การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

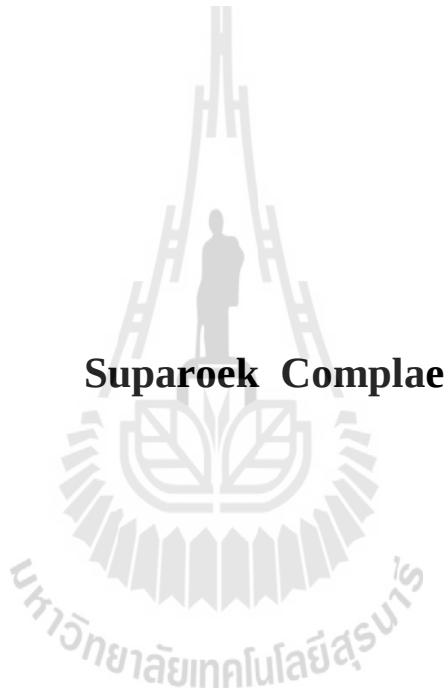
นายศุภฤกษ์ คำแปล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2558

THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A VIRTUAL LABORATORY FOR LEARNING IN THE TOPIC OF COMPUTER NETWORK

Suparoek Complae



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Information Science in Information Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2015

การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล)
ประธานกรรมการ

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์โชค โพธิ์สอาด)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

_____

(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

_____

(อาจารย์ ดร.พีรศักดิ์ สิริโยธิน)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

ศุภฤกษ์ คำแปล : การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A VIRTUAL LABORATORY FOR LEARNING IN THE TOPIC OF COMPUTER NETWORK) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล, 120 หน้า.

เครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่สำคัญของวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งการเรียนการสอนเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น จำเป็นต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทั้งแบบครุภัณฑ์และแบบวัสดุสิ้นเปลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากต้องการให้เกิดความชำนาญ จำเป็นต้องฝึกปฏิบัติหลายครั้งทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ลงทะเบียนวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น จำนวน 76 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยปฏิบัติ การปกติ จำนวน 38 คน และกลุ่มที่เรียนปฏิบัติเสมือนแบบ 3 มิติควบคู่กับปฏิบัติการปกติ จำนวน 38 คน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบ และทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ ควบคู่กับการเรียนในห้องปฏิบัติการปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

SUPAROEK COMPLAE : THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A VIRTUAL LABORATORY FOR LEARNING IN THE TOPIC OF COMPUTER NETWORK. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. THARA ANGSKUN, Ph.D., 120 PP.

The computer networks are essential treatises of computer innovation. The teaching of computer networks require a lot of equipment such as durable goods and wasted materials. In order to achieve proficiency, repeatedly practice is required. This may cause a lot of budget. To solve this issue, this research design and develop a virtual laboratory for learning of computer networks topic. The main objectives of this research are: 1) To design and develop a 3D virtual laboratory for learning in the topic of computer networks. 2) To compare the achievement of learners who take the virtual laboratory for computer network learning with a regular laboratory. The experimental group consists of 76 freshman students in the School of Information Technology, Suranaree University of Technology who has registered for the basic computer administration course. They were separated into 2 groups. There are 38 Students who learn by the regular laboratory and 38 students who learn by the 3D's virtual laboratory along with the regular laboratory. Then, compare the scores from Pre-test and Prot-test of both groups and evaluate the T-test.

The evaluation results indicated the achievement learning of the learners who learn by the 3D virtual laboratory with regular laboratory have Post-test score higher then Pre-test score at significant level of .05.

School of Information Technology Student's Signature _____

Academic Year 2015 Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือ ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ พลนิกรกิจ หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำ แนวคิด ด้านเนื้อหาการเรียนการสอน และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์โชค โพธิ์สอาด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา รวมทั้งข้อคิดเห็นต่อการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล ผู้ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.พิชญสินี กิจวัฒนาถาวร ที่ให้ความช่วยเหลือพร้อมทั้งอนุเคราะห์กลุ่มทดลองในรายวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ตลอดจนขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และประสบการณ์อันมีค่าอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา คุณยาย ของผู้วิจัยและทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจกับผู้วิจัยเสมอจนสำเร็จการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศุภฤกษ์ คำแปล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... จ
สารบัญรูปภาพ ..... ซ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 สมมติฐานการวิจัย 3
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.7 คำอธิบายศัพท์ 4

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ 6
2.1.1 ความหมายของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ 6
2.1.2 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ 7
2.1.3 คุณสมบัติของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ 11
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ 12
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับปฏิบัติการเสมือน 13
2.3.1 ความหมายปฏิบัติการเสมือน 13
2.3.2 คุณลักษณะบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน 14
2.3.3 ประเภทของบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน 15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2.3.4 ประโยชน์ของบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน 17
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 17
2.4.1 ประโยชน์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 18
2.4.2 ประเภทของเครือข่าย (Categories of Networks) 18
2.4.3 การเชื่อมต่อเครือข่าย (Line Configuration) 21
2.4.4 การเชื่อมโยงระหว่างเครือข่าย (Basic Configuration) 22
2.4.5 อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 28
2.4.6 สายสัญญาณและหัวเชื่อมต่อ 30
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์กราฟิก 35
2.5.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์กราฟิก 35
2.5.2 การสร้างภาพ 3 มิติ 37
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 39
3 วิธีการดำเนินการวิจัย 45
3.1 วิธีการวิจัย 45
3.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการ 46
3.1.2 ออกแบบและพัฒนาระบบ 47
3.1.3 ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพ 54
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 55
3.2.1 ประชากร 55
3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง 56
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 57
3.3.1 เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้พัฒนาระบบ 57
3.3.2 เครื่องมือสำหรับการทดสอบผลสัมฤทธิ์ 57
3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินระบบ 58
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 59
3.5 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ 60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3.5.1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ 60
3.5.2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 61
4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 64
4.1 ผลการพัฒนาระบบ 65
4.1.1 ชุดฝึกทดลองเข้าหัว RJ-45 65
4.1.2 ชุดการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง 68
4.1.3 ชุดทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 69
4.2 ผลการประเมินระบบ 71
4.2.1 การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ 71
4.2.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 79
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 82
5.1 สรุปผลการวิจัย 82
5.2 การประยุกต์ผลการวิจัย 84
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 84
รายการอ้างอิง 86
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก แบบประเมินแบบสอบถามเพื่อประเมินความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 90
ภาคผนวก ข แบบสอบถามเพื่อประเมินความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 96
ภาคผนวก ค แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 100
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 117
ประวัติผู้วิจัย 120

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การเปรียบเทียบจุดเด่นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 42
3.1 ตัวแปรที่ใช้ศึกษาทดลองปฏิบัติการเสมือน 47
3.2 การออกแบบแผนภาพอีอาร์ไดอะแกรม 54
3.3 การออกแบบพจนานุกรมข้อมูล 54
4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านประสิทธิภาพของระบบ 73
4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านประสิทธิผลของระบบ 74
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านความยืดหยุ่นของระบบ 75
4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ของระบบ 76
4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานของระบบ 77
4.6 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ในแต่ละด้านของปฏิบัติการเสมือน 78
4.7 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) 79
4.8 ตารางคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 80
4.9 ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 81
4.10 ตารางคะแนนผลการปฏิบัติของกลุ่มตัวอย่าง 81

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบระยะทางและขนาดพื้นที่กับประเภทเครือข่ายที่ใช้งาน 19
2.2 เครือข่ายท้องถิ่น 19
2.3 เครือข่ายระดับเมือง 20
2.4 เครือข่ายระดับประเทศ 20
2.5 การเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point 21
2.6 การเชื่อมต่อแบบ Multi-Point หรือ Multi-Drop 22
2.7 การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างเครื่องเทอมินอลกับเมนเฟรม 22
2.8 การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กับเมนเฟรม 23
2.9 การเชื่อมโยงเครือข่าย Microcomputer-to-LAN 24
2.10 การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายเน็ตเวิร์ค 25
2.11 การเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่นกับเครือข่ายท้องถิ่น 25
2.12 การเชื่อมโยงเครือข่ายส่วนบุคคลกับเวิร์คสเตชัน 26
2.13 การเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่นกับเครือข่ายระดับเมือง 26
2.14 การเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่นกับระดับประเทศ LAN-to-Internet 27
2.15 การเชื่อมโยงเครือข่ายดาวเทียมและไมโครเวฟ 28
2.16 ฮับแบบ 10/100/1000 Mbps 29
2.17 สวิตช์ (Switch) แบบ 10/100/1000 Mbps 30
2.18 เรท์เตอร์ (Router) 30
2.19 สายสัญญาณ UTP 31
2.20 สายเอสทีพี (Shielded Twisted Pairs: STP) 32
2.21 สายยูทีพี (Unshielded Twisted Pairs: UTP) 32
2.22 สายโคแอ็กเชียล (Coaxial Cable) 33
2.23 สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optics) 34
2.24 ทิศทางของแสงในสายใยแก้วนำแสงแบบมัลติโหมด 35
2.25 ทิศทางของแสงในสายใยแก้วนำแสงแบบซิงเกิลโหมด 35

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.26 ภาพไอโซเมตริก 37
2.27 ภาพเพอร์สเปคตีพ 38
2.28 ภาพออบบลีค 39
3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 45
3.2 โครงสร้างเบื้องต้นของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 47
3.3 การออกแบบโมเดลจำลองห้องสำนักงาน 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Google Sketch Up 48
3.4 การใส่ Action Script เพื่อกำหนดให้ระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ 49
3.5 Action Script กำหนดให้ระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ 50
3.6 แผนผังลำดับขั้นตอนของการสร้างชุดทดลองการเข้าหัว RJ-45 51
3.7 ตัวอย่างการออกแบบชุดการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง 52
3.8 ตัวอย่างการออกแบบชุดจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ภายในห้องสำนักงาน (Office Room) 53
3.9 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่าย 2 ชนิด 53
3.10 จำนวนผู้ประเมินระบบที่ส่งผลต่อค่าความเชื่อมั่นในการประเมินระบบ 56
4.1 แสดงการตัดสายยูทีพี (UTP) 65
4.2 แสดงการจัดเรียงสาย แบบสายตรง (Straight-Through-Cable) 66
4.3 แสดงการจัดเรียงสาย แบบสายไขว้ (Cross-Over) 66
4.4 แสดงการเข้าหัว RJ-45 67
4.5 แสดงแค้มหัว RJ-45 67
4.6 แสดงการใช้เม้าหยิบสายยูทีพี (UTP) เข้าอุปกรณ์ทดสอบ 68
4.7 ชุดเรียนรู้การเคลื่อนที่ของแสงในสายใยแก้วนำแสง 68
4.8 แสดงการจำลองห้องสำนักงานเพื่อใช้เชื่อมโยงอุปกรณ์เครือข่าย 69
4.9 แสดงการดูอุปกรณ์เครือข่ายด้วยมุมมอง 3 มิติ 69
4.10 แสดงการจำลองห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 70
4.11 แสดงการจำลองห้องบ้านพักหรือที่อยู่อาศัย 70
4.12 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย 71

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 4 ระบุว่า การศึกษาคือกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์ จรรโลงความก้าวหน้าทางวิทยาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้ ตลอดจนปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542: 3) และปัจจุบันภาครัฐให้ความสำคัญกับการศึกษา ซึ่งเห็นได้จากที่มีการมุ่งเน้นพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางปัญญาในระดับท้องถิ่น ชุมชนและระดับประเทศ โดยพัฒนาโครงข่ายโทรคมนาคมและบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศเพื่อสนับสนุนให้มีการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพและไม่มีที่สิ้นสุด ควบคู่กับการกำหนดทิศทางทิศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือไอซีที (Information and Communication Technology: ICT) ให้มีพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาให้เอื้อต่อการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ลงไปสู่ในระดับชุมชนและท้องถิ่น โดยมีการวางแนวทางพัฒนาจากระดับท้องถิ่นไปสู่ Smart Thailand ในปี 2563 เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและสร้างสังคมอุดมปัญญา (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, www, 2557)

เมื่อภาครัฐส่งเสริมให้มีการใช้ไอซีทีในหน่วยงานและสถานศึกษา สถาบันการศึกษาต่าง ๆ จึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการนำไอซีทีเข้ามาจัดการศึกษา ในลักษณะการเรียนการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ สร้างนวัตกรรมทางการศึกษาที่นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเรียนการสอน เริ่มจากการพัฒนาแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction: CAI) ไปสู่การเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction: WBI) จนกระทั่งเป็นระบบการเรียนการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ (สังคม ภูมิพันธ์ และคณะ, 2549: 2) และปัจจุบันเป็นการเรียนการสอนแบบไร้พรมแดน (Massive Open Online Courses: MOOCs) ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้จากสถาบันการศึกษาชั้นนำของนานาชาติได้อย่างไม่มีขีดจำกัดและไม่มีค่าใช้จ่าย (วรพล รัตนพันธ์, 2558)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นอีกหนึ่งสถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในหลักสูตรที่ต้องมีห้องปฏิบัติการ อาทิ ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สุขภาพ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้องปฏิบัติการเคมี ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ห้องปฏิบัติการ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ฯลฯ ซึ่งเครื่องมือฝึกทดลองมีราคาแพง หากมีการใช้งานบ่อยครั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ดังกล่าวก็จะชำรุด เมื่อซื้อทดแทนต้องใช้งบประมาณสูง ห้องปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นอีกปฏิบัติการหนึ่งที่มีปริมาณการใช้งานบ่อย มีนักศึกษาเข้าฝึกทดลองปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ฝึกมีทั้งแบบครุภัณฑ์และแบบวัสดุสิ้นเปลือง เพื่อให้เกิดความชำนาญจึงต้องฝึกปฏิบัติหลายครั้งทำให้สิ้นเปลือง

ห้องปฏิบัติการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นหนึ่งในปฏิบัติการที่จำเป็นต้องมีชุดฝึกทดลองปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษา ได้ทำการฝึกทดลองใช้เครื่องมือเพื่อให้เกิดความชำนาญ ชุดฝึกทดลองดังกล่าว ได้แก่ การเข้าหัว RJ-45 ชนิดต่าง ๆ การเรียนรู้การรับส่งข้อมูลด้วยสายชนิดต่าง ๆ เช่น สายคู่บิดเกลียว (Twisted Pair Cable หรือ TP) สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) และสายโคแอ็กเชียล (Coaxial Cable) ตลอดจนการทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์หลากหลายชนิดสู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ หากนักศึกษาได้เรียนรู้จากปฏิบัติการเหล่านี้ จนเกิดทักษะและความชำนาญ เมื่อนักศึกษาสำเร็จการศึกษาเข้าทำงานในสถานประกอบการ จะทำให้นักศึกษาสามารถนำไปแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามหากเครื่องมือและชุดทดลองดังกล่าวมีจำนวนไม่เพียงพอสำหรับนักศึกษาจำนวน 1 คนต่อชุดการทดลอง 1 ชุด นอกจากนี้ระยะเวลาของการใช้เครื่องมือเพื่อทำการฝึกทดลองมีไม่เพียงพออันเนื่องจากแต่ละคนใช้เวลานาน ส่งผลให้นักศึกษาขาดความชำนาญ ซึ่งการเรียนภาคปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทดลองปฏิบัติจริงเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ในสภาวะแวดล้อมจริง ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ จดจำจากความสำเร็จและผิดพลาดจากการทดลองฝึกปฏิบัตินำไปสู่การประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา (Bhattacharya A. and Gogolski A., 2009: 1-2)

การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สำหรับสนับสนุนการเรียนการสอน เป็นหนึ่งในหลายวิธีที่นำมาใช้แก้ปัญหาในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามารถสร้างนวัตกรรมทางด้านการจำลองสภาพแวดล้อมให้เสมือนหนึ่งว่าอยู่ในสถานที่จริง ซึ่งผู้ใช้สามารถสัมผัสได้ถึงรูปทรง ความกว้าง ความยาว ความสูง และความลึกของภาพ เทคโนโลยีภาพ 3 มิติ เป็นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้สร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีรูปแบบเป็นไฟล์ดิจิทัล ง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้งานด้วยเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่หลากหลาย ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูง มีสภาพแวดล้อมที่สมจริงทำให้ตอบสนองกับผู้เรียนได้ง่าย รวดเร็ว เติมเต็มจินตนาการ และส่งเสริมการเรียนรู้ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างชุดการทดลองแบบ 3 มิติเสมือนจริง จัดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่นำมาใช้สำหรับพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เป็นสื่อกลางในการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เสริมทักษะความสามารถตลอดจนต่อยอดแนวความคิดในการประยุกต์ความรู้เพื่อแก้ปัญหา

จากประเด็นดังกล่าว การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 3 มิติ มาออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถพัฒนาและเพิ่มทักษะการเรียนรู้ด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ให้เทียบเท่ากับหรือดีกว่าห้องปฏิบัติการจริง โดยนำแนวคิดเกี่ยวกับปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) มาใช้ในการฝึกทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าถึงปฏิบัติการเสมือนได้ตามสถานที่และเวลาที่ผู้เรียนกำหนดได้ สามารถฝึกทดลองปฏิบัติได้บ่อยครั้งจนเกิดความชำนาญ ในขณะที่ผู้สอนจะได้รับประโยชน์จากปฏิบัติการเสมือน เพื่อเพิ่มทักษะการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยไม่จำกัดจำนวนผู้เรียนและผู้สอนยังสามารถตรวจสอบผลการทดลองฝึกปฏิบัติได้อีกด้วย ส่วนมหาวิทยาลัยจะได้รับประโยชน์จากการลดงบประมาณในการลงทุนจัดซื้อเครื่องมือในห้องปฏิบัติการเป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.2.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับเรียนด้วยปฏิบัติการปกติ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการใช้งานได้ในระดับดีขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับการเรียนในห้องปฏิบัติการปกติ สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิจัย ดังนี้

1.4.1 งานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างชนิดของจอแสดงผล (Monitor) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) และเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

1.4.2 งานวิจัยนี้จะสามารถใช้งานได้เฉพาะเว็บเบราว์เซอร์ที่สนับสนุนการทำงานร่วมกันระหว่างแฟลชเพลเยอร์ (Flash Player) ร่วมกับเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนในเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นกลุ่มเป้าหมายในการทดลอง ดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลอง จะมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนควบคู่กับเรียนแบบปฏิบัติการปกติ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้สำหรับเป็นสื่อประกอบการเรียน

1.6.2 นักศึกษาที่เรียนรู้ผ่านปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความเข้าใจในเรื่องการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย

1.7 คำอธิบายศัพท์

1.7.1 ผู้เรียน

หมายถึง กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ได้จากการสุ่มประชากรนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2558

1.7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หมายถึง ระดับคะแนนที่เกิดจากการเปรียบเทียบผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับปฏิบัติการปกติกับผู้เรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการปกติ โดยใช้สถิติทดสอบที (T-Test)

1.7.3 ปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์

หมายถึง สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่จำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งผู้เรียนสามารถทดลองฝึกปฏิบัติด้วยตนเองได้ แต่ละชุดฝึกทดลองปฏิบัติจะมีระดับความยากง่ายที่แตกต่างกัน

1.7.4 เครือข่ายคอมพิวเตอร์

หมายถึง ระบบที่มีคอมพิวเตอร์อย่างน้อยสองเครื่องเชื่อมต่อกันโดยใช้สื่อกลางและสามารถสื่อสารข้อมูลกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้

1.7.5 ปฏิบัติการเสมือน 3 มิติ

หมายถึง สื่ออิเล็กทรอนิกส์จำลองที่มีการแสดงภาพซึ่งประกอบไปด้วยรูปทรง ความกว้าง ความยาว ความสูง และความลึก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึง การทบทวนวรรณกรรม แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยรายละเอียดในเนื้อหาของบทนี้ประกอบด้วยแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ แนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ แนวคิดเกี่ยวกับปฏิบัติการเสมือน แนวคิดเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยในการทำวิจัยเรื่องการพัฒนาปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิดของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เป็นให้สอดคล้องกับการเรียนของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ความหมายของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

มาร์ค โรสันเบร์ก (Marc, Rosenberg, 2001) นิยามความหมายของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนการสอน โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาหรือองค์ความรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ การใช้ความสามารถของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบที่หลากหลาย โดยผู้เรียนไม่มีข้อจำกัดในสถานที่และเวลา

แคลงก์ รุซ โคลวิน และเมเยอร์ ริชาจ (Clank, Ruth, Colvin and Mayer Richard, 2003) นิยามความหมายของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ว่า เป็นการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต และอินทราเน็ตเป็นช่องทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ โดยมีคุณลักษณะสำคัญคือ บทเรียนมีเนื้อหาที่สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเทคนิคการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการใช้ตัวอย่างแบบฝึกหัด ตลอดจนสื่อมัลติมีเดีย ในการนำเสนอเนื้อหา จนทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะใหม่

ศยามน อินสะอาด และคณะ (2550) นิยามความหมายของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า “การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ คือ สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ทั้งในรูปแบบออนไลน์

และออฟไลน์ เป็นสื่อที่ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้" ซึ่งไม่ใช่แค่การสอนในลักษณะเดิม ๆ คือ การนำเอกสารการสอนมาแปลงให้อยู่ในรูปดิจิทัล แล้วนำไปวางไว้บนเว็บหรือระบบบริหารจัดการการเรียนรู้เท่านั้น แต่ครอบคลุมถึงกระบวนการในการเรียนการสอน การอบรม ที่ใช้เครื่องมือทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นทางการเรียนรู้ (Flexible Learning) สนับสนุนการเรียนรู้ในลักษณะที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-Centered) และการเรียนในลักษณะตลอดชีวิต (Life-Long Learning) ซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงด้านกระบวนทัศน์ (Paradigm Shift) ของทั้งกระบวนการในการเรียนการสอนด้วย นอกจากนี้การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ ไม่จำเป็นต้องเป็นการเรียนทางไกลเสมอ ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในลักษณะการผสมผสาน (Blended) กับการสอนในชั้นเรียนได้

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียน โดยเรียนรู้จากระบบบริการจัดการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาจากผู้ที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะทาง นำเข้าเป็นองค์ความรู้สู่บทเรียนที่เชื่อมโยงกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบได้ตลอดเวลา การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ยังสามารถทำให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเสมือนหนึ่งอยู่ในห้องเรียนปกติ อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บข้อมูลกิจกรรมการเรียนและการทดสอบตลอดจนการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้อีกด้วย

2.1.2 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

การเรียนการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านสื่อหรือเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวมากกว่าร้อยละ 80 ของการเรียนการสอนจะอยู่บนอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่มีขีดจำกัดเรื่องสถานที่ ระยะทาง และเวลา (สังคม ภูมิพันธ์ และคณะ, 2549: 72) การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เป็นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีเครือข่าย และเทคโนโลยีการสื่อสารมาเป็นเครื่องมือในการสร้างสรรค์และส่งผ่านองค์ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ไปยังผู้เรียนในสถานที่และเวลาที่แตกต่างกัน กระบวนการเรียนรู้จะถูกสร้างขึ้นมาอย่างเหมาะสม ด้วยผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง โดยที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ได้ตามความถนัดและความสามารถของตนเอง การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะดำเนินการจัดการต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ เหมือนกับการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 265)

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2545: 21-22) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ไว้ 5 ประการคือ ประการที่ 1 การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ต้องขยายโอกาสในการเข้าถึงเนื้อหาการเรียนของผู้เรียนได้จริง ประการที่ 2 การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ควรมีการนำเสนอเนื้อหา

โดยใช้ประโยชน์จากสื่อประสม เพื่อช่วยประมวลผลสารสนเทศของผู้เรียนทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ประการที่ 3 การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ควรมีการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรงกล่าวคือผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาตามความต้องการ โดยการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์จะต้องจัดหาการเชื่อมโยงที่ยืดหยุ่นแก่ผู้เรียน ประการที่ 4 การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ควรมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้ตอบกับเนื้อหาหรือกับผู้อื่นได้ และประการที่ 5 การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ควรมีการออกแบบให้มีการทดสอบ การวัดผล และการประเมินผล ซึ่งให้ผลย้อนกลับในทันทีแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะอยู่ในลักษณะของแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) หรือแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

ลักษณะการศึกษาที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ในอนาคต จึงเป็นการศึกษาที่ไม่มีข้อจำกัดในเงื่อนไขของเวลาและสถานที่ ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตามความสะดวก เกิดเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ไร้พรมแดน สื่ออิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นทรัพยากรที่สำคัญมาก ในการเป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างผู้สอน บทเรียน และผู้เรียน การมีสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เพียงพอและมีประสิทธิภาพ จะทำให้การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เป็นไปอย่างสมบูรณ์และมีคุณภาพ

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ (2554: 23) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ว่า เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยศึกษาจากที่ใดมาก่อน ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีผู้สอนคอยแนะนำ ในการพัฒนาก็ควรจะออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตัวเอง ตามความรู้ความสามารถโดยไม่เบื่อหน่าย จนคิดยกเลิกการเรียนรู้กลางคัน และสิ่งที่สำคัญคือผู้เรียนต้องเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งคุณลักษณะเฉพาะของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ต้องมี 3 ด้าน คือ

2.1.2.1 สามารถตอบสนองความต้องการในการเรียนด้วยตนเองได้

โดยอาศัยหลักการสอนรายบุคคล เพื่อสนองความแตกต่างของผู้เรียนรายบุคคล ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ 5 องค์ประกอบ คือ

องค์ประกอบที่ 1 การยืดหยุ่นในเรื่องเวลา เป็นที่ยอมรับกันว่าผู้เรียนแต่ละคนมีอัตราการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน บทเรียนที่พัฒนาขึ้นควรมีความยืดหยุ่นพอที่จะให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนด้วยอัตราช้า-เร็ว ตามระดับความสามารถของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

องค์ประกอบที่ 2 มีอิสระในการเลือกสถานที่เรียน ในการเรียนการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ไม่จำเป็นต้องศึกษาในห้องเรียน ผู้เรียนมีอิสระในการนำบทเรียนไปศึกษาที่ใดก็ได้ที่มีคอมพิวเตอร์ และผู้เรียนมีความพอใจในสถานที่นั้น

องค์ประกอบที่ 3 มีอิสระในการเลือกเนื้อหาและการเรียน เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสนใจ และมีความสามารถต่างกัน การออกแบบควรมีรายการหัวเรื่องให้ผู้เรียนเลือกศึกษา โดยหัวข้อเหล่านั้นควรมีการ

วิเคราะห์และจัดลำดับ โดยอาศัยหลักการเรียนรู้เป็นสำคัญ การให้อิสระในการเลือกเนื้อหาสามารถทำได้หลายวิธี เช่น สามารถย้อนกลับหรือข้ามไปเรียนเนื้อหาอื่นได้ทันที สามารถออกจากบทเรียนหรือย้อนกลับไปเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษาได้

องค์ประกอบที่ 4 การวินิจฉัย การซ่อมเสริม หรือการยกเว้นเป็นกาวินิจฉัยความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นสำคัญ นั่นคือการวินิจฉัยก่อนการเรียนทำให้ผู้เรียนนั้น ๆ มีความรู้พื้นฐานพอ และสามารถที่จะเรียนรู้สิ่งที่จะเรียนหรือสิ่งที่ตนเองสนใจได้หรือไม่ ถ้ามีความรู้ไม่เพียงพอก็ควรจัดบทเรียนซ่อมเสริมให้ การวินิจฉัยก่อนเรียนมักจะทำในหน่วยการเรียนที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานอื่น ๆ มาก่อน ส่วนการวินิจฉัยความรู้หลังเรียน ส่วนนี้ทำให้รู้ว่า ผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ หรือเกิดสมรรถภาพครบถ้วน ตามที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าขาดส่วนใดหรือไม่เกิดการเรียนรู้ส่วนใด ก็เปิดโอกาสให้เรียนซ่อมเสริมหรือย้อนกลับไปเรียนใหม่ได้

องค์ประกอบที่ 5 การมีอิสระในการเลือกรูปแบบการเรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีวิธีการเรียนที่แตกต่างกันจึงจำเป็นต้องให้โอกาสผู้เรียนแต่ละคนได้เลือกรูปแบบการเรียนที่ตนเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ในการเรียนของตน เช่น ให้โอกาสในการเลือกหรือไม่เลือกคำอธิบายเพิ่มเติม เพราะผู้เรียนบางคนอาจจะต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม แต่อีกคนหนึ่งอาจจะไม่ต้องการเพราะคิดว่าเกินความจำเป็นทำให้น่าเบื่อ ดังนั้น อาจจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกได้ตามต้องการ

2.1.2.2 ความสะดวกสำหรับการเรียนด้วยตนเอง

ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนควรจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนในประเด็นต่อไปนี้

1) มีวิธีการใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อนเกินความสามารถของผู้เรียน เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างอิสระ ไม่บังคับ รวมทั้งมีคำแนะนำการเรียนและเนื้อหาเสริม

2) มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง โดยยึดหลักการสอน ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตั้งแต่ต้นจนจบ

3) มีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลาการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้ในเวลาใดและนานเท่าใด

4) มีอิสระในการเลือกสถานที่เรียน และบทเรียนคอมพิวเตอร์มีขนาดกะทัดรัด สะดวกต่อการพกพา

5) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและบทเรียนสูง สามารถตอบสนองโต้ตอบและบอกผลการตอบสนองแก่ผู้เรียนได้ทันที

6) มีการสื่อสารที่ดีระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนโดยผู้เรียนต้องรู้ว่าทำอะไร

2.1.2.3 การออกแบบกระบวนการสอน

เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ที่

ผู้เรียนยังไม่เคยศึกษาจากที่ใดมาก่อน ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาได้ด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องมีโครงสร้างบทเรียนที่ผ่านการออกแบบสำหรับผู้เรียนไว้อย่างดี ประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน การสอน การเสริมความเข้าใจ การสรุปบทเรียน และการทดสอบหลังเรียน

1) การนำเข้าสู่บทเรียน มีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ ประการที่ 1 ให้ผู้เรียนเห็นประเด็นหรือความคิดรวบยอดในเรื่องที่จะเรียน นั่นคือ การนำเสนอเรื่องราวที่ให้ผู้เรียนมองเห็นแนวทางหรือประเด็นที่จะเรียน ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้โดยใช้เรื่องที่ผู้เรียนติดตามได้ง่ายและใช้วิธีการที่ชัดเจน ประการที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างความสนใจ เพราะก่อนที่ผู้เรียนจะมาศึกษาเนื้อหาบทเรียนที่พัฒนาขึ้น อาจมีอารมณ์ความรู้สึกที่หลากหลายแตกต่างกัน การนำเข้าสู่บทเรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจอยากจะเรียนเนื้อหานั้น ๆ ทั้งนี้การออกแบบการนำเข้าสู่บทเรียน ควรออกแบบให้เหมาะสมกับเรื่องที่จะเรียน

2) การสอน เป็นขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนด้วยตนเอง ขั้นตอนนี้จะมีการออกแบบการสอนในลักษณะของการสอนผ่านสื่อทางคอมพิวเตอร์การสอน ซึ่งผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ รวมทั้งมีการเลือกสื่อมัลติมีเดียที่เหมาะสม มาใช้นำเสนอเนื้อหาสาระและมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้วางไว้ และสามารถเรียนได้ด้วยตนเองจนจบ โดยไม่เบื่อหรือล้มเลิกกลางคัน อันเนื่องมาจากสาเหตุที่เรียนไม่เข้าใจ ซึ่งผู้ผลิตจะต้องมีการวางแผนการสอนให้เหมาะสม

3) การเสริมความเข้าใจ เป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ หรือแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความเข้าใจในหลักการเนื้อหาได้สมบูรณ์และแม่นยำขึ้น รวมทั้งอาจสร้างความเข้าใจในส่วนการประยุกต์เนื้อหาต่อไปอย่างไร เพื่อความเข้าใจเรื่องราวเนื้อหาเป็นระบบมากขึ้น อันนำไปสู่ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้สมบูรณ์ขึ้น

4) การสรุปบทเรียน เป็นการสรุปประเด็นสำคัญ หรือความคิดรวบยอดที่ได้เรียนไปให้ผู้เรียนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนหรือซักถามความเข้าใจสิ่งที่ได้เรียนมา

5) การทดสอบหลังเรียน เป็นการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการใช้ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นตัวทดสอบ เพื่อแสดงระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน หากผ่านเกณฑ์ก็สามารถผ่านหน่วยการเรียนไปได้

จากคุณลักษณะเฉพาะของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในด้านสามารถตอบสนองความต้องการในการเรียนด้วยตนเองได้นั้น งานวิจัยนี้ได้นำองค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ปฏิบัติการเสมือนสามารถเข้าถึงได้โดยไม่จำกัดระดับความสามารถของผู้เรียน สามารถเลือกสถานที่เข้าถึงปฏิบัติการเสมือนได้ทุกที่ และเมื่อเข้าสู่บทเรียนแล้วผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนเองได้ ในด้านของความสะดวกสำหรับการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนที่เรียน

ด้วยปฏิบัติการเสมือนจะไม่ได้รับความซับซ้อนของการใช้งานชุดฝึกทดลอง สามารถเข้าใช้งานได้โดยไม่จำกัดเวลา และในส่วนของด้านการออกแบบกระบวนการการสอน ปฏิบัติการเสมือนนี้มีการลำดับเนื้อหาบทเรียนให้สอดคล้องกับการนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เช่น ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนของการฝึกทดลองการเข้าหัว RJ-45 ก่อน แล้วค่อยเรียนรู้ชุดทดลองการฝึกเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายชนิดต่าง ๆ เมื่อผู้เรียนฝึกทดลองครบถ้วนแล้วจะมีการสรุปคะแนนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนทราบในทันที เพื่อให้ผู้เรียนได้นำไปเปรียบเทียบกับผลการฝึกทดลองในครั้งต่อไป

2.1.3 คุณสมบัติของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

การที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มากน้อยเพียงใด สิ่งสำคัญที่สุดก็คือ เนื้อหาบทเรียน ซึ่งผู้สอนได้จัดหาให้แก่ผู้เรียน โดยเนื้อหาสารสนเทศที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้เกิดเป็นความรู้ โดยผ่านการคิดค้น วิเคราะห์อย่างมีหลักการและเหตุผล ดังนั้นเนื้อหาบทเรียนของการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์จึงต้องมีคุณสมบัติพิเศษเพื่อให้การเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เกิดประสิทธิผล (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 267-268) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.3.1 เนื้อหาและข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เป็นข้อมูลที่มีความเป็นพลวัต (Dynamic) มากกว่า แตกต่างจากเนื้อหาสาระที่ปรากฏอยู่ในตำราหรือเอกสาร ซึ่งมีความเป็นสถิตย์ (Static) ยากต่อการเปลี่ยนแปลง ความเป็นพลวัตของข้อมูลในการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ถือว่าเป็นคุณสมบัติเด่นที่ทำให้การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์มีประโยชน์ต่อการศึกษาในปัจจุบันที่อยู่ในโลกการสื่อสารไร้พรมแดน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฝึกอบรม เนื่องจากการประกอบอาชีพต้องการเนื้อหาสาระที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก

2.1.3.2 การทำงานของระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์เป็นระบบเวลาจริงที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ตามที่ต้องการ คล้ายกับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน

2.1.3.3 ความสามารถของระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการนำเสนอเนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียน การนำเสนอสื่อการเรียนการสอน และส่วนของการจัดการอื่น ๆ ตามความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนจึงได้รับองค์ความรู้ที่แตกต่างกันตามความสามารถและความถนัดของตนเอง

2.1.3.4 กระบวนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์จะสัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียนแต่ละคน ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน ลักษณะงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน และข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างผู้เรียนแต่ละคน

2.1.3.5 ความสามารถของระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในการจัดการกับข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ อย่างเข้าใจและชาญฉลาด เพื่อนำเสนอข้อมูล เหตุการณ์ และวิธีการ ผ่านสื่อข้อความ ภาพ หรือเสียงไปยังผู้เรียน

2.1.3.6 ความสามารถในการสร้างงานหรือภารกิจของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ที่รวมเป็นเครือข่ายเดียวกัน ส่งผลให้การสร้างข่ายงานกว้างไกลและทัดเทียมกันมากขึ้น

2.1.3.7 ความสามารถทางด้านประสิทธิผลของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในการทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ได้รับความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ตลอดจนมีความคงทนในการเรียนรู้สูง (Retention of Learning)

2.1.3.8 ความรวดเร็วของการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างสรรค์องค์ความรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการ เนื้อหาสาระที่นำเสนอไม่เพียงแต่มีความเร็วเท่านั้น แต่ยังคงไว้ซึ่งความทันสมัยและสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

จากคุณสมบัติข้างต้นการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้สมัยใหม่ ที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเข้าชั้นเรียน เพียงเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็สามารถเข้าถึงบทเรียนที่มีความเป็นเลิศ ทันสมัย และน่าสนใจ เนื่องจากการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มีบทเรียนที่สร้างจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทำให้เป็นสื่อที่ชวนติดตามมากกว่าระบบการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้เรียนสามารถจัดการบทเรียนได้เอง ตั้งแต่เริ่มบทเรียนจนถึงการรายงานผลการเรียน ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเชี่ยวชาญ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ได้อย่างเชี่ยวชาญ ทำให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตัวผู้เรียนเอง

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์

จากการที่มีผู้พัฒนาระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์เป็นจำนวนมากทั่วโลก ระบบต่าง ๆ เช่น ระบบจัดการการเรียนรู้ และเนื้อหาบทเรียน จึงถูกพัฒนาเพื่อวัตถุประสงค์หลากหลาย เช่น การวิจัยพัฒนา การศึกษา และการค้า ซึ่งผู้พัฒนาต่างมีวิธีการเป็นของตนเอง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ จึงยากที่จะทำงานร่วมกับระบบอื่น ผู้พัฒนาจึงพยายามรวมกลุ่มเพื่อกำหนดมาตรฐานขึ้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถดังนี้ (สุชาย ธนวเสถียร และอมรวรรณ ลิ้มสมมุติ, 2549: 30)

2.2.1 ความสามารถในการทำงานร่วมกันกับระบบอื่นได้ (Interoperability) เนื้อหาบทเรียนที่ ได้มาตรฐานจะทำงานบนระบบจัดการการเรียนรู้ทุกระบบที่ได้มาตรฐานเดียวกัน เนื้อหาที่ผลิตจาก เครื่องมือต่างกันสามารถทำงานบนระบบจัดการการเรียนรู้เดียวกันโดยมีความสามารถครบถ้วน และสามารถแบ่งปันข้อมูลระหว่างระบบโดยไม่ต้องแปลงข้อมูล

2.2.2 ความสามารถในการนำมาใช้ซ้ำได้ (Reusability) สามารถเขียน เก็บ และจัดการเนื้อหา บทเรียน โดยนำไปใช้ประกอบกับเนื้อหาอื่นโดยไม่ต้องสร้างใหม่

2.2.3 ความสามารถในการจัดการข้อมูลผู้เรียน (Manageability) สามารถติดตามการใช้งานของผู้เรียน การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน และการเก็บข้อมูลผลการเรียนในระบบจัดการการเรียนรู้

2.2.4 ความสามารถในการเข้าใช้ของผู้เรียน (Accessibility) เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใช้วัตถุการเรียน ตามเส้นทางการเรียนที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน

2.2.5 ความสามารถในการเข้ากับระบบใหม่ (Durability) เมื่อผู้ใช้เปลี่ยนระบบใหม่

2.2.6 ความสามารถในการใช้มาตรฐาน เพื่อทำให้มีการเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพในขณะที่ต้นทุนในการผลิตลดลง

จากมาตรฐานการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ 6 ข้อในข้างต้นเป็นการกำหนดมาตรฐานร่วมกันของผู้พัฒนาสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ปฏิบัติการเสมือนที่ได้ถูกสร้างขึ้นต้องสามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ สามารถเข้าใช้งานได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง การออกแบบชุดทดลองที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และเมื่อระบบปฏิบัติการต่างมีการเปลี่ยนแปลงรุ่นที่สูงขึ้น ปฏิบัติการเสมือนนี้ยังคงสามารถใช้งานได้ดี

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับปฏิบัติการเสมือน

แนวคิดเกี่ยวกับปฏิบัติการเสมือน เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนด้วยการอาศัยศักยภาพของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้เสมือนหนึ่งเรียนในห้องเรียนปกติ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิดปฏิบัติการเสมือนในรูปแบบต่าง ๆ มาปรับปรุงและพัฒนางานวิจัยเรื่องการพัฒนาปฏิบัติการเสมือน เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ความหมายปฏิบัติการเสมือน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547: 15) นิยามไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ฝึกฝนทักษะและกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมากมายโดยมีแหล่งความรู้ที่กว้างขวาง โดยอยู่ในความดูแลกำกับ แนะนำ ติดตามของครูผู้สอนด้วยจึงจะทำให้กิจก รรมต่าง ๆ มีส่วนส่งเสริมการเรียนรู้ของบทเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2545: 57) กล่าวว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่งซึ่งเป็นการนำเสนอการจำลองบนหน้าจอ (On-Screen Simulation) ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ รวมทั้งสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบตัวอย่าง

ของเนื้อหาที่สามารถออกแบบในลักษณะปฏิบัติการเสมือน เช่น การสอนวิธีการใช้กล้อง การมองเห็นของสัตว์ต่าง ๆ ความยาวของคลื่นแสง กล้องส่องทางไกลขนาดต่าง ๆ

ธนยศ ฤทธิ์เฉลิม (2550: 57) ได้กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน เป็นสื่อการสอนที่มีการนำเสนอในรูปแบบสถานการณ์จำลองห้องปฏิบัติการ เนื้อหาในบทเรียนนำเสนอในลักษณะสื่อประสม อันได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟิก เสียง ข้อความต่าง ๆ และอุปกรณ์ประกอบการทดลองต่าง ๆ ซึ่งมีการเลียนแบบปฏิบัติการทดลองจริงในทุกขั้นตอน คือมีการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง ทั้งการออกแบบ สังเกต อ่านค่า เขียนตาราง เขียนกราฟ การคำนวณ วิเคราะห์และรายงานผล เหมือนที่ต้องการทำจริงในห้องปฏิบัติการ สิ่งเหล่านี้จะช่วยฝึกให้นักเรียนมีทักษะ ความชำนาญในหลาย ๆ ด้าน

ฉัฐระพี โพธิ์ปิติกุล (2555: 23) ได้กล่าวโดยสรุปว่า ห้องปฏิบัติการเสมือนเป็นห้องปฏิบัติการที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ให้แก่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถกระทำได้เสมือนบรรยากาศการพบกันจริง ๆ

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ปฏิบัติการเสมือนอิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนเสมือนหนึ่งผู้เรียนอยู่ในห้องเรียนปกติ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติสร้างเครื่องมือทางการเรียนรู้ที่มีรูปแบบเป็นดิจิทัล แล้วนำเข้าสู่ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ตเป็นบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาองค์ความรู้ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ เก็บเกี่ยวประสบการณ์ได้ด้วยตนเองแบบไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่ และเวลา ปฏิบัติการเสมือนอิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อสนับสนุนการเรียนการสอนที่สามารถจำลองการทดลองต่าง ๆ ของทุกขั้นตอนในห้องปฏิบัติการปกติ ซึ่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ซ้ำ ๆ โดยไม่เกิดค่าใช้จ่ายและการเสื่อมสภาพของเครื่องมือ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติลองผิดลองถูกด้วยตนเองอยู่บ่อยครั้ง จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะและความชำนาญส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ที่อยู่กับผู้เรียนอย่างคงทน

2.3.2 คุณลักษณะบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน

การเรียนการสอนบทเรียนออนไลน์โดยทั่วไปอาศัยเทคโนโลยีสื่อหลายมิติและคอมพิวเตอร์เครือข่ายจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถพิจารณาได้ตามลักษณะการปฏิสัมพันธ์และมิติของเวลาซึ่งแบ่งได้ดังนี้ (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2547: 12-13)

2.3.2.1 ลักษณะการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนบนเว็บ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนและเนื้อหาสาระ (Learner-Content Interaction) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน

และคอมพิวเตอร์ เช่น การนำเสนอเนื้อหาสาระอยู่ในรูปของไฮเปอร์มีเดีย หรือบทเรียนที่ผู้สอนได้ออกแบบด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทางการเรียน และตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนและสร้างเป็นโปรแกรมทางการเรียนที่ผู้เรียนสามารถเข้าศึกษาจากสถานที่และเวลาใดก็ได้ตราบเท่าที่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ครอบคลุมถึง

2) การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน (Learner-Learner-Teacher Interaction) กิจกรรมการเรียนที่เน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยกิจกรรมการสื่อสารโต้ตอบอภิปรายระหว่างผู้เรียนด้วยกัน เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียน ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และอาจมีลักษณะต่างรูปแบบความสัมพันธ์ เช่น ความสัมพันธ์หนึ่งต่อหนึ่ง หนึ่งต่อกลุ่ม หรือกลุ่มต่อกลุ่ม การปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นนี้จัดให้เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องมือสื่อสารแบบประสานเวลาและแบบแบ่งเวลา

2.3.2.2 ลักษณะของมิติเวลาในการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนการสอนออนไลน์สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การเรียนในมิติต่างเวลา เป็นการเรียนที่ผู้เรียนผู้สอนไม่ต้องนัดพบเวลาพร้อมกันเพื่อการเรียน ในลักษณะนี้ให้อิสระกับผู้เรียนที่จะสามารถใช้เวลาตามสะดวกของตนเองเพื่อการเรียนรู้สะท้อนความคิดตามลำพัง

2) การเรียนในมิติประสานเวลา เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องนัดหมายเวลาให้ตรงกัน เพื่อทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้ลุล่วงตามวัตถุประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ทำให้ผู้เรียนผู้สอนสามารถเรียนรู้ร่วมกันโดยไม่จำเป็นต้องอยู่ ณ สถานที่เดียวกัน แต่สามารถปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ในทันทีทันใด เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการการตอบสนองกลับในทันที เพื่อการตัดสินใจ ตกลง หรือสรุปความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2.3.3 ประเภทของบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน

บทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน จำแนกตามลักษณะการจัดการเรียนการสอนได้ 2 ประเภท ดังนี้ (อุทัย ภิรมย์รื่น, www, 2558)

2.3.3.1 จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนธรรมดา แต่มีการถ่ายทอดสดภาพและเสียงเกี่ยวกับบทเรียน โดยอาศัยระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียนที่อยู่นอกห้องเรียนนักศึกษาก็สามารถรับฟังและติดตามการสอนของผู้สอนได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง อีกทั้งยังสามารถโต้ตอบกับอาจารย์ผู้สอน หรือเพื่อนนักศึกษาในชั้นเรียนได้ ห้องเรียนแบบนี้ยังอาศัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่เป็นจริง

2.3.3.2 การจัดห้องเรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือนจริง (Virtual Reality) โดยใช้สื่อที่เป็นตัวหนังสือ (Text-Based) หรือภาพกราฟิก (Graphical-Based) ส่งบทเรียนไปยังผู้เรียนโดยผ่านระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นห้องเรียนเสมือน ที่แท้จริง การจัดการเรียนการสอนทางไกลทั้งสองลักษณะนี้ ในบางมหาวิทยาลัยก็ใช้ร่วมกัน คือมีทั้งแบบที่เป็นห้องเรียนจริง และห้องเรียนเสมือนจริง การเรียนการสอนก็ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันอยู่ทั่วโลก ขณะนี้ได้มีผู้พยายามจัดตั้งมหาวิทยาลัยเสมือนจริงขึ้นแล้ว โดยเชื่อมโยงไซต์ต่าง ๆ ที่ให้บริการด้านการเรียนการสอนทางไกลแบบห้องเรียนเสมือนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และจัดบริเวณอาคารสถานที่ ห้องเรียน ห้องสมุด ภาควิชาต่าง ๆ ศูนย์บริการต่าง ๆ ตลอดจนคณาจารย์ นักศึกษา กิจกรรมทุกอย่างเสมือนเป็นชุมชนวิชาการจริง ๆ แต่ข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ของแต่ละแห่ง ผู้ประสงค์จะเข้าร่วมในการเปิดบริการก็จะต้องจองเนื้อที่และเขียนโปรแกรมใส่ข้อมูลเข้าไว้ เมื่อนักศึกษาติดต่อเข้ามา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะแสดงภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และสามารถโต้ตอบได้เสมือนหนึ่งเป็นมหาวิทยาลัยจริง ๆ การติดต่อกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริงทำได้ดังนี้

1) บทเรียนและแบบฝึกหัดต่าง ๆ อาจจะส่งให้ผู้เรียนในรูปวีดีทัศน์ หรือวีดิทัศน์ผสมกับความจริงเสมือนหรือซีดีรอม ที่มีสื่อประสมทั้งภาพ เสียง การเคลื่อนไหว โดยผ่านระบบสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดาวเทียม โทรทัศน์ โทรสาร หรือทางอีเมล ตามความต้องการของผู้เรียน

2) ผู้เรียนจะติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนได้โดยตรง ในขณะสอนก็ได้ หากเป็นการเรียนที่ออนไลน์ ซึ่งจะเป็นแบบของการสื่อสารสองทาง (Two-Way Communication) ที่โต้ตอบโดยทันทีทันใดระหว่างผู้เรียนและผู้สอนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน (Synchronous Interaction) เช่น การแชทหรืออาจใช้การโต้ตอบแบบไม่ทันทีทันใด (Asynchronous Interaction) เช่น การใช้อีเมล, การใช้เว็บบอร์ด

3) การทดสอบ ทำได้หลายวิธี เช่น ทดสอบแบบออนไลน์ทดสอบโดย ผ่านทางโทรสาร อีเมล และไปรษณีย์ธรรมดา บางแห่งจะมีผู้จัดสอบโดยผ่านตัวแทนของ มหาวิทยาลัยในท้องถิ่นที่นักศึกษาอาศัยอยู่ การเรียนทางไกลโดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนวิชาที่ตนสนใจได้ตลอดเวลา ในทุกแห่งที่มีการเปิดสอน ไม่ต้องเข้าชั้นเรียนก็ได้ ในการศึกษาหาความรู้ จึงมีความยืดหยุ่นด้านเวลาและประหยัดค่าใช้จ่ายลงไปมาก นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถติดต่อกับอาจารย์ผู้สอนได้โดยตรง สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เรียนคนอื่นซึ่งอยู่ห่างไกลกันได้ เป็นการเรียนแบบช่วยเหลือซึ่งกัน และกันทำงานร่วมกัน (Collaborative Learning) อย่างไรก็ตามการเรียนทางไกลลักษณะนี้ อาจจะขาดความสัมพันธ์แบบเฟสทูเฟส (Face-to-Face) คือ การเห็นหน้าเห็นตัวกันได้ แต่ปัจจุบันนี้ก็มีกล้องวีดิทัศน์ ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง

คอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย ก็สามารถทำให้เห็นหน้ากันได้ ดังนั้นปัญหาเรื่องเฟสทูเฟส (Face-to-Face) ก็หมดไป ความสำเร็จและคุณภาพของการเรียนในระบบนี้ขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียนค่อนข้างมาก เพราะจะต้องมีความรับผิดชอบ ต้องบริหารเวลา เพื่อติดตามบทเรียน การทำกิจกรรมและการทดสอบต่าง ๆ ให้ทันตามกำหนดเวลา จึงจะทำให้การเรียนประสบผลสำเร็จ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.3.4 ประโยชน์ของบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน

ประโยชน์ของบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนทำให้ผู้เรียนเกิดความสะดวกสบายในการเรียนดังนี้ (ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง, 2546: 86-87)

2.3.4.1 ทำเลเป้าหมาย ผู้เรียนอาจเลือกเรียนวิชาใด ๆ จากผู้สอนคนใดคนหนึ่งทั่วโลกหากมีการเปิดโอกาสให้ลงทะเบียนเรียนโดยไม่มีขีดจำกัดในเรื่องพื้นที่

2.3.4.2 เวลาที่ยืดหยุ่น ผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืน การได้รับข้อมูลย้อนกลับจากผู้สอนและเพื่อนที่เรียนร่วมกันจะไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา

2.3.4.3 ไม่มีการเดินทาง ผู้เรียนสามารถทำงานและศึกษาอยู่กับบ้านได้อย่างสะดวกสบาย ซึ่งอาจจะเป็นข้อดีสำหรับผู้เรียนที่มีอุปสรรคอันเนื่องมาจากความพิการทำให้ไม่มีความจำเป็นต้องเดินทางหรือแม้แต่ผู้เรียนที่มีสภาวะทางด้านครอบครัว ปัจจัยประการนี้นับเป็นโอกาสที่ทำให้ทุกคนมีทางเลือกความสะดวกสบาย

2.3.4.4 ประหยัดเวลา ผู้เรียนที่จำเป็นต้องเดินทางไปสถานศึกษา ถ้าเรียนจากห้องเรียนเสมือนจะมีความประหยัดในการเดินทาง

2.3.4.5 ทำงานร่วมกันทางด้านเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้อย่างง่ายดาย ในขณะที่การแลกเปลี่ยนข้อมูลในห้องเรียนปกติกระทำได้ยาก ผู้เรียนในห้องเรียนเสมือนจะสามารถอธิบายปัญหาร่วมกัน แลกเปลี่ยนเค้าโครงงานซึ่งกันและกันได้

2.3.4.6 โอกาสการมีส่วนร่วมด้วยระบบสื่อสารที่คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลาง สามารถเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเท่าเทียมกันในการถามคำถามและทำกิจกรรมร่วมกัน

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2548) ได้ให้ความหมายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไว้ว่า เครือข่ายคอมพิวเตอร์คือการนำกลุ่มของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย โดยมีตัวกลางในการสื่อสาร ซึ่งอาจเป็นสายเคเบิลหรือสื่อไร้สายที่ทำให้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์บนเครือข่ายสามารถสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างกันได้ นากจากนี้อุปกรณ์ที่อยู่บนเครือข่ายยังสามารถแบ่งปันทรัพยากรเพื่อใช้งานร่วมกัน เช่น การใช้ข้อมูลร่วมกัน การใช้เครื่องพิมพ์ร่วมกัน

2.4.1 ประโยชน์ของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2548) ได้แบ่งประโยชน์ของการนำเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ไว้ดังนี้

2.4.1.1 การใช้ทรัพยากรร่วมกัน: ด้วยเทคโนโลยีเครือข่าย ทำให้เราสามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ โดยทรัพยากรนี้หมายถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อบนเครือข่าย อาทิ การใช้ข้อมูลร่วมกัน โปรแกรมร่วมกัน เครื่องพิมพ์ร่วมกัน

2.4.1.2 ช่วยลดต้นทุน: สืบเนื่องจากความสามารถในการใช้ทรัพยากรร่วมกัน จึงทำให้สามารถช่วยประหยัดอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น เครื่องพิมพ์ที่มีราคาแพง ก็สามารจัดซื้อมาใช้งานเพียงเครื่องเดียวและแบ่งกันใช้บนเครือข่าย

2.4.1.3 ความสะดวกในการสื่อสาร: เครือข่ายทำให้การสื่อสารของพนักงานมีความสะดวกขึ้น เช่น การทำสำเนาเอกสารสรุปผลการประชุมแจกจ่ายให้กับส่วนงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การส่งไฟล์เอกสารซึ่งอาจจัดทำขึ้นด้วยโปรแกรมประมวลผลคำ และจัดส่งไปยังส่วนงานที่เกี่ยวข้องผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวทำให้ประหยัดเวลาและกระดาษ

2.4.1.4 ความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยของระบบ: หน่วยงานต่าง ๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมาก ระบบเครือข่ายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง เนื่องจากทำให้สามารถจัดการและดูแลระบบได้ง่าย ข้อมูลต่าง ๆ ได้มีการจัดเก็บไว้ ณ ศูนย์กลาง ทำให้ข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ทันสมัย น่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้บริหาร ส่วนมาตรการความปลอดภัย ผู้บริหารเครือข่ายสามารถทำการตรวจสอบ รวมทั้งกำหนดสิทธิการใช้งาน และการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ของพนักงานในแต่ละระดับตามนโยบายของผู้บริหารที่ได้กำหนดมา

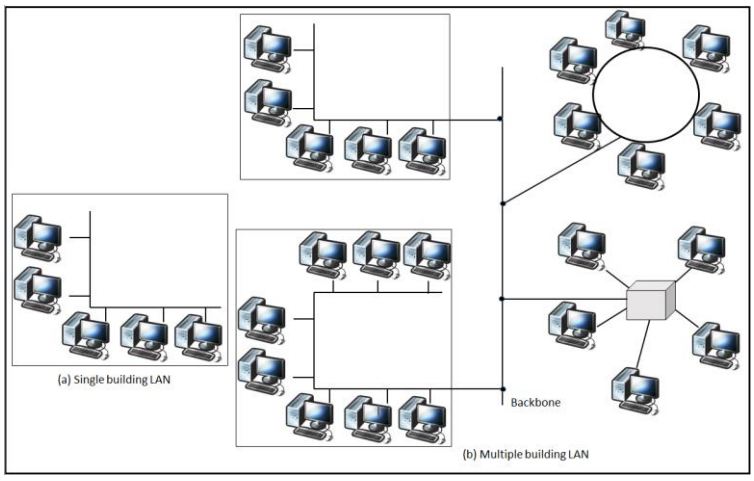
2.4.2 ประเภทของเครือข่าย (Categories of Networks)

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2548) ได้แบ่งเครือข่ายออกเป็น 3 ประเภท โดยแต่ละประเภทจะนำมาใช้งานบนวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยจุดสำคัญอยู่ที่ลักษณะการใช้งานและระยะทางการเชื่อมต่อ เช่น หากต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อใช้งานภายในอาคาร หรือ สำนักงาน เครือข่ายท้องถิ่นก็ถือว่าเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด รูปที่ 2.1 จะแสดงถึงขนาดและระยะทางของเครือข่ายประเภทต่าง ๆ

Inter processor distance	Processors Locate in same	Example
1 m	Square meter	Personal Area Network
10 m	Room	Local Area Network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan Area Network
100 km	Country	Wide Area Network
1,000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

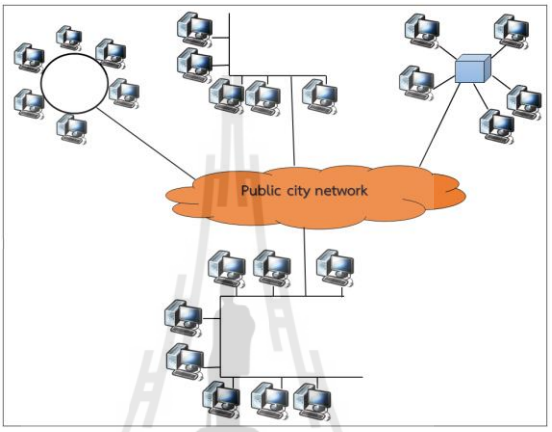
รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบระยะทางและขนาดพื้นที่กับประเภทเครือข่ายที่ใช้งาน

2.4.2.1 เครือข่ายท้องถิ่นหรือแลน (Local Area Network): เป็นเครือข่ายส่วนบุคคลที่มีการเชื่อมต่อ และครอบคลุมภายใต้พื้นที่และระยะทางที่จำกัด เช่น ภายในสำนักงาน ภายในมหาวิทยาลัย หรือภายในอาคารที่อยู่ภายในบริเวณเดียวกัน ระบบเครือข่ายแลนอย่างง่ายสามารถทำการเชื่อมต่อเครื่องพีซีจำนวนสองเครื่องใช้ร่วมกันได้ ซึ่งอาจรวมถึงการมีเครื่องพิมพ์เพื่อใช้งานร่วมกัน ดังนั้นระบบแลนจึงเหมาะสำหรับการเชื่อมต่อเครื่องพีซี หรือไมโครคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องเพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ แต่เนื่องจากระบบแลนถูกจำกัดด้วยขนาด ดังนั้นจึงสามารถใช้งานภายในพื้นที่หรือระยะทางไม่กี่กิโลเมตรซึ่งปกติจะเชื่อมต่อได้ไม่เกิน 10 กิโลเมตร แต่หากต้องการเชื่อมต่อระยะไกลขึ้นไปอีก ก็จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณ (Repeater) แต่การยืดระยะทางที่ไกลออกไป ก็ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดในระยะทางสูงสุดบวกกับจำนวนอุปกรณ์ทวนสัญญาณ ที่ใช้งานเครือข่ายด้วย ตัวอย่างของเครือข่ายท้องถิ่น สามารถแสดงดังรูปที่ 2.2



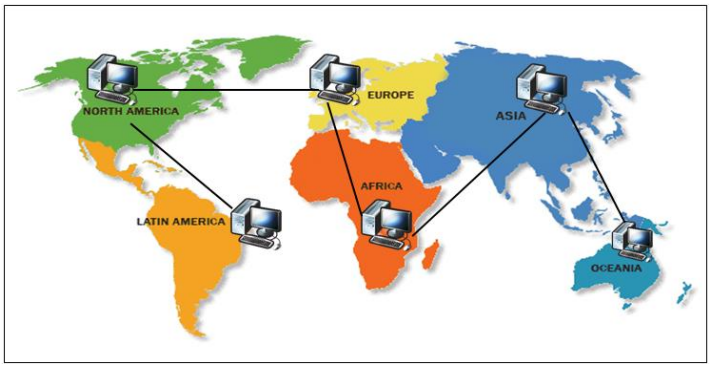
รูปที่ 2.2 เครือข่ายท้องถิ่น

2.4.2.2 เครือข่ายระดับเมืองหรือแมน (Metropolitan Area Network): เป็นเครือข่ายที่อาจมีการเชื่อมต่อเครือข่ายแลนหลาย ๆ วงเข้าด้วยกัน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่กว้างกว่าเครือข่ายแลน แต่เล็กกว่า “แวน” (WAN) โดยครอบคลุมระดับเมืองหรือจังหวัด ซึ่งจำเป็นต้องมีแบ็กโบน (Backbone) ที่ทำหน้าที่เป็นกระดูกสันหลัง หรือสายแกนหลักในการเชื่อมต่อเครือข่ายดังกล่าว ตัวอย่างเครือข่ายระดับเมือง เช่น บริษัทที่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายของสาขาต่าง ๆ ที่อยู่ในเขตเมืองหรือจังหวัดเดียวกัน และการบริการเคเบิลทีวี ตัวอย่างของเครือข่ายระดับเมืองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 เครือข่ายระดับเมือง

2.4.2.3 เครือข่ายระดับประเทศหรือแวน (Wide Area Network): เป็นเครือข่ายในระดับประเทศที่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายต่าง ๆ หลายกลุ่มเข้าไว้ด้วยกัน ที่ครอบคลุมพื้นที่ระดับประเทศหรือข้ามทวีป โดยไม่มีข้อจำกัดในด้านระยะทาง เครือข่ายประเภทนี้มีการใช้ช่องทางการสื่อสารหลายรูปแบบด้วยกันตามความสะดวก เช่น สายโทรศัพท์ สายเคเบิล และดาวเทียม เครือข่ายระดับประเทศสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 2.4

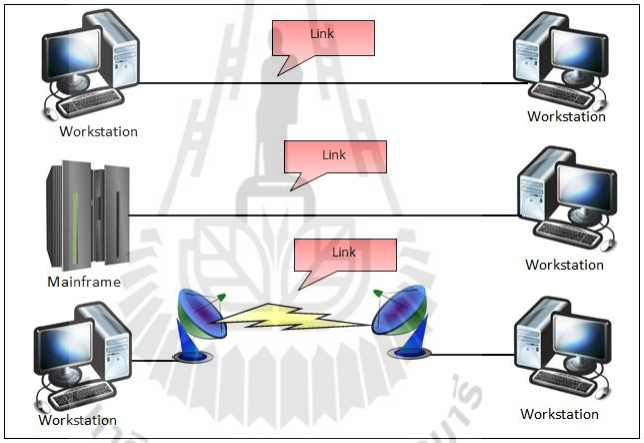


รูปที่ 2.4 เครือข่ายระดับประเทศ

2.4.3 การเชื่อมต่อเครือข่าย (Line Configuration)

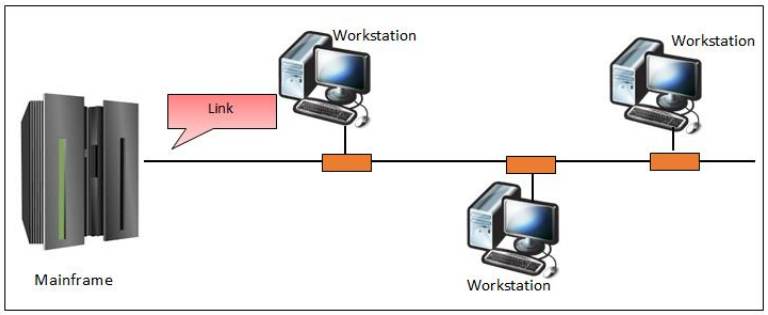
โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2548) ได้ให้ความหมายการเชื่อมต่อเครือข่ายไว้ว่า ความสัมพันธ์ของอุปกรณ์สื่อสารไปตามแนวเส้นทาง หรือ เรียกว่า “ลิงค์ (Link)” โดยในทางกายภาพนั้น ลิงค์หมายถึงเส้นทางการสื่อสารเพื่อถ่ายโอนข้อมูลจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอุปกรณ์หนึ่ง ซึ่งทำให้เห็นถึงเส้นทางของลิงค์ที่เชื่อมต่อระหว่างจุดต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ

2.4.3.1 การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point): เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สองตัว โดยช่องทางการสื่อสารจะถูกจับจองสำหรับอุปกรณ์สองอุปกรณ์เพื่อสื่อสารกัน ปกติแล้ว การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดนั้น มักจะใช้สายเคเบิลในการเชื่อมต่อที่ต้นทางและปลายทาง แต่ก็อาจไม่จำเป็นต้องใช้สายก็ได้ เช่น การลิงค์ด้วยคลื่นไมโครเวฟหรือดาวเทียม ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point

2.4.3.2 การเชื่อมต่อแบบหลายจุด (Multi-Point / Multi-Drop): เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อที่แตกต่างจากแบบแรก โดยจะมีอุปกรณ์มากกว่าสองอุปกรณ์ด้วยกันที่ใช้ลิงค์ร่วมกันเพื่อสื่อสาร การเชื่อมต่อแบบหลายจุดนั้นจะใช้ช่องทางการสื่อสารร่วมกัน กล่าวคือ อุปกรณ์ต่างๆ สามารถสื่อสารระหว่างกันได้ด้วยการใช้ลิงค์เพียงเส้นเดียว ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ประหยัดลิงค์เนื่องจากใช้ลิงค์ร่วมกันได้ แต่จะมีข้อเสียคือ ข้อมูลที่สื่อสารกันอาจชนกันเนื่องจากลิงค์มีการแชร์การใช้งานร่วมกัน และจำเป็นต้องส่งหรือสื่อสารใหม่จนกระทั่งสำเร็จ

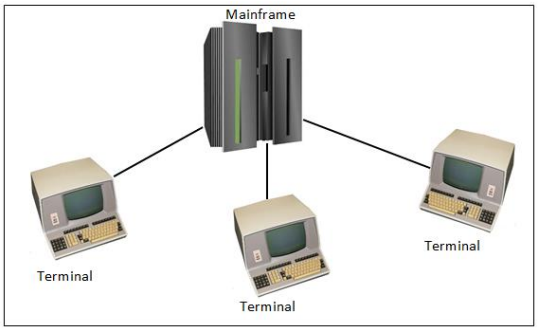


รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อแบบ Multi-Point หรือ Multi-Drop

2.4.4 การเชื่อมโยงระหว่างเครือข่าย (Basic Configuration)

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2548) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางกายภาพระหว่างเครือข่าย โดยแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อเครือข่ายหนึ่งกับอีกเครือข่ายหนึ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้เห็นภาพการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายต่าง ๆ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นก่อนที่จะเรียนรู้ถึงรายละเอียดของเครือข่ายแต่ละประเภทต่อไป โดปกติแล้วเราสามารถพบเห็นการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายได้จากการสังเกตตามหน่วยงานต่าง ๆ หรือจากการใช้งานประจำวันไม่ว่าจะเป็นที่บ้าน สำนักงาน หรือสถาบันการศึกษา โดยการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายประกอบด้วย

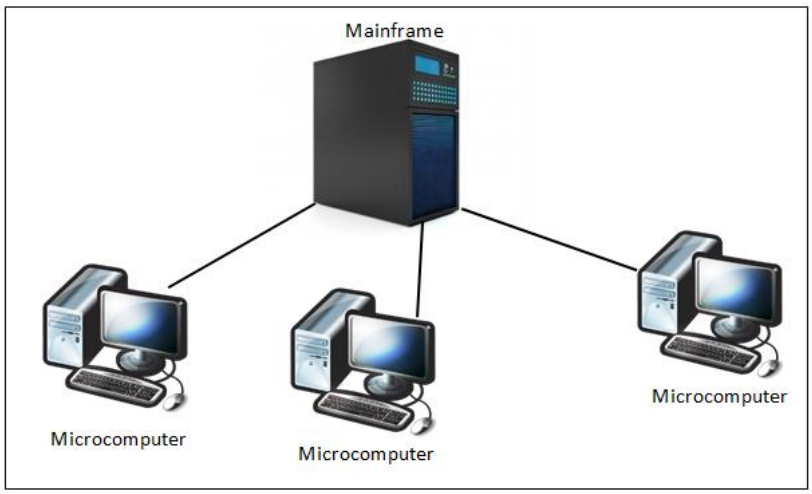
2.4.4.1 เทอร์มินัลกับเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Terminal-to-Mainframe Computer Configuration): การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างเทอร์มินัลกับเครื่องเมนเฟรม จักเป็นการเชื่อมโยงเครือข่ายในยุคแรก ๆ แต่ปัจจุบันนี้ การเชื่อมโยงเครือข่ายในรูปแบบดังกล่าวยังคงมีอยู่บ้าง ถึงแม้จะมีไม่มากเหมือนกับในช่วงยุคปี ค.ศ. 1960 ถึง 1970 ซึ่งในยุคนั้นหน่วยงานภาคธุรกิจและภาครัฐ มักมีการเชื่อมโยงเครือข่ายในรูปแบบเทอร์มินัลกับเมนเฟรมคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างเครื่องเทอมินอลกับเมนเฟรม

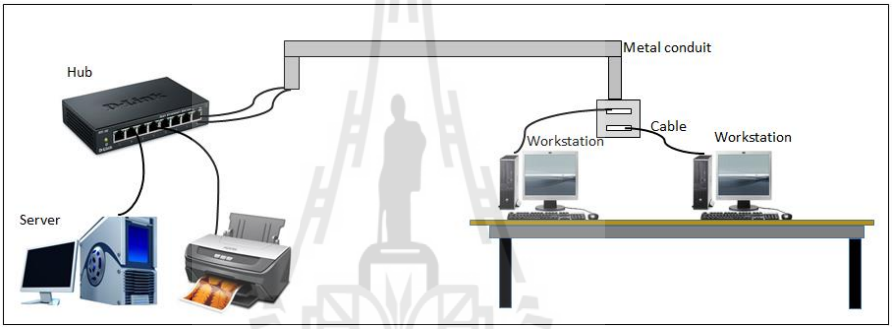
การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างเครื่องเทอร์มินัลกับเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ที่เป็นเทอร์มินัล มีเพียงเฉพาะจอภาพและคีย์บอร์ดและมีสายสัญญาณที่เชื่อมโยงไปยังเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ทรัพยากรบนเครื่องเมนเฟรม กล่าวคือเครื่องเทอร์มินัลนั้นจะไม่สามารถประมวลผลได้ด้วยตนเอง เนื่องจากไม่มีหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล การใช้งานเครื่องเทอร์มินัลก็เป็นเพียงการป้อนข้อมูลและแสดงผลข้อมูลเท่านั้น ส่วนการประมวลผลจะประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง ซึ่งก็คือเมนเฟรมคอมพิวเตอร์นั้นเอง โดยเมนเฟรมคอมพิวเตอร์จะทำการควบคุมการส่งและการรับข้อมูลจากเทอร์มินัลแต่ละเครื่องที่เชื่อมต่อ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้โพรโทคอลเพื่อช่วยในการสื่อสาร การส่งผ่านข้อมูลมักมีความเร็วค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีความเร็วอยู่ที่ 9,600 หรือ 19,200 บิตต่อวินาทีเท่านั้น

2.4.4.2 ไมโครคอมพิวเตอร์กับเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Microcomputer-to-Mainframe Computer Configurations): หลังจากที่ไมโครคอมพิวเตอร์หรือพีซีคอมพิวเตอร์ได้มีการนำมาใช้งานในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1970 ถึง 1980 นับแต่นั้นมา การนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ทดแทนเครื่องเทอร์มินัลก็นิยมสูงขึ้นเรื่อย ๆ กล่าวคือ ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้สองหน้าที่ด้วยกัน โดยเราสามารถนำไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในงานส่วนตัว เนื่องจากไมโครคอมพิวเตอร์เชื่อมโยงเข้ากับเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ได้ โดยจะใช้การ์ดเพื่อใช้สำหรับเป็นการ์ดเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องเมนเฟรมเพื่อให้เครื่องดังกล่าวเป็นเทอร์มินัล และนอกจากการปฏิบัติงานด้วยการป้อนข้อมูล ประมวลผล และแสดงผลได้อย่างเดิมแล้ว ก็ยังสามารถคัดลอกข้อมูลจากเครื่องเมนเฟรมมาเก็บไว้ที่เครื่องของตน หรืออาจทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องเมนเฟรมได้ โดยรูปแบบการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเมนเฟรมคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 2.8



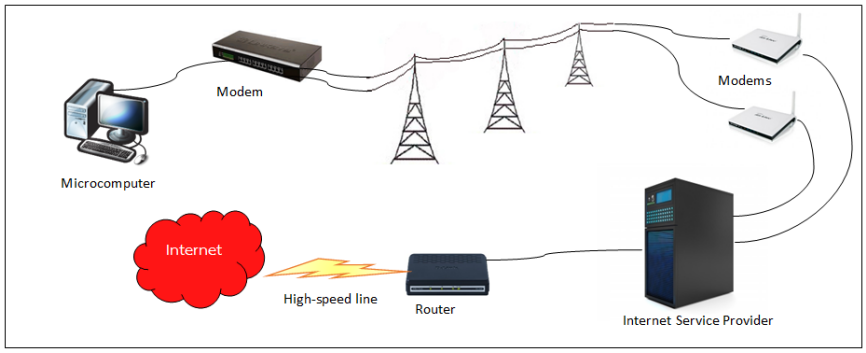
รูปที่ 2.8 การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กับเมนเฟรม

2.4.4.3 ไมโครคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายท้องถิ่น (**Microcomputer-to-LAN Configurations**): ในบางครั้งเราสามารถพูดได้ว่าการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายในปัจจุบันนี้ มักอยู่ในรูปแบบของเครือข่ายท้องถิ่นหรือระบบแลน ที่หน่วยงานทางธุรกิจต่าง ๆ ส่วนใหญ่ต้องทำการติดตั้งเครือข่ายดังกล่าว การเชื่อมโยงดังกล่าวจะนำไมโครคอมพิวเตอร์ หรือเวิร์กสเตชันเชื่อมโยงกับเครือข่ายเฉพาะบริเวณ โดยผู้ใช้จะสามารถทำงานบนระบบเครือข่ายที่มีความเร็วสูง สามารถแชร์ทรัพยากรเพื่อใช้งานร่วมกันได้ ปัจจุบันนี้การเชื่อมโยงไมโครคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายท้องถิ่นนี้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นด้านของความเร็ว อุปกรณ์ต่างๆที่สนับสนุนมีให้เลือกใช้งานอย่างมากมาย รวมทั้งการเชื่อมโยงแบบไร้สาย รูปแบบการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาเชื่อมโยงกับเครือข่ายท้องถิ่นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.9



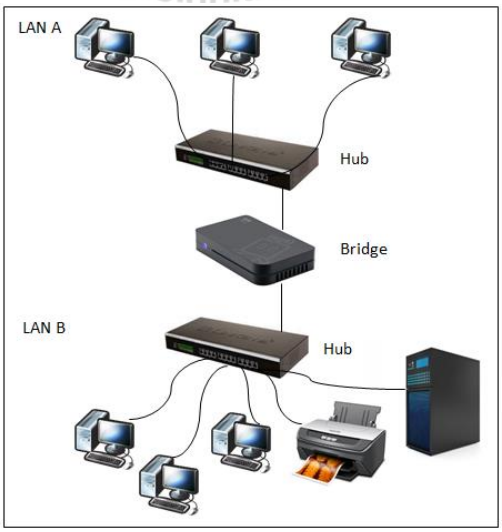
รูปที่ 2.9 การเชื่อมโยงเครือข่าย Microcomputer-to-LAN

2.4.4.4 ไมโครคอมพิวเตอร์กับอินเทอร์เน็ต (Microcomputer-to-Internet Configuration): จากการเติบโตของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และผู้ใช้ตามบ้านทั่วไปก็ได้มีการเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบบุคคล หรือเรียกว่าไดออลอัพ (Dial-Up) โดยมักใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับโมเด็มและสายโทรศัพท์ จากนั้นก็จะทำการโทรเข้าที่หมายเลขโทรศัพท์ของศูนย์บริการอินเทอร์เน็ต (ISP) เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่อไป โดยหากเป็นสายแอนะล็อกแบบเดิมก็มักนิยมใช้โมเดมที่มีความเร็ว 56 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ในขณะที่การเชื่อมต่อด้วยสัญญาณดิจิทัลก็จะมีความเร็วที่สูงกว่า เช่น ไอเอสดีเอน (ISDN) หรือ ดีเอสแอล (DSL) การนำไมโครคอมพิวเตอร์เชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจำเป็นต้องใช้โพรโทคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้ ซึ่งโพรโตคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) จัดเป็นโพรโทคอลมาตรฐานการเชื่อมต่อของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยรูปแบบการเชื่อมโยงไมโครคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแสดงได้ดังรูปที่ 2.10



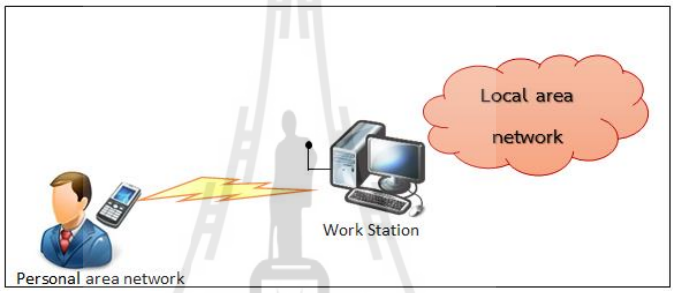
รูปที่ 2.10 การเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครือข่ายเน็ตเวิร์ค

2.4.4.5 เครือข่ายท้องถิ่นกับเครือข่ายท้องถิ่น (LAN-to-LAN Configuration): เมื่อเครือข่ายท้องถิ่นหรือระบบแลนได้กลายเป็นสิ่งจำเป็น และได้กลายเป็นมาตรฐานการใช้งานเครือข่ายตามหน่วยงานธุรกิจ และในสถานศึกษาทั่วไปแล้ว จากนี้ไปหน่วยงานต่าง ๆ จะทำการเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่นหลาย ๆ เครือข่ายเข้าไว้ด้วยกัน โดยหน่วยงานไม่จำเป็นต้องมีวงแลนเดียวเสมอไป โดยอุปกรณ์ที่สามารถนำมาเชื่อมโยงวงแลนทั้งสองนี้ได้แก่ สวิตซ์ (Switch) บริดจ์ (Bridge) หรือ เร้าเตอร์ (Router) โดยพิจารณาจากภาพรูปที่ 2.11 ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงเครือข่ายแลนสองวงเข้าด้วยกันด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่าบริดจ์ โดยบริดจ์จะทำหน้าที่เสมือนกับสะพานเชื่อมต่อเครือข่ายเข้าไว้ด้วยกัน และยังสามารถทำการกลั่นกรองข้อมูลไม่ให้วิ่งอยู่ภายในเฉพาะวงแลนของตน ทำให้ลดปัญหาความคับคั่งของข้อมูลได้ในขณะที่เครือข่ายแลนทั้งสองวงนั้น ก็ยังสามรถทำการติดต่อข้ามวงกันเพื่อขอใช้บริการทรัพยากรร่วมกัน



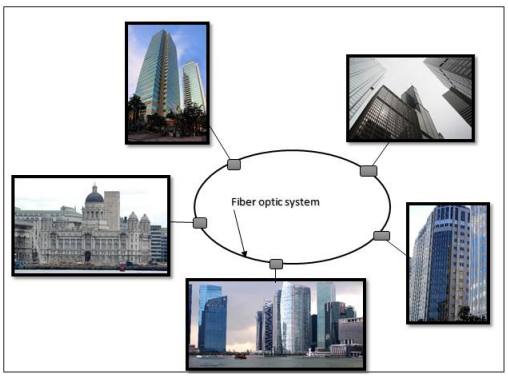
รูปที่ 2.11 การเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่นกับเครือข่ายท้องถิ่น

2.4.4.6 เครือข่ายส่วนบุคคลกับเวิร์คสเตชัน (PAN-to-Workstation Configuration): เครือข่ายส่วนบุคคลหรือแพน (PAN) นั้น จัดเป็นเครือข่ายในรูปแบบใหม่ซึ่งได้เกิดขึ้นเมื่อราวปี ค.ศ. 1990 โดยมีอุปกรณ์ที่สำคัญที่เรียกว่า “เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา” หรือ “พีดีเอ (Personal Digital Assistants: PDA)” เช่น พ็อกเก็ตพีซี (Pocket PC), คอมพิวเตอร์มือถือ (Handholds PC) หรือปาล์มคอมพิวเตอร์ (Palm Computer) และแล็ปทอปหรือโน้ตบุคคอมพิวเตอร์ โดยสามารถเชื่อมโยงต่อกันได้ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย ให้สามารถทำการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างเครื่องพีดีเอกับโน้ตบุคคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นการถ่ายโอนข้อมูล เสียง หรือเพลง นอกจากนี้ยังสามารถนำเครื่องพีดีเอเหล่านี้มาเชื่อมโยงแบบไร้สายเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์เวิร์คสเตชันดังรูปที่ 2.12 เพื่อดาวน์โหลดหรืออัพโหลดข้อมูลระหว่างกัน



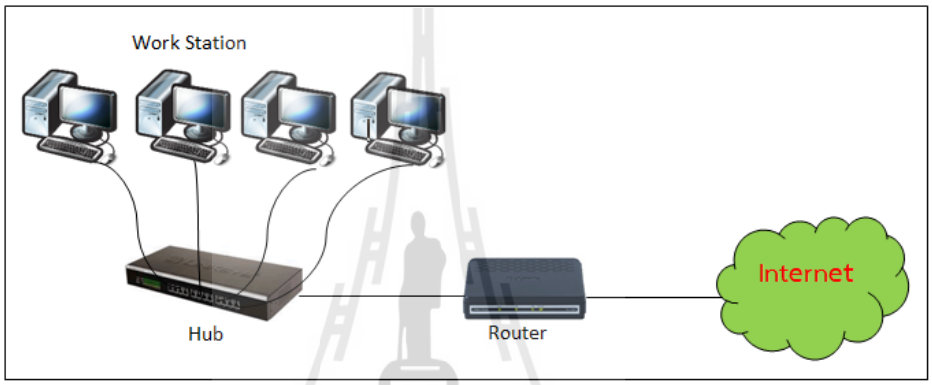
รูปที่ 2.12 การเชื่อมโยงเครือข่ายส่วนบุคคลกับเวิร์คสเตชัน

2.4.4.7 เครือข่ายท้องถิ่นกับเครือข่ายระดับเมือง (LAN-to-MAN Configuration): หลังสิ้นสุดศตวรรษที่ 20 รูปแบบเครือข่ายใหม่ที่ธุรกิจต่าง ๆ สามารถทำการเชื่อมโยงกันในแต่ละเมือง การเชื่อมโยงเครือข่ายดังกล่าวจะมีความรวดเร็วสูงด้วยการใช้สายไฟเบอร์ออปติค ซึ่งเครือข่ายชนิดนี้ก็คือ “เครือข่ายระดับเมือง (Metropolitan Area Network: MAN)” นั่นเอง



รูปที่ 2.13 การเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่นกับเครือข่ายระดับเมือง

2.4.4.8 เครือข่ายท้องถิ่นกับเครือข่ายระดับประเทศ (LAN-to-Internet Configuration): เป็นที่ทราบกันดีว่าเครือข่ายท้องถิ่นนั้น จัดเป็นเครือข่ายที่มีการนำไปใช้งานในธุรกิจและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ มากมาย ซึ่งนอกจากผู้ใช้สามารถทำงานบนเครือข่ายท้องถิ่นแล้ว ยังมีความต้องการที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้นอุปกรณ์สำคัญชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “เร้าเตอร์” (Rounter) จึงมีบทบาทสำคัญกับการเชื่อมโยงเครือข่ายในรูปแบบนี้ โดยเร้าเตอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมโยงเครือข่ายแลนเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยพิจารณาจากรูปที่ 2.14 ที่แสดงให้เห็นถึงระบบแลนที่มีการเชื่อมโยงเข้ากับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์เร้าเตอร์

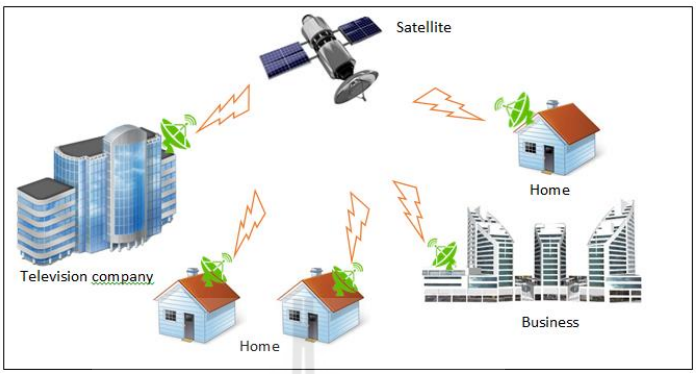


รูปที่ 2.14 การเชื่อมโยงเครือข่ายท้องถิ่นกับระดับประเทศ LAN-to-Internet

2.4.4.9 โทรศัพท์ไร้สาย (Wireless Telephone Configurations): ภายในไม่กี่ปีมานี้ อัตราการเจริญเติบโตของเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สายได้มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือโทรศัพท์ไร้สาย นอกจากจะสร้างความสะดวกในการพูดคุยสื่อสารกันแล้ว ยังสามารถใช้แทนเพจเจอร์เพื่อส่งข้อความได้ด้วย และด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในยุคปัจจุบันได้ลดสัญญาณรบกวนลงมาก รวมทั้งความสามารถในการสื่อสารได้แทบทุกพื้นที่ ไม่ว่าจะอยู่ในบริเวณตึกสูง ชั้นใต้ดิน หรือบริเวณป่าเขาก็ตาม นอกจากนี้ยังสามารถนำคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กที่มีการติดตั้งโมเด็มแบบพีซีการ์ด และเชื่อมต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อทำการเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย

2.4.4.10 ดาวเทียมและไมโครเวฟ (Satellite and Microwave Configuration): เทคโนโลยีดาวเทียมและไมโครเวฟ จัดเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมและใช้งานกันมากยิ่งขึ้นซึ่งหากระยะทางระหว่างสองเครือข่ายที่มีระยะทางห่างไกลกันมาก และหากใช้สายเคเบิลในการเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่ยากหรืออาจเป็นไปไม่ได้เลย ดังนั้นการส่งผ่านข้อมูลด้วยการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมและไมโครเวฟ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเชื่อมต่อได้อย่างมีประมิทธิภาพ

ตัวอย่างเช่น การแพร่ภาพทีวีผ่านดาวเทียม การถ่ายทอดวิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ การใช้เครือข่ายจีพีเอส (GPS) โดยรูปแบบการเชื่อมโยงดาวเทียมและไมโครเวฟดังแสดงได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การเชื่อมโยงเครือข่ายดาวเทียมและไมโครเวฟ

จากข้อมูลการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ในประเภทต่าง ๆ พบว่าในแต่ละประเภทมีลักษณะการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานในแต่ละพื้นที่ งานวิจัยนี้จึงได้นำรูปแบบการเชื่อมโยงเครือข่ายในรูปแบบต่าง ๆ ไปออกแบบปฏิบัติการเสมือนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และได้ฝึกทดลองปฏิบัติเสมือนหนึ่งได้สัมผัสกับอุปกรณ์เครือข่ายจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความคุ้นเคยกับอุปกรณ์เครือข่ายส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

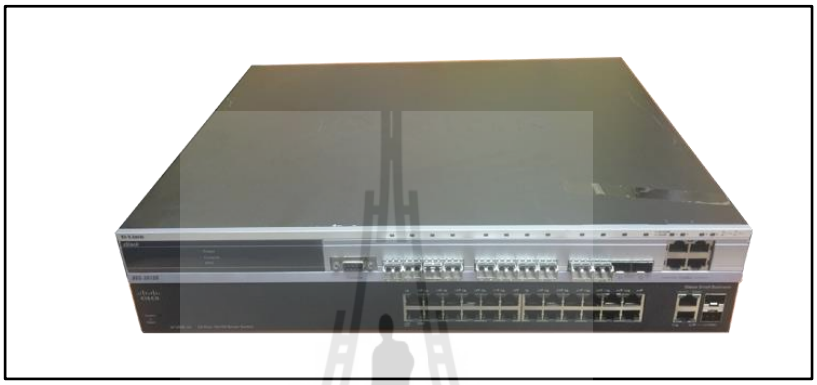
2.4.5 อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์

จตุชัย แพงจันทร์ และอนุโชต วุฒิพรพงษ์ (2551) กล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบเครือข่ายทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลในเครือข่าย หรือการใช้ทวนสัญญาณเพื่อให้การส่งข้อมูลได้ในระยะที่ไกลขึ้น หรือใช้สำหรับขยายเครือข่ายให้มีขนาดใหญ่ขึ้น อุปกรณ์เครือข่ายที่พบเห็นโดยทั่วไป เช่น ฮับ สวิตช์ เราท์เตอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.5.1 ฮับ (Hub)

ฮับ (Hub) หรือบางทีก็เรียกว่า “รีพีตเตอร์ (Repeater)” คือ อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกลุ่มของคอมพิวเตอร์ ฮับมีหน้าที่รับส่งข้อมูลทุกเฟรมที่ได้รับจากพอร์ตใดพอร์ตหนึ่งไปยังทุกๆ พอร์ตที่เหลือ คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับฮับที่แชร์แบนด์วิธหรืออัตราข้อมูลเครือข่าย ดังนั้นถ้าคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับฮับที่มีจำนวนมากเท่าไหร่ก็จะทำให้แบนด์วิธในเครือข่ายลดลง ความเร็วการรับส่งข้อมูลของฮับมีตั้งแต่ 10 Mbps 100 Mbps และ1000 Mbps มีจำนวนพอร์ต RJ-45

ตั้งแต่ 4 ถึง 24 พอร์ตแล้วแต่รุ่น ซึ่งแต่ละรุ่นจะมีลักษณะการใช้งานแตกต่างกันออกไป เช่น ฮับขนาด 16 พอร์ตเหมาะสำหรับใช้งานกับคอมพิวเตอร์ไม่เกิน 16 เครื่อง แต่ถ้ามีคอมพิวเตอร์มากกว่า 16 เครื่อง ต้องใช้ฮับขนาดใหญ่ที่มีพอร์ต RJ-45 จำนวน 24 พอร์ต และหากจำนวนคอมพิวเตอร์ที่จะใช้เชื่อมต่อมีจำนวนมากกว่า 24 เครื่อง ต้องใช้ฮับขนาดที่มีพอร์ต RJ-45 จำนวน 48 พอร์ต ตัวอย่างฮับขนาด 24 พอร์ต ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ฮับแบบ 10/100/1000 Mbps

2.4.5.2 เราท์เตอร์ (Router)

เราท์เตอร์ (Router) เป็นอุปกรณ์เครือข่ายที่ทำหน้าที่ในเลเยอร์ 3 หรือเลเยอร์เครือข่าย เราท์เตอร์จะฉลาดว่าฮับและสวิตช์ เราท์เตอร์จะอ่านที่อยู่ (Address) ของสถานที่ปลายทางที่ส่วนหัว (Header) ของแพ็กเก็ตข้อมูล เพื่อใช้ในการกำหนดหรือเลือกเส้นทางที่จะส่งแพ็กเก็ตนั้นต่อไป ในเราท์เตอร์จะมีข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเส้นทางให้แพ็กเก็ต เรียกว่า “เราท์ติ้งเทเบิ้ล (Routing Table)” หรือตารางการจัดเส้นทาง ข้อมูลในตารางนี้จะเป็นข้อมูลที่เราท์เตอร์ใช้ในการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดไปยังปลายทาง ถ้าเส้นทางหลักเกิดขัดข้องเราท์เตอร์ก็สามารถเลือกเส้นทางใหม่ได้

นอกจากนี้เราท์เตอร์ยังสามารถส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลต่างกันได้ โปรโตคอลที่ทำหน้าที่ในเลเยอร์ที่ 3 เช่น IP (Internet Protocol), IPK (Internet Package Exchange) และ AppleTalk นอกจากนี้เราท์เตอร์ยังสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายระยะไกล (WAN) ได้ และยังสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายเข้ากับเครือข่ายอื่น ๆ ที่ใหญ่กว่า เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รูปที่ 2.17 เรท์เตอร์ (Router)

2.4.5.2 สวิตช์ (Switch)

สวิตช์ (Switch) คือ อุปกรณ์เครือข่ายที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลสวิตช์จะฉลาดว่าฮับกว่าคือ สวิตช์สามารถส่งข้อมูลที่ได้รับจากพอร์ตหนึ่งไปยังเฉพาะพอร์ตปลายทางเท่านั้น ทำให้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตที่เหลือ สามารถส่งข้อมูลถึงกันและกันได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้อัตราการรับส่งข้อมูลหรือแบนด์วิธไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับสวิตช์ คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะมีแบนด์วิธเท่ากับแบนด์วิธของสวิตช์ เนื่องจากคุณสมบัตินี้เครือข่ายที่ติดตั้งใหม่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะนิยมใช้สวิตช์มากกว่าฮับ เพราะจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการชนกันของข้อมูลในเครือข่าย

รูปที่ 2.18 สวิตช์ (Switch) แบบ 10/100/1000 Mbps

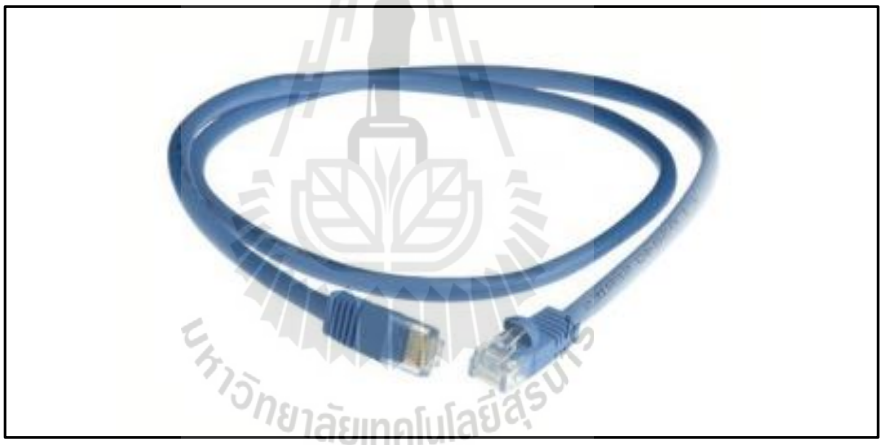
2.4.6 สายสัญญาณและหัวเชื่อมต่อ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์จะสามารถใช้งานได้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ต่าง ๆ และมีสื่อกลางในการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ ซึ่งเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมีการ

ใช้สายสัญญาณที่มีความเหมาะสมและในปัจจุบันมีสายสัญญาณที่ใช้เป็นมาตรฐานในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อยู่ 3 ประเภท ดังนี้(จตุชัย แพงจันทร์ และอนุโชต วุฒิพรพงษ์, 2551)

2.4.6.1 สายคู่บิดเกลียว

สายคู่เกลียวบิด (Twisted Pairs) เป็นสายสัญญาณมาตรฐานที่นิยมใช้มากที่สุดในระบบเครือข่ายปัจจุบัน สายสัญญาณจะประกอบด้วยสายทองแดงที่ห่อหุ้มด้วยฉนวน 2 เส้น แล้วบิดเป็นเกลียว เหตุที่บิดเป็นเกลียวก็เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดสัญญาณรบกวน สายคู่เกลียวบิดแบ่งออกเป็นหลายประเภทซึ่งแบ่งตามคุณภาพของสาย ที่เราคุ้นเคยมากที่สุดคือ สายโทรศัพท์ที่ใช้โดยทั่วไป ซึ่งจะมีสายทองแดงทั้งหมด 2 คู่ ส่วนหัวที่ใช้ต่อเรียกว่า หัว RJ-11 ส่วนสายคู่เกลียวบิดที่นิยมใช้ในระบบเครือข่ายแบบอีเธอร์เน็ตคือ สาย UTP (Unshielded Twisted Pairs) ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับสายโทรศัพท์แต่มีคุณภาพดีกว่า โดยมีสายทองแดงทั้งหมด 4 คู่ ส่วน หัวเชื่อมต่อจะเรียกว่า หัว RJ-45 ดังรูปที่ 2.19 แสดงสายสัญญาณ UTP ที่มีหัว RJ-45 เชื่อมต่ออยู่



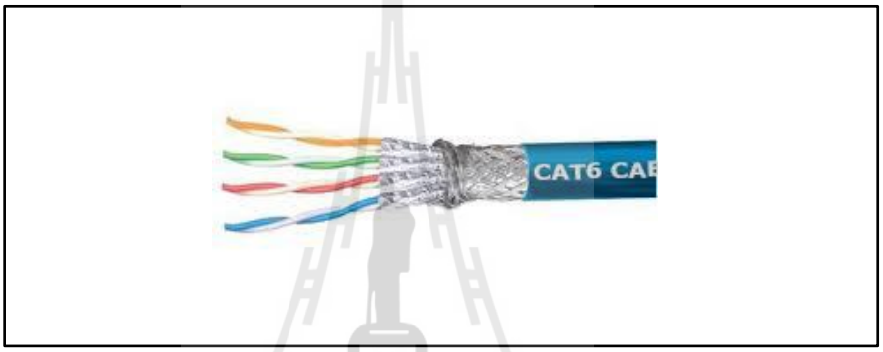
รูปที่ 2.19 สายสัญญาณ UTP

สายคู่บิดเกลียว (Twisted Pairs) ในอดีตมักจะถูกใช้เป็นสายสัญญาณที่ใช้ในระบบโทรศัพท์แต่ปัจจุบันได้กลายเป็นมาตรฐานสายสัญญาณที่เชื่อมต่อในเครือข่ายแบบท้องถิ่น (LAN) สายคู่เกลียวบิดหนึ่งคู่ประกอบด้วยสายทองแดงขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.016-0.035 นิ้ว หุ้มด้วยฉนวนแล้วบิดเป็นเกลียวบิดเป็นเกลียวคู่ การบิดเป็นเกลียวของสายแต่ละคู่มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่รบกวนซึ่งกันและกัน

สายคู่เกลียวบิดที่มีขายในท้องตลาดมีหลายประเภท ซึ่งสายสัญญาณอาจประกอบด้วยสายคู่บัดเกลียวบิดตั้งแต่หนึ่งคู่ไปจนถึง 600 คู่ในสายขนาดใหญ่ สายคู่เกลียวบิตที่ใช้กับเครือขาย LAN จะประกอบด้วย 4 คู่ สายคู่เกลียวบิดที่ใช้ในเครือข่ายแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

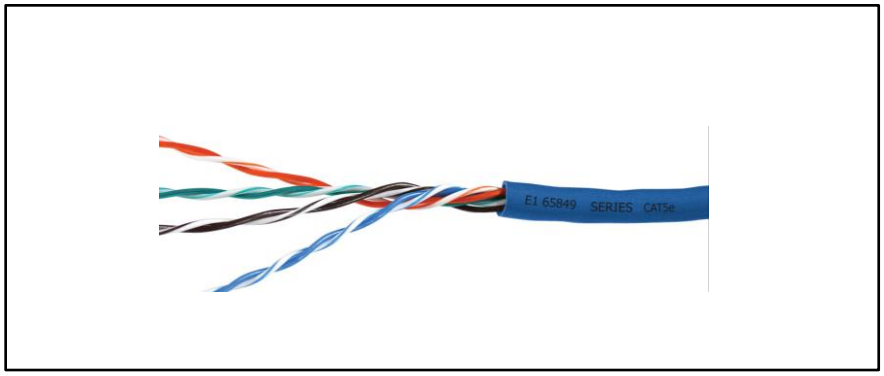
คือ เอสทีพี (Shielded Twisted Pairs: STP) หรือสายคู่เกลียวบิดหุ้มเกราะ และ ยูทีพี(Unshielded Twisted Pairs: UTP) หรือสายคู่เกลียวบิดไม่หุ้มเกราะ ซึ่งในแต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกันคือ

1) สายคู่เกลียวบิดหุ้มเกราะหรือ สายเอสทีพี (Shielded Twisted Pairs: STP) เป็นสายคู่เกลียวบิดแบบมีส่วนป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก ซึ่งชั้นป้องกันนี้อาจเป็นแผ่นโลหะบางๆหรือใยโลหะที่ถักเป็นตาข่าย ซึ่งชั้นป้องกันนี้จะห่อหุ้มสายคู่เกลียดบิดทั้งหมด จุดประสงค์ของการเพิ่มชั้นห่อหุ้มนี้เพื่อป้องกันการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น คลื่นวิทยุจากแหล่งต่างๆ



รูปที่ 2.20 สายเอสทีพี (Shielded Twisted Pairs: STP)

2) สายคู่เกลียวบิดแบบไม่มีส่วนป้องกันสัญญาณรบกวน หรือ สายยูทีพี (Unshielded Twisted Pairs: UTP) เป็นสายสัญญาณที่นิยมใช้กันมากที่สุดในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน ซึ่งการใช้สายนี้ความยาวต้องไม่เกิน 100 เมตร

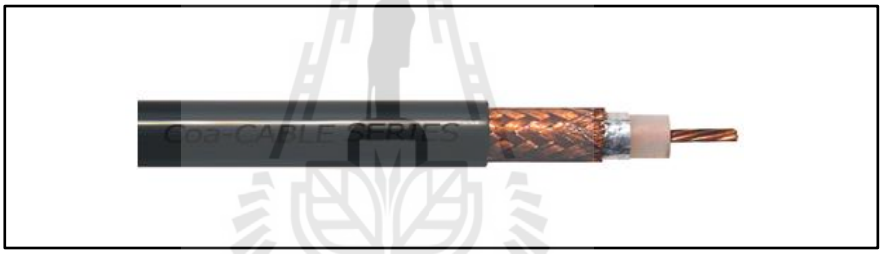


รูปที่ 2.21 สายยูทีพี (Unshielded Twisted Pairs: UTP)

การที่ใช้สายคู่เกลียวบิดในการรับส่งสัญญาณนั้น จำเป็นต้องใช้สายหนึ่งคู่ในการส่งสัญญาณและอีกหนึ่งคู่ในการรับสัญญาณ ซึ่งในแต่ละคู่สายจะมีทั้งขั้นบวกขั้วลบ ในการทำงานเช่นนี้เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งในการรับส่งข้อมูลที่เรียกว่า “Differential Signaling” ซึ่งเทคนิคนี้คิดค้นขั้นมาเพื่อที่จะกำจัดคลื่นรบกวน (Electromagnetic Noise) ที่เกิดกับสัญญาณข้อมูล ซึ่งคลื่นรบกวนนี้เกิดขั้นได้ง่ายและเมื่อเกิดขึ้นกับสายสัญญาณแล้วทำให้สัญญาณข้อมูลยากต่อการอ่าน หรือแปลความหมาย

2.4.6.2 สายโคแอ็กเชียล (Coaxial Cable)

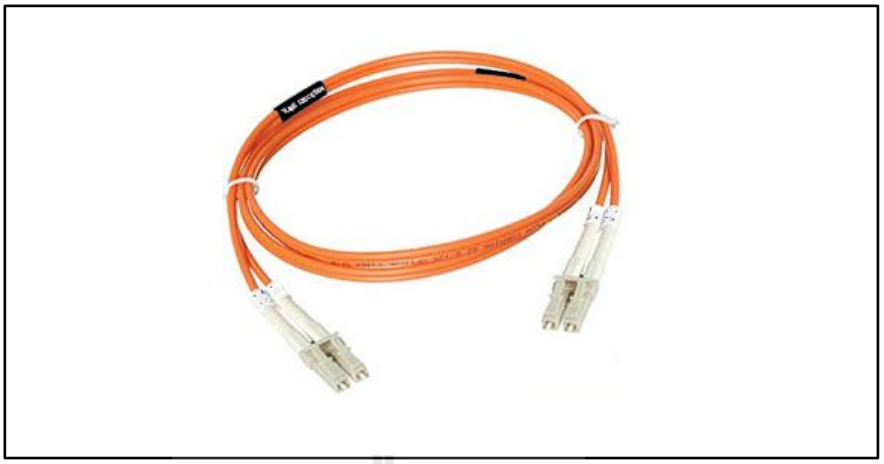
สายโคแอ็กเชียล (Coaxial Cable) มีลักษณะคล้ายกับสายเคเบิลทีวีคือ มีแกนกลางเป็นทองแดงห่อหุ้มด้วยฉนวนแล้วหุ้มด้วยใยตาข่ายโลหะ ชั้นนอกสุดเป็นวัสดุป้องกันสายสัญญาณ ดังรูปที่ 2.22 สายประเภทนี้นิยมใช้มากในเครือข่ายสมัยแรก ๆ แต่ปัจจุบันไม่นิยมใช้แล้ว โดยเปลี่ยนไปใช้สายคู่เกลียวบิดแทน



รูปที่ 2.22 สายโคแอ็กเชียล (Coaxial Cable)

2.4.6.3 สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optics)

สายใยแก้วนำแสง หรือสายไฟเบอร์ (Fiber Optics) เป็นสายที่ใช้แสงเป็นเป็นตัวนำสัญญาณ โดยมีแก้วหรือพลาสติกใสเป็นสื่อนำสัญญาณ ในขณะที่สายคู่เกลียวบิดและสายโคแอ็กเชียลใช้สัญญาณไฟฟ้าและโลหะเป็นสื่อ ข้อเสียของสายสัญญาณประเภทโลหะคือ จะถูกรบกวนจากแหล่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างๆ ได้ง่าย เช่น ฟ้าผ่า มอเตอร์ไฟฟ้า แต่สายใยแก้วนำแสงใช้สัญญาณแสง ดังนั้น จึงไม่ถูกรบกวนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จึงทำให้สายใยแก้วนำแสงสามารถส่งข้อมูลได้ในอัตราที่สูงและระยะทางไกลกว่า แต่การผลิต การติดตั้ง และดูแลรักษายุ่งยาก และราคาแพงกว่าสายที่เป็นโลหะ

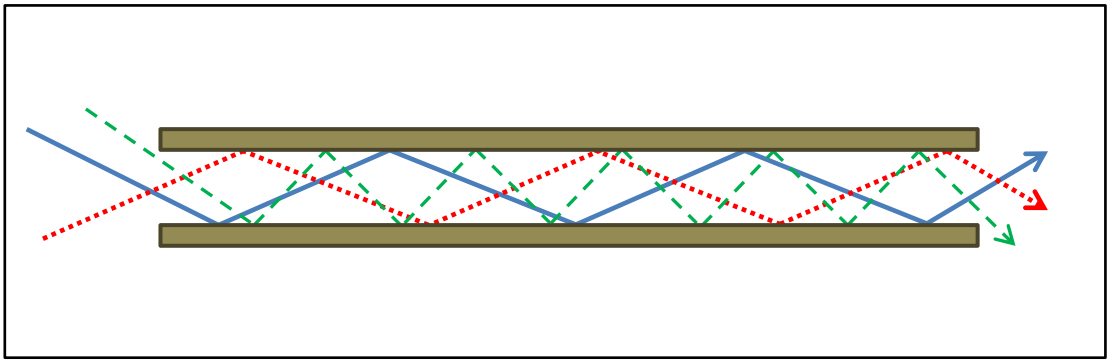


รูปที่ 2.23 สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optics)

สายไฟเบอร์มีความเหมาะสำหรับลิงค์ที่ต้องการแบนด์วิธสูงและมีความเชื่อถือได้สูง และเหมาะสำหรับการส่งข้อมูลระยะไกล เช่น ลิงค์หลัก (Backbone) ของระบบเครือข่าย ซึ่งสายใยแก้วนำแสงมี 2 ประเภทคือ

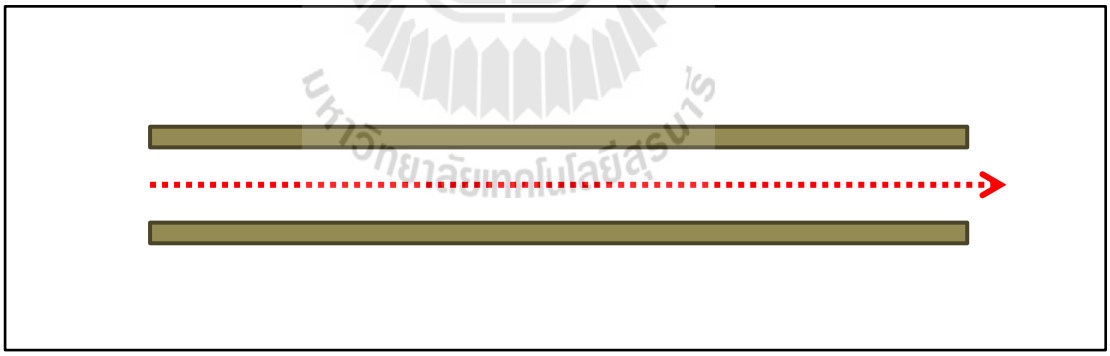
1) สายใยแก้วนำแสงแบบมัลติโหมด (Multimode Fiber Optic หรือ MMF) เป็นสายไฟเบอร์ที่นิยมใช้งานระบบ LAN มากที่สุด โครงสร้างภายในของเส้นใยแก้วนำแสงจะประกอบด้วยแกนและแคล็ดดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

สำหรับเส้นใยแก้วนำแสงแบบหลายโหลดประเภทที่นิยมกันมากที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 125 ไมครอน ซึ่งส่วนใหญ่จะเรียกสายไฟเบอร์ประเภทนี้สั้นๆ เป็น 62.5/125 MMF ส่วนสายไฟเบอร์ขนาดอื่นที่นิยมรองลงมาคือ 50/125 MMF เนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนของเส้นใยแก้วนำแสงหลายโหลดนั้นมีขนาดใหญ่ ดังนั้นแสงที่ตกกระทบที่ปลายส่งของเส้นใยแก้วนำแสงมีมุมตกกระทบที่ต่างกันหลายค่า จากหลักการสะท้อนกลับของแสงที่เกิดขึ้นภายในส่วนแกน ทำให้มีแนวลำแสงที่เกิดขึ้นหลายแนว ซึ่งแนวการเดินทางของแสงจะนิยมเรียกว่า “โหมด” ดังนั้น คำว่า “มัลติโหมด (Multimode)” จึงหมายถึง สายใยแก้ว ที่อนุญาตให้แสงเดินทางผ่านหลายแนวนั่นเอง



รูปที่ 2.24 ทิศทางของแสงในสายใยแก้วนำแสงแบบมัลติโหมด

2) สายใยแก้วนำแสงแบบซิงเกิลโหมด (Singlemode Fiber Optic หรือ SMF) มีเส้นใยแก้วส่วนแกนขนาดเล็กกว่าสายแบบมัลติโหมด โดยจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนประมาณ 8-10 ไมครอนและส่วนที่เป็นแคล็ดประมาณ 125 ไมครอน สายแบบนี้จะอนุญาตให้แสงเดินทางเพียงแนวเดียว ซึ่งเป็นที่มาของคำว่า “ซิงเกิลโหมด” (Singlemode) การเดินทางของแสงในซิงเกิลโหมด แสงจะไม่เกิดการแตกกระจาย (Modal Dispersion) ซึ่งเกิดขึ้นกับเส้นใยแก้วชนิดหลายโหมด ดังนั้น จึงทำให้การรับสัญญาณที่ปลายสายดีกว่า ทำให้ส่งสัญญาณได้ไกลกว่า



รูปที่ 2.25 ทิศทางของแสงในสายใยแก้วนำแสงแบบซิงเกิลโหมด

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์กราฟิก

คอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นคำที่ใช้ในการกล่าวถึงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการสร้างรูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพ จัดรูปแบบให้เกิดการจินตนาการที่เสมือนจริง เพื่อสื่อความหมายในเรื่องที่แสดงถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ได้ถูกต้องและชัดเจน (ฐัศแก้ว ศรีสด, 2542: 1)

2.5.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์กราฟิก

วิททีส และเชลเลอร์ (1973: 243) ได้ให้คำนิยามของคำว่า “กราฟิก” (Graphics) มีรากศัพท์เป็นภาษากรีก มีความหมายว่า การเขียนตัวอักษร หรือภาพด้วยสีต่าง ๆ เพื่อแสดงความจริงหรือความคิดให้เกิดความชัดเจน โดยใช้วิธีการวาดรูปและการเขียนตัวอักษร ซึ่งอาจออกมาในรูปของแผนภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ ภาพวาด ภาพการ์ตูน สัญลักษณ์ ตลอดจนภาพถ่าย เพื่อสื่อความหมายในเรื่องที่ต้องการแสดงข้อเท็จจริงต่าง ๆ

ดังนั้นคอมพิวเตอร์กราฟิกจึงหมายถึงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วยเทคโนโลยีซอฟแวร์ที่ทันสมัยใช้สร้างรูปภาพและเขียนตัวอักษร เพื่อให้สื่อความหมายเสมือนจริงในการแสดงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ในรูปแบบดิจิทัล

ฐัศแก้ว ศรีสด (2542: 17-18) ได้กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์กราฟิกสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ที่ผู้ปฏิบัติงานในแต่ละด้านนำไปประยุกต์และพัฒนาการทำงานของตนเอง ดังนี้

2.5.1.1 คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการช่วยสอน

ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการช่วยสอนในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านภาษา เช่น โปรแกรมช่วยสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โปรแกรมช่วยสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ เรียกว่า ซีเอไอ (Computer Aided Instruction: CAI) เป็นโปรแกรมที่สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้ ทั้งการรับคำสั่งและการตอบคำถาม

2.5.1.2 คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการออกแบบ

โปรแกรมสำหรับช่วยในการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรมหรือด้านวิศวกรรม ช่วยให้ผู้ออกแบบสร้างงานได้ง่าย เพื่อให้เกิดภาพคล้ายของจริงได้ สามารถกำหนดขนาดของวัตถุ ย่อหรือขยายภาพนั้นได้ หรือต้องการหมุนภาพ การเก็บภาพ การอ่าน-แก้ไขภาพได้ง่ายและสะดวกกว่าการออกแบบด้วยกระดาษ ซึ่งคอมพิวเตอร์กราฟิกกับการออกแบบ เรียกว่า ซีเอดี (Computer Aided Design: CAD)

2.5.1.3 คอมพิวเตอร์กราฟิกกับงานศิลปะ

โปรแกรมสำหรับวาดภาพ โดยไม่ต้องอาศัยพู่กันกับจานสี แต่ใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกแทน ซึ่งสามารถกำหนดสี แสง เงา โดยนำไปใช้ตกแต่งภาพโฆษณาต่าง ๆ ซึ่งข้อดีที่เห็นได้ชัดเจนคือ การแก้ไขเพิ่มเติมบางส่วนของภาพจะสะดวกรวดเร็ว

2.5.1.4 คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการประมวลผลภาพ

เป็นโปรแกรมสำหรับการแสดงรูปที่เกิดจากการถ่ายรูป กล้องวิดีโอ หรือจากการสแกนภาพ ให้ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเน้นเรื่องการจัดรูปแบบของสีและแสงเงาที่มี

อยู่แล้วในภาพให้ชัดเจน ซึ่งเป็นข้อมูลแบบดิจิทัล (Digital) ซึ่งจะเหมาะกับงานที่ต้องปรับปรุงความชัดเจน เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม รูปที่ได้จากกล้องวงจรปิด

2.5.1.5 คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการทำภาพเคลื่อนไหว

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการทำภาพเคลื่อนไหว ภาพยนตร์ การ์ตูน และภาพยนตร์ประเภทนิยายวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์กราฟิกจะช่วยในการออกแบบและสร้างภาพเคลื่อนไหว (Computer Animation) ซึ่งการทำภาพเคลื่อนไหวจะมีประโยชน์ในด้านการศึกษาการวิจัย การจำลองการทำงาน การทำเกมคอมพิวเตอร์

2.5.1.6 คอมพิวเตอร์กราฟิกกับกราฟและแผนภาพ

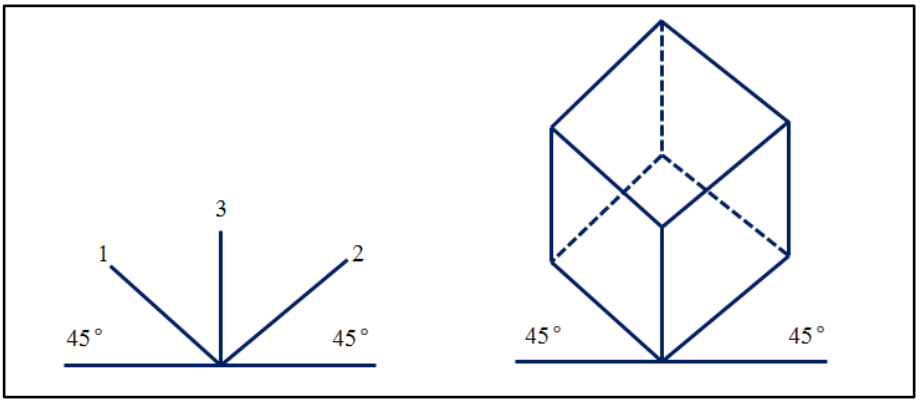
เป็นโปรแกรมสำหรับการแสดงกราฟและแผนภาพโดยการนำเสนอข้อมูลทางธุรกิจ สามารถใช้ได้ทั้งกราฟ 2 มิติ และ 3 มิติ เพื่อเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจให้กับผู้บริหาร ซึ่งการนำเสนอรูปแบบนี้จะให้ผลลัพธ์ที่ชัดเจน

2.5.2 การสร้างภาพ 3 มิติ

ฐัศแก้ว ศรีสด (2542: 47-50) ได้อธิบายการสร้างภาพ 3 มิติ ที่เน้นวิธีการแสดงรูปด้านตามวิธีการถอดแบบและการฉาย โดยการแสดงด้านของภาพถ่ายช่วย การทำภาพ 3 มิติ จึงต้องอาศัยมโนภาพโดยเอารูปด้านแต่ละด้านมาประกอบกันเป็นรูปร่าง การสร้างมโนภาพโดยการเอารูปด้านต่าง ๆ มาประกอบกันให้เป็นรูปเดียวให้มีลักษณะคล้ายรูปที่มองเห็น และได้แบ่งการสร้างภาพ 3 มิติ ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.5.2.1 ภาพ 3 มิติแบบไอโซเมตริก (Isometric)

เป็นการสร้างรูปที่ประกอบด้วยเส้นหลัก 3 เส้น คือ เส้นเอียง 2 เส้น ทำมุมกับเส้นระดับ 30 องศา หรือ 45 องศา และเส้นดิ่ง 1 เส้น ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.26 ภาพไอโซเมตริก

2.5.2.2 ภาพ 3 มิติแบบเพอร์สเปคตีพ (Perspective)

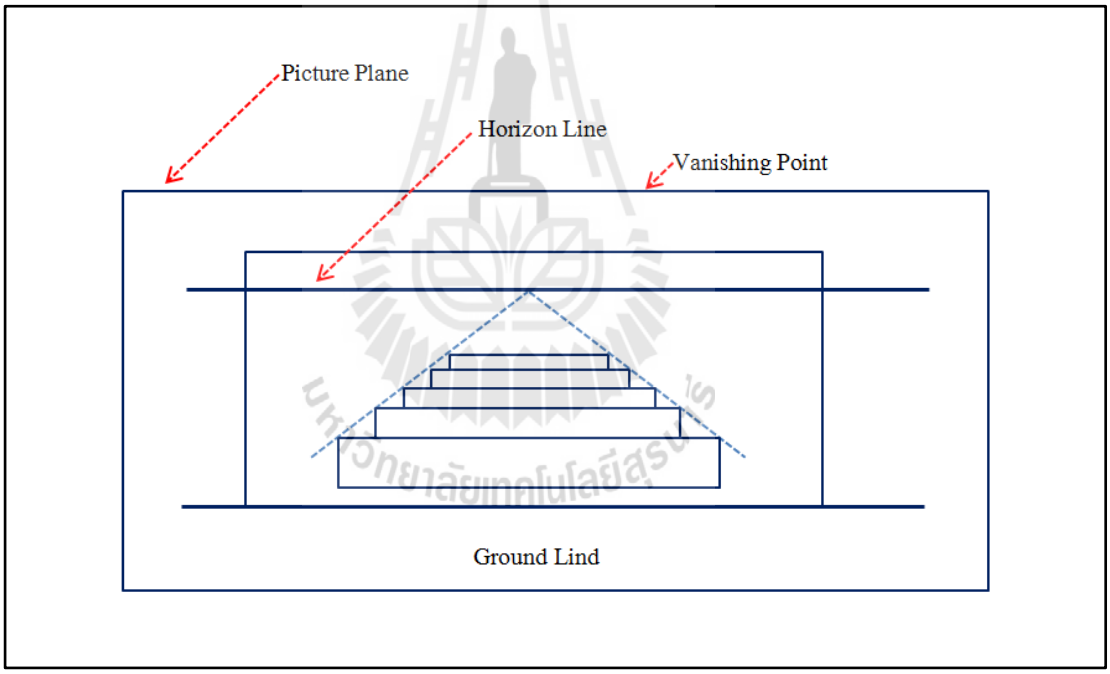
เป็นการสร้างภาพให้ดูมีความรู้สึกว่ามีความลึก เป็นไปตามธรรมชาติที่มองเห็น โดยมีเส้นประกอบดังนี้

1) เส้นแสดงแผ่นระนาบ (Picture Plane) คือ แนวระนาบที่จะเขียนภาพเพอร์สเปคตีพ

2) เส้นพื้น (Ground Line) คือ เส้นที่วางวัตถุอยู่บนพื้นโลก

3) เส้นระนาบตา (Horizon Line) คือ เส้นระดับสายตาที่ขนานกับเส้นพื้นและระนาบของเส้นสายตา โดยจะเลื่อนขึ้นหรือลงตามต้องการ โดยจะมีจุดรวมสายตา (Vanishing Point) ทั้งหลายอยู่บนเส้นนี้

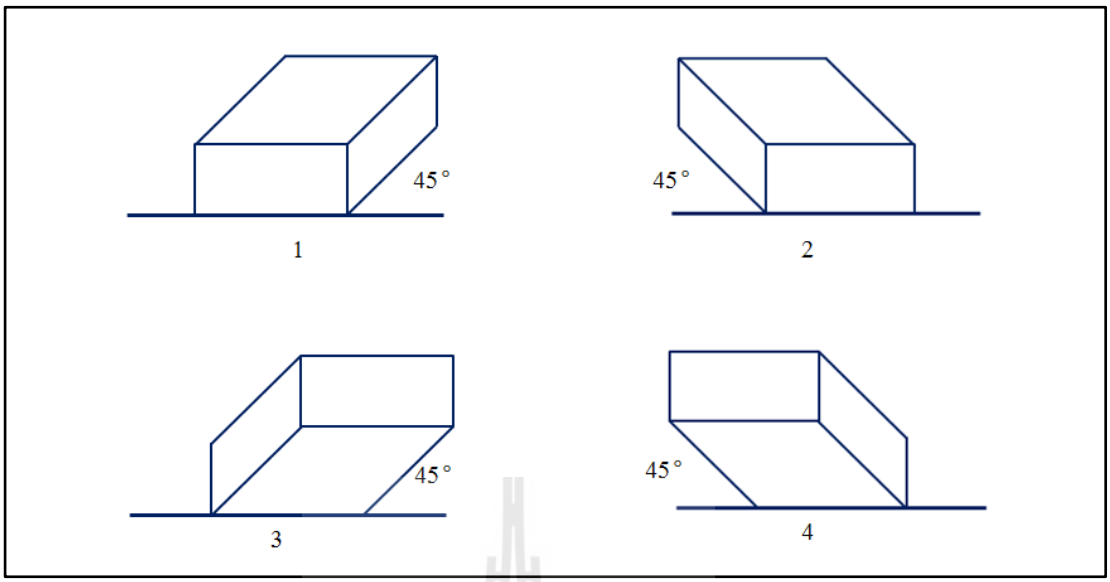
4) จุดมอง (Station Point) คือ ตำแหน่งที่มองภาพจากจุดที่ตั้ง



รูปที่ 2.27 ภาพเพอร์สเปคตีพ

2.5.2.3 ภาพ 3 มิติแบบออบบลีค (Oblique)

เป็นการสร้างรูปที่ด้านหนึ่งของภาพออบบลีคจะเหมือนรูปด้านหน้าของการสร้างภาพตามวิธีการถอดแบบและการฉาย จากนั้นสร้างเส้นเฉียง 45 องศา ทางซ้ายหรือทางขวามือ โดยสร้างภาพด้านอีก 2 ด้าน ประกอบกันดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 ภาพออบบลีค

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ ผู้วิจัยเลือกศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือที่ถูกพัฒนาด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้พบข้อดี และจุดเด่นของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเรียนรู้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

ทัทท์ และแว็กเนอร์ (Tuttas and Wagner, 2001) ได้ทดลองจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่แตกต่างกัน ได้แก่ การทดลองในห้องปฏิบัติการจริง โดยจัดให้มีเจ้าหน้าที่และอาจารย์ประจำวิชาคอยควบคุมดูแลการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับวิชาในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการรวมเอาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเข้าไว้ด้วยกัน เปรียบเทียบกับการปฏิบัติการในห้องทดลองแบบเสมือนจริง (Simulations) พบว่าผู้เรียนได้รับคะแนนการเรียนหรือผลการประเมินที่สูงกว่าจริง แต่ผู้เรียนยังมีความคุ้นเคยกับห้องปฏิบัติการจริงและมีความรู้สึกที่ไม่สามารถพบในการทดลองปฏิบัติการเสมือนหรือการทดลองทางไกล (Remote Access Laboratories)

เท็ท และเชา (Tait and Chao, 2003) ได้วิจัยเกี่ยวกับการจัดการสอนทางไกลกับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 เพื่อหาการเรียนปฏิบัติการทดลองทางไกลรูปแบบใหม่ โดยการนำการเรียนการสอนบนเว็บผสมผสานระหว่างการเรียนการสอนแบบสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งบทเรียนจะจัดให้มีการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์กับมัลติมีเดีย เมื่อผู้เรียนมีข้อสงสัยสามารถซักถามได้ ผลการวิจัย

พบว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้ในปฏิบัติการทางไกลซึ่งเรียนนอกห้องเรียนปกติ ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียน และระบุว่าการเรียนรู้ผ่านปฏิบัติการทางไกล ที่มีรูปแบบการรายงานผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพประกอบกับมีเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่ดี จะได้รับผลการทดลองที่มีคุณภาพไปด้วย

โคแซนชิค สลาค และโคลม ซูวิแวน (Kocijancic, Slavko and Colm O'Sulivan, 2002) ได้วิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการจัดการเรียน โดยจัดให้มีการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนและเรียนด้วยห้องปฏิบัติการปกติ ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์แสง และวิชาชีววิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต บทเรียนในปฏิบัติการเสมือนถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาจาวา (JAVA) ซึ่งผู้วิจัยเน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ซึ่งจากการทดสอบพบว่าบทเรียนที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่นำไปใช้เป็นปฏิบัติการเสมือน ส่งผลบวกต่อผู้เรียนรู้ในด้านการคำนวณและการประมวลผลจากการทดลองเนื่องจากสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว สามารถเชื่อมโยงไปยังความรู้อื่นได้ง่ายและคล่องตัว

ไรส์ เมรี่ เดวิส และโรด สโนว์ (Rice, Mary, David Owies and Rod Snow, 1999) ได้พัฒนาบทเรียนแนะนำการใช้เครื่องออกกำลังกายแก่นักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยเดียคิน (Deakin) ประเทศออสเตรเลีย โดยใช้ห้องเรียนปฏิบัติการเสมือนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้การใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนใช้งานจริง ผลการประเมินการใช้บทเรียนในปฏิบัติการเสมือนดังกล่าวพบว่า นักศึกษา 203 คน จากนักศึกษาทั้งหมด 306 คน สามารถใช้งานเครื่องออกกำลังกายได้อย่างถูกต้องและยังพบว่านักศึกษาที่ใช้งานเครื่องออกกำลังกายไม่เกิดอุบัติเหตุจากการใช้งาน

ปัญญา สีจุ้ย (2548: 82-85) ได้วิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์และหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดไฟฟ้าในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง โดยทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง พบว่าบทเรียนที่ถูกพัฒนาขึ้นนักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและสามารถจดจำได้นาน เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเมื่อนักศึกษาเกิดข้อสงสัยสามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อร่วมชั้น อีกทั้งยังง่ายต่อการประเมินผลการเรียน

จเร ราโชกาญจน์ (2541: 69-76) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความคงทนของความรู้ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียกับการเรียนปกติ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยใช้วิธีแบ่งกลุ่มตัวอย่างแบบมีระบบให้เป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน คือกลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย) และกลุ่มควบคุม (สอนโดยการสอนปกติ) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการทำแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความคงทนของ

ความรู้จำนวน 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ พบว่าความคงทนของความรู้ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยระบบมัลติมีเดียนานกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

เกษม แสงนนท์ (2549: 89-93) ได้ออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนทางด้านภาษาบาลี โดยทดสอบกับนิสิตระดับปริญญาตรีที่ศึกษาวิชาภาษาบาลี มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนผู้สอน ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านภาษาบาลี และเพื่อทดแทนและบรรเทาการใช้งานอุปกรณ์ทางมัลติมีเดียที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยมีการทดสอบทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านระบบควบคุม ด้านรูปแบบการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านภาษาบาลี ซึ่งจากการทดสอบพบว่า ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงระบบควบคุมฟังก์ชันการใช้งานจากการแนะนำในบทเรียน รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถปฏิสัมพันธ์กันได้ง่าย และเมื่อผู้เรียนต้องการความรู้เพิ่มเติมในภาษาบาลีผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตได้ทันที

นำโชค จิตร์แจ้ง (2550: 47-48) ได้ศึกษาและพัฒนาบทเรียนสำหรับห้องปฏิบัติการเสมือนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนห้องปฏิบัติการเสมือน บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีการเตรียมความพร้อมปฏิบัติการฟิสิกส์ก่อนการปฏิบัติจริง กับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้ห้องปฏิบัติการปกติ ผลวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยการเตรียมความพร้อมในห้องปฏิบัติการเสมือนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนแบบปกติย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัลยาณี ยะสานติทิพย์ และพิสุทธา อารีราษฎร์ (2552: 757-581) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้สำหรับสนับสนุนการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินความคงทนการเรียนของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนผลการประเมินความคงทนการเรียนของผู้เรียนพบว่าผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ลดลง 4.73 % ซึ่งอยู่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดคือ 10 %

พรทิวา โตวิจิตร (2552: 101-104) ได้พัฒนาสื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงแบบมัลติมีเดียเพื่อนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับหลักสูตรเครื่องวัดประกอบการบิน มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยแก้ปัญหาผู้เรียนที่มีความเข้าใจและมองภาพการทำงานได้ยาก และแก้ปัญหาอันตรายที่อาจจะเกิดจากการลงมือปฏิบัติจริง โดยเปรียบเทียบจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อสอนสามมิติเสมือนจริงแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการ

เรียนแบบปกติ งานวิจัยนี้ยังระบุว่าสื่อช่วยสอนสามมิติเสมือนจริงแบบมัลติมีเดียช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์และหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ภายในเครื่องแมกเนโต (Magneto)

นฤดล ดามพ์สุกรี (2553: 73-77) ได้วิจัยผลสัมฤทธิ์ของการเรียนด้วยระบบปฏิบัติการจริงผ่านเครือข่ายระบบจัดการการเรียนรู้ โดยออกแบบและพัฒนาระบบเชื่อมต่อระหว่างวัตถุการเรียนรู้ตามมาตรฐานสกอร์ม ที่สามารถติดต่อและรับข้อมูลผลการทดลองจากฮาร์ดแวร์ซึ่งเป็นกล่องแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ไปบันทึกยังระบบจัดการเรียนเรียนรู้ พบว่าระบบดังกล่าวมีความผิดพลาดต่ำในระดับที่สามารถนำไปใช้ทดแทนการปฏิบัติการในห้องทดลองจริงได้ ส่วนประสิทธิภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้แผนการทดลองแบบ Pretest-Posttest กับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่า ผู้เรียนด้วยระบบดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้ที่เรียนด้วยระบบปฏิบัติการจริงผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์สูงกว่าผู้ที่เรียนในห้องปฏิบัติการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบจุดเด่นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คุณสมบัติงานวิจัย	ทัทท์ เดล แว็กเนอร์ (2001)	เท็ท และ เชา (2003)	โคเซนชิค สลาค และ โคลม ซูวิเวน (2002)	ไรส์ เมร์ เดวิส และ โรด สโนว์ (1999	ปัญญา สีจุ้ย (2548)	จเร ราโชกาญจน์ (2541)	เกษม แสงนนท์ (2549)	นำโชค จิตร์แจ้ง (2550)	พรทิวา โตวิจิตร (2552)	นฤดล ดามพ์สุกรี (2553)	งานวิจัยนี้
ลักษณะของงานวิจัย											
- ปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์	✓		✓					✓	✓	✓	✓
- สื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์				✓	✓	✓	✓				✓
- การสอนทางไกลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์		✓									

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบจุดเด่นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

คุณสมบัติงานวิจัย	ทัทท์ และ แว็กเนอร์ (2001)	เท็ท และ เชา (2003)	โคเซนชิค สลาด และ โคลม ซูวิแวน (2002)	ไรส์ เมรี เดวิส และ โรด สโนว์ (1999	ปัญญา ลีจุ้ย (2548)	จเร ราโชกาญจน์ (2541)	เกษม แสงนนท์ (2549)	นำโชค จิตร์แจ้ง (2550)	พรทิวา โตวิจิตร (2552)	นฤดล ดามพ์สุกรี (2553)	งานวิจัยนี้
- ชุดทดลองมี Interactive แบบ 3 มิติ สะท้อนกลับในทันที											✓
การประเมินผลงานวิจัย											
- วัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- เปรียบเทียบตัวแปรก่อนและหลังการทดลอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ใช้เงื่อนไขเวลาเพื่อวัดสมรรถภาพของผู้เรียน											✓
เครื่องมือบริหารจัดการระบบ											
- เว็บเบราว์เซอร์ (Web browser)	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			
- มูเดิ้ล (Moodle)										✓	✓
- โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นเอง	✓		✓						✓		

จากตาราง 2.1 ที่แสดงการเปรียบเทียบและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาสื่อการจัดการเรียนการสอนด้วยเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้อย่างเต็มความสามารถ ซึ่งงานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการในการเรียนรู้ สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ นำไปสู่การประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวเกิดจากการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนโดยผ่านสื่ออย่างหลากหลาย และผ่านระบบ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจึงสามารถเข้าเรียนได้อย่างไม่จำกัดสถานที่และเวลาตอบสนองต่อความต้องการของผู้จัดการเรียนการสอน ที่เน้นการเรียนรู้ตามความสามารถของผู้เรียนรายบุคคล งานวิจัยนี้จึงได้นำแนวคิดการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ มาพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ในครั้งนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

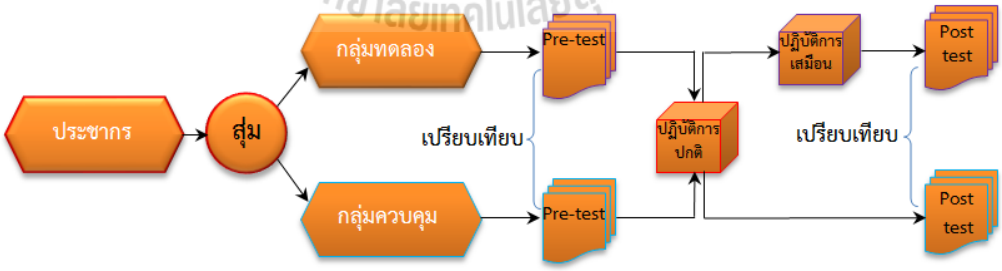
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนที่ช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในรายวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาสื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้เกิดความเข้าใจ

โดยรายละเอียดในบทที่ 3 นี้กล่าวถึง วิธีการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ การเรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนผ่านระบบจัดการการเรียนรู้ กรอบแนวคิดการวิจัยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ใช้สำหรับรายวิชาบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ของสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประกอบด้วยเนื้อหา 3 เรื่อง ได้แก่ 1) การฝึกทดลองเข้า RJ-45 2) ชุดการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง 3) ชุดทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งการวิจัย

ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) โดยประยุกต์ใช้แนวทางของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) มาปรับปรุงให้มีความเหมาะสม โดยมี 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบและพัฒนา และทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ ที่ไม่เป็นส่วนราชการ มีภารกิจผลิตและพัฒนากำลังคนระดับสูงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการในการพัฒนาประเทศ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, www, 2558) ดำเนินกิจกรรมด้านการเรียนการสอนและด้านการวิจัย ทำให้มีหน่วยงานที่สนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งมีภารกิจหลักเพื่อปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับการเรียนการสอนอยู่เสมอ และที่สำคัญมหาวิทยาลัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาคณาจารย์เพื่อก้าวสู่การเป็นอาจารย์มืออาชีพ ประกอบกับผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ให้มีการกำหนดแนวทางการดำเนินงานเพื่อก้าวสู่ความเป็นเลิศด้านการเรียนการสอน การสร้างนวัตกรรม และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยการพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นสำคัญ ในลักษณะการค้นคว้าด้วยตนเองและเน้นการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกในการค้นคว้า และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ปรับปรุงระบบการให้บริการเพื่อเพิ่มการทบทวนบทเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ตามอัธยาศัยโดยผ่านเครือข่ายของมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพและเพียงพอต่อผู้ใช้ (ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, www, 2558)

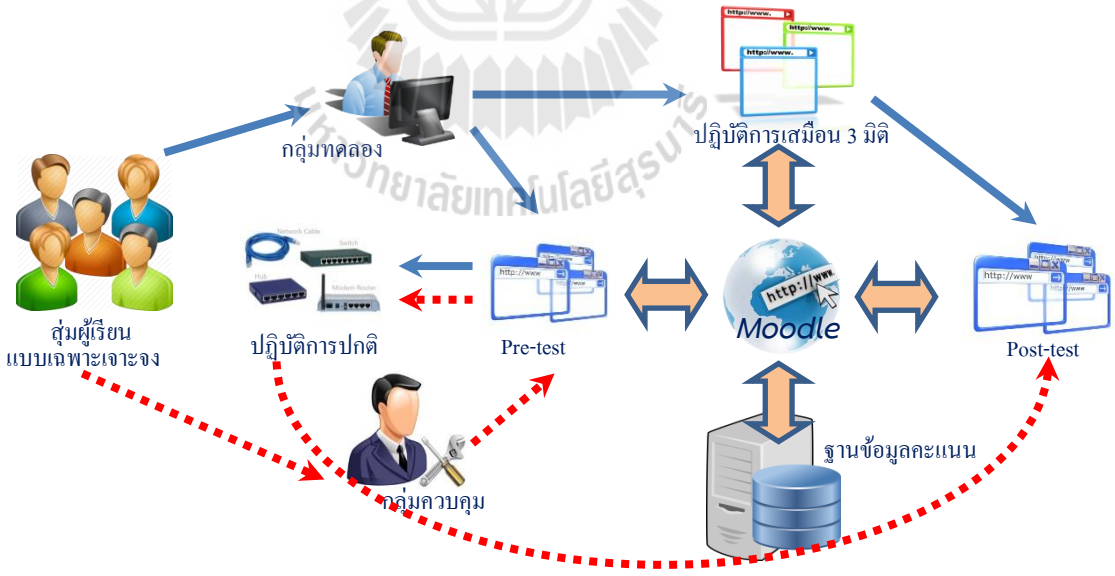
ดังนั้น ในการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับภารกิจหนึ่งของมหาวิทยาลัย ประกอบกับปัจจุบันเครื่องมือทดลองที่ติดตั้งและใช้งานในห้องปฏิบัติการ ยังไม่เพียงพอสำหรับการทดลอง แบบผู้เรียน 1 คนต่อชุดทดลองปฏิบัติ 1 ชุด อีกทั้งปฏิบัติการด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการใช้วัสดุทดลองที่เป็นวัสดุสิ้นเปลือง อาทิ สายยูทีพี (UTP) หัว RJ-45 เพื่อให้เกิดความชำนาญของผู้เรียน จำเป็นต้องฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดซื้อ งานวิจัยนี้จึงพัฒนาปฏิบัติการเสมือนเพื่อนำมาบรรเทาปัญหาดังกล่าวโดยได้กำหนดข้อมูลที่จะศึกษาดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ศึกษาทดลองปฏิบัติการเสมือน

ชนิดตัวแปร	กลุ่มทดลอง
ตัวแปรควบคุม	ผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว - ทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ความสามารถก่อนเรียน - เมื่อจบเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดผมสัมฤทธิ์
ตัวแปรทดลอง	ผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติและเรียนด้วยปฏิบัติการเสมือน - ทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ความสามารถก่อนเรียน - เมื่อจบเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดผมสัมฤทธิ์

3.1.2 ออกแบบและพัฒนาระบบ

ปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติและเรียนรู้การเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในรายวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ผู้เรียนสามารถเข้าถึงชุดทดลองได้ในทุกที่และทุกเวลา โดยก่อนเข้าสู่ชุดทดลองปฏิบัติการเสมือนผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วระบบจะจัดเก็บข้อมูลหรือคะแนนไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับคะแนนที่ได้จากผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน โครงสร้างเบื้องต้นของปฏิบัติการเสมือนแสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างเบื้องต้นของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์

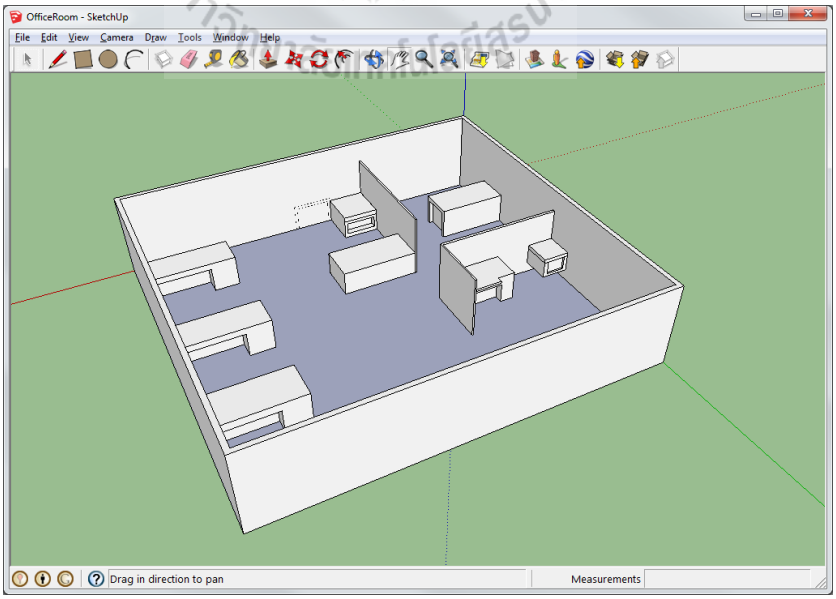
โครงสร้างของการทำงานของปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (User Interface) และส่วนฐานข้อมูล (Database) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

3.1.2.1 ส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (User Interface)

ปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ จะติดต่อกับผู้เรียนผ่านทางส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ผ่านการสั่งงานหรือนำเข้ามูลผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาเชื่อมต่อ เช่น เม้า คีย์บอร์ด การออกแบบส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้จึงคำนึงถึงลักษณะการทดลองจริงให้มากที่สุด โดยมีทั้งหมด 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนของการออกแบบโมเดลจำลองสถานที่และมุมมองอุปกรณ์เครือข่าย 3 มิติ การออกแบบ Interactive สะท้อนกลับผู้ใช้งานระบบและส่วนชุดปฏิบัติการทดลองเสมือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ออกแบบโมเดลจำลองสถานที่และมุมมองอุปกรณ์เครือข่าย 3 มิติ

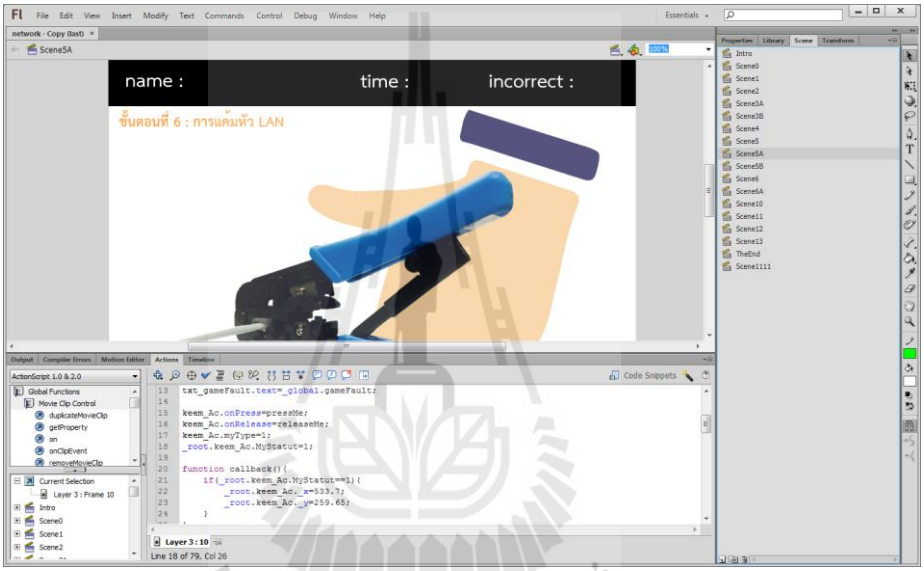
สำหรับวิธีการออกแบบโมเดลจำลองสถานที่หรือห้องจำลองเสมือนจริงนั้น ได้นำโปรแกรม Google Sketch Up ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่มีคุณสมบัติในการใช้สร้างแบบจำลองหรือโมเดล 3 มิติมาใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ได้สัมผัสกับรูปภาพที่มีลักษณะคล้ายสถานที่จริงมากที่สุด ซึ่งโปรแกรม Google Sketch Up เป็นโปรแกรมที่ใช้ออกแบบภาพ 2 มิติ แล้วขึ้นโครงร่างให้เป็น 3 มิติ มีระบบแนะนำที่ชาญฉลาด (Intelligent Guidance) ซึ่งช่วยในการใช้ประโยชน์จากจุด เส้น พื้นผิว เพื่อใช้ในการประกอบเป็นโมเดล (นพดล วศินสิทธิสุข, 2554) ทำให้ได้โมเดลการจำลองสถานที่ต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การออกแบบโมเดลจำลองห้องสำนักงาน 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Google SketchUp

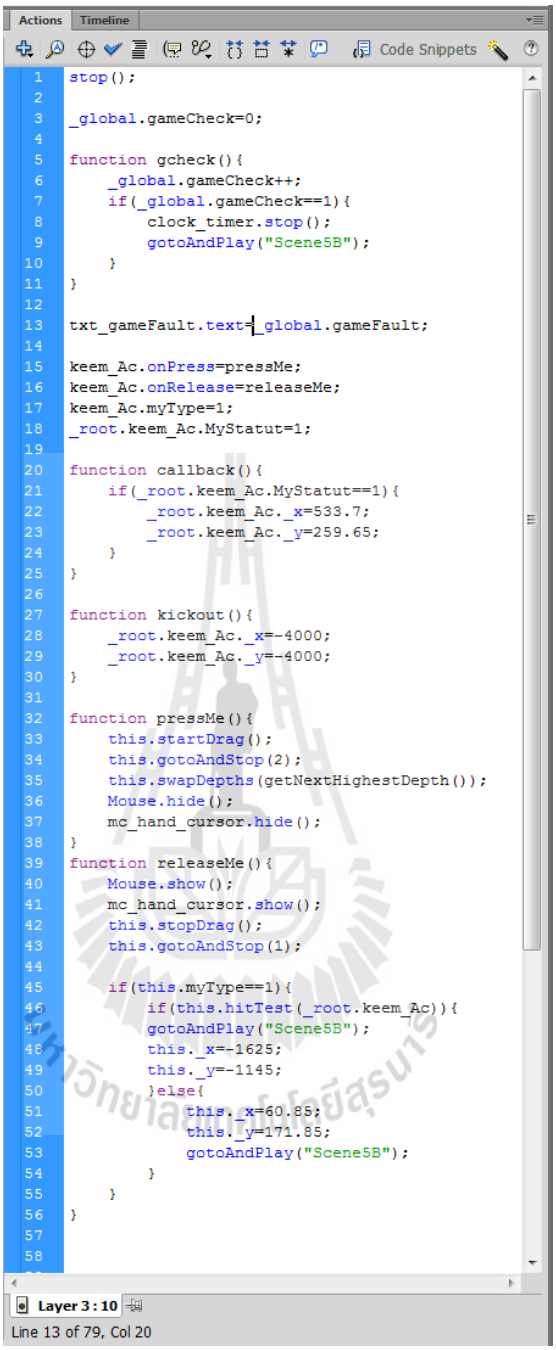
2) การออกแบบอินเตอร์แอคทิฟ (Interactive) สะท้อนกลับผู้ใช้งานระบบ

ในการออกแบบอินเตอร์แอคทิฟ สะท้อนกลับผู้ใช้งานระบบ เป็นการสร้างภาพ 3 มิติด้วยโปรแกรมประยุกต์ Macromedia Flash และเขียนชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของภาพในแต่ละเฟรมด้วยภาษาจาวา (JAVA) ที่เรียกว่า แอคชั่นสคริปต์ (Action Script) ซึ่งอินเตอร์แอคทิฟ (Interactive) คือการทำให้แฟลช (Flash) สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ เมื่อผู้ใช้ทำการสั่งงานด้วยเม้า (Mouse) หรือแป้นพิมพ์ (Keyboard) ภาพก็จะเปลี่ยนรูปร่างและลักษณะไปตามสคริปต์ที่ได้เขียนคำสั่งไว้ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การใส่ Action Script เพื่อกำหนดให้ระบบโต้ตอบกับผู้ใช้

การเขียนคำสั่งแอคชั่นสคริปต์ (Action Script) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมและสั่งการวัตถุหรือรูปภาพต่าง ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นในโปรแกรมแฟลช (Flash) โดยแอคชั่นสคริปต์ที่อยู่ในโปรแกรมประยุกต์ข้างต้นนี้ สามารถเขียนควบคุมวัตถุที่สร้างขึ้นได้ทั้งในแบบบนไทม์ไลน์ (Timeline) และบนซิมโบล (Symbol) เพื่อควบคุมการทำงานหรือควบคุมการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือภาพตามความต้องการของผู้ใช้ โดยจะคำนึงถึงการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์เครือข่ายเมื่อมีการบังคับด้วยเม้า (Mouse) หรือคีย์บอร์ด (Keybaord)ให้เสมือนจริงมากที่สุด เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกว่าเสมือนหนึ่งได้สัมผัสกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์เครือข่ายจริง ตัวอย่างการเขียนคำสั่งแอคชั่นสคริปต์ในโปรแกรมแฟลชเพื่อใช้สำหรับควบคุมวัตถุให้ทำงานตามเหตุการณ์ต่าง ๆ ในส่วนของชุดทดลองการฝึกเข้าหัว RJ-45 ในขั้นตอนที่ 6 มีการเขียนชุดคำสั่งดังรูปที่ 3.5

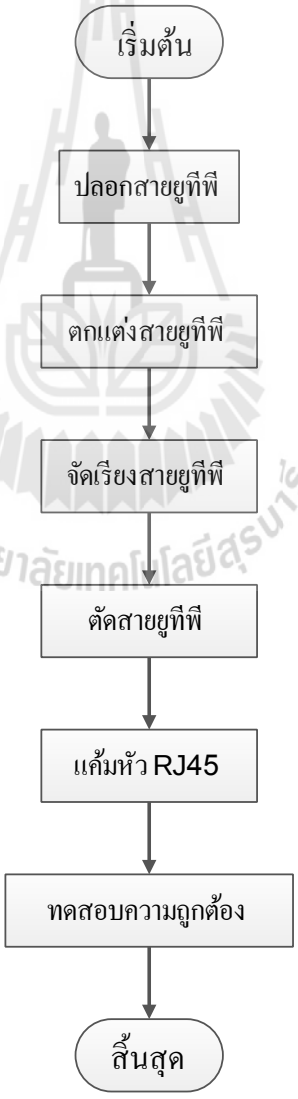


รูปที่ 3.5 Action Script กำหนดให้ระบบโต้ตอบกับผู้ใช้

3) การออกแบบชุดปฏิบัติการทดลองเสมือน: ในส่วนของชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนจะแบ่งออกเป็น 3 ชุด ซึ่งผู้เรียนจะต้องฝึกปฏิบัติจนครบทั้งหมด 3 ชุด จึงจะสามารถเริ่มต้นใหม่ได้ซึ่งผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติได้ไม่จำกัดจำนวนครั้ง ซึ่งประกอบด้วย

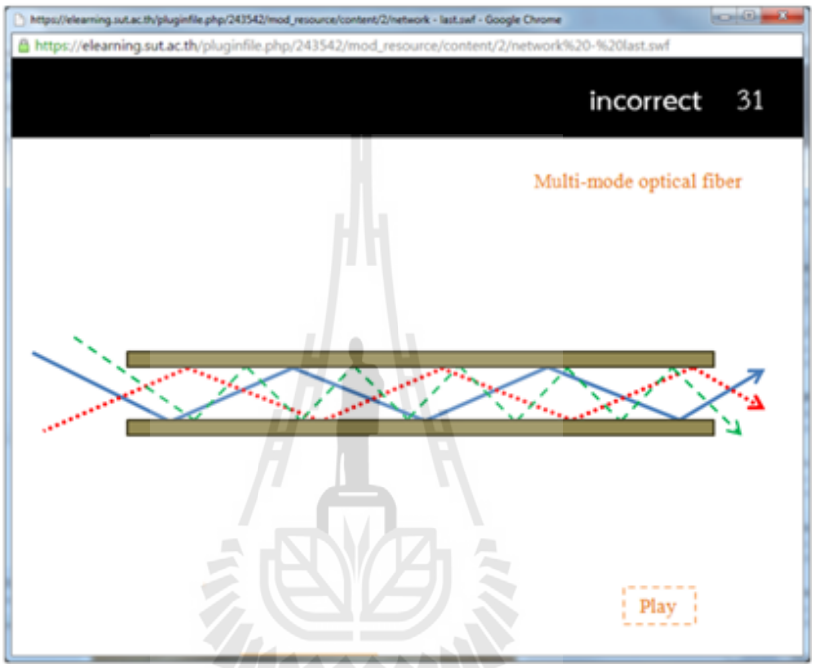
- ชุดฝึกปฏิบัติที่ 1 ชุดฝึกการเข้าหัวแบบ RJ-45 ชุดปฏิบัตินี้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การเข้าหัวแบบ RJ-45 โดยแนะนำเทคนิควิธีการเข้าหัว RJ-45 ดังนี้ คือ ผู้เรียนต้องใช้เม้า

ควบคุมการปลอกสายยูทีพี (UTP) และทำการตกแต่งให้สายสวยงามโดยใช้เม้าหยิบกรรไกรตัดในส่วนของเส้นใยสีขาวที่ไม่เกี่ยวข้องออก การปลอกสายนั้นผู้เรียนต้องเลือกระยะการปลอกสายให้ถูกต้องจึงจะสามารถปลอกสายได้ การเรียงสายยูทีพี (UTP) ผู้เรียนต้องเรียงสายให้ถูกต้องโดยชุดทดลองกำหนดให้เรียงสายยูทีพีทั้ง 2 แบบ คือ แบบตรง (Straight-Through Cable) และแบบไขว้ (Crossover Cable) แล้วทำการตัดสายยูทีพี (UTP) ก่อนเข้าหัว จากนั้นทำการการเข้าหัว RJ-45 โดยผู้เรียนต้องใช้เม้าบังคับวัตถุให้หยิบจับหัว RJ-45 สอดให้ตรงช่องของคีมเข้าหัว และสุดท้ายเป็นการนำสายยูทีพี (UTP) ที่เข้าหัว RJ-45 เรียบร้อยแล้วไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบสาย (Cable Tester) ซึ่งถ้าสายที่เข้าหัวที่สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้งานได้ เครื่องทดสอบสายจะปรากฏไฟกระพริบสีเขียวครบทั้งหมด 8 จุด ชุดการทดลองเข้าหัว RJ-45 มีลำดับขั้นตอนการออกแบบดังนี้



รูปที่ 3.6 แผนผังลำดับขั้นตอนของการสร้างชุดทดลองการเข้าหัว RJ-45

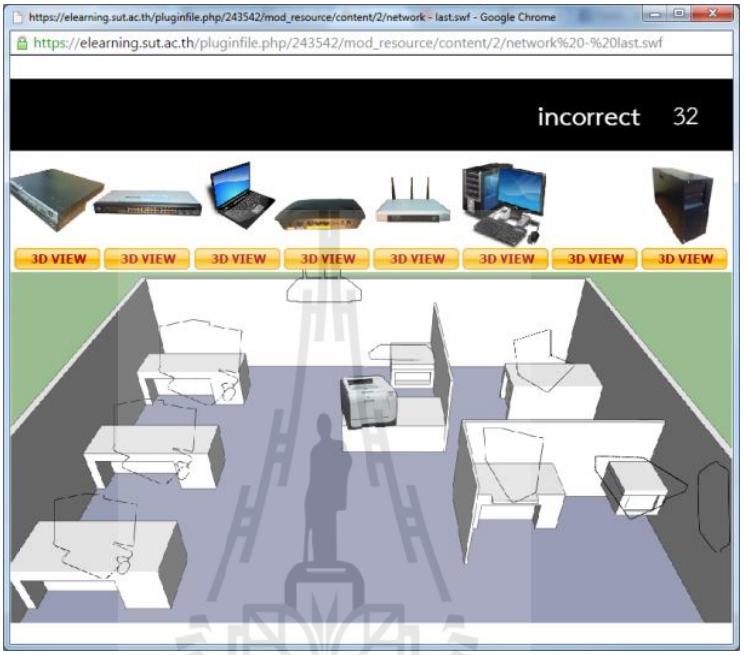
- ชุดฝึกปฏิบัติที่ 2 ชุดการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ชุดปฏิบัตินี้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การเดินทางของแสงในสายใยแก้วนำแสง แต่ละชนิดคือ สายใยแก้วนำแสงชนิดมัลติโหมด (Multi-Mode Fiber) และสายใยแก้วนำแสงชนิดซิงเกิลโหมด (Single-Mode Fiber) โดยจะแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของแสงเมื่อมีการรับส่งข้อมูลผ่านสายใยแก้วนำแสงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการออกแบบชุดการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง

- ชุดฝึกปฏิบัติที่ 3 ชุดการจำลองติดตั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ชุดปฏิบัตินี้จำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายในสถานที่หรือภายในอาคาร ซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ อาทิ คอมพิวเตอร์พกพา (Notebook) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) เครื่องพิมพ์แบบเชื่อมต่อเครือข่าย (Printer Network) สายยูทีพี (UTP) เครื่องแปลงสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Router) เครื่องกระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Switch) เครื่องกระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Access Point) และคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) แล้วให้ผู้เรียนฝึกทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง โดยจะมีการจำลองห้องที่มีการนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่จำเป็นมาใช้ในการทำงานเป็นประจำ และผู้เรียนมักจะพบในชีวิตประจำวันอยู่บ่อยครั้ง ได้แก่ การจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในห้องสำนักงาน (Office Room) การจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในห้องคอมพิวเตอร์ (Computer LAB) และการจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์

ภายในบ้านพักหรือที่อยู่อาศัย โดยจะใช้โปรแกรม Google Sketch Up ในการออกแบบพื้นที่ในลักษณะ 3 มิติ และใช้โปรแกรม Macromedia Flash สร้างชุดการเชื่อมต่อ ที่มีอินเตอร์เอคทิฟ (Interactive) ที่เขียนคำสั่งแอคชั่นสคริปต์ (Action Script) ควบคุมการปฏิพันธ์ระหว่างชุดการทดลองกับผู้เรียน ดังรูปที่ 3.8 และ รูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการออกแบบชุดจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในห้องสำนักงาน (Office Room)

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่าย 2 ชนิด

3.1.2.2 ส่วนฐานข้อมูล (Database)

ส่วนฐานข้อมูลนี้ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลของผู้เรียน ส่วนนี้ใช้มายเอสคิวแอล (MySQL) ในการออกแบบฐานข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับใช้เปรียบเทียบการทดลองฝึกปฏิบัติของผู้เรียนในแต่ละครั้ง และผลการทำแบบทดสอบของนักศึกษาทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนสำหรับนำไปเปรียบเทียบเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบไปด้วยพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) และแผนภาพอีอาร์ไดอะแกรม (Entity Relationship Diagram: ER-Diagram) ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 การออกแบบแผนภาพอีอาร์ไดอะแกรม

tbNetwork	
PK	StudentID
	Password
	ScoreFault
	Time
	PreTest
	PostTest

ตารางที่ 3.3 การออกแบบพจนานุกรมข้อมูล

ลำดับ	ชื่อฟิลล์ข้อมูล	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	คีย์
1	StudentID	Int	8	รหัสนักศึกษา	Primary Key
2	Password	Varchar	13	รหัสผ่านเข้าใช้งาน	
3	ScoreFault	Int	10	จำนวนความผิดพลาด	
4	Time	Int	10	ระยะเวลาของการทดลอง	
5	PreTest	Int	10	คะแนนทดสอบก่อนเรียน	
6	PostTest	Int	10	คะแนนทดสอบหลังเรียน	

3.1.3 ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพ

การประเมินผลของการพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและเน้นความเหมาะสมของชุดปฏิบัติการทดลอง นั่นคือความสามารถของชุดปฏิบัติการทดลองเสมือนที่ได้พัฒนาขึ้น

ซึ่งในการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของชุดปฏิบัติการเสมือนที่สร้างขึ้น (System Usability Testing) จะเป็นการประเมินเชิงคุณภาพ โดยประเมินจากการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ในแง่ของความสามารถในการใช้งานได้ของชุดปฏิบัติการทดลองเสมือน ได้แก่

ด้านประสิทธิผล (Efficiency) ด้านประสิทธิผล (Effectiveness) ด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (User Satisfaction) โดยให้เลือกระดับความเหมาะสมจำแนกเป็น เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด จากนั้นนำผลการประเมินที่ได้รับไปวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นก่อนการนำไปใช้ทดสอบกับผู้เรียนต่อไป

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

3.2.1.1 ประชากรที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 300 คน โดยการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีของ ทาโร่ เยเมน (Yamane, T., 1967) ดังสมการ 3.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$n = N/1+Ne^2 \quad (3.1)$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากร

E = ค่าความคลาดเคลื่อน

เมื่อกำหนดความเชื่อมั่นในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างไว้ที่ร้อยละ 90 โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (e) ร้อยละ 10 จำนวนประชากร (N) จำนวน 300 คน

ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) จะมีค่าเท่ากับ

$$n = 300/1+300(.10^2)$$
$$= 300/4$$
$$= 76$$

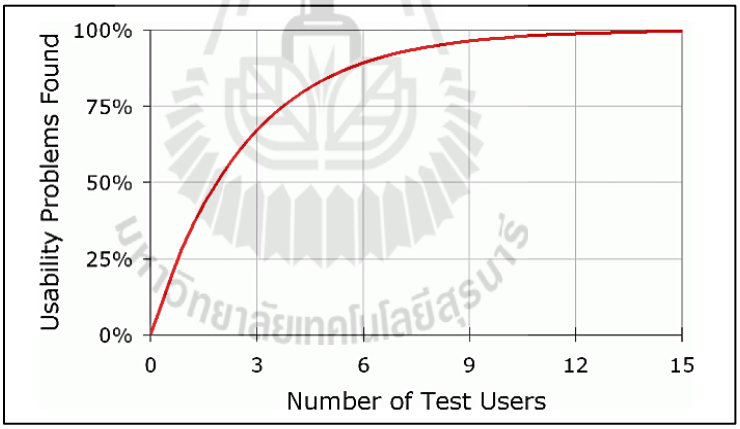
3.2.1.2 ประชากรที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ คือ ผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านคอมพิวเตอร์ ได้แก่ อาจารย์ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

3.2.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาจำนวน 76 คน ที่ได้จากการสุ่มประชากรจำนวน 300 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับสลากแบบไม่ใส่คืน (ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2549: 42)

3.2.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ จากการศึกษาของเนลเซน (Nielsen, 1993) โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของการประเมินระบบ ตามสมการ 3.2 พบว่าจำนวนผู้ประเมินผลการใช้งาน 5 คน จะทดสอบการใช้งานของระบบได้ค่าความเชื่อมั่น 85% พบว่าจำนวนผู้ประเมินผลการใช้งาน 9 คน จะทดสอบการใช้งานของระบบได้ค่าความเชื่อมั่น 95% ถ้าใช้จำนวนผู้ประเมินผลการใช้งาน 12 คน จะทดสอบการใช้งานของระบบได้ค่าความเชื่อมั่น 98% และหากใช้จำนวนผู้ประเมินผลการใช้งานงาน 15 คน จะทดสอบการใช้งานของระบบได้ค่าความเชื่อมั่น 100% ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 จำนวนผู้ประเมินระบบที่ส่งผลต่อค่าความเชื่อมั่นในการประเมินระบบ

จากสูตร $N(1-(1-L)_{n})$ (3.2)

N คือ จำนวนผลรวมของจำนวนปัญหาการใช้งาน (N มีค่าเท่ากับ 41 เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาของเนลเซน)

L คือ ความน่าจะเป็นที่จะค้นพบปัญหาขณะใช้งานโดยผู้ใช้งานเพียงหนึ่งคน (L มีค่าเท่ากับ 31% เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาของเนลเซน)

n คือ จำนวนคนที่ใช้ในการทดสอบ

การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเลือกศึกษาจากประชากรที่มีลักษณะตามวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา จำนวน 9 คน ได้แก่ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้พัฒนาระบบ

3.3.1.1 ด้านฮาร์ดแวร์: เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีคุณสมบัติดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลางชนิดอินเทล (Intel Centrino Core i3 Processor) 2.10 กิกะเฮิรตซ์

2) หน่วยความจำสำรอง ขนาด 6 กิกะไบต์

3) หน่วยความจำหลัก ขนาด 120 กิกะไบต์

4) เครือข่ายคอมพิวเตอร์และช่องส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตความเร็ว 3 เมกะไบต์/วินาที

5) อุปกรณ์วาดรูปเมาส์ปากกา (Mouse Pen) ขนาด 8*6 นิ้ว

6) อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น เช่น เมาส์ แป้นพิมพ์ เครื่องพิมพ์

3.3.1.2 ด้านซอฟต์แวร์: ระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้สำหรับการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือน โดยมีความสามารถด้านสื่อมัลติมีเดียและการสร้างโปรอกรมประยุกต์บนอินเทอร์เน็ตให้สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลได้ มีคุณสมบัติดังนี้

1) ระบบปฏิบัติการ: ไมโครซอฟต์วินโดว์ 7

2) เครื่องมือในการพัฒนา: อะโดบี ไมโครมีเดีย แฟลช ซีเอส 6

3) เครื่องมือในการออกแบบภาพ: โฟรโต้ชอป ซีเอส 6

4) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา: แอ็กชั่นสคริปต์ 2.0

5) ฐานข้อมูล: มายเอสคิวแอล 5.2.6

6) ระบบจัดการฐานข้อมูล: พีเอสพี มายแอ็ดมิน 2.10.3

7) ระบบจัดการเรียนการสอน: มูดเดิ้ล 2.7

3.3.2 เครื่องมือสำหรับการทดสอบผลสัมฤทธิ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) จำนวน 30 ข้อ โดยใช้แบบทดสอบเดิม

แต่เรียงข้อและสลับคำตอบ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ผู้เรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินระบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธี และความสามารถในการใช้งานได้ของระบบมีดังนี้

3.3.2.1 แบบสอบถามเพื่อประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน ได้แก่ อาจารย์ผู้สอน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน แสดงความคิดเห็นด้านการออกแบบพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และข้อเสนอแนะในการพัฒนาหลังจากใช้งาน เพื่อเก็บข้อเสนอแนะอื่น ๆ และนำผลการประเมินที่ได้รับไปวิเคราะห์และปรับปรุงระบบให้ดียิ่งขึ้น มีลักษณะแบบสอบถามเป็นคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 วัดระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับระบบ และส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ส่วนที่ 1 วัดระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับระบบหรือปฏิบัติการเสมือน (System Usability Test) โดยแบ่งการประเมินเป็น 5 ด้าน (Nielsen, 1993) ดังนี้

1) ด้านประสิทธิภาพของระบบ (Efficiency) คือ การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อความสามารถของระบบที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว

2) ด้านประสิทธิผลของระบบ (Effectiveness) คือ การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อความสามารถของระบบที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องน่าเชื่อถือ และใช้งานได้ตรงเป้าหมาย

3) ด้านความยืดหยุ่นของระบบ (Flexibility) คือ การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อความสามารถของระบบ ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกดำเนินการและแสดงผลต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability) คือ การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อความสามารถของระบบที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานเองได้

5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (Satisfaction) คือ การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้โดยรวม ที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานและระบบเป็นที่ยอมรับในการใช้งาน

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด (Open ended question) สอบถามเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบ

3.3.2.2 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากแบบสอบถาม วัดระดับความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์การวัดแบบ Rating Scale 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์ และแปรผลข้อมูลกำหนดระดับความพึงพอใจดังนี้

$$\text{สูตรการคำนวณอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5 - 1}{5}$$

$$\text{ค่าอันตรภาคชั้นที่ได้} = 0.80$$

จากการคำนวณข้างต้น สามารถกำหนดระดับความพึงพอใจได้ดังนี้

คะแนน	4.21 – 5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
คะแนน	3.41 – 4.20	หมายถึง	พึงพอใจมาก
คะแนน	2.61 – 3.40	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
คะแนน	1.81 – 2.60	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
คะแนน	1.00 – 1.80	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ประเมินวัดประสิทธิภาพจากการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย

3.4.1 การหาสัดส่วนความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดลอง

3.4.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนเสริมด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติ โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ เก็บผลการทดสอบก่อนเรียนจากกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลอง เก็บผลการทดสอบหลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.5 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.5.1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

3.5.1.1 การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือแบบสอบถาม โดยการนำแบบสอบถามไปทดสอบหาความความเที่ยงตรง (Valid) โดยนำไปหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Concordance: IOC) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2549: 255) โดยใช้สมการ 3.3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \tag{3.3}$$

เมื่อ $\sum R$ = คะแนนรวมที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.00 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ความสอดคล้องระหว่างข้อถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 65-45)

3.5.1.2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือแบบสอบถามโดยการนำแบบสอบถาม ไปทดสอบหาความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพทำโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบรัค (Cronbachs' Alpha Coefficient) ตามสูตรดังนี้ (ยุทธ ไกยวรรณ์, 2545)

โดยที่ α = ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

K = จำนวนข้อของคำถาม

$\sum S_i^2$ = ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามเมื่อใช้สอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่คลายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างจริงต้องมีค่า 0.8 หรือเข้าใกล้ 1 มากที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 65-45)

3.5.2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ของการเรียน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.5.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ของการเรียน โดยอาศัยดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Object Congruence: I.O.C) ซึ่งเป็นดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา มีหลักเกณฑ์ดังนี้

จากสูตร I.O.C $= \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ I.O.C = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

R = ผมรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3.5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความยากง่ายของแบบทดสอบ การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยนำมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาระดับความยากง่าย (Level of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Power of Discrimination) นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักศึกษาที่เรียนวิชาบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้นมาแล้ว หลังจากนั้นใช้ผลคะแนนสอบ แบ่งกลุ่มคะแนนสูงและคะแนนต่ำโดยใช้สูตรเพื่อหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ ดังสมการ 3.4 และการหาค่าอำนาจจำแนก ดังสมการ 3.5 (นฤดล ดามพ์สุกรี, 2553)

จากสูตร $P = \frac{P_H + P_L}{2N}$ (3.4)

เมื่อ P = ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

r = ค่าอำนาจจำแนก

P_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N = จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงหรือต่ำ

ระดับความยากง่าย (Difficulty) มีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 โดยมีการแปลความหมายตามรายละเอียดดังนี้

0.81 – 1.0	หรือ 81 – 100 %	แปลว่า	ง่ายมาก
0.61 – 0.80	หรือ 61 – 80 %	แปลว่า	ค่อนข้างง่าย
0.41 – 0.60	หรือ 41 – 60 %	แปลว่า	ยากง่ายปานกลาง
0.20 – 0.40	หรือ 20 – 40 %	แปลว่า	ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.19	หรือ 0 – 19 %	แปลว่า	ยากมาก

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

$$r = \frac{P_H - P_L}{N} \tag{3.5}$$

0.00 – 0.19	หมายความว่า จำแนกกลุ่มสูง - ต่ำได้น้อยไม่ควนนำมาใช้วัด
0.20 – 0.49	หมายความว่า จำแนกใช้ได้อำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์
0.50 – 0.90	หมายความว่า จำแนกได้ค่อนข้างสูง เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี
1.0	หมายความว่า จำแนกกลุ่มสูง - ต่ำได้อย่างสมบูรณ์มีคุณภาพดี

3.5.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

งานวิจัยนี้ ได้นำสถิติเพื่อทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ดำเนินการดังนี้

เปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างเดียว (One Samples Test) (นฤดล ดามพ์สุกรี, 2553) ดังสมการ 3.6

จากสูตร $$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d/\sqrt{n}} \tag{3.6}$$

t = ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต

$\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าตัวแปรแต่ละคู่ของ d

μ_d = ค่าความแตกต่างของตัวแปรแต่ละคู่ซึ่งมีค่าเป็น 0

S_d = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน d

n = จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ

เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนของตัวอย่างสองกลุ่ม (Two Independent Samples Test) (นฤดล ดามพ์สุกรี, 2553) ดังสมการ 3.7

จากสูตร $$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (3.7)$$

t = ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต

$\bar{X}_1$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

S_1^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มแรก

S_2^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มที่สอง

n_1 = จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มแรก

n_2 = จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มที่สอง

การหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

จากสูตร $$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \quad (3.8)$$

$\bar{X}$ = ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

X = ค่าคะแนนของผู้เรียนแต่ละคน

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนผู้เรียนในกลุ่ม

การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากสูตร $$S_d = \sqrt{\frac{n\sum d^2 - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \quad (3.9)$$

S_d = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

d = ความแตกต่างของค่าตัวแปรแต่ละคู่

n = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัยและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เครื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนและผู้สอน ตลอดจนใช้ในการแก้ปัญหาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทดลองปฏิบัติที่ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา และเพื่อประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยในการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยดำเนินการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตลอดจนเพื่อลดงบประมาณในการจัดซื้อและบำรุงรักษาชุดเครื่องมือทดลองที่มีอยู่ภายในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิจัยและการอภิปรายผล ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

4.1.1 ชุดฝึกทดลองเข้าหัว RJ-45

4.1.2 ชุดการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง

4.1.3 ชุดทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์

4.2 ผลการประเมินระบบ

4.2.1 การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม

4.2.1.2 ผลการเคราะห์ความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

4.2.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4.2.2.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภาคปฏิบัติ

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภาคทฤษฎี

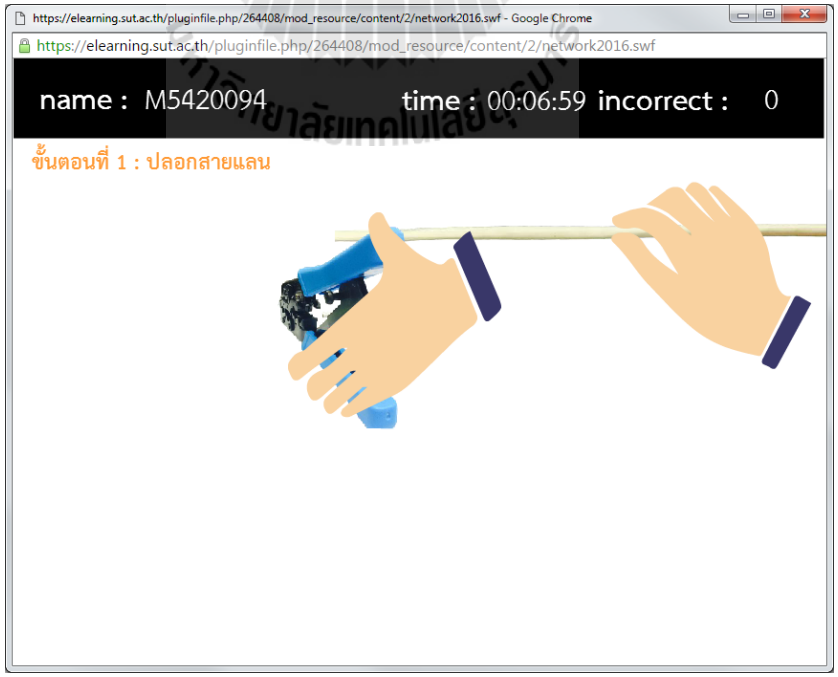
โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ชุดการทดลองฝึกปฏิบัติได้ถูกออกแบบและพัฒนาด้วยโปรแกรม Swift 3D และ โปรแกรม Adobe Macromedia Flash CS6 ในการสร้างวัตถุหรือภาพของชุดฝึกปฏิบัติ ไฟล์ที่ได้จากการออกแบบ จะทำการ Compile ให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์เอสดับเบิ้ลยูเอฟ (Small Web Format: SWF) ซึ่งเป็นไฟล์ประเภทที่สามารถทำงานบนเว็บบราวเซอร์ได้ แล้วนำชุดปฏิบัติการเสมือนที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นไปติดตั้งบนโปรแกรม Moodle ซึ่งเป็นระบบบริหารจัดการเรียนการสอน โดยแต่ละชุดการทดลองปฏิบัติ มีรายละเอียดดังนี้

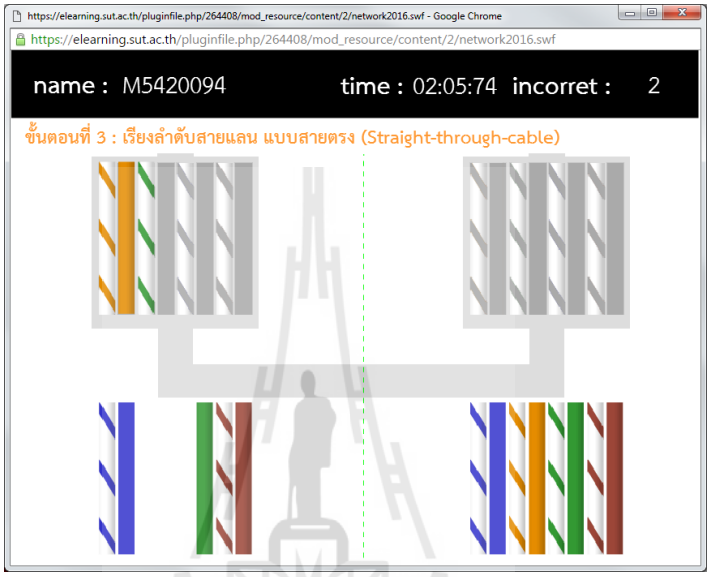
4.1.1 ชุดฝึกทดลองเข้าหัว RJ-45

ในการออกแบบชุดปฏิบัติการทดลองการฝึกเข้าหัว RJ-45 จำเป็นต้องออกแบบให้ผู้เรียนสัมผัสได้ถึงการหยิบจับชุดเครื่องมือและอุปกรณ์เครือข่ายชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคีมเข้าหัว RJ-45 สายยูทีพี (UTP) กรรไกร หัว RJ-45 หากวางหรือระบุจุดไม่ตรงตามพิกัดที่กำหนดไว้ ชุดทดลองก็จะมีปฏิกิริยาย้อนกลับในทันที ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเสมือนหนึ่งใช้เครื่องมือจริง เช่น หากผู้เรียนปลอกสายในระยะ 3 เซนติเมตร จะไม่สามารถปลอกสายได้เนื่องจากยาวเกินไป ซึ่งจะไม่มีความจำเป็นและทำให้สายยูทีพี (UTP) สูญเสียความยาวไป จนกว่าผู้เรียนจะปลอกสายที่ระยะที่เหมาะสมที่สุดคือ 1.5 เซนติเมตร ที่เป็นระยะที่สามารถจัดเรียงสายยูทีพี (UTP) ได้ง่ายในขั้นตอนถัดไป ดังรูปที่ 4.1

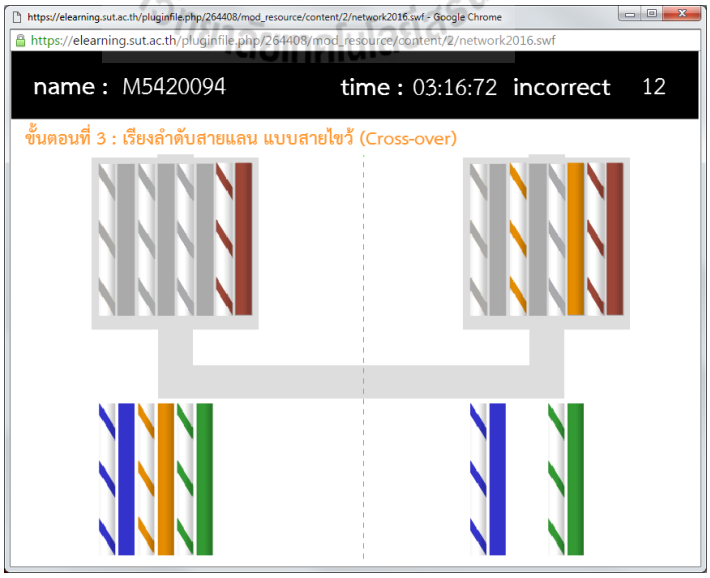


รูปที่ 4.1 แสดงการตัดสายยูทีพี (UTP)

ในขั้นตอนของการจัดเรียงสายยูทีพี (UTP) ผู้เรียนจะต้องใช้เม้าคลิ๊กลากแถบสีที่มีลักษณะและสีที่เหมือนกับสายจริง ให้จัดเรียงใหม่ตรงตามตำแหน่งที่ถูกต้อง หากไม่ถูกต้องก็จะไม่สามารถวางแถบสีได้ โดยชุดการทดลองจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การจัดเรียงสายทั้ง 2 แบบ คือ แบบสายตรง (Straight-Through-Cable) และแบบสายไขว้ (Cross-Over Cable) ดังรูปที่ 4.2 และดังรูปที่ 4.3

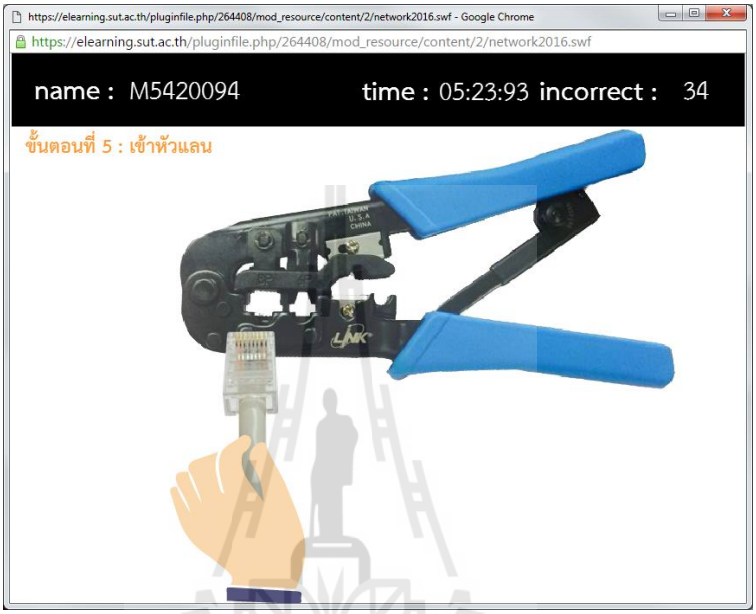


รูปที่ 4.2 แสดงการจัดเรียงสาย แบบสายตรง (Straight-Through-Cable)

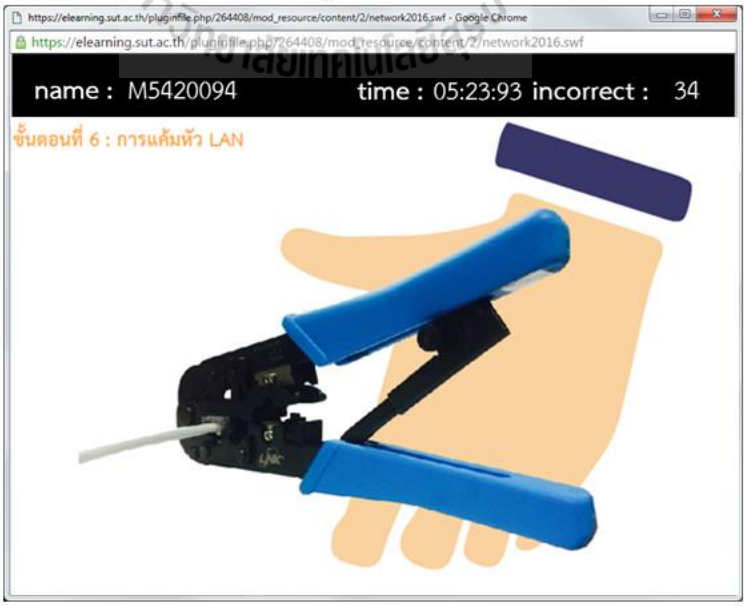


รูปที่ 4.3 แสดงการจัดเรียงสาย แบบสายไขว้ (Cross-Over Cable)

ในขั้นตอนของการเข้าหัว RJ-45 ผู้เรียนต้องใช้เม้าหยิบหัว RJ-45 แล้วทำการสอดเข้าคีมเข้าหัวให้ตรงช่อง หากไม่ตรง ผู้เรียนจะมีคะแนนความผิดพลาดเพิ่มขึ้น และเมื่อผู้เรียนสอดหัว RJ-45 เข้าถูกช่อง ชุดทดลองจะเปลี่ยนขั้นตอนเป็นการแค้มหัว RJ-45 ซึ่งมีลักษณะคล้ายมือของผู้เรียนบังคับหนีบหัว RJ-45 ดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5

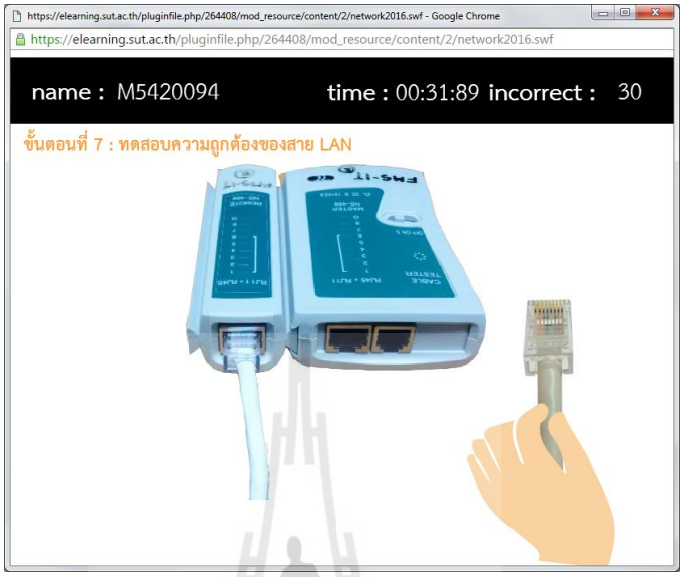


รูปที่ 4.4 แสดงการเข้าหัว RJ-45



รูปที่ 4.5 แสดงแค้มหัว RJ-45

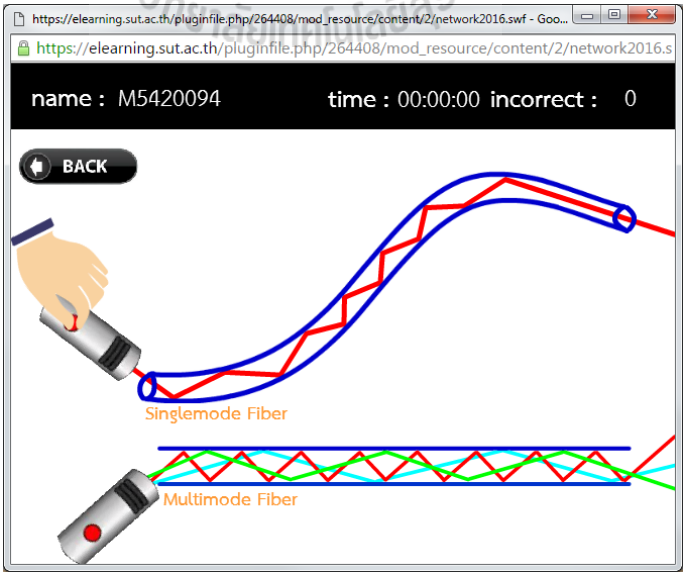
เมื่อผู้เรียนเข้าหัว RJ-45 เรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนสามารถใช้เม้าหยิบปลายทั้งสองข้างของสายยูทีพี (UTP) เข้าทดสอบกับอุปกรณ์ทดสอบความถูกต้องของสายยูทีพี (UTP) ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงการใช้เม้าหยิบสายยูทีพี (UTP) เข้าอุปกรณ์ทดสอบ

4.1.2 ชุดการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง

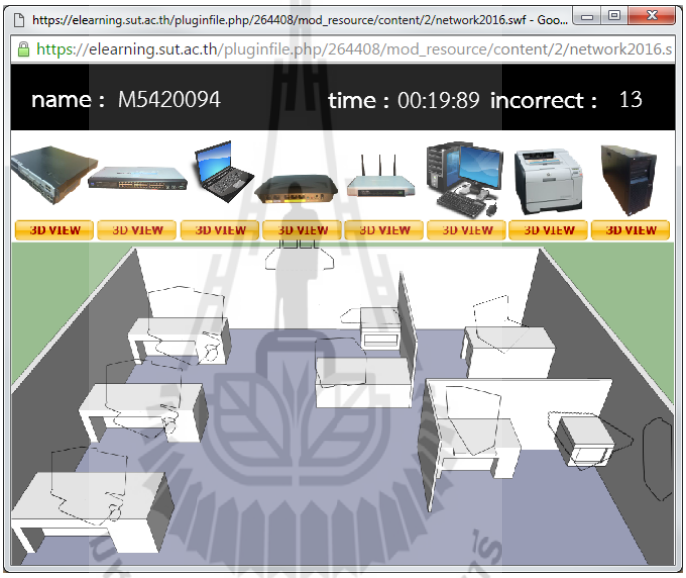
ในการเรียนรู้สายใยแก้วนำแสงนี้ จะแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของแสงที่อยู่ภายในสายใยแก้วนำแสงทั้ง 2 ชนิด คือ สายไฟเบอร์ออฟติกแบบซิงเกิลโหมด (Single-Mode) และสายไฟเบอร์ออฟติกแบบมัลติโหมด (Multi-Mode) ดังแสดงในรูปที่ 4.7



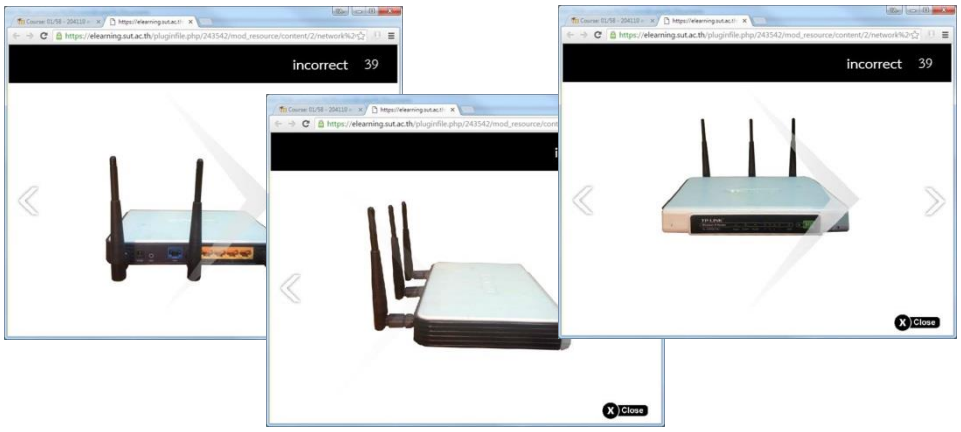
รูปที่ 4.7 ชุดเรียนรู้การเคลื่อนที่ของแสงในสายใยแก้วนำแสง

4.1.3 ชุดทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์

ในชุดการทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะเป็นการจำลองห้องสำนักงานที่มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น คอมพิวเตอร์เชิฟเวอร์ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องพิมพ์ ฯลฯ ดังรูปที่ 4.8 และอุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น เครื่องกระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Switch) สายยูทีพี (UTP) ชนิดต่าง ๆ เครื่องส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Access Point) เครื่องแปลงสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Router) โดยผู้เรียนสามารถฝึกการเชื่อมต่ออุปกรณ์โดยการเลือกอุปกรณ์ไปวางในตำแหน่งที่เหมาะสม



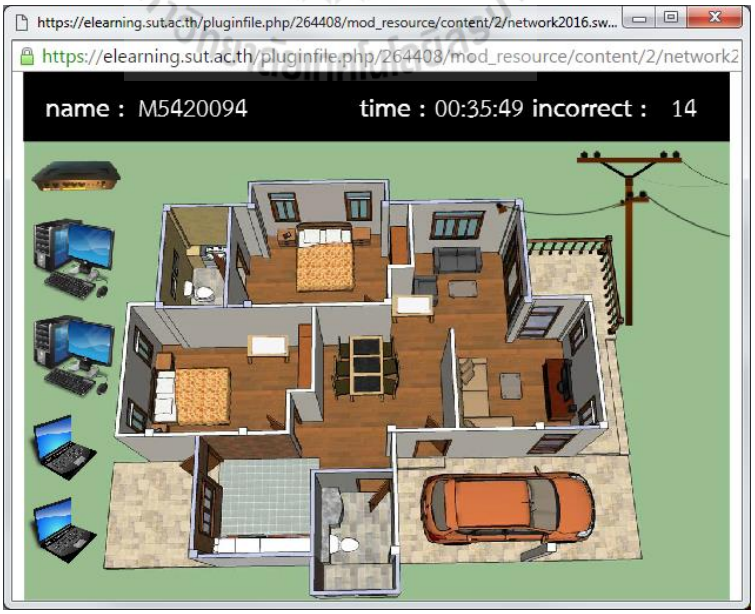
รูปที่ 4.8 แสดงการจำลองห้องสำนักงานเพื่อใช้เชื่อมโยงอุปกรณ์เครือข่าย



รูปที่ 4.9 แสดงการดูอุปกรณ์เครือข่ายด้วยมุมมอง 3 มิติ

นอกจากการจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในห้องสำนักงานแล้ว ผู้เรียนยังสามารถเรียนรู้การเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย ผ่านการจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และการจำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายในบ้านพักหรือที่อยู่อาศัย ดังรูปที่ 4.10 และ รูปที่ 4.11 ตามลำดับ

รูปที่ 4.10 แสดงการจำลองห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.11 แสดงการจำลองห้องบ้านพักหรือที่อยู่อาศัย

การเชื่อมต่ออุปกรณ์จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวกลาง ผู้เรียนสามารถฝึกการเชื่อมโยงอุปกรณ์เครือข่าย โดยเลือกสายเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย

4.2 ผลการประเมินระบบ

การประเมินผลการทำงานของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการประเมินประสิทธิภาพของปฏิบัติการเสมือนที่ได้ทำการพัฒนา และความเหมาะสมของชุดการทดลองทั้งหมดที่ได้สร้างขึ้น ดังนั้นจึงได้ประเมินระบบใน 2 ส่วนคือ การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของปฏิบัติการเสมือน และประเมินสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนควบคู่กับการเรียนในห้องปฏิบัติการปกติเปรียบเทียบกับผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้ใช้แบบสอบถามเพื่อวัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการเสมือนกับผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ผู้สอน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน ซึ่งก่อนนำแบบสอบสอบไปใช้งานได้มีการประเมินแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบความ

เที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือ จากนั้นจึงนำแบบสอบถามที่ได้ ไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม

ผลการประเมินแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์หาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบสอบถามที่วัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการเสมือนกับผู้ใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนแล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruency Index: IOC) เพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) พบว่าข้อคำถามของแบบสอบถามทั้งหมด 20 ข้อ มีค่า IOC ต่ำสุดเท่ากับ 0.67 จำนวน 8 ข้อ และค่าสูงสุดเท่ากับ 1.00 จำนวน 12 ข้อ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าดัชนีความสอดคล้องที่สามารถยอมรับได้คือ 0.50 ขึ้นไป

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานได้ของปฏิบัติการเสมือน

การวิเคราะห์ความเหมาะสมการใช้งานปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้ใช้แบบสอบถามเพื่อวัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการเสมือนกับผู้เชี่ยนชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ผู้สอน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน ซึ่งความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับปฏิบัติการเสมือนมีทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านความยืดหยุ่น ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยทำการวิเคราะห์จากการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านประสิทธิภาพ คือความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านประสิทธิภาพของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในภาพรวมพบว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.39, S.D. = 0.71) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.33 ถึง 4.56

เมื่อพิจารณารายข้อคำถามพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่แสดงขั้นตอนวิธีการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนมีความละเอียด เนื้อหาของบทเรียนตรงตามความต้องการของนักศึกษา การเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนมีความสอดคล้อง และปฏิบัติการเสมือนสามารถใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างรวดเร็ว คือ พึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.73, $\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.67, $\bar{x}$ = 4.33, S.D. = 0.71 และ $\bar{x}$ = 4.56, S.D. = 0.73 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลในการประเมินด้านประสิทธิภาพของปฏิบัติการเสมือน พบว่า

มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (S.D. = 0.71) และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละประเด็นคำถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 0.73 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการกระจายคะแนนน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อความสามารถด้านประสิทธิภาพของการใช้งานปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านประสิทธิภาพของระบบ

ลำดับ	การใช้งานด้านประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1	ขั้นตอน วิธีการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนมีความละเอียด	4.44	0.73	มากที่สุด
2	เนื้อหาของบทเรียนตรงตามความต้องการของนักศึกษา	4.42	0.67	มากที่สุด
3	การเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนมีความสอดคล้อง	4.33	0.71	มากที่สุด
4	ปฏิบัติการเสมือนสามารถใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างรวดเร็ว	4.56	0.73	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		**4.39**	**0.71**	**มากที่สุด**

2) ด้านประสิทธิผล คือความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องน่าเชื่อถือ บรรลุผลสำเร็จของงาน และใช้งานได้ตรงเป้าหมาย ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านประสิทธิผลของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในภาพรวมพบว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.45, S.D. = 0.67) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.33 ถึง 4.67

เมื่อพิจารณารายข้อคำถามพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิผลของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่แสดงว่าบทเรียนมีการโต้ตอบทันทีต่อผู้เรียน รูปแบบตัวอักษรภาพประกอบสมจริงน่าสนใจ ปฏิบัติการเสมือนแสดงค่าคะแนนจากการทดลองปฏิบัติได้ถูกต้อง และการแสดงผลในลักษณะ 3 มิติ มีความเสมือนจริง คือ พึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.73, $\bar{x}$ = 4.38, S.D. = 0.74, $\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.50 และ $\bar{x}$ = 4.33,

S.D. = 0.71 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลในการประเมินด้านประสิทธิผลของปฏิบัติการเสมือน พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (S.D. = 0.67) และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละประเด็นคำถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 0.74 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการกระจายคะแนนน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อความสามารถด้านประสิทธิผลของการใช้งานปฏิบัติการเสมือนใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านประสิทธิผลของระบบ

ลำดับ	การใช้งานด้านประสิทธิผล	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1	บทเรียนมีการโต้ตอบทันทีต่อผู้เรียน	4.44	0.73	มากที่สุด
2	รูปแบบตัวอักษร ภาพประกอบสมจริง น่าสนใจ	4.38	0.74	มากที่สุด
3	ปฏิบัติการเสมือนแสดงค่าคะแนนจากการทดลองปฏิบัติได้ถูกต้อง	4.67	0.50	มากที่สุด
4	การแสดงผลในลักษณะ 3 มิติมีความเสมือนจริง	4.33	0.71	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		**4.45**	**0.67**	**มากที่สุด**

3) ด้านความยืดหยุ่นของระบบ คือ ความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกดำเนินการและแสดงผลต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านความยืดหยุ่นของปฏิบัติการเสมือนในภาพรวมพบว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.39, S.D. = 0.61) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.11 ถึง 4.78

เมื่อพิจารณารายข้อคำถามพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในด้านความยืดหยุ่นของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่แสดงว่ามีการเลือกดูรูปร่างลักษณะของอุปกรณ์ได้ตามความต้องการ สามารถคลิกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างสะดวก และเข้าถึงบทเรียนแต่ละบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว คือ พึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.73, $\bar{x}$ = 4.22, S.D. = 0.67 และ $\bar{x}$ = 4.78, S.D. = 0.44 ตามลำดับ) ส่วนบทเรียนสามารถทดลองปฏิบัติได้มากกว่าหนึ่งรอบ มีระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ = 4.11, S.D. = 0.60) เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลในการประเมินด้านความ

ยืดหยุ่นของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (S.D. = 0.61) และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละประเด็นคำถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.44 ถึง 0.73 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการกระจายคะแนนน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจ ต่อความสามารถด้านความยืดหยุ่นของการใช้งานปฏิบัติการเสมือนใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านความยืดหยุ่นของระบบ

ลำดับ	การใช้งานด้านความยืดหยุ่น	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1	ท่านสามารถทดลองปฏิบัติได้มากกว่าหนึ่งรอบ	4.11	0.60	มาก
2	ท่านสามารถเลือกดูรูปร่างลักษณะของอุปกรณ์ได้ตามความต้องการ	4.44	0.73	มากที่สุด
3	ท่านสามารถคลิกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างสะดวก	4.22	0.67	มากที่สุด
4	ท่านสามารถเข้าถึงบทเรียนแต่ละบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว	4.78	0.44	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		**4.39**	**0.61**	**มากที่สุด**

4) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ คือความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานเองได้ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ของปฏิบัติการเสมือนในภาพรวมพบว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.31, S.D. = 0.68) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.11 ถึง 4.44

เมื่อพิจารณารายข้อคำถามพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่แสดงว่าบทเรียนมีการโต้ตอบและประมวลผลคะแนนที่ไม่ซับซ้อน สามารถเข้าถึงปฏิบัติการเสมือนด้วยตัวเองได้อย่างสะดวกไม่ยุ่งยาก และระยะเวลาในการฝึกทดลองปฏิบัติมีความเหมาะสม คือ พึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.73, $\bar{x}$ = 4.22, S.D. = 0.67 และ $\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.72 ตามลำดับ) ส่วนบทเรียนมีเนื้อหาบทเรียนและชุดฝึกปฏิบัติเข้าใจง่าย มีระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{x}$ = 4.11, S.D. = 0.60) เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการพิจารณาการกระจายตัว

ของข้อมูลในการประเมินด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ของปฏิบัติการเสมือน พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (S.D. = 0.68) และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละประเด็นคำถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 0.73 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการกระจายคะแนนน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อความสามารถด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ของการใช้งานปฏิบัติการเสมือนใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ของระบบ

ลำดับ	การใช้งานด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1	บทเรียนมีการโต้ตอบและประมวลผลคะแนนที่ไม่ซับซ้อน	4.44	0.73	มากที่สุด
2	สามารถเข้าถึงปฏิบัติการเสมือนด้วยตัวเองได้อย่างสะดวกไม่ยุ่งยาก	4.22	0.67	มากที่สุด
3	เนื้อหาบทเรียนและชุดฝึกปฏิบัติเข้าใจง่าย	4.11	0.60	มาก
4	ระยะเวลาในการฝึกทดลองปฏิบัติมีความเหมาะสม	4.44	0.72	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		**4.31**	**0.68**	**มากที่สุด**

5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน คือความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถของระบบที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานและระบบเป็นที่ยอมรับในการใช้งาน ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานของปฏิบัติการเสมือนในภาพรวมพบว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.59) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.22 ถึง 4.89

เมื่อพิจารณารายข้อคำถามพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่แสดงว่ามีเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการฝึกปฏิบัติด้วยปฏิบัติการเสมือนนี้ ความรู้ที่ได้จากบทเรียนและชุดฝึกปฏิบัติเพียงพอต่อการนำไปใช้งานและจะแนะนำให้ผู้สนใจศึกษาใช้งานปฏิบัติการเสมือนนี้มี คือ พึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.43, S.D. = 0.71, $\bar{x}$ = 4.22, S.D. = 0.67, $\bar{x}$ = 4.22, S.D. = 0.67 และ $\bar{x}$ = 4.89, S.D. = 0.33 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลในการประเมินด้านความ

พึงพอใจของผู้ใช้งานของปฏิบัติการเสมือน พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (S.D. = 0.59) และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละประเด็นคำถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.33 ถึง 0.71 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการกระจายคะแนนน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อความสามารถด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานของการ ใช้งานปฏิบัติการเสมือนใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานของระบบ

ลำดับ	การใช้งานด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับ
1	ท่านเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน เพลิดเพลิน	4.33	0.71	มากที่สุด
2	ท่านได้รับประโยชน์จากการฝึกปฏิบัติด้วยปฏิบัติการเสมือนนี้	4.22	0.67	มากที่สุด
3	ความรู้ที่ได้จากบทเรียนและชุดฝึกปฏิบัติเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน	4.22	0.67	มากที่สุด
4	ท่านจะแนะนำให้ผู้สนใจศึกษาใช้งานปฏิบัติการเสมือนนี้	4.89	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		**4.42**	**0.59**	**มากที่สุด**

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านความยืดหยุ่น ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน สามารถจำแนกค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในแต่ละด้านดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ในแต่ละด้านของปฏิบัติการเสมือน

ลำดับ	การใช้งานด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1	ด้านประสิทธิภาพ	4.33	0.71	มากที่สุด
2	ด้านประสิทธิผล	4.22	0.67	มากที่สุด
3	ด้านความยืดหยุ่น	4.22	0.67	มากที่สุด
4	ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้	4.89	0.33	มากที่สุด
5	ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	4.89	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		**4.42**	**0.59**	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ในแต่ละด้านของระบบ พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.59) เมื่อพิจารณาความสามารถแต่ละด้านของระบบโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุดพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในความสามารถด้านประสิทธิผลในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความสามารถด้านประสิทธิภาพ ความสามารถด้านความยืดหยุ่น ความสามารถด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และความสามารถในการเรียนรู้ได้ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนนของข้อมูล ซึ่งพิจารณาได้จากค่า S.D. พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 0.59 แสดงว่ามีการกระจายคะแนนน้อย นั่นคือกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อความสามารถด้านความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบใกล้เคียงกัน

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงว่าระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ผู้ใช้งานสามารถเลือกทดลองฝึกปฏิบัติ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆเองได้ ทำให้ปฏิบัติการเสมือนการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นสื่อเสริมการเรียนการสอน ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงชุดฝึกทดลองปฏิบัติได้ทุกที่ ที่สามารถใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้ผู้ใช้ฝึกทดลองการใช้อุปกรณ์เครือข่ายได้ตลอดเวลาที่มีโอกาส และทุกคนสามารถเข้าถึงได้ง่าย นำไปสู่การทำให้ผู้ใช้เกิดความชำนาญและสามารถคิดประยุกต์แก้ปัญหาเมื่อเจอสถานการณ์จริงได้ จนทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.2.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบมาเป็นเครื่องมือในการประเมินผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแล้วทำการเปรียบเทียบกันระหว่าง ผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับการเรียนในห้องปฏิบัติการปกติ กับผู้เรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว ตลอดจนการทดสอบภาคปฏิบัติทั้งนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติ และกลุ่มที่เรียนเสริมด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติและคะแนนจากแบบทดสอบมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างนักศึกษา 2 กลุ่ม ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ผลการประเมินแบบทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruency Index: IOC) พบว่าข้อคำถามของแบบทดสอบทั้งหมด 35 ข้อ มีค่า IOC ต่ำสุดเท่ากับ 0.67 จำนวน 6 ข้อ และค่าสูงสุดเท่ากับ 1.00 จำนวน 29 ข้อ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าดัชนีความสอดคล้องที่สามารถยอมรับได้คือ 0.50 ขึ้นไป

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยได้สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชาการบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น คือ ข้อที่ 1 ผู้เรียนรู้จักอุปกรณ์ทางด้านไอที จำนวน 16 ข้อ และข้อที่ 2 ผู้เรียนสามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง จำนวน 19 ข้อ เป็นทั้งสิ้นจำนวน 35 ข้อ แล้วนำข้อไปทดสอบหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 4.7 สรุปการหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

รายการวิเคราะห์ข้อสอบ	**จำนวนข้อ ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้**	**จำนวนข้อ ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้**
ค่าความยากง่าย (p) (0.20-.80)	35	-
ค่าอำนาจจำแนก (r) (>.20)	30	5
ค่าความเชื่อมั่น KR-20	0.924	

จากตารางที่ 4.7 พบว่ามีแบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้ได้จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีระดับความยากง่าย (p) และมีระดับค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ (ค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 - .80 และ ค่า r ไม่เกิน .02) โดยแบบทดสอบเพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ .0924

4.2.2.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

เนื่องจากมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่มได้แก่ กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว กับกลุ่มทดลองคือกลุ่มที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอควบคู่กับการเรียนในห้องปฏิบัติการปกติ สถิติที่มีความเหมาะสมที่จะใช้ทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มี 2 กลุ่ม คือใช้การทดสอบค่าที (T-Test) (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2544)โดยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภาคทฤษฎีและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภาคปฏิบัติ ดังนี้

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภาคทฤษฎี

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับเรียนปฏิบัติการปกติ กับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทดสอบค่าที ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.8 ตารางคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
		$\bar{x}$	*sd*	*t*	*Sig*	$\bar{x}$	*sd*	*t*	*Sig*
กลุ่มควบคุม	38	9.55	2.27	.266	.791	17.89	2.15	-10.611	.000*
กลุ่มทดลอง	38	9.42	2.09			23.29	2.28		

*ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบแบบทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{x}$ = 23.29, S.D. = 2.28) สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($\bar{x}$ = 17.89, S.D. = 2.15) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม ($\bar{x}$ = 9.95, S.D. = 2.27) ไม่แตกต่างกันกับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง ($\bar{x}$ = 9.42, S.D. = 2.09)

เมื่อนำคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนจะสามารถหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	$\bar{X}$	*S.D.*	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
				F	*Sig.*	*t*	*df*	*Sig. (2-tailed)*
กลุ่มควบคุม	38	8.34	2.30	1.489	.226	-9.570	74	.000*
กลุ่มทดลอง	38	13.87	2.72					

*ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากตารางที่ 4.9 พบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($\bar{x}$ = 13.87, S.D. = 2.72) สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($\bar{x}$ = 8.34, S.D. = 2.30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภาคปฏิบัติ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการปฏิบัติของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนในห้องปฏิบัติการปกติ และกลุ่มที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติควบคู่กับปฏิบัติการเสมือน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทดสอบค่าที ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ตารางคะแนนผลการปฏิบัติของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	*n*	$\bar{X}$	*sd*	*t*	*Sig.*
กลุ่มควบคุม	38	7.63	.942	8.361	.000*
กลุ่มทดลอง	38	9.32	.809		

*ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากตารางที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนควบคู่กับปฏิบัติการปกติมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 9.32 ส่วนนักศึกษาที่เรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.63 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการปฏิบัติของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม โดยการทดสอบค่าที พบว่าได้ค่าเท่ากับ 8.361 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่าการเรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนควบคู่กับปฏิบัติการปกติมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทที่ผ่านมาได้กล่าวถึงบทนำของงานวิจัย ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ วิธีดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยและการอภิปรายผล ส่วนในบทนี้ขอกล่าวสรุปโดยมีหัวข้อ สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดการวิจัย การประยุกต์ผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับเรียนด้วยปฏิบัติการปกติ โดยใช้เนื้อหารายวิชา 204110 การบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างผู้เรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ควบคู่กับปฏิบัติการปกติ โดยปฏิบัติการเสมือนแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ชุดทดลองการเข้าหัว RJ-45 ชุดเรียนรู้สายใยแก้วนำแสง และชุดการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองผ่านบทเรียนออนไลน์

ในการศึกษา ทบทวนวรรณกรรม แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ลักษณะของสื่อการสอนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็น 2 มิติ บางส่วนเป็น 3 มิติ ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน แต่ยังไม่พบสื่อการสอนเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ ที่เป็นชุดฝึกทดลองตั้งแต่การเข้าหัว RJ-45 ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในเรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ตลอดจนยังไม่พบชุดการเรียนรู้เกี่ยวกับสายใยแก้วนำแสงและชุดฝึกทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อีกทั้งชุดฝึกทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายของงานวิจัยนี้ สามารถดูรายละเอียดรูปทรงของอุปกรณ์ได้รอบด้าน และเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้การใช้อุปกรณ์เครือข่ายได้อย่างเต็มที่ ได้สัมผัสกับอุปกรณ์ที่เสมือนหนึ่งได้ฝึกทดลองในห้องปฏิบัติการปกติครบทุกคน ซึ่งเป็นเรื่องยากเมื่อผู้เรียนที่มีจำนวนมาก ทำให้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ชุดฝึกทกลองปฏิบัติมักจะไม่เพียงพอประกอบกับระยะเวลาในการเรียนในห้องปฏิบัติการปกติมีจำกัด ทำให้ผู้เรียนมีเวลาในการเรียนรู้

และทดลองไม่เพียงพอ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจและไม่เกิดความคุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์เครือข่าย จากสาเหตุดังกล่าวจึงได้เป็นที่มาของงานวิจัยนี้

การวิจัยนี้ได้การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ ซึ่งเป็นชุดปฏิบัติการที่นำมาใช้ในการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อุปกรณ์เครือข่ายและเกิดความชำนาญในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยชุดปฏิบัติการทดลองประกอบไปด้วย ชุดฝึกทดลองการเข้าหัว RJ-45 ชุดฝึกทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายภายในห้องสำนักงาน ชุดฝึกทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ชุดฝึกทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายภายในบ้านพักหรือที่อยู่อาศัย และชุดการเรียนรู้การเดินทางของแสงในสายใยแก้วนำแสง เมื่อผู้เรียนสิ้นสุดการฝึกทดลองระบบจะสรุปผลให้ผู้เรียนทราบ โดยจะระบุระยะเวลาที่ฝึกทดลองและจำนวนครั้งของการทดลองที่ผู้เรียนผิดพลาด ซึ่งผู้เรียนจะใช้ผลสรุปนี้เป็นตัวเปรียบเทียบประสิทธิภาพของใช้งานเครื่องมือ เมื่อมีการฝึกทดลองในชุดปฏิบัติการเสมือนในครั้งต่อไป

การประเมินผลปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการประเมินผลใน 2 ส่วนตามสมมติฐานงานวิจัย คือ ประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบและประเมินสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน สำหรับผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

การทดสอบสมมติฐานงานวิจัย ในส่วนของความสามารถในการใช้งานได้อยู่ในระดับดีมาก โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ จำนวน 9 คน ซึ่งใช้วิธีประเมินความเหมาะสมของปฏิบัติการเสมือน โดยวัดจากระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับปฏิบัติการเสมือน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน ผลการวิเคราะห์พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.59) เมื่อพิจารณาผลการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบในแต่ละด้าน พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในความสามารถด้านประสิทธิผล ด้านประสิทธิภาพ ด้านความยืดหยุ่น ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และด้านความสามารถในการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานงานวิจัยในส่วนของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่กับปฏิบัติการปกติ และกลุ่มที่เรียนปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ควบคู่ปฏิบัติการปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่

เรียนด้วยปฏิบัติการปกติเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ ที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ในลักษณะของชุดปฏิบัติการทดลอง 3 มิติ ที่ผู้เรียนสามารถเข้าทดลองได้ด้วยตัวผู้เรียนเองโดยผ่านระบบจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ซึ่งไร้ข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

เนื่องจากปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรม Macromedia Flash และจำเป็นจะต้องใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ที่รองรับการใช้งาน Flash Player ได้เท่านั้น และปัจจุบันยังมีระบบปฏิบัติการบางชนิด ในสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตที่ยังไม่รองรับ ทำให้การทดสอบการวิจัยยังใช้ทดสอบกับนักศึกษาที่ต้องการใช้งานปฏิบัติการเสมือนในบางแพลทฟร์อม (Platform)ไม่ได้

5.2 การประยุกต์ผลการวิจัย

ในการการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ สถาบันหรือหน่วยงานทางการศึกษา หรือผู้ที่สนใจศึกษา สามารถนำปฏิบัติการเสมือนที่ได้พัฒนาขึ้น ไปใช้เพื่อเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาในเรื่องของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้นักวิจัยสามารถนำรูปแบบการทำสื่อเสริมการสอนแบบ 3 มิติ ไปประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนด้วยสื่อมัลติมีเดีย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะจากการเรียนรู้ฝึกทดลองปฏิบัติได้ด้วยตัวเองเสมือนหนึ่งได้นั่งเรียนอยู่ในห้องปฏิบัติการจริง

5.4 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

ในการการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ยังมีชุดการทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์เครือข่ายอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้นำมาพัฒนา เช่น เครื่องมือเข้าหัวสายใยแก้วนำแสง ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวในข้างต้นไว้แล้วว่าเครื่องมือมีราคาค่อนข้างแพงและมหาวิทยาลัยยังไม่มี แต่หากว่าในอนาคตมหาวิทยาลัยได้จัดซื้ออุปกรณ์ดังกล่าว ก็สามารถนำมาออกแบบและพัฒนาเป็นสื่อ 3 มิติเพื่อเสริมการเรียนการสอนได้

นอกจากนี้ การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ จำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับห้องสำนักงานเท่านั้น หากมีการเพิ่มลักษณะหรือ

รูปแบบของสถานที่ที่มีความหลากหลายในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่าย เช่น การเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องข่ายในร้านอินเทอร์เน็ตคาเฟ่ การเชื่อมต่อการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องข่ายในอาคารที่มีแผนกต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างอาคาร ก็จะเป็นผลดีต่อผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้วิจัยจะดำเนินการทำวิจัยต่อไปในอนาคต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2557). **ร่างแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2557-2561).** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.itc.ddc.moph.go.th/file/it_%20plan_58.pdf

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.moe.go.th/main2/plan/p-r-b42-01.htm

กัลยาณี ยะสานติทิพย์ และพิสุทธา อารีราษฎร์. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์. **การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 5** (หน้า 575-581). กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เกษม แสงนนท์. (2549). **การออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนทางด้านภาษาบาลี**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

จตุชัย แพงจันทร์ และอนุโชต วุฒิพรพงษ์. (2551). **เจาะระบบ Network 2nd Edition.** นนทบุรี: ไอดีซี อินโฟ อิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์.

จเร ราโชกาญจน์. (2541). **การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความคงทนของความรู้ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียกับการเรียนปกติ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2547). **การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ:คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉัฐระพี โพธิ์ปิติกุล. (2555). **การพัฒนาบทเรียนออนไลน์รูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน เรื่องการติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดคณะกรรมการอาชีวศึกษา**. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2544). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฐัศแก้ว ศรีสด. (2542). **คอมพิวเตอร์กราฟิกส์.** กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2545). **Design e-Learning หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธนยศ ฤทธิ์เฉลิม. (2550). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนวิชาเคมีสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5.** มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

นพดล วศินสิทธิสุข. (2554). **สร้างโมเดล 3 มิติด้วย SketUp8 + V-Ray.** กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

นฤดล ดามพ์สุกรี. (2553). **ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนด้วยระบบปฏิบัติการจริง สำหรับรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า 1 โดยผ่ายเครือข่ายระบบจัดการการเรียนรู้**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นำโชค จิตร์แจ้ง. (2550). **การพัฒนาบทเรียนห้องปฏิบัติการเสมือนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.** มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2549). **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย.** นครปฐม:มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปัญญา สีจุ้ย. (2548). **การพัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์วิชาเครื่องวัดไฟฟ้าในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พรทิวา โตวิจิตร. (2552). **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อช่วยสอนสามมิติเหมือนจริงแบบมัลติมีเดียวิชา Aircraft System เรื่อง "Magneto Ignition System" สำหรับนักเรียนหลักสูตรเครื่องวัดประกอบการบิน สถาบันการบินพลเรือน.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพโรจน์ ตีรณธนกุล, ไพบูลย์ เกียรติโกมล และเสกสรร แย้มพินิจ. (2554). **เทคนิคการผลิตบทเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อการศึกษาทางไกลบนอินเตอร์เน็ต (e-Learning).** กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2558). **วิสัยทัศน์มหาวิทยาลัย.** [ออนไลน์]. ได้จาก: http:// web.sut.ac.th/2012/content/detail/ปณิธาน-วิสัยทัศน์

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2545). **พื้นฐานการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2549). **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2546). **ห้องเสมือนในเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา.** กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรพล รัตนพันธ์. (2558). **เรียนฟรีกับมหาวิทยาลัยชั้นนำของโลก**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.vcharkarn.com/varticle/44387

ศยามน อินสะอาด, ศุภชานันท์ วนภู, นฤดล ดามพ์สุกรี และอมรเทพ เทพวิชิต. (2550). **การออกแบบการออกแบบผลิตและพัฒนา e-Learning.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นครราชสีมา: โรงพิมพ์โจเซฟ.

ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2558). **ความเป็นมาของศูนย์.** [ออนไลน์]. ได้จาก: https://ceit.sut.ac.th/index.php/th/2013-03-27-04-47-55/2013-03-27-06-25-25

สังคม ภูมิพันธุ์และคณะ. (2549). **แนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) สำหรับสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการเลขาธิการวุฒิสภา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ e-Learning.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สุชาย ธนวเสถียรและอมรวรรณ ลิ้มสมมุติ. (2549). **สกอร์มมาตรฐานอีเลิร์นนิงที่ใช้กันทั่วโลก.** กรุงเทพฯ: ดิจิเทนต์.

อุทัย ภิรมย์รื่น. (2558). **การจัดห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom).** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.kmutt.ac.th/av/th/detail.php?t=1&id=6

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2548). **เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Bhattacharya A. and Gogolski A. (2009). **Hands on Experience with Virtual Labs: Virtual production environments for safe, affordable technology training.** New York: Rochester.

Clank, Ruth, Colvin. and Mayer, Richard, E. (2003). **E-Learning and the science of instruction.** U.S.A.: John Wiley&Sons, Inc.

Kocijancic, Slavko and Colm O'Sulivan. (2002). **Integrating virtual and true laboratory in science and technology education.** IEEE.

Marc, Rosenberg, J. (2001). **E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age.** United State: McGraw-Hill.

Nielsen, Jakob, and Landauer, Thomas K. (1993). A Mathematical Model of The Finding of Usability Problems. **Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference.** (pp.206-213). Netherlands: Amsterdam.

Rice, Mary, David Owies and Rod Snow. (1999). **V-Lab: A virtual laboratory for teaching introductory concept and method of physical fitness and function.** Australia.

Tait, G., Chao, N. (2003). **Hands on Remote Laboratory for Freshman Engineering Education.** U.S.A.: Virginia Commonwealth University.

Tuttas, J., Wagner, B. (2001). Distributed Online Laboratories. **International Conference On Engineering Education (ICEE01).** Norway.

Wittch, Walter A. and Schuller, Charles F. (1973) **Instruction technology its nature and use** (5th ed.). New York: Harper and Row Publisher.

Yamane, T. (1967). **Statistics, An Introductory Analysis** (2nd ed.). New York: Harper and Row.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก
แบบประเมินแบบสอบถามเพื่อประเมินความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเรื่อง
การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ ใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสอบถามข้อมูล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างสื่อหรือเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับเสริมทักษะการเรียนรู้ของนักศึกษา ตลอดจนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเครื่องมือฝึกทดลองปฏิบัติไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษาในชั่วโมงการการจัดการเรียนการสอน จึงนำมาซึ่งการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลองฝึกปฏิบัติ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับปฏิบัติการเสมือน ผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ และตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้ได้มาซึ่งผลจากการวิจัยที่ถูกต้อง เที่ยงตรง และเป็นประโยชน์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิจัยต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัย และจะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น โดยข้อมูลที่ท่านได้ตอบทั้งหมด จะถูกเก็บไว้เป็นความลับและไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่าน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นายศุภฤกษ์ คำแปล
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบประเมินแบบสอบถาม

แบบประเมินแบบสอบถามนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่ใช้ในประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบข้อคำถาม แล้วนำมาหาค่า IOC (Item Objective Congruency Index)

IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ มีค่าอยู่ระหว่าง +1 ถึง – 1 ข้อคำถามที่มีความตรงตามเนื้อหาจะมีค่า IOC เข้าใกล้ 1.00 ถ้าข้อใดมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรจะปรับปรุงข้อคำถามใหม่ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้แบ่งการประเมินประสิทธิภาพของระบบวางแผนการท่องเที่ยวส่วนบุคคลแบบออนไลน์ ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน (Efficiency) ด้านประสิทธิผล (Effectiveness) ด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability) และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (Satisfaction) โดยทุกข้อคำถามในแต่ละด้านนั้นใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความพึงพอใจดังนี้ 1 = น้อยที่สุด 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณา ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของข้อคำถาม กับวัตถุประสงค์ ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

<u>แบบประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล</u>

ความคิดเห็นที่มีต่อปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ท่านต้องการ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่จัดเตรียมไว้ให้ ตามที่ท่านเห็นว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา			รวม (3)	ผ่าน/ไม่ผ่าน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. เพื่อประเมินความสามารถของปฏิบัติการเสมือนที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ตามหน้าที่ในการทำงานแต่ละส่วน	**1. ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน (Efficiency)**					
	1.1ขั้นตอน วิธีการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนมีความละเอียด	1	1	0	2	ผ่าน
	1.2 เนื้อหาของบทเรียนตรงตามความต้องการของนักศึกษา	1	0	1	2	ผ่าน
	1.3 การเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนมีความสอดคล้อง	1	1	1	3	ผ่าน
	1.4 ปฏิบัติการเสมือนสามารถใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างรวดเร็ว	1	1	1	3	ผ่าน
2. เพื่อประเมินความสามารถของปฏิบัติการเสมือนที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ บรรลุผลสำเร็จของงาน และใช้งานได้ตรงเป้าหมายตามหน้าที่การทำงานในแต่ละส่วน	**2. ด้านประสิทธิผล (Effectiveness)**					
	2.1 บทเรียนมีการโต้ตอบทันทีต่อผู้เรียน	1	3	1	3	ผ่าน
	2.2 รูปแบบตัวอักษร ภาพประกอบสมจริง น่าสนใจ	0	1	1	2	ผ่าน
	2.3 ปฏิบัติการเสมือนแสดงค่าคะแนนจากการทดลองปฏิบัติได้ถูกต้อง	1	1	1	3	ผ่าน
	2.4 การแสดงผลในลักษณะ 3 มิติมีความเสมือนจริง	1	1	0	2	ผ่าน

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา			รวม (3)	ผ่าน/ไม่ผ่าน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
3. เพื่อประเมินความสามารถของปฏิบัติการเสมือนที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกเนินการและแสดงผลต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	**3. ด้านความยืดหยุ่น (Flexibility)**					
	3.1 ท่านสามารถทดลองปฏิบัติได้มากกว่าหนึ่งรอบ	1	1	1	3	ผ่าน
	3.2 ท่านสามารถเลือกดูรูปร่างลักษณะของอุปกรณ์ได้ตามความต้องการ	1	0	1	2	ผ่าน
	3.3 ท่านสามารถคลิกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างสะดวก	0	1	1	2	ผ่าน
	3.4 ท่านสามารถเข้าถึงบทเรียนแต่ละบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว 3	1	1	1	3	ผ่าน
4. เพื่อประเมินความสามารถของปฏิบัติการเสมือนที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานด้วยตนเองได้	**4. ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้** (Learnability)					
	4.1 บทเรียนมีการโต้ตอบและประมวลผลคะแนนที่ไม่ซับซ้อน	1	1	1	3	ผ่าน
	4.2 สามารถเข้าถึงปฏิบัติการเสมือนด้วยตัวเองได้อย่างสะดวกไม่ยุ่งยาก	1	1	1	3	ผ่าน
	4.3 เนื้อหาบทเรียนและชุดฝึกปฏิบัติเข้าใจง่าย	1	1	1	3	ผ่าน
	4.4 ระยะเวลาในการฝึกทดลองปฏิบัติมีความเหมาะสม	1	1	1	3	ผ่าน
5. เพื่อประเมินความสามารถของปฏิบัติการเสมือนที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานและเป็นที่ยอมรับในการใช้งาน	**5. ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (Satisfaction)**					
	5.1 ท่านเรียนรู้ด้วยความสนุกสนานเพลิดเพลิน	1	1	0	2	ผ่าน
	5.2 ท่านได้รับประโยชน์จากการฝึกปฏิบัติด้วยปฏิบัติการเสมือนนี้	1	1	1	3	ผ่าน
	5.3 ความรู้ที่ได้จากบทเรียนและชุดฝึกปฏิบัติเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน	1	0	1	2	ผ่าน

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา			รวม (3)	ผ่าน/ไม่ผ่าน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	5.4 ท่านจะแนะนำให้ผู้สนใจศึกษาใช้งานปฏิบัติการเสมือนนี้	1	1	1	3	ผ่าน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามเพื่อประเมินความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเรื่อง
การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ ใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสอบถามข้อมูล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างสื่อหรือเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับเสริมทักษะการเรียนรู้ของนักศึกษา ตลอดจนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเครื่องมือฝึกทดลองปฏิบัติไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษาในชั่วโมงการการจัดการเรียนการสอน จึงนำมาซึ่งการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลองฝึกปฏิบัติ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับปฏิบัติการเสมือน ผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ และตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้ได้มาซึ่งผลจากการวิจัยที่ถูกต้อง เที่ยงตรง และเป็นประโยชน์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิจัยต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัย และจะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น โดยข้อมูลที่ท่านได้ตอบทั้งหมด จะถูกเก็บไว้เป็นความลับและไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่าน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นายศุภฤกษ์ คำแปล
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามนี้แบ่งการประเมินประสิทธิภาพของระบบวางแผนการท่องเที่ยวส่วนบุคคลแบบออนไลน์ ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน (Efficiency) ด้านประสิทธิผล (Effectiveness) ด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability) และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (Satisfaction) โดยทุกข้อคำถามในแต่ละด้านนั้นใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความพึงพอใจดังนี้ 1 = น้อยที่สุด 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด

ความคิดเห็นที่มีต่อปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

<u>คำชี้แจง</u>

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ท่านต้องการ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่จัดเตรียมไว้ให้ ตามที่ท่านเห็นว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน (Efficiency)					
1.1ขั้นตอน วิธีการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนมีความละเอียด					
1.2 เนื้อหาของบทเรียนตรงตามความต้องการของนักศึกษา					
1.3 การเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนมีความสอดคล้อง					
1.4 ปฏิบัติการเสมือนสามารถใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างรวดเร็ว					
2. ด้านประสิทธิผล (Effectiveness)					
2.1 บทเรียนมีการโต้ตอบทันทีต่อผู้เรียน					
2.2 รูปแบบตัวอักษร ภาพประกอบสมจริง น่าสนใจ					
2.3 ปฏิบัติการเสมือนแสดงค่าคะแนนจากการทดลองปฏิบัติได้ถูกต้อง					
2.4 การแสดงผลในลักษณะ 3 มิติมีความเสมือนจริง					
3. ด้านความยืดหยุ่น (Flexibility)					
3.1 ท่านสามารถทดลองปฏิบัติได้มากกว่าหนึ่งรอบ					
3.2 ท่านสามารถเลือกดูรูปร่างลักษณะของอุปกรณ์ได้ตามความต้องการ					
3.3 ท่านสามารถคลิกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างสะดวก					
3.4 ท่านสามารถเข้าถึงบทเรียนแต่ละบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว					

ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
4. ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability)					
4.1 บทเรียนมีการโต้ตอบและประมวลผลคะแนนที่ไม่ซับซ้อน					
4.2 สามารถเข้าถึงปฏิบัติการเสมือนด้วยตัวเองได้อย่างสะดวกไม่ยุ่งยาก					
4.3 เนื้อหาบทเรียนและชุดฝึกปฏิบัติเข้าใจง่าย					
4.4 ระยะเวลาในการฝึกทดลองปฏิบัติมีความเหมาะสม					
5. ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (Satisfaction)					
5.1 ท่านเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน เพลิดเพลิน					
5.2 ท่านได้รับประโยชน์จากการฝึกปฏิบัติด้วยปฏิบัติการเสมือนนี้					
5.3 ความรู้ที่ได้จากบทเรียน-ชุดฝึกปฏิบัติเพียงพอต่อการนำไปใช้งานได้					
5.4 ท่านจะแนะนำให้ผู้สนใจศึกษาใช้งานปฏิบัติการเสมือนนี้					

<u>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค
แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ ของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเรื่อง
การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ ใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสอบถามข้อมูล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างสื่อหรือเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับเสริมทักษะการเรียนรู้ของนักศึกษา ตลอดจนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเครื่องมือฝึกทดลองปฏิบัติไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษาในชั่วโมงการการจัดการเรียนการสอน จึงนำมาซึ่งการออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลองฝึกปฏิบัติ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์กับปฏิบัติการเสมือน ผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ และตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้ได้มาซึ่งผลจากการวิจัยที่ถูกต้อง เที่ยงตรง และเป็นประโยชน์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิจัยต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัย และจะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น โดยข้อมูลที่ท่านได้ตอบทั้งหมด จะถูกเก็บไว้เป็นความลับและไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่าน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นายศุภฤกษ์ คำแปล
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบประเมินแบบสอบถาม

แบบประเมินแบบทดสอบนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความตรง (Validity) ของแบบทดสอบของปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบข้อคำถาม แล้วนำมาหาค่า IOC (Item Objective Congruency Index)

IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ มีค่าอยู่ระหว่าง +1 ถึง – 1 ข้อคำถามที่มีความตรงตามเนื้อหาจะมีค่า IOC เข้าใกล้ 1.00 ถ้าข้อใดมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรจะปรับปรุงข้อคำถามใหม่ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการเสมือนสำหรับการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้แบ่งการประเมินประสิทธิภาพของระบบวางแผนการท่องเที่ยวส่วนบุคคลแบบออนไลน์ ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน (Efficiency) ด้านประสิทธิผล (Effectiveness) ด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability) และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (Satisfaction) โดยทุกข้อคำถามในแต่ละด้านนั้นใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความพึงพอใจดังนี้ 1 = น้อยที่สุด 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณา ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของข้อคำถาม กับวัตถุประสงค์ ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ
เรื่อง ปฏิบัติการเสมือนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์

<u>คำชี้แจง</u> ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อข้อคำถามที่ 1 – 30 โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

ก. จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา การบริหารคอมพิวเตอร์เบื้องต้น รหัส 204110 ได้แก่

1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
2. รู้จักอุปกรณ์ทางด้านไอที
3. เข้าใจการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น

ข. กำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็น +1 หรือ 0 หรือ -1 ดังนี้

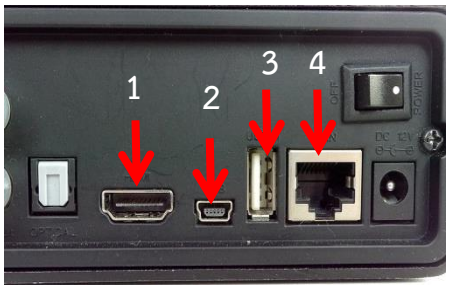
+1 คือ แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 คือ แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้	**ข้อคำถาม**	**คะแนนการพิจารณา**		
		1	**0**	**-1**
1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง	1.การเชื่อมต่อระหว่างการ์ด LAN และ HUB/SWITCH ใช้การต่อแบบใด ก. แบบตรง ✓ ข. แบบไขว้ ค. แบบสลับ ง. ถูกทุกข้อ			
	2. การเข้าสายแบบไขว้ เรียกอีกอย่างว่าอะไร ก. แบบตรง ข. แบบสลับ ค. แบบ CROSS ✓ ง. แบบ Straight			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง (ต่อ)	3. ระบบเครือข่ายระบบหนึ่งอาจประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่กี่เครื่องขึ้นไป ก. 1 เครื่อง ข. 2 เครื่อง ✓ ค. 3 เครื่อง ง. 5 เครื่อง			
	4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายจะเรียกว่าอย่างไร ก. Hub ข. Stand Alone ✓ ค. Server ง. Switch			
	5. จากรูป หมายเลขใดใช้เชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์  ก. หมายเลข 1 ข. หมายเลข 2 ค. หมายเลข 3 ง. หมายเลข 4 ✓			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง (ต่อ)	6. จากรูป หากต้องการเชื่อมต่อสาย LAN จาก Computer มายัง Switch จะต่อสายยูทีพี (UTP) เข้าตำแหน่งใด ก. หมายเลข 1 ✓ ข. หมายเลข 2 ค. หมายเลข 3 ง. สามารถเชื่อมต่อได้ทุกหมายเลข			
	7. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง ก. สาย UTP CAT 5 มีความเร็วสูงสุด 10 Mbps ข. สาย UTP CAT 5e มีความเร็วสูงสุด1Gbps ✓ ค. สาย UTP CAT 6 มีความเร็วสูงสุด 100 Mbps ง. ถูกทุกข้อ			
	8. สาย UTP CAT5 กับ CAT6 มีอะไรที่ต่างกัน ก. สาย UTP CAT 5 มีสีขาวเท่านั้น ข. สาย UTP CAT 5 มีความทนทานน้อยกว่า ค. สาย UTP CAT 6 มีความยาวมากกว่า ง. ผิดทุกข้อ ✓			

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง (ต่อ)	9.จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จะสามารถเชื่อมต่อ Computer กับ Switch ได้สูงสุดกี่เครื่อง ก. 6 เครื่อง ข. 7 เครื่อง ✓ ค. 8 เครื่อง ง. 9 เครื่อง			
	10. สายนำสัญญาณในข้อใดที่ใช้คลื่นแสงส่งผ่านไปยังตัวกลางใยแก้ว มีการสูญเสียของสัญญาณน้อยมากทำให้สามารถส่งสัญญาณด้วยความเร็วสูงและได้ระยะทางที่ไกลขึ้น ก. Coaxial ข. Fiber Optic ✓ ค. UTP ง. STP			
	11. ข้อดีของสายคู่บิดเกลียว คือข้อใด ก. มีราคาถูก ข. ใช้งานง่ายมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ค. ติดตั้งง่ายและมีน้ำหนักเบา ง. ถูกทุกข้อ ✓			

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง (ต่อ)	12. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อสาย LAN เรียกว่าอะไร ก. RJ-11 ข. RJ-45 ✓ ค. USB ง. RS-232C			
	13.สาย UTP ที่เชื่อมต่อจาก Computer ไปยัง SWITCH คือข้อใด ก. ข. ✓ ค. ง.			
	14. สาย UTP ใช้ประโยชน์เกี่ยวกับอะไร ก. ใช้เดินสายไฟภายในบ้าน ข. ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ✓ ค. ใช้เชื่อมต่อระหว่างจานดาวเทียมกับทีวี ง. ถูกทุกข้อ			

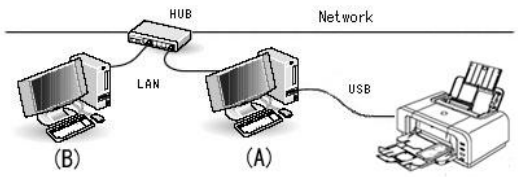
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง (ต่อ)	15. สาย UTP ที่เชื่อมต่อจาก Computer ไปยังComputer คือข้อใด ก. ข. ค. ง. ✓			
	16. จากรูป สามารถนำ Computer เชื่อมต่อกับ Port ใดได้บ้าง ก. 1, 2 และ 5 ข. Port 1 – 4 ✓ ค. Port 1 - 5 ง. Port 5 เท่านั้น			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

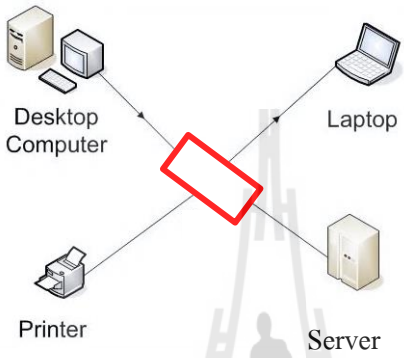
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. สามารถใช้และดูแลคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง (ต่อ)	17. จากรูป เมื่อทำการเข้าหัวเสร็จแล้ว ต้องนำสายไปทดสอบความถูกต้อง หากสายที่สามารถนำไปเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้ จะมีการ แสดงผลอย่างไรในอุปกรณ์ทดสอบ ก. มีสัญญาณไฟในตำแหน่ง 1 – 6 ทั้งสองด้านเท่านั้น ข. มีสัญญาณไฟในตำแหน่ง 1 – 8 ทั้งสองด้านและต้องมีไฟกระพริบที่ตำแหน่ง G ด้วย ค. มีสัญญาณไฟในตำแหน่ง 1 – 8 ทั้งสองด้านเท่านั้น ✓ ง. ไฟที่ตำแหน่ง G กระพริบสลับซ้าย – ขวา			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2. รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที	18. จากรูปหากต้องการนำสาย LAN ทดสอบ ต้องเสียบเข้าตำแหน่งใด ก. เสียบตำแหน่ง A และ B ✓ ข. เสียบตำแหน่ง A และ C ค. เสียบตำแหน่ง B และ C ง. เสียบได้ทุกตำแหน่ง			
	19. สาย UTP เป็นสายสำหรับการ์ดอะไร ก. การ์ด WAN ข. การ์ด MAN ค. การ์ด LAN ✓ ง. การ์ด BNC			
	20. ภายในสาย UTP มีสายขนาดเล็กรวมอยู่ภายในกี่เส้น ก. 4 ข. 5 ค. 7 ง. 8✓			

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2. รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที (ต่อ)	21. สาย UTP/CAT5 ความยาวเหมาะสมกับการใช้งานไม่เกินกี่เมตร ก. 4 เมตร ข. 2 เมตร ค. 50 เมตร ง. 100 เมตร ✓			
	22. สายสัญญาณใดมีความสามารถในการส่งข้อมูลเร็วที่สุด ก. Fiber Optic Cable ✓ ข. Coaxial Cable ค. Unshielded Twisted Pair Cable ง. shielded Twisted Pair Cable			
	23. จากรูป เป็นการใช้ Printer ตัวเดียวกับคอมพิวเตอร์หลายตัว จะเรียกเครื่อง A ว่าอย่างไร  ก. Server ข. client ค. Print server ✓ ง. Print			

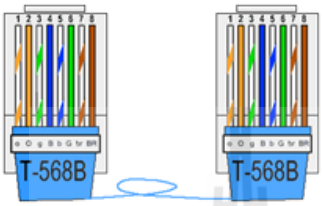
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2. รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที (ต่อ)	24. จากรูปข้อ 21 จะเรียกเครื่อง B ว่าอย่างไร ก. Server ข. client ✓ ค. Print server ง. Print			
	25. สาย Fiber Optic Cable แบ่งตามลักษณะของลำแสงที่ส่งข้อมูล ได้กี่แบบ อะไรบ้าง ก. 1 แบบ คือ Single Mode ข. 2 แบบ คือ Single Mode และMulti Mode ✓ ค. 3 แบบ คือ Single Mode, Multi Mode, triple Mode ง. 4 แบบ คือ Single Mode, DoubleMode, Multi Mode, triple Mode			
	26. อุปกรณ์ข้อใดที่ไม่สามารถใช้ร่วมกันในเครือข่ายได้ ก. แป้นพิมพ์ ✓ ข. ฮาร์ดดิสก์ ค. เครื่องพิมพ์ ง. สแกนเนอร์			

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2. รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที (ต่อ)	27. จากรูปเพื่อให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องข่ายสมบูรณ์ ควรเพิ่มอุปกรณ์ใดในตำแหน่งสีแดง  ก. Switch ✓ ข. Router ค. Computer ง. ปลั๊กไฟ			
	28.ข้อใด ไม่ใช่ สาย LAN แบบ UTP/CAT5 ก. คู่ส้ม ข. คู่น้ำตาล ค. คู่เขียว ง. คู่แดง ✓			
	29. สาย LAN แบบ UTP/CAT5 มีกี่คู่บิดเกลียว ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 ✓			

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2. รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที (ต่อ)	30. จากรูป หมายถึงข้อใด ก. หัว RJ11 ข. หัว Fiber Optic ✓ ค. หัว BNC ง. หัว RJ45			
	31. จากรูป หมายถึงข้อใด ก. หัว RJ11 ข. หัว Fiber Optic ค. หัว BNC ง. หัว RJ45 ✓			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2. รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที (ต่อ)	32. จากรูปหมายถึงสายชนิดใด ก. coaxial ข. UTP CAT5e ✓ ค. Fiber Optic ง. HDMI			
	33. ข้อใดคืออุปกรณ์เข้าหัว LAN ก. ข. ✓ ค . ง.			

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
2. รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที (ต่อ)	34. จากรูป สามารถนำสายดังกล่าวไปเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ชนิดใด  ก. Network Printer to Network Printer ข. Network Printer to Switch ✓ ค. Computer to Computer ง. Access Point to Access Point			
	35.อุปกรณ์คู่ใดเชื่อมต่อด้วยสาย UTP ไม่ได้ ก. Computer to Computer ข. Switch to Access Point ค. Network Printer to Switch ง. Switch to Smart Phone ✓			

.

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่ง

(นายศุภฤกษ์ คำแปล)

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่ / วัตถุประสงค์		ค่า p (0.20-.80)	ค่า r (>.20)	ข้อที่เลือก
1	สามารถใช้และดูแล	0.55	0.25	ข้อที่ (1)
2	คอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง	0.53	0.28	ข้อที่ (2)
3		0.55	0.20	ข้อที่ (3)
4		0.58	0.23	ข้อที่ (4)
5		0.48	0.28	ข้อที่ (5)
6		0.55	0.25	ข้อที่ (6)
7		0.63	0.33	ข้อที่ (7)
8		0.78	-0.08	-
9		0.55	0.25	ข้อที่ (8)
10		0.60	0.25	ข้อที่ (9)
11		0.60	0.20	ข้อที่ (10)
12		0.65	0.20	ข้อที่ (11)
13		0.53	0.33	ข้อที่ (12)
14		0.68	-0.13	-
15		0.53	0.38	ข้อที่ (13)
16		0.55	0.20	ข้อที่ (14)
17	รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที	0.63	0.23	ข้อที่ (15)
18		0.58	0.28	ข้อที่ (16)
19		0.60	0.30	ข้อที่ (17)
20		0.73	-0.08	-
21		0.50	0.30	ข้อที่ (18)
22		0.63	0.28	ข้อที่ (19)
23		0.60	0.25	ข้อที่ (20)
24		0.55	0.30	ข้อที่ (21)
25		0.58	0.28	ข้อที่ (22)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อที่ / วัตถุประสงค์		ค่า p (0.20-.80)	ค่า r (>.20)	ข้อที่เลือก
24	รู้จักอุปกรณ์ทาง ด้านไอที	0.55	0.30	ข้อที่ (21)
25		0.58	0.28	ข้อที่ (22)
26		0.63	0.28	ข้อที่ (23)
27		0.53	0.28	ข้อที่ (24)
28		0.60	0.35	ข้อที่ (25)
29		0.70	-0.20	-
30		0.58	0.28	ข้อที่ (26)
31		0.60	0.20	ข้อที่ (27)
32		0.50	0.25	ข้อที่ (28)
33		0.60	0.20	ข้อที่ (29)
34		0.50	0.20	ข้อที่ (30)
35		0.68	-0.13	-
ค่าความเชื่อมั่น KR-20		0.924		

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายศุภฤกษ์ คำแปล เกิดเมื่อวันที่ 13 เมษายน พ.ศ. 2527 ณ จังหวัดศรีสะเกษ สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย 2 ห้วยคล้า (พรหมดิเรกอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ในปีการศึกษา 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ในปีการศึกษา 2550 หลังจากสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ตำแหน่งเจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป เป็นเวลา 1 ปี และสอบคัดเลือกเพื่อเปลี่ยนตำแหน่ง โดยได้รับผ่านการคัดเลือกและบรรจุเข้าทำงานในตำแหน่งนักวิชาการคอมพิวเตอร์ ประจำคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปัจจุบันได้รับความไว้วางใจให้ดูแลรับผิดชอบในตำแน่งบริหาร คือหัวหน้างานบริการการศึกษา ทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะศึกษาต่อในระดับปริญญาโท เพื่อต้องการศึกษาและนำความรู้ที่ได้รับมาพัฒนางาน จึงได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท กลุ่มวิชาการจัดการความรู้ (Knowlage management) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี