



การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามา  
ติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย  
กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

โดย  
ชเนศ รัตนอุบล

สนับสนุนงบประมาณโดย  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ประจำปีงบประมาณ 2561

The development of information technology to  
introduce the area to those who come into contact  
with government technology virtual on mobile: A  
case study of Rajamangala University of technology  
Rattanakosin

By  
Chanate Ratanaubol

Granted by  
Rajamangala University of Technology Rattanakosin  
Fiscal year 2019

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์เป็นอย่างสูงที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการทำโครงการวิจัยนี้ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศรษฐชัย ชัยสนิท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงงานวิจัย ตลอดจนการดำเนินงานและการเขียนรายงานวิจัยนี้

นายชเนศ รัตนอุบล

2561



## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : INN-03 / 2561

ชื่อโครงการ : การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อ  
หน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย กรณศึกษา มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ชื่อนักวิจัย : นายชเนศ รัตนอุบล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ (proposed sampling) วิธีดำเนินการวิจัยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แผนจัดการเรียนรู้ และสื่อเสมือนจริง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม และการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติอย่างง่าย คือ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

1. สื่อมหาวิทยาลัยเสมือนจริงสามมิติ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี มีการพัฒนาและดำเนินการอย่างมีคุณภาพตามหลักการและกระบวนการการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายกิจกรรม

2. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบได้ค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  = 4.27 และ SD = 0.63)

คำสำคัญ : สื่อเสมือนจริงสามมิติ, มหาวิทยาลัยเสมือนจริง, นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

E-mail Address : chanate.r@rmutr.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : ตุลาคม พ.ศ. 2560 – กันยายน พ.ศ. 2561

## Abstract

**Code of project :** INN-03 / 2561

**Project name :** The development of information technology to introduce the area to those who come into contact with government technology virtual on mobile case study. Rajamangala University of technology Rattanakosin

**Researcher name :** Chanate Ratanaubol

The objectives of this research were: 1) to develop of information technology to introduce the area to those who come into contact with government technology virtual on mobile case study. Rajamangala University of technology Rattanakosin and 2) to study the satisfaction of students towards information technology. The samples of the study comprised of 50 students from Rajamangala University of technology Rattanakosin, Thailand. The sample was obtained by proposed sampling selected.

Research methods were applied to collect quantitative data using interviews and questionnaires for participant and non-participant observations, as well as documentary studies. Data collection was done by questionnaires then the questionnaires were analyzed to find out the conclusion. Data analysis was done using mean and standard deviation.

The results of this research found that:

1. The information technology to introduce the area to those who come into contact with government technology virtual on mobile case study. Rajamangala University of technology Rattanakosin has been developed and implemented according to high quality of principles and activity processes. And
2. The result of the satisfaction of students towards information technology was a very good level ( $\bar{X}$  = 4.27 and SD = 0.63).

**Keywords:** 3D virtual reality, virtual university, learning innovation, Rajamangala University of technology Rattanakosin

---

**E-mail Address :** chanate.r@rmutr.ac.th

**Period of project :** October 2017 – September 2018

## สารบัญ

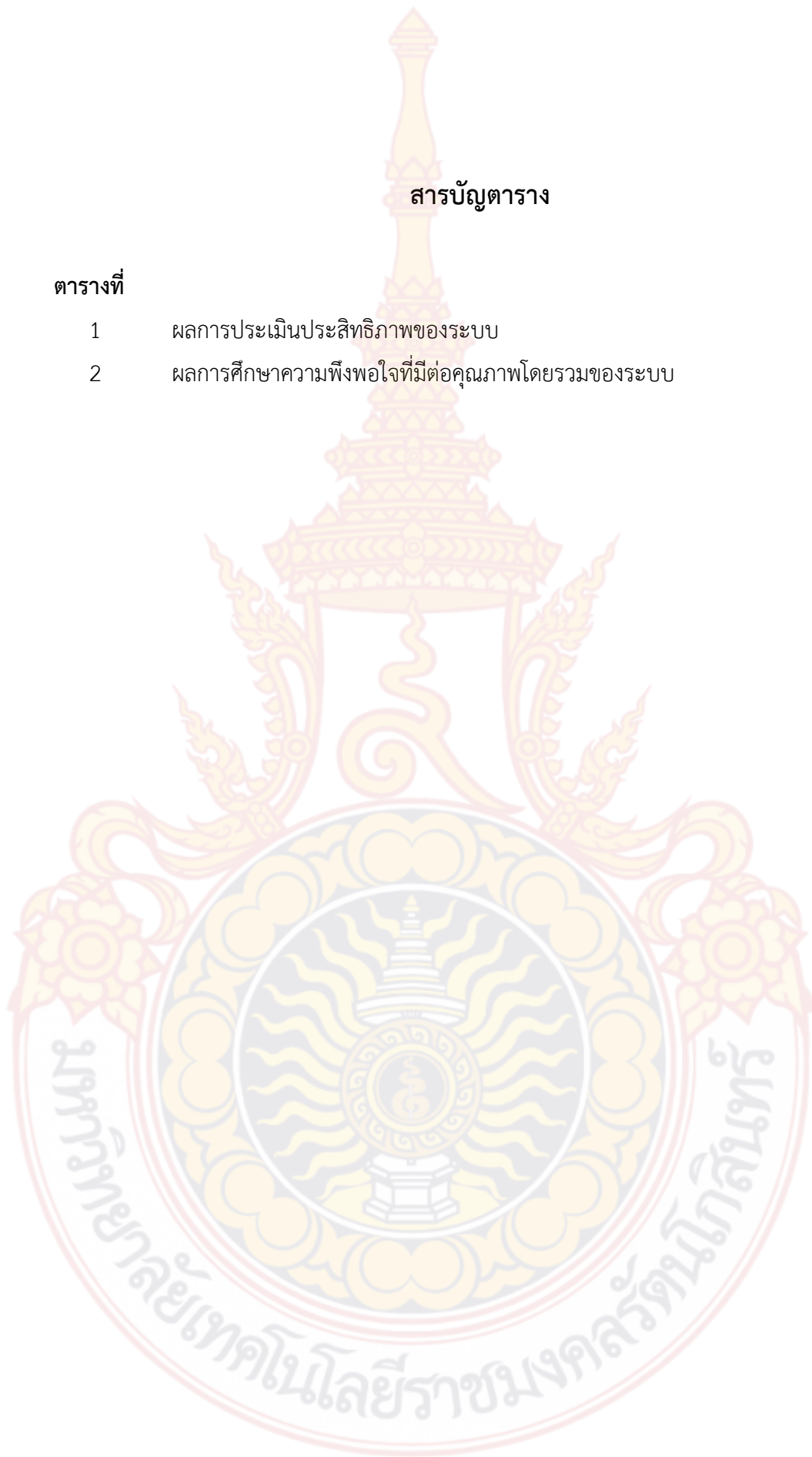
|                    | หน้า   |
|--------------------|--|
| กิตติกรรมประกาศ    | ก  |
| บทคัดย่อภาษาไทย    | ข  |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค  |
| สารบัญ             | ง  |
| สารบัญตาราง        | ฉ  |
| สารบัญภาพ          | ช  |
| <b>บทที่ 1</b>     | <b>บทนำ</b>  |
|                    | 1  |
|                    | 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา                      |
|                    | 1  |
|                    | 2. วัตถุประสงค์การวิจัย                                |
|                    | 2  |
|                    | 3. ขอบเขตการวิจัย                                      |
|                    | 2  |
|                    | 4. นิยามศัพท์  |
|                    | 3  |
|                    | 5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                           |
|                    | 3  |
| <b>บทที่ 2</b>     | <b>ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b> |
|                    | 4  |
|                    | 1. มหาวิทยาลัยเสมือนจริง (virtual university)          |
|                    | 4  |
|                    | 2. คอมพิวเตอร์กราฟิก                                   |
|                    | 8  |
|                    | 3. ระบบปฏิสัมพันธ์                                     |
|                    | 11   |
|                    | 4. ขั้นตอนการดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ               |
|                    | 12   |
|                    | 5. การวิเคราะห์ระบบ (system analysis)                  |
|                    | 14   |
|                    | 6. นวัตกรรมการเรียนรู้                                 |
|                    | 19   |
|                    | 7. เทคโนโลยีสื่อประสม (multimedia)                     |
|                    | 20   |
|                    | 8. เทคโนโลยีเสมือนจริง (virtual reality)               |
|                    | 24   |
|                    | 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                               |
|                    | 33   |
| <b>บทที่ 3</b>     | <b>ระเบียบวิธีการวิจัย</b>                             |
|                    | 36   |
|                    | 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง                             |
|                    | 36   |
|                    | 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย                          |
|                    | 36   |

## สารบัญ (ต่อ)

|  | หน้า  |           |
|--|---|-----------|
| 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล   | 37  |           |
| 4. การวิเคราะห์ข้อมูล  | 39  |           |
| 5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย   | 40  |           |
| <b>บทที่ 4</b>   | <b>ผลการวิจัยและผลการวิเคราะห์</b>                  | <b>43</b> |
| 1. ผลการการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่<br>ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือน<br>ผ่านโมบายกรณีสึกขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์                            | 43  |           |
| 2. ผลการประเมินคุณภาพเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่<br>ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือน<br>ผ่านโมบายกรณีสึกขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์                       | 48  |           |
| 3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเทคโนโลยีสารสนเทศ<br>เพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือน<br>ผ่านโมบายกรณีสึกขามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ | 51  |           |
| <b>บทที่ 5</b>   | <b>สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ</b>                | <b>55</b> |
| 1. สรุปผลการวิจัย  | 55  |           |
| 2. อภิปรายผล   | 56  |           |
| 3. ข้อเสนอแนะ  | 57  |           |
| <b>บรรณานุกรม</b>  | <b>58</b>   |           |
| <b>ภาคผนวก ก</b>   | <b>แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ</b>  | <b>62</b> |
| <b>ภาคผนวก ข</b>   | <b>แบบประเมินความพึงพอใจ</b>                        | <b>66</b> |
| <b>ภาคผนวก ค</b>   | <b>รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือนวัตกรรม</b> | <b>68</b> |
| <b>ประวัติผู้วิจัย</b>   | <b>72</b>   |           |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |  | หน้า |
|----------|--|------|
| 1        | ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ                   | 48   |
| 2        | ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อคุณภาพโดยรวมของระบบ | 51   |





## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |  | หน้า |
|--------|--|------|
| 1      | ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยตามวิธีระบบ                | 12   |
| 2      | องค์ประกอบของวิธีการระบบ (1)                         | 13   |
| 3      | องค์ประกอบของวิธีการระบบ (2)                         | 13   |
| 4      | องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน                      | 17   |
| 5      | จอภาพสวมศีรษะ, บวม, เคพัว และแว่นตามองภาพ 3 มิติ     | 27   |
| 6      | จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่                               | 29   |
| 7      | ชุดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล                              | 30   |
| 8      | ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยตามวิธีระบบ                | 37   |
| 9      | การทำงานของโปรแกรม                                   | 38   |
| 10     | การทำงานของโปรแกรมบน Client/Server                   | 38   |
| 11     | ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน      | 41   |
| 12     | การเริ่มต้นเข้าใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ | 44   |
| 13     | การติดตั้งเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่         | 44   |
| 14     | ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่       | 45   |
| 15     | ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ (1)   | 46   |
| 16     | ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ (2)   | 46   |
| 17     | ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ (3)   | 47   |
| 18     | ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ (4)   | 48   |
| 19     | ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ (5)   | 49   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทและเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์อย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูล หรือด้านการติดต่อสื่อสาร ที่ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (เศรษฐชัย ชัยสนิท, 2550) ซึ่งนอกจากเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เหล่านี้จะมีวัตถุประสงค์ในการนำมาใช้งานโดยเฉพาะงานด้านการศึกษาแล้ว การนำองค์ประกอบเหล่านี้รวมกันแล้วนำมาขยายผลในการสร้างเป็นระบบสารสนเทศยังเป็นการสนับสนุนหรือช่วยเหลือให้ระบบการศึกษาเป็นไปได้ง่ายและเสริมสร้างประสิทธิภาพได้มากขึ้นอีกด้วย ประกอบกับโลกในยุคปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะด้านการสื่อสารอันรวดเร็วและทันสมัย มีเทคโนโลยีที่ตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ได้อย่างไม่สิ้นสุด สื่อประสมบนโมบายเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันเป็นการติดต่อสื่อสารผ่านการเชื่อมต่อแบบไร้สาย (wireless communications) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เราได้ ตอบสนองต่อความต้องการและอำนวยความสะดวกได้เป็นอย่างดี ไม่เพียงแต่นำมาประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันของมนุษย์เราเท่านั้นเช่น การสั่งซื้อสินค้า การชำระเงินค่าบริการต่างๆ การพูดคุยเชิงธุรกิจ

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีโมบาย และสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการนำเอาสื่อประสมประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีโมบาย ส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่างๆ ขึ้นมากมาย แบ่งได้ 6 ประเภทดังนี้ (สำนักวิชาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย) ได้แก่ 1)โมบายบิลลิ่ง (m-billing) ได้แก่ การแจ้งค่าบริการ การนำเสนอ การชำระเงิน ฯลฯ 2)โมบายแคร์ (m-care) ได้แก่ บริการลูกค้าสัมพันธ์ ดูแลสุขภาพ ฯลฯ 3)โมบายเอนเตอร์เทนเมนท์ (m-entertainment) ได้แก่ เกมส์ เพลง วิดีโอ ฯลฯ 4)โมบายแมสเสจจิ่ง (m-messaging) ได้แก่ การติดต่อสื่อสาร การทำงานร่วมกัน ฯลฯ 5)โมบายคอมเมอร์ซ (m-commerce) ได้แก่ การซื้อขายสินค้าและบริการ การจองตั๋ว ฯลฯ 6)โมบายแบงก์กิ้ง (m-banking) ได้แก่ การโอนเงิน การชำระเงิน ฯลฯ เนื่องด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่เป็นเลิศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รวมถึงการสร้างสรรคภูมิความรู้และภูมิปัญญาเพื่อการพัฒนาสังคมสู่สังคมแห่งความสุขและยั่งยืน โดยมหาวิทยาลัย เปิดสอนระดับปริญญาตรี ปริญญาโทและปริญญาเอก การพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเมื่อจบการศึกษาไปยังสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้

ในการประกอบอาชีพได้ เนื่องจากจำนวนนักศึกษาที่มีมากขึ้นทำให้เครื่องมือสำหรับการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายสถานที่ อาคาร และหน่วยงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย ไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนการให้บริการกับนักศึกษาอีกต่อไป จึงทำให้นักศึกษาไม่สามารถเข้าถึงการให้บริการหรือหน่วยงานสนับสนุนได้

ด้วยเหตุผลของความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนโดยนำสื่อประสมไปประยุกต์ให้เข้ากับเทคโนโลยีโมบาย กรณศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และเป็นการประชาสัมพันธ์หน่วยงานให้ผู้สนใจเข้าใจในรายละเอียดรวมถึงการติดต่อหน่วยงานได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น เพื่อสนับสนุนให้นักศึกษากระตือรือร้นที่จะได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเป็นสื่อผสมที่สามารถกระตุ้นประสาทสัมผัสด้วยความเคลื่อนไหว ทำให้ผู้ใช้มีโอกาสใช้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้ ซึ่งก่อให้เกิดการรู้จักคิดได้หลายรูปแบบ และสนับสนุนการเรียนรู้ให้สดชื่นมีชีวิตชีวา โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (learner center) (Ratchadawan & Surachai, 2008) (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543 ก) การเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงจึงเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ ทำให้การเรียนการสอนมีความสมบูรณ์ และได้ประสิทธิภาพมากขึ้น (บุปผชาติ ทังทิกรณ์, ออนไลน์, 2547) โดยระบบดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างมาก โดยสามารถช่วยให้นักศึกษารู้สึกเหมือนอยู่ในสถานศึกษาจริง และสามารถค้นหาห้องเรียน สถานที่ อาคาร และหน่วยงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

## 3. ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร ได้แก่ ประชาชนผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่เข้ามาสมัครเรียนต่อ เจ้าหน้าที่ที่เข้ามาปฏิบัติการใหม่ และผู้สนใจทั่วไปที่เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 50 คน

3. กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความสอดคล้องของเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย จำนวน 3 คน

#### 4. นิยามศัพท์

1. เทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง เทคโนโลยีที่ผู้ใช้เข้าไปอยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง สามารถติดต่อสื่อสารหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่ถูกจำลองขึ้นในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้ราวกับสิ่งเหล่านั้นมีอยู่ในโลกของความเป็นจริง

2. เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย หมายถึง เทคโนโลยีเสมือนจริงที่จำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถือของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ศึกษาเรียนรู้การใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย

3. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านเทคโนโลยีเสมือนจริง และด้านสื่อนวัตกรรม ไม่น้อยกว่า 5 ปี

4. กลุ่มประชากร หมายถึง นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และผู้ที่สนใจทั่วไปที่เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

5. กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง นักศึกษาที่เข้ามาสมัครเรียนต่อ เจ้าหน้าที่ที่เข้ามาปฏิบัติการใหม่ และผู้ที่สนใจทั่วไปที่เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 50 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ (proposed sampling)

#### 5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบสนับสนุนการประชาสัมพันธ์สถานที่ต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยที่มีประสิทธิภาพ
2. ได้แนวทางในการนำนวัตกรรมมาใช้ในการพัฒนาทางการศึกษา ทั้งด้านทฤษฎี และปฏิบัติ และยังสามารถนำไปพัฒนาใช้กับการเรียนในวิชาอื่น ๆ หรือรูปแบบอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี
3. ได้ตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิชาการระดับนานาชาติ

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง พัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริง การนำนวัตกรรมมาใช้ในการพัฒนาการแนะนำสถานที่ด้านต่าง ๆ การดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ (system approach) ดังมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. มหาวิทยาลัยเสมือนจริง (virtual university)

ความหมายของห้องเรียนเสมือน (virtual classroom) ได้มีผู้ให้ความหมายของห้องเรียนเสมือนจริงไว้หลายท่าน ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542) กล่าวว่าไว้ว่า มหาวิทยาลัยที่ไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ นั่นคือใครจะเรียนเวลาใดและเรียนจากที่ไหนก็ได้ทั้งนั้น ในมหาวิทยาลัยเสมือนจริงนั้น ไม่ว่าจะเป็ห้องเรียน ห้องทดลอง ห้องสมุด และห้องพบปะสนทนา ล้วนเปิดตลอด วันละ 24 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 7 วัน เพราะทุกอย่างอยู่ในเว็บหรือหน้าจออินเทอร์เน็ต ไม่ได้เป็นของจริง ๆ การเรียนการสอนที่จำลองแบบเสมือนจริงเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั่วโลก กำลังให้ความสนใจและจะขยายตัวมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 การเรียนการสอนในระบบนี้อาศัยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม และเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นหลัก ที่เรียกว่า Virtual Classroom หรือ Virtual Campus บ้าง นับว่าเป็นการพัฒนาการบริการทางการศึกษาทางไกลชนิดที่เรียกว่าเคาะประตูบ้านกันจริง ๆ เป็นรูปแบบใหม่ของสถาบันการศึกษาในโลกยุคไร้พรมแดน

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2540) กล่าวถึงความหมายของห้องเรียนเสมือน (virtual classroom) ว่า หมายถึง การเรียนการสอนที่ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้าไว้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (file server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ให้บริการเว็บ (web server) อาจเป็นการเชื่อมโยงระยะใกล้หรือระยะไกล ผ่านทางระบบการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตด้วย กระบวนการสอนผู้สอนจะออกแบบระบบการเรียนการสอนไว้โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อต่าง ๆ นำเสนอผ่านเว็บไซต์ประจำวิชา จัดสร้างเว็บเพจในแต่ละส่วนให้สมบูรณ์ ผู้เรียนจะเข้าสู่เว็บไซต์ประจำวิชาและดำเนินการเรียนไปตามระบบการเรียนที่ผู้สอนออกแบบไว้ในระบบเครือข่าย มีการจำลองสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในลักษณะเป็นห้องเรียนเสมือน

บุญเกื้อ วรรหาเวช (2543, หน้า 195) ได้กล่าวถึงห้องเรียนเสมือน (virtual classroom) ว่า หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนจะเรียนที่ไหนก็ได้ เช่น ที่บ้าน ที่ทำงาน โดยไม่ต้องไปนั่งเรียนในห้องเรียนจริง ๆ ทำให้ประหยัดเวลา ค่าเดินทาง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อีกมากมาย

ชุมพวงศ์ ไทยอุปลักษณ์ (2545) ได้ให้ความหมายของ Virtual University หรือ มหาวิทยาลัยเสมือน ว่าหมายถึง สถาบันการศึกษาที่เอื้ออำนวยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้องค์ความรู้ผ่านทางออนไลน์ โดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ (anywhere-anytime learning) เป็นการผนวกความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีและผู้เชี่ยวชาญจากหลายแขนงสาขาวิชา เช่น คอมพิวเตอร์ ศึกษาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ แล้วนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์ Virtual University จึงเป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้ เช่น Internet เว็บไซต์เทคโนโลยี วิทยุทัศน์ อนุติมานต์ ฯลฯ มาประยุกต์ใช้ในระบบการเรียนการสอนให้เป็นระบบการเรียนการสอนออนไลน์ ให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ และยังมีระบบควบคุมคุณภาพของระบบการเรียนการสอนให้เทียบเท่าหรือดีกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม

Virtual University กับ e-Learning ต่างกันตรงที่ e-Learning มุ่งเน้นที่กระบวนวิชาหนึ่ง ๆ ไม่ว่าการนำเสนอจะเป็นส่วนเสริมหรือส่วนหลักของกระบวนการเรียนการสอนของ วิชา นั้น ๆ ส่วน Virtual University มักจะมุ่งเน้นความเป็นสถาบันออนไลน์ที่มีบริการอื่น ๆ ออนไลน์ด้วย เช่น ห้องสมุดเสมือน (virtual library) หรือ e-Library การลงทะเบียนออนไลน์ การตรวจสอบคะแนน ตลอดจนการส่งเสริมให้เกิดชุมชนแห่งการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning Community)

#### 1.1 รูปแบบของ Virtual University

1) Virtual University ที่เกิดจากการบริหารโดยมหาวิทยาลัยพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์ โดยการขยายหลักสูตรจากเนื้อหาวิชาที่เปิดการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ การบริหารจัดการ การกำหนดมาตรฐานของหลักสูตร อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของคณะกรรมการของมหาวิทยาลัย

2) Virtual University ที่เกิดจากการบริหารโดยความร่วมมือของหลาย ๆ สถาบันมีการวางนโยบายและพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนร่วมกัน และมีการพัฒนาเนื้อหาวิชาที่มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ใช้ร่วมกันด้วย

3) Virtual University ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เป็นการพัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือของสถาบันการศึกษาและองค์กรเครือข่าย หรืออาจอยู่ในรูปของบริษัทที่เห็นศักยภาพทางการตลาดของการศึกษาระดับอุดมศึกษา

4) Virtual University ที่พัฒนาโดยบริษัททางธุรกิจ เป็นการให้บริการด้านการศึกษาออนไลน์โดยบริษัทธุรกิจ ส่วนใหญ่มุ่งเน้นหลักสูตรการฝึกอบรมและการให้ความรู้ที่เป็นที่ต้องการของผู้ปฏิบัติงาน เช่น cis.com, ibm.com หรือ lotus.com เป็นต้น

โดยสรุป ห้องเรียนเสมือน (virtual classroom) หมายถึง การเรียนการสอนที่กระทำผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (file server) และคอมพิวเตอร์ผู้ให้บริการเว็บ (web server) เป็นการเรียนการสอนที่จะมีการนัดเวลาหรือไม่นัดเวลาก็ได้ และนัดสถานที่ นัดตัวบุคคลเพื่อให้เกิดการเรียนการสอน มีการกำหนดตารางเวลาหรือตารางสอน เข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนพร้อม ๆ กันหรือไม่พร้อมกัน มีการใช้สื่อการสอนทั้งภาพและเสียง ผู้เรียนสามารถร่วมกิจกรรมกลุ่มหรือตอบโต้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนหรือกับเพื่อนร่วมชั้นได้เต็มที่ (คล้าย chat room) ส่วนผู้สอนสามารถตั้งโปรแกรมติดตามพัฒนาการประเมินผลการเรียน

1.1.1 จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนธรรมดา แต่มีการถ่ายทอดสดภาพและเสียงเกี่ยวกับบทเรียน โดยอาศัยระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียนที่อยู่นอกห้องเรียนนักศึกษาสามารถรับฟังและติดตามการสอนของผู้สอนได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง อีกทั้งยังสามารถโต้ตอบกับอาจารย์ผู้สอน หรือเพื่อนนักศึกษาในชั้นเรียนได้ ห้องเรียนแบบนี้ยังอาศัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่เป็นจริง ซึ่งเรียกว่า Physical Education Environment

1.1.2 การจัดห้องเรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือนจริง เรียกว่า Virtual Reality โดยใช้สื่อที่เป็นหนังสือ (text-based) หรือภาพกราฟิก (graphical-based) ส่งบทเรียนไปยังผู้เรียนโดยผ่านระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ห้องเรียนลักษณะนี้เรียกว่า Virtual Education Environment ซึ่งเป็น Virtual Classroom ที่แท้จริง การจัดการเรียนการสอนทางไกลทั้งสองลักษณะนี้ ในบางมหาวิทยาลัยก็ใช้ร่วมกัน คือมีทั้งแบบที่เป็นห้องเรียนจริงและห้องเรียนเสมือนจริง การเรียนการสอนก็ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันอยู่ทั่วโลก เช่น Internet, WWW. ขณะนี้มีผู้พยายามจัดตั้งมหาวิทยาลัยเสมือนจริงขึ้นแล้ว โดยเชื่อมโยง Site ต่าง ๆ ที่ให้บริการด้านการเรียนการสอนทางไกลแบบ Virtual Classroom เข้าด้วยกัน และจัดบริเวณอาคารสถานที่ ห้องเรียน ห้องสมุด ภาควิชาและศูนย์บริการต่าง ๆ ตลอดจนคณาจารย์ นักศึกษา กิจกรรมทุกอย่างเสมือนเป็นชุมชนวิชาการจริง ๆ แต่ข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ของแต่ละแห่ง ผู้ประสงค์จะเข้าร่วมในการเปิดบริการจะต้องจองเนื้อที่และเขียนโปรแกรมใส่ข้อมูลเอาไว้ เมื่อนักศึกษาติดต่อเข้ามาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะแสดงภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และสามารถโต้ตอบได้เสมือนหนึ่งเป็นมหาวิทยาลัยจริง ๆ

1.2 การติดต่อกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริง ทำได้ดังนี้

1.1 บทเรียนและแบบฝึกหัดต่าง ๆ อาจจะส่งให้ผู้เรียนในรูปวีดิทัศน์ หรือวีดิทัศน์ผสมกับ Virtual Classroom หรือ CD-ROM ที่มีสื่อประสมทั้งภาพ เสียง การเคลื่อนไหว โดยผ่านระบบสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดาวเทียม โทรทัศน์ โทรสาร หรือทางเมลล์ ตามความต้องการของผู้เรียน

1.2. ผู้เรียนจะติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนได้โดยตรงในขณะที่สอนก็ได้หากเป็นการเรียนที่ Online ซึ่งจะเป็นรูปแบบของการสื่อสารสองทาง (two-way communication) ที่ได้ตอบโดยทันทีทันใด ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน (synchronous interaction) เช่น การ Chat หรือการโต้ตอบแบบไม่ทันทีทันใด (asynchronous interaction) เช่น การใช้ e-Mail, การใช้ Web-board เป็นต้น

1.3. การทดสอบ ทำได้หลายวิธี เช่น ทดสอบแบบ Online หรือทดสอบผ่านทางโทรสาร e-Mail และไปรษณีย์ธรรมดา บางแห่งจะมีผู้จัดสอบโดยผ่านตัวแทนของมหาวิทยาลัยในท้องถิ่นที่นักศึกษาอาศัยอยู่ การเรียนทางไกลโดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนวิชาที่ตนสนใจได้ตลอดเวลา ในทุกแห่งที่มีการเปิดสอน ไม่ต้องเข้าชั้นเรียนก็ได้ ในการศึกษาหาความรู้จึงมีความยืดหยุ่นด้านเวลาและประหยัดค่าใช้จ่ายลงไปมาก นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถติดต่อกับอาจารย์ผู้สอนได้โดยตรง สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เรียนคนอื่นซึ่งอยู่ห่างไกลกันได้ เป็นการเรียนแบบช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำงานร่วมกัน (collaborative learning) อย่างไรก็ตาม การเรียนทางไกลลักษณะนี้อาจจะขาดความสัมพันธ์แบบการสอนแบบเผชิญหน้าคือ การเห็นหน้าเห็นตัวกันได้ แต่ปัจจุบันนี้ก็มีกล้องวิดีโอที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย ก็สามารถทำให้เห็นหน้ากันได้ (Baker & Wickens, 1995) ดังนั้น ปัญหาเรื่องการสอนแบบเผชิญหน้าก็หมดไป

ความสำเร็จและคุณภาพของการเรียนในระบบนี้ขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียนค่อนข้างมาก เพราะจะต้องมีความรับผิดชอบ ต้องบริหารเวลาเพื่อติดตามบทเรียน การทำกิจกรรมและการทดสอบต่าง ๆ ให้ทันตามกำหนดเวลา จึงจะทำให้การเรียนประสบผลสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและการออกแบบห้องเรียนเสมือน (virtual classroom) สามารถออกแบบให้มีลักษณะดังนี้

1) Learning is fun ได้นำเทคโนโลยีของ JAVA มาเสริมในการเรียนรู้แบบสนุกสนานและไม่เครียด นักเรียนจะได้เล่นเกมทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และรายวิชาอื่น ๆ ที่จะสามารถออกแบบในลักษณะนี้ได้

2) Multimedia นักเรียนจะเรียนรู้บทเรียนจากภาพและเสียง สามารถควบคุมขั้นตอนของการเรียนรู้ได้ด้วยปลายนิ้วสัมผัสของตนเอง

3) Asynchronous learning หมายถึง การเรียนที่ไม่จำเป็นต้องมีครูผู้สอนอยู่กับนักเรียนในเวลาและสถานที่เดียวกัน ครูจะจัดทำ/รวบรวม "บทเรียนออนไลน์" ซึ่งใช้เรียนที่ไหนก็ได้ เวลาใดก็ได้ ตามแต่ผู้เรียนจะสะดวก บทเรียนมีให้เลือกมากมายและเชื่อมโยงไปยังบทเรียน อื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน

4) Electronic Library เป็นห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ นักเรียนสามารถค้นหาสิ่งที่ต้องการจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั่วโลกได้ โดยใช้ Search Engine นอกจากนี้ยังมีบริการให้ค้นหาหนังสือจากห้องสมุดของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ค้นหาคำศัพท์และอื่น ๆ จาก Web Site ต่าง ๆ Information on



Demand นักเรียนสามารถเรียกดูข้อมูลสารสนเทศตามที่ต้องการได้จากข้อมูลตามคำสั่ง ซึ่งได้แก่ ข่าว และสารพันความรู้ต่าง ๆ

จากภาพในอนาคตที่ปรากฏลักษณะของ Virtual Classroom ผนวกกับกระแสความเจริญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และความต้องการเห็นสังคมไทยเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ แข่งขันและร่วมมือ มีสมรรถภาพ การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในแง่มุมของ Virtual Classroom: A New Alternative for Thai Students หรือห้องเรียนเสมือนจริง ทางเลือกใหม่ของนักเรียนนักศึกษาไทย จึงเป็นเรื่องที่น่าจับตามองและร่วมกันพัฒนาเพื่อการศึกษาไทย

## 2. คอมพิวเตอร์กราฟิก

ความหมายของคอมพิวเตอร์กราฟิก นักวิชาการ นักการศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์กราฟิก ดังนี้

คอมพิวเตอร์กราฟิก (computer graphics) คือ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างภาพโดยการวาดภาพกราฟิกหรือนำภาพมาจากสื่ออื่น ๆ เช่น วิตทัศน์ ภาพยนตร์ กล้องถ่ายรูป ภาพกราฟิกเหล่านี้ประกอบด้วย เส้น สี แสง และเงาต่าง ๆ สามารถแสดงออกทางจอภาพหรือพิมพ์ออกมาทางอุปกรณ์ เช่น เครื่องพิมพ์

นอกจากนี้ยังใช้ในความหมายอื่น เช่น คอมพิวเตอร์วาดภาพ ซึ่งหมายถึงการใช้ซอฟต์แวร์เกี่ยวกับการวาดภาพสำหรับวาดภาพต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ และหมายถึงวิชาเรขภาพคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งในวิชาคอมพิวเตอร์ที่เน้นการใช้คอมพิวเตอร์วาดภาพ และแสดงแผนภูมิที่เกิดจากการป้อนข้อมูลให้คอมพิวเตอร์

ในการสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์นั้นมียุคประกอบหลายอย่าง เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์รับเข้า (input device) ที่จะรับข้อมูลเข้า และอุปกรณ์ส่งออก (output device) สำหรับแสดงผล ซอฟต์แวร์และบุคลากรที่จะสร้างภาพกราฟิกขึ้นมา

ปัจจุบันมีการนำไปใช้ในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านธุรกิจ โรงงานอุตสาหกรรม งานศิลปะ การบันเทิง งานโฆษณา การศึกษา การวิจัย การฝึกอบรม และการแพทย์

ประวัติของคอมพิวเตอร์กราฟิก

ปี ค.ศ. 1940 มีการแสดงภาพกราฟิกโดยใช้เครื่องพิมพ์ โดยรูปภาพที่ได้จะเป็นการนำตัวอักษรมาประกอบกัน

ปี ค.ศ. 1950 สถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute Technology: MIT) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ซึ่งมีหลอดภาพ CRT (Cathode Ray Tube) เป็นส่วนแสดงผลแทนเครื่องพิมพ์ เนื่องจากมีความต้องการที่จะให้การติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มีความเร็วยิ่งขึ้น

ปี ค.ศ. 1950 ระบบ SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) ของกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา สามารถแปลงสัญญาณจากเรดาร์ให้เป็นภาพบนจอคอมพิวเตอร์ได้ ระบบนี้เป็นระบบกราฟิกเครื่องแรกที่ใช้ปากกาแสง (light pen) ซึ่งอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลชนิดหนึ่งสำหรับการเลือกสัญลักษณ์บนจอภาพได้

ปี ค.ศ. 1950-1960 มีการทำวิจัยเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมาก ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นต้นแบบของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกสมัยใหม่ ตัวอย่างเช่น ปี ค.ศ. 1963 วิทยานิพนธ์ปริญญาเอกของ อีวาน ซูเธอร์แลนด์ (Ivan Sutherland) เป็นการพัฒนาระบบการวาดเส้น ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดจุดบนจอภาพได้โดยตรงโดยการใช้ปากกาแสง จากนั้นระบบกราฟิกจะสามารถลากเส้นเชื่อมจุดต่าง ๆ เหล่านี้เข้าด้วยกัน กลายเป็นภาพโครงสร้างรูปหลายเหลี่ยม ระบบนี้ได้กลายเป็นหลักการพื้นฐานของโปรแกรมช่วยในการออกแบบระบบงานต่าง ๆ เช่น การออกแบบระบบไฟฟ้า และการออกแบบเครื่องจักร เป็นต้น

#### การแสดงผลของคอมพิวเตอร์กราฟิก

ระบบหลอดภาพ CRT สมัยแรกนั้น เราสามารถวาดเส้นตรงระหว่างจุดสองจุดบนจอภาพได้ แต่ภาพเส้นที่วาดจะจางหายไปจากจอภาพอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการวาดซ้ำลงที่เดิม หลาย ๆ ครั้งในหนึ่งวินาที เพื่อให้เราสามารถมองเห็นว่าเส้นไม่จางหายไป ซึ่งระบบแบบนี้มีราคาแพงมากในช่วงต้นปี ค.ศ. 1960 แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 1965 จึงมีราคาถูกลง เนื่องจากบริษัท ไอบีเอ็ม (IBM) ได้ผลิตออกมาขายเป็นจำนวนมากในราคาเครื่องละ 100,000 ดอลลาร์ จากการที่ราคาของจอภาพถูกลงมากนี้เอง ทำให้สาขาคอมพิวเตอร์กราฟิกเริ่มเป็นที่สนใจของคนทั่วไป

#### ระบบการวาดภาพซ้ำในระบบหลอดภาพ CRT

ปี ค.ศ. 1968 บริษัท เทคโทรนิคส์ (Tektronix) ได้ผลิตจอภาพแบบเก็บภาพไว้ได้จนกว่าต้องการจะลบ (Storage - Tube CRT) ซึ่งระบบนี้ไม่ต้องการหน่วยความจำและระบบการวาดซ้ำ จึงทำให้ราคาถูกลงมาก บริษัทตั้งราคาขายไว้เพียง 15,000 ดอลลาร์เท่านั้น จอภาพแบบนี้จึงเป็นที่นิยมกันมากในช่วงเวลา 5 ปี ต่อมา

ปี ค.ศ. 1970 เป็นช่วงเวลาที่อุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์เริ่มมีราคาลดลงมาก ทำให้ฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกมีราคาถูกลงตามไปด้วย ผู้ใช้ทั่วไปจึงสามารถนำมาใช้ในงานของตนได้ ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกเริ่มแพร่หลายไปในงานด้านต่าง ๆ มากขึ้น สำหรับซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟิกก็ได้มีการพัฒนาควบคู่มากับฮาร์ดแวร์เช่นกัน เริ่มต้นจาก อีวาน ซูเธอร์แลนด์ (Ivan Sutherland) ซึ่งได้ออกแบบวิธีการหลัก ๆ รวมทั้งโครงสร้างข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก

คุน (Coons, 1966a) และเบเซอร์ (Bazier, 1972) ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเส้นโค้งและภาพพื้นผิว ทำให้ปัจจุบันเราสามารถสร้างภาพ 3 มิติได้สมจริงสมจังมากขึ้น ในช่วง 10 ปีต่อมาได้มีการ

พัฒนาวิธีการสร้างภาพมากมายสำหรับใช้ในระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก และปัจจุบันเราก็ได้เห็นผลงานที่สวยงามและแปลกตา ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาวิจัยต่าง ๆ ในอดีตนั่นเอง

#### คอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติ

คอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติ หรือเรขภาพคอมพิวเตอร์สามมิติ คืองานกราฟิกที่สร้างขึ้นโดยใช้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์เพื่องานคอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติ หรือหมายรวมถึงวิทยาการที่เกี่ยวข้อง เช่น คณิตศาสตร์และกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์

คอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติแตกต่างจากสองมิติตรงที่ภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติจะมีค่าความลึกที่สามารถนำมาเปลี่ยนแปลงใช้ซ้ำ เช่น การเปลี่ยนมุมมอง การหาระยะใกล้ไกลจากในภาพ เป็นต้น ในแง่คณิตศาสตร์การคำนวณภาพแบบสามมิติจะคล้ายคลึงกับภาพสองมิติแบบเวกเตอร์ โดยจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดเดียวกัน เพียงแต่เพิ่มตัวแปรเพื่อนิยามความลึกหรือแกน Z ลงไปนอกเหนือจากแกน X และ Y ตามปกติ ทั้งนี้ งานสามมิติมักผสมผสานงานแบบสองมิติทั้งแบบเวกเตอร์และภาพแรสเตอร์เข้าด้วยกัน เช่น การขึ้นโครงสร้างในแบบสามมิติ แล้วใช้การกำหนดลดทอนหรือปรับรายละเอียดพื้นผิวด้วยภาพสองมิติเพื่อให้เกิดความสมจริงในงานคอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติ จึงมีการพัฒนาระบบจำลองต่าง ๆ เช่น ระบบคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุตามหลักฟิสิกส์ เช่น การเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วง แรงลม แรงเสียดทาน ฯลฯ ที่ผู้ใช้อย่างสามารถปรับแต่งให้แตกต่างจากความเป็นจริงหรือเหนือธรรมชาติได้อย่างอิสระ ตลอดจนระบบ อื่น ๆ เช่น ระบบสีที่ใช้การคำนวณการสะท้อนแสง ซึ่งก็สามารถปรับแต่งให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ได้เช่นเดียวกัน ในการแสดงผลภาพสามมิติ OpenGL และ Direct3D เป็นเอพีไอที่ได้รับความนิยมควบคู่ไปกับการใช้ซอฟต์แวร์ในการคำนวณการเคลื่อนที่ เช่น Bullet (ซอฟต์แวร์)

การใช้งานคอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติได้รับความนิยมแพร่หลาย ทั้งในสื่อภาพเคลื่อนไหว สิ่งพิมพ์ เกมคอมพิวเตอร์ สถาปัตยกรรม การแพทย์ ตลอดจนการจำลองอื่น ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

#### ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับงานกราฟิก

ในอดีตการสร้างภาพกราฟิกทำได้โดยใช้ดินสอ ปากกา หมึก สี เขียนบนสื่อ เช่น ผนังถ้ำ ไม้ ใผ่ ผ้า หรือกระดาษ แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในการสร้างภาพกราฟิก ทำให้ได้ภาพกราฟิกที่งดงาม มีคุณภาพและทำได้ง่าย จะเห็นได้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์ทำงานกราฟิกเป็นไปอย่างกว้างขวาง เช่น การโฆษณา สิ่งตีพิมพ์ ภาพยนตร์ เกม การออกแบบผลิตภัณฑ์ การแสดงผลข้อมูล การแสดงภาพทางการแพทย์

ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับงานกราฟิกนั้นสามารถใช้ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยทั่วไปได้ โดยมีการเพิ่มเติมอุปกรณ์บางประการให้กับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผล การนำเข้าข้อมูล การแสดงผลข้อมูลแบบกราฟิก (Burdea & Coiffet, 1994)

### 3. ระบบปฏิสัมพันธ์

ความหมายของการปฏิสัมพันธ์ นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ปฏิสัมพันธ์ (interactive) คือ การกระทำหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างสิ่งสองสิ่งหรือสิ่งหลายสิ่ง เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ ไม่ว่าผลลัพธ์นั้นจะออกมาในทางที่ดีมีประโยชน์หรือออกมาในทางที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งที่กระทำหรือตอบโต้อยู่นั้น เช่น การมีปฏิสัมพันธ์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้ใช้ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพที่ดีจะต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอธิบาย (Hodges & Sasnett, 1993)

ความหมายโดยทั่วไปของคำว่า Interactive หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ แต่ในบริบทของ e-Learning หมายถึง การโต้ตอบและให้แรงเสริม (feedback และ reinforcement) กับการกระทำของผู้เรียน เช่น เว็บไซต์ที่ประกอบด้วยเนื้อหาจากเอกสารที่ถูกอัปโหลดเอาไว้เพื่อให้ผู้เรียนอ่านอย่างเดียว เช่นนี้ไม่ถือว่าเป็นเว็บไซต์ที่มีปฏิสัมพันธ์กันได้ แต่ถ้าหากคำศัพท์หรือภาพบนเว็บสามารถที่จะอ่านคำอธิบายเพิ่มเติมได้ โดยการคลิกลิงค์เพื่อไปหน้าจอถัดไปซึ่งเป็นหน้าจอที่แสดงคำอธิบายนั้น เว็บไซต์นั้นอาจจะเรียกได้ว่าเป็นเว็บไซต์ที่มีการโต้ตอบกับการกระทำของผู้เรียน (แต่การที่มีลิงค์บนเว็บไซต์เป็นเพียงแค่วิธีการเบื้องต้นที่ทำให้เว็บมีการโต้ตอบกับการกระทำของผู้เรียนเท่านั้น) การที่จะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนได้มากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับว่าจะสร้างโปรแกรมการโต้ตอบและให้แรงเสริมกับการกระทำของผู้เรียนเอาไว้แบบไหนและอย่างไร กล่าวคือ การโต้ตอบและให้แรงเสริมกับการกระทำของผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจของผู้เรียน (ดารา แพรรัตน์, 2538)

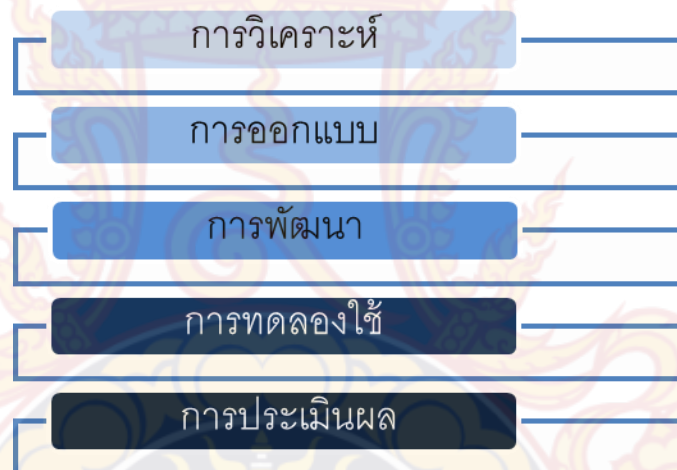
การปฏิสัมพันธ์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การปฏิสัมพันธ์ (interactive) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนมีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และบทเรียนฯ มีโอกาสเลือก ตัดสินใจ และได้รับการเสริมแรงจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที เป็นการเรียนรู้ในรูปแบบการสื่อสารสองทาง (two-way communication) การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เนื้อหาจะถูกส่งจากเครื่องไปยังผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนตอบสนองโดยการส่งคำตอบหรือข้อมูลกลับไปยังเครื่องอีกครั้งหนึ่ง การเรียนการสอนในลักษณะนี้มีข้อดีหลายประการ เช่น ความฉับพลันของการให้คำตอบจากโปรแกรมบทเรียนที่วางไว้เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้และทำให้การถ่ายทอดความรู้บรรลุผลด้วยดี เนื่องจากผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากได้มีการโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน (Hodges & Sasnett, 1993)

จึงกล่าวได้ว่า การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้น จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการสร้างแรงจูงใจ ได้รับความสนใจ การเสริมแรง เพื่อให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียให้มากที่สุด

#### 4. ขั้นตอนการดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ

ดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ (system approach) 5 ขั้นตอน (เศรษฐชัย ชัยสนิทธิ และ เตชา อัสวสิทธิถาวร, 2552) ดังต่อไปนี้



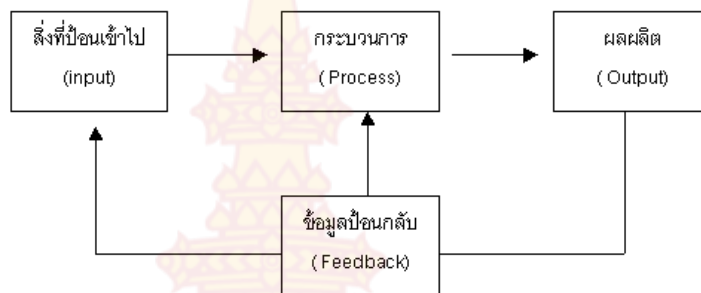
ภาพที่ 1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยตามวิธีระบบ

ระบบ คือ ภาพส่วนรวมของโครงสร้างหรือของขบวนการอย่างหนึ่งที่มีการจัดระเบียบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่รวมกันอยู่ในโครงสร้างหรือขบวนการนั้น

ระบบเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวางแผนและดำเนินการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ วิธีการระบบมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. ข้อมูลวัตถุดิบ (input)
2. กระบวนการ (process)
3. ผลผลิต (output)
4. การตรวจผลย้อนกลับ (feedback)

องค์ประกอบของระบบทั้ง 4 ส่วนนี้ จะมีความสัมพันธ์ต่อกัน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของวิธีการระบบ (1)

วิธีการระบบที่ดีจะต้องเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้อย่างประหยัด เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ถ้าระบบใดมีผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพมากกว่าข้อมูลวัตถุดิบที่ป้อนเข้าก็ถือว่าเป็นระบบที่มีคุณภาพ ในทางตรงข้าม ถ้าระบบมีผลผลิตต่ำกว่าข้อมูลวัตถุดิบที่ใช้ไป ก็ถือว่าระบบนั้นมีประสิทธิภาพต่ำ

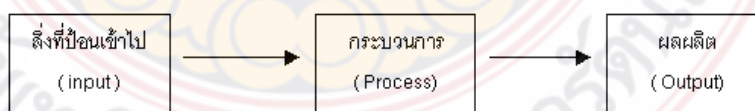
ลักษณะสำคัญของวิธีระบบ

1. เป็นการทำงานร่วมกันเป็นคณะของบุคคลที่เกี่ยวข้องในระบบนั้น ๆ
2. เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสม
4. เป็นการแก้ปัญหาใหญ่ โดยแบ่งออกเป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อสะดวกในการแก้ปัญหา อันจะเป็นผลให้สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้สำเร็จ

5. มุ่งใช้การทดลองให้เห็นจริง

6. เลือกแก้ปัญหาที่พอจะแก้ไขได้และเป็นปัญหาเร่งด่วนก่อน

องค์ประกอบของระบบ ไม่ว่าจะจะเป็นระบบใดก็ตาม จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ



ภาพที่ 3 องค์ประกอบของวิธีการระบบ (2)

1. สิ่งป้อนเข้าไป (input) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการหรือโครงการต่าง ๆ เช่น ระบบการเรียนการสอนในชั้นเรียน อาจได้แก่ ครู นักเรียน ชั้นเรียน หลักสูตร ตารางสอน วิธีการสอน เป็นต้น ระบบหายใจ อาจได้แก่ จมูก ปอด กระบังลม อากาศ เป็นต้น
2. กระบวนการหรือการดำเนินงาน (process) หมายถึง การนำเอาสิ่งที่ป้อนเข้าไปมาจัดกระทำให้เกิดผลบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น การสอนของครู หรือการให้นักเรียนทำกิจกรรม เป็นต้น
3. ผลผลิต หรือการประเมินผล (output) หมายถึง ผลที่ได้จากการกระทำในขั้นที่สอง ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หรือผลงานของนักเรียน เป็นต้น

## 5. การวิเคราะห์ระบบ (system analysis)

การวิเคราะห์ระบบ (system analysis) เป็นวิธีการนำผลที่ได้ ซึ่งเรียกว่า ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) จากผลผลิตหรือการประเมินผลมาพิจารณาปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้น การนำข้อมูลย้อนกลับมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบจึงเป็นส่วนสำคัญของวิธีระบบ (system approach) ซึ่งจะขาดองค์ประกอบนี้ไม่ได้ มิฉะนั้นจะไม่ก่อให้เกิดการแก้ปัญหาได้ตรงเป้าหมายและการปรับปรุงที่มีประสิทธิภาพ (เศรษฐชัย ชัยสนธิ และเตชา อัครวิสุทธิถาวร, 2552)

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบ (system analysis)

1. ปัญหา (identify problem)
2. จุดมุ่งหมาย (objectives)
3. ศึกษาข้อจำกัดต่าง ๆ (constraints)
4. ทางเลือก (alternatives)
5. การพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม (selection)
6. การทดลองปฏิบัติ (implementation)
7. การประเมินผล (evaluation)
8. การปรับปรุงแก้ไข (modification)

ขั้นที่ 1 การตั้งปัญหาหรือกำหนดปัญหา ในขั้นนี้ต้องศึกษาให้ถ่องแท้เสียก่อนว่าอะไรคือปัญหาที่ควรแก้ไข

ขั้นที่ 2 การกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์เพื่อการแก้ไขปัญหานั้น ๆ ว่าจะให้ได้ผลในทางใด มีปริมาณและคุณภาพเพียงใด ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์นี้ควรคำนึงถึงความสามารถในการปฏิบัติและออกมาในรูปการกระทำ

ขั้นที่ 3 การสร้างเครื่องมือวัดผล การสร้างเครื่องมือนี้จะสร้างหลังจากกำหนดวัตถุประสงค์แล้ว และต้องสร้างก่อนการทดลองเพื่อจะได้ใช้เครื่องมือนี้วัดผลได้ตรงตามเวลาและเป็นไปทุกระยะ

ขั้นที่ 4 การค้นหาและเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้ดำเนินการไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ ควรมองด้วยใจกว้างขวางและเป็นธรรมชาติ หลาย ๆ แง่ หลาย ๆ มุม พิจารณาข้อดีข้อเสียตลอดจนข้อจำกัดต่าง ๆ

ขั้นที่ 5 การเลือกวิธีที่ดีที่สุดจากขั้นที่ 4 เพื่อนำไปทดลองในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 6 การทดลอง เมื่อเลือกวิธีการใดแล้วก็ลงมือปฏิบัติตามวิธีการนั้น การทดลองนี้ควรกระทำกับกลุ่มเล็ก ๆ ก่อน ถ้าได้ผลดีจึงค่อยขยายการปฏิบัติงานให้กว้างขวางออกไปจะได้ไม่เสียแรงงาน เวลา และเงินทองมากเกินไป

ขั้นที่ 7 การวัดผลและประเมินผล เมื่อดำเนินการทดลองแล้วจึงวัดผลด้วยเครื่องมือวัดผลที่สร้างไว้ในขั้นที่ 3 เพื่อนำผลไปประเมินว่าปฏิบัติงานสำเร็จตามเป้าหมายเพียงใด ยังมีสิ่งใดขาดตกบกพร่อง จะได้นำไปปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและขยายการปฏิบัติงาน จากการวัดผลและประเมินผลในขั้นที่ 7 จะทำให้ทราบว่า การดำเนินงานตามวิธีการที่แล้วมานั้นได้ผลตามวัตถุประสงค์หรือไม่ เพียงใด จะได้นำมาแก้ไขปรับปรุงจนกว่าจะได้ผลดีจึงจะขยายการปฏิบัติหรือยึดถือเป็นแบบอย่างต่อไป

ระบบที่ดีต้องสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (efficiency) และมีความยั่งยืน (sustainable) ต้องมีลักษณะ 4 ประการคือ

1. มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (interact with environment)
2. มีจุดหมายหรือเป้าประสงค์ (purpose)
3. มีการรักษาสภาพตนเอง (self-regulation)
4. มีการแก้ไขตนเอง (self-correction )

กล่าวคือทุกระบบจะมีปฏิสัมพันธ์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่งกับโลกรอบ ๆ ตัวของระบบ โลกรอบ ๆ ตัวนี้เรียกว่า “สิ่งแวดล้อม” การที่ระบบมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมนี้เองทำให้ระบบดังกล่าวกลายเป็น “ระบบเปิด” (open system) กล่าวคือระบบจะรับปัจจัยนำเข้า (inputs) จากสิ่งแวดล้อมซึ่งอาจจะเป็นพลังงาน อาหาร ข้อมูล ฯลฯ แล้วจัดกระทำเปลี่ยนแปลงปัจจัยนำเข้านี้ให้เป็นผลผลิต (output) แล้วส่งกลับไปให้สิ่งแวดล้อมอีกทีหนึ่ง ระบบจะต้องมีจุดหมายหรือเป้าประสงค์ (purpose) ที่ชัดเจนแน่นอนสำหรับตัวของมันเอง ระบบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น ระบบการดำเนินชีวิตของมนุษย์นั้นก็มีความหมายสำหรับตัวของระบบเองอย่างชัดเจนว่า “เพื่อรักษาสุขภาพการมีชีวิตไว้ให้ได้ดีที่สุด” จุดมุ่งหมายนี้ดูออกจะไม่เด่นชัดสำหรับเรานักเพราะเราไม่ใช่ผู้คิดสร้างระบบดังกล่าวขึ้นมาเอง



ลักษณะของระบบที่ดีประการต่อมา คือ มีการรักษาสภาพตนเอง (self-regulation) การที่ระบบสามารถรักษาสภาพของตัวเองให้อยู่ในลักษณะคงที่อยู่เสมอ การรักษาสภาพตนเองทำได้โดยการแลกเปลี่ยน Input และ Output กันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบหรือระบบย่อย ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ ระบบย่อยอาหารของร่างกายมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ หรือระบบย่อยต่าง ๆ เช่น ปาก น้ำย่อย น้ำดี หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ฯลฯ ประการสุดท้ายคือมีการแก้ไขตนเอง (self-correction) ในการที่ระบบมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม บางครั้งปฏิสัมพันธ์นั้นก็จะทำให้การรักษาสภาพตัวเองของระบบต้องย้ายแปรไป ระบบจึงต้องแก้ไขและปรับตัวเองเสียใหม่ ตัวอย่างเช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างร่างกายกับอากาศหนาว (สภาพแวดล้อม)

#### ระบบเปิดและระบบปิด

ระบบเปิด (open system) คือ ระบบที่รับปัจจัยนำเข้าจากสิ่งแวดล้อม และขณะเดียวกันก็ส่งผลผลิตกลับไปให้สิ่งแวดล้อมอีกครั้งหนึ่ง ตัวอย่างระบบเปิดทั่วไป เช่น ระบบสังคม ระบบการศึกษา ระบบหายใจ ฯลฯ

ระบบปิด (close system) คือ ระบบที่มีได้รับปัจจัยนำเข้าจากสิ่งแวดล้อม หรือรับปัจจัยนำเข้าจากสิ่งแวดล้อมน้อยมาก แต่ขณะเดียวกันระบบปิดจะผลิต Output ให้กับสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น ระบบของถ่านไฟฉาย หรือระบบแบตเตอรี่ต่าง ๆ ถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่นั้นถูกสร้างขึ้นมาให้มีไฟฟ้าสะสมอยู่ในตัว ภายในก็มีระบบย่อยอีกหลายระบบที่ทำงานสัมพันธ์กันอย่างดี สามารถให้พลังงานไฟฟ้าออกมาได้โดยที่ไม่ได้รับปัจจัยภายนอกเข้ามาเลย ระบบปิดจะมีอายุสั้นกว่าระบบเปิด เนื่องจากระบบปิดทำหน้าที่เพียงแต่เป็น “ผู้ให้” เท่านั้น

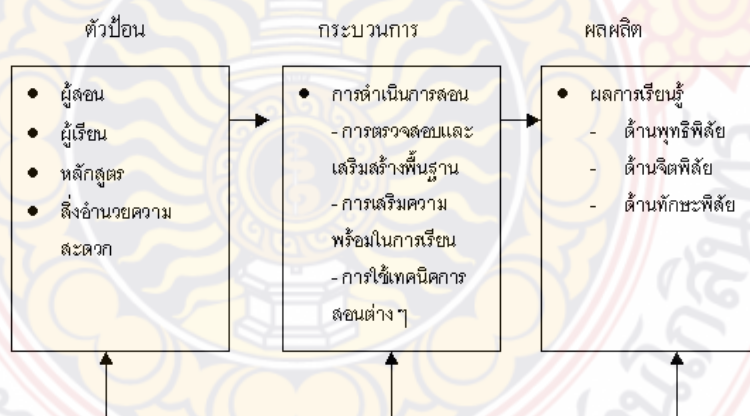
วิธีระบบที่นำมาใช้ในการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การประเมินความจำเป็น
2. การเลือกทางแก้ปัญหา
3. การตั้งจุดมุ่งหมายทางการสอน
4. การวิเคราะห์งานและเนื้อหาที่จำเป็นต่อผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมาย
5. การเลือกยุทธศาสตร์การสอน
6. การลำดับขั้นตอนของการสอน
7. การเลือกสื่อ
8. การจัดหรือกำหนดแหล่งทรัพยากรที่จำเป็น
9. การทดสอบ และ/หรือ ประเมินค่าประสิทธิภาพของแหล่งทรัพยากรเหล่านั้น
10. การปรับปรุงแก้ไขแหล่งทรัพยากรจนกว่าจะเกิดประสิทธิภาพ
11. การเดินตามวัฏจักรของกระบวนการทั้งหมดซ้ำอีก

ระบบการเรียนการสอน คือ การจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนให้มีความสัมพันธ์กัน เพื่อสะดวกต่อการนำไปสู่จุดหมายปลายทางของการเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้ ระบบการเรียนการสอนประกอบด้วยส่วนย่อยต่าง ๆ ซึ่งมีความเกี่ยวพันกันและกัน ส่วนที่สำคัญคือ กระบวนการเรียนการสอน ผู้สอนและผู้เรียน ยูเนสโก (UNESCO) ได้เสนอรูปแบบขององค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนไว้ โดยมีองค์ประกอบ 6 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบของการสอนจะประกอบด้วย ผู้สอน ผู้เรียน สื่อการเรียนการสอน วิธีสอน ซึ่งทำงานประสานสัมพันธ์กัน อันจะเป็นพาหะหรือแนวทางผสมกลมกลืนกับเนื้อหาวิชา
2. กิจกรรมการเรียนการสอน จะต้องมื่อการเรียนการสอนและแหล่งที่มาของสื่อการเรียนการสอนเหล่านั้น
3. ผู้สอนต้องหาแนวทาง แนะนำช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด
4. การเสริมกำลังใจ การจูงใจแก่ผู้เรียน นับว่ามีอิทธิพลต่อการที่จะเสริมสร้างความสนใจ เพื่อให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ
5. การประเมินผล โดยการประเมินทั้งระบบเพื่อดูว่าผลที่ได้นั้นเป็นอย่างไร เป็นการนำข้อมูลหรือข้อเท็จจริงมาเปรียบเทียบกับประสิทธิผลของระบบ เพื่อการแก้ไขปรับปรุงต่อไป
6. ผลที่ได้รับทั้งประเมิน เพื่อประเมินผลในการปรับปรุงและเปรียบเทียบกับการลงทุนในทางการศึกษาว่าเป็นอย่างไร

นอกจากนี้องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนอาจประกอบด้วย ตัวป้อน กระบวนการ และผลผลิต ดังภาพที่ 4



การติดตามประเมินผลและปรับปรุง

ภาพที่ 4 องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน

องค์ประกอบที่ 1 ตัวป้อน หรือ ปัจจัยนำเข้าระบบ (input) คือ ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่นำเข้าสู่ระบบ ได้แก่

ผู้สอน หรือครู เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะหลายประการ ได้แก่ คุณลักษณะด้านพุทธิพิสัย เช่น ความรู้ ความสามารถ ความรู้จำแนกเป็นความรู้ในเนื้อหาสาระที่สอน ความรู้ในเทคนิคการสอน ความตั้งใจในการสอน ฯลฯ

ผู้เรียน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบการเรียนการสอน ซึ่งจะบรรลุผลสำเร็จได้ ย่อมขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของผู้เรียนหลายประการ เช่น ความถนัด ความรู้พื้นฐานเดิม ความพร้อม ความสนใจและความพากเพียรในการเรียน ทักษะในการเรียนรู้ ฯลฯ

หลักสูตร เป็นองค์ประกอบหลักที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หลักสูตรประกอบด้วย องค์ประกอบพื้นฐาน 4 ประการคือ

- วัตถุประสงค์การเรียนรู้
- เนื้อหาสาระที่เรียน
- กิจกรรมการเรียนการสอน (รวมวิธีสอนและสื่อการเรียนการสอน) และ
- การประเมินผล

สิ่งอำนวยความสะดวก อาจเรียกอีกอย่างว่า “สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้” เช่น ห้องเรียน สถานที่เรียน ซึ่งประกอบด้วยโต๊ะ เก้าอี้ แสงสว่าง ฯลฯ

องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการ (process) ในระบบการเรียนการสอนก็คือ การดำเนินการสอน ซึ่งเป็นการนำเอาตัวป้อนเป็นวัตถุดิบในระบบมาดำเนินการเพื่อให้เกิดผลผลิตตามที่ต้องการ ในการดำเนินการสอนอาจมีกิจกรรมต่าง ๆ หลายกิจกรรม ได้แก่ การตรวจสอบและเสริมพื้นฐาน การสร้างความพร้อมในการเรียน การใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ และอาจใช้กิจกรรมเสริม การตรวจสอบและเสริมพื้นฐานเป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้สอนรู้จักผู้เรียน และได้ข้อสนเทศที่นำมาใช้ช่วยเหลือผู้เรียนที่ยังขาดพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเรียนให้ได้มีพื้นฐานพร้อมที่จะเรียนโดยไม่มีปัญหาใด ๆ สำหรับการสร้างความพร้อมในการเรียนนั้น โดยทั่วไปแล้ว เมื่อเริ่มชั่วโมงเรียนจะมีผู้เรียนที่ยังไม่พร้อมที่จะเรียน เช่น พูดคุยกัน คิดถึงเรื่องอื่น ๆ ฯลฯ ถ้าผู้สอนเริ่มบรรยายไปเรื่อย ๆ อาจไม่ได้ผลตามที่ต้องการโดยเฉพาะในช่วงต้นชั่วโมงนั้น จึงควรดึงความสนใจของผู้เรียนให้เข้าสู่การเรียนโดยเร็ว ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น ใช้คำถาม ใช้สื่อสตัททัศน์อุปกรณ์ช่วยเร้าความสนใจ หรือยกเรื่องที่เกี่ยวข้องมาเล่าให้นักเรียนฟัง ในการสร้างความพร้อมไม่ควรใช้เวลามากเกินไป น่าจะใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที และทำทุกครั้งที่สอนเมื่อพบว่าผู้เรียนยังไม่พร้อม ส่วนการใช้เทคนิคการสอนต่าง ๆ ควรสอนโดยใช้เทคนิค วิธีการ และกิจกรรมต่าง ๆ หลาย ๆ วิธี การใช้กิจกรรมเสริม วิธีสอนแต่ละวิธี หรือรูปแบบการสอนแต่ละรูปแบบจะมีกิจกรรมแตกต่างกันไป ผู้สอนควรพิจารณากิจกรรมต่าง ๆ ที่จะเสริมกับวิธีสอน เช่น การให้ทำแบบฝึกหัด การเสริมแรง การใช้คำถามชนิดต่าง ๆ การทบทวนสรุป เป็นต้น

องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (output) คือ ผลที่เกิดขึ้นในระบบซึ่งเป็นเป้าหมายปลายทางของระบบ สำหรับระบบการเรียนการสอนผลผลิตที่ต้องการก็คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนไปในทางที่พึงประสงค์ เป็นการพัฒนาที่ดีในด้าน

- พุทธิพิสัย (cognitive)
- จิตพิสัย (affective) และ
- ทักษะพิสัย (psychomotor)

การติดตามผล ประเมินผล และปรับปรุงเพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งหมดในระบบ โดยพิจารณาผลผลิตว่า ได้ผลเป็นไปตามที่มุ่งหวังไว้หรือไม่ มีจุดบกพร่องในส่วนใดที่จะต้องแก้ไขปรับปรุงบ้าง (กิดานันท์ มลิทอง, 2540; บุญแก้ว ควราหาเวช, 2543)

## 6. นวัตกรรมการเรียนรู้

ความหมายของนวัตกรรมการเรียนรู้

นวัตกรรม (innovation) มาจากคำบาลีว่า นวต + คำสันสกฤตว่า กรม หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นใหม่หรือแปรไปจากเดิม ซึ่งอาจจะเป็นความคิด วิธีการ หรืออุปกรณ์ เป็นต้น (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546)

นวัตกรรม (innovation) หมายถึง สิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2548)

นวัตกรรมการเรียนรู้ (learning innovation) หมายถึง การนำความคิดใหม่ วิธีการสอนใหม่ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ และการพัฒนาวิชาเทคนิคใหม่ (technological innovation) เกี่ยวกับวิชาช่างทางอุตสาหกรรม (Duckett, 2006)

ดังนั้น นวัตกรรมการเรียนรู้จึงเป็นแนวคิด การปฏิบัติ เป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรม สามารถมองเห็นหรือจับต้องได้ในฐานที่เป็นสิ่งประดิษฐ์หรือแนวคิดใหม่ ๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดการยอมรับหรือปฏิเสธในนวัตกรรมนั้น ๆ

แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาและปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนรู้เป็นการนำสิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจสังคมและการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า นวัตกรรมกลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจและสังคมฐานความรู้ การนำพลวัตของเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ โลหะและวัสดุ เทคโนโลยีสารสนเทศ และนาโนเทคโนโลยี มาใช้และสร้างให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติ ทั้งในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการใหม่ หรือธุรกิจใหม่ อันจะ

ส่งผลให้ภาคเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเจริญเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืน (โกศล ดีศีลธรรม, 2548)

การพัฒนาและปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนรู้จะก่อให้เกิดความมั่นคงให้กับองค์กรและประเทศ และช่วยยกระดับคุณภาพชีวิต ความได้เปรียบในการแข่งขัน จึงไม่ได้เป็นเพียงแค่การสร้างเทคโนโลยีใหม่ แต่รวมไปถึงการประยุกต์และการผนวกเทคโนโลยีที่มีอยู่ (existing technologies) ดังนั้น เทคโนโลยีจึงนิยามถึงความรู้ (knowledge) กระบวนการ (processes) วิธีการ (methods) เครื่องมือ (tool) และระบบ (systems) เพื่อสร้างนวัตกรรมและการเพิ่มผลิตภาพ และสร้างศักยภาพให้กับชาติ

การพัฒนาและปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนรู้เป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการเรียนรู้ ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการบริหาร ด้านการบริการ และด้านการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ ด้านการบริหารนำแนวคิดระบบ (system concept) มาเป็นรากฐานของระบบสารสนเทศที่แสดงให้เห็นถึงการนำระบบไปใช้ในองค์กรธุรกิจ รวมทั้งส่วนประกอบและกิจกรรมของระบบสารสนเทศ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจแนวคิดอื่น ๆ ของเทคโนโลยี โปรแกรมประยุกต์ การพัฒนาและการจัดการระบบสารสนเทศ ดังตัวอย่างกรณีศึกษาต่อไปนี้

กรณีศึกษาของ American Management System: AMS มีศูนย์ความรู้ (The AMS knowledge Center) มีระบบสารสนเทศแบบใหม่ เป็นระบบการจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management System: KMS) ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหลากหลาย เพื่อช่วยให้พนักงานขององค์กรที่มีความรู้ช่วยกันจัดโครงสร้างและแบ่งปันความรู้ทางธุรกิจในรูปแบบของอินทราเน็ตเว็บไซต์ ในหัวข้อ “การปฏิบัติงานที่ดี (best practices)” ได้รับการพัฒนาขึ้นจากประสบการณ์ทางธุรกิจของพนักงานและเก็บบันทึกไว้ในรูปแบบสื่อประสมเชื่อมโยงหลายมิติ (hyperlink multimedia) บนเว็บไซต์ โดยพนักงานอื่นสามารถเรียกใช้งานได้จากเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) ศูนย์ความรู้ของ ams เป็นหนึ่งในหลาย ๆ รูปแบบของระบบสารสนเทศ ซึ่งมีส่วนประกอบพื้นฐานดังนี้ ทรัพยากรบุคคล ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล และเครือข่าย สิ่งที่น่าสนใจ ข้อมูลเข้า การประมวลผล ข้อมูลออก จัดเก็บและกิจกรรมควบคุม (control activities) ผลิตภัณฑ์สารสนเทศ (information products) ที่หลากหลายสำหรับผู้ใช้งาน (end user)

## 7. เทคโนโลยีสื่อประสม(Multimedia)

มัลติมีเดีย (multimedia) เป็นเทคโนโลยีที่อาศัยคอมพิวเตอร์ในการแสดงแบบผสมผสานของข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ ผู้ใช้สามารถรับรู้ได้หลายทาง และที่สำคัญคือความสามารถโต้ตอบและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ และในด้านการศึกษามัลติมีเดียส่งผลให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ เช่น ห้องสมุดดิจิทัล การเรียนการสอนทางไกล การสร้างห้องเรียนเสมือนจริงการ

เรียนการสอนแบบกระจาย อันส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง คำว่า “มัลติมีเดีย” นั้น มีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลายความคิดเห็น ดังนี้

มัลติมีเดีย หรือสื่อประสม หรือสื่อหลายแบบ เป็นการใช้สื่อในหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นข้อความ เสียง รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว สำหรับให้ข้อมูลความรู้หรือให้ความรู้แก่ผู้ชม ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เอื้อให้นักออกแบบสื่อมัลติมีเดียสามารถประยุกต์สื่อต่าง ๆ ให้มารวมกันบนระบบคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับระบบคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ กันได้ เทคโนโลยีเหล่านี้ได้พัฒนาขึ้นพร้อมกับการพัฒนาฮาร์ดแวร์ เช่น การพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้อ่านและบันทึกข้อมูล การพัฒนาหน่วยความจำให้มีขนาดที่เล็กลงแต่มีความจุมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอุปกรณ์ต่อพ่วงสำคัญต่าง ๆ เพื่อให้ติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งาน (เศรษฐชัย ชัยสนธิ และเตชา อัครสิทธิถาวร, 2552)

มัลติมีเดียเป็นการใช้สื่อมากกว่า 1 สื่อร่วมกันนำเสนอข้อมูลข่าวสาร โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้รับสื่อสามารถรับรู้ข่าวสารได้มากกว่า 1 ช่องทาง โดยผ่านการควบคุมการใช้และโต้ตอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือเครือข่าย ปัจจุบันมีการพัฒนารูปแบบของมัลติมีเดียให้สอดคล้องกับปรัชญาการเรียนรู้มากขึ้น สื่อประเภทนี้ไม่ได้เป็นเพียงรูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมที่ให้เพียงเนื้อหา คำถามและคำตอบ แต่ได้รับการออกแบบให้เปิดกว้างสำหรับการสำรวจ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดค้น สืบค้นมากขึ้น

สื่อมัลติมีเดีย คือ สื่อประสมหรือสื่อหลายแบบที่มีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการนำเสนอข้อมูลเป็นหลัก โดยได้มีการออกแบบนำเสนอไว้อย่างเป็นระบบ มัลติมีเดียนี้ได้รวมเอาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ไว้ด้วยกัน จะเน้นส่วนไหนมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน และจะเน้นผลผลิตที่เกิดจากการนำเสนอข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และข้อความ

เทคโนโลยีมัลติมีเดีย เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างสูงสำหรับในยุคนี้ ซึ่งสามารถพิจารณาจากการพัฒนาคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นด้านสมรรถนะของซีพียู รวมทั้งประสิทธิภาพของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในปัจจุบัน ต่างพัฒนาขึ้นมาเพื่อรองรับความต้องการของเทคโนโลยีมัลติมีเดียมากขึ้น ความสามารถของโปรเซสเซอร์ที่สามารถประมวลผลข้อมูลอย่างรวดเร็ว เพื่อรองรับการคำนวณด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกที่ซับซ้อนมากขึ้น (เศรษฐชัย ชัยสนธิ และเตชา อัครสิทธิถาวร, 2552)

พรทิพย์ อัจจิมารังษี (2536) ได้กล่าวไว้ว่า มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อหลาย ๆ สื่อที่นำมาผสมผสานกัน โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการให้มีการประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ประกอบด้วยซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการจัดเรียงเรื่องราวเป็นลำดับขั้นตอน และฮาร์ดแวร์ซึ่งเป็นการดัดเสียบเสริมเพื่อใช้ในการรับและอัดสัญญาณเสียงและสัญญาณภาพที่ต้องการ

ครุฑ จามรมา (2540) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มัลติมีเดียเป็นการติดต่อสื่อสารหลายรูปแบบ เช่น ตัวอักษร ภาพ เสียง ซึ่งสามารถแยกส่วนประกอบของโปรแกรมในลักษณะมัลติมีเดียได้ ดังนี้

1. ตัวอักษร (text) ซึ่งมีหลายรูปแบบ (font) ขนาด (size) และสี (color)
2. ภาพนิ่ง (picture) ซึ่งมีสีที่สวยงาม
3. ภาพยนตร์ (movie) ซึ่งถ่ายจากของจริง
4. ภาพเคลื่อนไหว (animation) เช่น การ์ตูน
5. เสียง (sound) โดยนำมาจากเสียงจริงหรือสังเคราะห์ใหม่
6. การควบคุม (control) เพื่อให้ผู้ใช้เลือกส่วนที่ต้องการ

อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี (2547) ให้ความหมายว่า เป็นการนำสื่อหลายชนิด เช่น ตัวอักษร ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพยนตร์ ผสมผสานเข้าด้วยกันเพื่อเป็นวัตถุในการถ่ายทอดข้อมูลไปยังผู้ชมโดยการผสมสื่อโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง นวัตกรรมในลักษณะของวัสดุ อุปกรณ์ และเทคนิควิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และนำมาใช้เป็นนวัตกรรมการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ มัลติมีเดีย ไฮเปอร์มีเดีย ซีดีและดีวีดี ความเป็นจริงเสมือน และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง ข้อมูลสารสนเทศหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว ที่นำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ใช้รับรู้ได้หลายช่องทาง เป็นการสื่อสารหลายรูปแบบ และเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ

การพัฒนาและใช้งานสื่อมัลติมีเดีย

ในการจัดทำมัลติมีเดียต้องอาศัยซอฟต์แวร์ ซึ่งมีหลายรูปแบบที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ตามคุณสมบัติที่ต้องการ เช่น (ธนะพัฒน์ ถึงสุข และชเนนทร์ สุขวารีย์, 2538)

1. Animation Works เป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานบนวินโดวส์ เพื่อสร้างงานทางมัลติมีเดียที่เกี่ยวกับการสร้างภาพเคลื่อนไหว มีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และให้ผลงานออกมาเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้ยังมีภาพแอกเตอร์ซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหวจำนวนมากให้เลือกใช้งาน และยังมีไฟล์เสียงอีกด้วย

2. Authorware Professional เป็นมัลติมีเดียที่มีการใช้งานง่าย มองเห็นได้ชัดเจน โดยมีไฟล์ชาร์ตเป็นแกนหลัก มีแอปพลิเคชันที่ใช้งานได้มาก และยังสามารถแปลงไฟล์เป็นนามสกุล .EXE เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ แต่ก่อนที่จะสร้างงานมัลติมีเดียผู้ใช้งานจะต้องเตรียมไฟล์เสียง ไฟล์ภาพเคลื่อนไหว และไฟล์อื่น ๆ ที่จำเป็นก่อน แล้วจึงรวมไฟล์ต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ในโปรแกรม Authorware

3. Multimedia Toolbook เป็นโปรแกรมที่มีการจัดโครงสร้างของงานในรูปแบบเหมือนหนังสือ โดยจะถูกแบ่งออกเป็นหน้า ๆ ในแต่ละหน้าจะมีออบเจกต์ (object) หลายออบเจกต์ทำงานอยู่ในชั้นต่าง ๆ ซึ่งจะสร้างปุ่มซ้อนบนกราฟิกได้ จุดเด่นของโปรแกรมนี้อ็คือไฮเปอร์เท็กซ์ ที่สามารถเชื่อมโยง hot world ไปยังคำหรือข้อความหน้าอื่น ๆ ได้ เหมาะสมกับการสร้างระบบสอบถามข้อมูลอัตโนมัติและระบบฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์มากที่สุด

ด้านการใช้งานของมัลติมีเดียนี้ สามารถแบ่งการใช้งานได้ดังนี้

1. การติดเสียง คือ การบันทึกเสียงโดยผ่านไมโครโฟนแล้วเก็บเสียงนั้นเป็นไฟล์ ซึ่งต้องใช้การ์ดเสียง ไมโครโฟนเฉพาะ และซอฟต์แวร์ที่เขียนสนับสนุนความสามารถทางการบันทึกเสียง

2. สั่งงานด้วยเสียง เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการสั่งงานเป็นความสามารถหนึ่งที่จะทำได้แต่ไม่ตึก ซึ่งต้องมีการ์ดเสียง ไมโครโฟนคุณภาพดี และซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการสั่งงานด้วยเสียง

3. ข้อมูลภาพ เนื่องจากไฟล์ภาพคุณภาพสูง แต่ละภาพมีขนาดใหญ่ การเก็บไฟล์ภาพเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ซีดีรอมเก็บไฟล์ภาพ และผู้ใช้ก็สามารถเอาซีดีรอมเป็นข้อมูลภาพได้ ภาพที่เก็บอาจสร้างขึ้นหรือมาจากการถ่ายภาพด้วยฟิล์มธรรมดา ซึ่งต้องมีการ์ดวีดีโอสำหรับแคปเจอร์ภาพ และมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการนำภาพมาใช้งานได้

4. การกระจายข้อมูล เนื่องจากความจุของแผ่นซีดีรอมหนึ่งแผ่นมีค่ามาก ไฟล์ข้อมูลไฟล์เสียง หรือไฟล์รูปภาพสามารถจัดเก็บไว้ในแผ่นซีดีรอมได้ ซึ่งต้องมีไดรฟ์ซีดีรอมสำหรับเขียน

พรพิไล เลิศวิชา (2544) ได้เสนอแนะการใช้งานสื่อมัลติมีเดียไว้ดังนี้

1. ใช้เป็นเครื่องมือสร้างภาพแทนข้อมูลตัวเลขในรูปแบบต่าง ๆ อธิบายหลักการคณิตศาสตร์ สมการ และการพิสูจน์ต่าง ๆ

2. ใช้แสดงผลของความสัมพันธ์ที่สามารถกำหนดเงื่อนไขและค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้เพื่อทดลองสังเกตและฝึกแก้ปัญหา

3. ใช้ทำตารางคำนวณ

4. ใช้ในงานข้อมูล งานสถิติ ใช้เปรียบเทียบ ประมวลผลข้อมูลในงานต่าง ๆ

5. ใช้เป็นฐานข้อมูล บันทึกรวบรวม คัดเลือก แยกหมวดหมู่ข้อมูลต่าง ๆ ทำดัชนี และระบบการเดินทาง

6. ใช้สร้างงานสารานุกรมบนจอคอมพิวเตอร์ที่มีระบบเน้นอักษรขยายความ ทำให้ค้นคว้าได้เร็วและได้ผลดี

7. ใช้เป็นฐานความรู้เพื่อการสืบค้น (database search engine) สำหรับการค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต



8. ใช้สร้างสิ่งแวดล้อมจำลองสถานการณ์ สร้างภาพการทำงานจำลอง จำลองการผลิตแบบอุตสาหกรรม และจำลองระบบอื่น ๆ
9. ใช้เป็นเครื่องมือในการสาธิตระบบโต้ตอบต่าง ๆ
10. ใช้เป็นโปรแกรมจัดพิมพ์งาน (word processor) เพื่อเตรียมเอกสาร หรือเนื้อหาสำหรับงานพิมพ์
11. ใช้เป็นเครื่องมือสร้างดนตรี งานศิลปะ และงานสร้างสรรค์ต่าง ๆ
12. ใช้เป็นเครื่องมือช่วยออกแบบระบบกลไกและอุปกรณ์ไฟฟ้า ออกแบบโครงการงานสถาปัตยกรรม หรือแม้กระทั่งออกแบบโมเลกุล สารอินทรีย์ในระดับซับซ้อน
13. ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนใช้ฝึกเขียนโปรแกรม
14. ใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารระหว่างครู ผู้ปกครอง ผู้เชี่ยวชาญ นักเรียน นักศึกษา และสมาชิกของชุมชน

กล่าวโดยสรุป การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียต้องอาศัยซอฟต์แวร์ โปรแกรม และระบบหลากหลายประเภท ในขณะที่การใช้งานสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นนั้นคุ้มค่า เพราะสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในหลายลักษณะ

## 8. เทคโนโลยีเสมือนจริง (virtual reality)

เทคโนโลยีเสมือนจริง (virtual reality, vr) เป็นเทคโนโลยีชนิดสหวิทยาการที่จำลองตัวแบบของสภาพแวดล้อมที่ต้องการศึกษาให้อยู่ในลักษณะสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (virtual environments, ve) ผู้ใช้งานที่เข้าไปอยู่ภายในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามารถติดต่อสื่อสาร หรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่ถูกจำลองขึ้นในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้ราวกับสิ่งเหล่านั้นมีอยู่ในโลกของความเป็นจริง กล่าวคือสามารถมองเห็น ได้ยิน สัมผัสจับต้อง หรือแม้แต่ได้กลิ่นของวัตถุเสมือนจริง (virtual objects) ที่ถูกจำลองขึ้นโดยระบบคอมพิวเตอร์และกลไกอื่น ๆ โดยทั่วไประบบเสมือนจริงจะถูกพัฒนาขึ้นจากเทคโนโลยีหลายด้าน อาทิ คอมพิวเตอร์กราฟฟิก (computer graphics, CG) ระบบติดตามการเคลื่อนไหว (motion tracking systems) ตลอดจนกลไกต่าง ๆ ซึ่งอาศัยตัวตรวจรู้ (sensors) โดยเฉพาะชนิดที่ทำงานด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นตัวช่วยติดตามการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน มีเป้าหมายเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้ใช้งานมีความรู้สึกหรือรับรู้ว่าจะระบบที่จำลองขึ้นเหมือนจริงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยลักษณะพื้นฐานของเทคโนโลยีเหล่านี้เมื่อนำมาประยุกต์ ใช้กับงานด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ตลอดจนการออกแบบผังโรงงาน จึงสามารถช่วยให้วิศวกรอุตสาหกรรมมองเห็นหรือได้สัมผัสกับ ตัวแบบของผลิตภัณฑ์ หรือผังโรงงานที่กำลังออกแบบอยู่ได้ราวกับว่า วัตถุทั้งหลายเหล่านั้นได้ถูกผลิตขึ้นแล้ว การทดสอบการผลิตหรือการประกอบงานสามารถทำการศึกษาได้ครอบคลุมปัจจัยที่มีผลกระทบมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถปรับปรุง

แก้ไขแบบได้แม่นยำตรงกับความต้องการของผู้ออกแบบได้มากกว่าการออกแบบในลักษณะเดิม ที่อาศัยเพียงซอฟต์แวร์ช่วยการออกแบบ (computer - aided design, CAD) ธรรมดา นอกจากนี้ ยังสามารถประยุกต์ใช้กับการสร้างแบบจำลองของวัตถุต่าง ๆ ที่อาจไม่สามารถมองเห็นได้ในสภาวะปกติ เช่น การสร้างแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุล ยีน โครโมโซม ฯลฯ ทำให้ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านนาโนเทคโนโลยีได้อีกด้วย

ประวัติและความเป็นมาของความเป็นจริงเสมือน ความเป็นจริงเสมือนเป็นวิวัฒนาการอย่างหนึ่งของเทคโนโลยีที่เกิดจากการวิจัยของรัฐบาลอเมริกันเมื่อกว่า 40 ปีที่แล้ว เพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับด้านการทหารและการจำลองในการบิน ต่อมาในระยะ พ.ศ. 2503 - 2512 (ค.ศ.1960 - 1969) อีแวน ซูเทอร์แลนด์ (Ivan Sutherland) ซึ่งนับเป็นบิดาของเทคโนโลยีความเสมือนจริงได้ประดิษฐ์จอภาพสวมศีรษะ 3 มิติ รุ่นแรกออกมา และในระยะนั้นได้มีพัฒนาการด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกเกิดขึ้น การใช้จอภาพสวมศีรษะร่วมกับคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ นับเป็นต้นกำเนิดของเทคโนโลยีความเสมือนจริงในปัจจุบัน

ในระหว่าง พ.ศ.2513 - 2532 มีการวิจัยในห้องปฏิบัติการวิจัยอวกาศ อาร์มสตรองได้พัฒนาเทคโนโลยีการจำลองการบิน โดยการปรับปรุงเครื่องแสดงผลแบบสวมศีรษะให้ดีขึ้นโดยเมื่อนักบินสวมใส่แล้วจะมีความรู้สึกกลมกลืนไปกับสิ่งแวดล้อมเสมือนจริง เมื่อนักบินมองออกไปในโลกความเสมือนจริงซึ่งปรากฏอยู่เบื้องล่างแล้ว จะเห็นเสมือนว่ามีเครื่องบินอื่นปรากฏอยู่รวมถึงสิ่งอื่นภายใต้สิ่งแวดล้อมนั้น ในระยะเดียวกันนั่นเอง ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับความจริงเสมือนในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาเช่นกัน เช่น ที่มหาวิทยาลัยนอร์ทแคโรไลนาได้มีการใช้เทคนิคความเสมือนจริงในการสร้างจินตนาการด้านสถาปัตยกรรมและด้านการแพทย์และที่มหาวิทยาลัยแห่งวิสคอนซินและคอนเนทิคัต ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับ “ความจริงประดิษฐ์” (Artificial Reality) ที่ซึ่งความมีปฏิสัมพันธ์กับโลกเสมือนจริงสามารถใช้ได้ทั้งด้านการศึกษาและบันเทิง

ในช่วงประมาณ พ.ศ.2531 - 2532 โครงการของนาซา (NASA) ได้ช่วยแพร่กระจายเทคโนโลยีความเสมือนจริงไปโดยไม่ตั้งใจ ถึงแม้ว่านาซา (NASA) จะมีเงินทุนจำกัดในการทำงาน แต่นักวิทยาศาสตร์ของนาซาได้ร่วมทำงานกับนักเขียนโปรแกรมและผู้ผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับเกมส์คอมพิวเตอร์ ได้นำเอาส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วมาประดิษฐ์รวมกันเพื่อให้ได้จอภาพสวมศีรษะที่มีราคาถูกลงและใช้เป็นครั้งแรกโดยกองทัพอากาศ การประชาสัมพันธ์โครงการนี้ก่อให้เกิดความน่าตื่นเต้นของเทคโนโลยีความเสมือนจริงมีมากยิ่งขึ้น

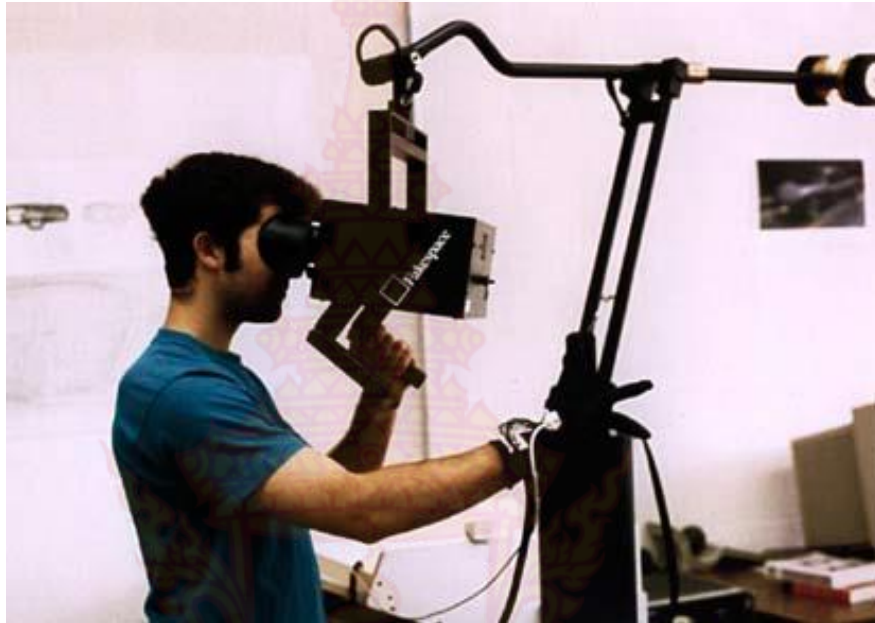
ในปี พ.ศ.2536 เทคโนโลยีความเสมือนจริงได้แผ่ขยายกว้างทางด้านบันเทิงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานบันเทิง เช่น ดิสนีย์เวิลด์ที่มีการใช้เทคโนโลยีนี้อย่างกว้างขวาง ในระยะต่อมาผู้ผลิตเกมส์คอมพิวเตอร์ เช่น ซีกา และนินเทนโด ได้นำเทคโนโลยีความเสมือนจริงมาใช้ในเกมต่าง ๆ แทนของเดิม ในขณะที่บริษัทต่าง ๆ ได้พัฒนาโดยการใช้ความเสมือนจริงมาใช้บันเทิงอยู่ สถาบันและกลุ่ม

นักวิจัยก็มีความพยายามในการนำความเสมือนจริงในด้านต่าง ๆ เช่นกัน เช่นด้านวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์ และการฝึกอบรม (กิตานันท์ มลิทอง, 2543, หน้า 304-305) และผลจากการศึกษาค้นคว้าของสถาบันหลายแห่งทั่วโลกทำให้เกิดองค์ความรู้เกี่ยวกับ “ความเป็นจริงเสมือน” ขึ้นมาอย่างต่อเนื่องและประกอบกับในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างความเป็นจริงเสมือนให้มีราคาถูกลงมากและความซับซ้อนของการใช้เทคโนโลยีก็ลดน้อยลงจึงทำให้ได้รับความนิยมในวงการต่าง ๆ เป็นอย่างมาก ทั้งในวงการวิทยาศาสตร์ วงการศึกษา และในวงการการศึกษา พิพิธภัณฑสถานและอุทยานประวัติศาสตร์ก็เช่นเดียวกันความเป็นจริงเสมือนได้เข้ามามีบทบาทเพื่อการอนุรักษ์และการประชาสัมพันธ์เช่นกัน

1. ระดับความเป็นจริงเสมือน ในปี 1996 คอลอสกี (Kalawsky, 1996) ได้แบ่งระดับความเป็นจริงเสมือนตามวิธีการใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์เทคโนโลยีที่ต่างกันไว้ 3 ประเภท ใหญ่ ๆ คือ ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (fully-immersive VR) ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งสัมผัส (semimmersive VS) และระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (non immersive VR หรือ desktop VR) ดังนี้

- ประเภทที่ 1 คือ ระบบสัมผัสเต็มรูปแบบ (fully - immersive virtual reality) เป็นประเภทต้นแบบของระบบความเป็นจริงเสมือนที่เกิดขึ้น ในยุคแรกและยังได้รับความสนใจตลอดมา จนกระทั่งปัจจุบันเป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถรับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสอย่างเต็มรูปแบบโดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เสริมพิเศษ เป็นตัวช่วยรับสัมผัสนั้น (Klaus, 2001) เช่น การได้กลิ่น จับต้องสิ่งของได้ ได้ยินเสียงต่าง ๆ รอบตัว สามารถเคลื่อนที่ในบริเวณนั้น เสมือนว่ากำลังเดินอยู่ในสถานที่นั้นจริงด้วยตนเองและการรับสัมผัสดังกล่าวนี้จะต้องอาศัยวัสดุและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยรับสัมผัสและสร้างภาพ 3 มิติ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านั้น มีดังนี้





ภาพที่ 5 จอภาพสวมศีรษะ, บูม, เคฟว์ และแว่นตามองภาพ 3 มิติ

อุปกรณ์ในส่วนแสดงผลข้อมูล (output devices) ได้แก่

1. จอภาพสวมศีรษะ (head-mounted display: HMD) ประกอบด้วยแว่นตาที่บรรจุจอขนาดเล็ก ทำด้วยกระจก 3 มิติ (stereoscopic glasses) กระจกนี้ทำมุมกว้างประมาณ 140 องศา ครอบคลุมการมองเห็นในแนวนอนเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีหูฟังเพื่อให้ผู้ใช้สามารถได้ยินเสียงรอบทิศทางและมองเห็นสิ่งที่เป็นามธรรมหรือสิ่งที่ประดิษฐ์ในลักษณะ 3 มิติ ในสิ่งแวดล้อมนั้นได้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543, หน้า 305)

2. บูม (binocular omni - orientation monitor: BOOM) เป็นอุปกรณ์กล้องมองภาพ 3 มิติ สองตา มีขาตั้งที่ช่วยกำหนดทิศทางการมองของผู้ใช้ มีจอขนาดเล็ก ๆ และเลนส์ตา 2 ข้างอยู่ในกล่องเชื่อมต่อกับสัญญาณคอมพิวเตอร์คล้ายกับจอภาพสวมศีรษะ แต่บูมจะมีขาตั้งและคันโยกซึ่งผู้ใช้จะโยกคันโยกเพื่อเปลี่ยนมุมมองหรือเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อมเสมือน นอกจากนี้ ยังสามารถทำงานร่วมกับถุงมือเพื่อรับสัมผัสอย่างสมบูรณ์แบบด้วยการจัดตั้งสิ่งของในสิ่งแวดล้อมเสมือนได้เช่นกัน

3. เคฟว์ (cave automatic virtual environment: CAVE) เป็นระบบการสร้างภาพลวงตา 3 มิติเสมือนจริง โดยใช้ชุดอุปกรณ์ติดตั้งไว้ในห้องสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ทรงลูกบาศก์ ได้แก่ติดตั้งจอคอมพิวเตอร์รอบทิศทางเท่าขนาดของผนังจริงและพื้นห้องทุกด้าน และให้ผู้ใช้เข้าไปอยู่ในห้องนั้น โดยสวมใส่อุปกรณ์แว่นตาสร้างภาพน้ำหนักเบา (light weight stereo glasses) จะทำให้รู้สึกว่กำลังเดินอยู่ใน

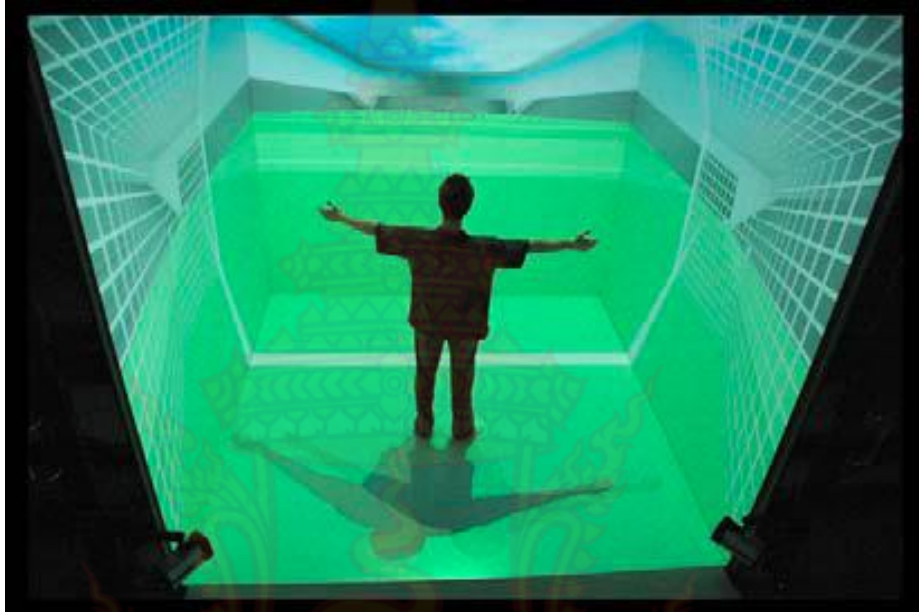
สถานที่เสมือนจริงข้าง สามารถแสดงผลในลักษณะ 3 มิติ ลวงตาให้ผู้ใช้เห็นว่กำลังยืนอยู่ในสถานที่นั้น มองเห็นวัตถุต่าง ๆ ห่างจากตัวผู้ใช้ และสามารถมองไปรอบ ๆ รู้สึกถึงความลึกของภาพ และเดินสำรวจได้ โดยจะมีการเชื่อมต่อสัญญาณกับคอมพิวเตอร์เช่นกัน

4. อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า (input devices) ได้แก่ ถุงมือรับสัมผัส (sensor glove) เป็นถุงมือขนาดเบาที่มีเส้นใยนำแสงเป็นแนวอยู่ตามนิ้วและข้อมือเพื่อเป็นเครื่องรับรู้การเคลื่อนที่และส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ เมื่อสวมถุงมือนี้แล้วจะทำให้ผู้ใช้เข้าถึงสิ่งแวดล้อมเสมือน 3 มิติ และสามารถจับต้องและรู้สึกได้ถึงวัตถุสิ่งของซึ่งไม่มีอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมนั้นจริง แต่เป็นเพียงภาพลวงตาที่ถูกสร้างขึ้นเท่านั้น (กิดานันท์ มลิทอง, 2543, หน้า 306)

- ประเภทที่ 2 ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งรับสัมผัส (semi - immersive VR) เป็นระบบที่ถูกพัฒนาอุปกรณ์ ในรุ่นต่อมาอีมีหลักการการทำงานคล้ายกับรุ่นแรกคือ ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ แต่พัฒนาระบบจอภาพให้มีมุมกว้างออกไป (wide angle display) ส่งสัญญาณที่เป็นความถี่สูงแสดงผลความละเอียดของภาพ 1000 ถึง 3000 เส้น ซึ่งแสดงภาพได้ละเอียดกว่าจอภาพสมมติระยะ แต่ต่างกันตรงที่ระบบนี้เป็นการเน้นในส่วนอุปกรณ์แสดงผล ซึ่งมีอุปกรณ์หลัก ได้แก่

1. จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ (large screen monitor)
2. ระบบจอภาพฉายโทรทัศน์ขนาดใหญ่ (large screen television projector)
3. ระบบจอภาพฉายโทรทัศน์ขนาดขยายหลายเท่า (multiple television projection system)





ภาพที่ 6 จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่

สำหรับอุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า (input devices) ได้แก่ คันโยกควบคุมการเคลื่อนที่ของภาพ 3 มิติ (3D joystick) อุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม 2 มิติ (fly through) ที่สามารถเตรียมการสำหรับผู้ใช้หลายคนในสิ่งแวดล้อมเสมือนเดียวกัน ซึ่งอาจจะเป็นการเรียนแบบร่วมมือ เหมาะกับการจัดฝึกอบรมที่ใช้สถานการณ์จำลองกับกลุ่มคนหลายคนจะเหมาะสม และคุ้มค่าประหยัดกว่าการเรียนแบบเดี่ยวเพราะภาพที่แสดงออกมามีขนาดใหญ่และคุณภาพสูงมากขึ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และสิ้นเปลืองพลังงาน

- ประเภทที่ 3 ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (non immersive VR) หรือที่นักวิจัย เช่น มายรอน คูเจอร์ เรียกว่าระบบเสมือนจริงแบบเทียม (artificial reality) ในงานวิจัยของเขาในทศวรรษที่ 1970 ซึ่งเป็นระบบของความเป็นจริงเสมือนที่ถูกพัฒนาขึ้น ในยุคหลังเพื่อพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ในเชิงธุรกิจ (Krueger, 1993) ซึ่งต่อมาก็ได้รับความนิยมและมีการพัฒนามาใช้ในวงการต่าง ๆ มากขึ้น เนื่องจากระบบ ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (immersive VR) ต้องใช้อุปกรณ์เสริมที่มีราคาแพงและขนาดใหญ่จึงมีการหันมาพัฒนา ทางด้านซอฟต์แวร์แทนเพื่อลดการใช้อุปกรณ์เสริมลงให้เหลือเพียงการทำงานบนจอคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปเท่านั้นซึ่งเป็นการสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิกระบบมัลติมีเดีย ประมวลผลด้วยภาษาคอมพิวเตอร์และแสดงที่หน้าจอมอนิเตอร์ มีหลักการการทำงานโดยให้ผู้นั่งอยู่ที่หน้าจอมอนิเตอร์ แล้วจะสามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่เสมือนว่าได้เคลื่อนที่อยู่ในสถานที่นั้นจริง ซึ่งผู้ใช้จะต้องใช้จินตนาการสูงกว่าประเภทแรกในขณะที่อยู่

ในสิ่งแวดล้อมนั้น เพราะความเป็นจริงเสมือนประเภทนี้ เป็นการรับสัมผัสด้วยการดูภาพผ่าน มอนิเตอร์และควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับอุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนมุมมองเท่านั้น ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ต้อง ทำงานร่วมกัน ดังนี้



ภาพที่ 7 ชุดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

อุปกรณ์ในส่วนแสดงผล (output devices) ได้แก่ จอมอนิเตอร์แสดงผล (monitors) เป็นอุปกรณ์ที่คนใช้คอมพิวเตอร์ทุกคนต้องมีในชุดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบบ มัลติมีเดียทั่วไป

อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า (input devices) ได้แก่ คีย์บอร์ด (keyboard) เมาส์ (mouse) แทร็กบอล (trackball) จอยสติคหรือคั่นโยก (joystick) ปากกาดิจิตอล (digital pen) ซอฟแวร์และภาษาคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยสร้างภาพ 3 มิติเชิงโต้ตอบ เช่น โปรแกรม superscape, VRML, CAD นอกจากนี้ยังประกอบด้วย เบราเซอร์ที่จะช่วยในการประมวลผล (3D web browsers) ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายชนิด ต้องเลือกใช้ตามความเหมาะสม และอุปกรณ์ซอฟต์แวร์นี้เองจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้ ใช้รับสัมผัสและใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อมเสมือน (Vladimir, 2000)

2. ความจริงเสมือนเพื่อการศึกษา ในวงการศึกษานั้น เป็นที่ทราบกันดีว่าการสร้างจินตนาการเป็นวิธีการในการเสนอข้อมูลและมโนทัศน์แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจและการปรับตัวให้เข้าได้ในสังคมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์นี้จึงมีการใช้สื่อการสอนประเภทหนังสือภาพและโสตทัศนวัสดุมาใช้ในการเรียนการสอน และในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีความเสมือนจริงมาใช้เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ด้านนี้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 เป็นต้นมาที่มีการนำความเสมือนจริงมาใช้ในสถาปัตยกรรมและออกแบบนั้น นักวิจัยได้คาดการณ์ว่าจะสามารถนำความเสมือนจริงมาใช้ในการศึกษาได้ โดยใช้

ในการสอนคณิตศาสตร์หรือวิศวกรรมศาสตร์ไม่จำเป็นต้องคร่ำเคร่งอยู่กับหนังสือตำราหรือการคำนวณแต่เพียงอย่างเดียวอีกต่อไป นอกจากนี้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนจะทำให้สารานุกรมกลายเป็นพิพิธภัณฑ์เสมือนที่เราสามารถท่องเที่ยวอยู่ภายในสถานที่นั้นได้อย่างสนุกสนาน

จะเห็นได้ว่าความจริงเสมือนได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และมีระดับการเข้าถึงที่แตกต่างกันถึงสามระดับ ซึ่งในการค้นคว้านี้ผู้ศึกษาได้พิจารณาเลือกใช้ระดับของระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (non immersive VR หรือ desktop VR) มาปรับใช้ในการออกแบบพิพิธภัณฑ์เสมือนเรือนไทลื้อเพราะเป็นการสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิกระบบมัลติมีเดีย ประมวลผลด้วยภาษาคอมพิวเตอร์และแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ มีหลักการทำงานโดยให้ผู้ใช้ที่นั่งอยู่ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่เสมือนว่าได้เคลื่อนที่ที่อยู่ในสถานที่นั้นจริง ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์ชุดคอมพิวเตอร์นั้นเป็นอุปกรณ์หลักส่วนหนึ่งในการใช้ชีวิตประจำวันหาได้โดยทั่วไป สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการให้บุคคลทั่วไปได้รับรู้ถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรือนไทลื้อแตกต่างจาก 2 ระบบแรกที่ต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพงทำให้คนทั่วไป ไม่สามารถเข้าเข้าถึงได้โดยง่าย

การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และผู้ใช้งานในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และผู้ใช้งาน (human - computer interactions, HCI) สามารถแสดงในรูปแบบอย่างง่ายได้ดังรูปที่ 1 ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานและรับรู้รูปพรรณสัณฐานตลอดจนคุณสมบัติของวัตถุเสมือนจริงในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงทั้งผ่านการมองเห็นหรือการสัมผัสจับต้องได้โดยวิธีการติดต่อซึ่ง Andries van Dam, et al. (2000) ได้รวบรวมผลการศึกษาคณะวิจัยต่าง ๆ และจำแนกไว้เป็น 3 กลุ่มเทคนิคที่นิยมใช้ คือ การสำรวจ (navigation) การเลือกและหยิบจับโยกย้าย (selection and manipulation) และการควบคุม การทำงาน (application control) ทั้งนี้ลักษณะของสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ถูกสร้างขึ้นยังมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ Wickens และ Baker (1995) ได้สรุปไว้ 5 ประการ คือ

1. การแสดงผลมีลักษณะเป็นแบบสามมิติชนิดสเตอริโอโคปิก (3D stereoscopic view) คือ ผู้ใช้ไม่เพียงมองเห็นภาพแบบสองมิติบนจอคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่อาศัยการสร้างภาพด้วยมุมมองที่แตกต่างกันเล็กน้อยสำหรับตาข้างซ้ายและขวาของผู้ใช้ ทำให้สามารถมองเห็นความลึกของวัตถุ ที่สร้างขึ้นในลักษณะสามมิติได้ บรรยากาศที่เห็นจึงมีความสมจริงมากกว่าปกติ
2. มุมมองของการแสดงผลเป็นแบบผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (egocentric) กล่าวคือ ภาพกราฟิกที่ถูกสร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์จำลองขึ้นโดยอ้างอิงจากมุมมองของผู้ใช้งานเป็นหลัก
3. ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการแสดงผล ทิศทางการสำรวจ ตลอดจนถึงลำดับการทำงานทั้งหมดได้ (closed - loop)



4. สภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบพลวัต (dynamic) เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ใช้งาน กล่าวคือ การแสดงผลทั้งหมดถูกคำนวณและแสดงผลทันที ณ เวลาที่ใช้งาน มิได้ถูกคำนวณหรือสร้างภาพเก็บไว้ล่วงหน้า (real - time rendering)

5. เป็นระบบที่ใช้ระบบตรวจรู้หลายชนิด (multi - sensory) เพื่อติดตามการเคลื่อนไหวและท่าทาง (gesture and posture) ตลอดจนตำแหน่งของผู้ใช้งานเพื่อนำข้อมูลไปสร้างแบบจำลองได้สอดคล้องกับการรับรู้ของผู้ใช้

เทคโนโลยีในปัจจุบันและทิศทางในอนาคต จากลักษณะของการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และผู้ใช้ที่แสดงในข้อที่ 2. เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นจึงมีลักษณะที่ถูกออกแบบโดยพยายามให้สอดคล้องกับการรับรู้ของมนุษย์อย่างเป็นธรรมชาติมากที่สุดเท่าที่ระดับเทคโนโลยีจะเป็นไปได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยีในปัจจุบันและทิศทางในอนาคตในอุปกรณ์ 4 กลุ่ม คือ ระบบแสดงผล ระบบติดตามผู้ใช้งาน ระบบควบคุมการทำงาน และสถานีงาน

1. ระบบแสดงผล (display systems) นอกเหนือไปจากจอภาพคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานกันทั่วไปแล้วระบบแสดงผลสำหรับเทคโนโลยีเสมือนจริงในปัจจุบันสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แบบสวมศีรษะ (head-mounted displays, HMD) และแบบเครื่องฉายภาพ (projection systems)

2. ระบบแสดงผลแบบสวมศีรษะหรือ HMD เป็นระบบที่มีจอแสดงผลชนิดผลึกเหลว (LCD) ขนาดเล็ก 2 ชั้น สำหรับตาข้างซ้ายและขวา ติดตั้งอยู่กับหมวกหรืออุปกรณ์สวมศีรษะ แสดงภาพได้ทั้งแบบธรรมดาและแบบสเตอริโอสามมิติ บนตัวหมวกมักติดตั้งตัวตรวจรู้ชนิดแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับติดตามการเคลื่อนที่ของศีรษะทั้งการหมุนซ้าย - ขวา และการก้ม - เงย เพื่อให้สามารถสร้างภาพบนจอ LCD ได้สอดคล้องกับตำแหน่งของศีรษะ รวมทั้งมีการติดตั้งหูฟังสำหรับให้ผู้ใช้รับรู้ระบบเสียงสามมิติเพื่อเพิ่มความสมจริงได้อีกด้วย ข้อดีของ HMD คือ สะดวกในการใช้งานเนื่องจากมีขนาดเล็ก ขนย้ายสะดวก แต่มีข้อเสียคือ ผู้ใช้งานต้องสวมอุปกรณ์ดังกล่าวไว้บนศีรษะ เพ่งมองการแสดงผลบนจอ LCD ขนาดเล็ก ตัวอุปกรณ์มีน้ำหนักพอสมควรทำให้เกิดความล้าในขณะใช้งานได้ง่าย บ่อยครั้งเป็นต้นเหตุของความรู้สึกสมจริงของผู้ใช้ ที่สำคัญด้วยข้อจำกัดของเทคโนโลยีการผลิตทำให้ยังไม่สามารถผลิตจอ LCD ที่มีความละเอียด และความถี่สูงที่เพียงพอสำหรับสร้างภาพสเตอริโอสามมิติคุณภาพสูง ได้คุณภาพของการแสดงผลจึงยังไม่ดีนักเมื่อเทียบกับแบบเครื่องฉายภาพ

3. ระบบแสดงผลแบบเครื่องฉายภาพ เป็นระบบที่อาศัยเครื่องฉายภาพวิดีโอ (video projector) แสดงภาพลงบนจอรับภาพชนิดอ่อน (soft screen) ซึ่งมีทั้งชนิดที่ฉายจากด้านหน้าและด้านหลังจอตามแต่การออกแบบ ผู้ใช้งานต้องสวมแว่นตาขนาดเล็กสำหรับการมองภาพสามมิติมองดูภาพที่ปรากฏบนจอ รับภาพ โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มเทคโนโลยี คือ กลุ่มแรกเป็นแบบใช้

เครื่องฉายภาพชนิดความถี่สูงพิเศษฉายภาพสำหรับตาข้างซ้าย และตาข้างขวา ซึ่งสร้างขึ้นโดยการคำนวณของคอมพิวเตอร์สลับกันลงบนจอ แว่นตาที่ผู้ใช้งานสวมใส่จะเป็นชนิดผลึกเหลว (LCD shutter glasses) ซึ่งทำงานตามสัญญาณอินฟราเรดที่ส่งออกมาจากตัวควบคุม (emitter) ที่ติดตั้งอยู่กับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้ใช้งานเห็นภาพสำหรับตาข้างซ้ายและขวาแยกจากกันจึงเห็นภาพเป็นแบบสเตอริโอสามมิติได้ เครื่องฉายภาพชนิดนี้แม้จะให้การแสดงผลคุณภาพดีแต่ก็มีราคาสูงมากเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำในการควบคุมการแสดงผลสูง กลุ่มที่สองเป็นแบบอาศัยหลักการโพลาไรซ์ของแสง (polarization) ซึ่งมีแกน 2 ทิศทางตั้งฉากกัน ใช้เครื่องฉายภาพชนิดความถี่ธรรมดาสองเครื่องแยกกันฉายภาพที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับตาข้างซ้ายและขวาซ้อนทับกันลงไปบนจอร์รับภาพ ผู้ใช้งานต้องสวมแว่นตาชนิดฟิล์มโพลาไรซ์ซึ่งจะบังคับให้ตาข้างซ้ายและขวามองเห็นเฉพาะภาพจากเครื่องฉายที่มีทิศทางโพลาไรซ์ตามต้องการเท่านั้น ตาทั้งสองข้างจึงมองเห็นภาพไม่เหมือนกันมีผลทำให้ผู้ใช้งานเห็นภาพโดยรวมเป็นแบบสเตอริโอสามมิติ เทคนิคนี้ มีราคาถูกกว่าแบบแรกแต่การติดตั้งเครื่องฉายภาพก็ต้องได้รับการปรับแต่งอย่างละเอียดเพื่อให้ภาพจากเครื่องฉายทั้งสองเครื่องซ้อนทับกันพอดี

## 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกวรรณ อินทร์ตัน (2544) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อการศึกษาด้วยตนเองเรื่อง การจัดระบบการเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเว็บไซต์เพื่อการศึกษาด้วยตนเองเรื่อง การจัดระบบการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้เว็บไซต์เพื่อการศึกษาด้วยตนเอง เรื่องการจัดระบบการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ ซึ่งไม่เคยผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี โดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 55 คน ผลการศึกษาพบว่า เว็บไซต์เพื่อการศึกษาด้วยตนเอง เรื่องการจัดระบบการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพ 90.00/90.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังจากที่เรียนด้วยเว็บไซต์เพื่อการศึกษาด้วยตนเอง เรื่องการจัดระบบการเรียนการสอน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีราทร ชนีย์ และมนต์ชัย เทียนทอง (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบการจัดการการลงทะเบียนสำหรับมหาวิทยาลัยเสมือน ในปัจจุบันนี้การพัฒนาบทเรียนสำหรับวิชาต่าง ๆ เพื่อรองรับการเรียนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (online learning) ส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาเจาะจงเฉพาะรายวิชา ซึ่งการจัดการข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนในส่วนของลงทะเบียนเรียนและการจัดการเนื้อหาข้อมูลรายวิชาแต่ละวิชายังมีความซับซ้อนและขาดความเป็นเอกภาพ การจัดการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยเสมือน (virtual university) เพื่อรองรับการเรียนผ่านระบบเครือข่ายนั้นจะต้องมี

ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่สามารถจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลงทะเบียนของผู้เรียน และข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของการศึกษาที่ทำงานบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้อย่างปลอดภัย งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลสำหรับมหาวิทยาลัยเสมือนที่สามารถจัดการกับข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนของผู้เรียนผ่านเครือข่าย World Wide Web ระบบแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้เรียนและส่วนของผู้ดูแลระบบ และมีระบบการป้องกันข้อมูลด้วยการเข้ารหัสโดยใช้เอสเอสแอล (Secure Socket Layer: SSL) ซึ่งสามารถรองรับผู้เรียนทั้งแบบหลักสูตรปกติและการเรียนหลักสูตรพิเศษระยะสั้น ผลการทำงานของระบบสามารถรองรับการลงทะเบียนและการจัดการข้อมูลการเรียนของผู้เรียนทั้งระบบการเรียนปกติและการเรียนหลักสูตรพิเศษระยะสั้น และรองรับการจัดการข้อมูลการลงทะเบียนของผู้เรียนโดยผู้ดูแลระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ทำงานบนระบบการเข้ารหัสแบบเอสเอสแอลได้เป็นอย่างดี

กฤษณผล จันทรพรหม (2548, หน้า 88) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษารูปแบบมหาวิทยาลัยเสมือนจริงที่เหมาะสมสำหรับสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย โดยดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบมหาวิทยาลัยเสมือนจริง โดยศึกษาหลักการแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารตำรา บทความวิจัย ฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ตออนไลน์ทั้งในและต่างประเทศ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริง 2) การสังเคราะห์รูปแบบ องค์ประกอบ โครงสร้างของรูปแบบมหาวิทยาลัยเสมือนจริง โดยนำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 มาสร้างเป็นรูปแบบมหาวิทยาลัยเสมือนจริง 3) การพัฒนารูปแบบมหาวิทยาลัยเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบเดลฟาย เพื่อรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ 10 คน จำนวน 3 รอบ และ 4) การทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบมหาวิทยาลัยเสมือนจริงสำหรับสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทยที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนทั้ง 3 มาทำเป็นแบบสอบถามเพื่อนำไปสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษาเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบ หลังจากนั้นจึงกำหนดรูปแบบมหาวิทยาลัยเสมือนจริงที่เหมาะสมสำหรับสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย

Ratchadawan & Surachai (2008) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Work in progress collaborative learning for packaging design using KM and VR โดยการพัฒนาเรียนรู้ร่วมกันแบบออนไลน์กับการประยุกต์ใช้การจัดการความรู้และเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับหลักสูตรในการออกแบบ บรรจุกฎภัณฑ์เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาไม่เพียงพอที่ใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียน ทำให้เกิดการขาดการปฏิบัติที่เหมาะสมและเกิดของเสียจากกระดาษสำหรับการออกแบบ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายสูง โดยเมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะได้เข้าไปทำงานในพื้นที่ของตนเองและสามารถมองเห็นชิ้นส่วนของการทำงานของพวกเขาที่พวกเขากำลังทำในเวลาเดียวกันในรูปแบบ 3 มิติ สมาชิกในกลุ่มเดียวกันสามารถช่วยอีกคนหนึ่งในการออกแบบบรรจุกฎภัณฑ์ที่ได้รับมอบหมาย พวกเขาสามารถควบคุมการออกแบบบรรจุกฎภัณฑ์โดยใช้เมาส์และคีย์บอร์ด สามารถพูดคุยผ่านระบบ

แชทหรือไมโครโฟน บันทึกของพวกเขาสำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมจะได้รับการทำโดยอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น วันและเวลาในการเข้าสู่ระบบของและเทพการสนทนา การทดสอบในช่วงเวลาที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่เข้าร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันให้ความสนใจมากขึ้นและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้เรียนมีเวลามากขึ้นที่จะฝึกปฏิบัตินอกห้องเรียนและลดของเสียจากของกระดาษ



### บทที่ 3

## ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา โดยกำหนดขั้นตอนและวิธีการศึกษาวิจัยไว้ดังนี้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ประชาชนผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่เข้ามาสมัครเรียนต่อ เจ้าหน้าที่ที่เข้ามาปฏิบัติการใหม่ และผู้ที่สนใจทั่วไปที่เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 50 คน

1.3 กลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความสอดคล้องของเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย จำนวน 3 คน

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริง หรือการจำลองเสมือนจริง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2.2 การประเมินคุณภาพของสื่อเสมือนจริงเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย โดยแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบตามมาตรฐาน ISO 9241/110-S

2.3. การประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราจัดอันดับ (rating scale)

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

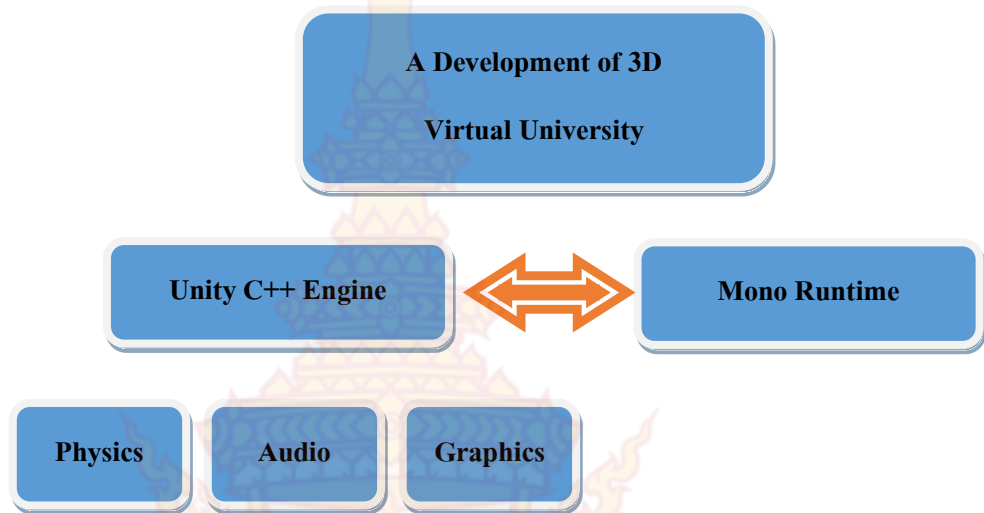
ดำเนินการตามวิธีการเชิงระบบ (system approach) 5 ขั้นตอน (เศรษฐชัย ชัยสนิท และ เตชา อัครสิทธิถาวร, 2552) ดังต่อไปนี้



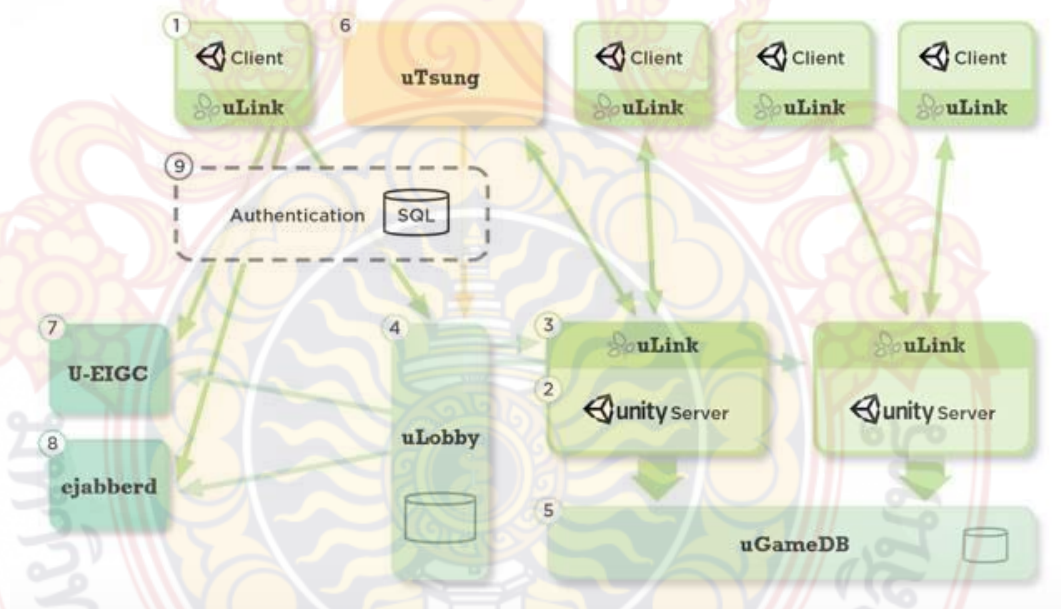
ภาพที่ 8 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยตามวิธีระบบ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์ เป็นการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จากงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในและต่างประเทศ และจากเอกสารรายงานต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของงานวิจัย เพื่อเข้าใจถึงสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ความต้องการ รวมถึงแนวทางการแก้ไข เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้มาสรุป วิเคราะห์แนวทางในการพัฒนามหาวิทยาลัยเสมือนจริงสามมิติ โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ และนักศึกษาผู้ใช้ระบบ เพื่อนำกรอบแนวคิดนำไปสู่การออกแบบระบบต่อไป ในขั้นตอนนี้ได้มีการศึกษาสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์โดยประสานงานไปยังฝ่ายอาคารสถานที่เพื่อนำพิมพ์เขียวมาศึกษาว่ามีอาคารเรียนจำนวนกี่หลัง สำนักงานต่าง ๆ ประกอบด้วยส่วนใดบ้าง เพื่อวางโครงสร้างของโปรแกรมให้สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการออกแบบ เป็นการออกแบบกรอบแนวคิดในการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์มากำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ ได้แก่ แนวคิด วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และสิ่งแวดล้อมของระบบ โดยกรอบแนวคิดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์เสมือนจริง ได้ออกแบบให้สามารถทำงานได้ ดังนี้



ภาพที่ 9 การทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 10 การทำงานของโปรแกรมบน Client/Server

การทำงานผ่านระบบออนไลน์แบบ Client / Server การทำงานบนเว็บ Server และเครื่องลูกข่าย Client โดยสัญลักษณ์ลูกศรใช้สำหรับแสดงเส้นทางและทิศทางการเชื่อมต่อผ่านระบบเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถอธิบายเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้ 1) เครื่องลูกข่ายที่ทำการเชื่อมต่อระบบเข้ากับอินเทอร์เน็ตและมี Unity Engine web player เพื่อดำเนินการแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ หรือแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ 2) เครื่อง Server ที่ทำการติดตั้งระบบ Unity Engine เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการทำงานกับข้อมูลสามมิติ และส่งข้อมูลแบบ streaming server 3) ระบบ uLink เป็นส่วน

จัดการระบบด้านระบบเครือข่ายที่ทำการเชื่อมต่อ Server และระบบเครือข่ายตามมาตรฐาน Client / Server 4) ระบบ uLobby เป็นระบบสำหรับพักผู้เข้าใช้ระบบ ซึ่งจะทำหน้าที่จัดการทรัพยากรต่าง ๆ ให้เหมาะสมเพื่อรองรับการทำงานในกรณีที่มีผู้ใช้พร้อมกันหลายคน 5) ระบบ uGameDB คือ database server ซึ่งเป็นส่วนจัดการระบบฐานข้อมูลโดยทำงานร่วมกับระบบ uLink and Unity เพื่อจัดเก็บและดึงข้อมูลต่าง ๆ จากระบบฐานข้อมูล 6) ระบบ uTsong เป็นเครื่องมือทดสอบโหลดอัตโนมัติที่ช่วยในการวิเคราะห์เซิร์ฟเวอร์ ในกรณีที่มีการเข้าใช้พร้อมกันและทรัพยากรไม่เพียงพอ ทั้งนี้ยังมีระบบวิเคราะห์ผู้ใช้ วิเคราะห์การเชื่อมต่อ และวิเคราะห์การโต้ตอบอีกด้วย ส่วนที่ 7) และ ส่วนที่ 8) ระบบ ejabberd คือเซิร์ฟเวอร์ XMPP รูปแบบโอเพนซอร์ส สำหรับการจัดการเว็บเซิร์ฟเวอร์ และทำงานประสานกับเครื่องลูกข่ายผ่าน web browser และ 9) Authentication เป็นระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ Client / Server รวมทั้งพิสูจน์ตัวตนผ่านระบบ SQL เพื่อให้ทราบตัวตนผู้ใช้และวิเคราะห์ได้หากเป็นการโจมตีระบบ แสดงดังภาพที่ 7

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการพัฒนา คือการสังเคราะห์รูปแบบตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้เครื่องมือสนับสนุนการพัฒนาในครั้งนี้ ความเป็นเสมือนจริงที่นำมาใช้กับการศึกษานี้ ได้แก่ รูปแบบความเป็นเสมือนจริง จำแนกเป็น ด้านคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (hardware) และด้านซอฟต์แวร์ (software) เช่น เครื่อง Server ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows โปรแกรมภาษาที่ใช้ในการออกแบบ JAVA, XML, MAYA, UNITY เป็นต้น และสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ มหาวิทยาลัยเสมือนจริง แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน และสามารถรองรับการพัฒนาเทคโนโลยีในอนาคตอีกด้วย

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการทดลองใช้ คือการนำเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นมาทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมที่ใช้ในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 5 ท่าน โดยแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบตามมาตรฐาน ISO 9241/110-S

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้มหาวิทยาลัยเสมือนจริง และรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองเพื่อนำมาสรุปผล

1) การประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำระบบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ตรวจสอบ โดยใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบตามมาตรฐาน ISO 9241/110-S จากนั้นนำแบบวัดประสิทธิภาพที่ผ่านการประเมินแล้วไปทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป



2) การประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้เรียน การประเมินความพึงพอใจ จากผู้ใช้ที่มีต่อการใช้ระบบ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความคิดเห็นแบบ 5 ระดับ (Likert scale) ไปเก็บข้อมูลจากผู้เรียนที่ใช้งานระบบ จากนั้นนำแบบวัดความพึงพอใจไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ มีวิธีการดังนี้

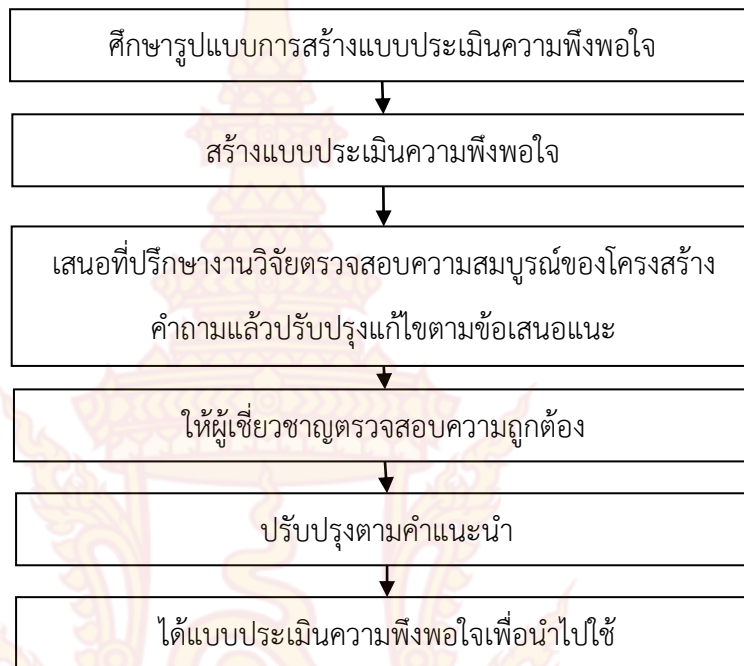
- ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert)
- สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

|                         |          |   |       |
|-------------------------|----------|---|-------|
| ความพึงพอใจมากที่สุด    | ให้คะแนน | 5 | คะแนน |
| ความพึงพอใจมาก          | ให้คะแนน | 4 | คะแนน |
| ความพึงพอใจปานกลาง      | ให้คะแนน | 3 | คะแนน |
| ความพึงพอใจค่อนข้างน้อย | ให้คะแนน | 2 | คะแนน |
| ความพึงพอใจน้อย         | ให้คะแนน | 1 | คะแนน |

- นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษา ความชัดเจน ความเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำหนักคะแนน ใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545) ดังต่อไปนี้

|                                 |         |                           |
|---------------------------------|---------|---------------------------|
| ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.51-5.00   | หมายถึง | อยู่ในเกณฑ์ดีมาก          |
| ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51-4.50   | หมายถึง | อยู่ในเกณฑ์ดี             |
| ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.51-3.50   | หมายถึง | อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง        |
| ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.51-2.50   | หมายถึง | อยู่ในเกณฑ์พอใช้/น้อย     |
| ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.00-1.50   | หมายถึง | อยู่ในเกณฑ์ที่ควรปรับปรุง |
| ค่าที่ยอมรับได้ คือ 3.51 ขึ้นไป |         |                           |

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

### 5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

จากการศึกษาและพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัย และวิธีการเชิงระบบแบบมีส่วนร่วม (participatory integrated design process) 4 ขั้นตอน ผลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยใช้ค่าสถิติดังต่อไปนี้

#### ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean)

สูตรในการคำนวณ

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

$\bar{X}$  = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง

$f$  = ความถี่ของแต่ละคะแนน

$x$  = คะแนนที่ได้ของแต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง

$n$  = จำนวนของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง

## ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สูตรในการคำนวณ

$$SD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n f(X-\bar{X})^2}}{n-1}$$

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum_{i=1}^n$  = ผลรวมของข้อมูลตั้งแต่ตัวที่ 1 ถึง n

X = คะแนนที่ได้ของแต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$  = คะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง

f = ความถี่ของแต่ละคะแนน

n = จำนวนของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผลตามลำดับ ดังนี้

1. การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
2. การประเมินคุณภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยการใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบตามมาตรฐาน ISO 9241/110-S โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยการใช้แบบสอบถามการจัดอันดับ (rating scale)

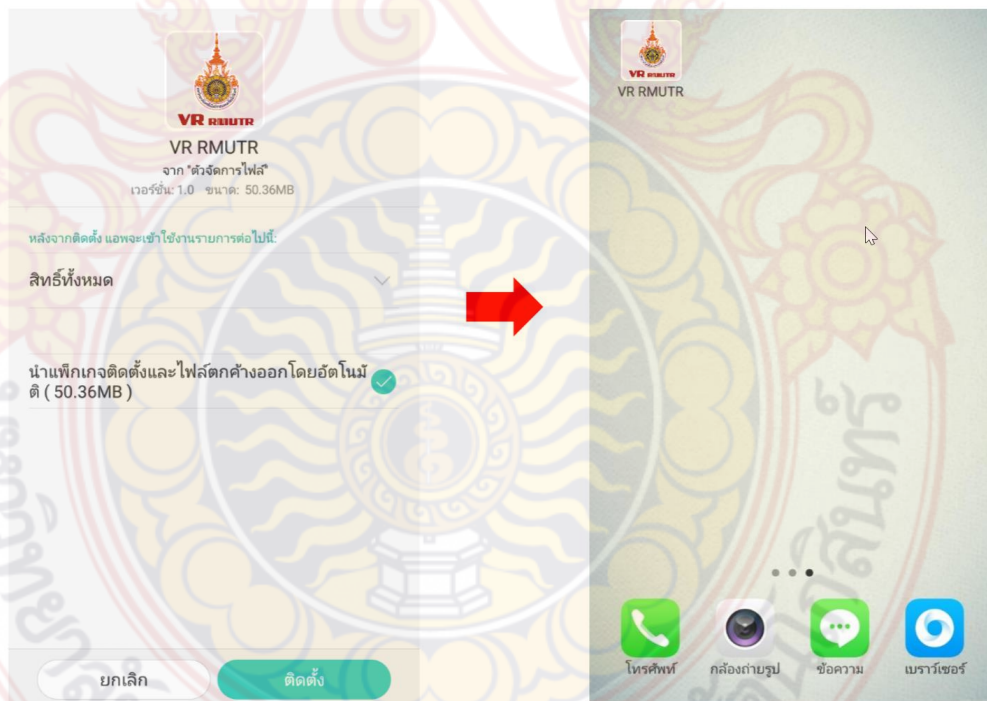
**1. การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์**

ระบบเริ่มต้นด้วยการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมด้วยไฟล์ VR RMUTR.APK



ภาพที่ 12 การเริ่มต้นเข้าใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

การติดตั้งระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ผ่านโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 13 การติดตั้งเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ผ่านโทรศัพท์มือถือ

การใช้งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงาน  
ราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ผ่านโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 14 ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงาน  
ราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ผ่าน



ภาพที่ 15 ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงาน  
ราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ผ่าน (1)



ภาพที่ 16 ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงาน  
ราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ผ่าน (2)



ภาพที่ 17 ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงาน  
ราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ผ่าน (3)



ภาพที่ 18 ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงาน  
ราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ผ่าน (4)





ภาพที่ 19 ภาพการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์(5)

## 2. การประเมินคุณภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ของระบบตามมาตรฐาน ISO 9241/110-S โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

| Category  | Mean | SD   |
|---|------|------|
| 1. Offers all necessary functions to efficiently master all given tasks.                  | 4.40 | 0.55 |
| 2. Does not require unnecessary input.  | 4.00 | 0.00 |
| 3. Appropriately meets the demands of the work.   | 4.60 | 0.55 |
| 4. Provides sufficient information about which entries are valid and necessary.           | 4.40 | 0.55 |
| 5. Does provide on request context-sensitive explanations, which are concretely helpful.  | 3.60 | 0.55 |
| 6. Does automatically offer context-sensitive explanations, which are concretely helpful. | 4.00 | 0.71 |

| Category  | Mean | SD   |
|---|------|------|
| 7. Facilitates orientation due to a consistent design.                          | 4.00 | 0.71 |
| 8. Provides sufficient insight regarding its current status.                    | 4.80 | 0.45 |
| 9. Is designed according to a consistent principle.                             | 3.60 | 0.55 |
| 10. Requires little time to learn.  | 4.40 | 0.89 |
| 11. Does not require the memorization of too many details.                      | 4.80 | 0.45 |
| 12. Is easy to learn without external support or a handbook.                    | 3.60 | 0.55 |
| 13. Does not force the user to follow an unnecessarily rigid sequence of steps. | 4.80 | 0.45 |
| 14. Supports easy switching between individual menus or masks.                  | 4.00 | 0.00 |
| 15. Does not entail unnecessary interruptions of the work flow.                 | 4.00 | 0.00 |
| 16. Provides error messages which are easy to understand.                       | 4.20 | 0.45 |
| 17. Error correction generally requires little effort.                          | 3.60 | 0.55 |
| 18. Gives concrete help for error correction.                                   | 3.80 | 0.45 |
| 19. Is easy to expand if new tasks arise for me.                                | 4.00 | 0.71 |
| 20. Is easily adaptable to my individual working style.                         | 4.40 | 0.55 |
| 21. Is, within its scope, easy to adapt for different tasks by me.              | 4.20 | 0.84 |
| 22. Is Concept suitable for system  | 4.80 | 0.45 |

| Category | Mean | SD   |
|----------|------|------|
| Total    | 4.18 | 0.50 |

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อภาพรวมของระบบโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.18$  และ  $SD = 0.50$ ) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อระบบด้าน Offers all necessary functions to efficiently master all given tasks ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Does not require unnecessary input ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.00$  และ  $SD = 0$ ) ด้าน Appropriately meets the demands of the work ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.66$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Provides sufficient information about which entries are valid and necessary ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Does provide on request context-sensitive explanations, which are concretely helpful ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 3.60$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Does automatically offer context-sensitive explanations, which are concretely helpful ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.00$  และ  $SD = 0.71$ ) ด้าน Facilitates orientation due to a consistent design ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.00$  และ  $SD = 0.71$ ) ด้าน Provides sufficient insight regarding its current status ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.80$  และ  $SD = 0.45$ ) ด้าน Is designed according to a consistent principle ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 3.60$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Requires little time to learn ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$  และ  $SD = 0.89$ ) ด้าน Does not require the memorization of too many details ที่ระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.80$  และ  $SD = 0.45$ ) ด้าน Is easy to learn without external support or a handbook ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 3.60$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Does not force the user to follow an unnecessarily rigid sequence of steps ที่ระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.80$  และ  $SD = 0.45$ ) ด้าน Supports easy switching between individual menus or masks ที่ระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.80$  และ  $SD = 0.45$ ) ด้าน Does not entail unnecessary interruptions of the work flow ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.00$  และ  $SD = 0$ ) ด้าน Provides error messages which are easy to understand ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.00$  และ  $SD = 0$ ) ด้าน Error correction generally requires little effort ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.20$  และ  $SD = 0.45$ ) ด้าน Gives concrete help for error correction ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 3.60$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Is easy to expand if new tasks arise for me ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 3.80$  และ  $SD = 0.45$ ) ด้าน Is easily adaptable to my individual working style ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$  และ  $SD = 0.55$ ) ด้าน Is, within its scope, easy to adapt for different tasks by me

ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.20$  และ  $SD = 0.84$ ) และด้าน Is Concept suitable for system ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.80$  และ  $SD = 0.45$ ) ตามลำดับ

### 3. การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ โดยการใช้แบบสอบถามการจัดอันดับ (rating scale)

สำหรับการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ (proposed sampling) และใช้แบบสอบถามแบบ 5 ระดับ เป็นเครื่องมือในการวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อคุณภาพโดยรวมของระบบ

| รายการ   | ระดับความคิดเห็น |      |          |
|--|------------------|------|----------|
|  | Mean             | SD   | ความหมาย |
| - ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่สื่อ                | 4.29             | 0.54 | ดี       |
| - การออกแบบหน้าจอและเมนูมีความเหมาะสม          | 4.34             | 0.56 | ดี       |
| - การอธิบายการตอบสนองกับสื่อ                   | 4.19             | 0.64 | ดี       |
| - ความเหมาะสมในการรายงานผล                     | 4.19             | 0.67 | ดี       |
| - ความสมบูรณ์ของสื่อ                           | 4.10             | 0.66 | ดี       |
| - ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา             | 4.40             | 0.57 | ดี       |
| - ความเหมาะสมของขนาดของตัวอักษร                | 4.54             | 0.54 | ดีมาก    |
| - รูปแบบของตัวอักษรอ่านง่ายและชัดเจน           | 4.52             | 0.55 | ดีมาก    |
| - ความเหมาะสมในการจัดวางตัวอักษร               | 4.44             | 0.54 | ดี       |
| - ความเด่นชัดของข้อความที่ต้องการเน้นความสำคัญ | 4.27             | 0.64 | ดี       |
| - ความชัดเจนและสีสันทันของรูปภาพ               | 4.23             | 0.76 | ดี       |

| รายการ   | ระดับความคิดเห็น |      |          |
|--|------------------|------|----------|
|  | Mean             | SD   | ความหมาย |
| - การสื่อความหมายของรูปภาพ                       | 4.19             | 0.64 | ดี       |
| - ความเหมาะสมของจำนวนรูปภาพ                      | 4.15             | 0.71 | ดี       |
| - ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งภาพ                  | 4.27             | 0.61 | ดี       |
| - ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย           | 4.17             | 0.69 | ดี       |
| - เสียงมีความชัดเจน                              | 4.00             | 0.71 | ดี       |
| - ความเหมาะสมของระดับความดังเสียง                | 3.96             | 0.68 | ดี       |
| - ความสอดคล้องของเสียง                           | 4.04             | 0.68 | ดี       |
| - ความเหมาะสมในการใช้เสียงดนตรีประกอบ            | 4.27             | 0.64 | ดี       |
| - ความเหมาะสมในการใช้เสียงเร้าความสนใจ           | 4.15             | 0.71 | ดี       |
| - ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์    | 4.40             | 0.61 | ดี       |
| - ความชัดเจนและเข้าใจง่ายของเนื้อหา              | 4.40             | 0.54 | ดี       |
| - ความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหา              | 4.27             | 0.61 | ดี       |
| - การใช้รูปภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหา             | 4.35             | 0.56 | ดี       |
| - ความเหมาะสมของการผสมผสานในด้านองค์ประกอบต่าง ๆ | 4.33             | 0.56 | ดี       |
| - ความเหมาะสมของกราฟิกที่ใช้                     | 4.44             | 0.65 | ดี       |
| - ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงเนื้อหา               | 4.44             | 0.62 | ดี       |

| รายการ                                  | ระดับความคิดเห็น |             |           |
|---|------------------|-------------|-----------|
|   | Mean             | SD          | ความหมาย  |
| - ความเหมาะสมของรูปแบบการโต้ตอบ         | 4.21             | 0.68        | ดี        |
| - ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับ    | 4.23             | 0.69        | ดี        |
| - การเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้โต้ตอบกับสื่อ | 4.44             | 0.68        | ดี        |
| <b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>                     | <b>4.27</b>      | <b>0.63</b> | <b>ดี</b> |

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อคุณภาพระบบ มีค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.27$  และ  $SD = 0.63$ ) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการนำเข้าสู่การเรียนการสอนที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.29$  และ  $SD = 0.54$ ) มีความพึงพอใจต่อการออกแบบหน้าจอและเมนูมีความเหมาะสมที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.34$  และ  $SD = 0.56$ ) มีความพึงพอใจต่อการอธิบายการตอบสนองกับสื่อการเรียนการสอนที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.19$  และ  $SD = 0.64$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการรายงานผลที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.19$  และ  $SD = 0.67$ ) มีความพึงพอใจต่อความสมบูรณ์ของสื่อการเรียนการสอนที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.10$  และ  $SD = 0.66$ ) มีความพึงพอใจต่อความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษาที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$  และ  $SD = 0.57$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของขนาดของตัวอักษรที่ระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.54$  และ  $SD = 0.54$ ) มีความพึงพอใจต่อรูปแบบของตัวอักษรอ่านง่ายและชัดเจนที่ระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.52$  และ  $SD = 0.55$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการจัดวางตัวอักษรที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.44$  และ  $SD = 0.54$ ) มีความพึงพอใจต่อความเด่นชัดของข้อความที่ต้องการเน้นความสำคัญที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.27$  และ  $SD = 0.64$ ) มีความพึงพอใจต่อความชัดเจนและสีสันทันของรูปภาพที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.23$  และ  $SD = 0.76$ ) มีความพึงพอใจต่อการสื่อความหมายของรูปภาพที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.19$  และ  $SD = 0.64$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของจำนวนรูปภาพที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.15$  และ  $SD = 0.71$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการวางตำแหน่งภาพที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.27$  และ  $SD = 0.61$ ) มีความพึงพอใจต่อความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยายที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.17$  และ  $SD = 0.69$ ) มีความพึงพอใจ

ต่อเสียงมีความชัดเจนที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.00$  และ  $SD = 0.71$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของระดับความดังเสียงที่ระดับดี ( $\bar{X} = 3.96$  และ  $SD = 0.68$ ) มีความพึงพอใจต่อความสอดคล้องของเสียงที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.04$  และ  $SD = 0.68$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการใช้เสียงดนตรีประกอบที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.27$  และ  $SD = 0.64$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการใช้เสียงร่ำความสนใจที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.15$  และ  $SD = 0.71$ ) มีความพึงพอใจต่อความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$  และ  $SD = 0.61$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการใช้เสียงดนตรีประกอบความชัดเจนและเข้าใจง่ายของเนื้อหาที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.40$  และ  $SD = 0.54$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหาที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.27$  และ  $SD = 0.61$ ) มีความพึงพอใจต่อการใช้รูปภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.35$  และ  $SD = 0.56$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของการผสมผสานในด้านองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.33$  และ  $SD = 0.56$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของกราฟิกที่ใช้ที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.44$  และ  $SD = 0.65$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมในการเชื่อมโยงเนื้อหาที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.44$  และ  $SD = 0.62$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของรูปแบบการโต้ตอบที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.21$  และ  $SD = 0.68$ ) มีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.23$  และ  $SD = 0.69$ ) และมีความพึงพอใจต่อการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้โต้ตอบกับสื่อการเรียนการสอนที่ระดับดี ( $\bar{X} = 4.44$  และ  $SD = 0.68$ )

จากการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจข้างต้นพบว่า ระบบมีคุณภาพในการสนับสนุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีแนวทางในการนำนวัตกรรมมาใช้ในการพัฒนาทางด้านการศึกษได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักศึกษาสามารถค้นหาห้องเรียน สถานที่ และหน่วยงานต่าง ๆ รวมทั้งทราบถึงหน้าที่การทำงานของแต่ละหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยผ่านเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงได้เป็นอย่างดี

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผลจากการวิจัยสามารถนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

#### 1. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ทำให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

1) สภาพแวดล้อมของระบบ การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ที่มีการนำนวัตกรรมด้านการดำเนินการวิจัยเชิงระบบ (system approach) และรูปแบบความเสมือนจริง เพื่อให้การแสดงผลของระบบออกมาได้เสมือนจริง

2) กรอบแนวคิดของระบบ เริ่มจากการวิเคราะห์รายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบและสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ของความเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือ JAVA และ XML และใช้ MAYA และ UNITY ในการออกแบบโมเดล

การประเมินประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำระบบไปทดสอบการใช้งานเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำระบบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบตามมาตรฐาน ISO 9241/110-5 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อภาพรวมของระบบมีค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับดี ( $X = 4.18$  และ  $SD = 0.50$ )



การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จากการสำรวจความคิดเห็นและความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วน 5 ระดับ พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมด้านต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับดี ( $X = 4.27$  และ  $SD = 0.63$ )

## 2. การอภิปรายผล

การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบาย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ คือ การพัฒนาระบบที่มีคุณภาพ อันเนื่องมาจากการออกแบบที่กระทำอย่างเป็นระบบ โดยนำขั้นตอนการออกแบบ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนวิเคราะห์ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการพัฒนา ขั้นตอนการนำไปใช้ และขั้นตอนการปรับปรุง รวมทั้งการประเมินผล ในขั้นตอนการออกแบบ ผู้วิจัยได้นำผลจากการวิเคราะห์มาดำเนินการออกแบบโดยมีการออกแบบเนื้อหาอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการสร้างแผนภูมिरะดมสมอง เพื่อค้นหาหัวข้อ แล้วจัดทำแผนภูมิหัวข้อเรื่องสัมพันธ์ เพื่อรวบรวมหัวข้อที่ต้องการ เพื่อตัดและเพิ่มหัวข้อในบางส่วน รวมทั้งการใส่ภาพนิ่ง ภาพประกอบที่ตรงกับเอกสารและพิมพ์เขียวของมหาวิทยาลัย ซึ่งสอดคล้องกับไฟโรจน์ ติรณธนากุล (2528) ที่กล่าวไว้ว่า สื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียควรแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ผู้เรียนสามารถเลือกความยากง่ายของเนื้อหา และกิจกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการและความสามารถของผู้เรียน มีภาพและเสียงประกอบ และมีเกณฑ์การวัดผลที่ชัดเจน ในขั้นตอนการพัฒนาได้นำสิ่งที่ออกแบบมาพัฒนาพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ในขั้นประเมินผลได้นำบทเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อทั้งบทเรียนและแบบทดสอบ และมีการนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน จึงได้สื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ประกอบชุดฝึกที่มีคุณภาพและตรงตามความต้องการของผู้เรียนขึ้นมา

ผลการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี โดยผลการประเมินในส่วนของการใช้ขนาดของภาพนิ่ง ส่วนของภาพเคลื่อนไหว การใช้สีสันและความสวยงามของตัวอักษร รวมทั้งภาพรวมของโปรแกรม อยู่ในเกณฑ์ดี เห็นได้จากผลการประเมินในส่วนของสื่อเสมือนจริงอยู่ในเกณฑ์ดีทำให้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน ซึ่ง สุมาลี จันทรชะลอ (2542) กล่าวว่า การพัฒนาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง ผ่านกระบวนการและขั้นตอนการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญมากมาย ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพและ

เหมาะสมที่จะนำไปใช้เพื่อการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์และสื่อเสมือนจริงได้เป็นอย่างดี

จากผลการอภิปรายข้างต้นสรุปได้ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและด้านสื่อ มีความง่ายในการใช้งาน ผู้เรียนสามารถใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจ ความกระตือรือร้นและสนใจเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เพราะสื่อมีลักษณะน่าสนใจในรูปแบบเสมือนจริง ทั้งยังประกอบด้วยภาพ เสียง สื่อมัลติมีเดีย และระบบปฏิสัมพันธ์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมิน เป็นทักษะการคิดระดับสูง ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

### 3. ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มการเชื่อมโยงกับระบบการเรียนการสอนออนไลน์เพื่อให้สามารถเข้าเรียนวิชาต่าง ๆ ได้ผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อแนะนำพื้นที่ให้กับผู้เข้ามาติดต่อหน่วยงานราชการด้วยเทคโนโลยีเสมือนผ่านโมบายกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์จะสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
2. การเรียนรู้ในระบบ ควรมีการนำแบบฝึกและแบบประเมินที่หลากหลายเพิ่มเติม เช่น ประเภทอัตนัย ปรนัย จับคู่ถูกผิด เป็นต้น และควรปรับวิธีการประเมินทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนให้หลากหลายมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อสามารถวิเคราะห์การพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนได้ในหลาย ๆ ด้าน

## บรรณานุกรม

- กนกวรรณ อินทร์ต้น. (2545). การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อการศึกษาด้วยตนเองเรื่องการจัดระบบการเรียนการสอน (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก:  
[http://www.thaiedresearch.org/result/detail\\_add.php?id=5784](http://www.thaiedresearch.org/result/detail_add.php?id=5784) [2556, 10 มกราคม].
- กรมวิชาการ. (2534). ชุดกิจกรรมการสอนและการฝึกทักษะกระบวนการกลุ่ม. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์
- กรมส่งเสริมวัฒนธรรม (2553). ประเพณีไทย (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก  
<http://www.culture.go.th/thai/index.php> [2556, 19 ธันวาคม].
- กองบรรณาธิการคอมพิวเตอร์รีวิว. (2537). เปิดโลกมัลติมีเดีย, มัลติมีเดีย ปีที่ 11 (ฉบับที่) 119 ก.ค. 128-133 คอมพิวเตอร์รีวิว.
- กำพล ดำรงวงศ์. (2540). การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อการสอนการสร้างผังมโนทัศน์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรมการ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_ (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรมการ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). การปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ครรชิต จามรมาน. (2538). การสืบค้นข้อมูลในระบบเครือข่าย INTERNET, หน้า 31-34.  
วารสารชมรมนิสิต วิชา บรรณารักษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 14, 13 (2540)
- ใจทิพย์ เข็วรัตนพงษ์. (2539). การพัฒนาหลักสูตร : หลักการและแนวทางปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ อลิเพรส.
- ทรูปลูกปัญญา. (2540). วัฒนธรรม ประเพณี และภูมิปัญญาในชุมชน. นิตยสารปลูกปัญญา. ปีที่ 3 (ฉบับที่) 15 (มี.ค. 2540):หน้า 110.
- ชนะพัฒน์ ถึงสุข และ ชเนนทร์ สุขวารี. (2538). เปิดโลกมัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์.
- ธนิตรา มะลิซ้อน. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้แผนผังทางปัญญาที่ส่งเสริมความคงทนในการเรียน วิชาการสื่อสารมวลชน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต

- มหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี,  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.  
ธเนศ หาญใจ. (2550). การออกแบบสิ่งพิมพ์ . (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก  
[http://www.keereerat.ac.th/wbiprinting/WBI/wbi\\_8/lesson/design\\_1.htm](http://www.keereerat.ac.th/wbiprinting/WBI/wbi_8/lesson/design_1.htm) [2556, 12  
ธันวาคม].
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2547). สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในบริบทของการเรียนรู้ร่วมกัน. (ออนไลน์). เข้าถึงได้  
จาก <http://www.ku.ac.th/e-magazine/may/47/it/ecollorative.html> [2556, 19  
ธันวาคม].
- พรทิพย์ อัจฉิมารังษี. (2536). มัลติมีเดีย : ผู้ช่วยสร้างบทเรียนสำหรับครู. วารสารศึกษาศาสตร์  
ปริทัศน์ (ฉบับรวมเล่ม) 21:25.
- พรพิไล เลิศวิชา. (2544). มัลติมีเดียเทคโนโลยีกับโรงเรียนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ธารปัญญา.  
พันธเสน อภิชัย. (2549). สังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง. กรุงเทพฯ: สำนักงาน  
กองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุลม. (2544). E-Education. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปีที่ 3 (ฉบับที่) 5  
(เม.ย. – ก.ย.):หน้า 16-23.
- รุ่ง แก้วแดง. (2543). ปฏิวัติการศึกษาไทย (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: มติชน.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2545). การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่.  
(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://www.thaicai.com/articles/cai4.html>. [2556, 19  
ธันวาคม].
- วารดา พุ่มผกา. (2544). การศึกษาเนื้อหาและรูปแบบเว็บไซต์และพิพิธภัณฑ์ไทย. วิทยานิพนธ์  
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวัฒนธรรมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เศรษฐชัย ชัยสนิท. (2550). เทคโนโลยีสารสนเทศ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วังอักษร.
- เศรษฐชัย ชัยสนิท และจิตาภัส สัมพันธ์สมโภช. (2550). ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. กรุงเทพฯ:  
วังอักษร.
- เศรษฐชัย ชัยสนิท และเตชา อัครวิสิทธิ์ถาวร. (2549). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. กรุงเทพฯ:  
วังอักษร.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2549). สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนา  
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.nesd.go.th/Default.aspx?tabid=139> [2555, 19 ธันวาคม].
- สิทธิชัย จินดาอินทร์. (2538). การพัฒนาพิพิธภัณฑ์ของกองทัพอากาศ. ใน เอกสารวิจัยส่วนบุคคล  
หลักสูตรวิทยาลัยการทัพอากาศ. หน้าที่ 8, กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการทัพอากาศ.

- เสาวคนธ์ อุ่นยนต์. (2541). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ  
มัลติมีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนุชัย ชีรเรืองไชยศรี. (2547). คู่มือการใช้ระบบการเรียนการสอน Moodle ฉบับร่างรุ่น 02.  
กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Abuloum, A. M. (1998). Using the World Wide Web (WWW) for Educational Activities.  
Lincoln, Nebraska: the University of Nebraska.
- Andries van Dam, Andrew S. Forsberg, David H. Laidlaw, Joseph J. LaViola Jr., &  
Rosemary Michelle Simpson. (2000). Immersive VR for scientific visualization: A  
progress report. IEEE Computer Graphics and Applications, 20(6), pp. 26-52.
- Baker, M. P., & Wickens, C. D. (1995), Human factors in virtual environments for the  
visual analysis of scientific data. Savoy, IL: Aviation Research Laboratory,  
Institute of Aviation, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Bell, John T., & Fogler, H Scott. (2003). Implementing virtual reality laboratory  
accidents using the half-life game engine, world up, and java3D. Proceedings  
of American Society for Engineering Education Annual Conference (pp. 22-28).  
Nashville, TN: American Society for Engineering Education.
- Burdea G. & Coiffet P. (1994). Virtual reality technology. New York, NY: John Wiley.
- Jobert-Egou, C. (2003). Learning management system: a case study of the  
implementation of a web-based competency and training management  
program at Bell Canada. (On-line). Available:  
[www.lib.umi.com/dissertation/fullcit/MQ0077921](http://www.lib.umi.com/dissertation/fullcit/MQ0077921), [2015, July18].
- Kalawsky, Roy. (1996). Exploiting virtual reality techniques in education and training  
technological issues, advanced VR reseach centre, Loughborough University of  
Technogy. (On-line). Available: <http://www.lboro.ac.uk>, [2015, July 20].
- Krueger, M.W. (1993). An easy entry artificial reality, In Virtual Reality: Applications and  
Explorations, A. Wexelblat (ed.) (pp. 17-35), Boston, MA: Academic Press.
- Klaus, David, Microgravity. Encyclopedia of Astrobiology, Part 13/M, Muriel Gargaud  
(ed.), pp. 1054-1055. 2011. Berlin Heidelberg Springer-Verlag.

- Liu, Gi-Zen. (2003). An Instruction Design Theory for Teaching Freshman English in a Hybrid Web-based Instruction Course in Taiwan (China) (Online). Available: [www.fno.org/nov01/ c7.html](http://www.fno.org/nov01/c7.html), [2015, July 18].
- Nimnual, Ratdawan., & Suksakulchai, Surachai. (2008). Work in progress collaborative learning for packaging design using KM and VR. Proceedings of Frontiers in Education Conference. Saratoga Spring, NY: Frontiers Education.
- Settachai Chaisanit. (2011). The web-based environment: a participatory theory-based design process for development and evaluation. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 29(3), pp. 282-288.
- Sutecharuwat, Pramual, & Sapanuratana, Supaporn. (2008). The Virtual Catalogue (cd-rom). Proceeding of NICOGRAPH International, Pattaya, Thailand, May 30-31.
- Szalavári, Zsolt, Schmalstieg, Dieter, Fuhrmann, Anton, & Gervautz, Michael. (1998). Studierstube - An environment for collaboration in augmented reality. *Virtual Reality: Research, Development & Applications*, 3(1), pp. 37-48.
- Vladimir, N. Vapnik. (2000). *Statistical Learning Theory*. New York, NY: John Wiley and Sons.
- Wickens, Christopher, & Baker, Polly. (1995). Cognitive issues in virtual reality. In *Virtual Environments and Advanced Interface Design*, chapter 13, (pp. 516-541). London: Oxford University Press.



ภาคผนวก ก

แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

## แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

### คำชี้แจง

แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบตามมาตรฐาน ISO 9241/110-S

โดย Prof. Dr. Jochen Prümper (2010). ISONORM 9241/110-S: Evaluation of software based upon International Standard ISO 9241, Part 110. HTW Berlin, Manuscript Questionnaire.

### ISONORM 9241/110-S

Evaluation of software based upon International Standard ISO 9241, Part 110

In the following, you are kindly requested to evaluate software based upon the International Standard ISO 9241, Part 110 “Ergonomics of human-system interaction - Dialogue principles”.

### Please read carefully:

- The goal of this evaluation is to detect weaknesses in software and to develop concrete suggestions for improvement.
- In order to achieve this, your judgment as user of a specific software program is of paramount importance. Your evaluation of the software in question should be based on your personal experience.
- It is important to remember that this is not an evaluation of you personally. Rather, we are interested in your personal evaluation of the software you are working with.



| Item  | Scale |   |   |   |   |
|---|-------|---|---|---|---|
|   | 5     | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. Offers all necessary functions to efficiently master all given tasks.                  |       |   |   |   |   |
| 2. Does not require unnecessary input.  |       |   |   |   |   |
| 3. Appropriately meets the demands of the work.   |       |   |   |   |   |
| 4. Provides sufficient information about which entries are valid and necessary.           |       |   |   |   |   |
| 5. Does provide on request context-sensitive explanations, which are concretely helpful.  |       |   |   |   |   |
| 6. Does automatically offer context-sensitive explanations, which are concretely helpful. |       |   |   |   |   |
| 7. Facilitates orientation due to a consistent design.                                    |       |   |   |   |   |
| 8. Provides sufficient insight regarding its current status.                              |       |   |   |   |   |
| 9. Is designed according to a consistent principle.                                       |       |   |   |   |   |
| 10. Requires little time to learn.  |       |   |   |   |   |
| 11. Does not require the memorization of too many details.                                |       |   |   |   |   |
| 12. Is easy to learn without external support or a handbook.                              |       |   |   |   |   |
| 13. Does not force the user to follow an unnecessarily rigid sequence of steps.           |       |   |   |   |   |
| 14. Supports easy switching between individual menus or masks.                            |       |   |   |   |   |
| 15. Does not entail unnecessary interruptions of the work flow.                           |       |   |   |   |   |
| 16. Provides error messages which are easy to understand.                                 |       |   |   |   |   |
| 17. Error correction generally requires little effort.                                    |       |   |   |   |   |
| 18. Gives concrete help for error correction.   |       |   |   |   |   |

| Item   | Scale |   |   |   |   |
|--|-------|---|---|---|---|
|  | 5     | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 19. . Is easy to expand if new tasks arise for me.                 |       |   |   |   |   |
| 20. Is easily adaptable to my individual working style             |       |   |   |   |   |
| 21. Is, within its scope, easy to adapt for different tasks by me. |       |   |   |   |   |
| 22. Is Concept suitable for system                                 |       |   |   |   |   |

Your comments:

.....

.....

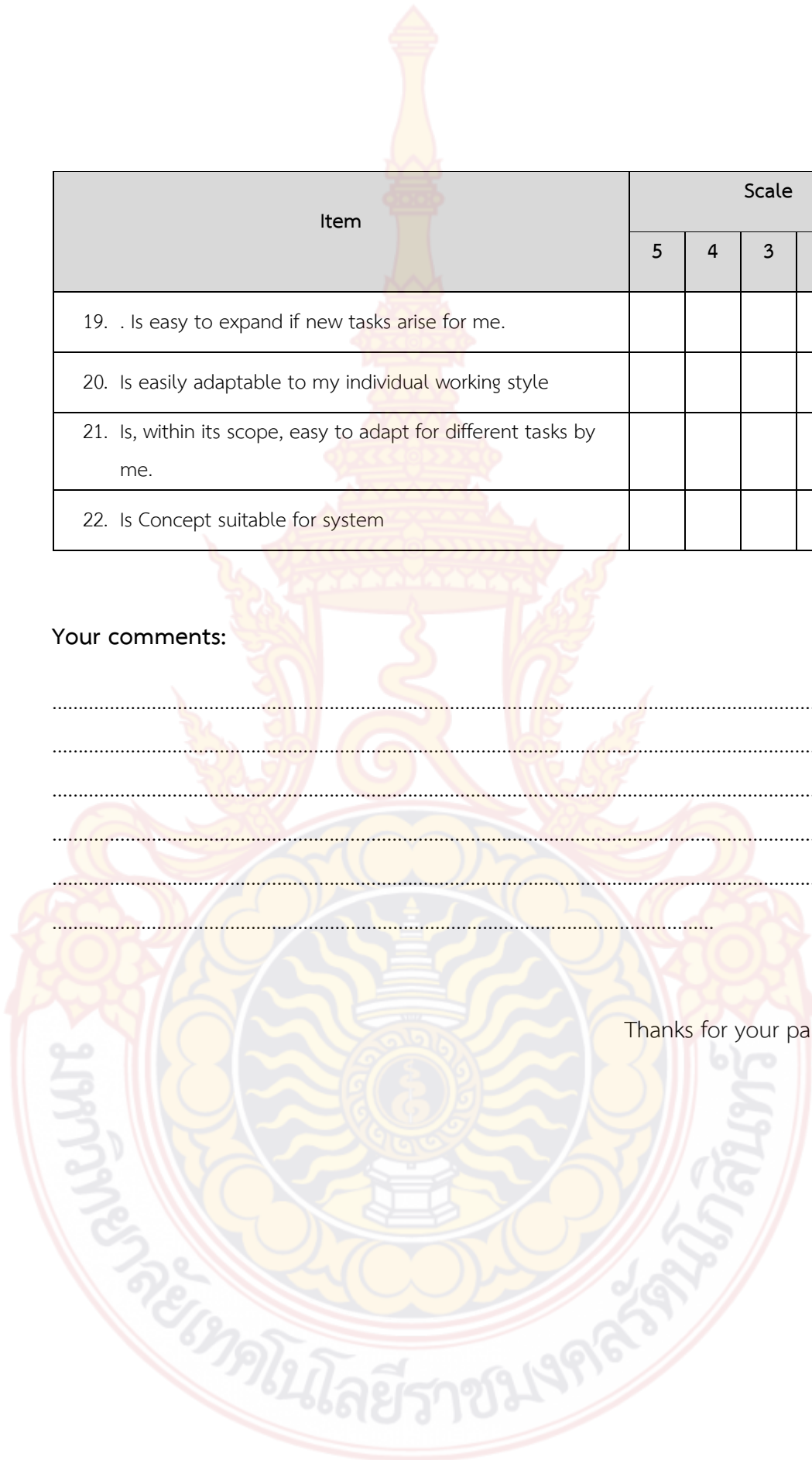
.....

.....

.....

.....

Thanks for your participation





ภาคผนวก ข  
แบบประเมินความพึงพอใจ

## แบบประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

| ข้อความ   | ระดับความคิดเห็น |       |         |       |            |
|---|------------------|-------|---------|-------|------------|
|   | มากที่สุด        | มาก   | ปานกลาง | น้อย  | น้อยที่สุด |
| <b>1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน</b>                      |                  |       |         |       |            |
| 1.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน                    | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 1.2 การวางรูปแบบของหน้าจอ                                     | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 1.3 การออกแบบข้อความได้สวยงาม                                 | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 1.4 ความเหมาะสมของภาพ   | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 1.5 ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ                              | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 1.6 ระยะเวลาในการนำเสนอ                                       | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 1.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเนื้อหาที่ผ่านมาแล้วได้    | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| <b>2. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้</b>                    |                  |       |         |       |            |
| 2.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทาง<br>และการทำงานของระบบ | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 2.2 มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่                   | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมตลอดการเรียน                | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 2.4 ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบการมี<br>ปฏิสัมพันธ์   | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 2.5 การกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองในบทเรียน                     | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |
| 2.6 การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้                          | .....            | ..... | .....   | ..... | .....      |

ข้อเสนอแนะ

---



---



---



---



---



ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวัดกรรม

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือนวัตกรรม

### 1. ผศ.ดร. สัมพันธ์ จันทร์ดี

ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงาน: สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ ศาลายา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

| ระดับการศึกษา | วุฒิกการศึกษา | สาขา                              | ชื่อสถาบัน                            |
|---------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| ปริญญาเอก     | Ph.D.         | Learning Innovation in Technology | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| ปริญญาโท      | ค.ม.          | คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ   | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| ปริญญาตรี     | บธ.บ.         | คอมพิวเตอร์ธุรกิจ                 | มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์              |

### 2. ผศ. ดร.วชิราพรรณ แก้วประพันธ์

ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงาน: ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

| ระดับการศึกษา | วุฒิกการศึกษา | สาขา                              | ชื่อสถาบัน                            |
|---------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| ปริญญาเอก     | Ph.D.         | Learning Innovation in Technology | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| ปริญญาโท      | ค.ม.          | เทคโนโลยีการศึกษา                 | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                 |
| ปริญญาตรี     | ค.บ.          | เทคโนโลยีการศึกษา                 | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                 |

### 3. ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์

ตำแหน่ง: อาจารย์ประจำ

หน่วยงาน: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

| ระดับการศึกษา | วุฒิกการศึกษา | สาขา                              | ชื่อสถาบัน                                  |
|---------------|---------------|-----------------------------------|---|
| ปริญญาเอก     | Ph.D.         | Learning Innovation in Technology | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี       |
| ปริญญาโท      | คอ.ม.         | เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา              | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ |
| ปริญญาตรี     | คอ.บ.         | อุตสาหกรรม                        | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร           |

### 4. ผศ. ดร.พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ์

ตำแหน่ง: รองผู้อำนวยการ ศูนย์ E-learning ม.รังสิต

หน่วยงาน: มหาวิทยาลัยรังสิต

| ระดับการศึกษา | วุฒิกการศึกษา | สาขา                              | ชื่อสถาบัน                                  |
|---------------|---------------|-----------------------------------|---|
| ปริญญาเอก     | Ph.D.         | Learning Innovation in Technology | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี       |
| ปริญญาโท      | คอ.ม.         | เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา              | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ |
| ปริญญาตรี     | คอ.บ.         | ไฟฟ้าและการสื่อสาร                | สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน                      |

5. ผศ. ดร.ทงศักดิ์ โสวจัสตาทกุล

ตำแหน่ง: หัวหน้าสาขา

หน่วยงาน: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

| ระดับการศึกษา | วุฒิกการศึกษา | สาขา                              | ชื่อสถาบัน  |
|---------------|---------------|-----------------------------------|---|
| ปริญญาเอก     | Ph.D.         | Learning Innovation in Technology | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี               |
| ปริญญาโท      | คอ.ม.         | บริหารอาชีพศึกษา                  | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| ปริญญาตรี     | บธ.บ.         | การตลาด                           | มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์                           |







ประวัติผู้วิจัย

## ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - สกุล นายชเนศ รัตน์อุบล

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. หน่วยงานที่สามารถติดต่อได้

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ 024416075

chanate.r@rmutr.ac.th , crat9@hotmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาโท

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ

พ.ศ. 2549

ปริญญาตรี

วิทยาลัยทองสุข บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

พ.ศ. 2543

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ระบบฐานข้อมูล, เครือข่าย

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

- การพัฒนาระบบเสมือนจริงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ปี 2551 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ งบประมาณประโยชน์

- การพัฒนาสื่อการสอน เรื่อง หลักการออกแบบ User Interface บนระบบเครือข่าย / อินเทอร์เน็ต ด้วยเทคนิค FrontPage ปี 2552 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ งบประมาณ ๖๖,๖๖๖ บาท
- การพัฒนาสื่อการสอน เรื่อง หลักการออกแบบ User Interface บนระบบเครือข่าย / อินเทอร์เน็ต ด้วยเทคนิค FrontPage ปี 2551 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ งบประมาณ ๖๖,๖๖๖ บาท
- ปัจจัยที่มีผลต่อการท่องเที่ยวตลาดบางหลวง ปี 2553 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ งบประมาณ ๖๖,๖๖๖ บาท
- การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียการสอนวิธีการเชื่อมต่อโน้ตบุ๊กและเครื่องวิซวลไลเซอร์เพื่อนำเสนองาน ปี 2554 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ งบประมาณ ๖๖,๖๖๖ บาท
- การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนโดยนำตนเองบนเว็บแบบมัลติมีเดียด้วยเทคโนโลยียูทูป เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ปี 2555 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ งบประมาณ ๖๖,๖๖๖ บาท