

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

THE WEB BASED INSTRUCTION ON LAN TECHNOLOGY  
FOR COMPUTER NETWORK SYSTEM

ไหม่ เจริญธรรม  
MAI CHAROENTHAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-480-8

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

THE WEB BASED INSTRUCTION ON LAN TECHNOLOGY  
FOR COMPUTER NETWORK SYSTEM



ไหม่ เจริญธรรม  
MAI CHAROENTHAM

เลขหน้.....  
เลขทะเบียน 47558  
วัน, เดือน, ปี 20 ส.ค. 2546

.b.....  
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-480-8

THE WEB BASED INSTRUCTION ON LAN TECHNOLOGY  
FOR COMPUTER NETWORK SYSTEM

MAI CHAROENTHAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2003  
ISBN 974-324-480-8

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นายใหม่ เจริญธรรม
รหัสประจำตัว	42064241
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิติพงศ์ มะโน

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาคุณภาพและประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปทุกรายการ และสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ตั้งแต่ 80/80 ขึ้นไป

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2/2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จำนวน 30 คน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้คือ การเลือกเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำหัวข้อเรื่องเทคโนโลยีของแลน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิหาระบบเครือข่ายท้องถิ่น มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำเนื้อหาที่ได้มาวิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมตามเนื้อหาที่แบ่งไว้ สร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นำเนื้อหาที่ออกแบบมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver แล้วนำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการประเมิน ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำมาทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องกับกลุ่มทดลองกลุ่ม 3 คน

และกลุ่ม 6 คน เมื่อแก้ไขแล้วนำมาดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ โดยหาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.64$ ) คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.55$ ) ประสิทธิภาพเท่ากับ 83.76/84.71

<b>Thesis Title</b>	THE WEBBASED INSTRUCTION ON LAN TECHNOLOGY FOR COMPUTER NETWORK SYSTEM
<b>Student</b>	Mr. Mai Charoentham
<b>Student ID.</b>	42064241
<b>Degree</b>	Master of Science in Science Education
<b>Programme</b>	Science Education
<b>Year</b>	2003
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Lertlak Klinhom
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Kitipong Mano

### ABSTRACT

The objectives of this research were to develop ,determine quality and efficiency test of a web based instruction on “LAN Technology for Computer Network System”. The hypothesis of this study were the subject of web based instruction via the internet on “LAN Technology for Computer Network System”. would be conducted based on the efficiency criteria of 80/80.

Thirty students ,they were the 4<sup>th</sup> year in the second semester of 2002 academic year, in department of computer engineering program, faculty of Engineering, Mahanakorn University of Technology .

Development of web based instruction via the internet on “LAN Technology for Computer Network System” was first selected a lesson content. In this case, the lesson of Lan Technology was selected. It was a part of Computer Network System. It was divided into sub-topics. The objectives were defined to discover all sub-topics. It was divided into objectives. The learning experiment was constructed to be used by learners during and after the learning period. It was designed into web based instruction on the Internet and development it by Macromedia Dreamweaver program. After assess by the thesis’ advisor, co-advisors and contents/media production specialists. Then tried out with group 3 persons and group 6 persons for improvements. The experiments were conducted and data were analyzed from population samples.

The research revealed that the web based instruction via the internet on “LAN Technology for Computer Network System” met the results of content aspect were excellent ( $\bar{X} = 4.64$ ), results of media aspect were good ( $\bar{X} = 4.55$ ) and about efficiency at 83.76/84.71.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผศ.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางรวมทั้งแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ได้แก่ อาจารย์อำพล ทองระอา อาจารย์พงษ์สุรีย์ ลิ้มมณีวิจิตร อาจารย์สุรการ ดวงผาสุข อาจารย์ยุทธนา สุวรรณลักษณ์ อาจารย์นवलพรรณ ทิพย์สุวรรณ อาจารย์พิศุทธิ์ ศิริพันธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจในศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีการศึกษา และสามารถนำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์จนลุล่วง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตลอดจนคณาจารย์ต่างสถาบันที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ในการเรียน ให้ได้รับความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ตลอดจนหลักการในการแสวงหาความรู้ จนทำให้ผู้วิจัยได้รับความรู้และการแสวงหาความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ต่อบุคคลทุกท่านที่เกี่ยวข้องและไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ที่สละเวลาให้ความร่วมมือ ทำให้ได้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ทุกคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและคอยเป็นกำลังใจจนทำให้ผู้วิจัยสามารถผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ ทั้งหลายทั้งปวงที่เกิดขึ้นจนสามารถสำเร็จการศึกษา

ใหม่ เจริญธรรม

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
<b>บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>8</b>
2.1 หลักสูตรวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์.....	8
2.2 เทคโนโลยีของแลน.....	10
2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	38
2.4 ความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต.....	54
2.5 ความรู้เกี่ยวกับการเรียนผ่านสื่ออินเทอร์เน็ต.....	60
2.6 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	63
2.7 เครื่องมือสำหรับการพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต.....	66
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	<b>73</b>
3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....	73
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	73
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	84

# สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....</b>	<b>86</b>
4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต .....	86
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต .....	86
4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต .....	89
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>91</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	91
5.2 อภิปรายผลการวิจัย .....	92
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	93
<b>บรรณานุกรม .....</b>	<b>95</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>99</b>
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต.....	100
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	104
ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต .....	115
<b>ประวัติผู้เขียน .....</b>	<b>126</b>

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ .....	9
2.2 ชนิดต่างๆ ที่ใช้กันทั่วไปของแลน 802.3 .....	13
2.3 ชนิดต่างๆ ของฟาสต์อีเทอร์เน็ต .....	30
3.1 คุณภาพของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ .....	81
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเนื้อหา.....	87
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	88
4.3 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต .....	89

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปแบบการใช้งานแลน .....	12
2.2 ชนิดต่างๆ ของสายเคเบิลสำหรับแลน 802.3 .....	14
2.3 การเข้ารหัสไฟฟ้าของแลน 802.3 .....	16
2.4 โครงสร้างของเฟรม802.3 .....	17
2.5 รูปแบบของสวิตช์ฮับ .....	19
2.6 แลนแบบเคนบัส .....	21
2.7 แลนแบบโทเคนบัส .....	21
2.8 วงแหวนและอินเตอร์เฟซของวงแหวน.....	22
2.9 การเชื่อมโยงสถานส่งเข้าศูนย์กลาง .....	24
2.10 โครงสร้างของเฟรมโทเคนริง.....	24
2.11 ระดับชั้น LLC.....	27
2.12 การใช้ FDDI ส่วนใหญ่เพื่อเป็นเครือข่ายกระดูกสันหลัง.....	28
2.13 วงแหวน FDDI .....	29
2.14 วงแหวน FDDI .....	33
2.15 ตัวอย่างของแลนแบบ ATM .....	33
2.16 สถาปัตยกรรมของแลนอีมีเลชัน .....	34
2.17 โคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์สำหรับแลนอีมีเลชัน .....	36
2.18 องค์ประกอบหลักของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	39
2.19 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการสอน .....	41
2.20 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทสถานการณ์จำลอง .....	41
2.21 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทเกมส์ .....	42
2.22 โครงสร้างและขั้นตอนการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ .....	42
2.23 กระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	51
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	78
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	82
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	83

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันอย่างมาก และเข้ามามีบทบาทต่อระบบงานต่างๆ มากขึ้น หน่วยงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐบาล หรือเอกชนต่างเล็งเห็นความจำเป็นที่จะต้องนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถช่วยในงานต่างๆ ให้เกิดความคล่องตัว และถูกต้องยิ่งขึ้น แม้แต่ในระบบการศึกษาสำหรับบทบาทของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อระบบการศึกษานั้น แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกเป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการบริการการศึกษา เช่น งานทะเบียน งานพิมพ์บันทึกต่างๆ งานด้านการเงินและงบประมาณ เป็นต้น ส่วนกลุ่มที่สองเป็นการนำคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน การประเมินผลทางการศึกษา การทดสอบ และการวัดผลการเรียนการสอน (กอบกิจ สหสังขี. 2539 : 1)

ในการจัดการเรียนการสอน เรื่องเทคโนโลยีของแลน (LAN TECHNOLOGY) เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นวิชาบังคับในชั้นปีที่ 4 ที่อยู่ใน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เพื่อสนองต่อนโยบายการศึกษาของชาติ รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจทางด้าน การสื่อสารข้อมูลในระดับพื้นฐาน สำหรับเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีของแลน เป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ยากแก่การเข้าใจ ดังนั้น หากมีสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม ก็จะเป็นการช่วยให้นักศึกษาได้ประสบผลสำเร็จในการเรียนดีขึ้น

สื่อการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ เช่น หนังสือ วิทยุทัศน์ สไลด์ เป็นต้น แต่ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนอย่างมาก มีการพัฒนาสื่อที่ใช้คอมพิวเตอร์ที่เรียกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นสื่อที่แสดงบทเรียนแล้วตามด้วยแบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนคิดและทำตาม และทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์โดยตรง แบบนี้เรียกว่าเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) (ไพศาล หุ่นแก้ว. 2531 : 11-16) ทำให้มีผลดีกว่าการใช้สิ่งตีพิมพ์ หรือหนังสือ เพราะคอมพิวเตอร์สามารถโต้ตอบได้ ผู้เรียนมีโอกาสทราบคำตอบที่ถูกต้องก่อนที่จะลงมือทำกิจกรรมหรือเรียนในลำดับถัดไป และเมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที เป็นการเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียกกรอบการเรียนได้รวดเร็วมาก ไม่จะเป็นการเรียกย้อนหลังหรือกระโดดข้ามไปข้างหน้า ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการเรียน ผู้เรียนจะต้องลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง ต้องโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง

ทำให้ไม่เบื่อที่จะเรียนบทเรียนนั้นๆ บางโปรแกรมอาจเพิ่มรูปภาพหรือเสียงให้เป็นสิ่งเร้าเสริมแรงต่างๆ ยิ่งทำให้บทเรียนนั้นมีชีวิตชีวาและมีความสนุกสนานมากขึ้น (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7-8)

ในยุคแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศนี้ ข้อมูลข่าวสารถือเป็นปัจจัยในการดำเนินงานต่างๆ ผู้ที่มีโอกาสเข้าถึงข้อมูลได้เร็วกว่าจะได้เปรียบผู้อื่น เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงเข้ามามีบทบาทในการจัดการศึกษาของสถาบันการศึกษาในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างโครงการเครือข่ายเพื่อโรงเรียนไทย (SchoolNet Thailand)

ทิพวรรณ รัตนวงศ์ (2532 : 115-123) ศึกษาแนวโน้มหลักสูตรสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในปี พ.ศ. 2545 พบว่าการศึกษาในอนาคตเทคโนโลยีทางการศึกษาจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น การเรียนการสอนไม่จำกัดอยู่ในเฉพาะห้องเรียนหรือภายในสถาบันการศึกษาอีกต่อไป

อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อใหม่ที่ได้รับ ความสนใจจากนักเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ตรงกับความต้องการของผู้เรียน และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งต่างๆ ทั้งจากห้องเรียน ชุมชน และที่บ้าน การนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายวิธี เช่น การเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) การนำมาใช้เป็นห้องสมุดในการสืบค้นข้อมูล การนำมาใช้เพื่อความบันเทิงกับนักศึกษา เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วเพื่อจะนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอน วิธีการหนึ่งคือการเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction)

WBI หรือ Web-Based Instruction ทำงานบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนและอาจารย์ สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ และอาจารย์สามารถติดตามพฤติกรรม การเรียน ตลอดจนผลการเรียนของผู้เรียนได้ WBI สามารถทำการสื่อสารภายใต้ระบบ Multituser ได้อย่างไร้พรมแดน โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนด้วยกัน อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ ฐานข้อมูลความรู้ และยังสามารถรับส่งข้อมูลการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Education Data ) อย่างไม่จำกัดเวลา ไม่จำกัดสถานที่ (ภาสกร เรืองรอง. 2544) [Internet]

ในปัจจุบัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครมีการเชื่อมโยงเครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครเข้ากับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั่วโลกและความพร้อมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และเทคโนโลยีได้พัฒนาไปมาก ดังนั้น ถ้ามีการจัดการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต โดยการนำบทเรียนขึ้นไว้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นักศึกษาจะสามารถเข้ามาศึกษาเนื้อหาที่อยู่บนเว็บได้อย่างรวดเร็ว และเนื้อหาที่ใช้เรียนในชั้นเรียนแบบการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ตยังสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้อย่างง่ายดาย ดังนั้น ผู้สอนจะสามารถเสนอข้อมูลที่มีความทันสมัยให้แก่ผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา (McManus. 1996) [Internet] นอกจากนี้ ในด้านระยะทาง ไม่ว่านักศึกษาจะอยู่ในสถานที่ใดๆ ก็ตาม หากสามารถเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็

สามารถเรียนรู้ได้ ทำให้ระบบการศึกษาไม่ต้องผูกติดกับห้องเรียน ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับการศึกษาทางไกลในยุคนี้ และสอดคล้องกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จากความสำคัญของการเรียนการสอนประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบกับปัญหาการเรียน เรื่องเทคโนโลยีของแลน ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน เพื่อให้ได้สื่อที่มีคุณภาพที่จะเอื้ออำนวยประโยชน์แก่ผู้เรียนผู้สอนให้มากที่สุด และนอกจากนี้สามารถนำมาใช้ทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องรออาจารย์ผู้สอนหรือเข้าชั้นเรียนอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ตั้งแต่ 80/80 ขึ้นไป

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์” ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยเป็น 2 ลักษณะ คือ

#### 1.4.1 กรอบแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลขาธิการสสส. 2541 : 41-43) ดังนี้

- 1.4.1.1 ได้รับความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจที่อยากจะเรียน
- 1.4.1.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้า
- 1.4.1.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อม
- 1.4.1.4 การเสนอเนื้อหา (Present Information) ที่ใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้นง่ายและได้ใจความ
- 1.4.1.5 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responds) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมต่างๆ
- 1.4.1.6 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการได้รับความสนใจแก่ผู้เรียน
- 1.4.1.7 ประเมินความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินการเรียน

#### 1.4.2 กรอบแนวคิดในการออกแบบเว็บไซต์

ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในการออกแบบเว็บไซต์ (Web Site) ของ บุญเลิศ อรุณพิบูลย์ ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ดังนี้ ( ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2545 ) [Internet]

- 1.4.2.1 วางแผนการพัฒนาเว็บไซต์
- 1.4.2.2 กำหนดโดเมนเรกทอรี
- 1.4.2.3 สร้างภาพ หรือจัดหาภาพ
- 1.4.2.4 สร้างเอกสารเว็บ
- 1.4.2.5 ตรวจสอบผลเอกสารเว็บผ่านบราวเซอร์
- 1.4.2.6 ส่งข้อมูลไปเก็บที่เครื่องให้บริการ

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีภาคการศึกษาที่ 2/2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จำนวน 160 คน

## 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2/2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักศึกษากลุ่มประชากร

## 3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา คือ

- 1) คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 4. เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วย 13 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การใช้งานของแลน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 รูปแบบตามมาตรฐาน IEEE 802.3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แลนแบบ IEEE 802.3 และอีเทอร์เน็ต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สวิตช์สำหรับแลน 802.3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 แลนแบบ 802.4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แลนแบบ 802.5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การเปรียบเทียบแลนแบบต่างๆ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 IEEE 802.2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 แลนความเร็วสูง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 FDDI

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 อีเทอร์เน็ตความเร็วสูง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 แลนแบบ ATM

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 การแปลงแลน โพรโตคอล ของแลน อุมูเลชัน

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง บทเรียน วิชา เทคโนโลยีของแลน ที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะนำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนที่บันทึกเก็บไว้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม

3. เครือข่าย (Network) หมายถึง กลุ่มของคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร การใช้ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ร่วมกัน

4. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา และเทคนิคการผลิตสื่อ

5. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในการเรียนเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ( $E_1/E_2$ )

80 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ผู้เรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่คุณเรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของแลน

7. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ต หมายถึง ระบบของการเชื่อมโยงเครือข่ายงานคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ครอบคลุมไปทั่วโลก โดยอาศัยสายนำสัญญาณภายใต้กฎเกณฑ์มาตรฐานเดียวกัน และสามารถทำให้คนจำนวนมากสื่อสารข้อมูลทั้งในรูปแบบตัวอักษร ข้อความ ภาษาและเสียง ได้อย่างสะดวกรวดเร็วด้วยคอมพิวเตอร์ต่างระบบและต่างชนิดกันได้

8. รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีสภาพการจัดการเรียนการสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอนของ Gagne' ซึ่งมี 7 ขั้นตอน โดยใช้ห้องเรียนเสมือนทางอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือ หรือช่องทางการสื่อสารในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการควบคุม ให้มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงส่งเสริมกันอย่างมีลำดับขั้น เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

9. HTML หมายถึง ภาษาที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ โดยภาษานี้จะใช้คำสั่งที่เรียกว่า "TAG" เป็นตัวควบคุมการแสดงผลข้อความ การจัดภาพ และการจัดหน้าตาเว็บเพจ ( Web Page ) อย่างอื่น

10. เว็บเพจ หมายถึง หน้ากระดาษอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีหน้าตาคล้ายกับหน้ากระดาษของหนังสือพิมพ์ หรือนิตยสาร เนื่องจากเว็บเพจมีทั้งอักษร ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว และอื่นๆ ลงไปได้อีก

11. เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เป็น โปรแกรมที่ใช้เข้าไปดูข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆ และยังสามารถในการเรียกใช้บริการอื่นๆ อีกมากมาย

12. ห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom) หมายถึง เว็บไซต์ซึ่งเป็นที่รวมของกลุ่มเว็บเพจที่จำลองภาพกิจกรรมการเรียนการสอนจากห้องเรียนจริงให้อยู่ในสภาพห้องเรียนอิเล็กทรอนิกส์

## บทที่ 2

# เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของแลน (LAN Technology) วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร โดยผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อดังนี้

- 2.1 หลักสูตรวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- 2.2 เทคโนโลยีของแลน
- 2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 ความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต
- 2.5 ความรู้เกี่ยวกับการเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์
- 2.6 การเรียนการสอนผ่านเว็บ
- 2.7 เครื่องมือสำหรับการพัฒนา WBI
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 หลักสูตรวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จากหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา EECPE 0442 เป็นวิชาภาคบังคับสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื้อหาวิชากำหนดให้นักศึกษาได้เรียนถึงความหมาย และวิวัฒนาการของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แต่เดิมเป็นวิชาที่มีจำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ใช้เวลา 14 สัปดาห์ ใน 1 ภาคการศึกษา วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) ประกอบไปด้วยบทเรียน 12 บท ดังนี้

- บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานของระบบสื่อสารข้อมูล
- บทที่ 2 สื่อส่งข้อมูล
- บทที่ 3 การส่งข้อมูลผ่านสายส่ง และเทคนิคการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย
- บทที่ 4 การส่งสัญญาณด้วยสัญญาณแอนะล็อก
- บทที่ 5 การใช้สายสื่อสารร่วมกัน

- บทที่ 6 การส่งข้อมูลด้วยสัญญาณดิจิทัล
- บทที่ 7 Integrated Service Digital Network (ISDN)
- บทที่ 8 สถาปัตยกรรมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการบริการ
- บทที่ 9 ระดับชั้นดาต้าลิงก์
- บทที่ 10 ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก
- บทที่ 11 Broadband ISDN และ ATM
- บทที่ 12 เทคโนโลยีของแลน

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

สัปดาห์ที่	หัวข้อ
1	บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานของระบบสื่อสารข้อมูล
2	บทที่ 2 สื่อส่งข้อมูล
3	บทที่ 3 การส่งข้อมูลผ่านสายส่ง และเทคนิคการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย
4	บทที่ 4 การส่งสัญญาณด้วยสัญญาณแอนะล็อก
5	บทที่ 5 การใช้สายสื่อสารร่วมกัน
6	บทที่ 6 การส่งข้อมูลด้วยสัญญาณดิจิทัล
7	ทบทวนบทเรียน
8	สอบกลางภาค
9-10	บทที่ 7 Integrated Service Digital Network (ISDN)
11	บทที่ 8 สถาปัตยกรรมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการบริการ
12	บทที่ 9 ระดับชั้นดาต้าลิงก์ ,บทที่ 10 ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก
13-14	บทที่ 11 Broadband ISDN และ ATM
15	บทที่ 12 เทคโนโลยีของแลน
16	สอบปลายภาค

ซึ่งผู้วิจัยได้นำเนื้อหาของบทที่ 12 เรื่องเทคโนโลยีของแลน มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การใช้งานของแลน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 รูปแบบตามมาตรฐาน IEEE 802.3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แลนแบบ IEEE 802.3 และอีเทอร์เน็ต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สวิตซ์สำหรับแลน 802.3

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 แลนแบบ 802.4
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แลนแบบ 802.5
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การเปรียบเทียบแลนแบบต่างๆ
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 IEEE 802.2
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 แลนความเร็วสูง
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 FDDI
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 อีเทอร์เน็ตความเร็วสูง
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 แลนแบบ ATM
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 การแปลงแลนโปรโตคอลของแลน อูมูเลขัน

## 2.2 เทคโนโลยีของแลน

รศ.ดร.พิพัฒน์ หิรัณย์วิชชากร. (2542 : 421) กล่าวได้ว่าเครือข่ายสื่อสารที่ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกันภายในอาณาเขตไม่กว้างขวางนัก เช่น ภายในตึกเดียวกัน ระหว่างตึกของบริษัทใดๆ ภายในมหาวิทยาลัย โรงงาน ฐานทัพ เป็นต้น สำหรับอุปกรณ์สื่อสารที่ถูกเชื่อมโยงโดยแลน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ทั้งชนิดเมนเฟรม มินิคอมพิวเตอร์ เวิร์กสเตชัน และไมโครคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังมีอุปกรณ์ข้างเคียงต่างๆ เช่น โทรศัพท์ เทเล็กซ์ โทรสาร เครื่องมือควบคุมและประกอบชิ้นส่วนของโรงงาน ตลอดจนเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้น หรือระบบสัญญาณเตือนภัย เป็นต้น

### 2.2.1 จุดประสงค์ของการใช้แลนในองค์กร

1. ใช้ทรัพยากรร่วมกัน ทั้งทรัพยากรฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งแม้ว่าปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์มีราคาถูกลง แต่อุปกรณ์ข้างเคียง เช่น เครื่องพิมพ์ ฮาร์ดดิสก์ ยังมีราคาแพงจึงควรใช้งานร่วมกัน นอกจากนี้โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นก็สามารถใช้ร่วมกันได้ระหว่างหน่วยงานต่างๆ เช่น อาจจะใช้โปรแกรมประมวลผลคำ สเปรดชีต และข้อมูลไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ส่วนเวิร์กสเตชันอื่นๆ จะทำงานเป็นไคลเอนต์และดึงเอาโปรแกรมและข้อมูลไปใช้งานได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยซีพียูของเครื่องไคลเอนต์เอง และเมื่อต้องการแสดงผลก็จะส่งผลไปพิมพ์ที่ใช้งานร่วมกัน ซึ่งทำให้ประหยัดทั้งเงิน คน และเวลา

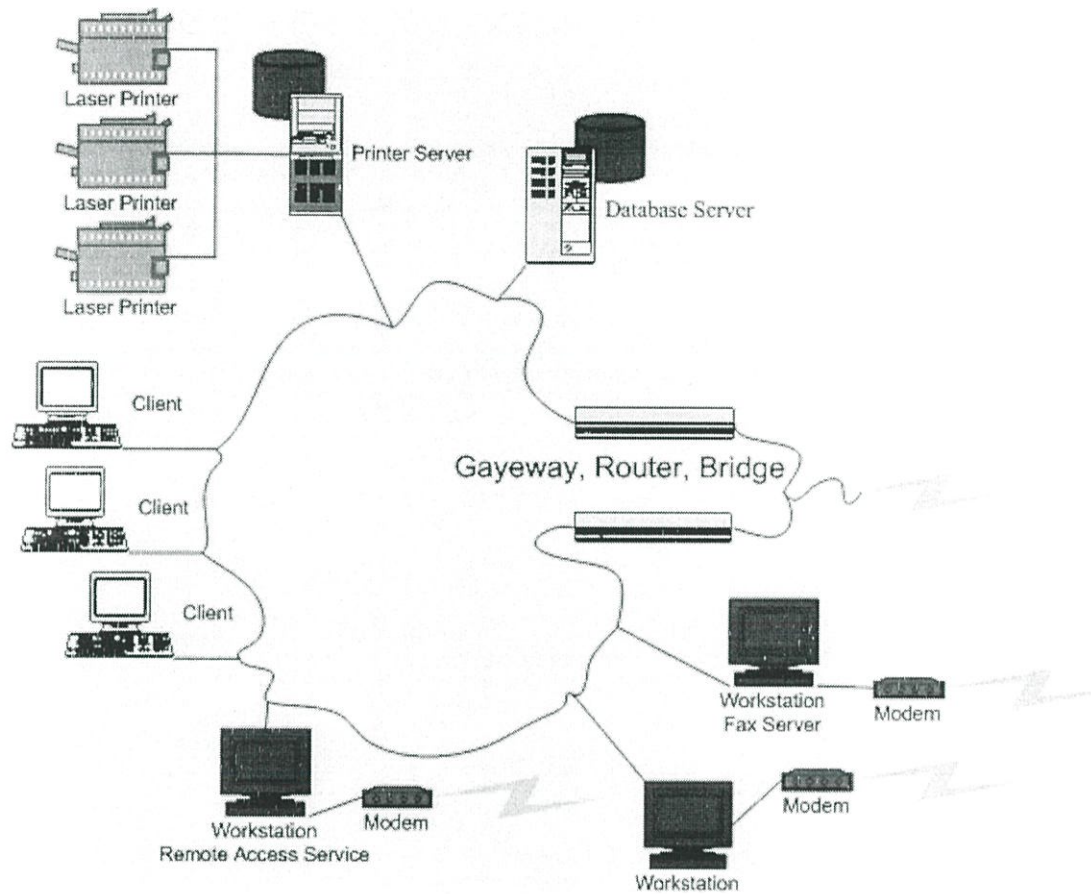
2. แลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ตัวอย่างเช่น ในระบบสำนักงานอัตโนมัติ งานด้านการตลาด งานด้านธุรการ ด้านการเงิน อาจใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับงานของตัวเอง แต่ก็มีความจำเป็นในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เหล่านี้ด้วยกัน เพื่อส่งผ่านและแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งทำให้การควบคุมจัดการระบบ ตลอดจนการตัดสินใจ สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น ปัจจุบันนี้มีการใช้แลนในงาน Workflow ซึ่งเป็นงานที่มีการส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ระหว่าง

หน่วยงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น ในบริษัทประกันภัยนั้นการขอเคลมประกันอาจเริ่มด้วยหน่วยงานที่รับการขอเคลมประกันจากลูกค้า แล้วส่งผ่านเอกสารให้แก่หน่วยงานที่พิจารณาการจ่ายเงินประกัน เมื่อพิจารณาเสร็จแล้วก็ส่งผ่านเอกสารและข้อมูลต่อไปให้แก่หน่วยงานที่จ่ายเงินประกัน

3. การทำงานของระบบมีความเชื่อถือมากขึ้น เช่น เมื่อมีคอมพิวเตอร์เครื่องใดใช้งานไม่ได้ อาจจะใช้เครื่องอื่นแทน หรือข้อมูลชุดใดเกิดใช้งานไม่ได้ก็อาจใช้ข้อมูลชุดอื่นที่เก็บสำรองไว้ในเครื่องอื่นแทนได้ ทำให้การทำงานของระบบมีความต่อเนื่อง ซึ่งจำเป็นมากสำหรับระบบงานที่ต้องทำงานแบบเรียลไทม์

4. ประหยัดเงิน โดยสามารถซื้อคอมพิวเตอร์ทั้งเครื่องเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์ให้เหมาะสมกับชนิดและปริมาณของงาน หากปริมาณงานเพิ่มมากขึ้นอาจเพิ่มคอมพิวเตอร์ให้เพียงพอได้โดยง่าย รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการใช้งานของแลนซึ่งจะเห็นว่าเป็นลักษณะของไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ โดยที่เซิร์ฟเวอร์จะรอขอรับบริการ (request) จากเครื่องไคลเอนต์ ซึ่งการบริการอาจจะเป็นการบริการคำนวณพิมพ์ การบริการฐานข้อมูล การบริการติดต่อกับเครือข่ายภายนอก ตลอดจนการบริการประมวลผลข้อมูล เป็นต้น

ในการทำงานของแลนนั้น แลนส่วนใหญ่จะเป็นเครือข่ายแบบแพร่กระจายข้อมูลลงในช่องสื่อสาร และอาจจะมีคอมพิวเตอร์หลายตัวต้องการส่งข้อมูลลงไปพร้อมกัน จึงมักเรียกช่องสื่อสารแบบแพร่กระจายข้อมูลนี้ว่า Multi-Access Channels หรือ Random Access Channels ในการส่งข้อมูลลงในช่องสื่อสารนี้ต้องมีกฎเกณฑ์ในการควบคุมการส่งข้อมูลเพื่อไม่ให้ข้อมูลชนกัน สำหรับ โพรโตคอลที่ควบคุมการส่งข้อมูลเพื่อไม่ให้ข้อมูลชนกัน สำหรับ โพรโตคอลที่ควบคุมการส่งข้อมูลในช่องสื่อสารแบบแพร่กระจายข้อมูลนี้ถูกรวบรวมเป็นระดับชั้นย่อยในระดับชั้นค่าด้าลิงก์ เรียกว่า MAC (Medium Access Control) ซึ่งระดับชั้นย่อย MAC นี้จะอธิบายถึงการทำงานของแลนส่วนใหญ่ตลอดจนเครือข่ายที่ส่งข้อมูลแบบแพร่กระจายอื่น ๆ เช่น เครือข่ายดาวเทียม และเครือข่ายวิทยุ เป็นต้น ดังนั้นในบทนี้ส่วนใหญ่จะอธิบายถึงการส่งข้อมูลในระดับชั้นย่อย MAC นั้นเอง



รูปที่ 2.1 รูปแบบการใช้งานแลน

### 2.2.2 แลนตามมาตรฐาน IEEE 802

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ซึ่งเป็นองค์กรที่ได้สร้างมาตรฐานสากลมากมายทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ได้กำหนดมาตรฐาน IEEE 802 สำหรับแลน ซึ่งมาตรฐานนี้จะอธิบายถึงแลนทั้งแบบ CSMA/CD แบบโทเคนบัส และแบบโทเคนริง ซึ่งเป็นแลนที่ถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลาย แลนทั้งสามแบบนี้จะแตกต่างกันในระดับชั้นฟิสิคัล และระดับชั้นย่อย MAC แต่เนื้อหาในระดับชั้นบนของดาต้าลิงก์จะเหมือนกัน ซึ่งทำให้การควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างปลายทางทั้งสอง ตลอดจนการอินเทอร์เฟสกับระดับชั้นเน็ตเวิร์ก อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

มาตรฐาน IEEE 802 แบ่งเป็นหลายส่วน สำหรับมาตรฐาน IEEE 802.1 อธิบายถึงเนื้อหาโดยทั่วไปของมาตรฐานต่างๆ ใน IEEE 802 นี้ ตลอดจนกำหนดคพริมีตีฟต่างๆ ที่ใช้ในอินเทอร์เฟส มาตรฐาน IEEE 802.2 อธิบายถึงส่วนระดับชั้นบนของดาต้าลิงก์ซึ่งใช้โปรโตคอล LLC (Logical Link Control) ในการควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง และสำหรับมาตรฐาน IEEE 802.3 ถึง 802.5 อธิบายถึงมาตรฐานของแลน CSMA/CD โทเคนบัส และโทเคนริง ซึ่งแต่ละ

มาตรฐานเหล่านี้จะครอบคลุมเนื้อหาของระดับชั้นฟิสิกส์และระดับชั้นย่อย MAC และต่อไปจะอธิบายถึงมาตรฐาน 802.3 ถึง 802.5 ซึ่งใช้ในการส่งข้อมูลของแลนส่วนใหญ่

### 1. แลนแบบ IEEE 802.3 และอีเทอร์เน็ต

แลนแบบนี้ส่งข้อมูลโดยใช้หลักการคล้ายการสนทนาของบุคคลหลายคน หากใครต้องการพูดสามารถพูดออกมาได้ในจังหวะที่การสนทนาเงียบ แต่ก็อาจเป็นไปได้ที่บุคคล 2 คนจะพูดออกมาพร้อมกัน ทำให้เกิดการชนกัน เมื่อเป็นเช่นนั้นทั้งสองคนจะหยุดพูดทันที แล้วรอจังหวะที่จะพูดใหม่อีกหน ซึ่งหากใครพูดก่อนก็สามารถพูดได้ และบุคคลอื่นจะฟังอย่างเดียว วิธีการรับส่งข้อมูลของแลน IEEE 802.3 ซึ่งเป็นแบบ CSMA/CD ก็ทำนองเดียวกัน คือ สถานีใดที่ต้องการส่งข้อมูลลงไปในสาย จะตรวจสอบคุณสมบัติในสาย หากสายว่างจะส่งข้อมูลลงในสายทันที แต่หากสถานีตั้งแต่ 2 สถานีขึ้นไปส่งข้อมูลลงไปในสายพร้อมกัน สัญญาณข้อมูลจะเกิดการชนกันขึ้น ทุกๆ สถานีจะหยุดการส่งข้อมูลแล้วรอเวลา ซึ่งช่วงเวลาของการรอแต่ละครั้งไม่แน่นอน (Random Time) หลังจากหมดเวลารอแล้วก็จะทำการตรวจสอบคุณสมบัติในสายเพื่อส่งข้อมูลลงไปใหม่อีก

มาตรฐาน IEEE 802.3 เริ่มมาจากบริษัท Xerox ได้สร้างระบบเครือข่ายเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ 100 สถานีภายในบริษัท โดยมีความยาวของเครือข่ายได้ถึง 1 กิโลเมตร และอัตราส่งข้อมูลได้ถึง 2.94 Mbps ระบบนี้เรียกว่า อีเทอร์เน็ต (Ethernet) ต่อมาบริษัท Xerox, DEC และ Intel ได้ร่วมกันพัฒนามาตรฐานอีเทอร์เน็ตซึ่งมีอัตราส่ง 10 Mbps ซึ่งมาตรฐานนี้เป็นพื้นฐานของ IEEE 802.3

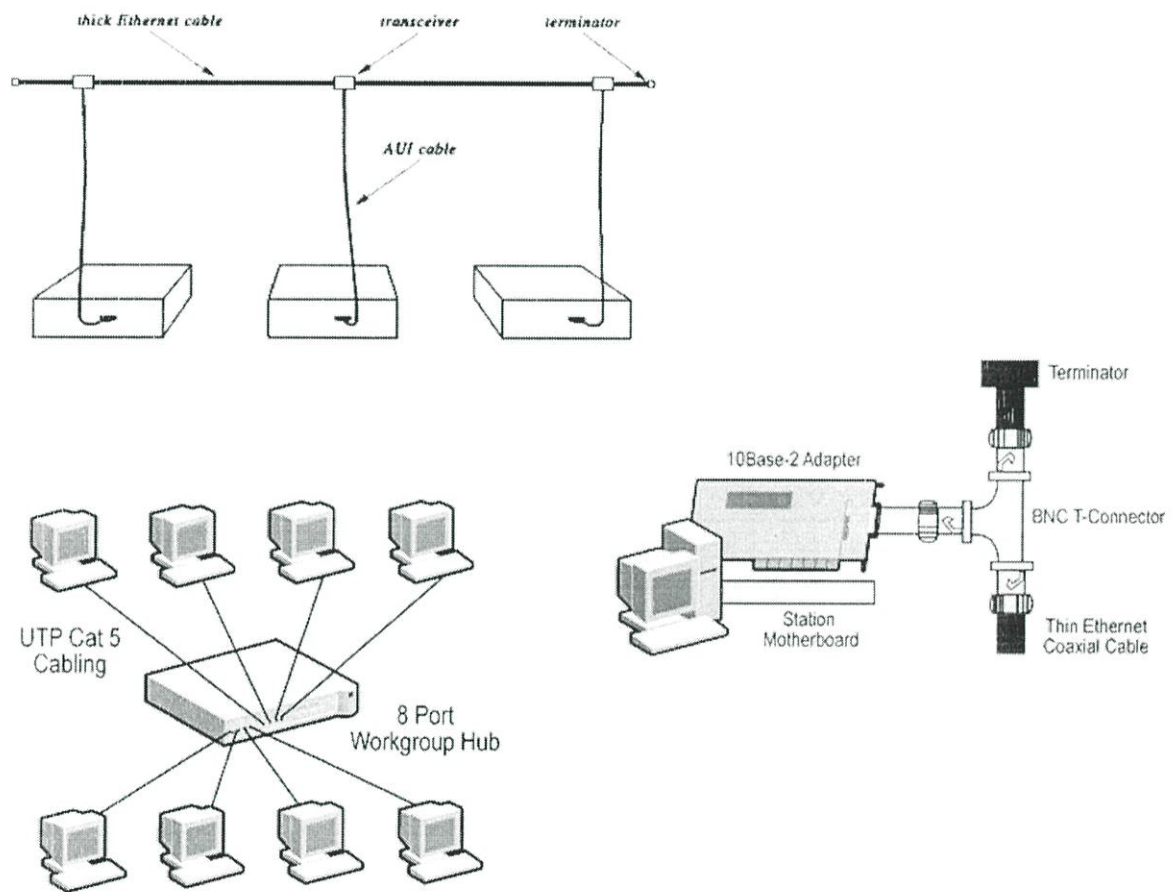
สำหรับมาตรฐาน IEEE 802.3 จะอธิบายถึงแลนทั้งหมดที่ใช้หลักการของ CSMA/CD ที่มีอัตราส่งตั้งแต่ 1 ถึง 10 Mbps และใช้สายส่งชนิดต่างๆ นอกจากนั้นมาตรฐาน IEEE 802.3 และอีเทอร์เน็ต

#### 1.1 สายเคเบิลสำหรับแลน 802.3

ตารางที่ 2.2 ชนิดต่างๆ ที่ใช้กันทั่วไปของแลน 802.3

ชนิด	สายเคเบิล	ความยาวสูงสุดของ เซกเมนต์	จำนวนโหนด ต่อเซกเมนต์	ข้อดี
10Base5	สายโคแอกเชียล แบบหนา	500 เมตร	100	ใช้เป็นเครือข่ายกระดูก สันหลังภายในตึก
10Base2	สายโคแอกเชียล แบบบาง	200 เมตร	30	ระบบที่ถูกที่สุด
10Base-T	สายคู่ตีเกลียว	100 เมตร	1,024	ง่ายต่อการดูแลรักษา
10Base-F	เส้นใยแก้วนำแสง	2,000 เมตร	1,024	ใช้เชื่อมโยงระหว่างตึก

ตารางที่ 2.1 แสดงถึงชนิดต่างๆ ของแลน 802.3 มาตรฐาน 10Base5 ถูกเรียกทั่วไปว่า thick Ethernet สายของ 10Base5 เป็นสายโคแอกเชียลซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสายสี่เหลี่อ และมีเครื่องหมายทุกๆ 2.5 เมตร แสดงจุดที่จะเจาะเพื่อเกาะทรานซีฟเวอร์ (Transceiver) หรือตัวรับส่งสัญญาณของแลนการ์ดเข้าไป รูปที่ 2.2 แสดงถึงรูปแบบของมาตรฐาน 10Base5 ความหมายของ 10Base5 ก็คืออัตราการส่งข้อมูล 10 Mbps ใช้สัญญาณไฟฟ้าแบบเบสแบนด์ (Baseband โดยทั่วไปหมายถึงการส่งสัญญาณไฟฟ้าดิจิทัล) และความยาวของแต่ละเซกเมนต์ (Segment) ได้ถึง 500 เมตร



รูปที่ 2.2 ชนิดต่างๆ ของสายเคเบิลสำหรับแลนแบบ 802.3

มาตรฐาน 10Base2 หรือ Thin Ethernet ใช้สายโคแอกเชียลชนิดอ่อนติดตั้งง่ายเป็นสื่อส่งข้อมูล การเชื่อมต่อเข้าสู่สายเคเบิลนี้ใช้หัวต่อ (Connector) แบบ BNC ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัว T ดังแสดงในรูปที่ 2.2 มาตรฐาน 10Base2 นี้จะถูกลงและติดตั้งได้ง่ายกว่าแบบ 10Base5 แต่ความยาวของเซกเมนต์ได้แค่ 200 เมตรเท่านั้น และในเซกเมนต์หนึ่งๆ ต่อสถานีเข้าได้แค่ 30 สถานี

มาตรฐานทั้งสองข้างต้นมีปัญหาที่สำคัญ คือ หากสายเคเบิลขาดหรือหัวต่อหลวมจะทำให้สัญญาณไฟฟ้าภายในสายสะท้อนอยู่ในสาย ทำให้การทำงานของระบบเสียหาย ด้วยปัญหานี้ทำให้มีการคิดค้นมาตรฐานแบบใหม่ที่เรียกว่า 10BaseT แบบนี้สายจากทุกสถานีจะต่อเข้าสู่อุปกรณ์ที่เรียกว่า ฮับ (Hub) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 สายเหล่านี้เป็นสายคู่ตีเกลียวที่ไม่ถูกใช้เหลืออยู่ จึงอาจใช้สายคู่ตีเกลียวเหล่านี้เป็นสายเชื่อมโยงจากอินเทอร์เน็ตเฟสบอร์ดของสถานีไปยังฮับได้

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่ามาตรฐาน 10Base5 นั้น ทรานซีฟเวอร์หรือตัวส่งสัญญาณจะมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถตรวจสอบสัญญาณได้ว่าว่างหรือไม่ และตรวจสอบการชนกันของสัญญาณในสาย หากตรวจสอบพบว่าการชนกันของสัญญาณในสาย ตัวรับส่งสัญญาณจะส่งสัญญาณพิเศษลงไปสาย เพื่อให้ตัวรับส่งสัญญาณตัวอื่นรู้ด้วยว่ามีการชนกันของสัญญาณแล้ว ตัวรับส่งสัญญาณบางชนิดยอมให้คอมพิวเตอร์เกาะได้ถึง 8 ตัว ทำให้ลดจำนวนของตัวรับส่งสัญญาณในแลนได้ นอกจากนั้นสายของตัวรับส่งสัญญาณซึ่งยาวได้ถึง 50 เมตร จะเป็นตัวนำสัญญาณข้อมูลตลอดจนสัญญาณควบคุมส่งไปมาระหว่างตัวรับส่งสัญญาณกับอินเทอร์เน็ตเฟสบอร์ด สำหรับอินเทอร์เน็ตเฟสบอร์ดจะมีชิปควบคุม ซึ่งจะรวบรวมข้อมูลให้อยู่รูปแบบที่ถูกต้องของเฟรมพร้อมกับคำนวณผลรวมตรวจสอบแล้วส่งออกไป ในทางกลับกันในการรับข้อมูล ชิปควบคุมจะตรวจสอบหาขอบเขตของเฟรมและคำนวณผลรวมตรวจสอบ เพื่อตรวจความถูกต้องของข้อมูล อินเทอร์เน็ตเฟสบอร์ดบางชนิดจะมีบัฟเฟอร์สำหรับเฟรมข้อมูลเข้าและออก อีกทั้งอาจจะมี DMA (Direct Memory Access) ในการรับและส่งข้อมูลโดยตรงกับหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ จึงทำให้การรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ทำได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับ 10Base2 นั้น ตัวรับส่งสัญญาณอยู่บนอินเทอร์เน็ตเฟสบอร์ดและแต่ละสถานีจะมีตัวรับส่งสัญญาณของตัวเอง ซึ่งแตกต่างกับ 10Base5 ที่อาจใช้ตัวรับส่งสัญญาณร่วมกันระหว่างหลายสถานี ส่วน 10BaseT นั้นเนื่องจากเป็นรูปแบบของฮับจึงทำให้การลดหรือเพิ่มสถานีในขณะที่ระบบทำงานอยู่ทำได้ง่ายดาย และหากสายขาดก็สามารถตรวจหาได้ง่าย ข้อเสียสำหรับ 10BaseT คือ ความยาวของสายถึงฮับได้แค่ 100 เมตร แต่หากใช้สายคู่ตีเกลียวแบบ Category 5 สาย อาจยาวได้ถึง 150 เมตร นอกจากนั้นฮับขนาดใหญ่ยังมีราคาแพง แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันแลนแบบ 802.3 มักเป็นแบบ 10BaseT เนื่องจากการดูแลรักษาระบบทำได้ง่าย

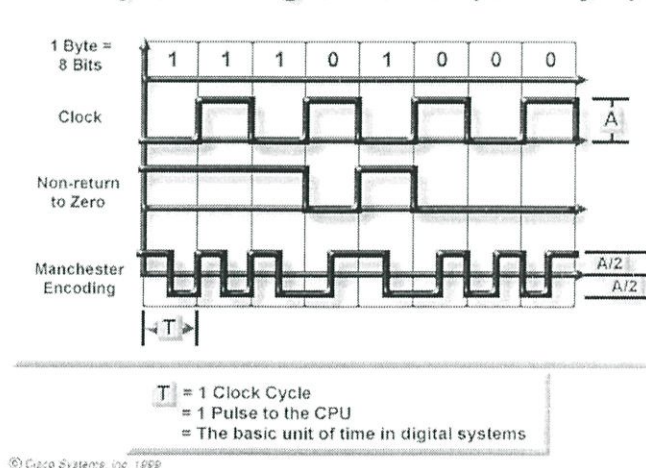
มาตรฐาน 10BaseF ใช้เส้นใยแก้วนำแสงจึงทำให้ราคาค่อนข้างแพง โดยเฉพาะหัวต่อและตัวหยุดสัญญาณ (Terminator ; ตัวหยุดสัญญาณจะติดที่ปลายสายเคเบิลเพื่อเป็นบ่อ (Sink) ดูสัญญาณ ไม่ให้สัญญาณที่ผ่านสายไปกระทบอากาศแล้วสะท้อนกลับไปรบกวนสัญญาณข้อมูลที่ส่งต่อมา) แต่อย่างไรก็ตาม 10BaseF จะทนทานต่อคลื่นรบกวนได้ดี และมักจะถูกเลือกใช้เป็นแบ็กโบนเชื่อมระหว่างตึกหรือระหว่างฮับที่อยู่ห่างกัน

แลน 802.3 แต่ละชนิดมีข้อจำกัดของความยาวของสายเคเบิลสำหรับแต่ละเซกเมนต์ ในกรณีที่ต้องการจะต่อแลนกว้างไกลออกไปอีก อาจทำได้โดยการต่อสายเคเบิลเข้าด้วยกัน โดยใช้รีพีตเตอร์หรือตัวทวนสัญญาณ ซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณ ซึ่งอาจจะเพิ่มหรือมีขนาดเล็กลงเนื่องจากระยะไกล แล้วนำสัญญาณนี้ไปสร้างให้เหมือนตอนแรกขึ้นใหม่และส่งต่อออกไปในระบบหนึ่งอาจใช้ตัวทวนสัญญาณเชื่อมโยงสายเคเบิลหลายเซกเมนต์เข้าด้วยกัน แต่มีข้อจำกัดของการใช้ตัวทวนสัญญาณคือ แลนในวงหนึ่ง ตัวรับส่งสัญญาณ 2 ตัวใดต้องห่างกันได้ไม่เกิน 2.5 กิโลเมตร อีกทั้งส่งข้อมูลผ่านตัวทวนสัญญาณไม่เกิน 4 ตัว (ยกเว้นการใช้บริดจ์หรือเราเตอร์เชื่อมโยงแลนหลายวงเข้าด้วยกัน)

### 1.2 การเข้ารหัสสัญญาณไฟฟ้าของแลน 802.3

เพื่อให้ฝั่งรับสามารถรับข้อมูล 1 หรือ 0 ได้ถูกต้องโดยไม่ต้องใช้สัญญาณจังหวะนาฬิกาจากภายนอกเข้ามาช่วย แลนแบบ 802.3 ใช้วิธีการเข้ารหัสสัญญาณข้อมูลแบบแมนเชสเตอร์ (Manchester Encoding) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 วิธีนี้ช่วงเวลาของแต่ละบิตถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเท่าๆ กัน ในการแทนค่า 1 นั้น ระดับไฟฟ้าของสัญญาณจะมีค่าสูงในช่วงแรก และมีค่าต่ำในช่วงที่สอง และในการแทนค่า 0 นั้น ช่วงแรกระดับไฟฟ้าของสัญญาณมีค่าต่ำและช่วงหลังมีค่าสูง สำหรับระดับไฟฟ้าสูงมีค่า 0.85 โวลต์ และระดับไฟฟ้าต่ำมีค่า -0.85 โวลต์ ด้วยวิธีการเช่นนี้ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับไฟฟ้าที่ตรงกลางของแต่ละบิต ซึ่งทำให้ฝั่งรับสามารถทำงานสอดคล้องกับฝั่งส่งได้โดยง่าย นอกจากนั้นการเข้ารหัสแบบดิฟเฟอเรนเชียลแมนเชสเตอร์ (Differential Manchester Encoding) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนเฟสของสัญญาณทุกครั้งเมื่อบิตข้อมูลมีค่า 0 จะทำให้สัญญาณข้อมูลทนต่อคลื่นรบกวนมากกว่า แต่แบบนี้ต้องใช้อุปกรณ์เข้ารหัสที่สลับซับซ้อนกว่า

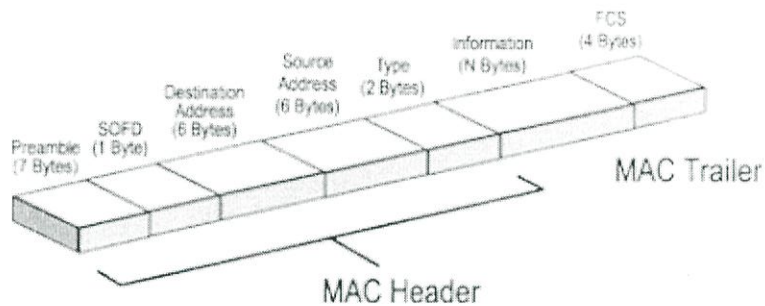
### Binary Encoding Schemes (One Byte)



รูปที่ 2.3 การเข้ารหัสสัญญาณไฟฟ้าของแลน 802.3

1.3 โพรโทคอลในระดับชั้นย่อย MAC ของแลน 802.3

รูปที่ 2.4 แสดงถึงโครงสร้างของเฟรมของแลน 802.3 จะเห็นว่าเฟรมมีส่วนเริ่มต้นของเฟรมจำนวน 7 ไบต์ ซึ่งแต่ละไบต์ประกอบด้วยบิต 10101010 เพื่อให้สัญญาณนาฬิกาของฝั่งรับสอดคล้องกับฝั่งส่งข้อมูล กล่าวคือ ฝั่งรับจะสามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาเพื่อรับข้อมูลจากรูปแบบ 10101010...101010 ของไบต์เริ่มต้นของเฟรมได้ ต่อจากนั้นเป็น ไบต์เริ่มต้นเฟรมต่อจากบิต 10101011 บ่งบอกจุดเริ่มต้นเฟรม สำหรับแอดเดรสทั้งของต้นทางและปลายทาง ประกอบด้วย 2 ไบต์ ถึง 6 ไบต์ มาตรฐานของการส่งข้อมูล 10 Mbps กำหนดให้ใช้ 6 ไบต์ สำหรับแอดเดรส นอกจากนี้บิตสูงสุดของแอดเดรสปลายทางจะมีค่าเป็น 0 เพื่อบ่งบอกว่าเป็นแอดเดรสของสถานีใดสถานีหนึ่ง และจะมีค่าเป็น 1 เพื่อระบุแอดเดรสเฉพาะกลุ่ม การส่งข้อมูลให้กลุ่มของหลายสถานีพร้อมกันเรียกว่า มัลติคาสต์ (Multicast) และในกรณีที่แอดเดรสปลายทางมีค่าเป็น 1 ทั้งหมด จะหมายถึงการส่งข้อมูลให้ทุกสถานีภายในเครือข่ายนั้นๆ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของเฟรมแบบ 802.3

สำหรับฟิลด์ความยาวของข้อมูลบอกถึงจำนวน ไบต์ในฟิลด์ข้อมูลซึ่งมีได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1500 ไบต์ และฟิลด์แพด (Pad) ใช้ในกรณีที่ข้อมูลมีจำนวนน้อยกว่า 46 ไบต์ กล่าวคือแลน 802.3 กำหนดไว้ว่าเฟรมที่ถูกต้องมีความยาวตั้งแต่ฟิลด์แอดเดรสปลายทางจนถึงผลรวมตรวจสอบไม่ต่ำกว่า 64 ไบต์ ดังนั้นหากข้อมูลมีจำนวนน้อยกว่า 46 ไบต์ จะมีการเติมไบต์ในฟิลด์แพคจนเท่ากับความยาวต่ำสุดของเฟรม เช่น หาข้อมูลมีความยาว 20 ไบต์ แล้วฟิลด์แพคจะมีจำนวน 26 ไบต์ สาเหตุที่กำหนดเช่นนี้ก็เพื่อไม่ให้เฟรมสั้นเกินไป เนื่องจากเมื่อตัวรับส่งสัญญาณตรวจสอบว่ามีการชนกันแล้ว มันจะตัดเฟรมที่กำลังส่ง ซึ่งทำให้เฟรมที่ถูกตัดนี้อยู่ในสายเคเบิลชั่วคราวหนึ่ง ดังนั้นเพื่อแยกระหว่างเฟรมที่เสียหายกับเฟรมที่ความยาวของเฟรมที่ตัดต้องไม่ต่ำกว่า 64 ไบต์ อีกสาเหตุหนึ่งที่เฟรมต้องยาวไม่ต่ำกว่า 64 ไบต์ ก็เพื่อไม่ให้สถานีส่งๆ เฟรมข้อมูลจบก่อนที่บิตแรกของเฟรมจะไปถึงปลายสายเคเบิล ซึ่งการทำเช่นนี้ทำให้สถานีส่งรู้ว่าผลการชนกันในสายก่อนที่ส่งเฟรมจบ ทำให้มันตัดเฟรมได้ หรือในทางกลับกันรู้ว่าเฟรมข้อมูลถึงปลายสายโดยไม่เกิดการชนกันโดยทั่วไปแล้วด้วยอัตราส่ง 10 Mbps และความยาวสูงสุดของแลน 2,500 เมตร และผ่านรีพีตเตอร์

ไม่เกิน 4 ตัวแล้ว เวลาการเดินทางจากสถานีปลายทางอีกด้านหนึ่งแล้วกลับมายังสถานีอีกครั้ง จะใช้เวลา 51.2 ไมโครวินาที ซึ่งก็คือเวลาในการส่ง 64 ไบต์นั่นเอง (กล่าวคือ หากมีการชนกันของข้อมูลที่ปลายทางอีกด้านหนึ่งของแลนแล้วสัญญาณที่บ่งบอกว่ามีการชนกัน จะถูกแพร่กลับมาภายในเวลาประมาณ 25.6 ไมโครวินาที) สำหรับฟิลด์ผลรวมตรวจสอบใช้ 32 บิต และใช้เทคนิคของ CRC (Cyclic Redundancy Check)

#### 1.4 อัลกอริทึมในการแก้ไขการชนกันของข้อมูล

เมื่อเกิดการชนกันของสัญญาณข้อมูลแล้ว เวลาจะถูกแบ่งออกเป็นช่องๆ (Discrete slots) แต่ละช่องมีช่วงเวลา 51.2 ไมโครวินาที (นั่นคือ เวลาสถานีที่ส่งข้อมูลรู้ว่าเกิดการชนกันของข้อมูลหรือไม่ สำหรับความยาวของแลน 2,500 เมตร อัตราส่ง 10 Mbps)

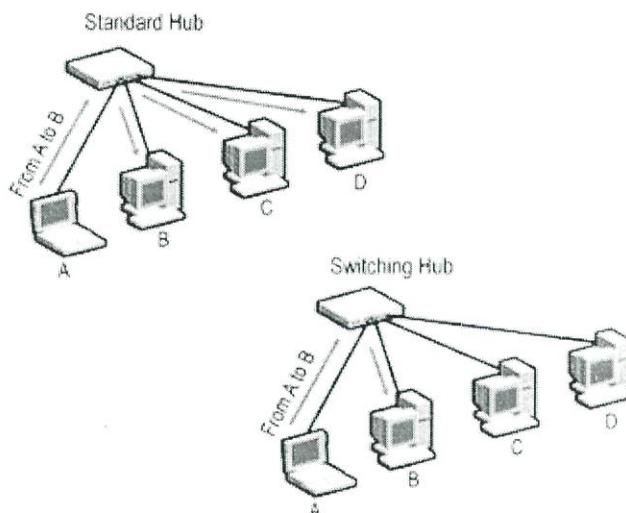
หลังจากการชนกันครั้งแรก แต่ละสถานีจะสร้างตัวเลขสุ่มที่มีค่า 0 หรือ 1 (นั่นคือ เลขสุ่ม  $2^1$  ค่า) สถานีที่ได้ค่า 0 จะส่งข้อมูลออกมาในช่วงเวลา 0 และสถานีที่ได้ค่า 1 จะส่งข้อมูลในช่วงเวลาที่ 1 หาก 2 สถานีได้ค่าเลขสุ่มเดียวกันและส่งข้อมูลภายในช่วงเวลาเดียวกันจะเกิดการชนกันอีกครั้ง หลังจากการชนกันครั้งที่ 2 แต่ละสถานีจะสร้างตัวเลขสุ่มที่มีค่า 0, 1, 2 หรือ 3 (นั่นคือเลขสุ่ม  $2^2$  ค่า) แล้วส่งข้อมูลภายในช่วงเวลาของตนเอง หากชนกันอีกครั้งก็จะสร้างเลขสุ่มจำนวน  $2^i$  ค่า กล่าวคือ หลังจากการชนกัน  $i$  ครั้ง แต่ละสถานีจะมีการสร้างเลขสุ่มตั้งแต่ค่า 0 ถึง  $2^i - 1$  และสถานีก็จะส่งข้อมูลภายในช่วงเวลาของตน แต่หลังจากการชนกัน 10 ครั้งแล้ว ค่าสุ่มจะถูกกำหนดไว้แค่ 0 ถึง 1,023 เท่านั้น และหากมีการชนกันถึง 16 ครั้ง อินเทอร์เน็ตเฟสบอร์ดก็จะส่งรายงานความผิดปกตินี้ให้คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะแก้ไขในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป

อัลกอริทึมในการแก้ไขการชนกันของข้อมูลนี้เรียกว่า Binary Exponential Backoff ซึ่งจะเห็นว่าอัลกอริทึมนี้ทำให้โอกาสในการที่จะชนกันของข้อมูลมีน้อยลง เมื่อจำนวนครั้งของการชนกันมาแล้วของข้อมูลมีมาก

## 2. สวิตช์สำหรับแลน 802.3

ปัญหาอย่างหนึ่งสำหรับแลนแบบ 802.3 ก็คือ เมื่อสถานีในแลนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกิดการชนกันของข้อมูลมากขึ้นและประสิทธิภาพแลนจะตกลง วิธีแก้อย่างหนึ่งก็คือ เพิ่มอัตราส่งจาก 10 Mbps เป็น 100 Mbps แต่วิธีนี้ทำให้ต้องเปลี่ยนอินเทอร์เน็ตเฟสบอร์ดใหม่ซึ่งค่าใช้จ่ายจะสูงมาก

ทางแก้อีกแบบหนึ่งก็คือ ใช้สวิตช์สำหรับแลนแบบ 802.3 ดังแสดงในรูปที่ 12.6 สวิตช์นี้จะประกอบด้วยการ์ดเสียบ (Plug-in Cards) 4 ถึง 32 แผ่น แต่ละแผ่นจะมีหัวต่อตั้งแต่ 1 ถึง 8 ตัว และแต่ละหัวต่อจะสามารถต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ซึ่งส่งข้อมูลแบบ 10BaseT การ์ดเสียบเหล่านี้ถูกเชื่อมโยงส่งข้อมูลผ่านแบ็กเพลน (Back Plane) ที่มีอัตราส่งสูงกว่า 1 Gbps



รูปที่ 2.5 รูปแบบของสวิตช์ฮับ

เมื่อสถานีส่งเฟรมข้อมูลเข้ามายังสวิตช์ การ์ดเสียบจะตรวจสอบว่าเฟรมข้อมูลนั้นต้องการส่งให้สถานีที่เชื่อมโยงเข้ากับการ์ดเดียวกันหรือไม่ หากใช่ เฟรมข้อมูลก็จะถูกสำเนาส่งไปยังสถานีนั้น แต่หากไม่ใช่ เฟรมนั้นก็จะถูกส่งผ่านแบ็กเพลนไปยังการ์ดปลายทางเพื่อส่งให้แก่สถานีปลายทางต่อไป ในกรณีที่สองสถานีบนการ์ดเดียวกันส่งข้อมูลพร้อมกันนั้นมีวิธีการแก้ไข 2 รูปแบบ รูปแบบแรกนั้นหัวต่อของการ์ดเดียวกันจะถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นลักษณะของแลนแบบ 802.3 วงหนึ่ง ซึ่งมีการควบคุมการส่งข้อมูลของสถานีบนการ์ดนั้นเป็นแบบ โปน โดคอล CSMA/CD ดังนั้นบนการ์ดหนึ่งจะมีสถานีส่งข้อมูลได้สถานีเดียวในขณะใดขณะหนึ่ง แต่การส่งข้อมูลภายในการ์ดหนึ่งจะอิสระกับการ์ดอื่นๆ แบบนี้แต่ละการ์ดจะสร้างขอบเขตของการชนกันของข้อมูล (Collision Domain) ของตนเองซึ่งเป็นอิสระกับการ์ดอื่น

สำหรับรูปแบบที่สองนั้น แต่ละพอร์ตข้อมูลเข้าของการ์ดจะมีบัฟเฟอร์รับและส่งข้อมูล ซึ่งเฟรมข้อมูลที่เข้ามาจะถูกเก็บไว้ในบัฟเฟอร์นี้ ด้วยวิธีนี้ทุกพอร์ตของการ์ดจะสามารถรับข้อมูลเข้ามาและส่งออกไปพร้อมกัน ทำให้การทำงานเป็นแบบฟลูอิดเพล็กซ์ สวิตช์ฮับแบบนี้เมื่อมีเฟรมข้อมูลเข้ามาแล้ว การ์ดจะตรวจสอบว่าเฟรมนี้ต้องการส่งให้พอร์ตอื่นในการ์ดเดียวกันหรือไม่ หากใช่ก็จะส่งเฟรมข้อมูลไปยังพอร์ตปลายทางโดยตรง ซึ่งข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในคอนละบัฟเฟอร์กับข้อมูลที่พอร์ตรับมาจากสถานีพอร์ตนั้น แต่หากไม่ใช่ก็จะส่งข้อมูลผ่านแบ็กเพลนไปยังการ์ดปลายทาง แบบนี้เนื่องจากแต่ละพอร์ตมีบัฟเฟอร์ ดังนั้นจึงไม่มีการชนกันของเฟรมข้อมูลหลายสถานีบนการ์ดเดียวกันส่งข้อมูลพร้อมกัน

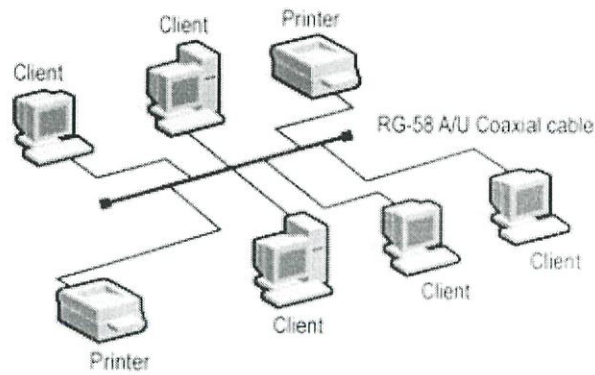
นอกจากการใช้สวิตช์ฮับที่แต่ละสถานีต่อเข้ากับพอร์ตแล้ว รูปที่ 12.6 ยังได้แสดงถึงการใช้พอร์ตหนึ่งเชื่อมโยงเข้ากับสวิตช์ธรรมดา 12 พอร์ต เมื่อสถานีหลายสถานีส่งข้อมูลเข้าสู่ฮับนี้ การควบคุมการชนกันของข้อมูลก็เป็นแบบ CSMA/CD และเฟรมข้อมูลนั้นจะถูกส่งด้วยวิธีการของ

สวิตช์ฮับดังอธิบายข้างต้น ด้วยการต่อแบบนี้ หากพอร์ตทุกตัวของการ์ดแทนที่จะต่อกับคอมพิวเตอร์กลับต่อเข้ากับฮับแบบธรรมดาซึ่งเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์หลายๆ ตัวแล้ว สวิตช์ฮับก็จะทำหน้าที่เหมือนกับบริดจ์เชื่อมโยงแลนหลายวงเข้าด้วยกัน

### 3. แลนแบบ IEEE 802.4

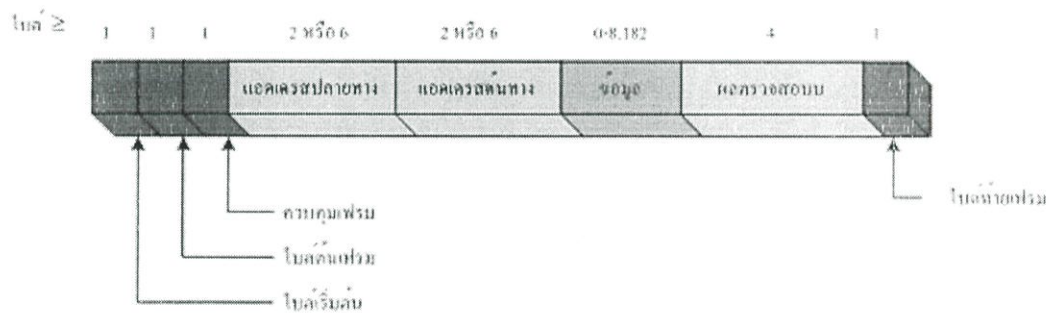
เมื่อมีการคิดค้นแลนแบบ 802.3 ก็มีการใช้แลนแบบนี้มากในสำนักงาน แต่สำหรับโรงงานอัตโนมัติ (Factory Automation) เช่น เจนเนอรัลมอเตอร์ ไม่อาจใช้แลนแบบนี้ได้ เนื่องจากแลนแบบ 802.3 ไม่อาจรับประกันได้ว่าในขณะเวลาที่ต้องการส่งข้อมูลนั้น สถานีจะสามารถรับส่งข้อมูลได้หรือไม่ เช่น ในการประกอบรถยนต์ เมื่อรถยนต์มาถึงหุ่นยนต์ประกอบรถยนต์แล้ว หุ่นยนต์ต้องพร้อมที่จะทำงานได้ หรือในการผสมสารเคมีนั้น ต้องใส่สารเคมีต่างๆ ตามเวลาที่กำหนดไว้พอดี ดังนั้นจึงมีการคิดค้นวิธีการส่งข้อมูลลงในสาย ซึ่งแต่ละบอร์ควบคุมจะสามารถรู้ว่เวลานานที่สุดที่บอร์ควบคุมจะต้องรอก่อนส่งข้อมูลได้เป็นเท่าไร

แลนแบบโทเคนบัส ซึ่งถูกกำหนดเป็นมาตรฐาน IEEE 802.4 เป็นวิธีหนึ่งที่แก้ปัญหานี้ รูปที่ 12.7 แสดงหลักการทำงานของโทเคนบัส จากรูปจะเห็นว่าสายเคเบิลซึ่งสถานีส่งต่างๆ ต่อเข้านั้นมักจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงแบบบัสหรือแบบต้นไม้ แต่ในการทำงานจริง สถานีเหล่านั้นจะประกอบเป็นวงแหวนทางตรรกะ (Logical Ring) และสถานีแต่ละตัวจะรู้แอดเดรสของสถานีที่อยู่ทางซ้ายและทางขวาของตัวเอง เมื่อวงแหวนถูกสร้างขึ้นแล้ว สถานีที่มีค่าแอดเดรสสูงสุด (เช่น สถานี 20) จะสามารถส่งเฟรมข้อมูลได้ และเมื่อส่งเฟรมข้อมูลแล้ว สถานีจะส่งสิทธิการส่งข้อมูล (โทเคนหรืออาณัติ) ให้แก่สถานีที่มีแอดเดรสรองลงไป โดยการแพร่ข้อมูลลงไปในสายแต่ระบุแอดเดรสปลายทางเป็นสถานีต่อไป (เช่น สถานี 17) ซึ่งทำให้สถานีที่ได้รับโทเคนสามารถส่งข้อมูลไปในสายได้ แต่หากสถานีนั้นไม่มีข้อมูลจะส่ง ก็จะส่งโทเคนไปให้สถานีที่มีแอดเดรสถัดไปไม่ว่าสถานีนั้นจะอยู่ห่างไกลออกไป (ในที่นี้คือสถานี 13 เนื่องจากตอนนี้สถานี 14 และ 19 ปิดเครื่องจึงไม่อยู่ในวงแหวนนี้) ดังนั้นการทำงานจะมีการส่งโทเคนไปยังสถานีต่างๆ ในทำนองเดียวเท่านั้นจึงจะสามารถส่งข้อมูลได้ และเนื่องจากในขณะหนึ่งมีสถานีที่ถือโทเคนแค่สถานีเดียวเท่านั้น จึงไม่เกิดการชนกันของข้อมูล นอกจากนั้นในภาพจะเห็นว่าสถานี 19 ซึ่งตอนแรกอยู่ในวงแหวนนั้น เมื่อปิดเครื่องแล้วก็จะถูกลบออกจากวงแหวน ดังนั้นจะเห็นว่าสามารถเพิ่มลดสถานีเข้าออกวงแหวนได้



รูปที่ 2.6 แลนแบบโทเคนบัส

รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของเฟรมข้อมูลสำหรับโทเคนบัส ซึ่งจะเห็นว่าแตกต่างจากเฟรมของแลนแบบ 802.3 เฟรมโทเคนบัสจะมีส่วนเริ่มต้นของเฟรมซึ่งใช้ในการทำงานให้สอดคล้องกันระหว่างฝั่งส่งและฝั่งรับเพียง 1 ไบต์ พิลด์เริ่มต้นเฟรมและพิลด์จบเฟรมเป็นตัวบ่งบอกความยาวของเฟรมข้อมูล สำหรับพิลด์ควบคุมเฟรมใช้แยกแยะระหว่างเฟรมข้อมูลและเฟรมควบคุมการส่งข้อมูล เช่น ในกรณีของการส่งโทเคนไปยังสถานีที่มีแอดเดรสตรงลงไปในนั้น ค่าของไบต์นี้จะมีค่า 00001000 เป็นต้น

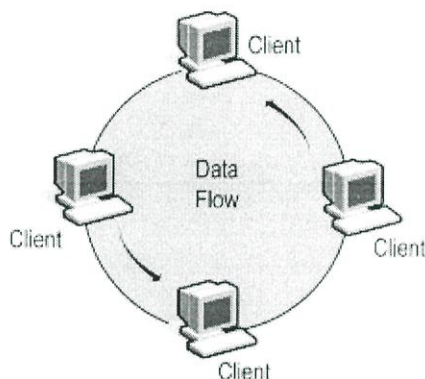


รูปที่ 2.7 โครงสร้างของเฟรมโทเคนบัส

แอดเดรสของสถานีส่งและสถานีรับจะเหมือนกับแลน 802.3 กล่าวคือ ใช้ได้ทั้งแบบ 2 ไบต์ และ 6 ไบต์ นอกจากนั้นการแยกชนิดของแอดเดรสระหว่างการส่งข้อมูลให้แก่สถานีปลายทางสถานีเดียวหรือส่งให้แก่กลุ่มของสถานีก็จะเหมือนกับแลน 802.3 สำหรับพิลด์ข้อมูลมีความยาวได้ถึง 8,182 ไบต์ สำหรับเฟรมที่ใช้แอดเดรสเพียง 2 ไบต์ แต่ข้อมูลอาจยาวได้มากกว่าเฟรมข้อมูลของแลนแบบ 802.3 ถึง 5 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากในแลน 802.3 นั้น ไม่ต้องการให้สถานีใดยึดครองการใช้ช่องสื่อสารนานเกินไปนั่นเอง สำหรับพิลด์ผลรวมตรวจสอบมีความยาว 4 ไบต์ และให้วิธีเดียวกันกับแลน 802.3

#### 4. แลนแบบ IEEE 802.5

รูปที่ 2.8 แสดงถึงวงแหวนของแลนแบบ 802.5 หรือโทเคนริง จากรูปจะเห็นว่า อินเทอร์เน็ตของสถานีในแลนจะเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นลักษณะของวงแหวน ซึ่งต่างกับแลนแบบ 802.3 และ 802.4 ที่ทำงานโดยสัญญาณข้อมูลที่ส่งลงไป สายจะถูกแพร่ไปในสายและถูกเห็นโดยทุกๆ สถานี แต่สำหรับแลน 802.5 นั้นจะเป็นลักษณะที่เมื่อสัญญาณซึ่งวิ่งไปในทิศทางเดียว เมื่อผ่านอินเทอร์เน็ตของสถานีหนึ่งจะถูกสร้างและส่งออกไปใหม่ให้สถานีต่อไป จึงอาจกล่าวได้ว่าแลนแบบ 802.5 มีการส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุดนั่นเอง



รูปที่ 2.8 วงแหวนและการอินเทอร์เน็ตของวงแหวน

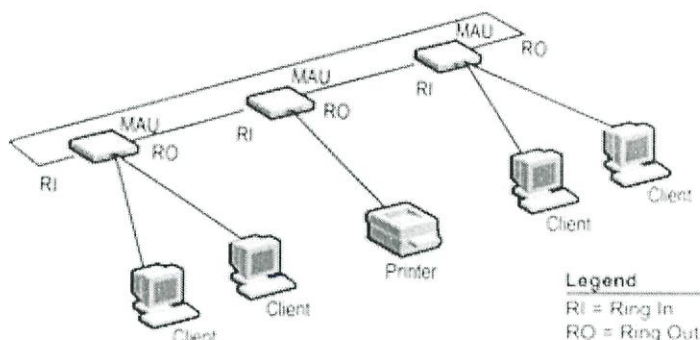
การทำงานของโทเคนริงนั้นปกติจะมีโทเคนถูกส่งวิ่งไปรอบวงแหวน เมื่อสถานีใดต้องการส่งข้อมูลก็จะจับเอาโทเคน ซึ่งผ่านเข้ามาแล้วส่งเฟรมข้อมูลลงไป ในวงแหวน พอหมดข้อมูลแล้ว อินเทอร์เน็ตก็จะสร้างโทเคนขึ้น แล้วส่งไปในวงแหวนเพื่อให้สถานีอื่นสามารถจับโทเคนและส่งข้อมูลได้ และเนื่องจากการไหลของสัญญาณในวงแหวนมีทิศทางเดียว ดังนั้นข้อมูลที่ส่งออกไปเมื่อถึงสถานีปลายทาง ข้อมูลจะถูกตรวจสอบความถูกต้อง แล้วจะตอบกลับไปว่ารับข้อมูลเข้ามาหรือไม่ โดยเปลี่ยนแปลงค่าบางบิตของเฟรมนั้น เมื่อเฟรมกลับมาถึงอินเทอร์เน็ตของผู้ส่ง สัญญาณข้อมูลจะถูกดึงออกมาและตรวจสอบว่าฝั่งรับได้รับข้อมูลเข้าไปหรือไม่

การทำงานของอินเทอร์เน็ตซึ่งแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดการฟัง และโหมดการส่งข้อมูล ในโหมดของการฟังนั้นบอร์คจะสำเนาทุกบิตเข้าไปยังบัฟเฟอร์ 1 บิต แล้วสำเนาบิตออกไปยังวงแหวนอีก ในระหว่างที่บิตอยู่ในบัฟเฟอร์นั้น บิตจะถูกตรวจสอบเพื่อตีความหมายของข้อมูล และบิตอาจจะถูกเปลี่ยนแปลงค่าก่อนที่จะถูกส่งออกมาก็ได้ ดังนั้นในช่วงที่บิตอยู่ในบัฟเฟอร์นี้ทำให้เกิดความหน่วงของสัญญาณข้อมูล 1 บิต ซึ่งจะเกิดสำหรับทุกๆ อินเทอร์เน็ต สำหรับโหมดการส่งนั้นทำงานหลังจากมีการจับโทเคนแล้ว อินเทอร์เน็ตจะสลับวงจรเพื่อส่งสัญญาณข้อมูลของตัวเองออกไปยังวงแหวน เมื่อบิตข้อมูลถูกส่งไปรอบวง

แหวนแล้วกลับมา บิตข้อมูลจะถูกดึงออกจากวงแหวนโดยผู้ส่ง โดยทั่วไปแล้วบิตแรกของเฟรมจะกลับมาถึงฝั่งส่งก่อนที่ทั้งเฟรมจะถูกส่งออกไป ดังนั้นสถานีส่งจะดึงบิตข้อมูลออกในขณะที่มันกำลังส่งข้อมูลออกไปด้วย และหลังจากอินเตอร์เฟสบอร์ดส่งบิตสุดท้ายของเฟรมสุดท้ายออกไปแล้ว มันจะสร้างโทเคนใหม่แล้วส่งตามออกไป (โดยทั่วไปแล้วทุกสถานีจะมีเวลาในการถือโทเคน (Token-Hold Time) ในช่วงเวลานี้สถานีส่งอาจจะส่งเฟรมข้อมูลหลายเฟรมได้) เมื่อบิตสุดท้ายของข้อมูลที่ส่งไปกลับมาถึงอินเตอร์เฟสบอร์ดแล้ว วงจรของอินเตอร์เฟสบอร์ดจะถูกสลับไปยังโหมดของการฟังทันที เพื่อป้องกันไม่ให้มันดึงเอาโทเคนออกมาจากวงแหวน ในกรณีที่ไม่มีสถานีอื่นๆ จับเอาโทเคนนั้นไป นั่นก็แสดงว่า สถานีที่ส่งข้อมูลออกไปแล้วจะหมดสิทธิ์ในการรับ โทเคนเพื่อส่งข้อมูล 1 รอบ

สำหรับสายเคเบิลที่ใช้เลน 802.5 นั้นเป็นสายคู่ตีเกลียวแบบหุ้มฉนวน และสามารถส่งข้อมูลได้ 1 หรือ 4 Mbps (ปัจจุบันไอบีเอ็มได้ประกาศมาตรฐานของเลนแบบโทเคนริงที่มีอัตราส่งถึง 16 Mbps) สำหรับสัญญาณข้อมูลที่ส่งเข้ารหัสโดยวิธีดิฟเฟอเรนเชียลแมนเชสเตอร์วิธีนี้จะใช้ระดับไฟฟ้าสูงต่ำและต่ำสูงในการเข้ารหัสบิตข้อมูลของเฟรม ดังนั้นเลน 802.5 จึงใช้ระดับสัญญาณสูงสูงและต่ำต่ำเพื่อบ่งบอกคั่นเฟรมและท้ายเฟรม

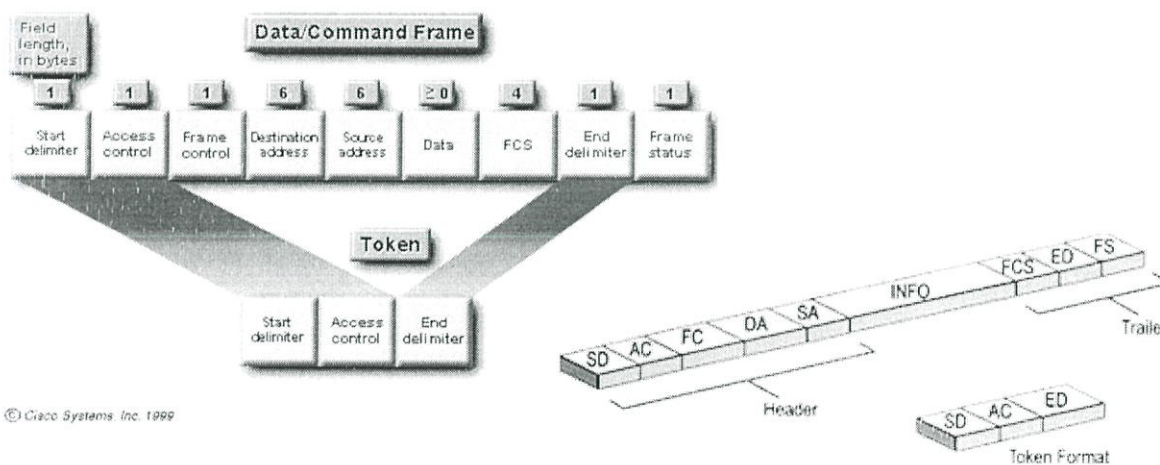
เนื่องจากการทำงานของโทเคนริงเป็นลักษณะของการสร้างสัญญาณขึ้นมาใหม่ที่ทุกอินเตอร์เฟสบอร์ด และสัญญาณถูกส่งไปรอบวงแหวน ดังนั้นหากสายเคเบิลขาดหรืออินเตอร์เฟสบอร์ดของสถานีใดเสีย จะทำให้ระบบไม่ทำงาน ซึ่งปัญหานี้ถูกแก้โดยการต่อสายจากทุกอินเตอร์เฟสบอร์ดเข้าสู่ศูนย์รวมสาย (Wire Center) บางที่เรียกว่า MAU (Multistation Access Unit) ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งจะช่วยให้ความเชื่อถือของระบบดีขึ้น แต่ก็เปลืองสายและต้องเพิ่มอุปกรณ์พิเศษ ภายในศูนย์รวมสายจะมีรีเลย์ซึ่งได้รับไฟจากสถานี เมื่อสายเคเบิลขาดหรือสถานีไม่ทำงาน ไฟที่จ่ายให้รีเลย์จะหายไป ทำให้สวิตช์ของรีเลย์ปิดและทำให้วงจรของวงแหวนผ่านเลยสถานีนั้นไป นอกจากนั้นรีเลย์ยังอาจควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ ซึ่งทำให้สามารถควบคุมการถอดสถานีบางสถานีออกจากวงแหวน เพื่อที่จะตรวจสอบหาสถานีที่เสียหรือสายเคเบิลที่ขาด และเมื่อเอาส่วนที่เสียหายของวงแหวนออกไป วงจรส่วนที่เหลือก็ยังสามารถทำงานตามปกติได้ สำหรับรูปแบบของโทเคนริงที่ใช้ศูนย์รวมสายนี้คล้ายกับเลน 802.3 ที่ใช้ฮับ ดังนั้นวงแหวนรูปแบบนี้จึงมักถูกเรียกว่าวงแหวนรูปดาว (Star-Shaped Ring)



รูปที่ 2.9 การเชื่อมโยงสถานีส่งเข้ากับศูนย์รวมสาย

รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างของเฟรมของโทเคนริง ปกติแล้วถ้าไม่มีสถานีใดส่งข้อมูล ในวงแหวนจะมีโทเคน 3 ไบต์ รูปที่ 2.9 วิ่งวนในวงแหวน เมื่อสถานีใดต้องการส่งข้อมูลจะจับโทเคนโดยการเปลี่ยนบางบิตของไบต์ควบคุมการเข้าวงแหวน (Access Control) จากค่า 0 เป็น 1 ซึ่งก็จะทำให้โทเคนกลายเป็นส่วนเฮดเดอร์ของเฟรมข้อมูล แล้วอินเทอร์เฟสบอร์ดจะส่งส่วนที่เหลือของเฟรมข้อมูลดังแสดงในรูป (ข) ออกไป

### IEEE 802.5 and Token Ring Specify Tokens and Data/Command Frames



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของเฟรมของโทเคนริง

ฟิลด์เริ่มต้นและท้ายเฟรมนั้นบ่งบอกถึงขอบเขตของเฟรม บิตของฟิลด์นี้ใช้ในระดับไฟฟ้าสูงสูงและต่ำต่ำของการเข้ารหัสแบบดิฟเฟอเรนเชียลแมนเชสเตอร์ในการแยกแยะหว่างต้นเฟรมท้ายเฟรมกับบิตข้อมูล สำหรับไบต์ควบคุมการเข้าวงแหวนจะมีบิตบ่งบอกการเป็นโทเคน รวมทั้งบิตกำหนดความเร่งด่วนของข้อมูลที่ต้องการส่ง (Priority Bit) และบิตของการส่งข้อมูล

(Reservation bit) กล่าวคือ สถานีใดต้องการส่งข้อมูลด้วยระดับความเร่งด่วนเป็น  $n$  แล้ว สถานีนั้นนั้นต้องรอ โทเคนที่มีค่าความเร่งด่วนต่ำกว่าหรือเท่ากับ  $n$  ผ่านมาเท่านั้นจึงจะจับโทเคนได้นอกจากนั้นเมื่อเฟรมข้อมูลผ่านสถานีหนึ่ง มันอาจจะจองโทเคนได้โดยการเขียนค่าความเร่งด่วนของข้อมูลมันลงไปทีบิตของการส่งข้อมูล แต่ถ้าค่าของบิตของนี้มีค่าความเร่งด่วน(ซึ่งถูกเขียนด้วยสถานีอื่นก่อนหน้า)ที่สูงกว่าของมัน มันก็ไม่สามารถจองโทเคนได้ ด้วยวิธีโทเคนที่ถูกสร้างขึ้นมาจะถูกกำหนดให้มีค่าความเร่งด่วนเท่ากับค่าที่ถูกจองไว้ นอกจากบิตเหล่านี้แล้ว ฟิลด์ควบคุมการเข้าวงแหวนยังมีบิตดูแลรักษาวงแหวน (Monitor Bit) ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของวงแหวนเป็นไปอย่างถูกต้อง สำหรับฟิลด์ควบคุมเฟรม (Frame Control) จะแยกแยะระหว่างเฟรมข้อมูลและเฟรมควบคุมการส่งข้อมูล

ฟิลด์แอดเดรสต้นทางและปลายทางจะเหมือนกับแลน 802.3 และ 802.4 สำหรับข้อมูลของแลน 802.5 จะมีความยาวเท่าไรก็ได้ โดยที่เฟรมต้องถูกส่งภายในช่วงเวลาของการถือโทเคนของสถานีนั้น นอกจากนั้นฟิลด์ผลรวมตรวจสอบจะเช่นเดียวกับแลน 802.3 และ 802.4

ฟิลด์สถานะของเฟรม (Frame Status) จะมีบิต A และ C ที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูล โดยที่เมื่อฝั่งรับได้รับข้อมูล มันจะกำหนดค่าของบิตนี้เพื่อบ่งบอกสถานะของการรับเฟรมข้อมูล ซึ่งค่าของบิตนี้มีได้ 3 รูปแบบ คือ

- ค่า A = 0 และ C = 0 หมายความว่าปลายทางฝั่งรับไม่อยู่ในวงแหวน
- ค่า A = 1 และ C = 0 หมายความว่าฝั่งรับอยู่ในวงแหวนแต่ไม่รับเฟรมนั้น

ซึ่งอาจเป็นเพราะว่ามันไม่มีบัฟเฟอร์ว่างที่จะรับข้อมูล

- ค่า A = 1 และ C = 1 หมายความว่าปลายทางรับข้อมูลแล้ว

สำหรับฟิลด์ท้ายเฟรมยังมีบิต E ที่ถูกเขียนโดยอินเตอร์เฟสบอร์ดก็ได้ที่

พบว่าการส่งข้อมูลมีความผิดพลาด เช่น สัญญาณไฟฟ้าสูงสูงและต่ำต่ำปรากฏในตำแหน่งที่ไม่น่าเกิด เป็นต้น นอกจากนั้นในฟิลด์นี้ยังมีบิตที่ระบุว่าเฟรมสุดท้ายของการส่งข้อมูลของสถานีส่งนั้นด้วย

##### 5. การเปรียบเทียบระหว่างแลน 802.3, 802.4 และ 802.5

เนื่องจากโปรโตคอลของแลน 802.3 ไม่ยุ่งยากนักจึงใช้ส่งข้อมูลสั้นๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แต่หากสถานีใดมีข้อมูลยาวๆ ที่ต้องการส่ง สถานีนั้นอาจจะยึดครองการใช้สาย ทำให้สถานีอื่นไม่สามารถส่งข้อมูลได้ จึงไม่เหมาะกับงานควบคุมหรืองานที่ต้องส่งข้อมูลในเวลาที่กำหนดไว้ และในกรณีที่การส่งข้อมูลของสถานีต่างๆ มีมากขึ้นการชนกันของข้อมูลจะมีมากขึ้น นอกจากนั้นแลน 802.3 ก็คือมีการกำหนดความยาวต่ำสุดของเฟรมข้อมูลที่ 64 ไบต์ จึงทำให้เกิดความสูญเสียค่อนข้างมากในกรณีที่สถานีส่งข้อมูลจำนวนไม่มาก เช่น เทอร์มินัลอาจจะส่งข้อมูลที่ละตัวอักษรให้แก่โฮสต์ เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีการใช้ฮับในการเชื่อมโยงสายจึงทำให้การติดตั้งระบบทำได้ง่าย สามารถเพิ่มหรือลดสถานีได้ในขณะที่ระบบทำงานอยู่ อีกทั้งการส่งข้อมูลเป็นสัญญาณดิจิทัลซึ่งการดูแลรักษาระบบทำได้ไม่ยาก นอกจากนี้ในกรณีที่การส่งข้อมูลของสถานีต่างๆ มีไม่มาก สถานีที่ต้องการส่งข้อมูลสามารถส่งข้อมูลได้ทันทีโดยไม่ต้องรอโทเคน และโดยการใช้เทคโนโลยีของสวิตช์ฮับทำให้แต่ละสถานีสามารถส่งข้อมูลได้เต็มอัตราส่ง ดังนั้นแลนแบบนี้จึงมีการใช้งานกันมาก โดยเฉพาะในสำนักงานอัตโนมัติ

สำหรับแลนแบบโทเคนบัสและโทเคนริงนั้นไม่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลสั้นๆ เนื่องจากต้องเสียโอเวอร์เฮดของการรอโทเคน แต่รับประกันว่าทุกๆ สถานีมีโอกาสส่งข้อมูลได้ และยังสามารถกำหนดความเร็วของข้อมูลได้ นอกจากนี้ในกรณีที่มีการส่งข้อมูลของสถานีต่างๆ มาก ประสิทธิภาพของระบบจะเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์เนื่องจากจะมีข้อมูลวนอยู่ในเครือข่ายตลอดเวลา

แลนแบบโทเคนบัสจะเหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วน (Assembly Line) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นตรงและต้องการความสามารถในการส่งข้อมูลในเวลาที่กำหนดไว้ นอกจากนี้เนื่องจากแลนแบบนี้ส่งสัญญาณข้อมูลแบบแอนะล็อก จึงทำให้สามารถแบ่งช่องสื่อสารเป็นหลายช่องย่อยได้โดยใช้หลักการของ FDM และแยกช่องสำหรับส่งได้ทั้งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ ข้อมูลเสียง และข้อมูลภาพ

ข้อเสียของแลนแบบโทเคนบัส ก็คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ เช่น โมเด็มและแอมพลิฟายเออร์นั้นทำงานแบบแอนะล็อก จึงทำให้ต้องใช้วิศวกรผู้เชี่ยวชาญในการดูแลรักษาระบบ อีกทั้งโปรโตคอลที่ใช้ของโทเคนบัสค่อนข้างสลับซับซ้อนจึงทำให้อัตราการส่งกำลังข้อมูลของระบบไม่สูงนัก นอกจากนี้แลนแบบนี้ไม่เหมาะสำหรับการใช้เส้นใยนำแสงเป็นสื่อส่งข้อมูลด้วยสาเหตุเหล่านี้จึงทำให้แลนแบบโทเคนบัสมีการใช้งานกันน้อย

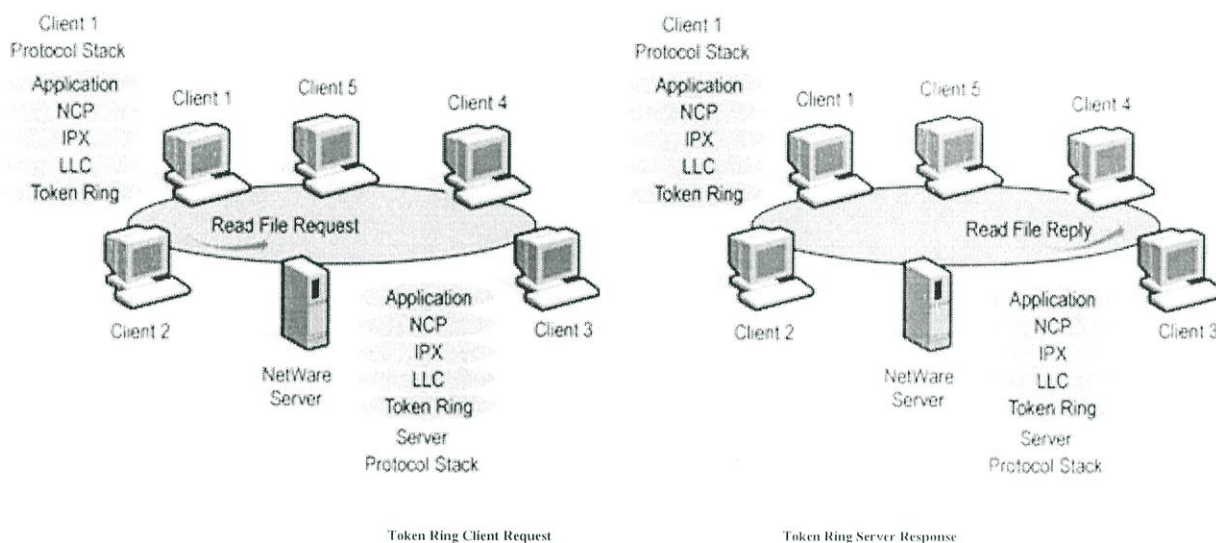
แลนแบบโทเคนริงนั้น มีการส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุดซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันมานานและเป็นการส่งข้อมูลแบบดิจิทัล ทำให้การดูแลรักษาทำได้ไม่ยากนัก สายเคเบิลที่ใช้อาจเป็นได้ทั้งสายคู่ตีเกลียว สายโคแอกเชียล หรือเส้นใยแก้วนำแสง แต่มาตรฐานได้กำหนดให้เป็นสายตีเกลียวหุ้มฉนวนซึ่งมีน้ำหนักเบาและมีราคาถูก จึงทำให้การติดตั้งทำได้ง่าย นอกจากนี้การใช้ศูนย์รวมสายทำให้แลนแบบนี้สามารถตรวจสอบสายเคเบิลตลอดจนอินเตอร์เฟสบอร์ดที่เสียหายได้โดยอัตโนมัติ และสามารถผ่านเลยจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นได้

ส่วนข้อเสียของโทเคนริงก็คือ ต้องมีสถานีที่ทำหน้าที่จัดการดูแลระบบ (Monitorstation) ซึ่งหากสถานีนี้เกิดปัญหา จะทำให้การทำงานของแลนผิดพลาด

## 6. IEEE 802.2

จากที่ได้อธิบายข้างต้นคงทราบกันแล้วว่า โปรโตคอลที่ใช้ในการควบคุมการส่งข้อมูลในระดับชั้นย่อย MAC สำหรับแลนทั่วไป มีทั้งมาตรฐาน IEEE 802.3, IEEE 802.4 และ

IEEE 802.5 ดังนั้นเพื่อให้การอินเทอร์เฟซกับระดับชั้นเน็ตเวิร์กอยู่ในรูปแบบเดียวกัน ดังนั้น IEEE ได้กำหนดโปรโตคอลที่ทำงานอยู่ในระดับบนของแลน 802 ตลอดจนเครือข่ายแมน (เช่น เครือข่ายวิทยุ) โปรโตคอลนั้นเรียกว่า Logical Link Control (LLC) ดังแสดงในรูปที่ 2.11 จากรูปจะเห็นว่าระดับชั้นเน็ตเวิร์กเมื่อต้องการส่งข้อมูลมันจะส่งแพ็กเก็ตให้แก่ระดับชั้น LLC ให้ใช้ ระดับชั้น LLC เมื่อได้รับแพ็กเก็ต มันก็จะใส่เฮดเดอร์ของมัน เช่น หมายเลขลำดับของข้อมูล ตลอดจนการตอบรับ ความถูกต้องของการส่งข้อมูล เพื่อใช้ควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง หลังจากนั้นจึงส่งข้อมูลให้ระดับชั้น MAC ซึ่งจะใส่ข้อมูลนั้นในเฟรมของแลน 802.3 (หรือ 802.4 หรือ 802.5) แล้วส่งเฟรมข้อมูลแพร่ลงไปในสายต่อไป



รูปที่ 2.11 ระดับชั้น LLC

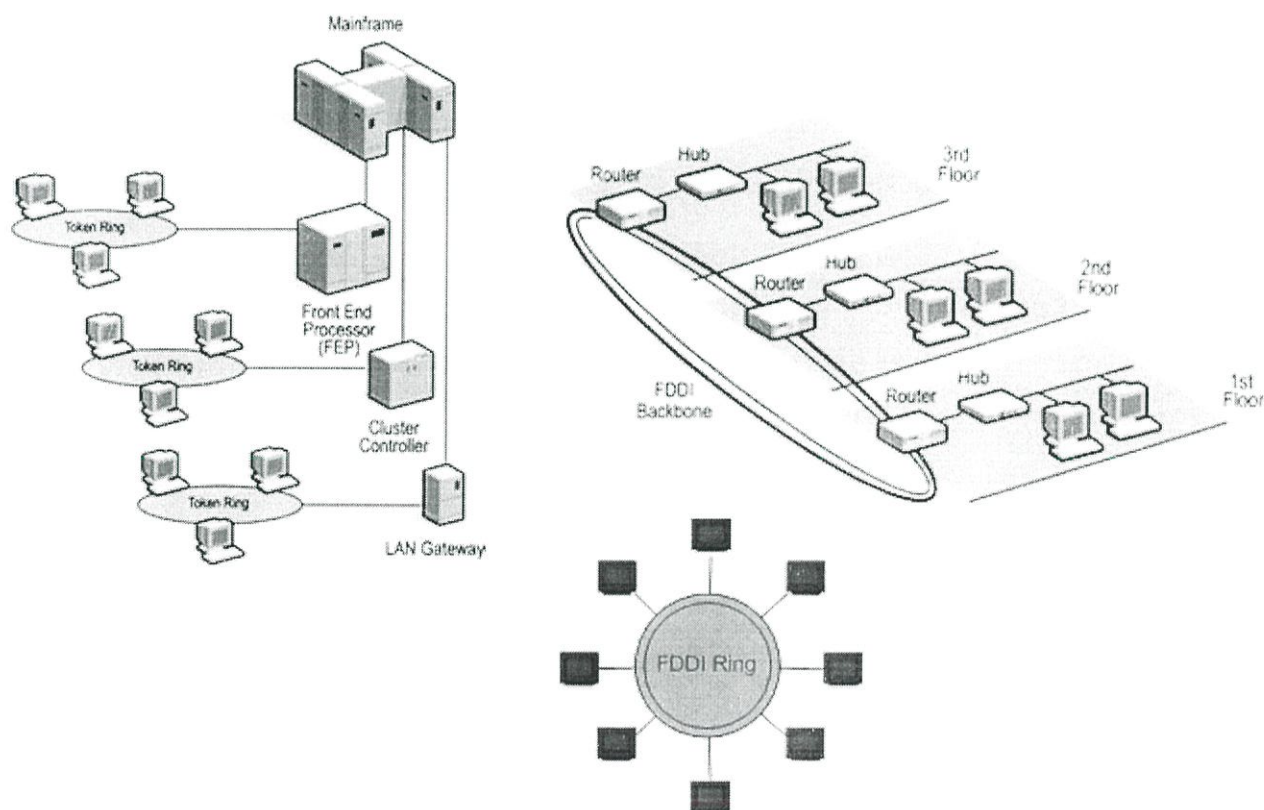
ในการอินเทอร์เฟซกับระดับชั้นเน็ตเวิร์กนั้น ระดับชั้น LLC จะให้บริการแก่ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก 3 รูปแบบ คือ การบริการแบบดาต้าแกรมที่ไม่ประกันความเชื่อถือของการส่งข้อมูล การบริการแบบดาต้าแกรมที่มีการตอบรับจากฝั่งรับ และการบริการแบบ Connection-Oriented สำหรับเฮดเดอร์และการควบคุมการส่งข้อมูลของ LLC จะคล้ายกับเฮดเดอร์และการควบคุมการส่งข้อมูลของโปรโตคอล HDLC ซึ่งรูปแบบของเฮดเดอร์ที่ใช้ในการควบคุมการส่งข้อมูลจะแตกต่างกันบ้างสำหรับการบริการชนิดต่างๆ กล่าวคือ สำหรับการบริการแบบดาต้าแกรมที่มีการตอบรับ และแบบ Connection-Oriented นั้นจะมีแอดเดรสของฝั่งส่งและฝั่งรับ รวมทั้งหมายเลขลำดับและการตอบรับของเฟรมด้วย ส่วนการบริการแบบดาต้าแกรมที่ไม่ประกันความเชื่อถือของการส่งข้อมูลนั้นจะไม่มีหมายเลขลำดับและการตอบรับของเฟรม

### 2.2.3 แลนความเร็วสูง

แลนที่ทำงานด้วยมาตรฐาน 802 นั้นใช้สายทองแดงเป็นสื่อส่ง ข้อมูล ซึ่งใช้งานได้ดีสำหรับการส่งข้อมูลอัตราการส่งต่ำและในระยะทางไม่ไกลนัก แต่สำหรับอัตราการส่งข้อมูลความเร็วสูง และในระยะทางที่ไกลนั้นต้องอาศัยเส้นใยแก้วนำแสงเป็นสื่อส่งข้อมูล เส้นใยแก้วนำแสงมีความสามารถในการส่งข้อมูลสูง มีขนาดบางและมีน้ำหนักเบา อีกทั้งไม่ถูกรบกวนด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงานของเครื่องจักรขนาดใหญ่ โดยเฉพาะจากมอเตอร์ไฟฟ้า หรือจากฟ้าผ่า หรือจากสปาร์กไฟฟ้า นอกจากนี้ความปลอดภัยของข้อมูลที่ส่งด้วยเส้นใยแก้วนำแสงมีสูง ดังนั้นต่อไปนี้จะกล่าวถึงแลนความเร็วสูง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เส้นใยแก้วนำแสงส่งข้อมูล

#### 1. FDDI

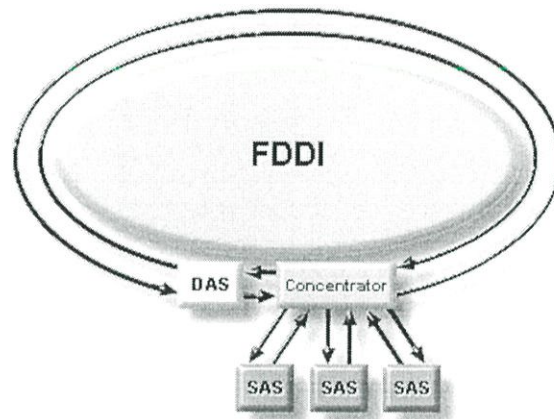
FDDI (Fiber Distributed Data Interface) เป็นแลนที่ทำงานแบบโทเคนริงที่มีอัตราการส่งสูงถึง 100 Mbps และในระยะทางได้ไกลถึง 200 กิโลเมตร FDDI อาจถูกใช้เป็นแลนเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์ และด้วยอัตราการส่งที่สูงจึงอาจใช้เป็นเครือข่ายกระดูกสันหลังเชื่อมโยงแลน 802 แบบเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การใช้ FDDI ส่วนใหญ่เพื่อเป็นเครือข่ายกระดูกสันหลัง

ระบบ FDDI ใช้เส้นใยแก้วนำแสงแบบมัลติโหมดก็เพียงพอสำหรับอัตราการส่งข้อมูล 100 Mbps จึงไม่จำเป็นต้องใช้แบบซิงเกิลโหมดซึ่งมีราคาแพง แสงที่ใช้เป็นแสงจาก LED แทนที่จะเป็นแสงเลเซอร์ เพราะนอกจากราคาถูกแล้วยังไม่เป็นอันตรายต่อตาของผู้ใช้ด้วย สำหรับอัตราข้อมูลผิดพลาดภายในระบบ FDDI ยังไม่เกิน 1 บิตต่อการส่งข้อมูล  $2.5 \times 10^{10}$  บิต

### FDDI Nodes: DAS, SAS and Concentrator



© Cisco Systems, Inc. 1999

รูปที่ 2.13 วงแหวนของ FDDI

รูปที่ 2.13 แสดงรูปแบบของ FDDI ซึ่งประกอบด้วยวงแหวน 2 วง วงหนึ่งส่งข้อมูลในทิศทางตามนาฬิกา อีกวงหนึ่งส่งข้อมูลทิสทางสวนนาฬิกา ดังนั้นหากวงใดวงหนึ่งขาดการส่งข้อมูลก็ยังสามารถทำได้ และหากสายทั้งคู่ขาดที่จุดเดียวกัน วงแหวนทั้งสองยังสามารถถูกเชื่อมโยงเป็นวงเดียวกัน ซึ่งความยาวจะประมาณ 2 เท่าของๆ เดิมดังแสดงในรูปที่ 2.13 โดยที่แต่ละสถานีที่ส่งข้อมูลจะมีรีเลย์ ซึ่งสามารถใช้เชื่อมโยงวงแหวนทั้งสอง หรือหากสถานีส่งใดมีปัญหา ก็จะสามารถผ่านเลยสถานีนั้นไปได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้อุปกรณ์ศูนย์รวมสายเชื่อมโยงสถานีต่างๆ เช่นเดียวกับแลนแบบ 802.5 ได้

ในระบบ FDDI มีการใช้สถานี 2 ประเภท คือ A และ B สถานีประเภท A นั้นเชื่อมโยงเข้ากับวงแหวนทั้งสอง อินเตอร์เฟซของสถานี A นี้เรียกทั่วไปว่า dual attached ส่วนสถานี B ที่มีราคาถูกกว่านั้นเชื่อมโยงเข้ากับวงแหวนแค่วงเดียว ดังนั้นผู้ใช้อาจเลือกใช้สถานีประเภทใดก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้ระบบทนทานต่อความเสียหายจากสายขาดหรือสถานีไม่ทำงานเท่าไร

สำหรับโปรโตคอลที่ใช้ในระบบ FDDI จะคล้ายกับโปรโตคอล 802.5 มาก แตกต่างกันใน 802.5 นั้น สถานีหนึ่งเมื่อส่งเฟรมข้อมูลไปแล้วมันจะไม่สามารถสร้างโทเคนขึ้นใหม่จนกว่าเฟรมที่มันส่งไปนั้นจะวนกลับมาถึงมัน กล่าวคือ สถานีส่งข้อมูลยังไม่หมดเฟรม ต้นเฟรมจะกลับมาถึงสถานีนั้นแล้ว แต่ใน FDDI นั้นอาจจะมีสถานีในระบบถึง 1,000 สถานี และ

ความยาวของวงแหวนอาจถึง 200 กิโลเมตร ดังนั้นการทำงานในรูปแบบของ 802.5 นั้นจะทำให้เสียเวลาในการส่งข้อมูล ใน FDDI จึงยอมให้สถานีหนึ่งส่งโทเคนใหม่ลงไปบนวงแหวน เมื่อมันส่งเฟรมข้อมูลของมันออกไปหมดแล้ว ดังนั้นในวง FDDI ขนาดโต จึงอาจมีเฟรมข้อมูลหลายเฟรมอยู่ในวงแหวนในขณะเดียวกันได้

## 2. อีเทอร์เน็ตความเร็วสูง

เมื่อ FDDI เกิดขึ้น ทุกคนคาดว่ามันจะเป็นแผนเพื่อเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์ในยุคต่อไป แต่ในทางปฏิบัติจริงๆ แล้ว FDDI กลับถูกใช้เพื่อเป็นเครือข่ายกระดูกสันหลังในการเชื่อมโยงแลนแบบเดิมเข้าด้วยกัน ทั้งนี้เนื่องจากโปรโตคอลที่ใช้ใน FDDI ก่อนข้างจะสลับซับซ้อนทำให้มีราคาแพง ดังนั้นผู้ผลิตคอมพิวเตอร์จึงไม่อยากจะสร้างอินเทอร์เน็ตที่ส่งข้อมูลด้วยระบบ FDDI และทำให้ FDDI ไม่อาจกลายเป็นเครือข่ายมาตรฐานได้

เนื่องจากปัจจุบันมัลติมีเดียได้มีการใช้งานกันมาก จึงมีความต้องการเครือข่ายความเร็วสูงในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เหล่านี้เข้าด้วยกัน กลุ่มทำงานของ IEEE จึงตัดสินใจที่จะปรับปรุงมาตรฐาน เรียกว่า 802.3u แต่อย่างไรก็ตามคนทั่วไปเรียกว่า ฟาสต์อีเทอร์เน็ต (Fast Ethernet)

หลักการทำงานของฟาสต์อีเทอร์เน็ตเหมือนกับแบบ 802.3 เพียงแต่ลดเวลาการส่งข้อมูลของแต่ละบิตจาก 100 นาโนวินาทีเป็น 10 นาโนวินาที จึงทำให้อัตราการส่งข้อมูลสูงขึ้น 10 เท่าจากเดิม และสำหรับรูปร่างเครือข่ายนั้น คณะทำงานของ IEEE ได้เลือกใช้แบบฮับ เนื่องจากแบบฮับนี้ใช้สายคู่ตีเกลียวที่มีขนาดบางและเบา อีกทั้งเมื่อสายขาดก็ไม่ทำงานได้ยินยอมให้มีการใช้ได้ทั้งสายคู่ตีเกลียวแบบ Category 3 ที่ใช้สำหรับระบบโทรศัพท์ทั่วไป ซึ่งทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องติดตั้งสายใหม่ภายในตึก แต่ทั่วไปแล้วสายสำหรับฟาสต์อีเทอร์เน็ตมักจะเป็นสายคู่ตีเกลียวแบบ Category 5 หรือเส้นใยแก้วนำแสง ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติทั่วไปของทั้ง 3 ชนิด

ตารางที่ 2.3 ชนิดต่างๆ ของฟาสต์อีเทอร์เน็ต

ชนิดของแลน	สายเคเบิล	ความยาวสูงสุดของเซกเมนต์	ข้อดี
100Base-T4	สายคู่ตีเกลียว	100 เมตร	ใช้สาย UTP แบบ Category 3
100Base-TX	สายคู่ตีเกลียว	100 เมตร	ส่งข้อมูลแบบฟลูอิดเพล็กซ์ได้ที่ 100 Mbps
100Base-F	สายใยแก้วนำแสง	2,000 เมตร	ส่งข้อมูลแบบฟลูอิดเพล็กซ์ได้ที่ 100 Mbps และระยะไกล

เนื่องจากสาย Category 3 ไม่สามารถส่งสัญญาณไฟฟ้าที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงได้ถึง 200 ล้านครั้งต่อวินาที ซึ่งจะทำให้บิตข้อมูลมีอัตราการส่งได้ 100 Mbps สำหรับการเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ (1 บิตต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้า 2 ครั้ง) ดังนั้นมาตรฐาน 100Base-T4 จึงใช้เทคนิคอื่นในการส่งข้อมูลได้ 100 Mbps กล่าวคือ มาตรฐานนี้ใช้สัญญาณไฟฟ้า 25 เมกะเฮิร์ตซ์ และใช้สายคู่ตีเกลียว 4 คู่ ซึ่งสายคู่ตีเกลียวนี้ คู่หนึ่งใช้ส่งข้อมูลเข้าฮับ อีกคู่หนึ่งใช้ส่งข้อมูลออกจากฮับ ส่วนอีก 2 คู่สามารถสลับเป็นสายส่งข้อมูลเข้าหรือออกตามการใช้งาน เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้ถึง 100 Mbps ในการส่งข้อมูลแต่ละทิศทางมีการใช้สายถึง 3 คู่ และสัญญาณดิจิทัลที่ใช้ส่งข้อมูลในแต่ละคู่มีระดับสัญญาณได้ 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ทำให้มีการผสมผสานได้ 27 รูปแบบ ซึ่งสามารถใช้ส่งข้อมูล 4 บิต (16 รูปแบบ) ส่วนที่เหลืออีก 11 รูปแบบถือเป็นส่วนเกิน ดังนั้นด้วยสัญญาณนาฬิกา 25 เมกะเฮิร์ตซ์ และการเปลี่ยนแปลงสัญญาณแต่ละครั้งส่งข้อมูลได้ 4 บิต ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ 100 Mbps จากหลักการส่งข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า 100Base-T4 ส่งข้อมูลเป็นแบบฮัลฟดูเพล็กซ์

สำหรับสาย Category 5 นั้นสามารถให้สัญญาณนาฬิกา 125 เมกะเฮิร์ตซ์ผ่านได้จึงใช้สายเพียง 2 คู่เท่านั้น คู่หนึ่งส่งข้อมูลเข้าฮับ อีกคู่หนึ่งใช้ส่งข้อมูลออกจากฮับ ทำให้สามารถส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ได้โดยที่สัญญาณนาฬิกา 125 เมกะเฮิร์ตซ์ถูกแบ่งเป็น 25 กลุ่ม แต่ละกลุ่มใช้ 5 จังหวะนาฬิกา แต่ละกลุ่มจะใช้ส่งข้อมูล 4 บิต (ซึ่งทำให้มีส่วนเหลือของสัญญาณนาฬิกาใช้ในการซิงโครไนซ์การทำงานระหว่างผู้ส่งกับผู้รับ ตลอดจนสร้างรูปแบบของบิตในการหาขอบเขตของเฟรม) ดังนั้นอัตราการส่งข้อมูลของ 100Base-TX จึงเป็น 100 Mbps ทั้งการส่งข้อมูลเข้าและออก นอกจากนั้นโดยทั่วไปแล้วสายเคเบิลจะมี 4 คู่สาย จึงทำให้ผู้ใช้ยังเหลือคู่สายอีก 2 คู่สายที่สามารถใช้ในระบบโทรศัพท์ได้

ในมาตรฐาน 100Base-FX ใช้ 2 คู่ของเส้นใยแก้วนำแสงแบบมัลติโหมด คู่หนึ่งสำหรับการส่งแต่ละทิศทาง จึงทำให้สามารถส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ด้วยอัตราการส่งทิศทางละ 100 Mbps และระยะทางระหว่างสถานีถึงฮับได้ยาวถึง 2 กิโลเมตร

สำหรับฮับที่ใช้ในฟาสต์อีเทอร์เน็ตมีอยู่ 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นสวิตช์ฮับซึ่งจะมีบัฟเฟอร์สำหรับเฟรมข้อมูลที่เข้ามา ดังนั้นทุกสถานีสามารถส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้ทุกสถานีจะสามารถส่งได้ 100 Mbps ตลอดเวลา และเนื่องจากสายของ 100Base-FX ค่อนข้างยาวซึ่งไม่เหมาะสำหรับการตรวจสอบการชนกันของข้อมูล ดังนั้นมาตรฐานนี้จึงใช้แบบสวิตช์ฮับ แต่สำหรับมาตรฐาน 100Base-T4 และ 100Base-TX นั้นสามารถใช้ได้ทั้งแบบสวิตช์ฮับหรือฮับธรรมดาซึ่งมีราคาถูกกว่ามาก แบบฮับธรรมดานี้สายที่เข้ามายังฮับ (หรือสายที่เข้ามายังการ์ดอื่นหนึ่ง) จะใช้ช่องสื่อสารเดียวกันจึงเกิดการชนกันของข้อมูลได้เมื่อหลายสถานีส่งข้อมูลพร้อมกัน และเมื่อมีการชนกันจะมีการใช้อัลกอริทึม Binary Backoff ในการแก้ไขการชนนี้

ปัจจุบันนี้เนื่องจากมีการใช้งานทั้งแบบ 100Base และ 10Base ดังนั้นสวิตช์ฮับที่

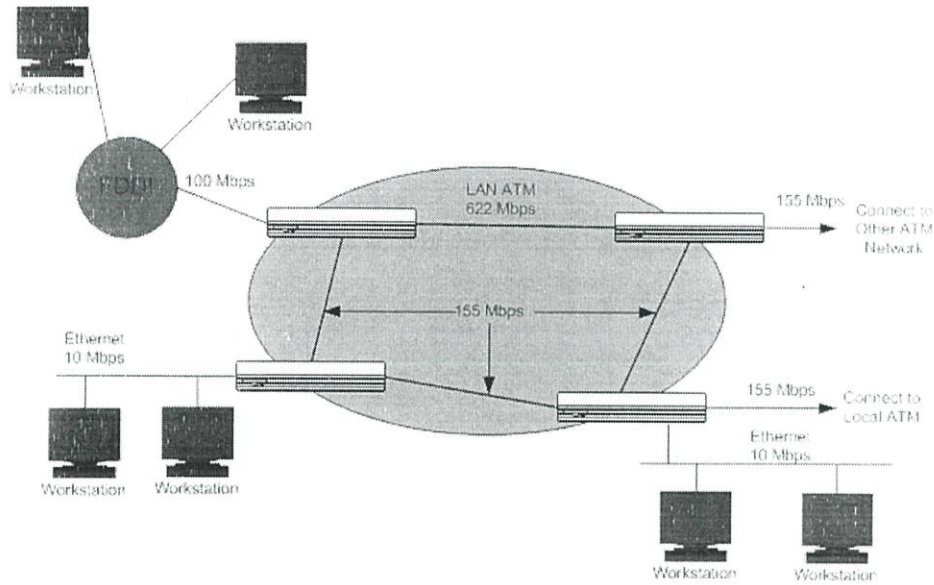
วางขายตามท้องตลาด จึงเสียบการ์ดได้ทั้ง 2 แบบ สำหรับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ต้องให้บริการแก่เครื่องไคลเอนต์หลายๆ ตัวนั้นมักจะใช้อัตราการส่ง 100 Mbps ส่วนเครื่องไคลเอนต์ที่ส่งข้อมูลไม่มากนักอาจจะใช้อัตราการส่ง 10 Mbps ก็เพียงพอ

#### 2.2.4 แลนแบบ ATM

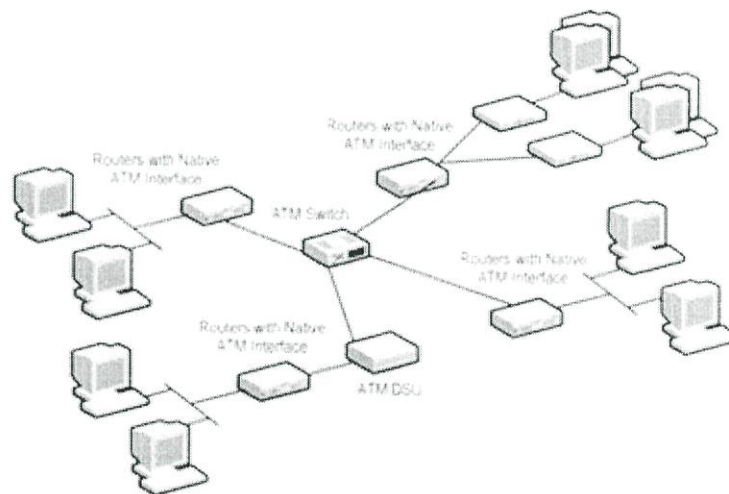
เนื่องจากการที่จะสร้างเครือข่าย ATM เพื่อแทนเครือข่ายโทรศัพท์อาจต้องใช้เวลานาน ดังนั้นความสนใจในการใช้เทคโนโลยี ATM จึงเปลี่ยนไปเป็นการใช้ ATM ในการเชื่อมโยงแลนต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะเป็นการใช้เครือข่าย ATM เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงโฮสต์ต่างๆ หรือเป็นเครือข่ายกระดูกสันหลังเชื่อมโยงแลนหลายวงเข้าด้วยกัน หรืออาจเป็นเกตเวย์ออกไปสู่แวนแบบ ATM รูปที่ 12.16 แสดงถึงการใช้ ATM เป็นเครือข่ายกระดูกสันหลังและสามารถเชื่อมโยงไปยังเครือข่ายภายนอก จากรูปจะเห็นว่า เครือข่าย ATM นี้ประกอบด้วยสวิตช์ ATM 4 ตัว เชื่อมติดต่อกันด้วยสายส่งความเร็วสูงตามมาตรฐาน ATM คือ 155 และ 622 Mbps เครือข่ายนี้มีแลนชนิดอื่นอีก 3 วง เชื่อมโยงกับสวิตช์ ATM ดังนั้นจะเห็นว่าสวิตช์ ATM ต้องมีบัฟเฟอร์และความสามารถในการแปลงอัตราการส่งข้อมูลระหว่างแลนเดิมกับเครือข่าย ATM นอกจากนี้สวิตช์ ATM ต้องสามารถแปลงโปรโตคอลจากโปรโตคอลในระดับ MAC ของเครือข่ายแลนให้อยู่ในรูปแบบของเซลล์ที่ใช้ในเครือข่าย ATM

ด้วยรูปแบบของเครือข่ายแลนแบบ ATM ที่แสดงในรูปที่ 12.16 จะเห็นว่าเราสามารถเพิ่มความสามารถของเครือข่ายด้วยการเพิ่มสวิตช์ ATM หรือเพิ่มอัตราการส่งข้อมูลของสายส่งระหว่างสวิตช์ หรือเพิ่มความสามารถในการส่งข้อมูล (Throughput) ของสวิตช์ซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มจำนวนเครือข่ายของแลนได้ ตลอดจนเพิ่มจำนวนเครื่องหรือปริมาณข้อมูลที่ส่งภายในเครือข่ายแลนเหล่านั้น แต่อย่างไรก็ตามด้วยรูปแบบของเครือข่ายแบบนี้ อัตราการส่งข้อมูลภายในแลนแต่ละวงยังถูกจำกัด เช่น แลนแบบอีเทอร์เน็ตยังมีอัตราส่งข้อมูลของเครือข่ายได้เพียง 10 Mbps เป็นต้น

สำหรับรูปแบบของแลน ATM ที่ทันสมัยและมีความสามารถสูงขึ้นได้แสดงในรูปที่ 12.17 ซึ่งมีการใช้แลนฮับของ ATM ที่ประกอบด้วยโมดูลต่างๆ แต่ละโมดูลจะมีพอร์ตสำหรับแลนแต่ละชนิด การใช้ฮับจะทำให้อัตราการส่งข้อมูลของแต่ละโฮสต์หรือเวิร์กสเตชันสามารถส่งได้สูงเท่ากับแลนชนิดนั้น เช่น พอร์ตอีเทอร์เน็ต ทำให้โฮสต์ที่เชื่อมกับพอร์ตนี้สามารถส่งข้อมูลได้ถึง 10 Mbps โดยไม่ต้องแบ่งความสามารถส่งข้อมูลให้แก่เครื่องอื่น



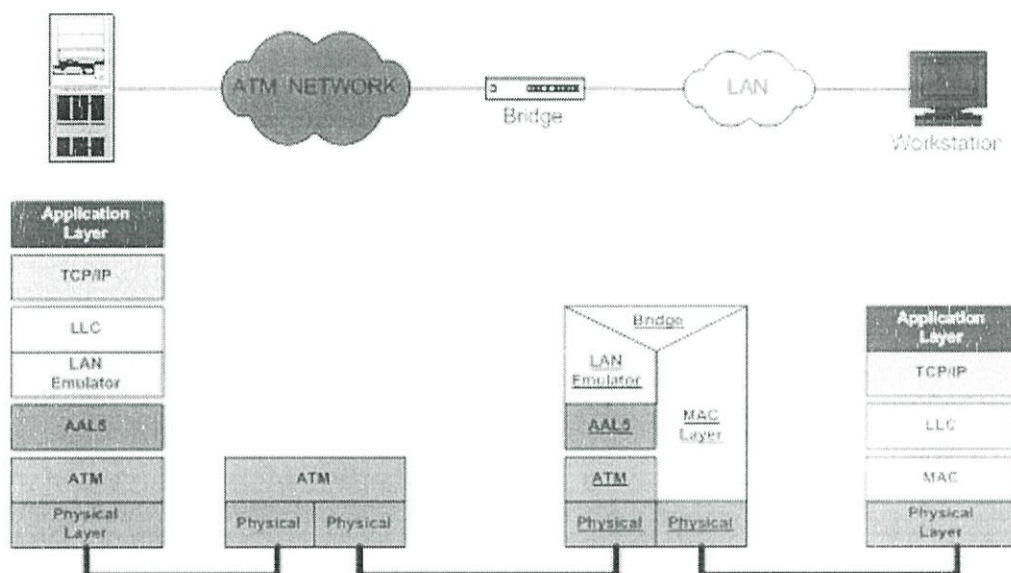
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างของแลนแบบ ATM



รูปที่ 2.15 แลน ATM ที่ใช้ฮับ

ข้างต้นนั้นได้อธิบายรูปแบบของแลน ATM ซึ่งจะเห็นว่าสามารถใช้เชื่อมโยงโฮสต์ที่ส่งข้อมูลด้วยระบบ ATM ซึ่งเป็นแบบ Connection-Oriented และเป็นการส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุด กับโฮสต์ซึ่งส่งข้อมูลด้วยระบบบอเทอร์เน็ตที่เป็นแบบ Connectionless และเป็นแบบแพร่กระจายข้อมูลลงในสายส่ง การเชื่อมโยงสองระบบที่แตกต่างกันนี้อาจทำได้โดยการใช้เราเตอร์ในการเชื่อมโยง และเปลี่ยนแปลงโปรโตคอลระหว่างแลนแบบเดิมกับเครือข่าย ATM แต่อย่างไรก็ตามการใช้เราเตอร์ทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งข้อมูลของระบบแลน เพื่อแก้ปัญหานี้องค์การจัดประชุมวิชาการ

ของ ATM เรียกทั่วไปว่า เอทีเอ็มฟอรัม (ATM Forum) จึงได้กำหนดวิธีการในการส่งข้อมูลระหว่างแลนแบบเดิมกับแลนแบบ ATM วิธีการนี้เรียกว่า เอทีเอ็มอีมีูเลชัน (ATM LAN Emulation) ซึ่งจะช่วยให้มีการเชื่อมโยงแลนหลายวงที่ใช้โปรโตคอลในระดับชั้น MAC แบบเดียวกัน โดยอาศัยเครือข่าย ATM นอกจากนี้ยังจะช่วยทำให้มีการส่งข้อมูลกันได้ระหว่างโฮสต์ซึ่งใช้ระบบ ATM กับแลนแบบเดิม อีกทั้งจะช่วยทำให้มีการเชื่อมโยงระหว่างแลนแบบเดิมที่ใช้โปรโตคอลแตกต่างกัน



รูปที่ 2.16 สถาปัตยกรรมของแลนอีมีูเลชัน

จากรูปจะเห็นว่าตัวแปลงข้อมูลระหว่าง ATM กับแลน (ATM-to-LAN Converter) จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงระหว่างเฟรมข้อมูลของแลนแบบเดิม (อาจเรียกว่าเฟรม MAC) กับเซลล์ของ ATM โดยจะมีการทำงานของระดับชั้น AAL (ATM Adaption Layer) ในการตัดแบ่งเฟรม MAC ให้เป็นข้อมูลของเซลล์ ATM ประกอบเป็นเฟรม MAC นอกจากนี้ในส่วนของโฮสต์ที่ทำงานแบบ ATM นั้นจะมีโมดูลแลนอีมีูเลชันซึ่งรับเฟรม MAC มาจากระดับชั้น AAL แล้วส่งข้อมูลของเฟรมให้ระดับชั้น LLC เพื่อส่งต่อให้กับระดับชั้นที่สูงขึ้นไป ดังนั้นจะเห็นว่าโฮสต์แบบ ATM สามารถรับส่งข้อมูลด้วยเฟรม MAC แบบเดียวกับแลนแบบเดิมที่ใช้เฟรม MAC ในการติดต่อ ด้วยวิธีการเช่นนี้ทำให้โฮสต์ของแลนแบบเดิมติดต่อโฮสต์แบบ ATM เสมือนกับว่าโฮสต์แบบ ATM เป็นโฮสต์ในระบบแลนแบบเดิม ซึ่งใช้แอดเดรสในระดับ MAC แบบเดียวกัน

ด้วยสถาปัตยกรรมโปรโตคอลข้างต้น ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างอีมีูเลตแลน (Emulated LAN) หลายๆ วงที่ทำงานเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ซึ่งแต่ละวงของอีมีูเลตแลนจะใช้โปรโตคอลในระดับ MAC เพียงโปรโตคอลเดียว (ปัจจุบันโปรโตคอลที่ใช้ได้สำหรับอีมีูเลตแลนมี 2 ชนิด คือ

อีเทอร์เน็ต IEEE 802.3 และ IEEE 802.5 (โทเคนริง) ในอีมีูเลตแลนประกอบด้วยโฮสต์ในแลนแบบเดิมตั้งแต่่วงเดียวขึ้นไป และอาจจะมีโฮสต์ที่ส่งข้อมูลแบบ ATM ซึ่งเชื่อมโยงเข้าสู่สวิตช์ ATM ในอีมีูเลตแลนหนึ่งแต่ละโฮสต์จะมีแอดเดรสในระดับ MAC เดียวกัน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าระดับชั้น LLC จะเห็นว่าทุกแลนการ์ดส่งข้อมูลแบบแพร่กระจายลงของสื่อสารเดียวกัน ถึงแม้ว่าที่จริงแล้วแลนการ์ดอาจจะส่งข้อมูลด้วยระบบ ATM นอกจากนั้นในการส่งข้อมูลระหว่างโฮสต์ที่อยู่ในอีมีูเลตแลนต่างวงกัน ทำได้โดยผ่านเราเตอร์หรือบริดจ์เท่านั้น

#### 1. การแปลงโปรโตคอลของแลนอีมีูเลชัน

ในระบบแลนอีมีูเลชันนั้นมีปัญหาที่ต้องจัดการ 3 ประการ คือ

- อุปกรณ์ที่ใช้ระบบ ATM นั้นใช้แอดเดรสของ ATM ดังนั้นการจะเปลี่ยนแอดเดรสให้เป็นแอดเดรสในระดับชั้น MAC จะทำได้อย่างไร
- ATM ใช้โปรโตคอลแบบ Connection-Oriented โดยส่งข้อมูลผ่านเวอร์ชวลเซอร์กิตและเวอร์ชวลพาท ดังนั้นโปรโตคอลของ MAC ซึ่งเป็นแบบ Connectionless จะส่งข้อมูลผ่านระบบ Connection-Oriented ได้อย่างไร
- ในแลนแบบเดิมนั้นการแพร่กระจายข้อมูล และการส่งข้อมูลให้กลุ่มผู้ใช้ (Multicast) นั้นทำได้โดยง่าย ดังนั้นสำหรับแลนแบบ ATM แล้ว การแพร่กระจายข้อมูลจะทำได้อย่างไร

เพื่อแก้ปัญหาข้างต้นนี้ เอทีเอ็มฟอรัมได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้หลักการของไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ กล่าวคือ ในระบบแลนอีมีูเลชันจะมีการใช้เซิร์ฟเวอร์ 3 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 12.19 คือ LAN Emulation Configuration Server (LECS), LAN Emulation Server (LES) และ Broadcast and Unknown Server (BUS) สำหรับ LECS จะใช้เพื่อทำให้ไคลเอนต์สามารถเข้าสู่อีมีูเลตแลนวงใดวงหนึ่งได้ และจะได้แอดเดรสของ LES สำหรับ LES ทำหน้าที่เก็บทะเบียนของไคลเอนต์ตลอดจนแอดเดรสในระดับ MAC ของไคลเอนต์ทั้งหมดในอีมีูเลตแลนหนึ่งๆ นอกจากนั้น LES ยังจะทำหน้าที่แปลงระหว่างแอดเดรสระดับ MAC และแอดเดรสของ ATM ด้วย เมื่อไคลเอนต์เข้าสู่อีมีูเลตแลนแล้ว การส่งผ่านข้อมูลจะผ่านเวอร์ชวลเซอร์กิต โดยที่หากเป็นการส่งข้อมูลระหว่างไคลเอนต์ 2 ตัวแล้ว จะมีการสร้างเวอร์ชวลเซอร์กิตเพื่อส่งข้อมูลระหว่าง 2 ตัวนี้ แต่หากเป็นการส่งข้อมูลแบบแพร่กระจายแล้ว ไคลเอนต์จะส่งข้อมูลให้แก่ BUS ซึ่งจะสำเนาข้อมูลเพิ่มแล้วส่งผ่านเวอร์ชวลเซอร์กิตให้แก่ทุกไคลเอนต์ นอกจากนั้น BUS ยังช่วยบริการในกรณีที่ไคลเอนต์ค้นหาไม่ทราบแอดเดรสแบบ ATM ของไคลเอนต์ปลายทางด้วย



วิธีที่ 3 หากไม่สามารถติดต่อได้โดยแอคเคสข้างต้น โคลเอนต์จะพยายามใช้เวอร์ชวลพาทและเวอร์ชวลเซอร์กิต หมายเลขที่กำหนดโดยเอทีเอ็มฟอร์มในการติดต่อ ซึ่งปกติแล้วเมื่อมีการสร้างเครือข่าย ATM ผู้จัดการเครือข่ายจะกำหนดหมายเลขเวอร์ชวลพาทและเวอร์ชวลเซอร์กิตนี้ให้เป็นแบบถาวร

เมื่อมีการติดต่อได้ระหว่างโคลเอนต์และ LECS แล้ว โคลเอนต์จะส่งข้อมูลการขอเข้าไปสู่อิมูเลตแลนแก่ LECS ซึ่ง LECS จะตอบข้อมูลของแอคเคสแบบ ATM ของ LES สำหรับอิมูเลตแลนนั้น นอกจากนั้นยังมีข้อมูลอื่นเกี่ยวกับอิมูเลตแลน เช่น โป้รโตคอลที่ใช้ในระดับ MAC ขนาดสูงสุดของเฟรม และชื่ออิมูเลตแลน เป็นต้น สำหรับชื่อของอิมูเลตแลนนี้อาจถูกกำหนดโดยผู้จัดการเครือข่าย เพื่อระบุกลุ่มทำงานร่วมกันหรือเวิร์กกรุป เช่น หน่วยงานไฟแนนซ์หรือหน่วยงานบุคลากร เป็นต้น

#### 1.2 การเข้าสู่อิมูเลตแลน

เมื่อโคลเอนต์ได้ข้อมูลจาก LECS แล้ว มันก็จะเข้าสู่อิมูเลตแลนโดยการติดต่อไปยัง LES และส่ง JOIN REQUEST ไปยัง LES พร้อมกับแอคเคสแบบ ATM แอคเคสในระดับ MAC ของตัวโคลเอนต์ อีกทั้งชนิดของแลน ขนาดสูงสุดของเฟรม หมายเลขระบุตัวโคลเอนต์ และข้อมูลระบุการเป็นพร็อกซี (proxy indication) ข้อมูลระบุการเป็นพร็อกซีนั้นเพื่อบอกว่าโคลเอนต์นั้นเป็นโฮสต์ที่ต่อโยงเข้าโดยตรงกับสวิตช์ ATM หรือเป็นตัวแปลง ATM กับแลนแบบเดิม ถ้า LES พร้อมที่รับโคลเอนต์ตัวนี้ มันจะส่ง JOIN RESPONSE กลับไป

#### 1.3 การลงทะเบียนและการเริ่มติดต่อ BUS

เมื่อโคลเอนต์สามารถเข้าสู่ระบบอิมูเลตแลนได้ มันจะต้องผ่านขั้นตอนของการลงทะเบียน โดยที่หากมันเป็นตัวพร็อกซีสำหรับเครื่องที่อยู่ในแลนแบบเดิม มันจะส่งแอคเคสระดับ MAC ของเครื่องทั้งหมดในแลนนั้นให้แก่ LES เพื่อระบุการเข้าเป็นสมาชิกของอิมูเลตแลนสำหรับเครื่องเหล่านั้น ต่อจากนั้น โคลเอนต์จะขอแอคเคสแบบ ATM ของ BUS จาก LES เพื่อใช้เมื่อต้องการจะแพร่กระจายข้อมูลภายในอิมูเลตแลน เมื่อได้แอคเคสแล้ว โคลเอนต์ก็จะสร้างการติดต่อกับ BUS

#### 1.4 การส่งข้อมูล

เมื่อโคลเอนต์ผ่านขั้นตอนของการลงทะเบียนแล้ว มันสามารถจะรับและส่งเฟรมข้อมูลได้ ในกรณีที่โคลเอนต์เป็นโฮสต์ที่ต่อกับสวิตช์ ATM นั้น โคลเอนต์จะสร้างเฟรมข้อมูล (ในระดับ MAC) เพื่อส่งให้แก่โฮสต์ตัวอื่นในวงอิมูเลตแลนนั้น ส่วนกรณีของโคลเอนต์ที่เป็นพร็อกซีนั้น มันจะรับเฟรมข้อมูลจากโฮสต์ในแลนแบบเดิมเพื่อส่งไปในอิมูเลตแลน ซึ่งทั้งสองกรณีนี้เฟรมข้อมูลในระดับ MAC จะถูกแบ่งและบรรจุลงในเซลล์ ATM และถูกส่งผ่านเวอร์ชวลเซอร์กิตไปยังปลายทาง ซึ่งในการส่งเฟรมข้อมูลนี้อาจแบ่งได้เป็น 3 กรณีคือ

กรณีแรก ส่งเฟรมข้อมูลระหว่าง 2 เครื่อง และทราบแอดเดรสแบบ ATM ของปลายทาง ในกรณีนี้ไคลเอนต์จะตรวจสอบว่ามีเวอร์ชวลเซอร์กิตติดต่อกับปลายทางแล้วหรือยัง ถ้ามีแล้วมันก็จะส่งเซลล์ข้อมูลผ่านเวอร์ชวลเซอร์กิตนั้น ถ้ายังไม่มี ไคลเอนต์จะใช้ระบบสัญญาณ (signaling) ของ ATM ในการสร้างเวอร์ชวลเซอร์กิตระหว่าง 2 เครื่องแล้วส่งข้อมูล

กรณีที่สอง ส่งเฟรมข้อมูลระหว่าง 2 เครื่อง และไม่ทราบแอดเดรสแบบ ATM ของปลายทาง กรณีนี้ไคลเอนต์จะส่งเฟรมข้อมูลไปยัง BUS ซึ่งจะส่งข้อมูลไปยังปลายทางหรือแพร่กระจายเฟรมข้อมูลไปทุกโหนดภายในอีมีูเลตแลน ซึ่งโหนดที่มีแอดเดรส MAC ปลายทางตรงกับเฟรมก็จะรับข้อมูล นอกจากนั้นไคลเอนต์ส่งข้อมูลควบคุมที่เรียกว่า LE\_ARP\_REQUEST (LAN Emulation Address Protocol Request) ไปยัง LES ซึ่งในข้อมูลควบคุมนี้จะมีแอดเดรส MAC ของเครื่องที่ต้องการส่งข้อมูลให้ ถ้า LES มีแอดเดรส ATM ของเครื่องนั้น มันก็จะส่งแอดเดรสนั้นคืนกลับมา แต่ถ้า LES ไม่มีแอดเดรสนั้นมันจะเก็บ REQUEST นั้นเพื่อหาแอดเดรส ATM นั้นมา โดยมันจะส่ง LE\_ARP\_REQUEST ของมันไปทุกไคลเอนต์ของอีมีูเลตแลนซึ่งไคลเอนต์ที่มีแอดเดรส MAC ตรงกับ LE\_ARP\_REQUEST นั้นจะส่งแอดเดรส ATM ของมันกลับคืนไปให้ LES ซึ่งก็จะส่งแอดเดรสนั้นไปให้ไคลเอนต์ที่ตามมา

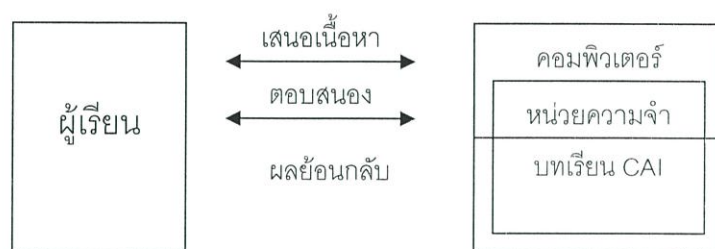
กรณีที่สาม ส่งข้อมูลแบบแพร่กระจายหรือกระจายภายในกลุ่ม กรณีนี้ไคลเอนต์จะส่งข้อมูลให้แก่ BUS ซึ่งก็จะสำเนาเฟรมข้อมูลแล้วส่งข้อมูลผ่านเวอร์ชวลเซอร์กิตให้แก่ทุกไคลเอนต์ของอีมีูเลตแลนนั้น

## 2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากเอกสารและงานวิจัยของนักวิชาการและนักวิจัย ได้กล่าวถึงความหมายและลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

ยีน กูว์รวรรธ (2531 : 12) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเอาเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้ อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน



รูปที่ 2.18 องค์ประกอบหลักของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วีระ ไทยพานิช (2526 : 8) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาด้วยบทเรียน โปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม เป็น การเรียนโดยตรง และเป็น การเรียนแบบที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์

นุชนาฏ จิตติโพคา (2529 : 12) คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน คือ การนำเอาเครื่อง คอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนและฝึกทักษะจาก คอมพิวเตอร์ แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชาบางบทเรียน การเรียนการกับคอมพิวเตอร์จะดำเนิน ไปอย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเรียนการสอนยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนองความแตกต่างของ ความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียน ได้อีกด้วย

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรูปแบบการสอน โดย ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาสร้างเป็นสื่อการเรียนการสอน จัดเป็นสื่อการเรียนการสอนอีกแนวหนึ่ง ซึ่งทำ ให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน เพราะผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับเครื่องได้ เป็นการทำให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การคิดการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถหาแนวทางใน การศึกษาและแก้ปัญหาด้วยตัวเอง เป็นการนำไปสู่ความสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องช่วยสอน ที่สนับสนุนแนวคิดทางการเรียนการ สอนที่คำนึงผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centers) คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) คำนึงถึงหลักที่ว่าผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง คำนึงถึงสิทธิของผู้เรียนในการที่ จะเรียนให้ได้มากที่สุดและเร็วเท่าที่ความสามารถเขาจะอำนวยให้ (วีระ ไทยพานิช. 2526 : 11) ผู้เรียนคอมพิวเตอร์และบทเรียนต่างเป็นระบบย่อยในระบบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน โดยผู้เรียนจัดเป็นระบบย่อยที่สำคัญที่สุด เพราะในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนผู้เรียนจะถือเป็นจุดศูนย์กลางของคอมพิวเตอร์ และบทเรียนที่อยู่ในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องอาศัยซึ่งกันละกัน บทเรียนถูกเสนอบนจอภาพแสดงผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมี ลักษณะเป็นการเรียนรู้เป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เริ่มตั้งแต่ทั้ทักทายผู้เรียน และบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อจบบทเรียนแล้วจะได้ประโยชน์อะไรบ้าง ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถเสนอวิธีการในรูปแบบที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อเร้าความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียน อาจมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการ (Menu) ให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสนใจโดยจัดลำดับการเรียนการก่อนหลังด้วยตนเอง

2. ขั้นตอนการเสนอเนื้อหา เมื่อเลือกเรียนในหัวข้อใดแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอเนื้อหาที่ออกมาเป็นแต่ละกรอบ (Frame) โดยจะนำเสนอในรูปแบบ ตัวอักษร รูป เสียง ตลอดจนทั้งภาพเคลื่อนไหว (Animation) เน้นมีเส้นการโยงไปมาระหว่างกรอบต่างๆ มีการชี้แนะ (Promoting Cues) การจัดเนื้อหาสำคัญช่วยเหลือผู้เรียน (Help Sequence)

3. ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ จะมีการทบทวน โดยทำแบบฝึกหัดทบทวน เพื่อเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น คำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น

4. ขั้นตรวจสอบ เมื่อได้คำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์สามารถตอบคำถาม และแสดงผลให้ผู้เรียนทราบทันทีได้ในรูปของข้อความ กราฟิก เสียง ถ้าผู้เรียนนั้นตอบถูกจะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น กล่าวชมเชย เสียงเพลง หรือภาพกราฟิก เป็นต้น ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถบอกข้อบกพร่องหรือให้การสอนซ่อมเสริม แล้วให้คำถามใหม่เมื่อตอบได้ถูกต้อง ก็ไปสู่เรื่องใหม่ต่อไปจนกว่าจะจบบทเรียนหน่วยนั้นๆ

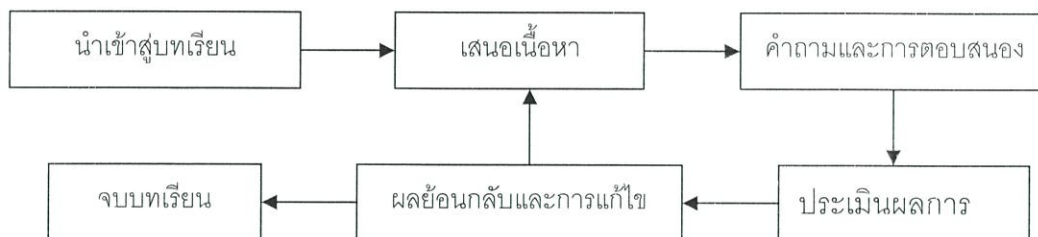
5. ขั้นปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียน โดยให้ทำแบบทดสอบและทราบคะแนนการสอบว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน

### 2.3.2 การแบ่งประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งการแบ่งรูปแบบหรือประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ โดยสรุปแล้วมี 5 รูปแบบด้วยกัน คือ การสอน (Tutorial) ฝึกหัดปฏิบัติ (Drill and Practice) สถานการณ์จำลอง (Simulation) เกมส์ (Games) และการทดสอบ (Tests) (เชาวเลิศ เลิศขโลพาร. 2531 : 1-4)

1. การสอน (Tutorial) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ จะเป็นการสอนในสิ่งใหม่ให้แก่นักเรียน คอมพิวเตอร์จะเป็นเหมือนครูผู้สอนนักเรียนเป็นรายบุคคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะต้องดำเนินตามขั้นตอน วิธีการสอนหน่วยหนึ่งๆ เหมือนกับครูสอนในห้องเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะนี้ เพราะจะใช้กับวิชาใดก็ได้ จะสอนอะไรก็ได้เช่นกัน

ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะการสอนมีโครงร่างและขั้นตอนดังรูปที่ 2.19

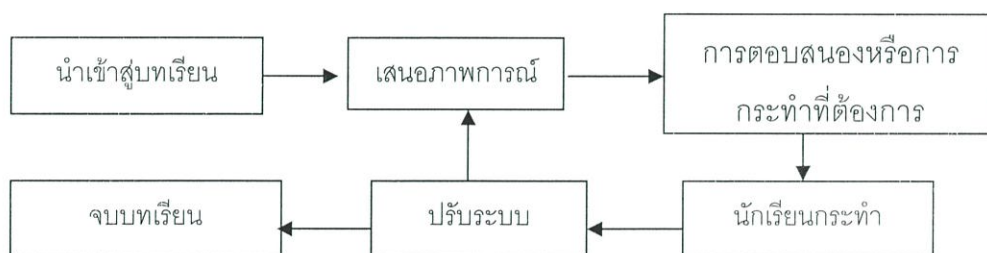


รูปที่ 2.19 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการสอน

2. ฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อฝึกหัด และเพื่อใช้ปฏิบัตินั้น จะใช้หลังจากที่มีการเรียนรู้สิ่งใหม่แล้วอาจจะเรียนจากการสอน หรืออาจจะเรียนจากเอกสาร หนังสือหรือสื่ออื่นๆ ก็ได้ การฝึกหัดและการปฏิบัตินี้ใช้ได้เกือบทุกสาขาวิชา ไม่ใช่เพียงแต่สอนเลขคณิตกับคำศัพท์ ซึ่งบทเรียนจำนวนมากที่ทำในสองวิชานี้ แต่ยังอาจจะใช้ฝึกหัดวิชาอื่นๆ ได้ เช่น ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

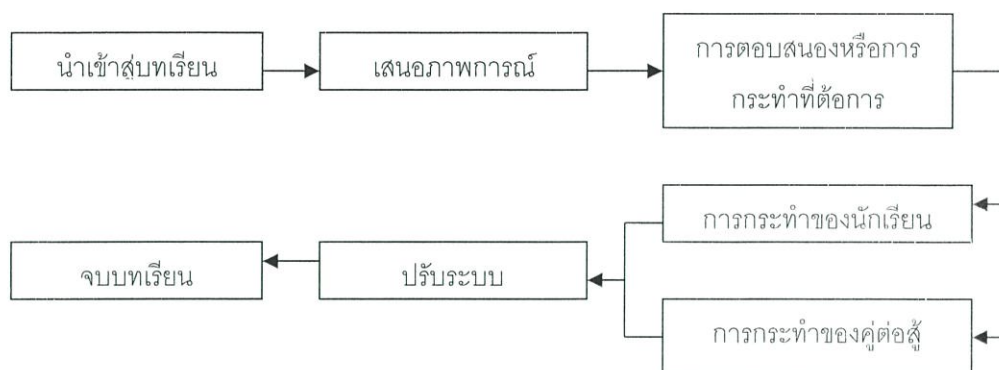
3. จำลองแบบ (Simulation) บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจำลองแบบ ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น เช่น การสอนเรื่องโปรเจกไทล์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถสร้างการจำลองเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนเห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย หากจำลองแบบบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการได้มาก การจำลองแบบอาจช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายได้

ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฝึกหัดและปฏิบัติ มีโครงสร้างและขั้นตอนดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทสถานการณ์จำลอง

4. แบบเกมส์ (Games) เกมคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ เกมเพื่อการสอน และเกมที่ไม่ใช่เพื่อการสอนหรือเป็นเกมส์บันเทิงมีโครงสร้างและขั้นตอนของโปรแกรมดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทเกมส์

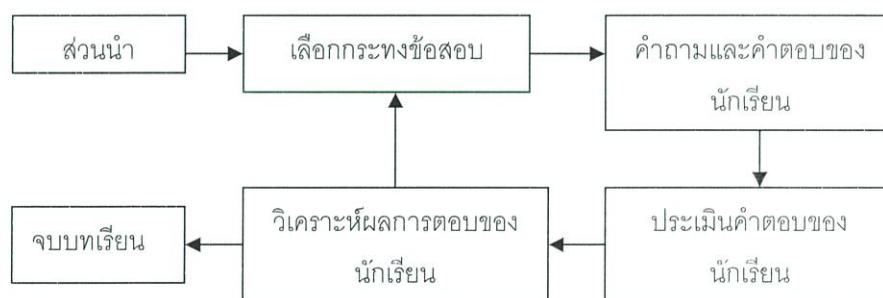
5. ทดสอบ (Tests) การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ หรือประเมินผลนักเรียนทำได้ 2 วิธี คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสร้างข้อสอบ และการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบหรือในการจัดสอบ

5.1 การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสร้างข้อสอบ โดยทั่วไปมักจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเชื่อมคำถามและคำตอบ นอกจากนี้ยังสามารถจัดเก็บในลักษณะเป็นคลังข้อสอบได้อีกด้วย

5.2 การใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ ครูสามารถที่จะเลือก หรือสุ่มข้อสอบที่ต้องการออกมาใช้เป็นแบบทดสอบได้

ในการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ มีโครงสร้างและขั้นตอนดังรูปที่

2.22



รูปที่ 2.22 โครงสร้างและขั้นตอนการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ

การใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบมีความแตกต่างจากการใช้คอมพิวเตอร์ในการฝึกหัดและปฏิบัติตรงที่มีการให้ผลย้อนกลับทันทีที่ให้คำตอบในแต่ละข้อ และอาจจะมีการวิเคราะห์ผลการตอบของนักเรียน เมื่อทำข้อสอบทั้งหมดจบแล้ว

### 2.3.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorials จะยึดหลักการเรียนการสอนเป็นพื้นฐาน โดยดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne' ตามลำดับขั้นดังนี้ (สุริโยทัย สุปัญญาพงษ์. 2540 : 12-20)

#### 1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้น บทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียงหรือประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมาขึ้นนั้น เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัว ตามลักษณะบทเรียน CAI การเตรียมตัวและการกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ คือ การนำเสนอชื่อเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ก็คือ การนำเสนอชื่อเรื่องนั้นควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่าการนำเสนอชื่อเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยผ่านแป้นพิมพ์ ก็ควรจะเป็นการตอบสนองแบบง่ายๆ เช่น การกดแคร่ยาว (Space Bar) หรือด้วยการกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่ต้องการพิจารณาเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

- 1.1 ใช้กราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของ เนื้อหา และกราฟฟิกนั้นควรที่จะมี ขนาดใหญ่ ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหว หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวแต่ควร จะสั้น และ เรียบง่าย
- 1.3 ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือ สีเข้มอื่นๆ ที่ตัดกับพื้น ชัดเจน
- 1.4 ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟฟิก
- 1.5 กราฟฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ หรือกดแคร่ยาว
- 1.6 ในกราฟฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อบทเรียนไว้ด้วย
- 1.7 ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟฟิกที่แสดงบนจอไว้ด้วย
- 1.8 กราฟฟิกนั้นนอกจากจะมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ยังต้องเหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน

#### 2. บอกวัตถุประสงค์ (Define Objective)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นนอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา และยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึง โครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ นี้เองจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิด ในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ ซึ่งจะมี

ผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย

การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ จนกระทั่งถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่ง คือ ข้อความที่เสนอบนจอเป็นข้อความที่สั้น และได้ใจความ และข้อเสนอนั้นถ้าเป็นไปได้ควรมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้น การบอกถึงวัตถุประสงค์ในบทเรียน CAI จึงนิยมใช้ข้อความที่สั้น และโน้มน้าวจิตใจผู้เรียน ส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ หรือเชิงพฤติกรรมนั้นคงขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เขียนบทเรียน และเนื้อหาของบทเรียน แต่โดยหลักการเรียนการสอนแล้วมักจะกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเนื่องจากสามารถวัดและสังเกตเห็นได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์ มีดังนี้

- 2.1 ใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย
- 2.2 หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป
- 2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ
- 2.4 ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนจบแล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
- 2.5 หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยๆ หลายบทเรียนหลังจากที่บอกวัตถุประสงค์แล้วควรติดตามด้วยรายการให้เลือกและหลังจากนั้น ควรเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
- 2.6 อาจกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอที่ละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงด้านเวลาระหว่างช่วงที่เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ เพื่อดูวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้
- 2.7 เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจให้กราฟฟิกร่างๆ เข้าช่วย เช่น กรอบลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต เป็นต้น แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วยโดยเฉพาะในส่วนของแต่ละบทเรียนย่อย

### 3. ทวนความรู้เดิม (Activate Preknowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่กับผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะได้รับความรู้ ทั้งนี้นอกจากเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre Test) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนย้อนไปคิดถึงที่ตนรู้มาก่อน เพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วย เป็นต้น

ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้นับว่าเป็นที่จะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อ ๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมเป็นไปในรูปแบบ

ของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมกับเนื้อหาตัวอย่าง เช่น ในการสอนสมการ 2 ชั้น หากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจสมการสองชั้นได้ในกรณีนี้ ควรจะมีวิธีวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะเรียนสมการสองชั้นหรือไม่ ลักษณะนี้การทดสอบมีความจำเป็นหากพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจ ก็อาจแนะนำกลับไปเรียนสมการชั้นเดียวก่อน หรือผู้เรียนบทเรียนอาจต้องเรียนบทเรียนย่อยเพิ่มเติม เรื่องสมการชั้นเดียวเพื่อการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

3.1 ไม่ควรเดาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากันควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่

3.2 การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

3.3 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจากทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

3.4 หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้เขียนโปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

3.5 อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด และทำให้บทเรียนน่าสนใจขึ้น

#### 4. การเสนอเนื้อหา (Present Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้นง่ายและได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว ภายใต้อัลกอริทึมที่ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการหลายๆ วิธีที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้แต่จำนวนน้อยก็จะยังดีกว่าคำเขียนทั้งหมด

ภาพที่ใช้ในบทเรียนช่วยสอน จำแนกออกได้ 2 ประเภทหลักๆ คือ ภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และอื่นๆ อีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) เช่น ภาพจากสัญญาณวิดีโอ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิทัลอื่น ๆ เช่น Photo CD จาก Laser Disc จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบการศึกษาเนื้อหา ในส่วนนี้อาจจะไม่มีผลเท่าที่ควรหากภาพนั้นมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) มีรายละเอียดมากเกินไป
- 2) ใช้เวลามากไปในการปรากฏภาพบนจอ

- 3) ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาเท่าที่ควร
- 4) ชับซ้อนเข้าใจยาก
- 5) ไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ไม่สมดุล เป็นต้น

ในส่วนของเนื้อหาที่เสนอเป็นคำอ่านหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะนอกจากผู้เรียนอาจรู้สึกเบื่อก่อนที่ต้องนั่งอ่านเฉยๆ โดยไม่ทำอะไรเลยแม้กระทั่งกดแป้นพิมพ์ การบรรจุข้อความมากๆ และเบียดเสียดกันยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ มีดังนี้

- 4.1 ใช้ภาพประกอบการเสนอเนื้อหาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- 4.2 พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนหรือมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
- 4.3 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
- 4.4 ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนเน้นในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สีหรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น คู่มือด้านล่างของภาพ เป็นต้น
- 4.5 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหา
- 4.6 จัดรูปแบบของคำอ่าน หากเนื้อหาควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน
- 4.7 คำที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจง่าย
- 4.8 หากเครื่องแสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
- 4.9 ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปมาในแต่ละลำดับภาพ และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
- 4.10 คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ เคยเคยและเข้าใจตรงกัน
- 4.11 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นแทนที่จะให้กดแป้นพิมพ์อย่างเดียว

## 5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระจำจชัด (Meaningful Learning) นั้นทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียน CAI ในขั้นนี้คือ พยายามหาเทคนิคในการจะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้ภาพเปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้นเทคนิคการให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ชัดเจนขึ้น

ในบางเนื้อหา ผู้ออกแบบบทเรียน CAI อาจใช้หลักของการค้นพบเนื้อหา(Guided Discovery) ซึ่งหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตัวเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และเช่นกัน เทคนิคการให้ตัวอย่างและให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างได้ในข้อนี้ นอกจากนั้น การใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมอยู่ไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่าย และเป็นไปตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการแนะนำแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

5.1 แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

5.2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือผู้ที่มีประสบการณ์มาแล้ว

5.3 พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยในการอธิบายเนื้อหาใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลายๆ ชนิด หลายๆ ขนาด เป็นต้น

5.4 ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้องเพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ใ้ดูภาพกระป๋องน้ำ ภาพของจาน และบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น

5.5 การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปรูปธรรม

5.6 กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

## 6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถาม การตอบในด้านของการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียนเรียนโดยการอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่นๆ อย่างเช่น วิทยุ เทป ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนแบบโต้ตอบไม่ได้ (Non - Interactive) คือ การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถร่วมกิจกรรมได้หลายลักษณะ แม้เป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องสามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และเมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิด การคิดนำหรือคิดตาม ย่อมมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนนั้นดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีข้อแนะนำดังนี้

- 6.1 พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
- 6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาส พิมพ์คำตอบสั้นๆ เพื่อให้เกิดความสนใจ แต่ไม่ควรให้พิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- 6.3 ถามคำถามเป็นช่วงๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหา
- 6.4 เร้าความคิด และจินตนาการด้วยคำถาม
- 6.5 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่สามารถที่จะตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก
- 6.6 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดสองครั้งควรจะให้มีการตรวจปรับและเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
- 6.7 ในการตอบสนองที่มีผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับ เลข 1 เป็นต้น
- 6.8 ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนลำดับภาพเดียวกับคำถาม และการตรวจปรับคำตอบจะต้องอยู่บนลำดับภาพเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็นลำดับภาพซ้อนขึ้นมาในลำดับภาพหลักเดิมก็ได้

#### 7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่าบทเรียน CAI นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เล่น โดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจน และให้การตรวจปรับเพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การตรวจจับที่เป็นภาพจะช่วยเร้าความสนใจอย่างยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ดีการตรวจปรับภาพที่เป็นภาพ (Visual Feedback) นี้อาจมีผลเสียอยู่บางครั้งที่ผู้เรียนต้องการรู้ว่าหากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้เกมส์แขวนคอ (Hanged Man) ในการสอนศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกดแคร่ยาวไปเรื่อยๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอ เป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยงก็คือภาพการตรวจปรับไม่ควรเป็นภาพในทางบวก เช่น แล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขับยานสู่อวกาศ จักรยาน และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ถ้าเป็นบทเรียน CAI ที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายในระดับสูงขึ้นไป การตรวจปรับด้วยคำเขียนหรือภาพ เช่น กราฟ ก็เป็นการเหมาะสมที่เพียงพอแล้ว เป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

- 7.1 ให้ทำการตรวจปรับทันทีหลังจากผู้เรียนได้ตอบ
- 7.2 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบ และการตรวจปรับบนลำดับภาพเดียวกัน
- 7.3 ถ้าใช้ภาพก็ตรวจปรับ ควรเป็นภาพที่ง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

- 7.4 หลีกเลี่ยงผลทางกายภาพ (Visual Effects) หรือการให้การตรวจปรับที่ตื่นตา หากผู้เรียนทำผิด
- 7.5 อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริงๆ
- 7.6 อาจจะใช้เสียงสำหรับการตรวจปรับ เช่น คำที่ถูกต้อง และคำที่ผิดโดยใช้เสียงแตกต่างกัน
- 7.7 เฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 2 – 3 ครั้ง
- 7.8 อาจจะใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
- 7.9 พยายามสู่การตรวจปรับ เพื่อสร้างความสนใจ

#### 8. ทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Access Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนนั้น เป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตัวเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด เพื่อจะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยัง อย่างไรก็ดีอย่างหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าว นอกจากนี่จะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้วยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรื่องลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วน อาจจะแยกแบบทดสอบออกเป็นหลายๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกหนึ่งชุดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบหลังบทเรียนมีดังนี้

- 8.1 ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- 8.2 ข้อทดสอบ คำตอบและการตรวจปรับ อยู่บนลำดับภาพเดียวกัน และขึ้นอย่างต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
- 8.3 หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไปนอกจากต้องการจะทดสอบทดสอบการพิมพ์
- 8.4 ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในหนึ่งคำถามมีคำถามย่อยอยู่ให้แยกเป็นหลายๆ คำถาม
- 8.5 บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น
- 8.6 คำนึงถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
- 8.7 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบนั้นไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ไม่ใช่บอกว่าผิด เป็นต้น

8.8 อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรที่จะใช้ภาพประกอบการในการทดสอบบ้าง

8.9 ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากผิดพลาด หรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็ก แทนที่จะใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

### 9. การจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ Gagne' นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหา ก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้หรือซักถามปัญหา ก่อนจะจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้น เมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียน จึงมีข้อพิจารณา ดังนี้

9.1 สรุปกับผู้เรียนว่าความรู้ใหม่นั้นมีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนนั้นคุ้นเคยแล้วอย่างไร

9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นการสรุป

9.3 เสนอแนะเนื้อหาที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้

9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

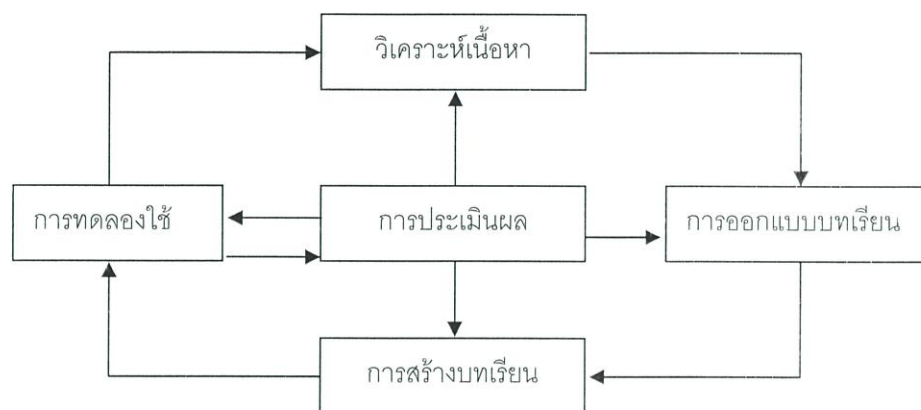
ขั้นการสอน 9 ขั้นของ Gagne' นี้เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้กว้าง ๆ แต่โดยวัตถุประสงค์ของเทคนิคดังกล่าว เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนการสอนโดยตรง คัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ขั้นการสอน 9 ขั้นนี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับที่เรียงไว้ และไม่จำเป็นว่าจะครอบคลุมทั้ง 9 ข้อ จะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอบทใดหรือครอบคลุมขั้นการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้นด้วย การยึดขั้นสอนทั้ง 9 ขั้นหลัก และในขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำๆ กันจนน่าเบื่อหน่ายก็เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ผู้ออกแบบบทเรียนต้องคำนึงถึง

### 2.3.4 กระบวนการออกแบบบทเรียนและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จะแบ่งขั้นตอนการพัฒนาได้ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2539 : 42-46)

1. การวิเคราะห์เนื้อหา
2. การออกแบบบทเรียน
3. การสร้างบทเรียน
4. การทดลองใช้

## 5. การประเมินผลบทเรียน



รูปที่ 2.23 กระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะส่งผลถึงขั้นตอนต่อไป ถ้าการวิเคราะห์เนื้อหาไม่สมบูรณ์ จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ ขั้นตอนนี้จึงกระทำด้วยความรอบคอบและต้องใช้แหล่งข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ช่วย รวมทั้งอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหา ดังต่อไปนี้

1.1 การวิเคราะห์เนื้อหาเนื้อหาบทเรียนที่ได้จากการศึกษา และวิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของหลักสูตรรวมถึงแผนการเรียนและการสอนและคำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชาหลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาใช้ให้กระทำดังนี้

1.1.1 นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป

1.1.2 จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน

1.1.3 เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา

1.1.4 เลือกหัวข้อและเขียนหัวข้อย่อย

1.1.5 เลือกหัวเรื่องที่นำมาเสนอ

1.1.6 นำเรื่องที่แยกเป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดลำดับความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน วัตถุประสงค์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะบ่งบอกถึงสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมใดๆ ออกมาหลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยที่พฤติกรรมนั้นจะต้องวัดได้ คำที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์จึงจะเป็นคำกริยาที่ชี้เฉพาะ เช่น การ

อธิบายแยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ เป็นต้น โดยนำเนื้อหาและกิจกรรมที่ได้จากที่ผ่านมา ซึ่งสอดคล้องกับหัวข้อย่อยที่จะมาสร้างเป็นบทเรียนมาพิจารณาเขียนวัตถุประสงค์

1.3 การวิเคราะห์สื่อ และกิจกรรมการเรียนการสอน การวิเคราะห์สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ จะยึดตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 กำหนดเนื้อหาสั้นๆ กิจกรรมการเรียน และสังกัดของเนื้อหา ที่คาดหวังว่าจะให้

1.3.2 เขียนเนื้อหาสั้นๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.3.3 เขียนสังกัดของเนื้อหาทุกหัวข้อย่อย จากนั้นจึงจัดลำดับเนื้อหาตามลำดับดังนี้

- บทนำ
- ระดับของเนื้อหา และกิจกรรม
- ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละลำดับภาพ
- ความยากง่ายของเนื้อหา
- เลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งจะพิจารณา

ในแต่ละกิจกรรม ต้องใช้สื่อชนิดใด แล้วระบุลงในกิจกรรม

1.4 การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์ของกับเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหาเรื่องดังกล่าวแยกเป็น หัวข้อเรื่องย่อยๆ หลายๆ หัวข้อ จึงจำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนแต่ละเรื่อง เพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียน จะได้ทราบถึงแนวทางขอบข่ายของบทเรียนที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไป

1.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ การนำเสนอเนื้อหาในขั้นนี้ ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละลำดับภาพว่าจะใช้วิธีการแบบใด โดยสรุปขั้นตอนที่ 1.1.3 และ 1.1.4 นำมากำหนดเป็นรูปแบบและแสดงกราฟฟิกบนจอภาพ และการออกแบบลำดับภาพต่างๆ ของบทเรียน

2. การออกแบบบทเรียน ในขั้นตอนนี้หมายถึง การเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) และผังงาน (Flowchart) บทดำเนินเรื่อง หมายถึง เรื่องราวของเรื่องที่ประกอบด้วยเนื้อหาแบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นลำดับภาพย่อยๆ เรียงตามลำดับตั้งแต่ลำดับภาพที่ 1 จนถึงลำดับภาพสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพ ข้อความ ลักษณะของภาพและเงื่อนไขต่างๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์ หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลักกับบทดำเนินเรื่อง จะต้องมีความละเอียด รอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นตอนนี้ต่อไปทำได้ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกแก้ไขบทเรียนในบทเรียนต่อไปภายหลัง

ผังงาน หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่อง ซึ่งการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วน ดังนั้น การเขียนบทดำเนินเรื่องและผังงานจึงต้องกระทำควบคู่กันไปพร้อมๆ กันก็ได้ในขั้นตอนนี้มีกิจกรรมที่ต้องกระทำดังนี้

- 2.1 เขียนผังงานและบทดำเนินเรื่อง โดยการกระทำดังนี้
  - 2.1.1 แสดงการเริ่มต้น และจุดจบของเนื้อหา
  - 2.1.2 แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงบทเรียน
  - 2.1.3 การแสดงปฏิสัมพันธ์ของลำดับภาพต่างๆ บทเรียน
  - 2.1.4 แสดงเนื้อหาโดยใช้แบบสาขาแตกขยาย หรือแบบเชิงเส้น
  - 2.1.5 แสดงการดำเนินบทเรียนและวิธีการเสนอเนื้อหาและกิจกรรม
- 2.2 การออกแบบจอภาพและแสดงผลมีส่วนที่จะต้องพิจารณาดังนี้
  - 2.2.1 บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม
  - 2.2.2 การจัดลำดับภาพหรือแต่ละหน้า
  - 2.2.3 การให้สี แสง เสียง ภาพ ลายกราฟิกต่างๆ
  - 2.2.4 การพิจารณารูปแบบอักษร
  - 2.2.5 การตอบสนองและการโต้ตอบ
  - 2.2.6 การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์
- 2.3 การกำหนดความสัมพันธ์ได้แก่
  - 2.3.1 ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
  - 2.3.2 กิจกรรมการเรียนการสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นตอนที่ 1 และการออกแบบบทเรียนในขั้นตอนที่ 2 นับว่าเป็นกระบวนการเตรียมการสร้างตัวบทเรียนที่อยู่ในลักษณะของเอกสารเป็นส่วนใหญ่ ทั้งสองขั้นตอนนี้จึงรวมเรียกว่าขั้นของการออกแบบบทเรียน (Courseware Designing) หรือการสร้างคอร์สแวร์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากได้ออกแบบคอร์สแวร์แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3. การสร้างบทเรียน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้จะยึดตามขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมด เพื่อสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถทำได้ 2 ลักษณะตามที่กล่าวมาแล้ว คือ การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียน โดยเฉพาะในลักษณะของระบบนิพจน์บทเรียน ซึ่งการใช้โปรแกรมประเภทนี้เหมาะสำหรับผู้สอนทุกๆ ไป โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะในทางด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ส่วนอีกลักษณะหนึ่งนั้น คือ การใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ โดยวิธีการสร้างบทเรียนแบบนี้จะต้องเป็นการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียน โดยที่ผู้สร้างจะต้องอาศัยความชำนาญ และมีประสบการณ์ในทางด้านการเขียนโปรแกรมต่างๆ มาแล้วเป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนประกอบด้วยขั้นตอนมีดังนี้

### 3.1 การเตรียมการได้แก่

#### 3.1.1 การเตรียมข้อความ

3.1.2 การเตรียมภาพ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก เป็นต้น

#### 3.1.3 การเตรียมเสียง

#### 3.1.4 การเตรียมสิ่งอื่น

### 3.2 การใส่เนื้อหาและกิจกรรมได้แก่

#### 3.2.1 ป้อนข้อมูลที่จะแสดงบนจอภาพ

#### 3.2.2 สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง

#### 3.2.3 ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง

### 3.3 การใส่ข้อมูลเพื่อบันทึกการสอน

4. การทดลองใช้ หลังจากสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดลองใช้บทเรียนซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็นอย่างยิ่ง ก่อนที่จะนำเอาบทเรียนไปใช้ในการเรียนการสอน โดยมีข้อปฏิบัติดังนี้

4.1 การตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะต้องกระทำตลอดเวลาซึ่งรวมถึงการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาบทเรียน

4.2 การทดลองใช้งานบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องมีการทดลองใช้งานก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง โดยกระทำกับกลุ่มเป้าหมายและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของบทเรียน

5. การประเมินผล การประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีคล้ายกับการประเมินผลบทเรียนทั่วไป โดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อการประเมินผลตัวบทเรียน และประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เมื่อเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติมาเป็นเกณฑ์ในการประเมินผลด้านประสิทธิภาพของบทเรียน

## 2.4 ความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต

### 2.4.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดยักษ์ที่เชื่อมต่อกันทั่วโลก โดยมีมาตรฐานการรับส่งข้อมูลระหว่างกันเป็นหนึ่งเดียว ซึ่งคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถรับส่งข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น ตัวอักษร ภาพ และเสียงได้ เป็นต้น รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลจากที่ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว (ต้น ตันท์สุทธิวงศ์ และคณะ. 2539 : 15)

อินเทอร์เน็ต (Internet) เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องทั่วโลกสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ โดยใช้มาตรฐาน ในการรับส่งข้อมูลที่เป็นหนึ่ง

เดียว หรือที่เรียกว่าโปรโตคอล (Protocol) ซึ่งโปรโตคอลที่ใช้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีชื่อว่า ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ลักษณะของระบบอินเทอร์เน็ตเป็นเสมือนใยแมงมุมที่ครอบคลุมทั่วโลก ในแต่ละจุดที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตนั้นสามารถสื่อสารกันได้หลายเส้นทางตามความต้องการ โดยไม่กำหนดตายตัว และไม่จำเป็นต้องไปตามเส้นทางโดยตรง อาจจะผ่านจุดอื่นๆ หรือเลือกไปเส้นทางอื่นได้หลายๆ เส้นทาง การติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นั้นอาจเรียกว่าการติดต่อสื่อสารแบบไร้มิติ หรือ Cyberspace (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2544) [Internet]

อินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก เกิดขึ้นจากระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เล็กๆ รวมกันเป็นระบบเครือข่ายใหญ่ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันทั่วโลก (ภาสกร เรืองรอง. 2544) [Internet]

ดังนั้น สามารถสรุปความหมายของอินเทอร์เน็ตได้ว่า คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายกับเครือข่ายหรือเน็ตเวิร์กจำนวนมหาศาลทั่วโลกเข้าด้วยกันภายใต้หลักเกณฑ์มาตรฐานเดียวกัน ซึ่งทำให้ผู้คนสามารถเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลถึงกันได้โดยสะดวกรวดเร็ว ไม่ว่าข้อมูลเหล่านั้นจะอยู่ในรูปแบบใดๆ อาจจะเป็นตัวอักษร ข้อความ หรือเสียง และมีประโยชน์ในการให้บริการสื่อสารข้อมูล เช่น การบันทึกเข้าระยะไกล การถ่ายโอนแฟ้มไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และกลุ่มอภิปราย เป็นต้น

#### 2.4.2 ความเป็นมาของอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายที่แต่เดิมเป็นเครือข่ายที่ใช้ในกิจการทางทหารของสหรัฐอเมริกา ชื่อ อาร์ปาเน็ต (ARPANET : Advanced Research Projects Agency Network) ซึ่งเริ่มใช้ในกิจการเมื่อประมาณ พ.ศ. 2512 ต่อมามีมหาวิทยาลัยหลายแห่งขอร่วมเครือข่าย โดยเชื่อมต่อระบบคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยกับเครือข่ายดังกล่าว เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาและการวิจัย ต่อมาเมื่อมีการใช้เทคนิคการสื่อสารได้ตอบที่เรียกว่า "โปรโตคอล" (Protocol) แบบเฉพาะของอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า "ทีซีพี/ไอพี" "ไอพี" คือ อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลเครือข่ายนี้ได้รับความนิยมต่อเนื่อง มีระบบคอมพิวเตอร์มาเกาะเกี่ยวมากขึ้น จนเป็นเครือข่ายระบบคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลกปัจจุบัน

ประเทศไทยเริ่มสนใจและติดต่อกับอินเทอร์เน็ต ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 โดย มหาวิทยาลัยมหาวิทาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่) และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ซึ่งในปี พ.ศ.2531 วิทยาเขตดังกล่าวนับเป็นที่อยู่ของอินเทอร์เน็ตแห่งแรกของประเทศไทย โดยได้รับที่อยู่ (Address) ชื่อ sritrang.psu.th ปี พ.ศ. 2535 เป็นปีที่อินเทอร์เน็ตเข้ามาอยู่ในประเทศไทยสมบูรณ์ คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เข้าสายเป็นสายความเร็วสูงต่อเชื่อมกับเครือข่าย UUNET ของบริษัทเอกชนที่รัฐเวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา ต่อมามหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า และมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญบริหารธุรกิจ ได้ขอเชื่อมต่อผ่าน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเรียกเครือข่ายนี้ว่า "ไทยเน็ต" (THAIInet) นับเป็นประตู ( Gateway ) แรกสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตสากลของประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2535 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ( NECTEC : National Electronic and Computer Technology Centre ) ได้จัดตั้งกลุ่มเครือข่ายประกอบด้วย มหาวิทยาลัยอีกหลายแห่ง เรียกว่า เครือข่าย "ไทยสาร" ต่อเชื่อมกับเครือข่าย UUNET ด้วยนับเป็น Gateway สู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตแห่งที่สอง

ปัจจุบันมีสถาบันการศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ระดับมัธยมศึกษา และกระทรวง ทบวง กรม มากกว่า 100 แห่ง เชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่าน Gateway ทั้งสอง และ Gateway ของภาคเอกชนหลายแห่งก็ได้รับอนุญาตให้จัดตั้งขึ้น (อริปิตย์ คลี่สุนทร. 2544) [Internet]

### 2.4.3 การใช้ประโยชน์โดยทั่วไปจากอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นระบบเครือข่ายที่เปิด และเชื่อมโยงตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้น สมาชิกของเครือข่ายจึงสามารถเข้าถึงข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยตัวเลข ข้อความ ภาพ และเสียง ที่มีผู้นำเสนอไว้ได้ โดยสะดวก นักวิชาการบางท่านเปรียบอินเทอร์เน็ตเสมือนห้องสมุดของโลกที่มีขนาดมหาศาล ซึ่งมีสรรพวิชาการ งานวิจัย เทคโนโลยีใหม่ๆ ไว้ให้ศึกษา นอกจากนั้น เครือข่ายนี้ยังสามารถเป็นที่สื่อสารแลกเปลี่ยน ความรู้ แนวคิด การติดต่อ ซึ่งรวดเร็วและถูกกว่าการส่งจดหมาย เรื่องที่อยู่ในเครือข่ายจะมีทุกด้าน อาทิ สังคม การเมือง การแพทย์ ศาสนา ดนตรี กีฬา การค้า อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม เป็นต้น (อริปิตย์ คลี่สุนทร. 2544) [Internet]

บริการต่างๆ ในอินเทอร์เน็ตมีหลายลักษณะ ซึ่งข้อมูลทุกด้านจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากจะมีสมาชิกส่วนหนึ่ง จัดเสนอข้อมูลของตนเองเพื่อไว้ใช้ หรืออำนวยความสะดวกแก่ผู้อื่นๆ ตลอดเวลา โดยสรุปลักษณะการให้บริการของอินเทอร์เน็ตมีหลายด้าน ดังนี้

1. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail : Electronics Mail) เป็นบริการที่ให้ผู้ให้บริการสามารถส่งจดหมายถึงบุคคล องค์กร สถาบัน เป็นต้น โดยผู้รับจะได้รับผ่านจอคอมพิวเตอร์ หรือให้พิมพ์เป็นเอกสารได้ทันที หากผู้รับไม่อยู่ที่จอคอมพิวเตอร์ จดหมายนี้จะถูกส่งไปเก็บไว้ในตู้ คือ ในหน่วยความจำที่เสมือนเป็นผู้รับจดหมายในคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้รับจะรับเวลาใดก็ได้ และจะโต้ตอบส่งกลับเวลาใดก็ได้เช่นกัน

2. การทำงานข้ามเครื่อง (TelNet) ผู้ใช้บริการหากมีระบบเครื่องที่ทำงานได้ไม่สะดวก สามารถเปลี่ยนไปทำงานในเครื่องอื่นที่มีสมรรถนะสูงกว่า เพื่อเข้าไปใช้ข้อมูลเนื้อหาที่บนฮาร์ดดิสก์ สำหรับเก็บข้อมูลหรือบริการอื่นใดก็ได้ โดยมีข้อแม้ว่าผู้ให้บริการต้องมีชื่ออยู่ในสารระบบที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ได้

3. การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล (FTP : File Transfer Protocol) เป็นบริการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล หรือโปรแกรมที่ผู้ใช้ต้องการจากเครื่องอื่นมาเก็บไว้ยังเครื่องของตน โดยเฉพาะโปรแกรมที่บางท่านพัฒนาขึ้น และต้องการบริจาคให้สาธารณะประโยชน์ได้ใช้โดยไม่คิดมูลค่า โปรแกรมลักษณะนี้เรียกว่า Shareware บางโปรแกรมก็อาจจะให้ลองใช้เป็นการชั่วคราวหากสนใจอาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายก็อยู่ในลักษณะบริการนี้เช่นกัน

4. กลุ่มข่าวที่น่าสนใจ (UseNet) เป็นบริการที่เสมือนเป็นกระดานประกาศขายสินค้าหรือแสดงความต้องการ เพื่อให้ผู้สนใจตรงกัน หรือคล้ายๆ กันได้ส่งข่าวติดต่อกัน ข่าวที่นำมาเสนอไว้ อาจจะเกี่ยวกับสังคม กีฬา ศาสนา วัฒนธรรม เทคโนโลยี ประชญา การปรุงอาหาร การเลี้ยงสัตว์ การแลกเปลี่ยนแนวคิด คนตรี ปัญหาต่างๆ เป็นต้น ทำข่าวจะมีที่อยู่ติดต่อได้ หรือผู้สนใจติดต่อถึงกัน

5. การสนทนาบนเครือข่าย (Talk) บริการนี้จะแตกต่างจากจดหมาย ซึ่งเขียนไปไว้ที่ตู้ไปรษณีย์ของผู้รับ คือ ผู้ส่ง ผู้รับโต้ตอบกันทางตัวอักษรบนจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งขณะนี้มีซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นให้สามารถพูดโต้ตอบกันผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้ดังเช่นพูดกันทางโทรศัพท์ เช่น โปรแกรมชื่อคูลทอล์ก (CooTalk) เป็นต้น

6. การค้นหาข้อมูลและไฟล์ข้อมูล (Gopher/Archie) เป็นบริการที่เปรียบเสมือนตู้บัตรในห้องสมุดที่สามารถค้นชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง ชื่อที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้การค้นหาต่างๆ เป็นไปอย่างสะดวกและรวดเร็วมาก ผู้ใช้เพียงเข้าไปค้นเมนู (Menu) ที่โปรแกรมนี้ทำไว้เมื่อพอใจเรื่องใดก็ใช้เมื่อนั้นผ่านเข้าไปยังเรื่องหรือสิ่งที่ต้องการได้ทันที

7. เครือข่ายใยแมงมุม (World Wide Web) เครือข่ายบนอินเทอร์เน็ตนี้มีลักษณะพิเศษและ ความนิยมใช้เครือข่ายนี้ได้ทวีสูงขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยวิธีการที่ความสะดวกมาก บนเครือข่ายใยแมงมุมนี้สมาชิกจะมีจุดของตนเองบนใยแมงมุม ซึ่งเปรียบเสมือนจุดตัดของใยสองเส้น เส้นหนึ่งเป็นเส้นตรงจากศูนย์กลางไปยังขอบ อีกเส้นหนึ่งคือเส้นที่คล้ายๆ วงกลมเรียงจากจุดศูนย์กลางเป็นวงกลมเล็กไปสู่จุดรอบนอก ซึ่งเป็นวงกลมใหญ่ขึ้นๆ จุดตัดของใยดังกล่าว เรียก Web Site ซึ่งสมาชิกบน Web Site จะสร้างบ้านของตนเองมี "หน้าบ้าน" ( Home Page) เป็นตราสัญลักษณ์ประจำบ้าน มีรายการข้อมูล รูป หรือเสียง ที่นำเสนอให้ผู้ต้องการเรียกดู เรียกใช้ หรือสำเนาข้อมูลรูปที่ และเสียงบางรายการได้ ธุรกิจการค้า การอุตสาหกรรม องค์กรเอกชน หน่วยงานของรัฐที่เป็นสมาชิกเครือข่าย นิยมประชาสัมพันธ์ การทำงาน ผลผลิต เป็นต้น บน Web Site ของตนเอง ซึ่งได้ผลในแง่ประชาสัมพันธ์ และการค้าขาย แลกเปลี่ยน การตกลง อย่างมหาศาล

#### 2.4.4 ประโยชน์ทางการศึกษา

สำหรับด้านการศึกษานั้น เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะช่วยเสริมสร้างคุณภาพ และความเสมอภาคกันในหลายเรื่อง ดังนี้ (อริปิตย์ คลี่สุนทร. 2544) [Internet]

1. ครู อาจารย์ผู้สอนสามารถพัฒนาคุณภาพบทเรียน หรือแนวคิดในสาขาวิชาที่สอน โดยการเรียกดูจากสถาบันการศึกษาอื่น ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาวิชาการ คู่มือครู แบบฝึกหัด ซึ่งบางเรื่องนั้นสามารถคัดลอกนำมาใช้ได้ทันที เนื่องจากผู้ผลิต ผู้คิดเดิม ให้ความสำคัญให้เป็นของสาธารณะ ชวนนำไปใช้ได้ (Public Mode) ในทางกลับกันครู อาจารย์ ท่านใดมีแนวคิด วิธีการสอน คู่มือการสอนที่น่าสนใจสร้างความเข้าใจได้ดีกว่าผู้อื่น ก็สามารถนำเสนอเรื่องดังกล่าวใน Web Site ของสถาบันของตนเองเพื่อให้ผู้อื่นศึกษาใช้งานได้ ส่วนหนึ่งของเรื่องดังกล่าวอาจจะทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปหรืออยู่ในรูป CD-ROM ซึ่งโดยทั่วไปไปเรียกกันว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน (CAD) ซึ่งมีทั้งช่วยสอนวิชาต่างๆ ไป และช่วยสอนวิชาที่เกี่ยวกับวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์โดยตรง

2. นักเรียน นักศึกษาสามารถเข้าถึงการเรียนการสอนของครู อาจารย์ต่างสถาบันเนื้อหาสาระที่ห้องสมุดตนเองยังไม่มี รูปที่นิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เช่น การทำงานของเครื่องจักร การศึกษาดูส่วนรายละเอียดของการทำงานของร่างกาย เสียงดนตรี เพลง วิดีโอเล่นกีฬา การทดลองวิทยาศาสตร์ ภาพเขียนทางศิลปะวัฒนธรรม สารคดีที่เกี่ยวข้องกับการเรียน ภูมิศาสตร์ วิธีการนอมอาหาร การเรียนด้วยตนเองผ่านบทเรียนสำเร็จรูป (Self - Learning Instruction) การทำอุปกรณ์บางอย่างด้วยตนเอง (Self-Doing Instruction) การแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในสถาบันเดียวกันแต่คนละห้องหรือต่างสถาบัน เป็นต้น (เรื่องดังกล่าว นักเรียน นักศึกษาไทยบางสถาบันสามารถทำได้แล้ว แต่ส่วนใหญ่ยังทำไม่ได้ เนื่องจากยังขาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครือข่าย)

3. ข้อมูลการบริหารการจัดการ สามารถติดตามถ่ายโอน และแลกเปลี่ยนได้ ทะเบียนประวัตินักเรียน การเลือกเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแนะนำ การศึกษาและอาชีพ ข้อมูลผู้ประกอบการด้านอาชีพรายได้ต่อปีการย้ายถิ่นที่อยู่ ข้อมูลครูอาจารย์ เงินเดือน คุณวุฒิ การอบรมฝึกฝน ความรู้ความสามารถพิเศษ เป็นต้น ข้อมูลดังกล่าวพร้อมภาพของนักเรียน อาจารย์จะช่วยให้อาจารย์ประจำชั้น ประจำวิชา ฝ่ายบริหาร สามารถติดตามแลกเปลี่ยนถ่ายโอนตามความจำเป็นเพื่อดูแลให้นักเรียน นักเรียน อาจารย์สามารถพัฒนาตนเองได้สูงสุดตามศักยภาพของแต่ละคน ข้อมูลดังกล่าวดังกล่าวรวมถึงเด็กผู้มีพรสวรรค์เก่งเป็นเลิศ หรือเด็กและเยาวชนที่ยังต้องการความช่วยเหลือเนื่องจากพิการทางร่างกายและ/หรือจิตใจ ซึ่งต้องการการชดเชยในบางเรื่องบางส่วน เพื่อให้สามารถช่วยตนเองและครอบครัวได้ตามศักยภาพของตน ระบบข้อมูลเช่นนี้เรียกกันว่าข้อมูลการบริหารการจัดการ (MIS)

4. งานวิเคราะห์วิจัย เรื่องนี้นักเรียนที่อยู่ระดับมัธยม อาชีวศึกษาขึ้นไป และครูอาจารย์สถาบันทุกระดับ สามารถค้นหาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ วิจัย โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง (Review of Literature) เพื่อดูว่ามีผู้รู้ท่านใดบ้างศึกษาค้นคว้าเมื่อใด ผลเป็นประการใด เพื่อนำมาอ้างอิงหรือนำมาเป็นตัวแบบศึกษาค้นคว้าต่องานบางเรื่องอาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายบ้าง ซึ่งสามารถจ่ายได้ผ่านบัตรเครดิต (Credit Card) เนื่องจากเป็น

งานที่มีลิขสิทธิ์ทางปัญญา แต่เอกสารส่วนมากทั้งงานวิจัยและเอกสารทั่วไปที่ค้นคว้าได้จะเป็นเรื่องที่เปิดเผยแก่สาธารณชนทั่วไป โดยไม่คิดมูลค่า

5. การประมวลผล หรือการทำงานโดยใช้เครื่องอื่นดังกล่าวข้างต้น การบริการของอินเทอร์เน็ตรวมถึงการขอใช้เครื่องที่มีศักยภาพสูงทำงานบางงานให้เราได้ หากได้รับอนุญาตหรือเราเป็นสมาชิกอยู่ ดังนั้นงานประมวลผล หรืองานคำนวณที่ต้องการความรวดเร็วและมีความซับซ้อนสูงก็สามารถใช้บริการนี้ได้ สถานศึกษาบางแห่งอาจมีเครื่องที่มีสมรรถนะไม่สูงพอที่จะทำงานบางงาน ก็สามารถทำงานที่เครื่องของตนเองแต่ส่งงานข้ามเครื่องไปให้ศูนย์ใหญ่ หรือศูนย์สาขาช่วยทำงานให้และส่งผลงานนั้นกลับมายังจอคอมพิวเตอร์ของเจ้าของงาน

6. การเล่นเกมเพื่อลึบสมองและฝึกความคิดกับการทำงานของมือในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีเกมเล่นทุกระดับ ซึ่งส่วนหนึ่งของเกมดังกล่าวจะเปิดให้เล่นโดยไม่คิดมูลค่า ซึ่งนักเรียน นักศึกษาทุกระดับอาจขอเข้าลองศึกษาวิธีการ และลองเล่นกับเพื่อนร่วมชั้น หรือเล่นกับผู้อยู่ต่างสถาบันได้โดยสะดวก แต่อย่างไรก็ตามการเล่นเกมควรมีข้อพิจารณาว่าเล่นเพื่อฝึกสมองหรือคลายความเครียดนั้นจะเป็นประโยชน์มากกว่าหุ่มเท เสียเวลา (และค่าใช้จ่ายที่อาจมี) เพื่อจะเอาชนะการเล่นในเกมแต่เพียงอย่างเดียว

7. การศึกษางานด้านศิลปวัฒนธรรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สังคมโลกเป็นสังคมที่ประกอบไปด้วยผู้คนหลายเชื้อชาติที่มีภาษา ขนบประเพณี วัฒนธรรม ความเป็นอยู่ แนวความคิด สภาวะเศรษฐกิจ แตกต่างกันมาก แต่ในเครือข่ายนี้การศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด เพื่อนำส่วนที่ดีและเหมาะสมของบางสังคมมาประยุกต์ใช้ได้โดยง่าย นักเรียน นักศึกษา ครู อาจารย์ อาจจะมีเวลาเป็นวันๆ อ่านสาระ รับประทานอาหารบางเรื่อง รวมทั้งดูภาพนิ่ง หรือ ภาพเคลื่อนไหว ผ่านเครือข่ายนี้ เพื่อนำมาใช้ในการเรียน การสอน การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

#### 2.4.5 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในอนาคต

การศึกษาที่มีคุณภาพ หมายถึงการศึกษาที่ทั่วถึงและเพียงพอ อันจะส่งผลให้พลเมืองในสังคมมีความสุขในชีวิต ช่วยลดช่องว่างทางฐานะและความเป็นอยู่ รวมทั้งช่วยขจัดและบรรเทาปัญหาสังคมให้แก่ประเทศชาติอีกด้วย

กิดานันท์ มลิทอง. (2540 : 243-244) กล่าวว่า เทคโนโลยีระดับสูงในปัจจุบันได้ก่อให้เกิดการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ ขึ้นเป็นอันมาก ทั้งในด้านของวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการรูปแบบต่างๆ เพื่อสนองความต้องการในวิถีชีวิตที่แปลกใหม่ของคนเรา สิ่งเหล่านี้อาจเป็นตั้งแต่เครื่องใช้ในบ้านและสำนักงานอัตโนมัติ วัสดุและอุปกรณ์ในระบบดิจิทัลที่มีขนาดเล็กและพกพาสะดวก เช่น กล้องถ่ายภาพระบบดิจิทัล ซีดี-รอม ฯลฯ หรือการติดต่อสื่อสารกันโดยโครงข่ายโยงใยทั่วโลกในลักษณะของเว็ลด์ไวด์เว็บในอินเทอร์เน็ต เหล่านี้เป็นต้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นสิ่งใหม่ที่เราเรียกว่า “นวัตกรรม” (Innovation) ซึ่งล้วนเป็นสิ่งที่ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่และการทำงานของพวกเราใน

ปัจจุบันเป็นไปได้ด้วยความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และเมื่อนำนวัตกรรมมาใช้ในการศึกษาแล้ว จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม

การนำนวัตกรรมมาใช้ในการศึกษาเรียกว่า “นวัตกรรมการศึกษา” (Educational Innovation) หมายถึง นวัตกรรมที่จะช่วยให้การศึกษาและการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม เกิดแรงจูงใจในการเรียนด้วย นวัตกรรมเหล่านั้น และประหยัดเวลาในการเรียนได้อีกด้วย ในปัจจุบันมีการใช้นวัตกรรมการศึกษา มากมายหลายอย่างซึ่งมีทั้งนวัตกรรมที่ใช้กันแพร่หลายแล้วและประเภทที่กำลังเผยแพร่ เช่น การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย การใช้แผ่นวีดิทัศน์เชิงโต้ตอบ (Interactive Video) สื่อหลายมิติ (Hypermedia) และอินเทอร์เน็ต เหล่านี้เป็นต้น

เสรี เพิ่มชาติ. (2530 : 32) กล่าวว่าการจัดการศึกษาในปัจจุบัน นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาได้เข้ามามีความสำคัญและบทบาทต่อการจัดการศึกษาในทุกระดับการศึกษาถึงกับมีการกล่าวกันว่านวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพอย่างหนึ่งของการศึกษาที่ขาดไม่ได้ และจะยิ่งเพิ่มความสำคัญมากขึ้นในอนาคต โดยในการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา สถาบันอุดมศึกษาได้ตระหนักถึงความสำคัญของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา จึงได้มีการนำวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนเทคนิควิธีการต่างๆ ทางนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาใช้ในการดำเนินการทางการศึกษามากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะคุณสมบัติที่เด่นชัดของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษานั้นเอง

เสรี เพิ่มชาติ. (2530 : 32-33) กล่าวว่าในการจัดการศึกษาในอนาคต เป็นที่คาดหมายกันว่า จะต้องตอบสนองต่อผู้เรียนในสองลักษณะคือ การเรียนการสอนแบบกลุ่มใหญ่ และการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ซึ่งมีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาและเทคโนโลยีวิธีการ อาจจะเป็นในรูปแบบการศึกษาในระบบทางไกล การศึกษาแบบศูนย์การเรียน การศึกษาที่ใช้เครื่องช่วยสอน ประกอบ หรือการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองมากที่สุด

## 2.5 ความรู้เกี่ยวกับการเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

การเรียนแบบออนไลน์หรือการเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Learning หรือ E-Learning) คือ การศึกษา เรียนรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต (Internet) หรืออินทราเน็ต (Intranet) เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตน โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูป เสียง วิดีโอและมัลติมีเดียอื่นๆ จะถูกส่งไปยังผู้เรียนผ่าน Web Browser โดยผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน สามารถติดต่อ ปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อ สื่อสารที่ทันสมัย (E-Mail, Webboard, Chat) จึงเป็นการเรียนสำหรับทุกคน, เรียนได้ทุกเวลา

และทุกสถานที่ (Learn for All : Anyone, Anywhere and Anytime) (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544) [Internet]

ประโยชน์ของ E-Learning (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544) [Internet]

### 1. ประโยชน์ต่อผู้เรียน

1.1 เพิ่มความยืดหยุ่นในด้านเวลา ให้กับผู้เรียนที่ยังอยู่ในวัยทำงาน และนักเรียนนักศึกษาที่เรียนในชั้นเรียนปกติอยู่แล้ว การเรียนแบบ E-Learning จะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้ โดยสามารถเลือกเวลาเรียนได้เองตามความเหมาะสมของแต่ละคน

1.2 เลือกสถานที่เรียนได้เองโดยสำหรับผู้ที่อยู่ในเมืองใหญ่ต้องพบกับสภาพการจราจรที่ติดขัด โดยเฉพาะช่วงเช้าและช่วงเย็น ส่วนผู้ที่อยู่ในชนบทห่างไกลต้องเดินทางจากบ้านไปยังสถานศึกษาที่อยู่ไกลออกไป จึงสรุปได้ว่าการเดินทางไปยังสถานศึกษาเป็นข้อจำกัดของการเรียนปกติ แต่ด้วยการเรียนแบบ E-Learning ทุกคนสามารถเข้าสู่บทเรียนได้จากทุกที่ (ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้) อาจใช้เวลาหลังเลิกงานหรือหลังรับประทานอาหารเย็น ด้วยเวลาเพียงวันละประมาณ 1-2 ชั่วโมง จะก็สามารถเพิ่มพูนความรู้ ข้อมูล ข่าวสารต่างๆ ซึ่งเป็นการพัฒนาตัวเองเพื่อเพิ่มโอกาสการทำงานหรือเพิ่มโอกาสในหน้าที่การงานที่ดีขึ้น

1.3 ประหยัดค่าใช้จ่าย การเรียนภาคปกติหรือภาคค่ำในสถาบันการศึกษาต่างๆ นั้นจะมีค่าใช้จ่ายต่าง มากมาย ตั้งแต่ค่าใช้จ่ายสำหรับผู้สอน ผู้บรรยาย ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ค่าอุปกรณ์การเรียน และอื่นๆ ด้วยการเรียนแบบ E-Learning จะช่วยลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้ประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการเรียนปกติ

1.4 เลือกเรียนในวิชาที่สนใจ ซึ่งในอดีตผู้ที่จะได้เรียนวิชาต่างๆ ที่เปิดสอนในภาคปกติของสถาบันการศึกษาแห่งใดนั้น คือนักศึกษาของสถาบันแห่งนั้นบุคคลภายนอกไม่มีโอกาสได้เรียน ดังนั้น การเรียนแบบ E-Learning จึงมุ่งที่จะสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ขึ้นมาเพื่อให้เป็นศูนย์กลางของความรู้ เนื้อหา บทเรียนในสาขาวิชาต่างๆ ทำให้ผู้เรียนทุกคนได้เลือกเรียนในวิชาต่างๆ ตามความสนใจ ศักยภาพ ความพร้อมและโอกาส ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเรียนตามอัธยาศัยดังที่ได้ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

1.5 ได้รับการถ่ายทอดอย่างถูกต้อง การเรียนแบบ E-Learning เป็นการเรียนที่ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับเนื้อหาของบทเรียนที่มีความเหมือนกับต้นฉบับทุกประการ นั่นคือไม่เกิดการบิดเบือนในกระบวนการถ่ายทอด เนื่องจากทุกครั้งที่มีผู้เรียนแต่ละคนเรียกดูเนื้อหาของบทเรียนเดียวกัน ระบบจะไปดึงเอาข้อมูลนั้นๆ มาแสดงให้กับทุกคนเหมือนกัน ผู้เรียนจึงมั่นใจได้ว่าเนื้อหาของบทเรียนที่ได้รับนั้นมีความน่าเชื่อถือสูงสุด

1.6 ขยายโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในชุมชนแห่งการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Virtual Learning Community) มีลักษณะพิเศษคือ แม้ว่าผู้เรียนแต่ละคนจะไม่ได้อยู่ที่เดียวกันก็สามารถใช้เครื่องมือในการติดต่อสื่อสารต่างๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ติดต่อ สอบถามปรึกษาหารือ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างตัวผู้เรียนกับครู อาจารย์ผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนคนอื่นๆ ได้อย่างอิสระ ทำให้เกิดกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่สมบูรณ์แบบ

1.7 การติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนนั้น โดยระบบจะคอยบันทึก ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้อย่างครบถ้วน ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถพัฒนาการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ได้กำหนดไว้

1.8 การได้เรียนรู้เทคโนโลยีซึ่งควบคู่ไปกับการเรียนในบทเรียน เนื่องจาก E-Learning เป็นการเรียนผ่าน Web Browser ที่ต้องอาศัยทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ (Hardware) และ โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนแบบนี้ (Software) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับเทคโนโลยี กลายเป็นคนที่พร้อมที่จะรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ไม่กลัวการเปลี่ยนแปลง เพราะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทั้งด้าน Hardware และ Software นั้นเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

## 2. ประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษา

ขยายขอบเขตการให้บริการให้กว้างขึ้น ปัจจุบันสถาบันการศึกษาโดยทั่วไปสามารถให้บริการเฉพาะนักศึกษาของตนเท่านั้น การเพิ่มจำนวนนักศึกษาก็ทำได้ยาก เนื่องจากมีปัญหาในหลายๆ ด้าน เช่น จำนวนครู อาจารย์ไม่เพียงพอ ไม่สามารถขยายสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกให้เหมาะสมได้ เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้จะไม่เป็นอุปสรรคต่อความต้องการที่จะขยายฐานของผู้เรียนให้กว้างออกไป หากทางสถาบันศึกษานำการเรียนแบบ E-Learning มาให้บริการแก่ประชาชนที่สนใจ จากการใช้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถให้บริการได้ตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตลอดเวลา และพื้นที่ให้บริการสามารถขยายออกไปอย่างต่อเนื่องทำให้ประชากรของประเทศสามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้อย่างกว้างขวาง ทำให้จำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงนับว่าเป็นโอกาสอันดีที่ทางสถาบันการศึกษาจะขยายบริการทางการศึกษาเรียนรู้ของตนออกไปสู่สังคมได้อย่างกว้างขวาง

ความสะดวกในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในบทเรียนต่างๆ ในอดีตบทเรียนต่างๆ มักอยู่ในรูปของหนังสือ และสิ่งพิมพ์อื่นๆ ซึ่งยากต่อการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นความรู้ต่างๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หนังสือที่มีอยู่จะล้าสมัยไม่เหมาะจะนำมาใช้ประกอบการเรียน ดังนั้น เพื่อการได้รับข้อมูล ข่าวสาร และความรู้ใหม่ๆ ผู้สอนก็ต้องทำการแก้ไข เพิ่มเติมเนื้อหาในหนังสือเล่มเดิมซึ่งทำได้ยาก เสียค่าใช้จ่ายสูง และใช้เวลานาน อีกทั้งผู้เรียนต้องซื้อหนังสือเล่มใหม่ ซึ่งในปัจจุบันมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ การเรียนแบบ E-Learning นั้นสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

กล่าวคือผู้สอนเพียงแค่เพิ่มเติม แก้ไข ปรับปรุงเนื้อหา ความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่เข้าไปในฐานข้อมูลระบบจะจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบเตรียมพร้อมที่จะให้บริการแก่ผู้เรียนทุกคน วิธีนี้สามารถทำได้ด้วยความสะดวกและรวดเร็ว

การประเมินผลการเรียน ด้วยระบบติดตาม ตรวจสอบการเรียน ตั้งแต่เวลาที่ใช้ในการเรียน ความสม่ำเสมอของการเข้าเรียน ผลการทำข้อสอบ และอื่นๆ ของผู้เรียนแต่ละคนอย่างใกล้ชิด ทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ และประมวลผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าจุดใดที่ติดอยู่แล้ว หรือจุดใดที่ควรปรับปรุงแก้ไข ทั้งทางด้านของผู้เรียนและทางด้านของผู้สอน

การแลกเปลี่ยนเนื้อหา ความรู้กับสถาบันการศึกษาอื่น แต่ละสถาบันย่อมมีความเชี่ยวชาญ และความชำนาญที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางสถาบันเชี่ยวชาญทางด้านกฎหมาย บางสถาบันก็เด่นทางด้านบริหารธุรกิจหากสถาบันทั้งสองมองเห็นประโยชน์ของการแลกเปลี่ยนเนื้อหา ความรู้กันระหว่างสถาบันการศึกษาจะทำให้นักศึกษาของทั้งสองสถาบันได้เรียนวิชาทั้ง 2 วิชาจากอาจารย์ผู้มีความเชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ อย่างแท้จริง โดยจะเห็นได้ว่าการทำเช่นนี้เป็นการช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู อาจารย์ ในบางสาขาวิชาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสุดท้ายแล้วประโยชน์จะเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนมากที่สุด

## 2.6 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนผ่านเว็บ หรือ Web-Based Instruction เป็นรูปแบบหนึ่งของการประยุกต์ใช้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาใช้สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บ ดังนี้

Camplese and Camplese (1998) [Internet] กล่าวถึงความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนทั้งกระบวนการหรือบางส่วน โดยใช้เว็ลด์ไวด์เว็บเป็น สื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้ แลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลระหว่างกัน เนื่องจากเว็ลด์ไวด์เว็บมีความสามารถในการถ่ายทอดข้อมูลได้หลายประเภทไม่ว่าจะเป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง จึงเหมาะแก่การเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาการเรียนการสอน

Hannum (1998) [Internet] กล่าวถึงการเรียนการสอนผ่านเว็บว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ตบนพื้นฐานของหลักการและวิธีการออกแบบการเรียนการสอนอย่างมีระบบ

วิชดา รัตนเพียร (2542 : 29-30) กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการนำเสนอโปรแกรมบทเรียนบนเว็บเพจ โดยนำเสนอผ่านบริการเว็ลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ออกแบบ และสร้างโปรแกรมการสอนผ่านเว็บจะต้องคำนึงถึงความสามารถและบริการที่

หลากหลายของอินเทอร์เน็ต และนำคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้มาใช้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

WBI เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ E-Learning ซึ่งมีข้อแตกต่างกับ CAI คือ CAI ทำงานภายใต้ Standalone หรืออาจทำงานภายใต้ Local Area Network CAI มิได้ออกแบบเพื่อการสื่อสารถึงกันได้ แต่ WBI หรือ Web-Based Instruction ทำงานบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนและอาจารย์สามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ และอาจารย์สามารถติดตามพฤติกรรม การเรียน ตลอดจนผลการเรียนของผู้เรียนได้ WBI สามารถทำการสื่อสารภายใต้ระบบ Multiuser ได้อย่างไร้พรมแดน โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนด้วยกัน อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ ฐานข้อมูลความรู้ และยังสามารถรับส่งข้อมูลการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Education Data) อย่างไม่จำกัดเวลา ไม่จำกัดสถานที่ ไม่มีพรมแดนกีดขวางภายใต้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรืออาจเรียกว่าเป็น Virtual Classroom เลยกก็ได้ และนั่นก็คือการกระทำกิจกรรมใดๆ ภายในโรงเรียน ภายในห้องเรียน สามารถทำได้ทุกอย่างใน WBI ที่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จนกระทั่งจบการศึกษา (ภาสกร เรืองรอง, 2544) [Internet]Doherty (1998 : 61-63) แนะนำว่าการเรียนการสอนผ่านเว็บ มีวิธีการใช้ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การนำเสนอ (Presentation) ในลักษณะของเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยข้อความ ภาพกราฟิก โดยมีวิธีการนำเสนอ คือ

- 1.1 การนำเสนอแบบสื่อเดี่ยว เช่น ข้อความ หรือ รูปภาพ เป็นต้น
- 1.2 การนำเสนอแบบสื่อคู่ เช่น ข้อความกับรูปภาพ เป็นต้น
- 1.3 การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย คือ ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นต้น

2. การสื่อสาร (Communication) การสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ทุกวันในชีวิตซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ต โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ เช่น

- 2.1 การสื่อสารทางเดียว เช่น การดูข้อมูลจากเว็บเพจ เป็นต้น
- 2.2 การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ได้ตอบกัน เป็นต้น
- 2.3 การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายที่ เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียวแพร่กระจายไปหลายแหล่ง เช่น การอภิปรายจากคนเดียวให้คนอื่นๆ ได้รับฟังด้วย หรือการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer Conferencing) เป็นต้น
- 2.4 การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มในการสื่อสารบนเว็บ โดยมีคนใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน เป็นต้น

3. การทำให้เกิดความสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของอินเทอร์เน็ตและสำคัญที่สุด ซึ่งมี 3 ลักษณะ คือ

- 3.1 การสืบค้นข้อมูล

### 3.2 การหาวิธีการเข้าสู่เว็บ

### 3.3 การตอบสนองของมนุษย์ต่อการใช้เว็บ

นอกจากนี้ Hannum (1998) [Internet] ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บออกเป็น 6 ลักษณะ คือ

1. แบบห้องสมุด (Library Model) เป็นรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนใช้ประโยชน์จากความสามารถในการเข้าไปยังแหล่งทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่หลากหลาย โดยวิธีการจัดหาเนื้อหาให้ผู้เรียนผ่านการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเสริมต่างๆ เช่น สารานุกรม วารสาร หรือ หนังสือออนไลน์ทั้งหลาย เป็นต้น
2. รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook Model) เป็นการจัดเนื้อหาของหลักสูตรในลักษณะออนไลน์ให้แก่ผู้เรียน เช่น คำบรรยาย สไลด์ นิยาม คำศัพท์ และส่วนเสริม เป็นต้น ผู้สอนสามารถเตรียมเนื้อหาออนไลน์ที่ใช้เหมือนกับที่ใช้ในการเรียนในชั้นเรียนปกติ และสามารถทำสำเนาเอกสารให้กับผู้เรียนได้
3. รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model) เป็นรูปแบบที่จัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ โดยนำลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาประยุกต์ใช้เป็นการสอนแบบออนไลน์ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ มีการให้คำแนะนำ การปฏิบัติ การให้ผลย้อนกลับ รวมทั้งการให้สถานการณ์จำลอง
4. รูปแบบการสื่อสาร (Computer-Mediated communication Model) เป็นรูปแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อเพื่อการสื่อสาร ผู้เรียนสามารถที่จะสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่นๆ ผู้สอนหรือกับผู้เชี่ยวชาญได้ โดยรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายในอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มอภิปราย การสนทนาและการอภิปราย และการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์
5. รูปแบบผสม (Hybrid Model) เป็นการนำเอารูปแบบ 2 ชนิด คือ รูปแบบการเผยแพร่ กับรูปแบบการสื่อสารมารวมเข้าไว้ด้วยกัน
6. รูปแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom Model) เป็นการนำเอาลักษณะเด่นหลายๆ ประการของแต่ละรูปแบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้ ลักษณะเด่นของการเรียน การสอนรูปแบบนี้คือ ความสามารถในการลอกเลียนลักษณะของห้องเรียนปกติมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยความสามารถต่างๆ ของอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีส่วนประกอบคือ ประมวลผลรายวิชา เนื้อหาในหลักสูตร รายชื่อแหล่งเนื้อหาเสริม กิจกรรมระหว่างผู้เรียนผู้สอน คำแนะนำและการให้ผลย้อนกลับ การนำเสนอในลักษณะมัลติมีเดีย การเรียนแบบร่วมมือ รวมทั้งการสื่อสารระหว่างกัน รูปแบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียน โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

## 2.7 เครื่องมือสำหรับการพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 2.7.1 Macromedia Dreamweaver

Macromedia Dreamweaver เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ โดยการลากองค์ประกอบของหน้าเว็บเพจที่ต้องการ (เรียกว่า อ็อบเจ็กต์) ไปวางบนหน้าเอกสาร

เว็บเพจ (Web Page) เป็นการรวบรวมข้อมูล รูปภาพ และเนื้อหาด้านมัลติมีเดีย เว็บเพจแต่ละหน้ามีการเชื่อมต่อกันทำให้สามารถเรียกดูเว็บเพจหนึ่งจากเว็บเพจอื่นได้ โดยในเว็บเพจจะมีจุดเชื่อมโยงที่เรียกว่า ลิงค์ (Link) ซึ่งเมื่อคลิกเมาส์ตรงจุดที่กำหนดจะทำให้สามารถไปดูข้อมูลในส่วนอื่นของเว็บเพจหรือเว็บเพจหน้าอื่นได้

เว็บไซท์เป็นที่เก็บเว็บเพจ เมื่อใดที่ต้องการเปิดดูเว็บเพจจะต้องใช้เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีหน้าที่ส่งข้อมูลร้องขอดูเว็บและนำเสนอข้อมูลเว็บ โดยตัวเว็บเบราว์เซอร์จะมีความเข้าใจในภาษามาตรฐานของเว็บคือภาษา HTML (HyperText Markup Language) และสามารถแปลงภาษา HTML ให้กลายเป็นหน้าเอกสารที่สามารถเข้าใจได้ นอกจากนี้แล้วเว็บไซท์ยังเกี่ยวข้องกับคำสำคัญอีกคำหนึ่ง คือ World Wide Web (หรือบางที่เรียกว่า  $W^3$ , the Web และ WWW) ซึ่งเป็นบริการรูปแบบหนึ่งที่สามารถสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตได้จากเว็บไซท์ที่อยู่ตามคอมพิวเตอร์ต่างๆ ทั่วโลก โดยจะต้องระบุ URL (Uniform Resource Locator) ซึ่งหมายถึงตัวระบุตำแหน่งของแหล่งข้อมูล โดย URL จะถูกเปลี่ยนให้เป็นชื่อแบบตัวเลข หรือ IP Address ซึ่งหมายเลข IP นั้นจะถูกใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งเครื่องในอินเทอร์เน็ต โดยเครื่องทุกเครื่องที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตจะมีหมายเลข IP ที่ไม่ซ้ำกัน ทำให้สามารถระบุที่อยู่ของเครื่องที่เก็บเว็บที่ต้องการเปิดดูได้ (พันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร และคณะ. 2544 : 6-12)

คำศัพท์ที่จำกัดความเกี่ยวกับเว็บไซท์ เช่น เอกสาร มัลติมีเดีย เป็นต้น มีความหมายดังนี้

- เอกสาร (Document) คือ รายงานที่ใช้บรรยายสิ่งต่างๆ โดยปกติแล้วมักจะจัดทำกันบนแผ่นกระดาษทั้งสิ้น แม้ว่าจะสร้างและแสดงเอกสารบนจอคอมพิวเตอร์ ก็ยังเรียกว่าเอกสารได้เช่นกัน สำหรับเอกสารในเว็บไซท์ จะมีชื่อเรียกเป็นการเฉพาะว่า เว็บเพจ (Web Page)

- มัลติมีเดีย (Multimedia) เกี่ยวกับเอกสารที่นำเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นว่าจะต้องมีแต่ข้อความอย่างเดียวเท่านั้น อาจมีรูปที่ ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และเสียงประกอบ

สรุปได้ว่า เว็บไซท์ คือ ชุดของเว็บเพจที่เชื่อมโยงกันด้วยไฮเปอร์ลิงค์ ซึ่งเพียงแต่คลิกที่ไฮเปอร์ลิงค์เท่านั้น ก็สามารถจะกระโดดข้ามจากเอกสารฉบับหนึ่งไปยังอีกฉบับหนึ่งได้ ในการเรียนดู (สังสิทธิ์ เลิศสินชวานนท์และคณะ. 2541 : 5-7)

### 2.7.2 ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม Command Gateway Interface (CGI)

CGI หรือ Command Gateway Interface สามารถรับเอาข้อมูลจาก Client ไปประมวลผลที่ Server และส่งผลลัพธ์กลับไปให้ Client เช่น Client ต้องการสอบถามข้อมูลว่ามี Web Site ใดที่มี

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ PHP หรือ Professional Home Pages ซึ่งเป็นโปรแกรมตีความภาษา (Interpreter) บ้าง มันก็จะรับข้อมูลไปประมวลผลที่ Server และ Server ก็จะตรวจสอบกับ Database ที่มีอยู่ว่ามี Web Site ใดมีข้อมูลดังกล่าวหรือไม่ เสร็จแล้วก็จะส่งผลกลับไปให้ที่ Client เป็นต้น (ภาสกร เรืองรอง. 2544) [Internet]

### 2.7.3 ความรู้เกี่ยวกับ PHP

PHP เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการทำงานบนเว็บที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมีการจัดการที่ง่าย และรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นซอฟต์แวร์ที่แจกฟรีด้วย

นอกจากนั้น PHP ยังสามารถเข้าถึงระบบฐานข้อมูล โดยสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ซึ่งเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลสัมพันธ์ ที่ได้รับความนิยม เพราะเป็นฟรีแวร์ฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเป็นซอฟต์แวร์แบบเปิดที่สามารถดาวน์โหลดซอร์สโค้ดมาพัฒนาได้ตามต้องการ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ พร้อมกันนั้นยังสนับสนุนการใช้งานระบบปฏิบัติการได้มากมาย เช่น UNIX, LINUX และ Windows MySQL สามารถใช้งานได้พร้อมกันหลายคนพร้อมๆ กัน มีระบบรักษาความปลอดภัยที่ดี และยังสามารถนำคำสั่ง SQL มาใช้ทำงานกับ MySQL ได้ด้วย

ปัจจุบันปัญหาทางลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ได้สร้างความเดือดร้อนกับผู้ใช้มากขึ้น จึงมีผู้หันมาใช้(ด)รแกรมที่เป็น Open source กันมากขึ้น ทั้ง PHP และ MySQL ต่างก็เป็น Open source เช่นเดียวกันรวมทั้งสามารถใช้ได้ดีกับเกือบทุกระบบปฏิบัติการ

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับประเทศไทยแม้จะมีการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในสถานศึกษาบ้างแล้ว แต่ก็ยังไม่มีการศึกษาระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในด้านการศึกษาอย่างจริงจัง มีเพียงการศึกษาแนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา เช่น

บุญเรือง เนียมหอม (2540 : 201-202) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา พบว่า

1. ในสภาพการจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน พบว่าการเรียนการสอนเน้นกิจกรรมและบริการของอินเทอร์เน็ต ผู้สอนเป็นผู้ควบคุม ตรวจสอบ ติดตามการเรียนของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมทรัพยากรสนับสนุนการเรียนทางอินเทอร์เน็ต มีการใช้โปรยชน์อิเล็กทรอนิกส์ และเว็ลด์ไวด์เว็บในการเรียนการสอนมากที่สุด ใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทัศนะนักจิตวิทยาพฤติกรรมนิยม การเรียนแบบร่วมมือ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในเว็บไซต์ประกอบด้วยหน้าโฮมเพจ เว็บเพจประกาศ ข่าว ประมวลรายวิชา กิจกรรมการเรียนการสอนและเว็บเพจทรัพยากรสนับสนุน

2. ระบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 12 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนรายวิชา การวิเคราะห์ผู้เรียน การออกแบบเนื้อหาวิชา การกำหนดวิธีเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอน การเตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อมการเรียนทางอินเทอร์เน็ต การกำหนดคุณสมบัติผู้สอน เตรียมความพร้อมผู้สอน การดำเนินการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมบริการของอินเทอร์เน็ต การสร้างเสริมทักษะ และการจัดกิจกรรมสนับสนุน การควบคุม ตรวจสอบ และติดตามการเรียน การประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอน ประเมินผลการสอน ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

3. จากการประเมินรูปแบบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นพบว่าอาจารย์ส่วนใหญ่เห็นว่าระบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสม ทุกองค์ประกอบมีความจำเป็น อาจารย์ส่วนใหญ่สามารถนำระบบไปใช้ในการออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตได้ ปัญหาการนำไปใช้งานจริง คือ ความล่าช้าในการรับข้อมูลจากแหล่งทรัพยากรภายนอก และระบบการสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต

เรวดี คงสุภาพกุล (2538 : 124-132) ศึกษาเรื่องระบบอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าสาขาวิชาที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับความบ่อยในการใช้ นักศึกษาสาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ใช้ระบบมากกว่านักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ และเป็นการใช้ตามสาขาวิชาที่ศึกษา คือ นักศึกษาสาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเพื่อนมนุษย์ด้วยกันจึงใช้ระบบในการคุยกับเพื่อน ในขณะที่นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์จะใช้งานบริการค้นหางานวิจัย ค้นหาข้อมูลวิชาการ

พจนารถ ทองคำเจริญ (2539 : 81-94) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ สภาพ ความต้องการ และปัญหาการใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอนในสถาบันอุดมศึกษาสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่าอาจารย์และนิสิตนักศึกษาใช้บริการค้นหาข้อมูลแบบเว็ลด์ไวด์เว็บมากที่สุด และรองลงมาคือไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล การใช้เครื่องระยะไกลตามลำดับ สถาบันมีนโยบายปรับปรุงด้านบริการพื้นฐานให้พร้อม โดยเฉพาะการเพิ่มคู่สายและความเร็วในการสื่อสาร และการปรับปรุงการเรียนการสอนในหลักสูตรวิชาต่างๆ ให้ใช้อินเทอร์เน็ตด้วย ผู้บริหารเห็นด้วยในการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอน และเห็นว่าควรมีการวางแผนระยะยาวในการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ ควรมีการปรับปรุงบุคลากรให้มีความรู้และทักษะการใช้อินเทอร์เน็ต นิสิต

นักศึกษาและอาจารย์ส่วนใหญ่มีความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอน ต้องการเพิ่มความเร็วในการสื่อสารกับศูนย์บริการ เพิ่มงบประมาณในการติดตั้งให้เพียงพอ เพิ่มความเร็วในการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล และขยายช่องกว้างสัญญาณให้สามารถทำงานได้คล่องตัวขึ้น

กัญญารัตน์ อุตะเถา (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาสถิติเบื้องต้น โดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการ ชั้นปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 คณะ

เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 39 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาสถิติเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 86.2/87.4 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

ชาญชัย พิพัฒน์สันติกุล (2530 : 56-61) ได้ศึกษาแนวโน้มของสภาพเทคโนโลยีการศึกษา ไทย ในปี พ.ศ. 2540 และ 2550 พบว่ามีแนวโน้มที่จะส่งเสริมการศึกษาที่เน้นการใช้เทคโนโลยีที่ เหมาะสม เน้นการศึกษารายบุคคล โดยมีระบบศูนย์สารสนเทศเป็นแหล่งวิทยาการการศึกษาที่ สำคัญ

ศิริโรตม์ ชมบุญ (2543 : 47) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พระราชบัญญัติควบคุมอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.50/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

นงกัญช เพ็ชรรัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่าน อินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิทยาการ คอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 39 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.50/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

Russett (1992 : 65-76) ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการใช้โปรยณีย้อเล็กทรอนิกส์ของ นักศึกษาระดับปริญญาตรี และการหันมาใช้บริการอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่าในการจัดการเรียนการสอนควรจะมีการบูรณาการเทคโนโลยีการศึกษาเข้าไปใน หลักสูตร และควรพิจารณาให้มีการฝึกงานที่เป็นการฝึกทักษะการใช้โปรยณีย้อเล็กทรอนิกส์ ระหว่างอาจารย์กับนักศึกษา การวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการศึกษาผ่านโปรยณีย้อเล็กทรอนิกส์นี้ นักศึกษาสามารถแสดงออกได้อย่างอิสระ ซึ่งวิธีการเรียนการสอนอื่นทำไม่ได้ สรุปผลการวิจัยว่า ควรมีการใช้โปรยณีย้อเล็กทรอนิกส์สำหรับนักศึกษาและอาจารย์

Wells, Anderson และ Daniel (1995 : 75-85) ได้ศึกษาเรื่องบทบาทของครูเกี่ยวกับการใช้ อินเทอร์เน็ต โดยสมบูรณ จากแนวคิดที่ออกแบบโดย West Virginia University เพื่อเพิ่มพูนทักษะ เกี่ยวกับการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาและประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. ความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต และวิธีการใช้
2. การสื่อสาร
3. หลักสูตรขั้นสูง

โดยแต่ละส่วนเน้นการเพิ่มพูนทักษะให้กับนักศึกษาเป็นรายบุคคล แบบสอบถาม มีเป้าหมายเพื่อวัดความสำเร็จของผู้เข้าร่วม โครงการ แบ่งการวัดและการประเมินผลเป็น 7 ขั้นตอน แนวการทดสอบดังนี้

1. ทักษะคตินักศึกษาเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตหลังจากเข้าร่วมโครงการนี้เปรียบเทียบกับก่อนและระหว่างเข้าร่วมโครงการ

2. ความเกี่ยวพันระหว่างนักศึกษากับคอมพิวเตอร์ ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ ผลที่ออกมาไม่ชัดเจน แต่พบว่าส่วนใหญ่จะคลายความกังวลเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีใหม่นี้ ขณะที่ผู้หญิงสนใจเพิ่มเติมทักษะและความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของตัวเองมากขึ้น

ตัวอย่างเว็บไซต์ที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย

1. <http://www.thai2learn.com>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมวิชาที่สอนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

2. <http://www.rajabhat.com>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมวิชาที่สอนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น โดยสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัย

3. <http://www.dec.ait.ac.th/dec/contents/index.html>

เป็นเว็บไซต์ ซึ่งรวบรวมวิชาที่สอนผ่านทางอินเทอร์เน็ต ของ Asian Institute of Science and Technology (AIT)

4. <http://www.thaied.com>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมวิชาที่สอนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

5. <http://www.nectec.or.th/courseware/>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมวิชาที่สอนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

6. <http://www.thaiwbi.com/>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

7. <http://www.dara.ac.th/%7Emath/>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนดาราวิทยาลัย

8. <http://www.edu.nu.ac.th/wbi/>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมวิชาที่สอนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น โดยมหาวิทยาลัยนเรศวร

9. <http://www.thaigoodview.com/netroom/poonsak/hardware/>

เป็นเว็บไซต์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์

10. <http://www.mathmedia.f2s.com/>

เป็นเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์

11. <http://www.cybered.co.th/~warnuts/wbi/wbi3/seq/homepage.htm>

เป็นเว็บไซต์บทเรียน โปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บเรื่องอินเทอร์เน็ต

12. <http://www.cybered.co.th/~warnuts/wbi/wbi1/seq/homepage.htm>

เป็นเว็บไซต์บทเรียน โปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บเรื่องคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ตัวอย่างเว็บไซต์ที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของต่างประเทศ

1. <http://aplusmath.com/>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับการเสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์

2. <http://www.enchantedlearning.com/subjects/dinosaurs/index.html>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับไดโนเสาร์

3. <http://www.enchantedlearning.com/subjects/birds>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับนก

4. <http://www.enchantedlearning.com/subjects/rainforest>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับป่าฝนและสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในป่าฝน

5. <http://www.enchantedlearning.com/subjects/butterfly>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับผีเสื้อ

6. <http://www.kapili.com/chem4kids/index.html>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับวิชาเคมี

7. <http://www.kapili.com/physics4kids/index.html>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์

8. <http://www.kapili.com/biology4kids/index.html>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับวิชาชีววิทยา

9. <http://www.geocities.com/Athens/Oracle/2041>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับวิชาเคมี

10. <http://www.cotf.edu/ete/>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทางด้านสิ่งแวดล้อม

11. <http://www.planemath.com>

เป็นเว็บไซต์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับการบิน โดย  
ผสมผสานเข้ากับคณิตศาสตร์

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของเล่น วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จำนวน 160 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากกลุ่มประชากร

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### 3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.2.1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของเล่น วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

3.2.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

3.2.1.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

### 3.2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

(1) ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากตำรา Web Page ตำราการสร้างภาพเคลื่อนไหวต่างๆ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คู่มือการใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver คู่มือการใช้ PHP เพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(2) ศึกษาเนื้อหาหลักสูตรวิชา ซึ่งเนื้อหาที่นำมาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของ เรื่องเทคโนโลยีเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับสอนนักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

(3) วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การใช้งานของแลน

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้ในระบบเครือข่าย
- สามารถอธิบายเกี่ยวกับมาตรฐานสำหรับเครือข่ายท้องถิ่น

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 รูปแบบตามมาตรฐาน IEEE 802.3

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงาน และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับเครือข่ายท้องถิ่นตามมาตรฐาน IEEE 802.3

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แลนแบบ IEEE 802.3 และอีเทอร์เน็ต

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงาน และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับเครือข่ายท้องถิ่นตามมาตรฐาน IEEE 802.3 และอีเทอร์เน็ต

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สวิตช์สำหรับแลน 802.3

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงาน และรูปแบบการเชื่อมต่อสวิตช์สำหรับแลน 802.3

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 แลนแบบ 802.4

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงาน และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับเครือข่ายท้องถิ่นตามมาตรฐาน IEEE 802.4

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แลนแบบ 802.5

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงาน และรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับเครือข่ายท้องถิ่นตามมาตรฐาน IEEE 802.5

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การเปรียบเทียบแลนแบบต่างๆ

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงาน สามารถเปรียบเทียบแลนแบบต่างๆ

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 IEEE 802.2

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเครือข่าย ตามมาตรฐาน IEEE 802.2

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 แลนความเร็วสูง

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเครือข่ายแลนความเร็วสูง

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 FDDI

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับการทำงานของแลนและการเชื่อมต่อแลนระหว่างคอมพิวเตอร์ แบบ FDDI

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 อีเทอร์เน็ตความเร็วสูง

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับการทำงานของแลนและการเชื่อมต่อแลนระหว่างคอมพิวเตอร์ แบบอีเทอร์เน็ตความเร็วสูง

#### หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 แลนแบบ ATM

##### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงาน และอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 การแปลงเลน โปรโตคอล ของแลน อีมีเลชั่น

#### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- สามารถอธิบายเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของแลนอีมีเลชั่น

(4) ออกแบบหน้าจอและเขียนบทดำเนินเรื่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

(5) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver

(6) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์นิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป

(7) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อหาคุณภาพและข้อเสนอแนะ ดังรายงานต่อไปนี้

#### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

- 1) อาจารย์อำพล ทองระอา  
รองคณบดี ฝ่ายสารสนเทศ  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2) อาจารย์สุรการ ดวงผาสุข  
หัวหน้าศูนย์วิจัยระบบเครือข่าย  
คณะวิทยาการสารสนเทศศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- 3) อาจารย์พงษ์สุรีย์ ลิ้มมณีวิจิตร  
ศูนย์วิจัยระบบเครือข่าย  
คณะวิทยาการสารสนเทศศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

#### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- 1) อาจารย์ยุทธนา สุวรรณลักษณ์  
หัวหน้าศูนย์พัฒนามัลติมีเดียทางการศึกษา  
โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก

## 2) อาจารย์นวลพรรณ ทิพย์สุมณฑา

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

## 3) อาจารย์พิศุทธิ์ ศิริพันธ์

ภาควิชาสถาปัตยกรรม

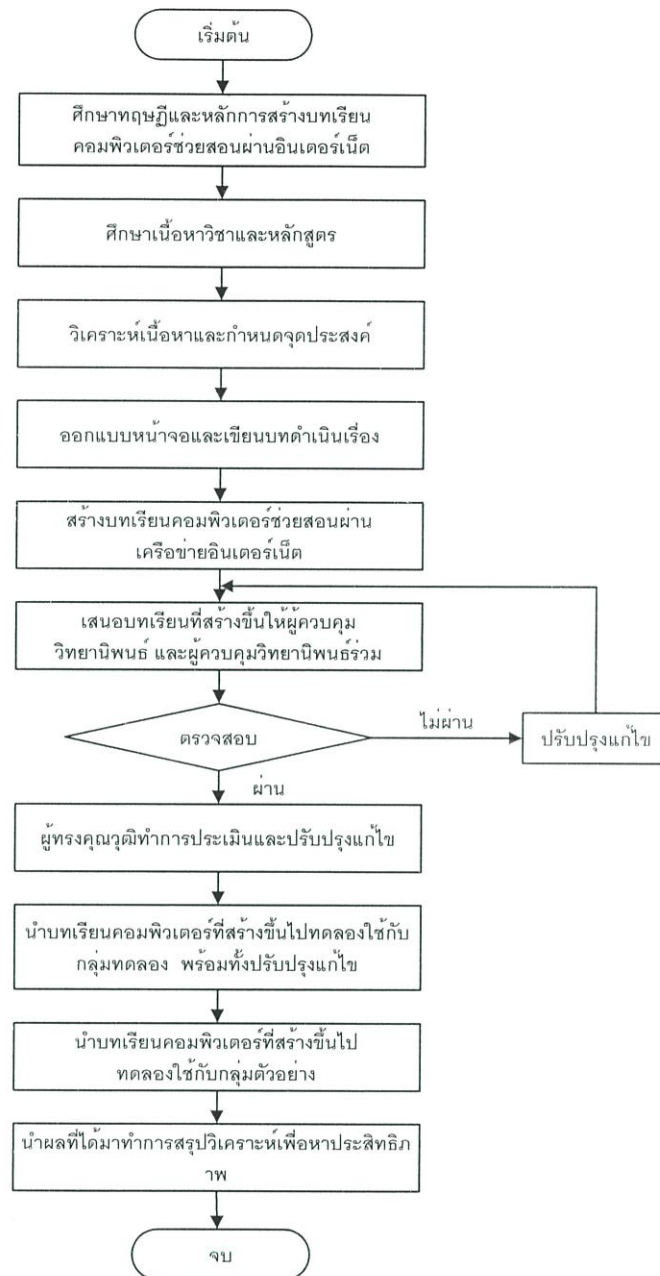
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(8) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน โดยอาจารย์ผู้สอนคัดเลือก และแบ่งนักศึกษาที่มีผลการเรียนแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง พอใช้ ตามลำดับ ทั้งหมดจำนวน 3 คน เพื่อบันทึกข้อบกพร่อง นำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

(9) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ได้ปรับปรุงในข้อที่แล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนมาก่อน โดยมีผลการเรียนแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเด็กที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง พอใช้ ตามลำดับ กลุ่มละ 2 คน ทั้งหมดจำนวน 6 คน ผู้วิจัยคอยบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขเพื่อนำมาปรับปรุงบทเรียนอีกครั้ง หลังจากนั้นนำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบซ้ำอีกครั้งก่อนนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

(10) ทำการทดลองภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 3.2.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

(1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(2) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เรื่องเทคโนโลยีของแลน

(3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีของแลน

เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 60 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน ให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

(4) หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 138)

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

เมื่อ  $IOC =$  ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับ  
วัตถุประสงค์การเรียนรู้

$\sum R =$  ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้าน  
เนื้อหา

$N =$  จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาวิชา

คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ไปใช้เป็นแบบทดสอบ

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 60 ข้อ ได้ข้อคำถามซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.5 ทั้งหมด 57 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ส่วนอีก 3 ข้อที่มีค่าความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 ผู้วิจัยได้ตัดทิ้ง

(5) นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาแล้วนำเสนอ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและแก้ไขอีกครั้ง

(6) นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีของแลน มาแล้ว จำนวน 40 คน

(7) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 , ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป มีสูตรดังนี้

สูตรหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (รวิวรรณ

ชินะตระกูล. 2535 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$$

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ  $p$  = ดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ

$r$  = ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$f_H$  = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

$f_L$  = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.5 ทั้งหมด 57 ข้อ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายได้ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.43 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.70 จำนวน 46 ข้อ

(8) หาค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2535 : 142)

$$r_{tt} = \frac{K}{(K-1)} \left\{ \frac{1 - \sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$K$  = จำนวนข้อสอบทั้งหมด

$P$  = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

$q$  = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

โดยได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

**ตารางที่ 3.1** คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหารระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

รายการ	ค่าที่ได้
ดัชนีความสอดคล้อง	0.67 - 1.00
ค่าความยากง่าย	0.43 - 0.80
ค่าอำนาจจำแนก	0.25 - 0.70
ค่าความเชื่อมั่น	0.71

(9) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปใส่ไว้ในบทเรียน

3.2.2.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตดังนี้

(1) กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1) ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

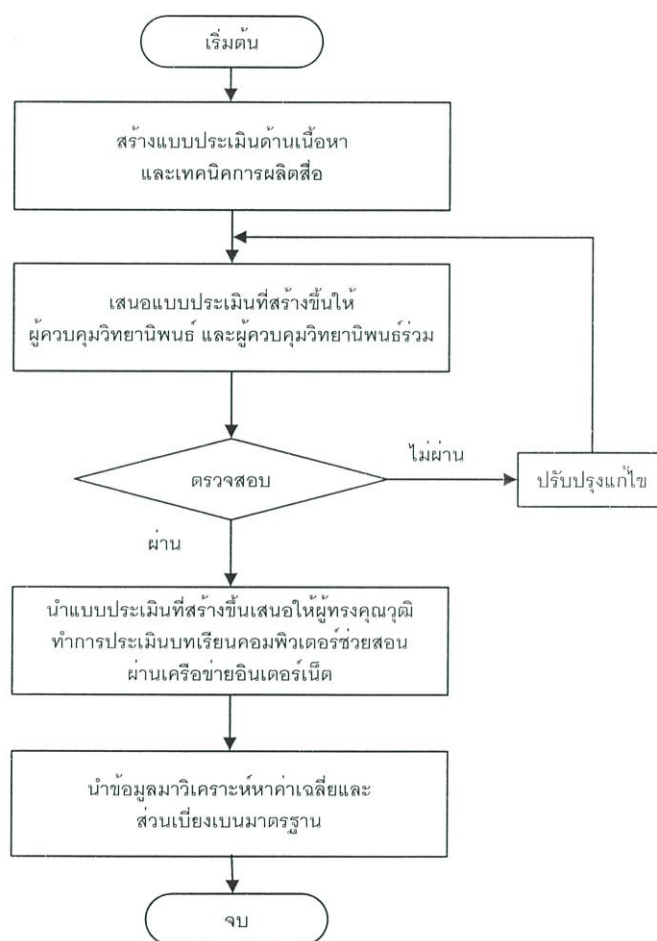
- ระดับ 5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- ระดับ 4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี
- ระดับ 3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
- ระดับ 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
- ระดับ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2) เกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

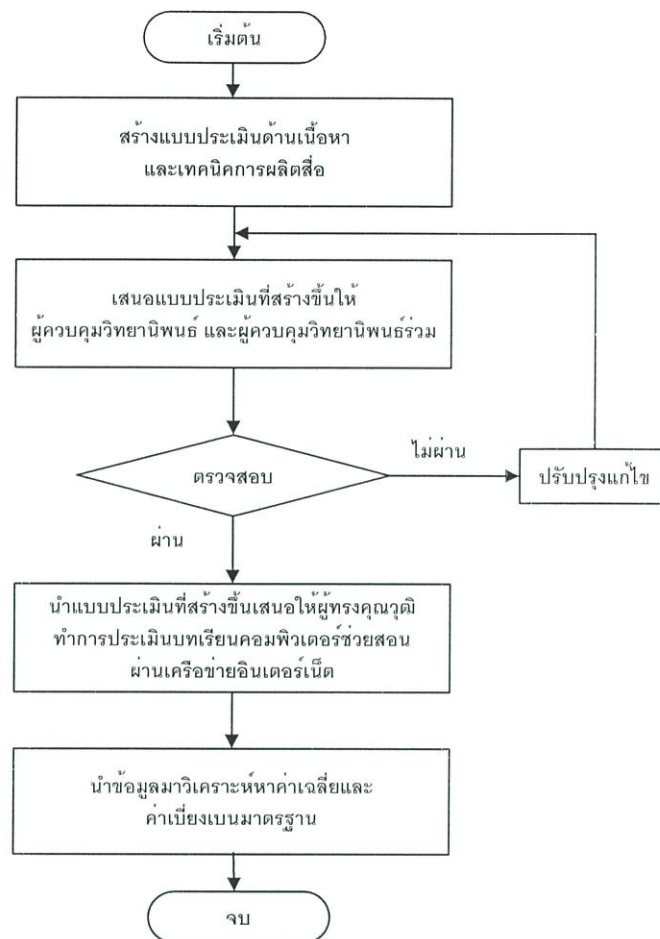
- 4.50-5.00 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก
- 3.50-4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี
- 2.50-3.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50-2.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพอใช้
- 1.00-1.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

(2) นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตที่ได้ เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ เพื่อไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเพื่อนำไปใช้

(3) นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ค่าเฉลี่ยจะต้องอยู่ในระดับ 3.50 ขึ้น ไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่องเทคโนโลยีของแลน โดยดำเนินการทดลองระหว่างวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2545 ถึง วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2545 ซึ่งในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนนั้น ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการทดลองดังนี้

3.3.1 ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขออนุญาต และขอความอนุเคราะห์จาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ ถึงหัวหน้าหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยในครั้งนี้

3.3.2 แจกให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง

3.3.3 ตรวจสอบความพร้อมของห้องเรียนที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และติดตั้งโปรแกรมใช้งานที่เกี่ยวข้อง

3.3.4 ให้นักศึกษาทำการทดลองโดยเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในระหว่างการทดลองผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาและให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้ แล้วเก็บคะแนนที่ได้ไว้

3.3.5 หลังจากที่ได้ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของแลน พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอัปโหลดไว้ในเครื่อง Server ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ แล้วทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดิมโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด 46 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

3.3.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของแลน ในห้องเรียน และห้องปฏิบัติการทั้งหมด 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 3 ชั่วโมง และให้นักศึกษาทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามความพอใจ

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(1) หาค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 164) ใช้สูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	=	ผลรวมของคะแนน
	N	=	จำนวนข้อมูล

(2) หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 179) ใช้สูตร

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

เมื่อ	S.D.	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N	=	จำนวนข้อมูล

$$\begin{aligned} X &= \text{ค่าคะแนนแต่ละคน} \\ \bar{X} &= \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด} \\ \sum X &= \text{ผลรวมของคะแนน} \end{aligned}$$

3.4.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534 : 491) ใช้สูตร

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

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

เมื่อ  $E_1$  = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยย่อยที่คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียนรู้

$E_2$  = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยย่อยที่คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้

$\sum X$  = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียนรู้

$\sum F$  = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้

$N$  = จำนวนผู้เรียน

$A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดรวมทุกหน่วยการเรียนรู้

$B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ตั้งแต่ 80/80 ขึ้นไป โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ

- 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

#### 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver ได้บทเรียนซึ่งบรรจุไว้ที่ <http://203.148.159.201/kmitl> ในการเรียนผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปตามเนื้อหาเดิม จากนั้นจึงจะให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหน่วย โดยผู้เรียนจะต้องเลือกตอบคำถามที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก และให้โอกาสในการตอบคำถามเพียงครั้งเดียว ซึ่งจะใช้เวลาในการศึกษาบทเรียนประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมิน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพทางด้านเนื้อหา และคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใน ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.61$ ) ส่วนด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.5$ ) รายละเอียดค่าเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเนื้อหา

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>1. การจัดวางรูปแบบบนอินเทอร์เน็ต</b>			
- ความเหมาะสมการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมรูปแบบนำเสนอ	4.33	0.58	ดี
- ความชัดเจนของคำอธิบาย	4.67	0.58	ดีมาก
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละหน่วย	4.33	0.58	ดี
<b>2. ภาพและตัวอักษร</b>			
- ความถูกต้องของรูปภาพกับคำบรรยาย	4.33	0.58	ดี
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.67	0.58	ดีมาก
- ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	5.00	0	ดีมาก
<b>3. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน</b>			
- ความชัดเจนของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
- ความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
- ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5.00	0	ดีมาก
- ความยากง่ายของคำถาม	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.64	0.47	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหา พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.64$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.47 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มี 8 รายการ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา ( $\bar{X} = 5.00$ ) ความเหมาะสมการนำเข้าสู่เนื้อหา ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความชัดเจนของคำอธิบาย ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความชัดเจนของเนื้อหา ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความสอดคล้องของเนื้อหา ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ( $\bar{X} = 5.00$ ) และความยากง่ายของคำถาม ( $\bar{X} = 4.67$ ) รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมี 3 รายการ ดังนี้ ความเหมาะสมรูปแบบนำเสนอ ( $\bar{X} = 4.33$ ) ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละหน่วย ( $\bar{X} = 4.33$ ) ความถูกต้องของรูปภาพกับคำบรรยาย ( $\bar{X} = 4.33$ )

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>1. การจัดวางรูปแบบบนอินเทอร์เน็ต</b>			
- ดึงดูดความสนใจ	4.33	0.58	ดี
- การจัดวางภาพประกอบ	4.67	0.58	ดีมาก
- การจัดวางตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
- การใช้สีสันประกอบ	4.33	0.58	ดี
- การนำภาพเคลื่อนไหวมาประกอบ	4.67	0.58	ดีมาก
<b>2. ภาพและตัวอักษรที่ใช้บนอินเทอร์เน็ต</b>			
- ความเหมาะสมในด้านการสื่อความหมาย	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมของรูปแบบ	4.00	0.58	ดี
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
<b>3. การใช้รูปภาพบนอินเทอร์เน็ต</b>			
- ความน่าสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก
- ความสอดคล้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
<b>4. การเชื่อมโยงข้อความ</b>			
- มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาเพิ่มเติม	4.33	0.58	ดี
- ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกับ Web page อื่นๆ	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.55	0.58	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.55$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มี 10 รายการ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ การจัดวางภาพประกอบ ( $\bar{X} = 4.67$ ) การจัดวางตัวอักษร ( $\bar{X} = 4.67$ ) การนำภาพเคลื่อนไหวมาประกอบ ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความเหมาะสมในด้านการสื่อความหมาย ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความเหมาะสมของสีตัวอักษร ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความน่าสนใจ ( $\bar{X} = 4.67$ ) ความสอดคล้องของเนื้อหา ( $\bar{X} = 4.67$ ) มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา ( $\bar{X} = 4.67$ )

และความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกับ Web page อื่นๆ รายการที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มี 4 รายการ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ ดึงดูดความสนใจ ( $\bar{X} = 4.33$ ) การใช้สีสันทันประกอบ ( $\bar{X} = 4.33$ ) ความเหมาะสมของรูปแบบ ( $\bar{X} = 4.00$ ) ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาเพิ่มเติม ( $\bar{X} = 4.33$ )

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแผน วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ  $E_1/E_2$  ตั้งแต่ 80/80 ขึ้นไปรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ	ร้อยละ	เกณฑ์ ร้อยละ
คะแนนทดสอบระหว่างบทเรียน	30	39	32.67	83.76 ( $E_1$ )	80( $E_1$ )
คะแนนทดสอบหลังบทเรียน	30	46	38.97	84.71 ( $E_2$ )	80( $E_2$ )

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระหว่างบทเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 39 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 32.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.76 ( $E_1$ ) และผลการทดสอบหลังบทเรียนคะแนนเต็มทั้งหมด 46 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 38.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.71 ( $E_2$ ) แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.76/84.71 สูงกว่า 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรียน เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร โดยมีสาระสำคัญในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

#### 5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ตั้งแต่ 80/80 ขึ้นไป

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จำนวน 160 คน

##### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษาที่ 2/2545 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนนักศึกษาของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาระบบปฏิบัติการ เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย เนื้อหาบทเรียนแบบทดสอบหลังบทเรียน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 46 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 - 1.00 มีค่าความยากง่าย 0.43 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.25 - 0.70 และค่าความเชื่อมั่น 0.71
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

#### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 30 คน โดยดำเนินการทดลองระหว่างวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2545 ถึง วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2545 ได้ดำเนินการทดลองดังนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
2. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง 1 คน ต่อ 1 เครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียน ให้ทำแบบทดสอบหลังบทเรียนนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติด้วยสูตร E1/E2

#### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพของของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สูตร E1/E2

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver ๖ ได้บทเรียนซึ่งบรรจุไว้ที่ <http://203.148.159.201/kmitl> และทำแบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยผู้เรียนจะต้องเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก และให้โอกาสในการตอบคำถามเพียงครั้งเดียว ซึ่งจะใช้เวลาในการศึกษาบทเรียน ประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที

2. ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

#### 2.1 คุณภาพด้านเนื้อหา

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหา ทุกรายการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47

#### 2.2 คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทุกรายการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.76/84.71 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดและเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิหาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปทดลองหาประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ 80/80 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังบทเรียนได้

83.76/84.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมีการเตรียมและออกแบบ พร้อมทั้งได้พิจารณาเนื้อหาอย่างเหมาะสม อีกทั้งยังได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้ผ่านการทดลองใช้มาแล้วถึง 2 ครั้ง ก่อนที่จะนำไปทดลองทำการเรียนการสอน ดังนั้น เมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ทดลองจึงทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงศ์นุช เพ็ชรรัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม มีประสิทธิภาพ 83.88/82.22 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญญารัตน์ อุตะเกา (2544 : บทคัดย่อ) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาสถิติเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 86.20/87.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

เมื่อพิจารณาโดยละเอียดพบว่า ผลการทำแบบทดสอบสูงกว่าแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ทั้งนี้ เป็นเพราะแบบฝึกหัดที่ใช้เก็บคะแนนในระหว่างบทเรียนไม่ได้มีการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ และการที่ผู้เรียนได้เรียนในแต่ละหน่วยและผ่านการทำแบบฝึกหัดทบทวนและแบบฝึกหัดเก็บคะแนนของแต่ละหน่วยย่อย ทำให้เกิดความคิดรวบยอดดีขึ้น อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ผู้เรียนได้เรียนซ้ำแล้วซ้ำอีก และสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมหรือทำความเข้าใจกับเนื้อหาอื่นๆ ได้นานเท่าที่ต้องการ โดยไม่มีแรงกดดันจากกลุ่มเพื่อน และไม่มีอารมณ์ของผู้สอนมาเกี่ยวข้อง ประกอบกับการรู้ผลคะแนนของการทำแบบทดสอบ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในตัวเองมากขึ้น เพราะต้องการรู้ว่าตัวเองสามารถทำคะแนนได้มากน้อยเท่าไร และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถที่จะคำนวณผลคะแนนให้ทราบโดยทันที ผู้เรียนจะเกิดกำลังใจ ต้องการเรียนต่อไป การที่ผู้เรียนได้รู้ผลคำตอบของตนเองจะเป็นแรงหนุนให้ผู้เรียนสนใจที่จะตอบปัญหาใหม่ต่อไปเรื่อยๆ

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องเทคโนโลยีของแผน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนเนื้อหาวิชานี้ หรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้

1. ควรจัดอุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้พร้อมเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาและอุปสรรค อันอาจจะส่งผลไปถึงความตั้งใจในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2. การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปใช้ไม่ควรจำกัดเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาวิจัยเพื่อหารูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ได้มาซึ่งเทคนิควิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเนื้อหาวิชา และระดับของผู้เรียน
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนการสอนแบบปกติและการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. ควรพัฒนาบทเรียนในลักษณะของการสอนเสริม เพื่อให้นักศึกษาได้มีสื่อที่สามารถใช้ในการทบทวนบทเรียน
4. ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้ครบเนื้อหารายวิชาที่ต่อเนื่องกันทั้งหมด ทั้งในสาขาวิชาอื่นๆ และในระดับต่างๆ

## บรรณานุกรม

- กอบเกียรติ สระอุบล. 2545. สร้างเว็บเพจด้วย PHP ฉบับประยุกต์ เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร :  
บี อี แอนด์ ซี.
- กอบเกียรติ สระอุบล. 2545. สร้างเว็บเพจด้วย PHP ฉบับประยุกต์ เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร :  
บี อี แอนด์ ซี.
- กัญญารัตน์ อุตะเถา. 2544. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาสถิติ  
เบื้องต้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติ ภัคดีวัฒนกุล. 2545. PHP ฉบับโปรแกรมเมอร์. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เคทีพี คอมพ์  
แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.
- กิตติภูมิ วรรณตร. 2542. Active Server Pages. [Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก :  
<http://mcu1.psu.ac.th/asp/firstpage.asp>
- เกียงศักดิ์ หงษ์ขุมแพ. 2544. มาตรฐานอินเทอร์เน็ตและโปรโตคอล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สาม  
ย่าน.COM.
- ชาญชัย พิพัฒน์สันติกุล. 2530. “สภาพของเทคโนโลยีการศึกษาไทย ในปี พ.ศ.2550 ตามการ  
คาดการณ์ของนักเทคโนโลยีการศึกษา.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาโสต  
ทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชาวเลิศ เลิศขโลพาร. 2531. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พริน  
ติ้งเฮาส์.
- ต้น ต้นท์สุทธิวงศ์ และคณะ. 2539. รอบรู้ Internet และ World Wide Web. กรุงเทพมหานคร :  
บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.
- ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ดวง  
กมลโปรดักชั่นจำกัด.
- ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. 2544. สร้างระบบสารสนเทศบนเว็บด้วย Frontpage 2002. กรุงเทพฯ :  
บริษัท แอ็ดวานซ์ มีเดียซัพพลายส์ จำกัด.

- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทิพวรรณ รัตนวง. 2533. “แนวโน้มหลักสูตรสถาบันอุดมศึกษาเอกชน ในปีพุทธศักราช 2545.” **วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.
- นงคีนุช เพ็ชรรัตน์. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความปลอดภัยของโปรแกรม.” **วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**.
- นิรุช อำนวยศิลป์. 2545. **PHP เพื่อประยุกต์ใช้งาน**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ชัดเชส มีเดีย จำกัด.
- นุชนาฏ ฐิติโกภา. 2529. “ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา.” **วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.
- บุญเรือง เนียมหอม. 2540. “การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา.” **วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.
- พงษ์ระพี เตชพาหพงษ์. 2542. **เรียนการใช้งานระบบเครือข่ายด้วยตนเอง** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- พจนารถ ทองคำเจริญ. 2539. “สภาพความต้องการ ปัญหา การใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอน ในสถาบันอุดมศึกษา.” **สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.
- พันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร และคณะ. 2544. **Macromedia Dreamweaver Version 4**. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด.
- พิพัฒน์ หิรัญย์วิชชากร. 2542. **ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- พูลศรี เวศย์อุฬาร. 2544. “Coursebuilder การสร้างแบบทดสอบในเว็บไซค์” กรุงเทพฯ : บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด.
- ไพศาล หุ่นแก้ว. 2531. “สภาพปัจจุบันและศักยภาพการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.” **วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา**. หน้า 10-11.
- ภาสกร เรืองรอง. 2544. **อินเทอร์เน็ตคืออะไร**. [Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก : [http://www.thaiwbi.com/course/internet/1\\_1.htm](http://www.thaiwbi.com/course/internet/1_1.htm).
- ภาสกร เรืองรอง. 2544. **WBI (Web Based Instruction)**. [Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก : <http://www.thaiwbi.com/topic/WBI>.

ภาสกร เรืองรอง. 2544. **ASP Programing**. [Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก :

<http://www.thaiwbi.com/course/asp/index2.html>.

มนต์ชัย เทียนทอง. 2539. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สำหรับ  
ฝึกอบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมดุสิตบัณฑิต ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิต  
วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ยีน ภู่วรรณ. 2531. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” **ไมโครคอมพิวเตอร์**.

36(กุมภาพันธ์) : 120-129.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. **วิธีวิจัยการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ที.พี. พรินท์  
จำกัด.

เรวดี คงสุภาพกุล. 2539. “การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตของนิสิตนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.”

วิทยานิพนธ์นิเทศศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการประชาสัมพันธ์ บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชุดา รัตนเพียร. 2542. “การเรียนการสอนผ่านเว็บ: ทางเลือกใหม่ของเทคโนโลยีการศึกษาไทย.”

**วารสาร ครุศาสตร์**. 27(3) : 29-35.

วีระ ไทยพานิช. 2526. “บทบาทและปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” **รวบรวมบทความ**

**เทคโนโลยีทางการศึกษา**. ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน  
กระทรวงศึกษาธิการ. หน้า 7-17

ศิริโรตม์ ชมบุญ. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พระราชบัญญัติควบคุมอาคารสูงและ

อาคารขนาดใหญ่พิเศษ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
สถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2544. **ความหมายของอินเทอร์เน็ต**.

[Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก : <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/internet-intro/0001.html>.

สมชาย ทยานง. 2521. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. ข่าวสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ 1.

สังสิทธิ์ เลิศสินธวานนท์ และคณะ. 2541. **จับประเด็น Microsoft FrontPage 98**. กรุงเทพฯ :

บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

สัลยุทธ์ สว่างวรรณ. 2542. **Computer Network:เครือข่ายคอมพิวเตอร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท เพียร์

สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด.

- สัถยยุทธ์ สว่างวรรณ. 2542. **Business Data Communications:การสื่อสารข้อมูลระดับพื้นฐาน**.  
กรุงเทพฯ : Thomson Asia Pte. Ltd.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544. **E-Learning**. [Online]. เข้าถึงข้อมูล  
ได้จาก : <http://www.thai2learn.com/onlinelearn/online%20learning.html>.
- สุริโยทัย สุปัญญาพงษ์. 2540. “การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
แบบมัลติมีเดีย เรื่อง การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสและ 3 เฟส ระดับประกาศนียบัตร  
วิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสกสรร สายสีต. 2544. **การเรียนการสอนยุคไซเบอร์สเปซในสถาบันราชภัฏ**. [Online]. เข้าถึง  
ข้อมูลได้จาก : <http://www.rajabhat.ac.th/journal/journal2/cyber.htm>.
- เสรี เพิ่มชาติ. 2530. “แนวโน้มของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีผลต่อการ  
ดำเนินการทางการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย.”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา  
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร  
เหนือ.
- อธิปัตย์ คลี่สุนทร. 2544. **Internet and Schoolnet** กับการเสริมสร้างคุณภาพการศึกษาไทย.  
[Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก :  
<http://www.moe.go.th/main2/article/article5.htm>.
- Camplese, C. and Camplese, K. 1998. **Web-Based Education**. [On-Line]. Available :  
<http://www.higherweb.com/497/>
- Doherty, A. 1998. “The Internet: Destined to Become a Passive Surfing Technology?.”  
**Educational Technology**. 38(5) : 61-63.
- Hannum, W. 1998. **The Concept of Web-based Instruction**. [On-Line]. Available :  
<http://www.soe.unc.edu/edci111/8-98/concept/conceptcont.html>
- McManus, T.F. 1996. **Delivering instruction on the World Wide Web**. [On-Line]. Available :  
<http://ccwf.utexas.edu/~mcmanus/wbi.html>
- Russet, James A. 1992. **Telecommunication and Pre-service Teacher : The Effects of Using  
Electronic Mail and a Directed Explanation of Internet on Attitudes**. [CD-ROM].  
Silver Platter File : Eric Item : EJ368571
- Well, John G Anderson and Daniel K. 1995. **Teachers' Stages of Concern Towards Internet  
Integration**. [CD-ROM]. Silver Platter File : Eric Item : EJ389261

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินสื่อการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เรื่องเทคโนโลยีของแลน

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหา นคร ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนนั้น เพื่อให้สื่อการสอนมีประสิทธิภาพ และความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาสื่อการสอน และแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินสื่อการสอนที่ได้แนบมาพร้อมกันนี้ด้วย

ขอขอบคุณ

ผู้วิจัย

## ภาคผนวก ก

### แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของเลน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย  $\surd$  ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
<b>1. การจัดวางรูปแบบบนอินเทอร์เน็ต</b> - ความเหมาะสมการนำเข้าสู่เนื้อหา - ความเหมาะสมรูปแบบนำเสนอ - ความชัดเจนของคำอธิบาย - ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละหน่วย	.....	.....	.....	.....	.....
<b>2. ภาพและตัวอักษร</b> - ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย - ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ - ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
<b>3. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน</b> - ความชัดเจนของเนื้อหา - ความสอดคล้องกับเนื้อหา - ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ - ความยากง่ายของคำถาม	.....	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็นเพิ่มเติม (โปรดระบุ)

.....  
 .....  
 .....

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้ประเมิน  
 (.....)

วันที่ \_\_\_\_\_ เดือน \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_

**แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)**  
**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของเลน**

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
<b>1. การจัดวางรูปแบบบนอินเทอร์เน็ต</b> - ดึงดูดความสนใจ - การจัดวางภาพประกอบ - การจัดวางตัวอักษร - การใช้สีสันทัดประกอบ - การนำภาพเคลื่อนไหวมาประกอบ	.....	.....	.....	.....	.....
<b>2. ภาพและตัวอักษรที่ใช้บนอินเทอร์เน็ต</b> - ความเหมาะสมในด้านการสื่อความหมาย - ความเหมาะสมของสีตัวอักษร - ความเหมาะสมของรูปแบบ - ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
<b>3. การใช้รูปภาพบนอินเทอร์เน็ต</b> - ความน่าสนใจ - สอดคล้องของเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
<b>4. การเชื่อมโยงข้อความ</b> - มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา - ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาเพิ่มเติม - ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงกับ Web page อื่นๆ	.....	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็นเพิ่มเติม (โปรดระบุ)

.....  
 .....

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ \_\_\_\_\_ เดือน \_\_\_\_\_ พ.ศ. \_\_\_\_\_

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## ภาคผนวก ข

### แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน

ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัย มีจำนวน 46 ข้อ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ

1. ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> ลักษณะของ LAN
ก. เครือข่ายในระยะใกล้ ข. เครือข่ายภายในอาคาร และสำนักงานเดียวกัน <input checked="" type="radio"/> ค. เครือข่ายในระยะไกลๆ ง. เครือข่ายที่มีประสิทธิภาพสูงสุด
2. ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> คุณสมบัติของระบบ LAN
ก. แบ่งปันการใช้ไฟล์ <input checked="" type="radio"/> ข. การส่งผ่านข้อมูลโดยใช้สายโทรศัพท์ ค. แบ่งปันการใช้ทรัพยากรร่วมกัน ง. การโอนย้ายไฟล์โดยไม่ต้องอาศัยแผ่นดิสก์เก็ต
3. ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> ส่วนประกอบหลักของระบบ LAN
ก. Network Interface Card ข. เครือข่ายภายในอาคาร และสำนักงานเดียวกัน <input checked="" type="radio"/> ค. Modem ง. เซิร์ฟเวอร์

<p>4. โพรโทคอลที่ควบคุมการส่งข้อมูลในช่องสื่อสารแบบแพร์กระจายข้อมูลจะถูกรวมอยู่ในระดับชั้นอะไร</p>
<p>ก. ระดับชั้นฟิสิคัล          ข. ระดับชั้นเน็ตเวิร์ก  <input checked="" type="radio"/> ค. ระดับชั้นดาต้าลิงก์          ง. ระดับชั้นแอปพลิเคชัน</p>
<p>5. ข้อใด ไม่ใช่ มาตรฐานสำหรับระบบ LAN</p>
<p>ก. 802.3          ข. 802.5  <input checked="" type="radio"/> ค. 803.8          ง. 802.11</p>
<p>6. ถ้ามีการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างอาคารโดยต้องการประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อสูงสุด เราควรเลือกใช้สายเคเบิลแบบใด</p>
<p>ก. สายโคแอกเชียลแบบหนา          ข. สายโคแอกเชียลแบบบาง  <input checked="" type="radio"/> ค. สายเส้นใยแก้วนำแสง          ง. สายคู่ตีเกลียว</p>
<p>7. ข้อใด ไม่ใช่ เหตุผลการกำหนดมาตรฐานของ LAN</p>
<p>ก. เพื่อให้อุปกรณ์ในระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพ          ข. เพื่อให้มีการประกันประสิทธิภาพของการสื่อสาร  <input checked="" type="radio"/> ค. เพื่อให้ข้อมูลส่งถึงผู้รับ          ง. เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าข้อมูลจะไม่เสียหาย</p>
<p>8. ข้อใด ที่เป็นอักษรย่อขององค์กรที่สร้างมาตรฐานสากลทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า</p>
<p>ก. ISCAS          ข. IEIE  <input checked="" type="radio"/> ค. IEEE          ง. IECC</p>

9. ข้อใด คือมาตรฐานของสายเคเบิลเส้นใยแก้วนำแสงสำหรับระบบ LAN มาตรฐาน 802.3
<p>ก. 10Base5</p> <p>ข. 10Base-T</p> <p>ค. 10Base2</p> <p>ง. 10Base-F</p>
10. ข้อใด ไม่ใช่เหตุผลการกำหนดมาตรฐานของ LAN
<p>ก. เพื่อให้อุปกรณ์ในระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพ</p> <p>ข. เพื่อให้มีการประกันประสิทธิภาพของการสื่อสาร</p> <p>ค. เพื่อให้ข้อมูลส่งถึงผู้รับ</p> <p>ง. เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าข้อมูลจะไม่เสียหาย</p>
11. สายของ 10Base5 มีความยาวสูงสุดของเซกเมนต์กี่เมตร
<p>ก. 20 เมตร</p> <p>ข. 80 เมตร</p> <p>ค. 120 เมตร</p> <p>ง. 100 เมตร</p>
12. ในมาตรฐาน 10 BaseT สายจากทุกสถานีจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ใด
<p>ก. LAN Card</p> <p>ข. HUB</p> <p>ค. RADIUS Server</p> <p>ง. Port IEEE 1394</p>
13. ในกรณีที่ใช้แลน 802.3 แต่ มีข้อจำกัดของความยาวของสายเคเบิลสำหรับแต่ละเซกเมนต์ ในกรณีที่ต้องการต่อแลนให้ได้ระยะไกลกว่าเดิมต้องใช้อุปกรณ์ใด
<p>ก. LAN Card</p> <p>ข. RJ-45</p> <p>ค. Terminator</p> <p>ง. Repeater</p>

<p>14. สายของ 10Base5 เป็นสายโคแอกเชียลส่วนใหญ่จะเป็นสายสีอะไร และมีเครื่องหมาย ทุกๆ กี่เมตร</p>
<p><input checked="" type="radio"/> ก. สีเหลือง , 2.5 เมตร  <input type="radio"/> ข. สีแดง , 1.5 เมตร  <input type="radio"/> ค. สีน้ำเงิน , 2.5 เมตร  <input type="radio"/> ง. สีเขียว , 1.5 เมตร</p>
<p>15. ข้อใด อธิบายการเข้ารหัสสัญญาณข้อมูลแบบ Manchester Encoding</p>
<p><input checked="" type="radio"/> ก. ฟังก์ชันสามารถรับข้อมูล 1 หรือ 0 ได้โดยไม่ต้องใช้สัญญาณจังหวะนาฬิกาจากภายนอกเข้ามาช่วย  <input type="radio"/> ข. ฟังก์ชันสามารถรับข้อมูล 1 หรือ 0 ได้โดยสัญญาณจังหวะนาฬิกาจากภายนอกเข้ามาช่วย  <input type="radio"/> ค. การเปลี่ยนแปลงเฟสของสัญญาณทุกครั้งเมื่อบิตข้อมูลมีค่า 0  <input type="radio"/> ง. การเปลี่ยนแปลงเฟสของสัญญาณทุกครั้งเมื่อบิตข้อมูลมีค่า 1</p>
<p>16. เฟรมของแลนแบบ 802.3 ในส่วนเริ่มต้นของเฟรมมีขนาดจำนวนกี่ไบต์</p>
<p><input type="radio"/> ก. 1 byte  <input type="radio"/> ข. 3 byte  <input type="radio"/> ค. 5 byte  <input checked="" type="radio"/> ง. 7 byte</p>
<p>17. ข้อใด คือปัญหาของแลนแบบ 802.3</p>
<p><input checked="" type="radio"/> ก. สถานะเพิ่มมากขึ้นจะเกิดการชนของข้อมูล ทำให้ประสิทธิภาพของแลนลดน้อยลง  <input type="radio"/> ข. สถานะเพิ่มมากขึ้นจะลดการชนของข้อมูล ทำให้ประสิทธิภาพของแลนลดน้อยลง  <input type="radio"/> ค. สถานะเพิ่มมากขึ้นจะเกิดการชนบางช่วงเวลาทำให้ประสิทธิภาพของแลนลดน้อยลง  <input type="radio"/> ง. สถานะเพิ่มมากขึ้นจะลดการชนบางช่วงเวลา ทำให้ประสิทธิภาพของแลนลดน้อยลง</p>
<p>18. การควบคุมการชนกันของข้อมูลในแลน 802.3 เป็นแบบใด</p>
<p><input checked="" type="radio"/> ก. CSMA/CD  <input type="radio"/> ข. GSM  <input type="radio"/> ค. AMP  <input type="radio"/> ง. FAST ETHERNET</p>

19. เครือข่ายแบบใดที่มีความเหมาะสมที่จะใช้โปรโตคอล CSMA/CD มากที่สุด
<p><input checked="" type="radio"/> ก. เครือข่ายขนาดเล็ก</p> <p>ข. เครือข่าย IPX/SPX</p> <p>ค. เครือข่ายขนาดกลาง</p> <p>ง. เครือข่าย NETBIOS</p>
20. ข้อใด คือรูปแบบการเชื่อมต่อที่กำหนดในมาตรฐาน IEEE 802.4
<p><input checked="" type="radio"/> ก. TOKEN BUS</p> <p>ข. TOKEN RING</p> <p>ค. STAR</p> <p>ง. BUS</p>
21. แลน IEEE 802.4 มีขนาดของแอดเดรสปลายทางมีขนาดเท่าไร
<p>ก. 2 or 4 byte</p> <p>ข. 6 or 8 byte</p> <p><input checked="" type="radio"/> ค. 2 or 6 byte</p> <p>ง. 2 or 8 byte</p>
22. ข้อใดคือ อัลกอริทึมในการแก้ไขการชนกันของข้อมูล
<p><input checked="" type="radio"/> ก. Binary Exponential Backoff</p> <p>ข. Master Encoding</p> <p>ค. Differential Manchester</p> <p>ง. Manchester Encoding</p>
23. ในกรณีที่ใช้แลน 802.3 แต่ มีข้อจำกัดของความยาวของสายเคเบิลสำหรับแต่ละเซกเมนต์ ในกรณีที่ต้องการต่อแลนให้ได้ระยะไกลกว่าเดิมต้องใช้อุปกรณ์ใด
<p>ก. LAN Card</p> <p>ข. RJ-45</p> <p>ค. Terminator</p> <p><input checked="" type="radio"/> ง. Repeater</p>

<p>24. แลนแบบใดที่เหมาะสมที่สุดในกรณีที่มีความต้องการส่งข้อมูลที่มีอัตราการส่งถึง 100 Mbps และในระยะทาง 200 กิโลเมตร</p>
<p>ก. STAR ข. BUS ค. FDDI ง. RING</p>
<p>25. กรณีใช้แอดเดรสความยาว 2 byte จะมีฟิลด์ข้อมูลยาวได้กี่ ไบต์</p>
<p>ก. 2048 byte ข. 4096 byte ค. 8182 byte ง. 9182 byte</p>
<p>26. สายเคเบิลที่ใช้ในแลน 802.5 เป็นสายเคเบิลชนิดใด</p>
<p>ก. สายคู่ตีเกลียวแบบหุ้มฉนวน ข. สายหุ้มฉนวนแบบบาง ค. เส้นใยแก้วนำแสง ง. สายโคแอกเชียลแบบหนา</p>
<p>27. ข้อใดบ่งบอกถึงขอบเขตของเฟรม</p>
<p>ก. แอดเดรสปลายทาง ข. ไบต์ท้ายเฟรม และไบต์สภาวะของเฟรม ค. ผลตรวจสอบปลายทาง ง. ฟิลด์เริ่มต้น และท้ายเฟรม</p>
<p>28. แลน 802.3 มีความยาวต่ำสุดของเฟรมข้อมูลกี่ไบต์</p>
<p>ก. 64 byte ข. 48 byte ค. 32 byte ง. 16 byte</p>

29. แลนแบบใด ที่ไม่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลสั้นๆ
<input checked="" type="radio"/> ก. โทเคนบัส <input type="radio"/> ข. โทเคนริง <input type="radio"/> ค. บัส และ โทเคนริง <input type="radio"/> ง. โทเคนบัส และ โทเคนริง
30. แลน 802.2 โพรโตคอล LLC นั้นทำงานในระดับชั้นใด
<input checked="" type="radio"/> ก. Data Link <input type="radio"/> ข. Physical <input type="radio"/> ค. Network <input type="radio"/> ง. Session
31. ข้อ <b>ไม่ใช่</b> เป็นคุณสมบัติของแลนความเร็วสูง
<input type="radio"/> ก. มาตรฐาน 802 <input type="radio"/> ข. ใช้สายทองแดงเป็นสื่อ <input type="radio"/> ค. ใช้เส้นใยแก้วนำแสงเพื่อลดสัญญาณรบกวน <input checked="" type="radio"/> ง. ไม่สามารถส่งข้อมูลในระยะทางไกลๆ ได้
32. FDDI ออกแบบโดยใช้ลักษณะการเชื่อมต่อแบบใด
<input type="radio"/> ก. Star <input type="radio"/> ข. Bus <input type="radio"/> ค. Serial <input checked="" type="radio"/> ง. Token Ring
33. FDDI มีอัตราส่งข้อมูลแบบมัลติโหนดสูงสุดเท่าไร
<input type="radio"/> ก. 10 Mbps <input type="radio"/> ข. 30 Mbps <input type="radio"/> ค. 60 Mbps <input checked="" type="radio"/> ง. 100 Mbps

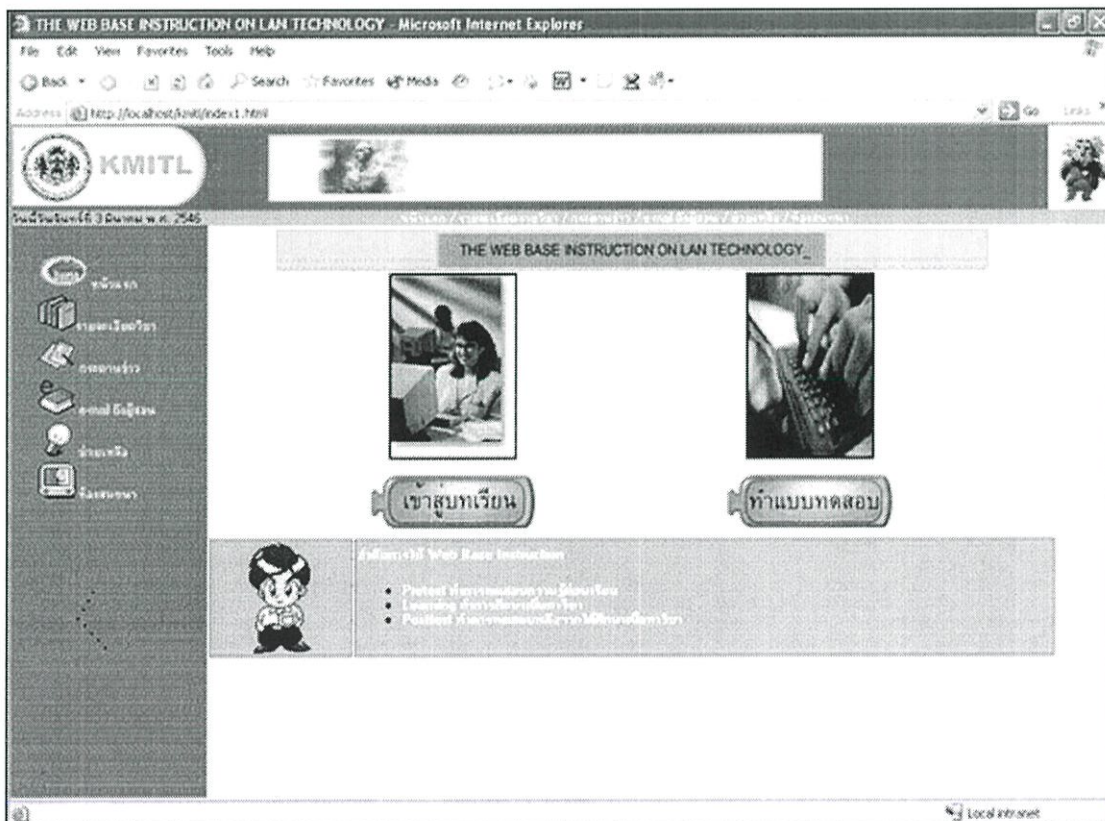
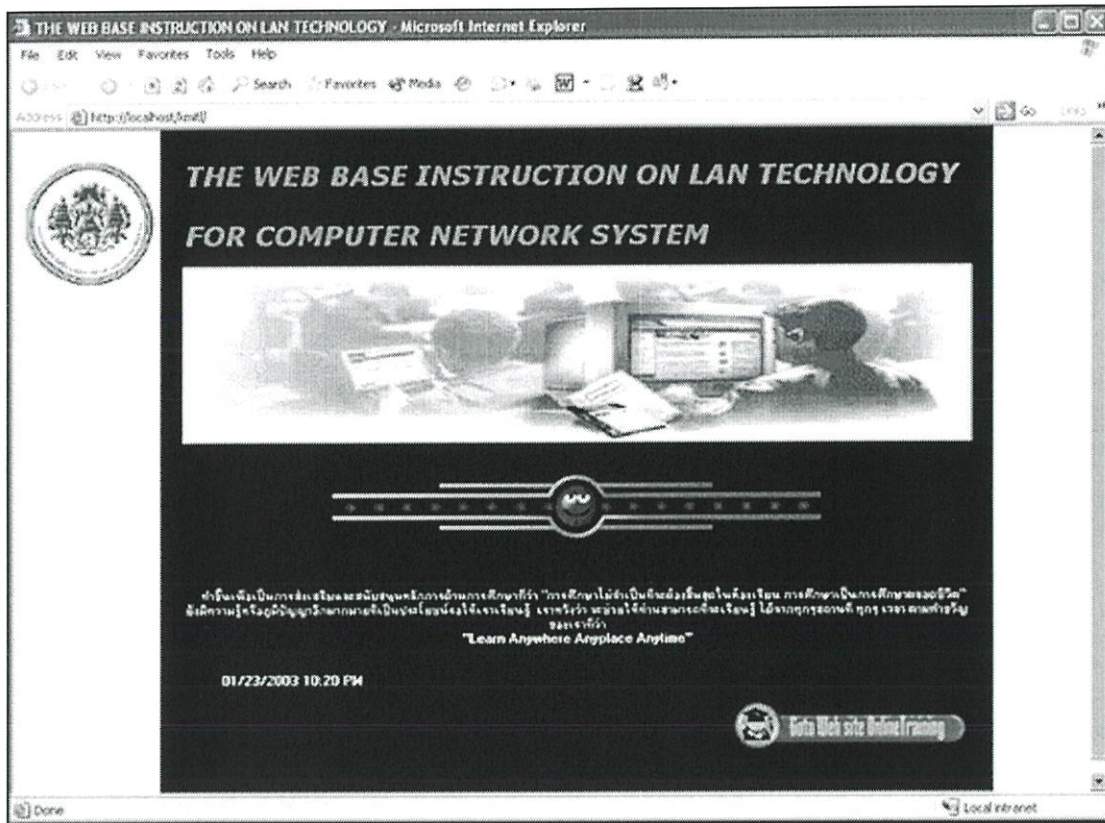
34. อัตราข้อมูลผิดพลาดภายในระบบ FDDI มีขนาดสูงสุดกี่บิต
<p><input checked="" type="radio"/> ก. 1 bit ข. 2 bit ค. 3 bit ง. 4 bit</p>
35. Fast Ethernet ใช้เวลาการส่งข้อมูลในแต่ละบิตเท่าไร
<p>ก. 2 นาโนวินาที ข. 6 นาโนวินาที <input checked="" type="radio"/> ค. 10 นาโนวินาที ง. 12 นาโนวินาที</p>
36. สัญญาณนาฬิกาใดต่อไปนี้อยู่ที่สายสัญญาณ category 5 ยินยอมให้ผ่านได้
<p>ก. 15 เมกะเฮิร์ตซ์ ข. 50 เมกะเฮิร์ตซ์ <input checked="" type="radio"/> ค. 125 เมกะเฮิร์ตซ์ ง. 300 เมกะเฮิร์ตซ์</p>
37. หลักการส่งข้อมูลแบบ 100 Base-T4 มีการส่งข้อมูลแบบใด
<p>ก. one duplex <input checked="" type="radio"/> ข. Half duplex ค. Full duplex ง. Mid duplex</p>

<p>38. มาตรฐาน 100 Base-FX ใช้เส้นใยแก้วนำแสงกี่เส้นในการส่งข้อมูลแบบมัลติโหมด และมีระยะห่างระหว่างสถานีสูงสุดเท่าไร</p>
<p>ก. 1 เส้น , ระยะทาง 1 กิโลเมตร  <input checked="" type="radio"/> ข. 1 เส้น , ระยะทาง 10 กิโลเมตร      ค. 2 เส้น , ระยะทาง 2 กิโลเมตร      ง. 2 เส้น , ระยะทาง 20 กิโลเมตร</p>
<p>39. วิธีการใดที่ใช้ในการส่งข้อมูลระหว่างแลนแบบเดิมกับแลนแบบ ATM</p>
<p>ก. ATM LAN Translate  <input checked="" type="radio"/> ข. ATM LAN Emulation      ค. ATM LAN Decoder      ง. ATM LAN Modulate</p>
<p>40. สาเหตุที่ทำให้เราเตอร์ทำงานล่าช้ากว่าเดิมในการเชื่อมต่อ 2 เครื่องเข้าด้วยกัน</p>
<p><input checked="" type="radio"/> ก. การเปลี่ยนแปลง protocol ระหว่างแลนแบบเดิม กับเครือข่าย ATM      ข. การเปลี่ยนแปลง data ระหว่างแลนแบบเดิม กับเครือข่าย ATM      ค. การเปลี่ยนแปลง signal ระหว่างแลนแบบเดิม กับเครือข่าย ATM      ง. การเปลี่ยนแปลง voltage ระหว่างแลนแบบเดิม กับเครือข่าย ATM</p>
<p>41. โปรโตคอลใดที่มีการทำงานในระดับในระดับ MAC</p>
<p><input checked="" type="radio"/> ก. IEEE 802.3 และ IEEE 802.5      ข. IEEE 802.4 และ IEEE 802.5      ค. IEEE 802.11 และ IEEE 802.5      ง. IEEE 802.2 และ IEEE 802.3</p>

42. วิธีการใดที่ใช้ในการส่งข้อมูลระหว่างแลนแบบเดิมกับแลนแบบ ATM
<p>ก. ATM LAN Translate</p> <p><input checked="" type="radio"/> ข. ATM LAN Emulation</p> <p>ค. ATM LAN Decoder</p> <p>ง. ATM LAN Modulate</p>
43. เมื่อมีการติดต่อได้ระหว่างไคลเอนต์และ LECS แล้วไคลเอนต์จะส่งข้อมูลการขอเข้าสู่ อีมีเทดแลนแก่ LECS ซึ่ง LECS จะตอบข้อมูลของแอดเดรสแบบ ATM ของ LES สำหรับอีมีเทดแลนนั้น นอกจากนั้นยังมีข้อมูลอื่น ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่เกี่ยวกับอีมีเทดแลน
<p>ก. โพรโทคอลที่ใช้ในระดับ MAC</p> <p>ข. ขนาดสูงสุดของเฟรม</p> <p>ค. ชื่อของอีมีเทดแลน</p> <p><input checked="" type="radio"/> ง. ชื่อของไคลเอนต์</p>
44. เมื่อไคลเอนต์สามารถเข้าสู่ระบบอีมีเทดแลนได้แล้วจะต้องผ่านขั้นตอนอะไร เป็นอันดับแรก
<p><input checked="" type="radio"/> ก. การลงทะเบียน</p> <p>ข. ระบุข้อมูลพรีอ็อกซี</p> <p>ค. การเข้าสู่เวอร์ชวลเซอร์วิซ</p> <p>ง. การกำหนดเวอร์ชวลพาท และเวอร์ชวลเซอร์กิต</p>
45. กรณีที่ไคลเอนต์จะส่งเฟรมข้อมูลไปยัง Bus ซึ่งจะส่งข้อมูลไปยังปลายทางซึ่งโฮสต์ที่มีแอดเดรส MAC หลายทาง ตรงกับเฟรมก็จะรับข้อมูลพร้อมกับส่ง ข้อมูลอะไรเพื่อควบคุมการส่งข้อมูล
<p><input checked="" type="radio"/> ก. LE_ARP_REQUEST</p> <p>ข. CE_ARP_REQUEST</p> <p>ค. MAC_ARP_REQUEST</p> <p>ง. AE_ARP_REQUEST</p>
46. ATM ใช้โปรโตคอลแบบใด ในการส่งข้อมูลผ่านเวอร์ชวลเซอร์กิต และเวอร์ชวลพาท
<p><input checked="" type="radio"/> ก. Connection-oriented</p> <p>ข. Broadcast and Unknown Server</p> <p>ค. Lan Emulation Server</p> <p>ง. Join Response</p>

## ภาคผนวก ค

ตัวอย่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



THE WEB BASE INSTRUCTION ON LAN TECHNOLOGY - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Search Favorites Media

Address http://localhost/kmitl/index.html

KMITL มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หน้าแรก  
รายละเอียดวิชา  
รายละเอียดรายวิชา  
รายละเอียดรายวิชา  
email ฝึกอบรม  
รายละเอียด  
รายละเอียด

รายละเอียดวิชา

Unit 1	ทฤษฎีวงแหวน
Unit 2	ผลิตภัณฑ์ของ IEEE 802.3
Unit 3	ผลิตภัณฑ์ IEEE 802.3 และโครงสร้าง
Unit 4	วิธีใช้กับผลิตภัณฑ์ 802.3
Unit 5	ผลิตภัณฑ์ 802.4
Unit 6	ผลิตภัณฑ์ 802.5
Unit 7	การเชื่อมต่อแบบพหุคูณ
Unit 8	IEEE 802.2
Unit 9	ผลิตภัณฑ์อื่นๆ
Unit 10	FDDI
Unit 11	เทคโนโลยีการเชื่อมต่อ
Unit 12	ผลิตภัณฑ์ ATM
Unit 13	การเชื่อมต่อแบบไร้สาย ระบบ และเทคโนโลยี

http://localhost/kmitl/course.html Local intranet

THE WEB BASE INSTRUCTION ON LAN TECHNOLOGY - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Search Favorites Media

Address http://localhost/kmitl/index.html

KMITL มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

Web board

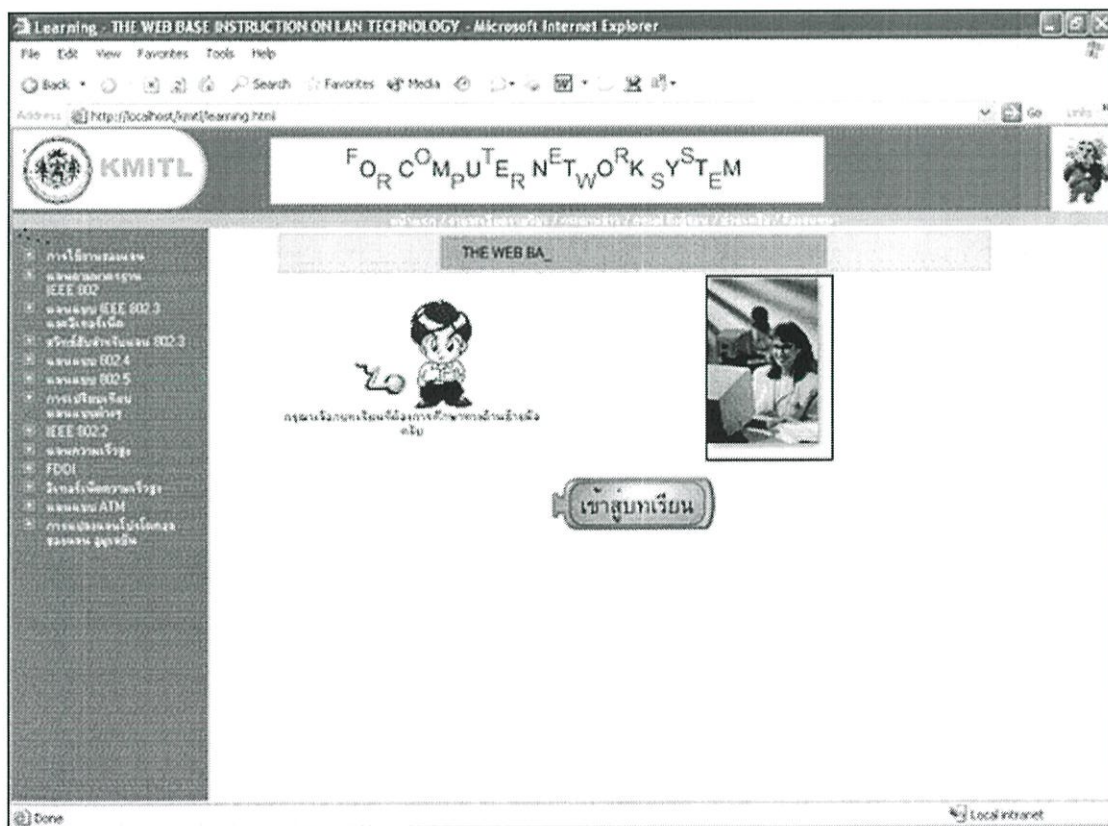
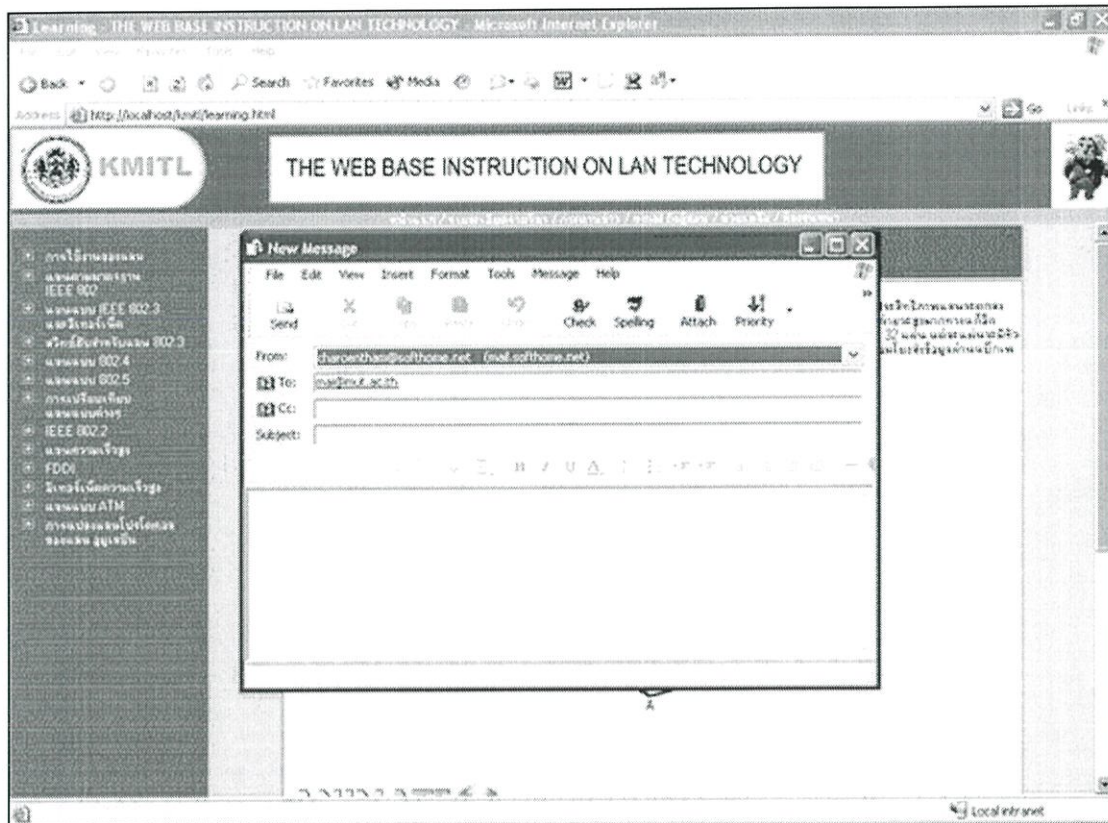
หน้า 1 จากทั้งหมด 1 หน้า

ชื่อกระดาน	จากคุณ	วันที่	ตอบทั้งหมด	ตอบครั้งสุดท้าย
ทดสอบ	โชน	test@kmit.com	4	19/2/2546 12:28:00
ทดสอบใหม่	โชน	test@kmit.com	0	23/1/2546 22:13:22
ทดสอบเก่า	โชน	test@kmit.com	0	6/12/2545 13:40:53

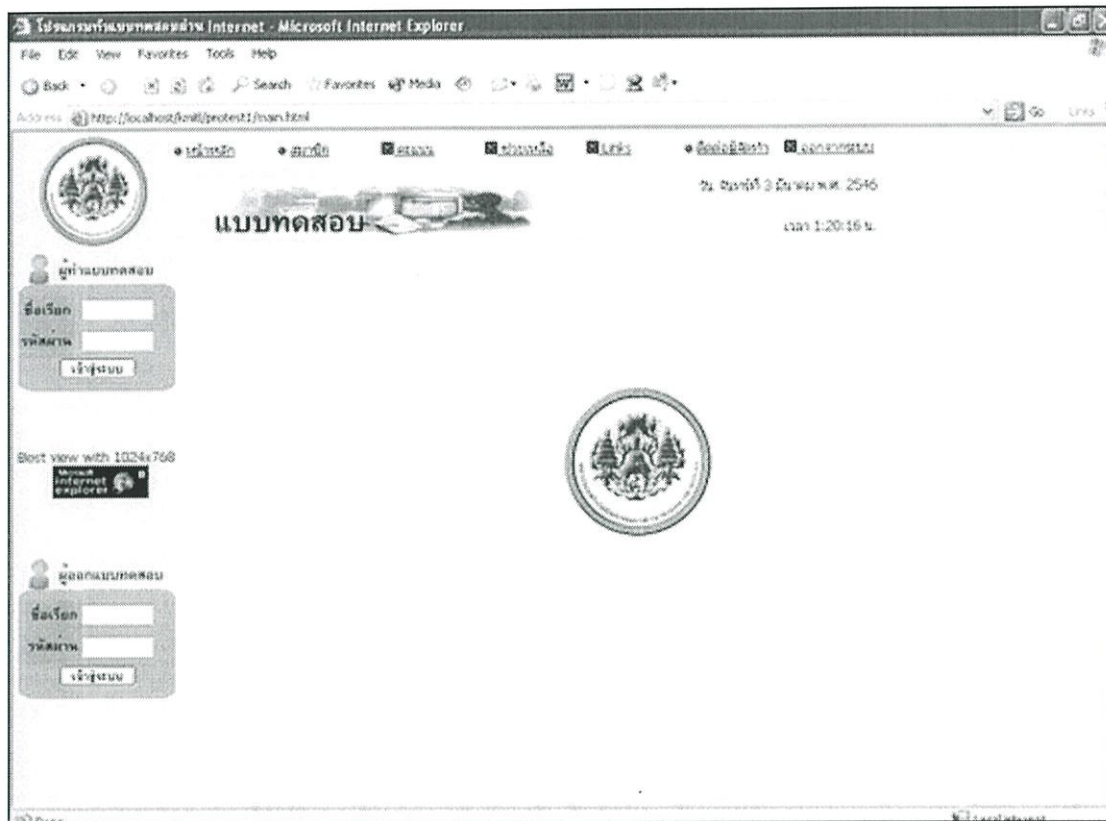
Web board

http://localhost/kmitl/webboard/WEBBOARD.ASP Local intranet









โปรแกรมทำแบบทดสอบผ่าน Internet - Microsoft Internet Explorer

**การลงทะเบียนสมาชิก**  
กรุณากรอกข้อมูลให้ครบ (โดยเฉพาะช่องที่มี \* ให้ครบถ้วน)

ชื่อ-นามสกุล *	<input type="text"/>
เพศ	<input type="text"/>
อายุ	<input type="text"/>
ที่อยู่	<input type="text"/>
รหัสไปรษณีย์	<input type="text"/>
ระดับการศึกษา	<input type="text"/>
ชื่อเรียก *	<input type="text"/>
รหัสผ่าน(อย่างน้อย 6 ตัว) *	<input type="text"/>
รหัสผ่าน(อีกครั้ง) *	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>

โปรแกรมทำแบบทดสอบผ่าน Internet - Microsoft Internet Explorer

**การลงทะเบียนสมาชิก**  
กรุณากรอกข้อมูลให้ครบ (โดยเฉพาะช่องที่มี \* ให้ครบถ้วน)


ชื่อ-นามสกุล *	<input type="text"/>
เพศ	<input type="text" value="v"/>
อายุ	<input type="text"/>
ที่อยู่	<input type="text"/>
รหัสไปรษณีย์	<input type="text"/>
ระดับการศึกษา	<input type="text" value="v"/>
ชื่อเรียก *	<input type="text"/>
รหัสผ่าน(อย่างน้อย 6 ตัว) *	<input type="text"/>
รหัสผ่าน(อีกครั้ง) *	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>

โปรแกรมทำแบบทดสอบผ่าน Internet - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Search Favorites Media

Address http://127.0.0.1/Net/protest1/main.html



 วันจันทร์ที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2546  
เวลา 23:18:17 น.


**แบบทดสอบ**

ผู้ทำแบบทดสอบ

ชื่อเรียก   
 รหัสผ่าน

เลือกจากแบบเรียน   
 เลือกจากหัวข้อแบบทดสอบ   
 ค้นหา

Best view with 1024x768


 แสดงเนื้อหา พบ 1 รายการ  
 ชื่อแบบเรียน พิมพ์ จอกล่าม  
 1. Lan Technology posttest และคิงคอง สอนโดย

ผู้ทำแบบทดสอบ

ชื่อเรียก   
 รหัสผ่าน

Done Internet

โปรแกรมทำแบบทดสอบผ่าน Internet - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://127.0.0.1/lan/ptest1/lan7.html

• ขอนแก่น • สกลนคร • นครพนม • มุกดาหาร • นครราชสีมา • ชลบุรี • นครศรีธรรมราช

วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2546 เวลา 23:19:39 น.

## แบบทดสอบ

ผู้ทำแบบทดสอบ

ชื่อเรียก:  สาขา:

ระบบทดสอบที่ใช้งานขณะนี้ คือ Lan Technology

กำลังทำการแก้ไขข้อผิดพลาด ให้ดู หรือดังนี้

### แบบทดสอบ ปรีกษา

Best view with 1024x768 คลิกที่นี่เพื่อดูเฉลยข้อผิดพลาด

เฉลยข้อผิดพลาด

เฉลยข้อผิดพลาด

ผู้ออกแบบทดสอบ

ชื่อเรียก:  สาขา:

ข้อ 1. ข้อใด ไม่ใช่ ลักษณะของ LAN

ก. เฉพาะภายในอาคาร

ข. เฉพาะภายในอาคาร แต่สามารถเชื่อมกับ

ค. เฉพาะภายในตึกเดียวกัน

ง. เฉพาะภายในบริเวณใกล้ๆ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข

เฉลย: ข

ข้อ 2. ข้อใด ไม่ใช่ คุณสมบัติของระบบ LAN

ก. แบ่งปันการใช้ไฟล์

ข. การสื่อสารข้อมูลโดยใช้สายโทรศัพท์

ค. แบ่งปันการใช้ทรัพยากรร่วมกัน

ง. การใช้อินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ต

เฉลย: ข

Done Internet

โปรแกรมทำแบบทดสอบผ่าน Internet - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://127.0.0.1/lan/ptest1/lan.html

• ขอนแก่น • สกลนคร • นครพนม • มุกดาหาร • นครราชสีมา • ชลบุรี • นครศรีธรรมราช

วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2546 เวลา 23:20:57 น.

## แบบทดสอบ

ผู้ทำแบบทดสอบ

ชื่อเรียก:  สาขา:

ระบบทดสอบที่ใช้งานขณะนี้ คือ Lan Technology

กำลังทำการแก้ไขข้อผิดพลาด ให้ดู หรือดังนี้

### แบบทดสอบ ถูกผิด

Best view with 1024x768 คลิกที่นี่เพื่อดูเฉลยข้อผิดพลาด

เฉลยข้อผิดพลาด

เฉลยข้อผิดพลาด

ผู้ออกแบบทดสอบ

ชื่อเรียก:  สาขา:

ข้อ 1. ข้อใด ไม่ใช่ ลักษณะของ LAN

ก. เฉพาะภายในอาคาร

ข. เฉพาะภายในอาคาร แต่สามารถเชื่อมกับ

ค. เฉพาะภายในตึกเดียวกัน

ง. เฉพาะภายในบริเวณใกล้ๆ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข

เฉลย: ข

### แบบทดสอบ จับคู่

Best view with 1024x768 คลิกที่นี่เพื่อดูเฉลยข้อผิดพลาด

เฉลยข้อผิดพลาด

เฉลยข้อผิดพลาด

ชื่อ:  สาขา:

ข้อ 1. ข้อใด ไม่ใช่ ลักษณะของ LAN

ก. เฉพาะภายในอาคาร

ข. เฉพาะภายในอาคาร แต่สามารถเชื่อมกับ

ค. เฉพาะภายในตึกเดียวกัน

ง. เฉพาะภายในบริเวณใกล้ๆ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข

เฉลย: ข

ไม่มีตัวเลือก จับคู่

Done Internet

โปรแกรมอินเทอร์เน็ต - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://localhost/kmitl/protest1/lan.html

หน้าหลัก | สอนฝึก | สอบ | ข่าวสาร | บริการ | Links | ติดต่อเรา | ลงทะเบียน

วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2546 เวลา 23:45:39 น.

## แบบทดสอบ

ผู้ทำแบบทดสอบ จขก ๖๖๖๖๖๖

เวลา 00:09 ขนาดวิชา คอมพิวเตอร์  
ชื่อแบบทดสอบ Lan Technology

สามารถแบ่งเป็น สาขา ดังนี้คือข้อใดถูกต้องที่สุด

- ข้อใด ไม่ใช่ สาขาของ LAN
  - ก. เครือข่ายไร้สาย
  - ข. เครือข่ายในอาคาร และสำนักงาน
  - ค. เครือข่ายในวงโคจร
  - ง. เครือข่ายที่ประกอบด้วยกลุ่ม
- ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของระบบ LAN
  - ก. แบ่งปันทรัพยากร
  - ข. การส่งผ่านข้อมูลโดยมีสายหรือไร้สาย
  - ค. แบ่งปันทรัพยากรร่วมกัน
  - ง. การโอนย้ายไฟล์โดยไม่ต้องลบต้นฉบับที่ส่ง
- ข้อใด ไม่ใช่ ส่วนประกอบหลักของระบบ LAN
  - ก. Network Interface Card
  - ข. เครือข่ายในอาคาร และสำนักงาน
  - ค. Modem
  - ง. เครือข่ายที่ประกอบด้วยกลุ่ม
- ข้อใด ไม่ใช่ มาตรฐานสำหรับระบบ LAN

Best view with 1024x768

ผู้ออกแบบทดสอบ

ชื่อเรียก  
เพื่อถาม  
เข้าสู่ระบบ

Done Local intranet

THE WEB BASE INSTRUCTION ON LAN TECHNOLOGY - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://localhost/kmitl/index1.html

KMITL

วิศวกรรมเครือข่ายคอมพิวเตอร์

หน้าเว็บ (3) 3 มีนาคม พ.ศ. 2546

# Web board

เลือกกระทู้

หน้า 1 จากทั้งหมด 1 หน้า

ชื่อกระทู้	จากคุณ	วันที่	ตอบทั้งหมด	ตอบครั้งสุดท้าย
ทดสอบ	โจน	test@kmitd.com	4	19/2/2546 12:28:00
ทดสอบใหม่	โจน	test@kmitd.com	0	23/1/2546 22:13:22
ทดสอบเก่า	โจน	test@kmitd.com	0	6/12/2545 13:40:53

Web board

http://localhost/kmitl/asp/webboard/WEBBOARD.ASP Local intranet

3 ฝึกการพิมพ์บทความผ่าน Internet - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Search Favorites Media Print

Address http://127.0.0.1/next/protest1/main.html

• บ้านเรือด • สวดนึก • สวดมนต์ • สวดมนต์ • Links • คู่มือการใช้งาน • ลงทะเบียน

วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2546 เวลา 23:25:24 น.

## แบบทดสอบ

ผู้ทำแบบทดสอบ

ชื่อเรียก

รหัสผ่าน

เข้าสู่ระบบ

Best view with 1024x768

ผู้ลงคะแนนแบบทดสอบ

ชื่อเรียก

รหัสผ่าน

เข้าสู่ระบบ

### สำหรับผู้ออกแบบทดสอบ

- สามารถสร้างแบบทดสอบได้หลายประเภท ประเภทของคำตอบแบบ ปรนัย ถูกผิด และจับคู่
- สามารถพิมพ์แบบทดสอบได้
- สามารถแก้ไขแบบทดสอบได้
- สามารถลบแบบทดสอบได้
- ผู้ลงคะแนนแบบทดสอบสามารถดูผลของข้อผู้เข้าทำแบบทดสอบได้

ถ้ายังไม่ได้เป็นสมาชิก ลองสมัครสมาชิกก่อน จึงจะสามารถเข้าขงระบบแบบทดสอบได้ โดยเมื่อกรอกเลข • สวดนึก แล้วคลิกที่ สวดนึก(ผู้ลงคะแนนแบบทดสอบ)

### สำหรับผู้ทำแบบทดสอบ

- สามารถดูเวลาที่ใช้นในการทำแบบทดสอบได้
- เมื่อทำแบบทดสอบส่งแล้วจะสามารถดูผลข้อได้ทันที
- เมื่อทำแบบทดสอบส่งแล้วจะสามารถดูคะแนนได้ทันที
- ผู้ทำแบบทดสอบสามารถดูคะแนนของข้อผู้เข้าทำแบบทดสอบได้
- สามารถเข้ามาทำแบบทดสอบในเวลาใดก็ได้

ถ้ายังไม่ได้เป็นสมาชิก ลองสมัครสมาชิกก่อน จึงจะสามารถเข้าทำแบบทดสอบได้ โดยเมื่อกรอกเลข • สวดนึก แล้วคลิกที่ สวดนึก(ผู้ทำแบบทดสอบ)

Done Internet

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายใหม่ เจริญธรรม
วัน-เดือน-ปีเกิด	14 มีนาคม 2518
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 51 หมู่ที่ 1 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530.
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 51 หมู่ที่ 1 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530.
ตำแหน่ง	อาจารย์
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง