

การพัฒนาแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย
สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 คณะบริหารธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาเขตศรีนครินทร์บุรีรัมย์

DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION IN NETWORK
ARCHITECTURE FOR BACHELOR'S DEGREE BUSINESS COMPUTER
MAJOR ADMINISTRATION FACULTY RATANABUNDIT UNIVERSITY
SCIENCE & TECHNOLOGY

Patchareeyakron Oun-Or

PATCHAREEYAKRON OUN-OR

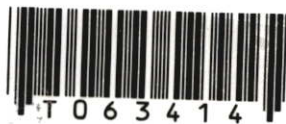
จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนหลักสูตรปริญญาตรี สาขาบริหารธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต (วิทยาเขตศรีนครินทร์บุรีรัมย์)
วิทยาเขตศรีนครินทร์บุรีรัมย์ วิทยาเขตศรีนครินทร์บุรีรัมย์

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-7236-6

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย
สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION IN NETWORK
ARCHITECTURE FOR BACHELOR'S DEGREE BUSINESS COMPUTER
MAJOR ADMINISTRATION FACULTY RATANABUNDIT UNIVERSITY
SCIENCE & TECHNOLOGY



พัชรียากรณ์ อุ่นออ

PATCHAREEYAKRON OUN-OR

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 63414
วัน,เดือน,ปี... 28 ส.ค. 2549

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2226-6

**DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION IN NETWORK
ARCHITECTURE FOR BACHELOR'S DEGREE BUSINESS COMPUTER
MAJOR ADMINISTRATION FACULTY RATANABUNDIT UNIVERSITY
SCIENCE & TECHNOLOGY**

PATCHAREEYAKRON OUN-OR

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2006

ISBN 974-15-2226-6

COPYRIGHT 2006

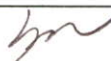




SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย สำหรับนักศึกษา
ปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION IN NETWORK
ARCHITECTURE FOR BACHELOR'S DEGREE BUSINESS COMPUTER MAJOR
ADMINISTRATION FACULTY RATANABUNDIT UNIVERSITY SCIENCE &
TECHNOLOGY

ชื่อนักศึกษา นางพัชรีญากรณ์ อุ่นออ
รหัสประจำตัว 47065511
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	
ผศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	
ผศ.กิตติพงศ์	มะโน	
รศ.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 14 มีนาคม 2549 เวลา 9.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....๑๐.....เดือน.....เมษายน.....พ.ศ.....๒๕๔๙.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรม เครื่องข่าย สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาควิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นักศึกษา	นางพัชรีญากรณ์ อุ่นอ
รหัสประจำตัว	47065511
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2549
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่าย สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 จำนวน
40 คน จากประชากร 540 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

ผลการวิจัยสรุปว่า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่ายมีคุณภาพด้านเนื้อหาใน
ระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.62 และมีคุณภาพด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยรวม
เท่ากับ 4.56 โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.37 / 82.87 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 / 80

Thesis Title	Development of Computer-Assisted Instruction in Network Architecture for Bachelor's Degree Business Computer Major Administration Faculty Ratanabundit University Science & Technology
Student	Mrs. Patchareeyakron Oun-or
Student ID.	47065511
Degree	Master of Science
Programme	Science Educational Major Computer
Year	2006
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Lertlak Klinhom
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Peerawut Suwanjan

ABSTRACT

The purposes of the research study were to construct and find out the efficiency of Development of Computer-Assisted Instruction in Network Architecture for Bachelor's Degree students major in Business Computer in the faculty of business administration Ratanabundit University according to the defined 80 /80 criteria.

The Samples of this study were 40 students while cluster randomly selected from 540 students at Bachelor's Degree Business Computer Major, Faculty of Business administration , Ratanabundit University Science & Technology.

The results of the study were as follows:

The Computer-assisted Instruction lesson in network architecture was qualified in terms of content at excellent level. The average level is at 4.62. It was qualified in terms of teaching construct at excellent level. The average level is at 4.56, with the effectiveness level at 80.37/82.87, in accordance with the 80/80 criteria.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลั่นหอม ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และ รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล ผศ.กิติพงศ์ มะโน รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนแนะแนวทางในการดำเนินการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ ขอขอบพระคุณอาจารย์จักรกฤษณ์ สิริริน อาจารย์พรณธิพา ธีระโรจนะพงษ์ อาจารย์ณรรีรัตน์ นิยมไทย อาจารย์ธวัช ร่มทรัพย์ อาจารย์ประทานพร อุ่นอ และนายประทีป อินทรสิทธิ์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยให้ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารมหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในด้านข้อมูลรวมถึงการทดลองสื่อการสอนกับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณสมาชิกในครอบครัวของผู้ทำวิจัยทุกท่านที่ให้ความรักและให้กำลังใจให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบุคลากรของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องออกเอกสารทางราชการ

พัชรีญากรณ์ อุ่นอ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น.....	6
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	21
2.3 รูปแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	26
2.4 ลักษณะการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	29
2.5 หลักการออกแบบสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	30
2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	35
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	40
3.3 การดำเนินงานวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	50
4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	55
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	55
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	55
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	56
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	58
5.8 อภิปรายผล.....	58
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	60
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	65
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนราชการ.....	70
ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	76
ประวัติผู้เขียน.....	83

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การแบ่งหน่วยเรียน / แผนการสอน.....	7
2.2 ตัวอย่างของโปรโตคอลที่ใช้เลเยอร์ชั้นต่าง ๆ ในแบบ OSI.....	13
2.3 แสดงชนิดของโปรโตคอลมาตรฐานในแต่ละเลเยอร์.....	19
2.4 ตารางเปรียบเทียบเลเยอร์ในสถาปัตยกรรม OSI TCP/IP SNA.....	19
2.5 แสดงการเปรียบเทียบชั้นเลเยอร์ในสถาปัตยกรรมเครือข่าย OSI และ SNA.....	20
3.1 ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	46
4.1 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย ด้านเนื้อหา.....	51
4.2 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	52
4.3 แสดงผลคะแนนจากการนำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลัง เรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น.....	54

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	สถาปัตยกรรมเครือข่าย.....	8
2.2	สายสื่อสารข้อมูลระหว่าง Host A ไป Host B.....	9
2.3	สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ OSI	11
2.4	ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์.....	13
2.5	การแบ่งส่วนการทำงานของสถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ OSI.....	14
2.6	การบริการแบบ Connectionless ของโปรโตคอล UDP	17
2.7	การบริการแบบ Connection-oriented ของโปรโตคอล TCP.....	17
2.8	ตัวอย่างโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลในแต่ละเลเยอร์.....	21
2.9	แผนผังลำดับขั้นตอนสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	33
3.1	แผนผังขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	43
ค 1	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย.....	77
ค 2	วัตถุประสงค์การเรียนรู้ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	77
ค 3	การลงทะเบียนเข้าสู่บทเรียน.....	77
ค 4	อธิบายเรื่องระบบเครือข่ายและการสื่อสาร.....	78
ค 5	อธิบายเกี่ยวกับ Topology	78
ค 6	หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมเครือข่าย.....	78
ค 7	สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ OSI Model	79
ค 8	ตัวอย่าง Layer Session ใน OSI Model	79
ค 9	แบบทดสอบหลังการเรียนรู้ OSI Model.....	79
ค 10	สรุปคะแนนท้ายบทเรียน OSI Model.....	80
ค 11	สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ TCP/IP.....	80
ค 12	การเปรียบเทียบระหว่าง OSI Model กับ TCP/IP.....	80
ค 13	แบบทดสอบหลังบทเรียน TCP/IP.....	81
ค 14	สรุปคะแนนท้ายบทเรียน TCP/IP.....	81
ค 15	สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ SNA.....	81
ค 16	แบบทดสอบหลังบทเรียน SNA.....	82
ค 17	สรุปคะแนนท้ายบทเรียน SNA.....	82
ค 18	ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	82

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสื่อสารในระบบเครือข่ายเป็นสิ่งที่ทำให้โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและยังคงมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไม่มีข้อจำกัด การเจริญเติบโตทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารข้อมูลที่เกิดขึ้นนี้เป็นเหตุให้มีความรู้สึกว่โลกใบนี้เริ่มเล็กลงเรื่อย ๆ ข้อจำกัดและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างพรมแดนของประเทศต่าง ๆ ได้ลดลงอย่างรวดเร็ว สภาวะของโลกได้ถูกปรับเข้าสู่ยุคของข้อมูลข่าวสารอย่างเต็มตัว ความทันสมัยของเทคโนโลยีถูกสร้างขึ้นทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและทางการศึกษา การเสาะแสวงหาความรู้จึงเป็นสิ่งที่นำทางให้เราไปสู่ข้อมูลข่าวสาร รวมถึงความต้องการใช้ข้อมูลข่าวสารเพื่อการทำงานด้านต่าง ๆ การสืบค้นหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารที่ทันสมัยย่อมต้องอาศัยการสนับสนุนจากเทคโนโลยีสื่อสารที่เหมาะสม

ระบบการสื่อสารข้อมูลนับวันจะถูกใช้งานมากขึ้นพร้อมกับระบบคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็น การสื่อสารข่าวสารประเภทเสียง ภาพนิ่ง วิดีโอ และข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารข้อมูลด้านคอมพิวเตอร์ การทำความเข้าใจและความเข้าใจในเรื่องของการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ จึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญในการสื่อสาร ข้อมูลและข่ายงานสื่อสาร สัญญาณสื่อสาร การส่งผ่านข้อมูลในแบบต่าง ๆ โดยปกติโหนดเครือข่ายมีการเชื่อมต่อโดยผ่านสายส่ง ซึ่งอาจจะเป็นสื่ออุปกรณ์แม่เหล็ก (Magnetic Media) ระบบสื่อสารภาคพื้นดิน (Terrestrial) เช่น สายโทรศัพท์ ระบบสื่อสารดาวเทียม (Satellite) ระบบสื่อสารวิทยุ (Radio Link) หรือเส้นใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) สถาปัตยกรรมเครือข่าย (Network Architecture) และลักษณะของคลื่นสัญญาณที่มนุษย์ไม่สามารถรับได้เป็นต้น (พิพัฒน์ หิรัณย์วิชชากร. 2544 : 44)

นอกจากนี้ในปัจจุบันพัฒนาการทางการใช้คอมพิวเตอร์ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปมาก นโยบายการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่มีความต้องการให้นักศึกษาทุกคนผ่านการเรียนรู้คอมพิวเตอร์อย่างน้อยในระดับพื้นฐาน นักศึกษาทุกคนต้องสามารถใช้โปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์เพื่อพิมพ์รายงาน พิมพ์เอกสารข้อความต่าง ๆ สามารถใช้ตารางในการคำนวณ (Spreadsheet) ช่วยการคำนวณตัวเลขอย่างง่ายได้ นอกจากนี้ นักศึกษาทุกคนควรมีความรู้พื้นฐานที่สามารถใช้ประโยชน์จากระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในเรื่องการสื่อสารข้อมูล

เช่น การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การสืบค้นข้อมูลเพื่อประกอบการเรียนการสอนและงานวิจัยต่าง ๆ เป็นต้น

ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการสื่อสารข้อมูลและรายงานเบื้องต้น คณะบริหารธุรกิจ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในพื้นฐานของสถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักการสื่อสารข้อมูลชนิดต่าง ๆ กระบวนการกำหนดการแบ่งโครงสร้างของสถาปัตยกรรมเครือข่าย หน้าที่การทำงานในแต่ละเลเยอร์ รูปแบบการอินเตอร์เฟสระหว่างเลเยอร์ ปัจจุบันจะใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint แผ่นใสและอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลบางชนิด เช่น โทรศัพท์ กล้องวิดีโอ โทรทัศน์ เป็นต้น เป็นสื่อการสอน ซึ่งจะประสบปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาจึงไม่สามารถจัดหาสื่อเหล่านั้นมาให้ครบทั้งหมดและอุปกรณ์บางอย่างมีราคาแพง อีกทั้งมีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนนักศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจมีจำนวนมากและระดับความรู้ของแต่ละคนไม่เท่ากัน จึงทำให้ไม่สามารถให้ความรู้กับนักศึกษาได้ทั่วถึงและเท่าเทียมกันได้

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย นำมาศึกษาปัญหาและทำการวิเคราะห์แนวทางในการแก้ไขเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ง่ายขึ้น โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย เพื่อแสดงกระบวนการกำหนดการแบ่งโครงสร้างของสถาปัตยกรรมเครือข่าย ออกเป็นเลเยอร์ และกำหนดหน้าที่การทำงานในแต่ละเลเยอร์ รวมถึงรูปแบบการอินเตอร์เฟสระหว่างเลเยอร์ (ฉัตรชัย สุมาลย์. 2521 : 166) ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ แก้ปัญหาในเรื่องเวลาในการเรียนพร้อมกับสามารถติดตามผลการเรียนได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำคอมพิวเตอร์มาผสมผสานกับเนื้อหาวิชาการสื่อสารข้อมูลและรายงานเบื้องต้น เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจสู่กระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป

1.3.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 กรอบแนวคิดด้านเทคนิค

ในการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนตามหลักทฤษฎีการพัฒนาบทเรียนของ Robert Gagne' ที่ว่าด้วยสี่อ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541 : 41-43) ซึ่งประกอบด้วย 8 เหตุการณ์ ดังนี้

1. ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. การเสนอเนื้อหา (Present Information)
5. ชี้แนะเพื่อการเรียนรู้ (Provide Learning Guidance)
6. กระตุ้นการตอบสนองของผู้เรียน (Elicit Response)
7. ให้ข้อมูลป้อนกลับและการเสริมแรง (Provide Feedback)
8. การประเมินผลหลังบทเรียน (Assess Performance)

1.4.2 กรอบแนวคิดด้านเนื้อหา

วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย (BC. 310) ประกอบด้วย

- 1.4.2.1 สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ OSI (Open System Interconnection)
- 1.4.2.2 สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)
- 1.4.2.3 สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ SNA (System Network Architecture)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตร 4 ปีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 540 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตร 4 ปีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 40 คน โดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

1.5.2 เนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาผลิตเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื้อหาที่นำไปทดลองในครั้งนี้ เป็นไปตามหลักสูตรปริญญาตรี คณะบริหารธุรกิจ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ประเภทกลุ่มวิชาชีพบังคับ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาการสื่อสารข้อมูลและช่างงานเบื้องต้น รหัสวิชา BC.310 เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.3.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย

1.5.3.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนวิชาการสื่อสารข้อมูลและช่างงานเบื้องต้น เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองจากการอ่านเนื้อหาในชุดคำสั่ง ทั้งการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดและสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้ทันที เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

1.6.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความถูกต้องทางด้านเนื้อหาและด้านสื่อการสอน

1.6.3 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ

- แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
- แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.6.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนของคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

E1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย

E2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนครบทุกหัวข้อในบทเรียนการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย

1.6.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือประเมินความรู้ของผู้เรียน

1.6.6 สถาปัตยกรรมเครือข่าย หมายถึง การทำงานของระบบเครือข่ายที่ได้ร่วมกันกำหนดมาตรฐานการสื่อสารในคอมพิวเตอร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเรียบเรียงและนำเสนอเอกสารสำคัญจากหนังสือภาษาไทยและเอกสารต่าง ๆ ตลอดจนเว็บไซต์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องนำเสนอตามลำดับดังนี้

- 2.1 วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น
- 2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 รูปแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 ลักษณะการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 หลักการออกแบบสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น

วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น (รหัสวิชา BC.310) เป็นวิชาหนึ่งที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรปริญญาตรีคณะบริหารธุรกิจ ประเภทกลุ่มวิชาชีพบังคับ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บรรจุให้เรียนในภาคเรียนที่ 1 สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ระยะเวลาการเรียนของหลักสูตร 16 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที ทฤษฎี 3 คาบต่อสัปดาห์วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น ประกอบด้วยเนื้อหา 12 หน่วย ดังนี้

- หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานของการสื่อสารข้อมูล
- หน่วยที่ 2 การส่งและรับข้อมูล
- หน่วยที่ 3 เทคนิคการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกและแบบดิจิทัล
- หน่วยที่ 4 การเชื่อมโยงการสื่อสารและชนิดของสื่อกลาง
- หน่วยที่ 5 เทคนิคการสื่อสารข้อมูลดิจิทัล
- หน่วยที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์
- หน่วยที่ 7 เครือข่ายการสื่อสารข้อมูล
- หน่วยที่ 8 ISDN
- หน่วยที่ 9 สถาปัตยกรรมเครือข่าย
- หน่วยที่ 10 โพรโทคอล

หน่วยที่ 11 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

หน่วยที่ 12 เทคโนโลยีของแลน

ตารางที่ 2.1 การแบ่งหน่วยเรียน/แผนการสอน : (Content and Lesson Plan)

สัปดาห์ที่ (Week)	หน่วยเรียน / บทเรียน (Content / Topic)	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	ความรู้พื้นฐานของการสื่อสารข้อมูล	3	-
2	การส่งและรับข้อมูล	3	-
3	เทคนิคการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกและแบบดิจิทัล	3	-
4	การเชื่อมโยงการสื่อสารและชนิดของสื่อกลาง	3	-
5	เทคนิคการสื่อสารข้อมูลดิจิทัล	3	-
6	เทคนิคการสื่อสารข้อมูลดิจิทัล (ต่อ)	3	-
7	อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์	3	-
8	สอบกลางภาค	3	-
9	เครือข่ายการสื่อสารข้อมูล	3	-
10	ISDN	3	-
11	สถาปัตยกรรมเครือข่าย	3	-
12	สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ OSI , TCP/IP , SNA	3	-
13	โปรโตคอล	3	-
14	ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	3	-
15	เทคโนโลยีของแลน	3	-
16	สอบปลายภาค	3	-
	รวม	48	

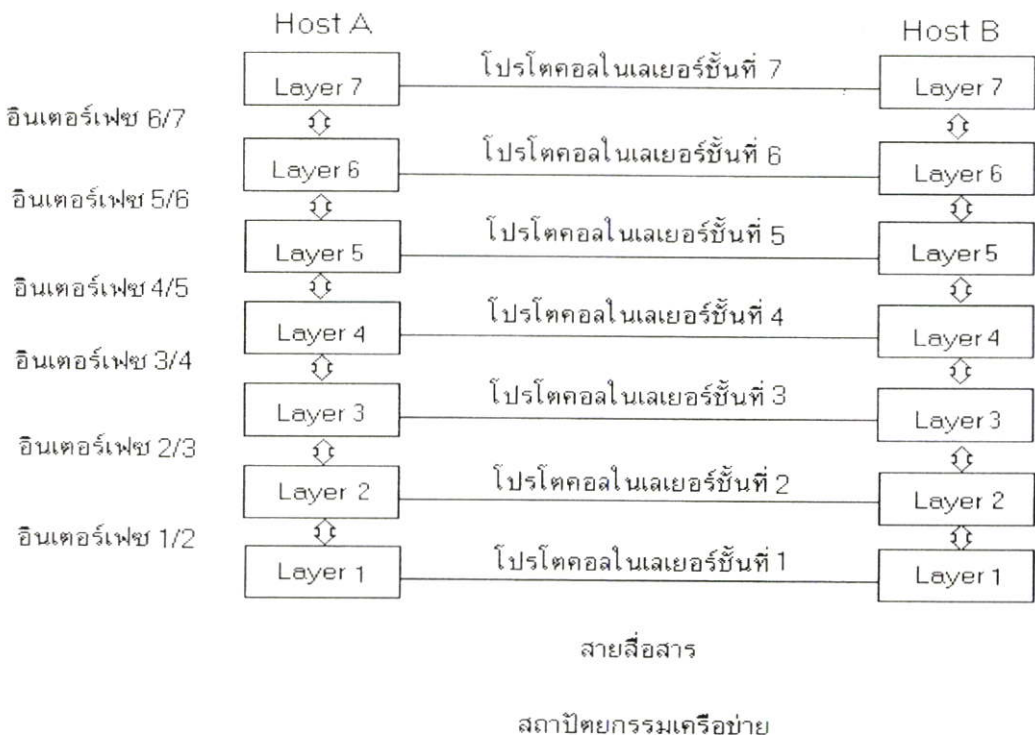
ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในหน่วยที่ 11 และ 12 เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย รหัสวิชา BC.310 วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น ประเภทกลุ่มวิชาชีพบังคับ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ รุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีเนื้อหาของสถาปัตยกรรมเครือข่าย

2.1.1 สถาปัตยกรรมเครือข่าย (Network Architecture)

เลเยอร์ (Layer) เพื่อลดปัญหาความยุ่งยาก และสับสนในการจัดการติดต่อสื่อสาร ข้อมูลโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะถูกแบ่งออกเป็นชั้นๆ (level) เรียกว่า เลเยอร์ (Layer) ซึ่งแต่ละเลเยอร์จะมีขอบเขตการทำงานของตนเอง และในแต่ละเลเยอร์จะมีหมายเลขลำดับ(N)ชื่อรายละเอียดและหน้าที่การทำงานของตนแตกต่างกันออกไป

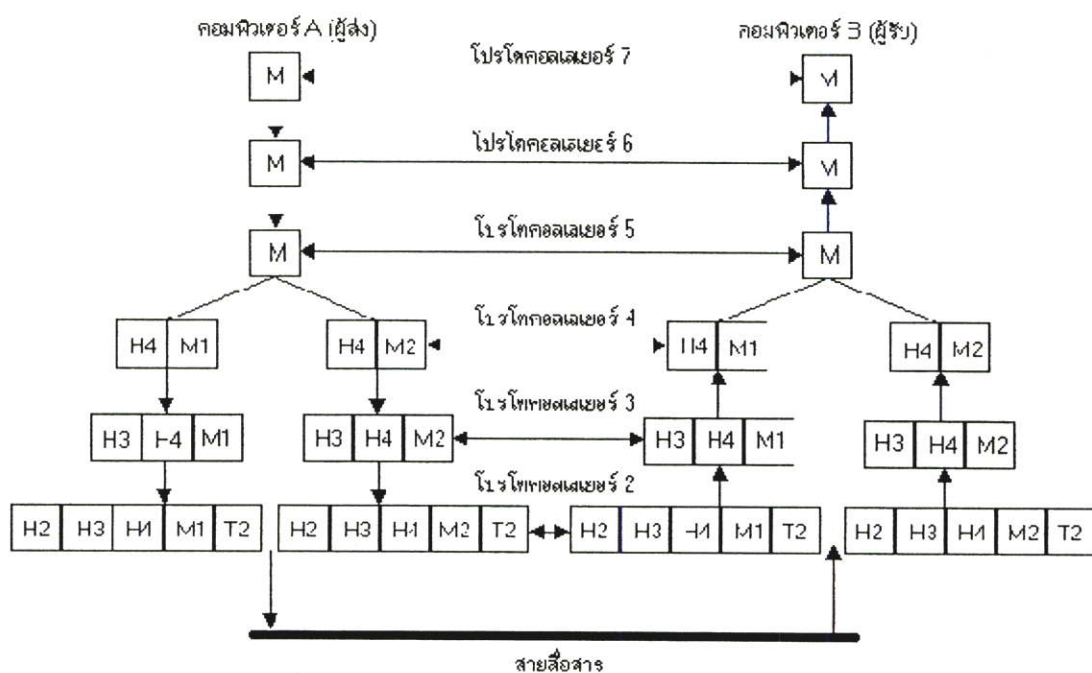
โปรโตคอล (Protocol) ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์เข้าเป็นเครือข่ายมี คำศัพท์ที่มีความหมายใกล้เคียงอยู่ 2 คำ คือ เอนทิตี (Entity) และระบบ (System) อธิบายอย่างง่าย ๆ เอนทิตีนั้น ได้แก่ แอปพลิเคชัน โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ไฟล์ข้อมูล เป็นต้น ส่วนระบบก็ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ เทอร์มินัล หรือรีโมทเซนเซอร์ เป็นต้น ในการที่เอนทิตีจาก 2 แหล่งจะสามารถสื่อสารกันได้นั้น เอนทิตีทั้งสอง ต้อง "พูดจาภาษาเดียวกัน" ซึ่งหมายถึงจะต้องมีการกำหนดลักษณะ การสื่อสาร รูปแบบและวิธีการสื่อสาร ดังนั้น คำจำกัดความของโปรโตคอลก็คือ กลุ่มหรือชุดของ ขั้นตอน รูปแบบ ลักษณะหรือวิธีการสื่อสารในการทำให้เอนทิตีสามารถสื่อสารกันได้

อินเตอร์เฟซ (Interface) ในการอินเตอร์เฟซหรือการติดต่อสื่อสารระหว่างเลเยอร์ ชั้น N และชั้น N+1 หรือชั้นที่ N-1 โดยทั่วไปเลเยอร์ที่อยู่ชั้นล่างจะเป็นผู้ทำงานให้กับเลเยอร์ที่อยู่ ชั้นบน ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นในเลเยอร์ชั้นใด เลเยอร์ในชั้นอื่นๆจะไม่มีผลกระทบกระเทือน เลขตราใดที่อินเตอร์เฟซระหว่างเลเยอร์นั้นยังคงเหมือนเดิม เซ็ตหรือกลุ่มของเลเยอร์และโปรโตคอล และอินเตอร์เฟซรวมกันเรียกว่า **สถาปัตยกรรมเครือข่าย**



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมเครือข่าย

ในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Host A ไป Host B โดยผ่านระบบเครือข่าย ดูเสมือนว่า Host A นั้นส่งข้อมูลไปยัง Host B แบบเลเยอร์ต่อเลเยอร์กันโดยตรง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วขั้นตอนการส่งข้อมูลจาก Host A ไปยัง Host B จะทำเป็นลำดับดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สายสื่อสารข้อมูลระหว่าง Host A ไป Host B

M = Message ข่าวสารหรือข้อมูล H = Header ส่วนหัวของเฟรมข้อมูล T = Tailer ส่วนท้ายของเฟรมข้อมูล

รูปการส่งการรับข้อมูลผ่านชั้นเลเยอร์ของสถาปัตยกรรมเครือข่าย

จากภาพแสดงให้เห็นขั้นตอนการทำงานที่แท้จริงของการสื่อสารข้อมูลระหว่าง ผู้ส่ง (Host A) และผู้รับ (Host B) จะเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ข่าวสาร M ซึ่งอาจจะเป็น ไฟล์ข้อมูล จะเริ่มต้นการสื่อสารจากเลเยอร์ชั้นบนสุดคือ เลเยอร์ 7 โดยข่าวสาร M จะถูกส่งจากเลเยอร์ 7 ให้กับเลเยอร์ 6 โดยผ่านทางอินเตอร์เฟซ 6/7
2. เมื่อเลเยอร์ 6 ได้รับข่าวสาร M มาแล้ว จะทำการเปลี่ยนแปลงรหัสของข่าวสาร แล้วส่งต่อไปยังเลเยอร์ 5 โดยผ่านอินเตอร์เฟซ 5/6
3. เลเยอร์ 5 จะไม่ทำการเปลี่ยนแปลงอะไรกับข่าวสาร M เพียงแต่จะช่วยควบคุมการสื่อสารหรือการไหลของข้อมูล เช่น ถ้าเลเยอร์ 6 ของเครื่องผู้รับยังไม่พร้อมที่จะรับข่าวสารจากผู้ส่ง ก็จะไม่บอกให้เลเยอร์ 5 ของเครื่องผู้ส่งให้หยุดรอ หรือ อาจจะทำให้ยกเลิกการส่งข่าวสารนั้น
4. เมื่อข่าวสารผ่านอินเตอร์เฟซ 4/5 จากเลเยอร์ 5 มาถึงเลเยอร์ 4 ก็จะแบ่งข่าวสาร M ออกเป็นแพ็กเกจ M1 และ M2 เพื่อเตรียมส่งต่อไปยังเลเยอร์ 3 เพราะเลเยอร์ 3 ต้องการข้อมูลที่มีขนาดจำกัด นอกจากนั้นในเลเยอร์ 4 ยังมีการเพิ่มส่วนหัวของแพ็กเกจ(H) เพื่อกำหนดลำดับที่

ของแพ็กเกจเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ เลขอร์ 4 ของเครื่องผู้รับในการจำแนกว่าแพ็กเกจใดมาก่อนมาหลัง เพื่อป้องกัน ความ ผิดพลาดในการรวมแพ็กเกจต่างๆ นั้นกลับมาเป็นข่าวสาร M ได้ อย่างเป็นทางการ

5. สำหรับเลขอร์ 3 เมื่อรับแพ็กเกจข้อมูลมาจากเลขอร์ 4 แล้วจะทำหน้าที่ตัดสินใจว่าแพ็กเกจใดควรจะออกไปทางช่องทางสื่อสารไหน หรือเส้นทางใด และจะใส่บิตส่วนหัว H ของเลขอร์ 3 เข้าไปกับ แพ็กเกจข้อมูลด้วย

6. เลขอร์ 2 เมื่อรับแพ็กเกจข้อมูลจากเลขอร์ 3 แล้วก็มีหน้าที่ในการควบคุมการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางให้ถูกต้องแน่นอน โดยเลขอร์ 2 จะเพิ่มบิตส่วนหัว H และบิตปิดท้าย T ของตนเข้าไปกับ ข่าวสารเพื่อในการทำการตรวจสอบความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการส่งข้อมูล โดยเลขอร์ 2 ของ เครื่องผู้รับจะเป็นผู้ตรวจสอบ

7. เลขอร์ 1 คือ เลขอร์ที่ผู้ส่งจะทำการส่งข้อมูลออกจากเครื่องส่งไปจริงๆ จากต้นทางไปยังอีกปลายทางโดยผ่านทางสื่อกลางสื่อสาร

8. เมื่อข้อมูลต่าง ๆ ได้ส่งไปเครื่องผู้รับแล้ว ขั้นตอนการทำงานในแต่ละเลขอร์ของเครื่องผู้รับก็จะทำงานย้อนกลับกันกับการทำงานในเลขอร์ชั้นเดียวกันของเครื่องผู้ส่งจากชั้นล่างสุดขึ้นไปชั้นบนสุด

แม้ว่าโครงสร้างของเครือข่ายจะแบ่งออกเป็นหลายเลขอร์ แต่ในแต่ละเลขอร์ก็จะมีปัญหาเกิดขึ้นในลักษณะคล้ายคลึงกันคือ

1. ปัญหาการเชื่อมโยงการสื่อสาร และการเชื่อมโยงเทอร์มินัล
2. ปัญหาการส่ง – รับข้อมูลไม่ว่าจะเป็นในการเชื่อมโยงแบบ simplex, half-duplex, full-duplex ซึ่งจะต้องกำหนดว่าจะใช้ช่องทางสื่อสารสำหรับ 1 เส้นทางการเชื่อมโยง
3. ปัญหาการควบคุมการเกิดความผิดพลาด
4. ปัญหาอัตราเร็วของการส่ง และรับข้อมูลไม่เท่ากัน
5. ปัญหาการมัลติเพล็กซ์หลายช่องทางเข้าสู่ทางสื่อสารเดียว

2.1.1.1 สถาปัตยกรรมเครือข่ายรูปแบบ OSI

ในปี ค.ศ. 1977 องค์กร ISO (international Organization for Standard) ได้จัดตั้งคณะกรรมการขึ้นกลุ่มหนึ่ง เพื่อทำการศึกษารูปแบบมาตรฐานและพัฒนาสถาปัตยกรรมเครือข่าย และใน ปี ค.ศ. 1983 องค์กร ISO ก็ได้ออกประกาศรูปแบบของสถาปัตยกรรมเครือข่ายมาตรฐานในชื่อของ "รูปแบบ OSI " (Open System Interconnection Model) เพื่อใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานในการเชื่อมต่อระบบ คอมพิวเตอร์ อักษร "O" หรือ "Open" ก็ หมายถึง การที่คอมพิวเตอร์หรือระบบคอมพิวเตอร์หนึ่งสามารถ "เปิด" กว้างให้คอมพิวเตอร์หรือระบบคอมพิวเตอร์อื่นที่ใช้มาตรฐาน OSI เหมือนกันสามารถติดต่อไปมาหาสู่ระหว่างกันได้ จุดมุ่งหมายของการกำหนดการแบ่งโครง

สร้างของสถาปัตยกรรมเครือข่ายออกเป็นเลเยอร์ ๆ และกำหนดหน้าที่การทำงานในแต่ละเลเยอร์ รวมถึงกำหนดรูปแบบการอินเตอร์เฟซระหว่างเลเยอร์ด้วย โดยมีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ไม่แบ่งโครงสร้างออกเป็นเลเยอร์ ๆ มากเกินไป
2. แต่ละเลเยอร์จะต้องมีการทำงานแตกต่างกันทั้งขบวนการและเทคโนโลยี
3. จัดกลุ่มหน้าที่การทำงานที่คล้ายกันให้อยู่ในเลเยอร์เดียวกัน
4. เลือกเฉพาะการทำงานที่เคยใช้ได้ผลประสบความสำเร็จแล้ว
5. กำหนดหน้าที่การทำงานเฉพาะง่ายๆ แก่เลเยอร์ เพื่อว่าในอนาคตถ้ามีการออกแบบ

เลเยอร์ใหม่ หรือมีการเปลี่ยนแปลง โพรโตคอลใหม่ในอันที่จะทำให้สถาปัตยกรรมมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จะไม่มีผล ทำให้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ที่เคยใช้อยู่เดิมจะต้องเปลี่ยนแปลง

6. กำหนดอินเตอร์เฟซมาตรฐาน
7. ให้มีการยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลง โพรโตคอลในแต่ละเลเยอร์
8. สำหรับเลเยอร์ของแต่ละเลเยอร์ให้ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับที่กล่าวมาใน 7 ข้อแรก

หน้าที่การทำงานของแต่ละชั้นในสถาปัตยกรรม OSI

สถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI ที่ได้ประกาศออกสู่สาธารณะมีรูปแบบดังแสดงในรูปด้านบน และสถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI สำหรับการสื่อสารผ่านเครือข่ายเป็นดังที่แสดงในรูปด้านล่าง รูปแบบ OSI มีการ แบ่งโครงสร้างของสถาปัตยกรรมออกเป็น 7 เลเยอร์ และในแต่ละเลเยอร์ได้มีการกำหนดหน้าที่การทำงานไว้ ดังรูปที่ 2.3

7 Application	โพรโตคอล Application	7 Application
6 Presentation	โพรโตคอล Presentation	6 Presentation
5 Session	โพรโตคอล Session	5 Session
4 Transport	โพรโตคอล Transport	4 Transport
3 Network	โพรโตคอล Network	3 Network
2 Data Link	โพรโตคอล Data Link	2 Data Link
1 Physical	สายสื่อสาร	1 Physical

รูปที่ 2.3 สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ OSI

1. เลเยอร์ชั้น **Physical** เป็นชั้นล่างที่สุดของการติดต่อสื่อสาร ทำหน้าที่ส่ง-รับข้อมูลจริง ๆ จากช่องทางการสื่อสาร (สื่อกลาง) ระหว่างคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น มาตรฐานสำหรับ เลเยอร์ ชั้นนี้จะกำหนดว่าแต่ละคอนเนคเตอร์ (Connector) เช่น RS-232-C มีกี่พิน

(pin) แต่ละพินทำหน้าที่อะไรบ้าง ใช้สัญญาณไฟกี่โวลต์ เทคนิคการมัลติเพล็กซ์แบบต่างๆ ก็จะถูกกำหนดอยู่ในเลเยอร์ชั้นนี้

2. เลเยอร์ชั้น **Data Link** จะเป็นเสมือนผู้ตรวจสอบ หรือควบคุมความผิดพลาดในข้อมูล โดยจะแบ่งข้อมูลที่จะส่งออกเป็นแพ็กเกจหรือเฟรม ถ้าผู้รับได้รับข้อมูลถูกต้องก็จะส่งสัญญาณยืนยันกลับมาว่า ได้รับ ข้อมูลแล้ว เรียกว่า สัญญาณ ACK (Acknowledge) ให้กับผู้ส่ง แต่ถ้าผู้ส่งไม่ได้รับสัญญาณ ACK หรือได้รับ สัญญาณ NAK (Negative Acknowledge) กลับมา ผู้ส่งก็อาจจะทำการส่งข้อมูลไปให้ใหม่อีกหน้าที่หนึ่ง ของเลเยอร์ชั้นนี้คือป้องกันไม่ให้เครื่องส่งทำการส่งข้อมูลเร็วจนเกินขีดความสามารถของเครื่องผู้รับจะรับข้อมูลได้

3. เลเยอร์ **Network** เป็นชั้นที่ออกแบบหรือกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลที่จะส่ง-รับในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง ซึ่งแน่นอนว่าในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสารจะต้องมีเส้นทางการส่ง-รับข้อมูลมากกว่า 1 เส้นทาง ดังนั้นเลเยอร์ชั้น Network นี้จะทำหน้าที่เลือกเส้นทางที่ ใช้เวลาในการสื่อสารน้อยที่สุด และระยะทางสั้นที่สุดด้วย ข่าวสารที่รับมาจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 จะถูกแบ่งออกเป็น แพ็กเกจ ๆ ในชั้นนี้

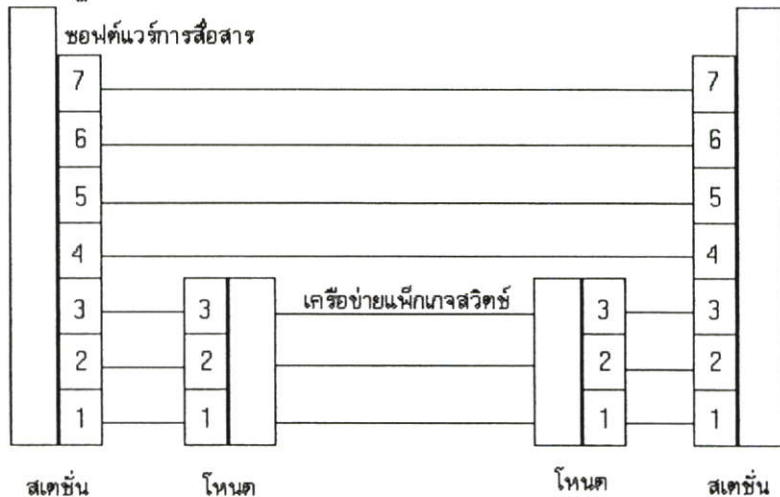
4. เลเยอร์ **Transport** บางครั้งเรียกว่า เลเยอร์ชั้น Host-to-Host หรือเครื่องต่อเครื่อง และจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 ถึงชั้นที่ 7 นี้รวมกันจะเรียกว่า เลเยอร์ End-to-End ในเลเยอร์ชั้น Transport นี้เป็นการ สื่อสารกันระหว่างต้นทางและปลายทาง (คอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์) กันจริง ๆ เลเยอร์ชั้น Transport จะ ทำหน้าที่ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมาจากเลเยอร์ชั้น Session นั้น ไปถึงปลายทางจริง ๆ หรือไม่ ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งของข้อมูล(address) จึงเป็นเรื่องสำคัญในชั้นนี้ เนื่องจากจะต้องรู้ว่าใครคือผู้ส่ง และใครคือผู้รับ ข้อมูลนั้น

5. เลเยอร์ **Session** ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ โดยผู้ใช้จะใช้คำสั่งหรือข้อความที่กำหนดไว้ป้อนเข้าไปในระบบ ในการสร้างการเชื่อมโยงนี้ผู้ใช้จะต้องกำหนดรหัสตำแหน่ง ของจุดหมายปลายทางที่ต้องมีการติดต่อสื่อสารด้วย เลเยอร์ชั้น Session จะส่งข้อมูลทั้งหมดให้กับเลเยอร์ชั้น Transport เป็นผู้จัดการต่อไป ในเครือข่ายทั้งเลเยอร์ Session และเลเยอร์ Transport อาจจะเป็นเลเยอร์ ชั้นเดียวกัน

6. เลเยอร์ **Presentation** ทำหน้าที่เหมือนบรรณารักษ์ กล่าวคือคอยรวบรวมข้อความ (Text) และแปลงรหัส หรือแปลงรูปแบบของข้อมูลให้เป็นรูปแบบการสื่อสารเดียวกัน เพื่อช่วยคลี่ปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิด ขึ้นกันผู้ใช้งานในระบบ

7. เลเยอร์ **Application** เป็นเลเยอร์ชั้นบนสุดของรูปแบบ OSI ซึ่งเป็นชั้นที่ใช้ติดต่อระหว่างผู้ใช้โดยตรงซึ่งได้แก่ โฮสต์คอมพิวเตอร์ เทอร์มินัลหรือคอมพิวเตอร์ PC เป็นต้น แอปพลิเคชันในเลเยอร์ชั้นนี้ สามารถนำเข้า หรือออกจากระบบเครือข่ายได้โดยไม่จำเป็นต้องสนใจว่ามีขั้นตอนการทำงานอย่างไร เพราะจะมีเลเยอร์ชั้น Presentation โดยตรงเท่านั้น

ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์



รูปที่ 2.4 ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์

สถาปัตยกรรมเครือข่ายรูปแบบ OSI

โปรโตคอลของในเลเยอร์แต่ละชั้นจะแตกต่างกันออกไปแต่อย่างไรก็ตามการที่เครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องจะติดต่อกันได้ ในแต่ละเลเยอร์ของแต่ละเครื่องจะต้องใช้โปรโตคอลแบบเดียวกัน หรือ ถ้าใช้โปรโตคอลต่างกันก็ต้องมีอุปกรณ์ หรือซอฟต์แวร์ที่สามารถแปลงโปรโตคอลที่ต่างกันนั้นให้มีรูปแบบเป็น อย่างเดียวกัน เพื่อเชื่อมโยงให้คอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่องสามารถติดต่อกันได้ ตัวอย่างของโปรโตคอลที่ใช้ในเลเยอร์ชั้นต่างๆ ในรูปแบบ OSI แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

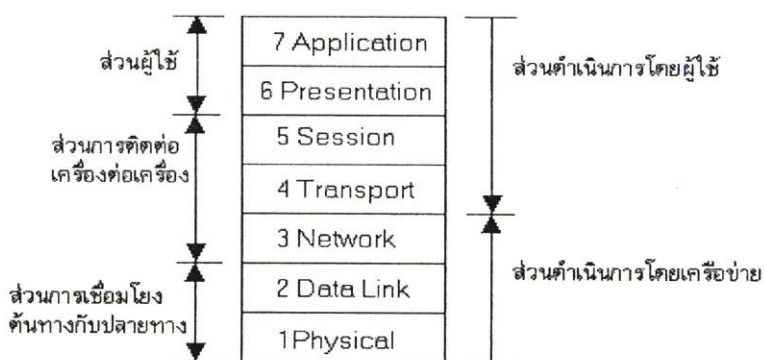
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของโปรโตคอลที่ใช้ในเลเยอร์ชั้นต่าง ๆ ในรูปแบบ OSI

เลเยอร์	มาตรฐาน	รายละเอียด
7	ISO 8571	การบริการ โอนถ่าย และการแลกเปลี่ยนข้อมูล
	ISO 8572	การบริการ โอนถ่าย และการแลกเปลี่ยนข้อมูล
	ISO 8831	การบริการ โอนถ่าย และการแลกเปลี่ยนข้อมูล
	ISO 8832	โปรโตคอลการบริการ โอนถ่าย และการแลกเปลี่ยนข้อมูล
	ISO 9040	การบริหารเทอร์มินัลแบบเสมือน
	ISO 9041	โปรโตคอลการบริหารเทอร์มินัลแบบเสมือน
	CCITT X.400	ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และกักเก็บข่าวสาร
6	ISO 8822	การบริหารแบบ Connection-oriented ในเลเยอร์ Presentation
	ISO 8823	โปรโตคอลการบริการแบบ Connection-oriented ในเลเยอร์ Presentation

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

เลขที่	มาตรฐาน	รายละเอียด
5	ISO 8326	การบริการแบบ Connection-oriented ในเลเยอร์ Session
	ISO 8327	โพรโตคอลการบริการแบบ Connection-oriented ในเลเยอร์ Session
4	ISO 8072	การบริหารแบบ Connection-oriented ในเลเยอร์ Transport
	ISO 8073	โพรโตคอลการบริการแบบ Connection-oriented ในเลเยอร์ Transport
3	CCITT X.25	โพรโตคอล X.25 ในเลเยอร์ Network
2	ISO 8802 (IEEE 802)	โพรโตคอลสำหรับเครือข่ายท้องถิ่น (LAN)
	CCITT X.25	โพรโตคอล SDLC, HDLC ในเลเยอร์ Data Link
1	CCITT X.21	ดิจิทัลอินเตอร์เฟซของเลเยอร์ Physical

เราสามารถแบ่งส่วนการทำงานของสถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI ได้ง่าย ๆ จากรูปด้านล่าง โดยด้านซ้ายมือซึ่งจัดแบ่งเลขที่ทั้ง 7 ชั้นออกเป็น 3 ส่วนคือส่วนของผู้ใช้งาน ส่วนการติดต่อระหว่างเครื่องต่อเครื่อง และส่วนการเชื่อมโยงต้นทางกับปลายทาง สำหรับในทางขวามือของรูปจะเป็นการจัดแบ่งลักษณะ การสื่อสารออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนดำเนินการโดยผู้ใช้งาน และอีกส่วนหนึ่งเป็นการดำเนินการโดยเครือข่าย



รูปที่ 2.5 การแบ่งส่วนการทำงานของสถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ OSI

สถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI แบ่งแยกตามส่วนการทำงาน

ถ้าเรากล่าวถึงการติดต่อเชื่อมโยงการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์ อีกเครื่องหนึ่ง ให้แบ่งกลุ่มการทำงานของเลเยอร์ตามทางซ้ายมือของรูป แต่จะเป็นเรื่องของ โพรโตคอลซึ่งทำหน้าที่ในการกำหนดการสื่อสาร และควบคุมจัดการสื่อสาร ขอให้

ยึดแบบการแบ่งลักษณะของ การสื่อสารตามทางขวามือเป็นหลัก ตัวอย่าง เช่นการสื่อสารข้อมูลโดยผ่านเครือข่าย X.25 ของเครือข่ายจะ ทำหน้าที่ในการสื่อสารใน 3 เลเยอร์ชั้นล่างของรูปแบบ OSI ส่วนของเลเยอร์ 4 ชั้นที่เหลือจะเป็นโปรโตคอล สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้งาน

2.1.1.2 สถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP

ในขณะที่สถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI ยังไม่พร้อมสำหรับการใช้งานในการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายกันจริง ๆ กระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาหรือ DOD (The U.S. Department of Defend) ใน เวลานั้นได้มีการกำหนด และเริ่มใช้รูปแบบสถาปัตยกรรม และโปรโตคอลสำหรับระบบเครือข่ายระดับ WAN (Wide Area Network) ที่ DOD ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาใช้เอง ซึ่งก็คือสถาปัตยกรรม ARPANET และ โปรโตคอล TCP/IP เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงโฮสต์คอมพิวเตอร์ที่มีความหลากหลายแตกต่างกัน และอยู่ห่างไกลกันให้สามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกันได้ และผลการใช้งานก็เป็นที่น่าเป็นที่น่าพอใจอย่างมากเพียงแต่ว่า ARPANET ยังนับว่าเป็นสถาปัตยกรรมเครือข่ายระดับ WAN ที่ใช้สำหรับการทหารมากกว่าที่จะใช้ในทาง ด้านธุรกิจหรือสาธารณะและเนื่องจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(PC) ทำให้ DOD ต้องการที่จะพัฒนารูปแบบของสถาปัตยกรรมและโปรโตคอลสำหรับเครือข่ายระดับท้องถิ่น (LAN) ขึ้นมาใช้เองด้วยเหตุผลหลัก 3 ประการคือ

1. เพราะ DOD ต้องการรูปแบบสถาปัตยกรรมและโปรโตคอลที่สามารถใช้งานได้จริง ๆ
2. DODมีข้อกำหนดลักษณะของเครือข่ายที่พิเศษเฉพาะออกไปจากเครือข่ายของระบบเปิด
3. DOD ต้องการรูปแบบสถาปัตยกรรมและโปรโตคอลของเครือข่ายที่ง่ายและไม่ซับซ้อน

สำหรับเหตุผลข้อที่ 1 และข้อที่ 2 คือเหตุผลความจำเป็นส่วนตัว สำหรับข้อ3 เป็นเหตุผลของการแตกต่างในรูปแบบของสถาปัตยกรรมแบบ OSI กับ สถาปัตยกรรมแบบ TCP/IP หรือเรียกว่า ชุดโปรโตคอลTCP/IP กับสถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI กันก่อนที่เราจะศึกษากันในเรื่องของโปรโตคอล TCP/IP

ข้อแตกต่างระหว่างชุดโปรโตคอล TCP/IP และรูปแบบ OSI

1. ลำดับการติดต่อสื่อสารของชั้นเลเยอร์ ทั้งชุดโปรโตคอล TCP/IP และรูปแบบ OSI จะมีการจัดแบ่งการสื่อสารข้อมูลออกเป็นเอนทิตี ๆ เพื่อช่วยต่อการจับคู่การสื่อสารระหว่างเอนทิตีของระบบหนึ่งกับอีกระบบ หนึ่ง แต่จุดที่แตกต่างกันก็คือในรูปแบบ OSI นั้นจะกำหนดลำดับ ชั้นการสื่อสารที่เป็นลำดับขั้นตอนการติดต่อ ที่แน่นอน โดยเฉพาะการอินเตอร์เฟสระหว่างชั้นเลเยอร์ ซึ่งทำให้รูปแบบ OSI สามารถเป็นระบบเปิดสำหรับ ระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพราะว่าไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงโปรโตคอลในเลเยอร์ชั้นใดก็ตาม จะไม่มีผล กระทบต่อการสื่อสารกับเลเยอร์ชั้นถัดไป ในขณะที่ชุดโปรโตคอล TCP/IP จะไม่มีการกำหนดรูปแบบการติดต่อที่ตายตัว เพื่อให้ผู้ออกแบบเครือข่ายมีอิสระสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเครือข่ายได้ง่าย

เพื่อสร้างความเข้าใจยิ่งขึ้น จึงจะขออธิบายการติดต่อการสื่อสารเป็นลำดับชั้นของเลเยอร์ในรูปแบบ OSI ว่ากำหนดเป็นลำดับที่แน่นอนอย่างไร ดังนี้

- ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเอนทิตี N จะต้องกระทำโดยผ่านทางเอนทิตี N-1 (เอนทิตีลำดับล่างติดกัน)
- เอนทิตี N-1 จะเป็นผู้ควบคุมการแลกเปลี่ยนข่าวสารและข้อมูลจากเอนทิตี N
- ข้อมูลจากเอนทิตี N ที่ต้องการจะแลกเปลี่ยนกับระบบอื่น จะถูกส่งออกจากระบบในรูปแบบของข้อมูลของเอนทิตี N-1

ส่วนในชุดโปรโตคอล TCP/IP จะไม่มีการกำหนดการติดต่อสื่อสารอย่างเข้มงวดเช่นในรูปแบบ OSI กล่าวคือ

- เอนทิตี N อาจจะติดต่อสื่อสารข้อมูลโดยผ่านเอนทิตีลำดับล่างที่ติดกันหรือไม่ก็ได้
- การควบคุมการแลกเปลี่ยนข่าวสาร และข้อมูลอาจจะกระทำในเอนทิตีลำดับบน หรือเอนทิตีลำดับล่าง (ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องเป็นลำดับล่างติดกัน) ก็ได้

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการติดต่อแลกเปลี่ยนข่าวสารในรูปแบบ OSI นั้นการอินเตอร์เฟซระหว่างเอนทิตี N กัน เอนทิตี N-1 จะถูกกำหนดอย่างแน่นอนตายตัว ในขณะที่ชุดโปรโตคอล TCP/IP จะให้ความยืดหยุ่นในการสื่อสารข้อมูลมากกว่า

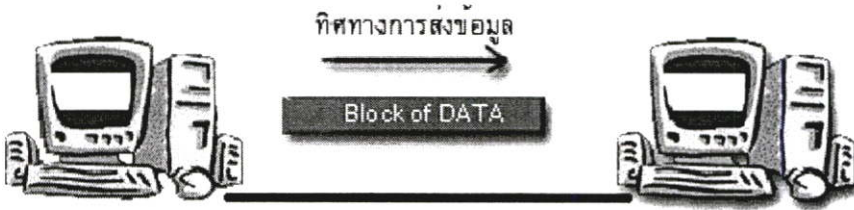
2. การสื่อสารระหว่างเครือข่ายหรือการอินเทอร์เน็ต (InterNet) คือ การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ 2 ระบบที่ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยผ่านทางเครือข่ายการสื่อสารข้อมูล เพียงเครือข่ายเดียวได้ ต้องอาศัยเครือข่ายตั้งแต่ 2 เครือข่ายขึ้นไปในการติดต่อสื่อสารกัน และเครือข่ายเหล่านี้ อาจจะมีลักษณะของเครือข่ายที่ต่างกันก็ได้

ความแตกต่างในเรื่องของอินเทอร์เน็ตระหว่างชุดโปรโตคอล TCP/IP กับรูปแบบ OSI ก็คือในชุดโปรโตคอล TCP/IP จะใช้โปรโตคอลสำหรับอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า โปรโตคอล IP (Internet Protocol) ซึ่งในรูปแบบ OSI จะเรียกโปรโตคอลสำหรับการอินเทอร์เน็ตว่า โปรโตคอล Network

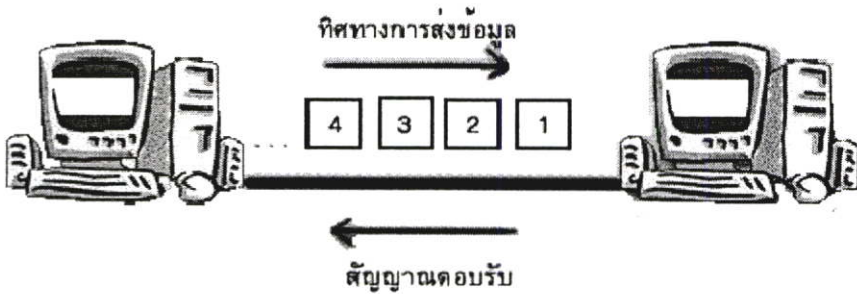
3. การบริการเชื่อมต่อการสื่อสาร (Connection Service) ในชุดโปรโตคอล TCP/IP นั้นจะมีการบริการการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทาง 2 แบบ คือการบริการแบบ Connectionless และแบบ Connection oriented ส่วนในรูปแบบ OSI จะให้ความสำคัญเฉพาะบริการแบบ Connection - oriented เท่านั้น

ในการบริการแบบ Connection-oriented ของชุดโปรโตคอล TCP/IP โปรโตคอล TCP จะกำหนดช่วงเวลา (Session) สำหรับการติดต่อยืนยันการส่ง-รับข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่องเช่นเดียวกับการทำงานของโปรโตคอล Session ในรูปแบบ OSI ซึ่งทำให้โปรโตคอล TCP เป็นโปรโตคอลที่มีความน่าเชื่อถือ (Reliable) เพราะให้ความแน่นอนว่าแพ็คเกจข้อมูลที่ถูกส่งออกไปจากต้นทางจะไปถึงยังปลายทาง อย่างเป็นลำดับ และไม่มี ความผิดพลาด หรือสูญหายของข้อมูล

สำหรับการบริการแบบ Connectionless ของโปรโตคอล จะมีลักษณะแบบเดียวกับโปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) คือโปรโตคอลจะมีหน้าที่ควบคุมการส่ง – รับข้อมูล โดยไม่มีการรอคอย การยืนยันการตอบรับข้อมูลจากปลายทาง ทำให้บริการแบบนี้ให้ความน่าเชื่อถือน้อยกว่า แต่ก็ทำให้การสื่อสารข้อมูลรวดเร็วยิ่งขึ้นถ้าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการส่ง-รับข้อมูล



รูปที่ 2.6 การบริการแบบ Connectionless ของโปรโตคอล UDP ไม่มีสัญญาณตอบรับ (ACK)



รูปที่ 2.7 การบริการแบบ Connection-oriented ของโปรโตคอล TCP

เปรียบเทียบระหว่างโปรโตคอล TCP และโปรโตคอล Datagram

4. โปรโตคอลควบคุมการจัดการสื่อสาร ในชุดโปรโตคอล TCP/IP จะใช้โปรโตคอล TCP(Transmission Control Protocol) เป็น โปรโตคอลสำหรับควบคุมการสื่อสารออกจากกันโดยใช้โปรโตคอล Session และโปรโตคอล Transport ตามลำดับ

โครงสร้างของโปรโตคอล TCP/IP

โครงสร้างของสถาปัตยกรรมของชุดโปรโตคอล TCP/IP นั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือส่วนกรรมวิธีปฏิบัติการหรือโปรเซส (Process) โฮสต์ (Host) และเครือข่าย (Network) ในส่วนของโปรเซสก็ได้ แก่ เอนทิตีหรือแอปพลิเคชันที่ต้องการติดต่อสื่อสารนั่นเอง ทุกโปรเซสจะกระทำในเครื่องโฮสต์ (หรือสเตชัน) ซึ่งในแต่ละโฮสต์สามารถจะมีหลาย ๆ เอนทิตีได้พร้อมกันการสื่อสารระหว่างเอนทิตีของโฮสต์เครื่องหนึ่งหรือหลายเครื่องจะกระทำโดยผ่านทางเครือข่ายที่โฮสต์เชื่อมต่ออยู่

การทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่างโปรเซส โฮสต์ และเครือข่ายของสถาปัตยกรรม TCP/IP ทำให้สามารถจัดรูปแบบของสถาปัตยกรรม TCP/IP ได้เป็น 4 เลเยอร์ และสามารถกำหนดชนิดของโปรโตคอลที่ทำงานในแต่ละเลเยอร์ได้เป็น 4 แบบ โปรโตคอลเช่นกัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในชุดโปรโตคอล TCP/IP นั้นเอนทิตีของแต่ละเลเยอร์อาจจะติดต่อสื่อสารข้อมูลโดยผ่านเอนทิตีในเลเยอร์เดียวกัน หรือเอนทิตี ในเลเยอร์ล่างลงไปซึ่งไม่จำเป็นจะต้องเป็นเลเยอร์ติดกันได้ เลเยอร์ของชุดโปรโตคอล TCP/IP ทั้ง 4 ชั้น คือ

1. เลเยอร์ Network Access
2. เลเยอร์ Internet
3. เลเยอร์ Host-to-Host
4. เลเยอร์ Process/Application

รายละเอียดแต่ละเลเยอร์

1. **Network Access** จะประกอบด้วยโปรโตคอลที่ทำหน้าที่ติดต่อกับเครือข่ายหน้าที่ของโปรโตคอลในเลเยอร์ชั้นนี้คือจัดหาเส้นทางของข้อมูลให้ระหว่าง Host กับ Host ควบคุมการไหล ของข้อมูล และควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล

2. **Internet** ประกอบด้วยขั้นตอนการอนุญาตให้ข้อมูลไหลผ่านไปมาระหว่าง Host ของเครือข่าย 2 เครือข่ายหรือมากกว่า ดังนั้นโปรโตคอลในเลเยอร์ชั้น Internet นอกจากจะมีหน้าที่จัดเส้นทาง ของข้อมูลแล้ว ยังต้องทำหน้าที่เป็นเกตเวย์สำหรับการติดต่อกับเครือข่ายอื่นอีกด้วย

3. **Host-to-Host** ประกอบด้วยโปรโตคอลที่ทำหน้าที่ส่งผ่านแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเอนทิตีของ Host ต่างเครื่องกัน นอกจากนั้นโปรโตคอลในเลเยอร์ชั้นนี้ยังมีหน้าที่ในการควบคุมการไหลของ ข้อมูลและควบคุมความผิดพลาดของข้อมูลด้วย โปรโตคอลที่ใช้กันโดยทั่วไปในเลเยอร์ชั้นนี้ ได้แก่

- โปรโตคอล Reliable Connection-oriented โดยทำหน้าที่จัดลำดับของข้อมูล ตรวจสอบตำแหน่งของต้นทางและปลายทางของข้อมูล ทำให้ข้อมูลนั้นเชื่อถือได้
- โปรโตคอล Datagram เพื่อลดขนาดของ Overhead ของข้อมูล และจัดเส้นทาง การสื่อสาร
- โปรโตคอล Speed เพื่อเพิ่มความเร็วในการสื่อสารข้อมูลโดยการลดเวลาประวิง (Delay) ให้เหลือน้อยที่สุด
- โปรโตคอล Real-time เป็นการรวมลักษณะของโปรโตคอล Reliable Connection-oriented กับ โปรโตคอล Speed

4. **Process/Application** ประกอบด้วยโปรโตคอลที่ทำหน้าที่แชร์แลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์กับเทอร์มินัลที่อยู่ไกลออกไป

โพรโทคอลในแต่ละชั้นของเลเยอร์ในชุดโพรโทคอล TCP/IP ที่ DOD ได้ประกาศใช้เป็นโพรโทคอลมาตรฐานได้แก่

- โพรโทคอล MIL-STD-1777 หรือโพรโทคอล IP (Internet Protocol) ซึ่งอยู่ในเลเยอร์ชั้น Internet (MIL-STD= Military Standard)

- โพรโทคอล MIL-STD-1778 หรือโพรโทคอล TCP (Transmission Control Protocol) ซึ่งอยู่ในเลเยอร์ชั้น Host-to-Host

- โพรโทคอลในชั้น Process/Application

โพรโทคอล MIL-STD-1780 หรือโพรโทคอล FTP (File Transfer Protocol) สำหรับการส่งผ่าน หรือแลกเปลี่ยนไฟล์ข้อมูลที่เป็นรหัส Binary ASCII และ EBCDIC

โพรโทคอล MIL-STD-1781 หรือโพรโทคอล SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) สำหรับการส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 2.3 แสดงชนิดของโพรโทคอลมาตรฐานในแต่ละเลเยอร์

OSI	ISO	CCITT	DOD	IEEE 802 (LAN)
7. Application	FTAM	X.400	FTD,SMTP	
6. Presentation	VTP		Telnet	
5. Session	ISO Session		TCP	
4. Transport	ISO Transport			
3. Network	IOS IP	L A P - DIP		
2. Data Link		L A P - B , X . 2 5		LLC,MAC
1. Physical			X.21	

ตารางที่ 2.4 ตารางเปรียบเทียบเลเยอร์ในสถาปัตยกรรม OSI, TCP/IP และ SNA

	OSI	TCP/IP	SNA	
7	Application	Process / Application	Transaction Service	7
6	Presentation		Presentation Service	6
5	Session	Host – toHost	Data Flow Control	5
4	Transport		Transmission Control	4
3	Network	Internet	Path Control	3
2	Data Link	Network Access	Data Link Control	2
1	Physical		Physical Control	1

ในปัจจุบัน TCP/IP เป็น โพรโตคอลชนิดหนึ่งที่ได้รับคามนิยมนำมาใช้ทั้งในเครือข่าย Internet LAN และ WAN ในการเชื่อมโยงระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นระบบ UNIX ,OS/2 MS-DOS ,มินิคอมพิวเตอร์ หรือเมนเฟรมและระบบปฏิบัติการหลายชนิดในระบบ LAN เช่น Netware 4.X และ 5.X , VINES และ LAN Manager ก็ออกแบบมาให้สามารถรองรับ โพรโตคอล TCP/IP ได้ แม้ว่าส่วน ใหญ่จะถูกนำมาใช้กับเครือข่าย LAN แบบ Ethernet แต่ TCP/IP ก็สามารถนำมาใช้กับ LAN แบบ Token-Ring และแบบ ARCnet ได้เช่นกัน ซึ่งแทบจะ เรียกได้ว่า โพรโตคอลตัวนี้เป็นตัวหลัก และสำคัญมากที่สุดตัว หนึ่งในปัจจุบัน

2.1.1.3 สถาปัตยกรรม SNA

สถาปัตยกรรมเครือข่ายอีกชนิดหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นสถาปัตยกรรมมาตรฐานแบบหนึ่งซึ่งต่าง ไปจากสถาปัตยกรรมชุดโพรโตคอล TCP/IP ซึ่งมีต้นตอมาจากการทหาร นั่นคือสถาปัตยกรรม SNA (System Network Architecture) ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมเครือข่ายของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ของ บริษัท IBM นับเป็น สถาปัตยกรรมทางการค้ามากกว่าที่จะเป็นสถาปัตยกรรมมาตรฐานสากล เช่น สถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ใช้จำนวนไม่น้อยที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งเครื่อง เมนเฟรม มินิคอมพิวเตอร์ และเครื่อง PC ของบริษัท IBM และรูปแบบของโครงสร้าง และ โพรโตคอลของสถาปัตยกรรม SNA ก็ถือว่ามีรูปแบบที่ได้ กำหนดไว้ชัดเจน และใช้งานจริงอยู่ใน ปัจจุบัน

สถาปัตยกรรม SNA ได้เริ่มใช้ครั้งแรกเมื่อปี 1974 เพื่อเป็นรูปแบบของเครือข่ายสำหรับการ เชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์โดยปราศจากความ ผิดพลาดในการสื่อสาร ข้อมูล และมีความเชื่อถือ รูปแบบและโครงสร้างของ SNA ได้มีการพัฒนา เรื่อย ๆ มาจนกลายมาเป็นรูปแบบ ของ SNA ในปัจจุบัน ลักษณะของการแบ่งชั้นของเลเยอร์จะแบ่ง ออกเป็น 7 เลเยอร์เท่ากับในรูปแบบ OSI ดังภาพ

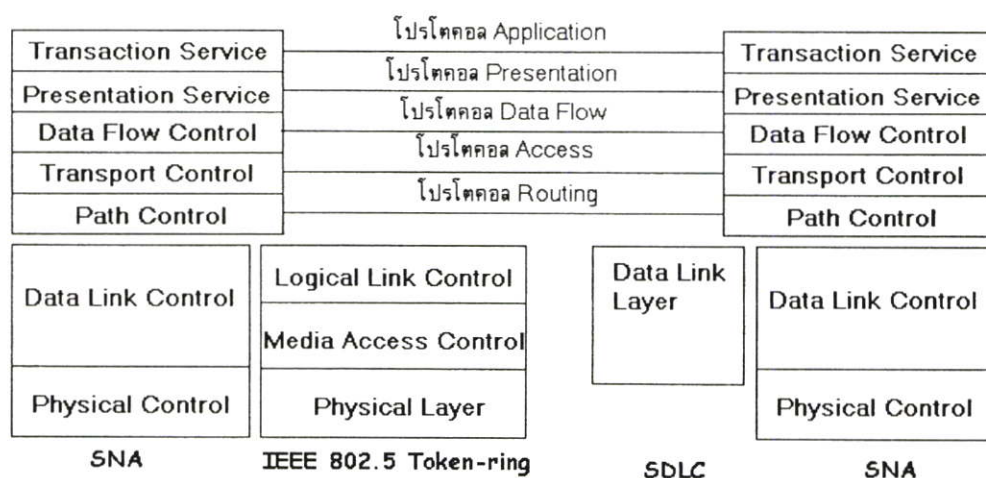
ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบชั้นเลเยอร์ในสถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI และ SNA

OSI	SNA	ฟังก์ชันการทำงาน
Application	Transaction Service	บริการแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น ระบบฐานข้อมูล การ แลก เปลี่ยนข้อมูล
Presentation	Presentation Service	จัดรูปแบบของข้อมูลและบริการการแชร์ร่วมใช้ "ทรัพยากร" ของเครือข่าย เช่น ซอฟต์แวร์ ไฟล์ข้อมูล ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ
Transport	Transmission Control	ตรวจสอบดูแลขั้นตอนการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง ดันทางกับปลายทางว่าสามารถส่ง-รับข้อมูลกันได้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

OSI	SNA	ฟังก์ชันการทำงาน
Network	Path Control	จัดเส้นทางของข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง และควบคุมเส้นทางการสื่อสารข้อมูลในเครือข่าย
Data Link	Data Link Control	มีหน้าที่ส่ง-รับเฟรมข้อมูล SDLC ระหว่างโหนดของเครือข่ายถัดไป
Physical	Physical Control	จัดการเชื่อมโยงการสื่อสารผ่านสื่อกลางเข้ากับโหนดของเครือข่ายถัดไป

แม้ว่าในรายละเอียดในแต่ละเลเยอร์ของรูปแบบ SNA จะไม่เหมือนกับในเลเยอร์ของรูปแบบ OSI ไปทุกอย่างแต่โดยรวมแล้วหน้าที่การทำงานส่วนใหญ่จะเหมือนกัน ในรูปด้านล่างเป็นการแสดงชนิดของ โพรโตคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลในแต่ละเลเยอร์ภายในรูปแบบ SNA [online : 2548]



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างโพรโตคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลในแต่ละเลเยอร์

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูงเมื่อมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับผู้เรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเหมาะสำหรับการศึกษด้วยตนเองสามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษแตกต่างกันออกไปหลายชื่อ (วารินทร์ รัศมีพรหม. 2525 : 69 ; พิทักษ์ สีลรัตน. 2529 : 14 ; วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 : 8 ; อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530 : 5 ; นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531 : 24 ; ยืน ภู่วรรณ. 2531 : 121 ; ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 8 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535 : 3) ดังนี้

Computer – Assisted Instruction (CAI)

Computer – Assisted Learning (CAL)

Computer – Aided Instruction (CAI)

Computer – Based Education (CBE)

Computer –Based Instruction (CBI)

Computer –Based Learning (CBL)

แต่ชื่อภาษาอังกฤษที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ Computer Assisted Instruction มีชื่อย่อว่า CAI มีนักการศึกษาและนักวิชาการต่าง ๆ ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่านด้วยกัน ดังนี้

ยืน ภู่วรรณ (2531:121) ทักษิณา สวานานนท์ (2529:56-59) ได้กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนที่บันทึกเก็บไว้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

นิพนธ์ สุขปรีดี (2530 : 63 – 65) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นระบบการสอน โดยมีความเชื่อพื้นฐาน ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Active Participation) โดยให้มีการตอบคำถาม คิดและกระทำกิจกรรมขณะเรียน โดยการใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) จากระบบการสอน สามารถบันทึกความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 :17) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์ สามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถตรวจคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

สุพิทย์ กาญจนพันธ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า เป็นกลวิธีการสอนที่เน้นการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 :3) สรุปว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) เป็นสื่อการศึกษายุคใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากและยังมีข้อได้เปรียบเหนือสื่ออื่นๆ ด้วยกันหลายประการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงกลายเป็นสื่อการศึกษาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้นในแวดวงของครู อาจารย์และนักการศึกษาในปัจจุบัน การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการสอนนั้นไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของการจัดหาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาให้หรือการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นใช้เองก็ตาม ครู อาจารย์ นักการศึกษา และผู้สนใจ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีและประสิทธิภาพมากที่สุด

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 32) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า CAI นั้นหมายถึง บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาใดภาษาหนึ่งและบันทึกลงในจานแม่เหล็กเพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาเนื้อหาใหม่ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้วโดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคลเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมและเลือกตัดสินใจโดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ โดยนำเนื้อหา แบบฝึกหัด การทบทวน หรือการวัดผล มาพัฒนาในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Courseware) เนื้อหาวิชาอาจจะ เป็นทั้งในรูปของภาพกราฟิก ตัวหนังสือ เสียง รวมไปถึงการแสดงผลการเรียนรู้ในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

2.2.2 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา ในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นที่ยอมรับจากผลการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการพอสรุปได้ดังนี้

1) ด้านสีสน

ความสวยงามเนื่องจากบทเรียนที่มีสีสนย่อมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาว - ดำ โดยเฉพาะความสนใจของเด็กนั้นจะชอบสีสนและยังมีผลในด้านความจำคงทนกว่าอีกด้วย การนำเอาดนตรี สีสน กราฟิกเคลื่อนไหว มาทำให้ดูเหมือนของจริงและน่าเฝ้าใจในการทำแบบฝึกหัดหรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

2) ด้านเสียง

นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้ายังสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ในการตอบถูกหรือผิด

3) ด้านกราฟิก

การใช้ภาพหรือกราฟิกประกอบบทเรียนในคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายได้ เช่น การทำให้หน้าจอเคลื่อนไหวช้า ๆ หรือ เร็ว ๆ พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไปจะทำให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้น และกราฟิกเป็นสิ่งดึงดูดใจผู้เรียน

4) ด้านการศึกษารายบุคคล

เนื่องจากผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียน และวิธีการได้หลายแบบตามระดับความสามารถและความสนใจของตนเอง ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนบทเรียนให้เหมาะสมกับความต้องการได้ตลอดเวลาเมื่อเกิดความเบื่อหน่ายและมีอิสระที่จะเลือกเรียนตามความเร็วช้าของตนเอง สามารถจัดโปรแกรมเสริมในส่วนที่ไม่เข้าใจและเป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับผู้เรียนเก่งให้ศึกษาด้วยตนเองทำให้ควบคุมอัตราเร่งของการเรียน โดยไม่ต้องคอยเพื่อนสามารถทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศน่าชื่นชม เหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุด และได้เปรียบบทเรียนแบบโปรแกรมคือสามารถนำมาใช้ได้อีกเป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ

5) ด้านกิจกรรม

ลักษณะของบทเรียนจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ผู้เรียนมีโอกาสเลือกตัดสินใจหรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการเติมข้อมูลผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้นจึงเกิดความกระตือรือร้นและเร้าความสนใจ

6) ด้านความรู้สึก

ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังศึกษาหรือกำลังคุยกับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้ เป็นการช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียนเพราะไม่ใช่เป็นการบังคับให้เรียนแต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

7) ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ

เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตนเองทำไปหรือตอบไปผิดหรือถูกอย่างไร คอมพิวเตอร์สามารถตอบสนองอย่างรวดเร็วในทันทีทันใดทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็วเมื่อผู้เรียนมีปัญหายังไม่เข้าใจในบทเรียนหรือตอบคำถามได้ถูกต้อง เครื่องจะรายงานผลให้ทราบทันทีในรูปคำอธิบายหรือมีภาพและเสียงประกอบซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ต่อไป

8) ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น

เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่าจะพบอะไรในหน้าต่อไป ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และตั้งใจมากขึ้น

9) ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรม

เร็วกว่าสิ่งอื่นๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียน และไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้

10) สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน

ควบคุมการเรียนของนักเรียนได้ เพราะจะช่วยบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนและวิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคน

11) ลดเวลาเรียนลงเมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

ช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล กล่าวคือ มีประสิทธิภาพในการลดเวลา ทุน่แรงผู้สอน และมีประสิทธิผลเนื่องจากเรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

12) ผู้เรียนไม่ต้องเปลืองสมองและเสียเวลาที่จะท่องจำ

หรือคิดคำนวณแต่จะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลเพราะต้องคอยแก้ปัญหาตลอดเวลา

13) ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการและสาระของบทเรียนต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น

14) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถทำในสิ่งที่สื่ออื่นไม่สามารถทำได้

เช่น การตัดสินใจในการเสนอเนื้อหาใหม่ หรือการให้ศึกษาเนื้อหาเดิม

15) ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอน

ทีละน้อยจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีกสามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก

2.2.3 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผู้สอน

Hall (1982 : 326) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอนไว้ดังนี้

1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดชั่วโมงการสอนลงทำให้ครูมีเวลาในการพัฒนาในด้านอื่น

2) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาในการติดต่อกับผู้เรียน

3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในห้องเรียนสำหรับครูที่มีงานสอนมาก โดยเปลี่ยนมาใช้ระบบคอมแทน

4) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้โอกาสในการสร้างสรรค์พัฒนางานนวัตกรรมใหม่ๆ

5) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยพัฒนาการเรียนของผู้เรียน

6) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดปัญหาระหว่างผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน เพราะเป็นการเรียนแบบเอกัตถบุคคล

2.2.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันทั่วไปในวงการศึกษามีหลายรูปแบบตามความเหมาะสมทั้งผู้ออกแบบบทเรียนและผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน การแบ่งแยกลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้ (ยี่น ภู่วรรณ. 2529 : 5-7)

1. **บทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)** เป็นบทเรียนให้ข้อมูลและทบทวนความคุ้นเคย บทเรียนทบทวนเป็นบทเรียนที่คล้ายกับบทเรียนสำเร็จรูป โดยจัดลำดับเนื้อหาเป็นระบบและเรียงกันไป ผู้เรียนจะศึกษาตามลำดับโปรแกรมไว้ บทเรียนดังกล่าวจะแทรกการถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนและสามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปบทเรียนเดิม หรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถตั้งระดับบทเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียนได้อีกด้วย

2. **แบบฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice)** เป็นบทเรียนช่วยฝึกนักเรียนให้เกิดความชำนาญและทักษะแบบฝึกและปฏิบัติส่วนใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับ หรือให้นักเรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้

3. **แบบจำลอง (Simulations)** ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพพจน์ในบางบทเรียน การสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้

4. **เกมเพื่อการศึกษา (Education Games)** ช่วยให้เกิดการแข่งขันและการกระตุ้นความสนใจ เกมการศึกษาหลายเรื่องช่วยพัฒนาความคิดความอ่านต่าง ๆ ได้ดี

5. **แบบการสาธิต (Demonstration)** เป็นวิธีการสอนที่วิธีหนึ่งที่ครูมักนำมาใช้เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้แสดงให้นักเรียนดู อย่างไรก็ตาม การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือวัตถุประสงค์ในการใช้ เพื่อที่จะให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนในเนื้อหาวิชานั้นๆ ซึ่งจะรวมไปถึงลักษณะของเนื้อหาวิชาและตัวผู้เรียนด้วย ดังนั้นในการที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจจะมีลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลายๆประเภทอยู่ในบทเรียนเดียวกันได้ ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นประเภทหนึ่งประเภทใดโดยเฉพาะ

2.3 รูปแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น ลำดับขั้นของการวางแผนโครงสร้างบทเรียนก็เป็นสิ่งจำเป็นอีกอย่างหนึ่ง เปรียบเหมือนเป็นการวางแผนแปลนของการก่อสร้างที่เป็นโครงหลักของบ้าน การวางแผนโครงสร้างไฟลน์นี้จะทำให้เราทราบถึงลักษณะของส่วนต่าง ๆ ตลอดจนมีการเชื่อมโยงกันของแต่ละส่วนที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

การออกแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับบทเรียนที่จะนำเสนอเป็นหลัก จึงควรใช้ข้อมูลจากการสอนในวิชานั้นๆ มาวิเคราะห์ส่วนประกอบหลักและส่วนประกอบย่อยเมื่อได้ส่วนประกอบแล้วก็นำมาวิเคราะห์ว่าแต่ละส่วนประกอบมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางใดนำมาแสดงในรูปของผังโครงสร้างแสดงทิศทางการเชื่อมโยงของส่วนประกอบต่างๆ หลังจากนั้นจึงกำหนดข้อไฟล์ต่างๆ สำหรับรูปแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุญผะฉาด ทัพพิภรณ์ (2539 : 16 – 20) ได้เสนอรูปแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 2 ลักษณะดังนี้

1. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Programs)** การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง เป็นเทคนิควิธีการที่สร้างและใช้ได้ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหา หรือกรอบคำถามเรียนต่อกันไปในทิศทางเดียวกัน ลักษณะบทเรียนดังกล่าวข้างต้นไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะจัดเรียงเนื้อหาตายตัว ผู้เรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล หากบทเรียนตอบสนองต่อผู้เรียนโดยแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียด จะทำให้น่าเบื่อสำหรับผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็ว จึงไม่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน ซึ่งต้องเรียนผ่านทุกกรอบที่ละกรอบเหมือนกันทุกคน

2. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (Branching Programs)** บทเรียนในลักษณะนี้ได้รับความนิยมมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียวเพราะมีความท้าทายและน่าสนใจเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ทางเลือกตามระดับความรู้ความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งมีหลายรูปแบบดังนี้

2.1 **แบบย้อนกรอบ (Linear Format Repeation)** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้คล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องผู้เรียนก็จะได้ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูก โปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังเนื้อหาเดิมอีกครั้งและถามคำถามเดิมอีกครั้ง

2.2 **แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and Skip Format)** บทเรียนในลักษณะนี้จะทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านก็จะข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นไปยังกรอบเนื้อหาจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.3 **แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate Frames)** บทเรียนนี้กำหนดให้ผู้เรียนไปยังกรอบต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความในเนื้อหาจะมีลักษณะเดียวกับบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ทั้งนี้อาจให้ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบ หรืออาจส่งผู้เรียนกลับมากรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่

2.4 แบบเส้นทางเดินหลายเส้น (Secondary Tracks) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในระดับที่ 1 กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินที่ 2 และ 3 เส้นทางเดินของผู้เรียนจึงมีได้หลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาทางเดินในกรอบระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใด กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จะให้เนื้อหาจากรายละเอียดน้อยไปสู่่มากตามลำดับโดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น

2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Loops) บทเรียนลักษณะนี้เริ่มด้วยกรอบเนื้อหาแล้วตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวก และเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไปหากตอบผิด ผู้เรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนไปเนื้อหาต่อไป

2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) มีลักษณะคล้ายกับแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว เพียงแต่จะต่างกันที่การแตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมเดี่ยวกลับมีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5 – 6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับไปกรอบเนื้อหาเดิม

2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branches) ประกอบด้วยเนื้อหาที่ให้ข้อมูลแล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงให้ผู้เรียนมายังกรอบเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ ซึ่งคำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้อง ก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิด โปรแกรมก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับมายังคำถามเดิม

2.8 แบบแตกกิ่ง (Branching Frame Sequences) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วย กรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาที่ได้ถูกต้อง จะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1 – 2 ย่อหน้าซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวเลือกว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้อง ก็จะไปยังกรอบ

เนื้อหาใหม่ต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิด โปรแกรมก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับมายังคำถามเดิม

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) บทเรียนแบบนี้ใช้กันมาก

ในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือในสถานการณ์แก้ปัญหาคำถามอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบว่าใช่ หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ ตามพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน

2.4 ลักษณะการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งที่น่าเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรม (Programed Instruction) ของสกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องช่วยสอนของ เพรสซี (Pressey) มาผสมผสานกัน (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2524 : 6) โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ทำให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนโปรแกรมได้ เช่น ความเร็วในการเสนอเนื้อหา การซ่อนคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเรียนเป็นขั้นตอน ดังนี้ (พิพิธฉัตร สิทธิศักดิ์. อ้างอิงใน วสันต์ อดิษฐ์. 2530 : 19 – 21)

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียนและบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อจบบทเรียนเขาจะทำอะไรได้บ้างซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อเร้าความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเอง

2. **ขั้นเสนอเนื้อหา** เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในหัวเรื่องใด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอเนื้อหาที่ออกมาเป็นกรอบ ๆ โดยอาจจะเสนอในรูปของตัวอักษร ภาพ เสียงต่าง ๆ ตลอดจนกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวเพื่อจะเร้าความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีสันการโยงไปมาระหว่างกรอบต่าง ๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้มากที่สุดตามความสามารถของเขา และมีการชี้แนะหรือจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. **ขั้นคำถามและคำตอบ** หลังจากการเสนอเนื้อหาบทเรียนเพื่อวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อเรื่องที่เรียนผ่านมาแล้ว ก็จะมีการทบทวนโดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติม

คำเป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดา และผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือให้ทันที

4. **ขั้นตรวจคำตอบ** เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจจะออกมาในรูปของข้อความ กราฟิก เสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะได้รับการเสริมแรง เช่น คำชมเชย เสียงเพลง หรือภาพกราฟิก ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกใบ้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้ตอบใหม่และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวข้อเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเป็นวงจรรจนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น ๆ

5. **ขั้นปิดบทเรียน** เมื่อผู้เรียนเรียบจบบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียน โดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งเป็นจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือสามารถส่งข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่สร้างไว้และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกันทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรกหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนจะได้ทราบคะแนนการสอบว่า ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน

จากลักษณะดังกล่าวข้างต้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แตกต่างกันครูผู้สอนจึงควรศึกษาลักษณะของบทเรียนแต่ละแบบให้ละเอียด เพื่อนำไปออกแบบและสร้างบทเรียนให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ต่อไป

2.5 หลักการออกแบบสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการสร้างการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ถือเป็นสิ่งสำคัญเพราะถ้าเกิดขาดข้อใดข้อหนึ่งก็จะทำให้ตัวบทเรียนที่สร้างขึ้นด้อยประสิทธิภาพ และไม่สามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างบรรลุวัตถุประสงค์ จากทฤษฎีและหลักการเรียนรู้อตามแนวของ Robert Gagne '9 เหตุการณ์ ดังนี้

1. **เร้าความสนใจให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ (Gain Attention)** บทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือประกอบกันหลาย ๆ อย่าง การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนขั้นแรก คือ การสร้าง Title ควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ กราฟิกที่ใช้ ควรเกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีสี และเสียงที่สอดคล้องกับกราฟิก ใช้เทคนิคอื่น เข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหว (Animation) กราฟิก ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนแสดงบนจอได้เร็ว และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. **บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objective)** การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา และเค้าโครงของเนื้อหา โดยหลักการเรียนการสอนแล้ว ควรจะกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้ข้อความที่สั้น ได้

ใจความ และเข้าใจได้ง่าย หากบทเรียนมีหลาย ๆ บทเรียน ควรมีวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย แต่ก็ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน และเพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกเข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) ในขั้นทบทวนความรู้เดิม จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ อาจจะเป็นไปในรูปแบบของการทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) หรือในรู้แบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้า การกระตุ้นอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมกับเนื้อหาและควรให้กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

4. การเสนอเนื้อหา (Present Information) การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำ การใช้ภาพหนึ่งประกอบเนื้อหาในส่วนที่สำคัญ ส่วนเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ภาพเคลื่อนไหวอธิบายตามลำดับขั้น และให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญ โดยอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ ฯลฯ ในแต่ละเฟรมไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปมา การให้ผู้ได้มีโอกาสได้ตอบบทเรียนด้วยการพิมพ์ หรือการใช้เมาส์ร่วมกับแป้นพิมพ์

5. ชี้แนะเพื่อการเรียนรู้ (Provide Learning Guidance) ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะทำได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง ๆ และแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบได้เองการแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหม่ การพยายามให้ตัวอย่างเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับความแตกต่าง หรือความถูกต้อง เพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

6. กระตุ้นการตอบสนองของผู้เรียน (Elicit Response) การกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ตลอดการเรียนบทเรียน โดยตามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ไร่ ความคิดและไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม การพิมพ์คำตอบควรให้ผู้เรียนพิมพ์ข้อความสั้น ๆ ไม่ควรพิมพ์คำตอบยาวเกินไป และควรแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถาม

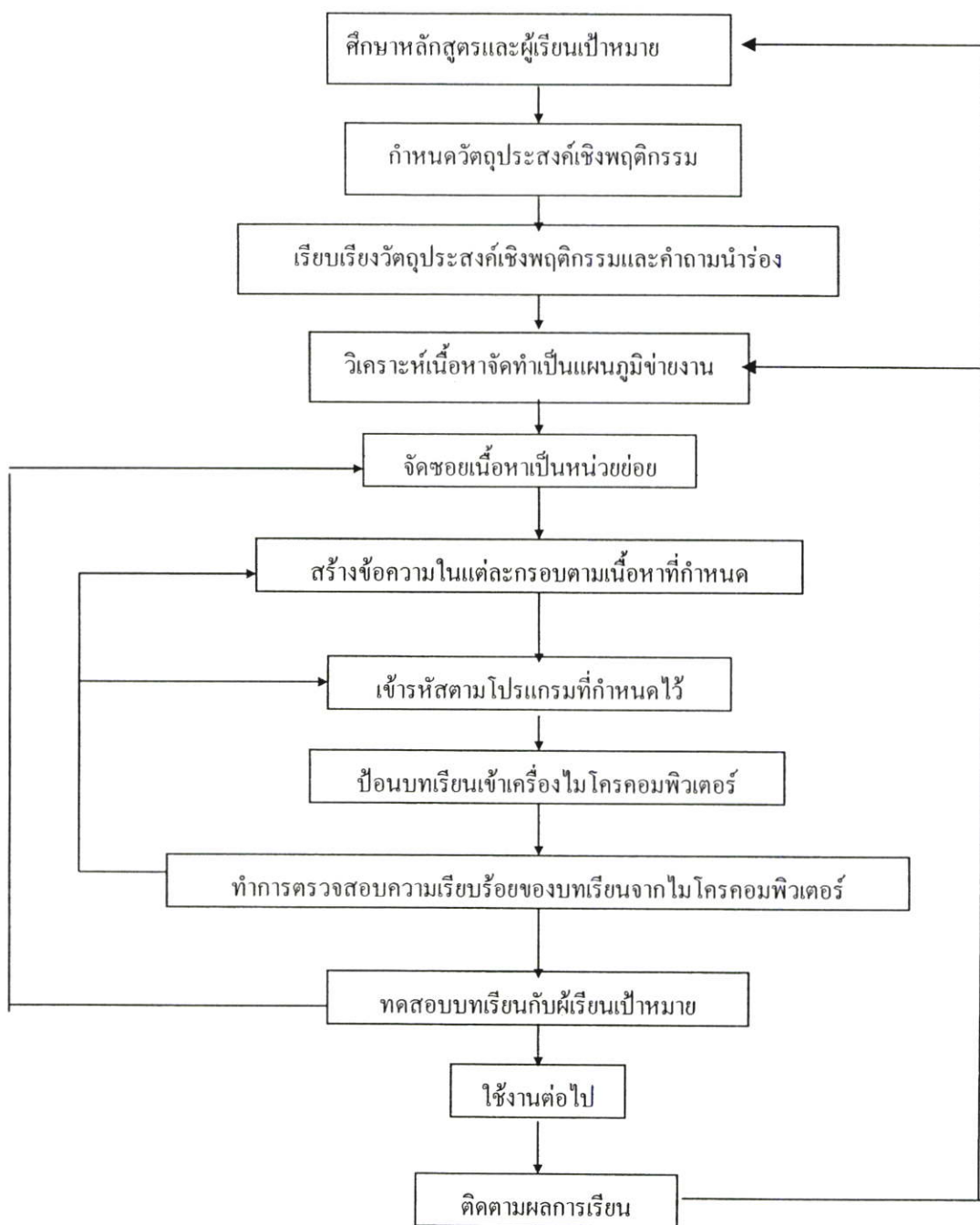
7. ให้ข้อมูลป้อนกลับและการเสริมแรง (Provide Feedback) บทเรียน CAI จะกระตุ้นความสนใจมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นถ้าทนายผู้เรียนโดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจน และให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การ feedback ที่เป็นภาพจะช่วยไร่ความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซึ่งการให้ Feedback ทันที หลังจากผู้เรียนโดยบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบ และ Feedback บนเฟรมเดียวกัน เฉลยคำตอบที่ถูกหลังจากผู้เรียนทำผิด 2 – 3 ครั้ง การใช้เสียง

สำหรับคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิด ที่แตกต่างกัน และอาจให้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียง-ไกล จากเป้าหมาย

8. การประเมินผลหลังบทเรียน (Assess Performance) การทดสอบหลังบทเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง เพื่อเก็บคะแนน หรือเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป ในการประเมินการเรียน จะต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน คำถาม คำตอบ และ Feedback ควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบข้อความสั้น ๆ อธิบายวิธีการตอบคำถาม แบบทดสอบจะต้องมีความแม่นยำและความเชื่อถือได้ ควรใช้ภาพประกอบในแบบทดสอบ เพื่อสร้างความสนใจให้ผู้เรียนว่าจะตอบคำถาม

9. การเพิ่มพูนการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhance Retention and Transfer) เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นที่สำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน และซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้ประโยชน์ ทบทวนแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหา บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

การสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์เป็นภาระที่สำคัญที่ต้องการความละเอียดรอบคอบ และจิตสำนึกของวิธีการระบบ (System Approach) ผู้เขียนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า บทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นนี้จะต้องทำการสอนโดยไม่มีครู-อาจารย์ ปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียนทีละชั้น ไม่มีใครกำชับให้สนใจเรียนหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้เขียนโดยการวางแผนไว้อย่างดีแล้วเท่านั้นการสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนต่างๆ ดังรายละเอียดดังรูปที่ 2.9 (ไพโรจน์ ติรณธนากุล. 2521:77-80)



ภาพที่ 2.9 แผนผังลำดับขั้นตอนสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

1. **ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย** เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตามหลักสูตรว่าเนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใดควรใช้เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ขนาดใด ความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาประสบการณ์การสอนวิชาที่กำหนดนี้ของตนเองและของผู้สอนอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนต่อไป

2. **การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม** ของวิชาที่กำหนดเป็นสิ่งสำคัญและจะต้องจัดเขียนขึ้นเองทั้งนี้ตามหลักสูตรส่วนมากจะไม่ได้กำหนดไว้ หรืออาจมีเฉพาะวัตถุประสงค์ทั่วไปการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้จะต้องเขียนไว้ให้ถี่ถ้วนทุกๆ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือที่ได้จากการเรียนวิชานี้

3. **เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง** วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นทั้งหมดนี้ แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน การจัดเรียงวัตถุประสงค์เหล่านี้ให้อยู่ในระบบที่ดี และกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสม จะเป็นการนำร่องในการสร้างบทเรียนได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. **วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงาน** โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องได้จัดทำไว้นำมาประกอบในการวิเคราะห์จัดเรียงเนื้อหาวิชาให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเขียนหัวข้อเหล่านั้นในรูปของแผนภูมิข่ายงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวข้อเรื่องต่าง ๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกของเนื้อหาที่สมบูรณ์ด้วย

5. **จัดชอยเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย** เนื่องจากการสอนทางไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู – อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมาก ๆ อาจมีปัญหาในการเรียนได้ ดังนั้นจำเป็นจะต้องชอยเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยย่อยพอสมควร และผู้เรียนสามารถจะติดตามเนื้อหาต่อไปได้โดยไม่สับสน หรือขาดตอน

6. **การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด** ข้อความเหล่านี้จะต้องกะทัดรัดเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจของผู้เรียนข้อความในกรอบต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในแต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหาจะประกอบด้วยกรอบข้อความต่าง ๆ มี 4 ชนิด คือ

1. **กรอบหลัก (Set Frame)** เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

2. **กรอบฝึกหัด (Practice Frame)** เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดข้อมูล ที่ได้จากกรอบหลัก

3. **กรอบส่งท้าย (Terminal Frame)** เป็นกรอบทดสอบ โดยผู้เรียนที่จะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

4. กรอบรอง (Sub-terminal Frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่งท้าย แต่เป็นข้อมูลที่จะแก้ไขความเข้าใจผิดหรือตอบผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่จะเสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น แต่อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

7. **เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด** เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด การเข้ารหัสในที่นี้หมายความว่า โครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำเป็นต้องแปลงข้อมูลเป็นรหัส เช่น แบบ Generative หรือแบบ Artificial Intelligence ก็จัดทำตามที่กำหนด แต่ถ้าโปรแกรมออเธอร์ริงแบบ Frame (Authoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนได้ง่ายๆ การป้อนบทเรียนโดยไม่ต้องเข้ารหัสก็สามารถป้อนเข้าไปได้ง่ายขึ้นตอนนี้ก็คงเป็นทั้งเตรียมตัวป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

8. **ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์** ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนั้นจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้น ๆ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไม่เป็นไปตามที่ตนคิด เพราะการจัดลำดับการแสดงบทเรียนจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมในส่วนอื่น ๆ ต่อไป

9. **ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากไมโครคอมพิวเตอร์** เมื่อป้อนบทเรียนเข้าไปหมดแล้ว ทดลองเรียกบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติทำการตรวจเช็คความเรียบร้อย แก้ไขปรับปรุงถ้าจำเป็น

10. **ทดสอบบทเรียนกับผู้เรียนเป้าหมาย** กล่าวคือการสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์เท่าที่กระทำมาจนถึงขั้นนี้ ได้กระทำไปตามหลักทฤษฎีและความคาดหวังของผู้สร้างเท่านั้น เมื่อสร้างเสร็จแล้วจำเป็นต้องทำการทดสอบ เพื่อตรวจสอบผลว่าจะได้ตามที่คาดหมายไว้หรือไม่เพียงใดหากจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงก็ควรจัดการแก้ไขเสียก่อนนำออกไปใช้จริง

11. **เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว** จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมายต่อไป

12. **การติดตามผลการเรียน** ของผู้เรียนเป้าหมายนี้ เป็นปัจจัยที่จำเป็นมาก เมื่อการเรียนโดยบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ให้ผลการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรแก้ไขอย่างไร ควรจะติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์นี้ให้ดีขึ้นต่อไป รวมทั้งเป็นข้อมูลประกอบการสร้างบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับวิชาอื่น ๆ ต่อไปด้วย

2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชัยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521 : 134) ได้กล่าวถึงแนวทางการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ไว้ดังนี้

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมตรงกับภาษาอังกฤษคำว่า “Development Testing” หมายถึงการนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปสอนจริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว จึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ซึ่งแนวทางดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528 : 214-215) ได้กล่าวถึงการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อว่า ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองกับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถอ่าน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น
2. ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม แบบ 1:10 ตั้งแต่ 6-10 คน ทั้งผู้เรียนที่เก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
3. ทดลองภาคสนาม แบบ 1:100 เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 40-100 คน หาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์ที่ได้ควรจะได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5 %

2.6.1 ความจำเป็นที่ต้องหาประสิทธิภาพ

ซุคส์ก็อบบรมใด ๆ ก็ตาม เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วจำเป็นต้องนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อเป็นการประกันว่าจะมีคุณภาพจริง ซึ่ง ซัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2521 : 134) ได้ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องมีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนหรือชุดการสอนที่สร้างขึ้น ดังนี้

1. เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของบทเรียน หรือชุดการสอน ว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะที่จะลงทุนผลิตเป็นจำนวนมาก
2. ช่วยทำให้ผู้ที่นำบทเรียน หรือชุดการสอนไปใช้ เกิดความมั่นใจว่าบทเรียนหรือชุดการสอนนั้น มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้จริง
3. ช่วยให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในบทเรียน หรือชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน เวลา และงบประมาณในการเตรียมต้นแบบ

2.6.2 การกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพ

สื่อการสอนที่ผลิตได้ดังกล่าวแล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องนำไปทดสอบ หาประสิทธิภาพของสื่อ เพื่อเป็นหลักประกันได้ว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิผลในการเรียนการสอน โดยจะต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง ซึ่งเป็นกระบวนการกับพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อเป็น E_1/E_2 ซึ่งหมายความว่า จะต้องกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด (E_1)

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528 : 214) ได้ให้สูตรการคิดค่า E_1/E_2 โดยวิธีคำนวณค่าทางสถิติดังนี้ คือ

สูตรที่ 1

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

E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในสื่อ
$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำงานหรือประกอบกิจที่มอบหมาย
N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นมารวมกัน

สูตรที่ 2

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

E_2	หมายถึง	ประสิทธิภาพของชุดการสอนในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน
$\sum F$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำงานหรือประกอบกิจที่มอบหมาย
N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นมารวมกัน

การที่จะกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้มีค่าเท่าใดนั้น กำหนดให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ ซึ่งโดยปกติในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อนิยมตั้งไว้ 90 / 90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติไม่ต่ำกว่า 80 / 80

จากเกณฑ์ประสิทธิภาพดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กล่าวคือ

80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนทุกคนทำได้ จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนที่ผู้เรียนทุกคนทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6.3 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

จากผลงานการวิจัยของ ฉลองชัย สุรวฒนบุรณ (2528 : 215) อธิพร ศรียมก (2525 : 246-252) ได้กล่าวถึงการยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมว่า

เมื่อทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนแล้วสามารถประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้ แล้ว นำประสิทธิภาพของชุดการสอนที่หาได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อดูว่าเราจะยอมรับ ประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือว่า ค่าแปรปรวน 2.5% ประสิทธิภาพของชุด การสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ว่า 2.5% ถ้าตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อนำชุดการสอนไปทดลองสอนนั้น มีประสิทธิภาพ 87.5/87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ ว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนมี 3 ระดับ คือ

สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของสื่อสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5%

เท่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของสื่อเท่ากันหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมี ประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ นำไปทดลองกับ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพลศึกษากรมวิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ดแล้ว หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.8 / 82.40 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สมศักดิ์ จีวัฒนา (2541 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา ระบบการสื่อสารข้อมูลหลักสูตรคอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อหาประสิทธิภาพ รวมทั้งศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการใช้ชุดบทเรียนนี้ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย

1) กลุ่มข้อมูลบทเรียนคอมพิวเตอร์ วิชาระบบการสื่อสารข้อมูลและ 2) แบบทดสอบของวิชา ระบบการสื่อสารข้อมูล โดยใช้กลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาวิชาระบบการสื่อสารข้อมูล ระดับปริญญาตรีจากสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบระหว่าง เรียนเฉลี่ยรวม คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 91.61 และคะแนนสอบหลังเรียนจบทั้งหมดเฉลี่ยรวมคิดเป็น ร้อยละเท่ากับ 87.64 สรุปชุดบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพ 91.61 / 87.64 เมื่อนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ โดยการทดสอบ

ค่าที่ (t-test) พบว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรวมจากการทดสอบ หลังเรียน ($\bar{X} = 87.64$) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมจากการทดสอบ ก่อนเรียน ($\bar{X} = 56.06$) แสดงให้เห็นว่าชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน วิชาระบบการสื่อสารข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กมลอร เดชประเสริฐ (2546 : บทคัดย่อ) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สื่อส่งข้อมูลและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1 สาขาวิชาระบบสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ผลสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.75 / 83.13 สูงกว่ามาตรฐาน 80 : 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะพบว่าการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนจัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนที่ดี มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาในบทเรียนได้ตลอดเวลาและผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองที่ละขั้น มีแรงจูงใจ เกิดทัศนคติที่ดี เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในเรื่องที่เรียนพอใจและไม่เกิดความเบื่อหน่ายในบทเรียนนั้น ๆ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย ตามหลักสูตรปริญญาตรี ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตร 4 ปี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 540 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตร 4 ปี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 40 คน โดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาหลักสูตรและวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย หลักสูตรปริญญาตรี ปีการศึกษา 2547

3.2.1.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ

3.2.1.3 สร้างแบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มจากการจัดลำดับเนื้อหาที่วิเคราะห์ออกเป็นหน่วยย่อย แล้วจึงค่อยกำหนดกรอบที่จะเสนอเนื้อหาที่ละกรอบ โดยคำนึงถึงหลักการจัดกิจกรรมขณะเรียน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่น มีแบบฝึกหัดให้ทำ มีการให้แรงเสริมทุกครั้งที่ผู้เรียนตอบ หากตอบผิดก็จะให้โอกาสผู้เรียนได้ทบทวนบทเรียนเดิมและ ตอบใหม่จนถูกต้อง ภายในบทเรียนมีภาพเคลื่อนไหวและภาพนิ่งประกอบ เพื่อสร้างความสนใจอยู่เป็นช่วงๆ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อ จะมีการรวมคะแนนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลตนเองได้ เป็นต้น

4.2.1.4 ให้อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบร่างแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนซึ่งผู้วิจัยจะได้นำมาแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป

3.2.1.5 เมื่อร่างแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก้ไขสมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมประเภท Authoring System ที่สามารถประยุกต์ให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

3.2.1.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่านประเมิน

1. นายธวัช รวบรวมทรัพย์ ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. นายประทีป อินทรสิทธิ์ นักวิชาการ โสตทัศนศึกษา มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

3. นายประทานพร อุ่นออด หัวหน้ารายวิชา Multimedia ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน

1. นายจักรกฤษ สิริริน หัวหน้าภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. นางสาวนริรัตน์ นิยมไทย หัวหน้ารายวิชาการสื่อสารข้อมูลและช่างงานเบื้องต้น ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

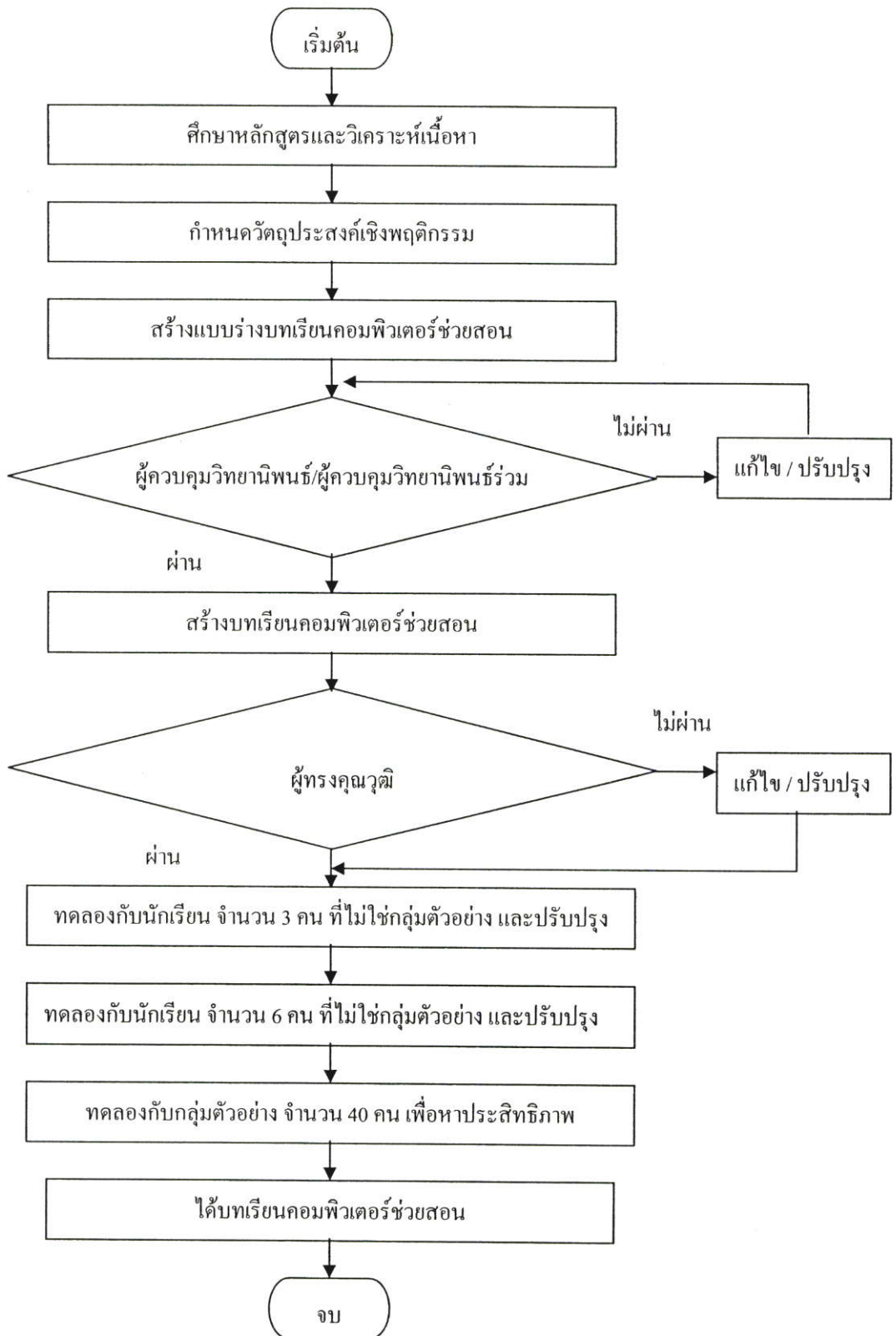
3. นางสาวพรธิพา ธีรโรจนพงษ์ ผู้ช่วยหัวหน้าภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องกับเนื้อหา และนำมาแก้ไขปรับปรุง

3.2.1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองกับผู้เรียนที่ไม่เคยผ่านการเรียนในหัวข้อนี้ มาก่อน จำนวน 3 คน (เกณฑ์ในการเรียนสูง, ปานกลาง, ต่ำ) โดยพิจารณาจากผลการเรียน เพื่อสังเกตและ บันทึกข้อบกพร่อง และนำสิ่งที่ควรนำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนในการนำไปทดลองครั้งต่อไป ผู้วิจัยพบว่า เกิดตัวแปรแทรกซ้อนเกิดขึ้น เมื่อทดสอบแล้วพบว่าภาพและข้อมูลบางส่วนยังไม่สื่อถึงบทเรียนมากนัก ผู้วิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนภาพและข้อมูลในบางเรื่องในการทดลองขั้นต่อไป

3.2.1.8 จากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วทดลองกับผู้เรียนที่ไม่เคย ผ่านการเรียนในหัวข้อนี้มาก่อนอีกจำนวน 6 คน (เกณฑ์ในการเรียนสูง, ปานกลาง, ต่ำ) โดยพิจารณาจาก ผลการเรียน เพื่อสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และบันทึกข้อบกพร่อง และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุง แก้ไขปัญหาต่างๆ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย ที่ได้ไปทำการทดลอง แก้ไขปัญหาฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้จริงกับนักศึกษามหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิตวิทยาสาส์ตรและเทคโนโลยี จำนวน 40 คน ที่ยังไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 : 80 ผู้วิจัยพบว่า มีตัวแปรแทรกซ้อนเกิดขึ้นได้แก่ กลุ่มทดลองยังไม่เข้าใจความหมายในบางประโยค ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มการบันทึกเสียงเข้าไปพร้อมกับสื่อเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

3.2.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เพื่อหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาสถาปัตยกรรมเครื่องข่าย ตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.2.1 วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นแต่ละตอนตามประมวลรายวิชา

3.2.2.2 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก (แบบเลือกตอบ) จำนวน 20 ข้อ จากแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ โดยคำนึงถึงเวลา เนื้อหารายวิชา และจุดประสงค์รายวิชา โดย กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งในข้อเดียวกัน หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนการสอนในเรื่อง สถาปัตยกรรมเครื่องข่าย

3.2.2.3 หาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา

โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชากำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1

ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1

ถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0

นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถาม โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (ชาตรี เกิดธรรม, 2544 : 102)

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

(Index of Item – Objective Congruence)

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุง หรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ และดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

3.2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาแก้ไขและปรับปรุง นำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบและแก้ไข

3.2.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียนในเรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่าย จำนวน 40 คน

3.2.2.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) โดยให้ขอบเขตความยากง่ายและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 210)

0.80 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.0 – 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ ระหว่าง 0.20 – 0.80

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3.2.2.7 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) โดยให้ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 211)

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพของข้อสอบพอใช้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป

$$\text{สูตร} \quad D = \frac{R_u - R_L}{N}$$

เมื่อ D คือ อำนาจในการจำแนก

R_u คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน

3.2.2.8 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมายดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 199)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น

สูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

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

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก /

จำนวนคนทำทั้งหมด)

q คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.2.2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สมบูรณ์ บรรจุลงไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอน

ตารางที่ 3.1 ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรายละเอียดดังภาพที่ 3.1

คุณภาพ	ค่าที่ได้
ดัชนีความสอดคล้อง	0.67 – 1.00
ดัชนีความยากง่าย	0.35 – 0.75
ดัชนีค่าอำนาจจำแนก	0.20 – 0.80
ดัชนีค่าความเชื่อมั่น	0.72

3.2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้น โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยดำเนินการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 2 ประเภท ตามขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ซึ่งประกอบไปด้วย ด้านความสอดคล้องและด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ด้านภาพ ภาษา และด้านเวลา ลักษณะของแบบประเมินจะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดี
- 3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับพอใช้
- 1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

3.2.3.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งประกอบไปด้วย ด้านการออกแบบโปรแกรม และด้านการบันทึกผล ลักษณะของแบบประเมินจะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี
- 3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพอใช้
- 1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ย ของข้อคำถามแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

- คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
อยู่ในระดับดีมาก
- คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
อยู่ในระดับดี
- คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
อยู่ในระดับปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
อยู่ในระดับพอใช้
- คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ขอบเขตของคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินที่ยอมรับคือ ระหว่าง 3.50 – 5.00

จากนั้นนำแบบประเมินที่ออกแบบไว้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง

3.3 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.3.1 ติดต่องานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัย ถึงผู้ช่วยอธิการบดี ฝ่ายวิชาการมหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.3.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ (E1/E2) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้เรียนเข้าใจ

3.3.2.2 ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน เมื่อเสร็จจากการเรียนแล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.3 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.1.1 การหาค่าเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูล

ดังนั้น เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 – 5.00

3.4.1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

$$\text{สูตร} \quad S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ $S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อมูล

3.4.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520 ; 136)

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

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

เมื่อ E_1 คือ (ประสิทธิภาพของขบวนการ)

E_2 คือ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบฝึกหัด

$\sum F$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำการทดสอบหลัง

เรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการสื่อสารข้อมูลและช่างงานเบื้องต้น เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์โดยหลักการทางสถิติและได้นำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

- 4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ
- 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน ผลคะแนนค่าเฉลี่ยจากการประเมินดังนี้

- 1.แบบประเมินความคิดเห็นด้านเนื้อหาซึ่งได้ผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย ทางด้านเนื้อหา

หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	รวม	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ							
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
1.6 ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
2. ภาพและภาษา							
2.1 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	5	4	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	4	4	4	12	4.00	0.00	ดี
3. เวลา							
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4. แบบทดสอบ							
4.1 คำถามของแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4.2 คำถามมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4.3 แบบทดสอบสามารถวัดความรู้ ความเข้าใจ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	72	67	69	208	4.62	0.50	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย ด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.62 อยู่ในระดับที่ดีมาก เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพในระดับดีมาก มีจำนวน 13 รายการ ดังนี้คือ ด้านเนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความถูกต้องของเนื้อหา ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาขั้นตอนค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอนค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความถูกต้องของภาพที่นำไปใช้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ

4.67 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหาค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยายค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 คำถามของแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหาค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 คำถามมีความชัดเจนเข้าใจง่ายค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.67 และแบบทดสอบสามารถวัดความรู้ ความเข้าใจค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 5.00 รายการที่มีคุณภาพในระดับดี มีจำนวน 2 รายการ ดังนี้คือ ด้านความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.33 และด้านความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยายค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.00

2. แบบประเมินความคิดเห็นด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	รวม	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน							
1.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 การออกแบบข้อความได้สวยงามและเข้าใจ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมของกราฟิก	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
1.5 ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
1.6 ระยะเวลาในการนำเสนอ	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
2. บอกรวดประสงคของการเรียน							
2.1 ลักษณะตรงตามเนื้อหาวิชา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ข้อความถูกต้องตามหลักเกณฑ์การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	13	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 มีการบอกรวดประสงคทุกหัวเรื่อง	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
3. ทบทวนความรู้เดิม							
3.1 มีลักษณะสอดคล้องเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาใหม่	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเนื้อหาที่ผ่านมาแล้วได้	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	รวม	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
4. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้							
4.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทางและความช้า-เร็วในการเรียน	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4.2 มีการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
4.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
4.4 ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
4.5 การกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองในบทเรียน	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
5. ให้คำแนะนำและข้อมูลย้อนกลับ							
5.1 ให้การย้อนกลับในทันทีทันใด							
5.2 ความเหมาะสมและถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
	3	4	4	11	3.67	0.58	ดี
6. มีการทดสอบความรู้							
6.1 มีการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ พร้อมทั้งให้คำชี้แนะที่เหมาะสม	3	5	3	11	3.67	0.58	ดี
6.2 มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์	3	5	3	11	3.67	0.58	ดี
6.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรือหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
6.4 ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง	5	5	3	13	4.33	0.58	ดี
7. การนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมหรือการซ่อมเสริม							
7.1 ลักษณะแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
7.2 การสรุปประเด็นที่ชัดเจนและกะทัดรัดกะทัดรัด	3	5	4	12	4.00	0.00	ดี
รวม	106	117	105	328	4.56	0.36	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครื่องข่าย ด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.56 อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่าทุกรายการอยู่ในระดับดีมากเรียงตามลำดับดังนี้ ด้านบอกรวดดูประสงค์การเรียนรู้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.89 การเร้าความสนใจให้กับผู้เรียนค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.83 การทบทวนความรู้เดิมค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.83 การเสนอเนื้อหาค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.53 การให้ข้อมูลป้อนกลับและการเสริมแรงค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.50 กระตุ้นการตอบสนองของผู้เรียนค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.08 และการชี้แนะเพื่อการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.00

4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่าย

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่ายครั้งนี้ ได้ดำเนินการขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ

4.2.1 การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ

การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ ทดลองกับนักศึกษาปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 40 คน โดยการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่ายในขั้นทดสอบกลุ่มย่อยเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้นำมาทดลองกับนักศึกษาและสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาพบว่านักศึกษามีความสนใจในบทเรียนเป็นอย่างดี

จากผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบก่อนเรียน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น

ทดสอบเชิงปฏิบัติการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1)	40	20	16.07	80.37(E1)	80(E1)
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E2)	40	20	16.57	82.87(E2)	80(E2)

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการทดสอบระหว่างเรียนบทเรียน (E1) คะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนนได้คะแนนเฉลี่ย 16.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.37 และผลการทดสอบหลังเรียนบทเรียน (E2) คะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนนได้ค่าเฉลี่ย 16.57 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.87 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ $80.37 / 82.87$ ไม่ต่ำกว่า $80 / 80$ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่าย ผู้วิจัยขอสรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.2 สมมติฐานการวิจัย
- 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5.7 สรุปผลการวิจัย
- 5.8 อภิปรายผล
- 5.9 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น เรื่อง สถาปัตยกรรมเครื่องข่าย
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น เรื่อง สถาปัตยกรรมเครื่องข่าย

5.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่ายที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับที่ดีขึ้นไป
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครื่องข่ายที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับ E1/E2 ไม่น่ากว่า 80/80

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตร 4 ปี จำนวน 540 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตร 4 ปี จำนวน 40 คน โดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย

เป็นการเรียนการสอนที่เน้นถึงความสำคัญของเนื้อหา โดยผู้สอนทำหน้าที่ให้ความสะดวกในการเรียนหรือเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา

5.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 40 ข้อ โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้มีค่าตรงตามเนื้อหา (IOC) 0.67-1.00 จำนวน 40 ข้อ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียนวิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้นมาแล้ว ผลการหาค่าความ ยากง่าย (P) ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่าย ตั้งแต่ 0.35-0.75 จำนวน 40 ข้อและนำไปหาค่าอำนาจจำแนก (D) ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20-0.80 จำนวน 40 ข้อ เลือกคะแนนที่ได้จากข้อสอบ 40 ข้อที่คัดเลือกแล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.72

5.4.3 แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยแบ่งออกเป็น 2 คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน ผลคะแนนค่าเฉลี่ยจากการประเมิน ดังนี้

1. แบบประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย
2. แบบประเมินคุณภาพ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ติดต่องานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ (E1/E2) โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย ให้ผู้เรียนเข้าใจ

2.2 ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนเมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละบทแล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

2.3 เก็บคะแนน E1/E2 โดยวิธีการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน E1 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ) และทำแบบทดสอบหลังเรียน E2 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ)

2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกลุ่มทดลองด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าสถิติจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) และค่าสถิติจากแบบทดสอบหลังเรียน (E2) ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

5.6.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย

5.6.1.1 การประเมินคุณภาพของบทเรียน โดยใช้สูตร \bar{X} , S.D

5.6.1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย โดยการวิเคราะห์หาจากคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) และค่าคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน (E2) ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในระดับ E1/E2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่ายสรุปผลวิจัยไว้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก

$$\bar{X} = 4.62$$

2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก

$$\bar{X} = 4.56$$

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากทั้ง 2 ด้าน เนื่องจากผู้จัดทำได้รับคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมรวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ โดยดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังภาพที่ 3.1

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย เท่ากับ $80.37 / 82.87$ ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ไม่น้อยกว่า $80/80$

5.8 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่ายของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 จัดอยู่ในระดับที่ดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและศึกษาถูกต้อง สมบูรณ์ และเหมาะสมกับผู้เรียน ผู้วิจัยยังเน้นในเรื่องความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และจัดลำดับเหตุการณ์ของเนื้อหาและการเพิ่มทักษะการเรียนรู้กับผู้เรียน เพื่อให้คุณภาพของเนื้อหาดีมากที่สุด ส่วนทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 จัดอยู่ในระดับที่ดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดรูปแบบการนำเสนอและองค์ประกอบเสียงทั้งเสียงบรรยายเสียงประกอบต่าง ๆ การนำภาพที่มีความเหมาะสม การสร้างให้สะดวกต่อการใช้งาน โดยสอดคล้องกับผลวิจัยของสถิระ ชัยชนะกลาง (2547:บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาพุทธธรรมกับการศึกษา เรื่องศีล ปรากฏว่าคุณภาพด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 อยู่ในระดับที่ดีมาก และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 อยู่ในระดับที่ดีมาก
2. ด้านการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่ายที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1/E2) เท่ากับ $80.37 / 82.87$ ซึ่งมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด $80/80$ ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเพิ่มทักษะความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาและมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนตลอดเวลาที่ศึกษา ในส่วนของการออกแบบภาพประกอบเนื้อหาผู้วิจัยได้เพิ่มรูปแบบการใช้ภาพเคลื่อนไหวเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งการที่ผ่านการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผ่านการทดลองใช้แล้ว 2 ครั้ง ก่อนที่จะนำไปทดลองจริง จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเรือข่ายเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยสอดคล้องกับผลวิจัยของเชมพันธ์ จันทร์ชนโกภา (2546 :บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนววิธโค้ง เพื่อการเรียนรู้โดยใช้ระบบจำลอง 3 มิติ ที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85 / 87.25

ซึ่งทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงผลที่เกิดจากการวิจัยเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นั้นได้ยึดหลักขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอน 8 ขั้น ของ Robert Gagne' มาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) โดยการใช้ภาพ สี และเสียง ประกอบ ในการสร้าง Title ได้ใช้กราฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิกขนาดใหญ่
2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) ให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาในการเรียน เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น
3. ทบทวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน
4. ให้เนื้อหาความรู้ใหม่ (Present New Information) ใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กะทัดรัด ง่ายและได้ใจความ ภาพที่ใช้เป็นภาพที่มีการตอบโต้กับผู้เรียน เข้าใจง่าย มีการตีกรอบการกระพริบของเส้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร จัดรูปแบบที่นำอ่าน
5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) บทเรียนที่นำเสนอสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรมซึ่งยังทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนมีกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนมีการแสดงหน้า แสดงบทเรียนที่มีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนให้ทันทีหลังจากผู้เรียนเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยจบ โดยจะมีข้อความตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับอยู่ในเฟรมเดียวกัน

8. ทดสอบ (Assess Performance) เป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถทำได้ แบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียนข้อทดสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับอยู่บนแฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว

จากแนวคิดของ Robert Gagne' จึงเป็นปัจจัยให้การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามปกติเพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียน อีกทั้งนักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มความสามารถของตนเอง

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า การเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเสนอภาพและภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา พร้อมคำอธิบายที่ให้ความชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียนของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก โดยที่นักเรียนจะเรียนด้วยความตั้งใจมีการจดบันทึกเพื่อนำเอาไปช่วยในการตอบแบบฝึกหัด เมื่อนักเรียนเรียนผ่านบทเรียนในแต่ละบทเรียนและทำแบบฝึกหัดผ่านไปแล้วนักเรียนแสดงออกถึงความดีใจในผลสำเร็จของตนเองนักเรียนบางคนที่ทำแบบฝึกหัดไม่ผ่านหรือได้คะแนนน้อยในครั้งแรก จะให้ความสนใจกับบทเรียนเพิ่มมากขึ้น

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานคอมพิวเตอร์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ก่อน เพื่อความคล่องตัวในการศึกษาดูด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ผู้สอนควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย ไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5.9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งต่อไปที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบอื่นที่ยังไม่ได้มีการจัดทำ เช่น ISDN
2. ควรส่งเสริมให้มีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและใช้งานแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะวิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น เนื่องจากเนื้อหาในรายวิชานี้จะมีเนื้อหาต่างๆยากต่อการอธิบาย ถ้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปภาพและเสียงประกอบจะสามารถแสดงรายละเอียดได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจง่ายขึ้น

บรรณานุกรม

- กมลอร เดชประเสริฐ. 2546. “การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่งข้อมูลและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอน แบบใช้บทเรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับวิธีการสอนแบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2531. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิดานันท์ มลิทอง 2536 เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : เอ็ดดิสัน-เพรสโปรดักส์.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2543 เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. บัณฑิตศึกษาระบบ Online พัฒนาเทคนิคศึกษา. ปีที่ 8, ฉบับที่ 19, กรกฎาคม – กันยายน 2539. หน้า 23-28.
- กนิษฐา ชานนท์. 2532. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน. วารสารเทคโนโลยีการศึกษา. 1 (เมษายน-มิถุนายน) : 7-13
- เจมพันธ์ ชันธัน โภคา. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้ง เพื่อการเรียนรู้โดยใช้ระบบจำลอง 3 มิติ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฉลองชัย สุรวัดนบูรณ์. 2528. การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือกรุงเทพฯ
- ฉัตรชัย สุมาลย์. 2521. การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย. กรุงเทพฯ : บุคเซ็นเตอร์
- ชม ภูมิภาค. 2524. เอกสารประกอบการออกแบบและการสร้างสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2526. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- ชาญชัย พิพัฒน์สันติกุล. 2530. แนวโน้มการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. คอมพิวเตอร์รีวิว. 8(87)
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. ประโยชน์สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. เอกสารประกอบการสอน วิชา 2708-125 โปรแกรมช่วยสร้าง
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI AUTHORIZING SYSTEM) พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทักษิณา สวณานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : องค์การคำครูสภา.
- ธนิต ผิวนิยม. 2528. การผลิตสื่อและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ : ศิลปาคร.
- ธวัช รัตนมนตรี. 2534. แนวโน้มของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โอ เอส
พรินติ้ง เฮ้าส์.
- นิพนธ์ สุขปรัดดี. 2526. คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน. วารสารรามคำแหง
9 : 78 : 85 (ฉบับมนุษยศาสตร์)
- นิภาพรรณ คงแก้ว. 2540. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ
คอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุปผชาติ ทักพหิกรณ์. 2537. แนวคิดของการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .
วิทยาสารก้าวไกล. 4 (10) : 93.
- บุปผชาติ ทักพหิกรณ์. 2539. เครื่องข่ายใยแมงมุมในโลกของการศึกษา” ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์.
11(3): 41-43.
- เป็รื่อง กุมุท. 2519 เทคโนโลยีการเขียนบทเรียนโปรแกรม. เอกสารประกอบการสอน.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิทักษ์ สีรัตน์นา. 2529. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรเทพ เมืองแมน. 2544. การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware. กรุงเทพฯ.
- ปิ่น ภู่วรรณ. 2531. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน. ไมโครคอมพิวเตอร์.
2(36) : 120-129
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยา
สาส์น
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4.
ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527. การศึกษาเอกเทศกับการศึกษารายบุคคล . สารพัฒนาหลัก
สูตร. 28 (เมษายน - พฤษภาคม) : 71-74
- วสันต์ อติศัพท์. 2538. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา. วิทยบริการ. 6(104).

- วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. **สื่อการสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- วีระ ไทยพานิช. 2527. **บทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ ; ศูนย์หนังสือกรมวิชาการ
- ศรีศักดิ์ จามรรณาน. 2535. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพฯ. : ศูนย์หนังสือกรุงเทพฯ.
- สติระ ชัยชนะกลาง. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาพุทธธรรมกับการศึกษา เรื่อง ศิล.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมบูรณ์ สงวนญาติ. 2534. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือพัฒนาการ.
- สมศักดิ์ จิวัดนา. 2541. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาระบบการสื่อสารข้อมูลหลักสูตรคอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. **การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา คอมพิวเตอร์กับ การศึกษา**. โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. **การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2535
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2528
- อชิพร ศรียมก. 2525. **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่ายสำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต เพื่อให้สื่อการสอนมี ประสิทธิภาพและความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาสื่อ การสอนและแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินสื่อการสอนที่ได้แนบมาพร้อมกันนี้แล้ว

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

ผู้วิจัย

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น
เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องซึ่งตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

หัวข้อที่	คะแนน				
	1	2	3	4	5
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน					
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.6 ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา					
2. ภาพและภาษา					
2.1 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้					
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
2.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย					
3. เวลา					
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย					
3.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ					
4. แบบทดสอบ					
4.1 คำถามของแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหา					
4.2 คำถามมีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
4.3 แบบทดสอบสามารถวัดความรู้ ความเข้าใจ					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น
เรื่อง สถาปัตยกรรมเครือข่าย

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องซึ่งตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

หัวข้อที่	คะแนน				
	1	2	3	4	5
1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน 1.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน 1.2 การวางรูปแบบของหน้าจอ 1.3 การออกแบบข้อความได้สวยงามและเข้าใจ 1.4 ความเหมาะสมของกราฟิก 1.5 ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ 1.6 ระยะเวลาในการนำเสนอ					
2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน 2.1 ลักษณะตรงตามเนื้อหาวิชา 2.2 ข้อความถูกต้องตามหลักเกณฑ์ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2.3 มีการบอกวัตถุประสงค์ทุกหัวเรื่อง					
3. ทบทวนความรู้เดิม 3.1 มีลักษณะสอดคล้องเกี่ยวเนื่องกับ เนื้อหาใหม่ 3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลับไปศึกษา เนื้อหาที่ผ่านมาแล้วได้					
4. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ 4.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ควบคุมทิศทางและ ความช้า-เร็วในการเรียน 4.2 มีการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเชื่อมโยง ความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่					

หัวข้อที่	คะแนน				
	1	2	3	4	5
4.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน					
4.4 ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์					
4.5 การกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองในบทเรียน					
5. ให้คำแนะนำและข้อมูลย้อนกลับ					
5.1 ให้การย้อนกลับในทันทีทันใด					
5.2 ความเหมาะสมและถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ					
6. มีการทดสอบความรู้					
6.1 มีการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ พร้อมทั้งให้คำชี้แนะที่เหมาะสม					
6.2 มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์					
6.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรือหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้					
6.4 ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง					
7. การนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมหรือการซ่อมเสริม					
7.1 ลักษณะแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์					
7.2 การสรุปประเด็นที่ชัดเจนและกะทัดรัดกะทัดรัด					

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาการสื่อสารข้อมูลและข่ายงานเบื้องต้น
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย

1. แบบจำลองเครือข่ายเจ็ดชั้น ชั้นใดที่ทำการแปลงรหัสเพื่อให้เข้าใจถึงข้อมูลได้ถูกต้องทั่วกัน
 - ก. Physical
 - ข. Transport
 - ค. **Network**
 - ง. Presentation
 - จ. Session

2. แบบจำลองใดที่ทำหน้าที่กำหนดวิธีการควบคุมการรับและส่งข้อมูลระหว่างบิต
 - ก. **Physical**
 - ข. Transport
 - ค. Network
 - ง. Presentation
 - จ. Session

3. แบบจำลองใดที่ทำหน้าที่เตรียมและรักษาให้การสื่อสารเป็นไปได้อย่างสะดวกและต่อเนื่องตลอด
 - ก. Physical
 - ข. Transport
 - ค. Network
 - ง. Presentation
 - จ. **Session**

4. แบบจำลองใดทำหน้าที่จัดข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่พร้อมจะส่งข้อมูล
 - ก. Physical
 - ข. Transport
 - ค. **Data Link**
 - ง. Presentation

- จ. Session
5. แบบจำลองใดที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรง
- ก. Physical
- ข. Transport
- ค. Network
- ง. Presentation
- จ. Application**
6. แบบจำลองใดที่ทำหน้าที่ควบคุมคุณภาพของการบริการการส่งข้อมูล
- ก. Physical
- ข. Transport**
- ค. Network
- ง. Presentation
- จ. Session
7. แบบจำลองใดที่ทำหน้าที่นำเสนอข้อมูลโดยมองเห็นได้ด้วยข้อมูลลักษณะบิตหรือไบนารี
- ก. Physical
- ข. Transport
- ค. Network
- ง. Presentation**
- จ. Session
8. ข้อดีของโปรโตคอล TCP/IP คือ
- ก. สามารถค้นหาเส้นทางได้
- ข. สามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างรวดเร็ว
- ค. ไม่ต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อมาก
- ง. สามารถใช้กับงานได้ทุกประเภท
- จ. เป็นที่นิยมของเครือข่ายแบบ WAN

9. โพรโทคอลใดที่มีจุดเด่นสามารถเลือกใช้ทิศทางที่แตกต่างกันหรือเปลี่ยนทิศทางได้

- ก. SNA
- ข. IPX/SPX
- ค. **TCP/IP**
- ง. DHCP
- จ. FTP

10. ข้อใดเป็นความหมายของโปรโตคอล TCP/IP

- ก. เป็นโปรโตคอลที่ทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายพิเศษที่เรียกว่า DHCP Server
- ข. เป็นโปรโตคอลที่จัดการในเรื่องการแลกเปลี่ยนไฟล์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์
- ค. เป็นโปรโตคอลที่สลับซับซ้อนในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องเมนเฟรม
- ง. เป็นโปรโตคอลที่สามารถเลือกใช้ทิศทางที่แตกต่างกันหรือเปลี่ยนทิศทางได้
- จ. เป็นโปรโตคอลแบบ Stack ที่มีขนาดเล็ก ทำงานได้เร็ว

11. โพรโทคอลใดที่เหมาะสมกับระบบอินเทอร์เน็ตที่สุด

- ก. SNA
- ข. IPX/SPX
- ค. **TCP/IP**
- ง. DHCP
- จ. FTP

12. ข้อใดไม่ใช่ Layer ของโปรโตคอล TCP/IP

- ก. Application
- ข. Transport
- ค. Internet
- ง. **Presentation**
- จ. Host-to-network

13. โพรโทคอลที่ถูกพัฒนามาจากแนวความคิดที่ว่า “หากเกิดสงครามนิวเคลียร์ แล้วทำให้การสื่อสารต่าง ๆ ถูกตัดขาด แต่เครือข่ายนี้จะยังสามารถทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกาสามารถติดต่อกันได้” คือ
- SNA
 - IPX/SPX
 - OSI MODEL
 - TCP/IP**
 - DHCP
14. โพรโทคอลใดที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงเครื่องพิมพ์
- SNA
 - IPX/SPX
 - OSI MODEL
 - TCP/IP
 - DHCP
15. SNA ย่อมาจาก
- System Net artwork
 - System Network Architecture
 - System Network Advanced
 - System Network Application
 - System Network Apple
16. ในเชิงธุรกิจแบบจำลอง Network มีหน้าที่อะไร
- การบรรจุสินค้าลงกล่อง
 - รถบรรทุกและถนน
 - ศูนย์กระจายสินค้า**
 - ผู้ซุ่มสายโทรศัพท์
 - ห้องแสดงสินค้า

17. แบบจำลองใดในเชิงธุรกิจที่เปรียบเสมือนการขายและการบริการ

- ก. **Application**
- ข. Transport
- ค. Internet
- ง. Presentation
- จ. Host-to-network

18. แบบจำลองใดที่ใช้ในการโอนย้ายทิศทางของข้อมูลได้

- ก. Physical
- ข. Transport
- ค. **Network**
- ง. Presentation
- จ. Session

19. ข้อใดไม่ใช่เครือข่ายความเร็วสูง

- ก. Fast Ethernet
- ข. FDD
- ค. **Fast Internet**
- ง. ATM
- จ. Host-to-network

20. การส่งสัญญาณแบบใดเมื่อมีการส่งแล้วเกิดการชนระหว่างสัญญาณอื่น ก็จะทำการกำหนดช่วงเวลาที่แตกต่างกันการส่งใหม่ครั้งต่อไป

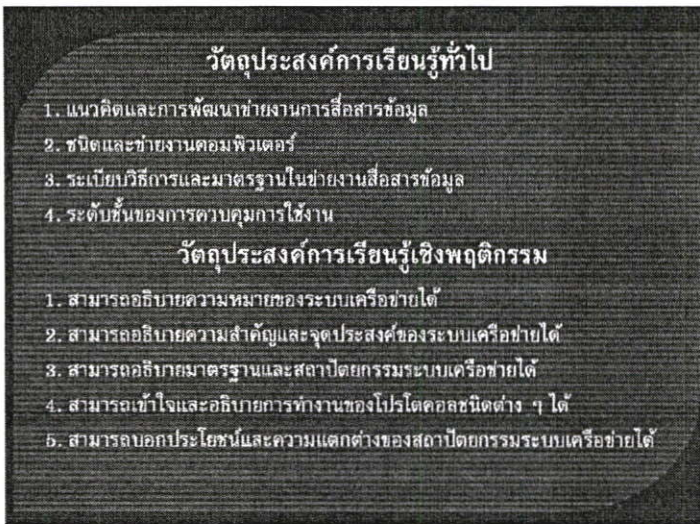
- ก. Baseband
- ข. **Broadband**
- ค. CSMA/CD
- ง. Token-Passing
- จ. System Network Apple

ภาคผนวก ค

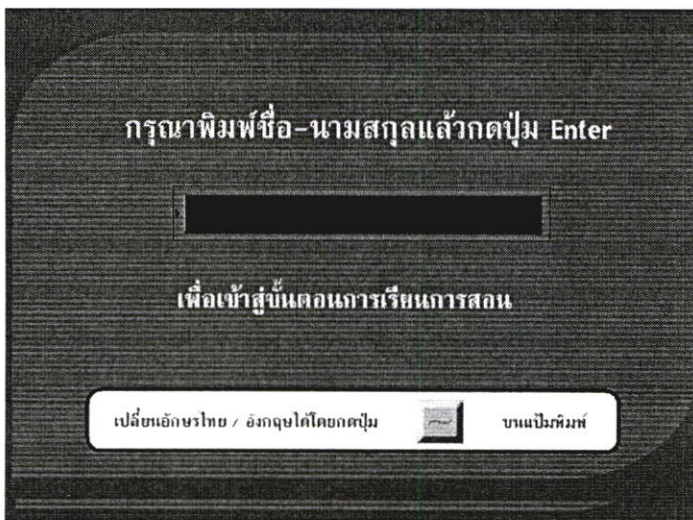
ตัวอย่างระบบการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



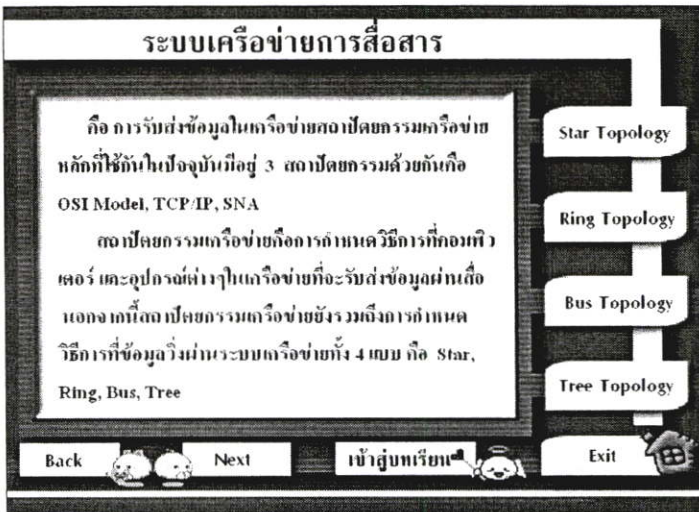
รูปที่ ค1 บทเรียนคอมพิวเตอร์สถาปัตยกรรมเครือข่าย



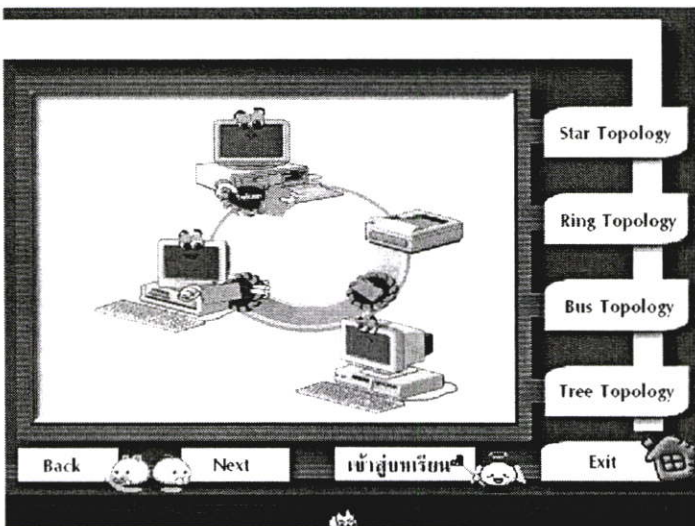
รูปที่ ค 2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ทั่วไปและวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม



รูปที่ ค 3 การลงทะเบียนเข้าเรียนบทเรียนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย



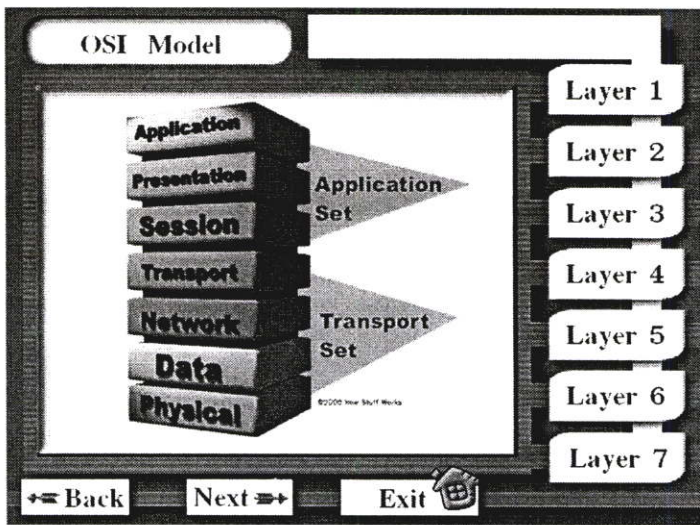
รูปที่ ค 4 เนื้อหาระบบเครือข่ายการสื่อสาร



รูปที่ ค 5 ตัวอย่างการเชื่อมต่อTopology แต่ละชนิด



รูปที่ ค 6 ตัวอย่างบทเรียนเรื่องสถาปัตยกรรมเครือข่าย



รูปที่ ค 7 ตัวอย่างบทเรียนเรื่อง OSI Model

ทำหน้าที่กำหนดวิธีการควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างผู้รับข้อมูลและผู้ส่งข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นการสื่อสารไปจนยุติการสื่อสารและรักษาให้การสื่อสารเป็นไปได้อย่างสะดวกและต่อเนื่องกันตลอด

รูปที่ ค 8 ตัวอย่าง Layer ของ OSI Model ใน Layer 3 Session

1. การแบ่งชั้นของเครือข่ายเราเรียกว่า

- ก. Section
- ข. Layer
- ค. Select
- ง. Legal
- จ. Passing

รูปที่ ค 9 ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียน OSI Model

สรุปคะแนนที่ได้



ผู้สอบ : ฐศ

จำนวนข้อที่ตอบถูก ทั้งหมด	0	ข้อ
จำนวนข้อที่ตอบผิด ทั้งหมด	8	ข้อ
จำนวนข้อสอบที่ทำ ทั้งหมด	8	ข้อ

รูปที่ ค 10 ตัวอย่างการสรุปคะแนนท้ายแบบทดสอบแต่ละบท

โปรโตคอล TCP/IP

เลเยอร์ Internet ประกอบด้วยขั้นตอนการอนุญาตให้ข้อมูลไหลผ่านไประหว่าง Host ของเครือข่าย 2 เครือข่ายหรือมากกว่า

ดังนั้นโปรโตคอล ในเลเยอร์ชั้น Internet นอกจากจะมีหน้าที่จัดเส้นทาง ของข้อมูลแล้ว ยังต้องทำหน้าที่เป็นเกตเวย์สำหรับการติดต่อกับเครือข่ายอื่นอีกด้วย

Network Access

Internet

Host-to-Host

Process/Application

← Back Next → Exit

รูปที่ ค 11 บทเรียนเรื่อง TCP/IP

โปรโตคอล TCP/IP

การเปรียบเทียบระหว่าง OSI กับ TCP/IP

OSI	TCP/IP
Application	Application
Presentation	
Session	Transport
Transport	Internet
Network	Host-to-Host
Data Link	
Physical	

Network Access

Internet

Host-to-Host

Process/Application

← Back Next → Exit

รูปที่ ค 12 การเปรียบเทียบระหว่าง OSI กับ TCP/IP

แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียน TCP/IP

1. ชุดโปรโตคอลของ TCP/IP แบ่งออกเป็นกี่ส่วน

ก. 2 ส่วน
ข. 3 ส่วน
ค. 5 ส่วน
ง. 6 ส่วน
จ. 7 ส่วน

ตอบ ก.

ตอบ ข.

ตอบ ค.

ตอบ ง.

ตอบ จ.

ย้อนกลับ
ข้อถัดไป
ส่งแบบทดสอบ

รูปที่ ค 13 ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียน TCP/IP

สรุปคะแนนที่ได้



ผู้สอบ : ฐศ

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ทั้งหมด 0	ข้อ
จำนวนข้อที่ตอบผิด	ทั้งหมด 8	ข้อ
จำนวนข้อสอบที่ทำ	ทั้งหมด 8	ข้อ

รูปที่ ค 14 ตัวอย่างการสรุปคะแนนท้ายแบบทดสอบแต่ละบท

SNA

- Transaction Service
- Presentation Service
- Data Flow Control
- Transmission Control
- Path Control
- Data Link Control
- Physical Control

ตรวจสอบดูขั้นตอนการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างต้นทาง กับปลายทางว่าสามารถส่ง-รับข้อมูลกันได้

◀ Back
Next ▶
Exit

รูปที่ ค 15 ตัวอย่างบทเรียนเรื่อง SNA

แบบทดสอบหลังเรียน บทเรียน SNA

1. Layer ของ SNA มีกี่ Layer

ก. 3 Layer
ข. 6 Layer
ค. 7 Layer
ง. 9 Layer
จ. 12 Layer

ย้อนกลับ

ข้อถัดไป

ส่วนแบบทดสอบ

ตอบ ก.

ตอบ ข.


ตอบ ค.

ตอบ ง.

ตอบ จ.

รูปที่ ค 16 ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียน SNA

สรุปคะแนนที่ได้




ผู้สอบ : ภูศ

จำนวนข้อที่ตอบถูก	ทั้งหมด 0	ข้อ
จำนวนข้อที่ตอบผิด	ทั้งหมด 8	ข้อ
จำนวนข้อสอบที่ทำ	ทั้งหมด 8	ข้อ

รูปที่ ค 17 ตัวอย่างการสรุปคะแนนท้ายแบบทดสอบแต่ละบท

ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นางพัชรีญาภรณ์ อุ่นเออ
47065511
ภาควิชาวิทยาศาสตร์
(คอมพิวเตอร์) ห้อง 1
patpoint13@yahoo.com



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ ค 18 ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางพัชรีญากรณ์ อุ่นอ
วันเดือนปีเกิด	1 พฤษภาคม 2521
สถานที่เกิด	65 หมู่ 7 ต.บางพลีใหญ่ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	99/56 หมู่ 7 หมู่บ้านบางพลีนิเวศน์ ซอยประเสริฐศิลป์ 4 ถนนกิ่งแก้ว-บางพลี ต.บางพลีใหญ่ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต ซอยลาดพร้าว 107 บางกะปิ กรุงเทพฯ
ตำแหน่ง	อาจารย์ผู้สอน ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 บธ.บ. คอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตบางเขน พ.ศ. 2544 ป.บัณฑิตวิชาชีพครู สถาบันราชภัฏสวนดุสิต พ.ศ. 2548 วท.ม. การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง