mean, standard deviation, t-test.

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

The results of the research were 1) The efficiency of the developed of Web based Instruction The Data Structures and Algorithms by Augmented Reality was 81.80/81.00 higher than the requirement level of 80/80. 2) The students' achievement after using Web based Instruction The Data Structures and Algorithms by Augmented Reality was significantly higher at .05 level. 3) The satisfaction toward the Web based Instruction The Data Structures and Algorithms by Augmented Reality was found at the highest level.

Keywords : Web Based Instruction, Satisfaction, Augmented Reality, efficiency, effectiveness

## คำนำ

### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ หมวด 4 มาตรา 22 บัญญัติว่า "การจัดการศึกษาต้อง ยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ" มาตรา 23 บัญญัติว่า "การจัดการศึกษาทั้งการศึกษาในระบบการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้คุณธรรมกระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ในเรื่องความรู้ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ เรื่องการจัดการการบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน" หมวด 9 มาตรา 65 บัญญัติว่า "ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเพื่อให้มี ความรู้ความสามารถ และทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ" มาตรา 66 บัญญัติว่า "ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรก ที่ทำได้เพื่อให้เกิดความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างเนื่องตลอดชีวิต" ซึ่งสอดคล้องกับ (สุพัชรินทร์ ทับทิมทอง, 2545) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญอย่างมาก ในสังคมเทคโนโลยีสารสนเทศ และได้มีการใช้คอมพิวเตอร์แพร่หลายในทุกวงการ รวมทั้งในการศึกษา สถาบันการศึกษาทุกระดับ ตั้งแต่ก่อนประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ต่างใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน และนับตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา กระทรวงศึกษาธิการซึ่งได้เห็นความสำคัญของการใช้คอมพิวเตอร์ จึงได้บรรจุวิชาคอมพิวเตอร์ไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย (พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ, 2553, น.7)

การเรียนการสอนในปัจจุบันยังคงให้ผู้เรียนศึกษาโดยใช้หนังสือเป็น ตัวนำเสนอ โดยรูปแบบการเรียนส่วนใหญ่ มักจะเป็นการท่องจำตามทฤษฎีและรูปภาพประกอบที่เป็นภาพ 2 มิติในหนังสือ ซึ่งบางครั้งอุปกรณ์การเรียนเกิดชำรุดเสียหาย จะทำให้ผู้เรียนจินตนาการตามเนื้อหาได้ยาก เข้าใจผิด ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่มีความพยายามทำความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องที่เรียน แต่ถ้ามีการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนใหม่ โดยการนำภาพ 3 มิติเข้ามาช่วยในการแสดงภาพประกอบในเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและสามารถจินตนาการตามเนื้อหาที่เรียนได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ รวมทั้ง

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

สามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน พร้อมทั้งเกิดความต้องการที่จะเรียนเนื้อหาในบทเรียนต่อไปเรื่อย ๆ (ณัฐวี อุตกฤษฎ์และนพพลวงศวิวัฒน์ไชย, 2553)

ในการเรียนการสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม รหัสวิชา 4211222 จำนวน 3 หน่วยกิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตของนิสิตชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ซึ่งกล่าวถึงเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอาร์เรย์ ขอบเขตของอาร์เรย์ การจัดเก็บอาร์เรย์ในหน่วยความจำ โครงสร้างข้อมูลแบบลิงก์ลิสต์ การดำเนินงานพื้นฐานของลิงก์ลิสต์ โครงสร้างข้อมูลแบบสแต็ก พื้นฐานการดำเนินการกับสแต็ก โครงสร้างข้อมูลแบบคิว โครงสร้างข้อมูลแบบทรี การเรียงลำดับข้อมูล การค้นหาข้อมูล เป็นต้น ซึ่งโครงสร้างข้อมูลแบบต่างๆจะใช้รูปภาพ 2 มิติมาประกอบในการเรียนการสอน ขั้นตอนต่างๆของโครงสร้างข้อมูลทำให้ผู้เรียนมองภาพโครงสร้างได้ไม่ละเอียดชัดเจน

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงได้ไปพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เพื่อช่วยในการสอน ซึ่งเทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกสนุกสนานและตื่นตาตื่นใจกับการเรียนแบบโลกเสมือนจริงและมีมุมมองต่อการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่เพิ่มขึ้นโดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทำให้ได้สื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ นอกจากนี้แล้วสื่อการเรียนการสอนยังประกอบด้วยภาพ 3 มิติ ที่มุมมอง 360 องศา สามารถมองได้รอบด้าน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่าย รวดเร็ว ถูกต้อง และมีมุมมองในรูปแบบโลกเสมือนจริง

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
3. เพื่อหาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

#### อุปกรณ์และวิธีการ

##### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร** คือ นิสิตปริญญาตรี ระดับชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2557 จำนวน 97 คน (3 หมู่เรียน)

**กลุ่มตัวอย่าง** คือ นิสิตปริญญาตรี ระดับชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คนด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยเลือกมาจำนวน 1 หมู่เรียน

##### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง
2. แบบประเมินคุณภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

4. แบบประเมินความพึงพอใจของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

#### วิธีเก็บข้อมูล

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้
3. ศึกษาเนื้อหา วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม
4. ออกแบบโครงสร้างของเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม
5. สร้างเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม
6. เสนอเว็บช่วยเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านทำการตรวจสอบถ้าผ่านไปทำขั้นตอนต่อไปแต่ถ้าไม่ผ่านไปปรับปรุงแก้ไขและกลับไปทำข้อ 6 ใหม่
7. นำเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมทดลองรายบุคคล ได้คะแนนจากการทดสอบระหว่างเรียน (E1) และทดสอบหลังเรียน (E2) มีค่าเท่ากับ 72.67 และ 74.00 ตามลำดับสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และจากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถาม ได้พบข้อบกพร่อง คือ การเขียนสะกดคำบางคำไม่ถูกต้อง รูปภาพ 3 มิติ บางรูปยังไม่สวยงามและเข้าใจยาก การย่อหน้าหรือการแบ่งวรรคตอนในบางตำแหน่ง ไม่ตรงกันทำให้อ่านยากขนาดของตัวอักษรในบางตำแหน่งเล็กกว่าปกติทำให้อ่านยาก แล้วนำมาแก้ไข คือ ตรวจสอบการเขียนสะกดคำที่ผิดและแก้ไขให้ถูกต้องแก้ไขและปรับปรุงรูปภาพ 3 มิติให้สวยงามและชัดเจนขึ้นจัดตำแหน่งย่อหน้าและวรรค ตอนของข้อความเป็นระบบเดียวกันปรับขนาดของตัวอักษรให้ชัดเจนเป็นมาตรฐานเดียวกัน
8. นำเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม ไปทดลองแบบกลุ่มย่อย ได้คะแนนจากการทดสอบระหว่างเรียน (E1) และทดสอบหลังเรียน (E2) มีค่าเท่ากับ 77.78 และ 77.33 ตามลำดับ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง แบบกลุ่มย่อยต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และจากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ได้พบข้อบกพร่องคือ รูปแบบตัวอักษร(ฟอนต์)อ่านไม่ชัดเจน สีตัวอักษรและพื้นหลังบางเรื่องยังไม่น่าสนใจ แล้วนำมาแก้ไขคือ ปรับรูปแบบตัวอักษร(ฟอนต์)ให้อ่านชัดเจนมากขึ้น ปรับเปลี่ยนสีตัวอักษรและพื้นหลังให้สวยงามมากขึ้น
9. นำเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาคุณภาพแบบทดสอบ
  - 1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
  - 1.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ



การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

2. หาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน

2.1 ตรวจสอบคุณภาพและความเชื่อมั่นของเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง โดยผู้เชี่ยวชาญด้วยการใช้แบบประเมินเว็บช่วยสอน

2.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงโดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากเรียนครบทุกบทเรียน มาหาประสิทธิภาพ กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตร E1/E2

3. วิเคราะห์ผลการเรียน

3.1 นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

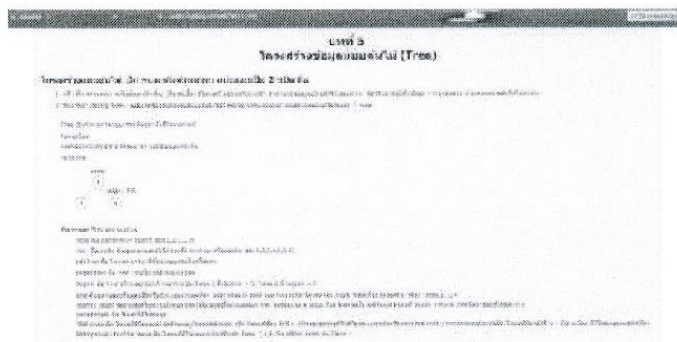
3.2 เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงโดยการทดสอบค่า (t-test)

3.3 วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

**ผลการทดลองและวิจารณ์**

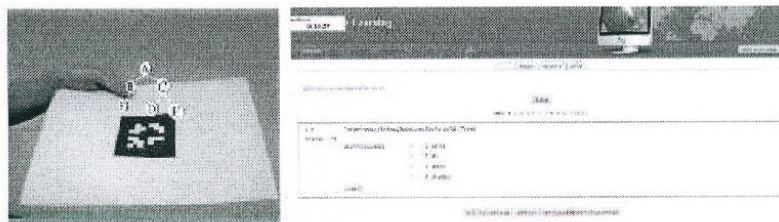
ผลการทดลองเรื่องการพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

**1. ผลการพัฒนาเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง**



ภาพที่ 1 หน้าหลักเมื่อเข้าสู่ระบบและส่วนเนื้อหาของบทเรียน

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561



ภาพที่ 2 ส่วนของภาพวัตถุเสมือนจริง และบททดสอบหลังเรียน

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน (E1/E2)

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน (E1)	40	50	40.90	2.66	81.80
หลังเรียน (E2)	40	50	40.50	5.34	81.00

จากตารางที่ 1 พบว่าคะแนนจากการทดสอบระหว่างเรียน (E1) และทดสอบหลังเรียน (E2) มีค่าเท่ากับ 81.80 และ 81.00 ตามลำดับ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง ภาคสนาม สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอน (t-test)

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig(2-tailed)
ก่อนเรียน	40	17.13	2.93	-31.06*	39	.00*
หลังเรียน	40	40.50	5.34			

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตปริญญาตรี มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 17.13 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 40.50 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 3

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		ผลการประเมิน
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.17	0.52	มาก
ด้านการออกแบบบทเรียน	4.59	0.47	มากที่สุด
ด้านคุณค่าและประเมินผลการเรียนของเว็บ	4.52	0.48	มากที่สุด
<b>รวม</b>	<b>4.45</b>	<b>0.49</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 3 พบว่า นิสิตมีความพึงพอใจของเว็บช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.49 ผลการประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่องมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.52 ด้านการออกแบบบทเรียนมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.47 และด้านคุณค่าและประเมินผลการเรียนของเว็บช่วยสอนมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.48

### สรุปผลและเสนอแนะ

#### การอภิปรายผล

การอภิปรายผลวิจัยเรื่อง การพัฒนาเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง พบว่า

1. เว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริงคือค่า E1 เท่ากับ 81.80 และ ค่า E2 เท่ากับ 81.00 เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนโดยยึดหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มีกระบวนการสร้างและวิธีการตามขั้นตอนที่เหมาะสม มีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนแล้วนำไปปรับปรุง ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้สอดคล้องกับงานวิจัยของสมเกียรติ พิภม (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ของนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพ 82.25/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เนื่องจาก เว็บช่วยสอนที่สร้างขึ้นได้นำเสนอเนื้อหา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิก และเทคนิคการนำเสนอที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่ายในการเรียนรู้ เพราะเว็บช่วยสอนสามารถค้นหาคำตอบและเรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสอย่างเต็มที่ ไม่จำกัดเวลา สถานที่ สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองด้วยแบบทดสอบและทราบคำตอบในทันที และย้อนกลับไปศึกษาในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของเกริกเกียรติ กัณฐสุทธิ

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

(2549) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 30 คน ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.26/84.71 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นเรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศการอบรมหรือการเรียนได้อย่างเหมาะสม

3. ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อเว็บช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.49 ผลการประเมินอยู่ในระดับ มากที่สุดเนื่องจากการออกแบบเว็บช่วยสอนมีโครงสร้างชัดเจนเนื้อหาเป็นเรื่องย่อย ๆ เข้าใจง่ายการเรียนรู้ในบทเรียนทำได้ง่ายมีการโต้ตอบมีการออกแบบและใช้กราฟิกสามมิติที่น่าสนใจมีเสียงดนตรีและเสียงบรรยาย เพื่อให้เกิดความเพลิดเพลิน มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน รวมทั้งแบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและสามารถทราบคำตอบได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับ พรทิภา ไตวิจิตร (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงแบบมัลติมีเดียวิชา Aircraft System เรื่อง "Magneto Ignition System" สำหรับนักเรียนหลักสูตรเครื่องวัดประกอบการบิน สถาบันการบินพลเรือน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้สื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงจะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และมีความพึงพอใจมาก

#### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. ควรออกแบบเว็บช่วยสอนที่มีลักษณะเร็ว ความสนใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา โดยการใช้การเคลื่อนไหวของภาพวัตถุเสมือนจริงหรือมีเสียงเพลงมาประกอบ
2. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาตามความต้องการจนกว่าจะเข้าใจบทเรียนเพราะการจำกัดเวลาอาจทำให้ความสามารถในการเรียนรู้แต่ละต่างกันเพราะความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละคนต่างกัน
3. ควรพัฒนาเว็บช่วยสอนแบบ WBI ให้เป็นบทเรียนในลักษณะอัจฉริยะ (Intelligent WBI) เพื่อให้บทเรียนมีความฉลาดและสามารถเรียนรู้ได้ ลดความน่าเบื่อของผู้เรียนลงได้

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาเว็บช่วยสอนในรายวิชาอื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่าเว็บช่วยสอนสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ทุกระดับชั้นปีและทุกวิชา
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยเว็บช่วยสอนกับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีอื่น เช่น การเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ
3. ควรมีแบบทดสอบที่ไม่ใช่ข้อปรนัยหรือกิจกรรมเสริมทักษะเพิ่มความรู้ในเว็บช่วยสอน

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

### เอกสารอ้างอิง

- เกริกเกียรติ กันฐสุทธิ. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เรื่องการตรวจสอบและควบคุมระบบสารสนเทศ. วิทยานิพนธ์ครุ  
ศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์  
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.  
ณัฐวี อุตกฤษฎ์และนพพลวงศ์ วิวัฒน์ไชย. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการ  
สองเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Zภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือสืบค้น  
เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2556 จาก[http://www.artymix.com/files/NCIT\\_Nattavee\\_Navapon.pdf](http://www.artymix.com/files/NCIT_Nattavee_Navapon.pdf)  
พรทิศา ไตรวิจิตร. (2552). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงแบบ มัลติมีเดีย  
วิชา Aircraft System เรื่อง "Magneto Ignition System" สำหรับนักเรียนหลักสูตรเครื่องวัด  
ประกอบการบินสถาบันการบินพลเรือน.ปัญหาพิเศษ ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542  
ที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพมหานคร.
- สมเกียรติ พักมี. (2552). การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์  
แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติเรื่อง Basal Ganglia and Related Structures สาขาวิชาเทคโนโลยี  
คอมพิวเตอร์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ.
- สุพัชรินทร์ ทับทิมทอง. (2545). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสมุทรปราการ.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิตสาขา  
วิชาการศึกษาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

## ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ-สกุล	นายภานุพันธุ์ วงศ์สุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	18 มิถุนายน 2526
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	28/7 หมู่ 5 ต.ไร่จิง อ.สามพราน จ.นครปฐม 73210
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2552 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา