

บทเรียนสำเร็จรูป วิชา การสื่อสารข้อมูล  
DATA COMMUNICATION COURSEWARE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่..... เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เลขทะเบียน..... 55140 ไม่ว่าร้ายไปถึงลิขสิทธิ์ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน,เดือน,ปี..... 8 เม.ย. 2548

.....  
.....

บทเรียนสำเร็จรูป วิชา การสื่อสารข้อมูล  
DATA COMMUNICATION COURSEWARE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง สื่อการสอนสำเร็จรูป วิชา การสื่อสารข้อมูล

DATA COMMUNICATIION COURSEWARE

คณะผู้จัดทำ นายชนศ อานนท์

รหัส 43010176

นายธีรวิทย์ พลสันติกุล

รหัส 43010192



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สื่อการสอนสำเร็จรูป วิชา การสื่อสารข้อมูล

นายธนศ อานนท์ รหัส 43010176

นายธีรวิทย์ พลสันติกุล รหัส 43010192

รศ.ประทีป บัญญัตินพรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2546

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการสร้างสื่อการสอนวิชา การสื่อสารข้อมูล (Data communication) โดยอาศัยโปรแกรมประยุกต์เข้าช่วยสร้างผลงาน โดยพัฒนาสื่อการสอนนี้บนซีดีรอม (CD-ROM) ในการกระจายสื่อการสอน สื่อการสอนที่ได้จัดสร้างนี้ ใช้หลักการการพัฒนาบทเรียนเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการสอนบทเรียนแก่ผู้ใช้ โดยอาศัยทั้ง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ที่จัดทำขึ้นให้เหมาะกับเนื้อหา โดยใช้ทฤษฎีการให้การศึกษาแบบต่างๆ ให้ต่างจากรูปแบบทั่วไปของสื่อการสอนทั่วไปที่มักเหมือนให้อ่านหนังสือในหน้าจอกอมพิวเตอร์ หรือรูปแบบสำหรับเด็ก ซึ่งสื่อการสอนที่ได้จัดทำประกอบไปด้วยทั้งส่วนเนื้อหา แบบฝึกหัด การตรวจข้อสอบและเฉลยอัตโนมัติ และ การบันทึกการเรียนรู้ของผู้ใช้ รวมทั้งยังสามารถให้อาจารย์นำไปใช้สอนในห้องเรียนได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DATA COMMUNICATION COURSEWARE**

Mr. Thanet Armont

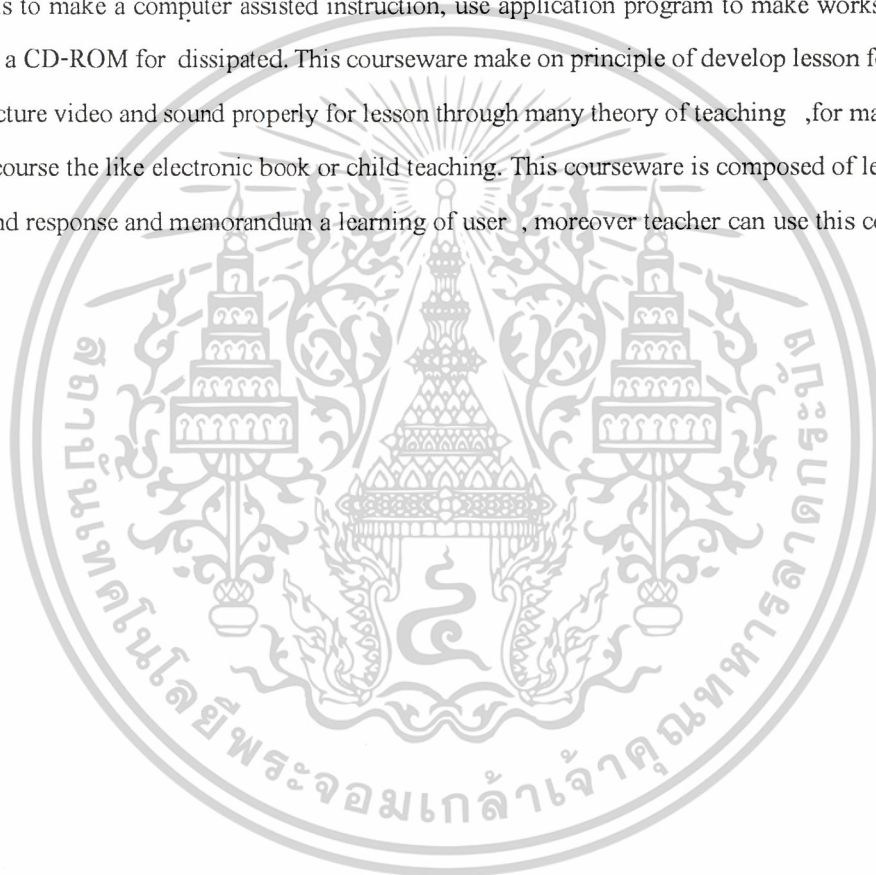
Mr. Terawit Polsantikul

Assoc.Prof. Pratheep Banyatnopparat Advisor

Academic Year 2003

**ABSTRACT**

This thesis to make a computer assisted instruction, use application program to make works that develop this courseware on a CD-ROM for dissipated. This courseware make on principle of develop lesson for most effect to user, that use picture video and sound properly for lesson through many theory of teaching ,for make difference form normally of course the like electronic book or child teaching. This courseware is composed of lesson exercise automatic check and response and memorandum a learning of user , moreover teacher can use this courseware for teaching in class.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความช่วยเหลือ และคำปรึกษา จากหลายคนด้วยกัน ตั้งแต่เริ่มต้นทำจนถึงวันส่ง

ขอขอบคุณ อาจารย์ประทีป บัญญัตินพรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่แนะนำวิธีทำโครงการที่ดี และช่วยดูแลตรวจสอบการทำงานอย่างสม่ำเสมอ

ขอบคุณ ชมรมรักบี้ฟุตบอล และ ห้องน้องโอ ทศพร เป็นที่ปฏิบัติงานตลอดทั้งปี และยังเป็นที่ย้ำเสมอเวลาทำงานจนหลับ

ขอบคุณ เอ็ม น่องบี น่องโอ คุณพ่อ คุณแม่ เจ้าของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ทำงานและใช้พักผ่อน  
ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลในครอบครัว ที่ให้โอกาสการศึกษา และเลี้ยงดูผมจนโต มีความรู้ความสามารถให้เป็นอนาคตของชาติได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตของการศึกษาและพัฒนา	1
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2
2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2
2.2 เป้าหมายสำคัญ	2
2.3 คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2
2.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	3
2.5 ข้อพึงระวังของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	3
บทที่ 3 การสร้างแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
3.1 ขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
3.2 ปัจจัยสำคัญในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5
3.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาย์	7
บทที่ 4 การนำไปใช้ในทางธุรกิจ	16
4.1 ธุรกิจเกี่ยวกับสื่อการสอนในปัจจุบัน	16
4.2 แนวโน้มธุรกิจเกี่ยวกับสื่อการสอน	17
บทที่ 5 ซอฟแวร์ที่ใช้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	18
5.1 Macromedia Authorware	18
5.2 CAI EZ Tools &EZ 2000	18
5.3 Microsoft Powerpoint	19
5.4 Computer Language	19
บทที่ 6 รายละเอียดการทำโครงการ	21
6.1 แผนการทำโครงการ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2	สรุปผลงานที่ทำในภาคเรียนที่ 1	21
6.3	สรุปผลงานที่ทำในภาคเรียนที่ 2	22
6.4	รายละเอียดของสื่อการสอนสำเร็จรูปที่สร้าง	22
บทที่ 7	บทวิจารณ์และสรุป	23
7.1	ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำโครงการ	23
7.2	แนวทางในการพัฒนาเพิ่มเติม	23
7.3	ประโยชน์แก่ผู้นำไปใช้งาน	23
	บรรณานุกรม	24
ภาคผนวก ก.	หลักสูตรรายวิชา	26
ภาคผนวก ข.	สตรอรีบอร์ดในการสร้างสื่อการสอน	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการทดแทน และช่วยเหลือมนุษย์ในหลายๆด้าน และนับว่าเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ก็ได้มีการพัฒนาไปมากมาย สื่อผสม(Multimedia) ก็เป็นสิ่งใหม่ทางเทคโนโลยีที่ได้นำไปใช้งานในด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย การนำไปใช้ในการเรียนรู้ก็เป็นการนำสื่อผสมไปใช้ประโยชน์ด้านหนึ่ง ซึ่งการนำมาใช้งานในด้านนี้คือ Courseware, CAI นำบทเรียนต่างๆ เข้ามาใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์เป็น เครื่องมือให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา โดย ตัวอักษร ภาพ และเสียง และบทเรียนที่พบบ่อยจะเป็นบทเรียนสำหรับเด็กเล็ก บทเรียนการสอนใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือการอัดวิดีโอการสอนวิชาต่างๆ จึงมีความคิดที่จะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้กับรายวิชาของระดับวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักศึกษาได้มีความเข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้น รวมทั้งช่วยในการเก็บรักษา และเผยแพร่ รายวิชาให้ผู้สนใจสามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นด้วย

### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตสื่อการสอนสำเร็จรูป ในรายวิชา Data Communication ที่สามารถใช้ประกอบการสอน หรือนำไปศึกษาด้วยตัวเองได้จริง โดยประกอบไปด้วยสไลด์การสอนบนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และแบบทดสอบ

### 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลงานที่ได้มาให้อาจารย์ใช้จริงในการเรียนการสอนวิชาการสื่อสารข้อมูล ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
2. ผู้สนใจรายวิชา หรือนักศึกษา สามารถนำมาศึกษาด้วยตัวเอง
3. สร้างมาตรฐานแบบทดสอบให้สามารถวัดผลผู้ทำแบบทดสอบและนำมาใช้พัฒนาต่อไป

### 1.4 ขอบเขตของการศึกษาและพัฒนา

โครงการนี้จะดำเนินการเริ่มจากการศึกษาเนื้อหา แบ่งหน้าสารบัญเนื้อหา วางแผนจัดทำ และจัดทำสื่อการสอนสำเร็จรูปจนเสร็จบนที่กลงบนซีดีรอม เพื่อนำไปใช้งานได้ โดยภายในซีดีรอม จะประกอบด้วยส่วนใหญๆ 4 ส่วน คือ 1. ระบบติดตั้งโปรแกรม 2. ส่วนนำเสนอเนื้อหาวิชาการสื่อสารข้อมูล 3. แบบทดสอบ 4. การตรวจสอบอัตโนมัติและเฉลยแบบทดสอบ สำหรับส่วนซอฟต์แวร์นั้น จะใช้โปรแกรม Microsoft Virtual Basic 6 และ Microsoft PowerPoint สำหรับจัดสร้าง และใช้ Microsoft PowerPoint Viewer เป็นเครื่องมือแสดงในส่วน of เนื้อหา ซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมี Microsoft PowerPoint ก็สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟฟิก แผนภูมิ กราฟ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

CAI ย่อจากคำว่า COMPUTER-ASSISTED หรือ AIDED INSTRUCTION

### 2.2 เป้าหมายสำคัญ

สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวอย่างที่ดีของสื่อการศึกษาในลักษณะตัวต่อตัว ซึ่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หรือการโต้ตอบ พร้อมทั้งการได้รับผลป้อนกลับ (FEEDBACK) นอกจากนี้ยังเป็นสื่อ ที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียน ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถที่จะ ประเมิน และตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ได้ตลอดเวลา

### 2.3 คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการ ได้แก่

#### 1. สารสนเทศ

(Information)

หมายถึง เนื้อหาสาระที่ได้รับการเรียบเรียง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้าง ได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ การนำเสนออาจเป็น ไปในลักษณะทางตรง หรือทางอ้อมก็ได้ ทางตรงได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวต่อตัว เช่นการอ่าน จำ ทำความเข้าใจ ฝึกฝน ตัวอย่างการนำเสนอในทางอ้อมได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมและการจำลอง

#### 2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล

(Individualization)

การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล คือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากที่สุด

#### 3. การโต้ตอบ

(Interaction)

คือการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเรียน การสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด

#### 4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที

(Immediate

Feedback)

ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนั้นถือเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเอกสารศึกษารายงานหนึ่ง แม้จะมุ่งให้ข้อมูลเป็นประโยชน์ในการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทันทีที่มาร่วมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการ ทดสอบหรือประเมินความ  
 เข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

#### 2.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน สามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้ เพื่อปรับปรุงการเรียนของตน
2. ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ที่สะดวก
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น สนุกสนานไปกับการเรียน

#### 2.5 ข้อพึงระวังของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ผู้สอนจะต้องมีความพร้อม ความชำนาญในการสอนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ผู้สอนควรมีการวางแผน และเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียนให้รอบคอบ ก่อนนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ที่เหมาะสม
3. การผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มาตรฐานเป็นสิ่งสำคัญมาก หากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายและไม่ต้องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ๆ
4. ผู้ที่สนใจสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรที่คำนึงเวลาในการผลิตว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มาตรฐานนั้นต้องใช้เวลาเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# วิธีการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 3.1 ขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 3.1.1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมพร้อมก่อนที่จะทำการออกแบบบทเรียน ขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมพร้อม ในเรื่องของความชัดเจน ในการกำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ การรวบรวมข้อมูล การเรียนรู้เนื้อหา เพื่อให้เกิดการสร้างหรือระดมความคิดในที่สุด ขั้นตอนการเตรียมนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากตอนหนึ่งของผู้ ออกแบบต้องใช้เวลาให้มาก เพราะการเตรียมพร้อมในส่วนนี้ จะทำให้ขั้นตอนต่อไปในการออกแบบเป็นไป อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

#### 3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

เป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมถึงการทอนความคิด การวิเคราะห์งาน แนวคิดการออกแบบขั้นแรก การประเมินและแก้ไขการออกแบบ ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนนี้ เป็นขั้นตอนที่กำหนดว่าบทเรียนจะออกมาในลักษณะใด

#### 3.1.3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ผังงานคือ ชุดของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ก็เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี จะต้องปฏิบัติตามอย่างสม่ำเสมอ และสามารถถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ การเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียน ผังงานทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม เช่น อะไรจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิด เป็นต้น

#### 3.1.4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้ง สื่อในรูปแบบ มัลติมีเดียต่าง ๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอเป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ สตอรี่บอร์ดนำเสนอเนื้อหา และลักษณะของการนำเสนอขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด รวมไปถึงการเขียน สคริปต์ ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ซึ่งได้แก่ เนื้อหา คำถาม ผลป้อนกลับ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ ในขั้นนี้ควรที่จะมีการประเมินผล และทบทวนแก้ไขบทเรียนจากสตอรี่บอร์ดนี้ จนกระทั่งผู้ร่วมทีมพอใจกับ คุณภาพของบทเรียน

#### 3.1.5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson)

เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเขียนโปรแกรมนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างบทเรียนนี้แต่การคัดลอกหรือการนำเนื้อหาไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

Multimedia ToolBook ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้อง รู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม การใช้โปรแกรมนี้นี้ ผู้ใช้สามารถได้มาซึ่งงานที่ตรงกับความต้องการ และลดเวลาในการสร้างได้ส่วนหนึ่ง

### 3.1.6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

เอกสารประกอบการเรียนเป็นสิ่งที่จะต้องทำเป็น อย่างยิ่ง เอกสารประกอบการเรียนอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับการแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมต่างๆ ไป ผู้เรียนและผู้สอนมีความต้องการแตกต่างกันไป ดังนั้น คู่มือสำหรับผู้เรียน และผู้สอนจึงไม่เหมือนกัน

### 3.1.7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ในช่วงสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมิน ในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้น ผู้ที่ควร จะทำการประเมินก็คือ ผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงานของผู้ออกแบบ ควรที่จะทำการสังเกต พฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน

## 3.2 ปัจจัยสำคัญในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นและสนับสนุน กระบวนการเรียนรู้ ภายในของผู้เรียน ที่จริงแล้ว ขั้นตอนการสอนนี้ ออกแบบ เพื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ซึ่งผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอนต่างๆ เข้าช่วยได้ อย่างไรก็ตามในโลกปัจจุบัน การเรียนการสอนไม่จำกัด ในห้องเรียนเท่านั้น ผู้เรียนจึงต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง มากขึ้น ดังนั้นขั้นตอนการสอนจึงนำมาประยุกต์ใช้ กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งขั้นตอนการสอน ประกอบไปด้วย 9 ขั้นตอนดังนี้

### 3.2.1 ดึงดูดความสนใจ

เพื่อเป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน เป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมายและถึงเป้าหมายในที่สุดการดึงดูดความสนใจ อาจใช้ภาพ สี หรือภาพเคลื่อนไหวต่างๆแต่หากใช้มากเกินไปอาจก่อให้เกิดผลในทางตรงกันข้าม คือ ทำให้ผู้ใช้รำคาญได้

### 3.2.2 บอกวัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียนโดยรวม หรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เมื่อเรียนจบบทเรียน สิ่งสำคัญ คือ ช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาดีขึ้น ตระหนักในเป้าหมายของตน เกิดความพยายามมากขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3. ทบทวนความรู้เดิม

เพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพราะผู้เรียนมีพื้นฐานความแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ใหม่ให้ผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น หากประเมินแล้วขาดความรู้พื้นฐานที่จำเป็น จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจัดให้มีการให้ความรู้พื้นฐาน

### 3.2.4. การเสนอเนื้อหาใหม่

การนำเสนอเนื้อหาใหม่ เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบในการนำเสนอ ได้แก่ การใช้ข้อความ ภาพนิ่ง ตารางข้อมูล กราฟ แผนภาพ กราฟฟิก จนถึงภาพเคลื่อนไหวต่างๆ รวมเรียกว่า มัลติมีเดียขึ้นนับเป็นการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และจำเนื้อหาได้นาน

### 3.2.5. ชี้แนวทางในการเรียนรู้

การไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวคิด หรือเนื้อหาโดยตรงกับผู้เรียน แต่ใช้การสอนแบบค้นพบ หรือการสอนแบบอุปมา ถือได้ว่าเป็นการชี้แนวทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามวิเคราะห์หาคำตอบ หรือคิดเนื้อหาใหม่ได้ด้วยตนเอง

### 3.2.6. กระตุ้นการทบทวน

มักจะออกมาในรูปของกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และปฏิบัติในเชิงโต้ตอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียน เช่น การออกแบบปุ่มคำถาม หรือกิจกรรมสร้างสรรค์อื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามสั้นๆ

### 3.2.7 ให้ผลป้อนกลับ

คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนเกี่ยวกับความถูกต้อง และระดับความถูกต้องของคำตอบสั้นๆ ถือเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง ทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน สามารถแบ่งผลป้อนกลับได้ 4 ประเภทดังนี้

1. แบบไม่เคลื่อนไหว (passive feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงคำหรือข้อความว่าถูกต้อง ผิด ข้อความว่า "ตอบอีกครั้ง" หรือข้อความที่บอกเป็นนัย
2. แบบเคลื่อนไหว (active feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงภาพ หรือกราฟฟิก
3. แบบโต้ตอบ (interactive feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมเชิงโต้ตอบกับบทเรียน
4. แบบทำเครื่องหมาย (markup feedback) หมายถึง การทำเครื่องหมายบนคำตอบของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.8 ทดสอบความรู้

เป็นการประเมินว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่ อย่างไร อาจเป็นการทดสอบหลังจาก เรียนจบวัตถุประสงค์หนึ่ง หรืออาจเป็นช่วงระหว่างบทเรียน หรือช่วงหลังจากผู้เรียน เรียนจบแล้วก็ได้

### 3.2.9 การจำและนำไปใช้

เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใด ข้อมูลความรู้นั้น หมายถึง การทำให้ผู้เรียนตระหนักว่า ข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้น มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิม หรือ ประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร โดยมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ ต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มา ให้แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียน

## 3.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาเย่

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นหลายคนเข้าใจผิดว่าตนเองรู้จักการใช้โปรแกรม ประพันธ์บทเรียน (Authoring Tools) ก็จะสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ผมได้มีโอกาส เป็นผู้เชี่ยวชาญให้กับอาจารย์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษาหลายท่านในการทำวิทยานิพนธ์ทางการสร้าง และพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากประสบการณ์ดังกล่าวทำให้ทราบว่า หลายคนยังเข้าใจผิดว่า การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือการเขียนโปรแกรม สร้างโดยใช้โปรแกรมมอโต้แวร์ และให้หน้าหน้า และความสำคัญของการพัฒนาอยู่ที่การสร้างบทเรียน การเขียนโปรแกรม แต่ผมบอกได้เลยว่าขั้นตอนที่ ยากที่สุดของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือขั้นตอนการออกแบบบทเรียน งานของนักเทคโนโลยี อยู่ที่ ตรงนี้ เหมือนกับครู ผู้สอนผู้รู้เนื้อหา เปรียบเสมือนผู้ที่มีชั้นเนื้อดี แต่นักเทคโนโลยีเปรียบเสมือนนักหั่นเนื้อ หรือพ่อครัว พ่อครัวอาจจะไม่มีชั้นเนื้อที่ดีแต่พ่อครัวรู้ว่าจะหั่นชั้นเนื้อนั้นอย่างไร ทำอย่างไรชั้นเนื้อจึงจะ ไม่เหนียว นุ่ม พอดีกับคนกิน นักเทคโนโลยี คือคนที่ทำอะไรอย่างไรจึงจะย่อยเนื้อหา ทำให้เนื้อหาเป็นเรื่องที่ ง่าย สะดวก สนุก พอดีกับความต้องการของผู้เรียน เพราะฉะนั้นงานของนักเทคโนโลยี ก็คือการออกแบบ บทเรียน ทำอย่างไรจึงจะดี โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ทำอย่างไรจึงจะ เปลี่ยนข้อความตัวอักษรให้เป็นกิจกรรมที่มีความหลากหลายไม่น่าเบื่อ ทำอย่างไรจึงจะหาภาพที่มาแทน คำพูด ทำอย่างไรจึงจะเปลี่ยนคำพูดให้เป็นเสียง และเราจะเริ่มต้นกับการออกแบบบทเรียนอย่างไร หลายคนพอมถามคำถามนี้เข้าถึงกับขงขงขาวไม่ยอมสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อ ทั้งนี้เพราะเขา ไม่ได้มีพื้นฐานทางด้านทฤษฎีการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างเพียงพอที่จะออกแบบบทเรียน แนวคิดกับ การแยกย่อยเนื้อหา การประมาณที่ละเอียด การทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย ค่อยๆเริ่มจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่อง ยาก การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างเดียวผมว่าใครๆ ก็ทำได้ แต่ ทำอย่างไรบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงจะดี ตอบสนองต่อความต้องการต่อผู้เรียนและยึดหยุ่นนี่สิเป็น เรื่องยาก ถ้าไม่รู้จะเริ่มต้นอย่างไรดี ผมว่าลองมาศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาท่านหนึ่งซึ่งเราได้ประยุกต์ หลักการสอนของเขามาใช้กันอยู่ทั่วไป ลองมาพิจารณาว่าเราจะนำแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย่ (Robert

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gagné) 9 ประการ มาใช้ประกอบการพิจารณาในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้อย่างไรบ้าง

แนวความคิดของกาเย่ เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการ ได้แก่

### 3.3.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในข้ออีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้ายกหน้าเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้ภาพกราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้
  1. ใช้ภาพกราฟฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
  2. ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ
  3. ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยน ไปสู่แฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน
  4. เลือกใช้ภาพกราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
  5. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย
  6. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม
  7. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน
  8. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

### 3.3.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหา

อีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลตนเองได้ทันทีเมื่อเรียนจบแต่ละเรื่อง และเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถนำเนื้อหาไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ทันที ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียนโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ
4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือกลง หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ
6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพที่ละเอียดๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้
7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ติกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

### 3.3.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษามาก่อนแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับ

เอกสารตัวนี้มีสามารถของผู้อื่น เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณมาก น้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้า ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อน ว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้า พบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทาน แบบอนุกรมและแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าว เพื่อเป็นการทบทวน ก่อนก็ได้

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน
2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด
3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด
4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากการทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวน ได้ตลอดเวลา
5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

### 3.3.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำ ได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวิดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ชับซ้อน เข้าใจยากและไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุลย์ องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญๆ
2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย
4. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้น ในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังกะยัต์ที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น
5. ไม่ควรใช้กราฟฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
6. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้อ่านง่าย หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ
7. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย
8. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
9. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
10. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึง และเข้าใจความหมายตรงกัน
11. ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กดแป้นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

### 3.3.5 ชี้นะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีก็กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำจรัส (Meaningfull Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้น ได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความ ในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่เอกละเอียดระดับให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนี้ ยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจืดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจมโนคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนี้ การใช้คำอธิบายกระตุ้น ให้ผู้เรียน ได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสมการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยาก ไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่า ตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียน ได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย้อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. ควรแสดงให้ผู้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสมการณ์ผ่านมาแล้ว
3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลายๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูรับแสง เป็นต้น
4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้พลาสติกและยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ
5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม
6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสมการณ์เดิมที่ผ่านมา

### 3.3.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียน ได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าโสตทัศนูปการอื่นๆ เช่น วิกิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีสมาธิค้นหาหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การ จำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
3. ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา
4. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ
5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก
6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป
7. เปรียบเทียบคำตอบของผู้เรียน เปรียบคำถาม และเปรียบเทียบการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้
8. ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

### 3.3.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นทำทนาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟฟิก อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผล ว่าหากทำผิด แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียน ได้ตอบกับบทเรียน
2. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
4. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกิน ไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
5. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2 - 3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป
7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
8. พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

### 3.3.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิด โอกาสให้ผู้เรียน ได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะ ไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการ ประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ
2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว
4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบขว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์
5. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม
6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และมีการแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาให้ทันสมัย ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น
8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

### 3.3.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะที่เดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อไปในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การนำไปใช้ในทางธุรกิจ

#### 4.1 ธุรกิจเกี่ยวกับสื่อการสอนในปัจจุบัน

ปัจจุบันธุรกิจซอฟต์แวร์ด้านคอมพิวเตอร์ต่างๆ ได้ขยายตัวขึ้นมาเรื่อยๆ สื่อการสอนก็เช่นเดียวกัน ทั้งในไทยและต่างประเทศ ได้มีการเริ่มต้นและพัฒนาเข้าสู่ตลาดมากขึ้นเรื่อยๆ ตลาดในประเทศที่เห็นว่ามีร้านขายซอฟต์แวร์สื่อการสอนของไทยมากมาย ประเภทของสื่อการสอนซีดีรอมที่ขายทั่วไปแบ่งได้ดังนี้

1. สื่อการสอนระดับเด็กเล็ก เป็นระดับ ก่อนอนุบาล ถึงระดับประถม ส่วนใหญ่จะเป็นการสอน ความรู้รอบตัวโดยใช้เกมส์เป็นเครื่องจูงนำรวมกับการโต้ตอบแบบต่างๆ
2. สื่อการสอนความรู้สามัญ ใช้ประกอบการสอนรายวิชาในโรงเรียนระดับประถม และมัธยม จะมีหลายรูปแบบคือ มีรวมทั้งเนื้อหา รูปภาพ วิดีโอประกอบเนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบเสมือนจริง
3. สื่อการสอนภาษา ใช้เสียงเป็นข้อได้เปรียบกับสื่ออื่นๆ มีทั้งการวิเคราะห์เสียงผู้ใช้ และแบบฝึกหัดจำลองสิ่งแวดล้อมต่างๆ
4. สื่อการสอนวิธีทำ เช่น วิธีใช้ซอฟต์แวร์ วิธีซ่อม-ประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ปัจจุบันยังเป็นลักษณะคล้ายกับการอัดวิดีโอสอนปกติอยู่
5. สื่อการสอนคิวข้อสอบ จะใช้การทำแบบฝึกหัดเป็นจุดเด่น แล้วมีการเฉลยอธิบายอย่างละเอียดและบันทึกคะแนนผู้สอบ
6. สื่อการสอนวิเคราะห์อุดมศึกษา ในลักษณะเป็นซีดีรอมรายวิชา ซึ่งไม่มีขายทั่วไป ยกเว้นรายวิชาที่มีเนื้อหาเป็นประโยชน์ในการใช้งานทั่วไป เช่น การใช้งานอินเทอร์เน็ต การเขียนเว็บไซต์

นอกจากนี้แล้วรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมาคือ สื่อการสอนผ่านเครือข่าย (E-Learning) ซึ่งหลายหน่วยงานนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย และหลายๆมหาวิทยาลัย จัดทำเป็นระบบลงทะเบียน ไปบ้างแล้ว

ส่วนซีดีรอมสื่อการสอนที่ได้จัดทำขึ้นนั้น ถือเป็นสื่อการสอนเฉพาะรายวิชาในสถาบันซึ่งตลาดยังไม่กว้างแต่หากพัฒนาขึ้นเป็นสื่อการสอนที่ใช้ในวิชาการสื่อสารข้อมูลที่ทุกสถาบัน และมหาวิทยาลัยหลายแห่งยอมรับแล้ว ก็จะเป็นการเปิดวิธีใหม่ในการเรียนรู้ในระดับชั้นอุดมศึกษา หรือสร้างเพื่อการกระจายความรู้ โดยเป็นสื่อประชาสัมพันธ์สถาบันอีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 แนวโน้มธุรกิจเกี่ยวกับสื่อการสอน

สื่อการสอนในประเทศไทยมีราคาถูกลงมาก เมื่อเทียบกับการเรียนรู้แบบอื่นๆ สื่อการสอนทุกรูปแบบมีมูลค่าการขายเพิ่มขึ้น และมีตัวเลือกให้กับผู้ซื้อซึ่งมีมากมาย รวมถึงสื่ออื่น เช่น การสอนผ่านเครือข่าย หรือ ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ยังมีข้อจำกัดในการให้สื่อที่มากพอ เนื่องจากจำกัดเรื่องความเร็วของข้อมูล และการรวมกลุ่มของเหล่าครู-อาจารย์ ในการทำสื่อการสอนได้มีมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนข้อมูล และความรู้กันเพื่อช่วยเหลือในการสร้างซอฟต์แวร์สื่อการสอน เช่น ในเว็บไซต์ Click2Learn.com และ Thaicai.com

นโยบายการศึกษาของไทยจัดให้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะระดับอุดมศึกษา การหาความรู้เพียงอ่านหนังสือ และเข้าเรียน ก็ไม่อาจทำให้มีความสามารถมากพอ รวมทั้งการเพิ่มเติมความรู้เฉพาะด้านที่สนใจ ทั้งบุคคลทั่วไปและนักศึกษา ซอฟต์แวร์สื่อการสอนจะเป็นส่วนส่วนสำคัญเนื่องด้วยข้อดีต่างๆ ที่กล่าวมาในบทที่ผ่านมาแล้ว หากผู้สร้างสื่อการสอนได้จัดทำได้ดี และมีมาตรฐานแล้ว ผู้ใช้จะมีมากอย่างแน่นอน



## บทที่ 5

# ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา CAI แบ่งออกเป็นสี่กลุ่มคือ

1. ภาษาโปรแกรมระดับสูง (high-level languages) เช่น BASIC, Pascal, Logo และ C
2. ภาษานิพนธ์บทเรียน (authoring languages) เช่น Coursewriter, Pilot และ Tutor
3. ระบบนิพนธ์บทเรียน (authoring systems) เช่น PHOENIX, DECAL, Icon-Author, InfoWindow, LS1, SOCRATIC และ Authorware
4. เครื่องช่วยนิพนธ์บทเรียน (authoring utilities) ซึ่งแบ่งออกได้อีกหลายชนิด เช่น lesson shell (ตัวอย่างโปรแกรม: Apple Shell Games), code generator (ตัวอย่างโปรแกรม: Screen Sculptor) และ library routines

### 5.1 Macromedia Authorware

เป็นโปรแกรมสร้างสื่อการสอนโดยเฉพาะ นิยมใช้มาก ในปัจจุบัน ในการออกแบบจะมีผังต่างๆ ตามหลักการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ดำเนินงาน โดยส่วนควบคุมที่มีลักษณะเป็น Flow-chart สามารถออกแบบการทำงานต่างๆ ของสื่อการสอนของเราลงไปควบคุมสื่อการสอนได้ มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์พื้นฐานต่างๆ ที่พร้อมตอบโต้สมการกับผู้เรียน และยังมีเครื่องมือแบบทดสอบอยู่ด้วย

จากการทดลองสร้างสื่อการสอนโดยใช้โปรแกรมนี้อันแล้วพบว่า การแสดงเนื้อหาทำได้ดีมาก และสะดวก รวมทั้งยังมีตัวสร้างแบบฝึกหัด ตรวจสอบและแสดงผลคะแนน แต่หากจะสร้างเพิ่มเติมจากนี้จะยุ่งยากมาก โดยเฉพาะการกลับไปดูหน้าเนื้อหาที่ผ่านมา หรือข้ามเนื้อหา เพราะต้องสร้างการลบ เนื้อหาปัจจุบันก่อนทุกครั้ง และแบบฝึกหัดสร้างความแตกต่างจากเดิมจะยากเช่นการเฉลย และการสร้างการเคลื่อนไหวของภาพและข้อความก็ยังไม่หลากหลาย มากนัก

### 5.2 CAI EZ Tools & EZ 2000

CAI EZ Tools เป็นซอฟต์แวร์ประเภท tools เพื่อใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนในลักษณะของ Demonstration, Presentation, Teaching, Practice และ Tutorial ตัวโปรแกรม CAI EZ Tools ประกอบด้วยชุดโปรแกรม 5 ส่วนดังนี้

1. ส่วนของการสร้างเนื้อหาบทเรียน (CAI MAKER) ซึ่งสามารถใส่ข้อความได้ทั้งภาษาไทย - อังกฤษ ขนาดตัวอักษร ย่อ - ขยายได้ และตั้งเคลื่อนไหวได้ สามารถใส่รูปภาพฉากหลังที่สวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถใส่เสียงภาษาไทย อังกฤษ และเสียงอื่น ๆ ได้สะดวกรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนของการนำเสนอทรีน (CAI PLAYER) ที่สร้างสรรค์เสร็จแล้วไปใช้งานซึ่งจะประหยัดเนื้อที่หน่วยความจำในการทำงาน
3. ส่วนของการสร้างโจทย์ [EXAM MAKER]- แบบฝึกหัดได้ทั้งแบบปรนัย จับคู่ ถูกผิด แต่ละแบบฝึกหัดสามารถสุ่มข้อโดยไม่ซ้ำกันอีกทั้งสามารถใส่รูปและใส่เสียง ส่วนผลการทดสอบสามารถพิมพ์ผลและเก็บเป็นไฟล์ข้อความได้ และในกรณีที่มีไฟล์เอกสาร (Word) อยู่ก็สามารถ Import เข้าไปได้อีกด้วย
4. ส่วนของการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ[EXAMINATION] ผ่านตัวโปรแกรมสร้างข้อสอบ ทำให้ง่ายต่อการนำเสนอข้อสอบ
5. ส่วนของการทำแผ่น Setup (Distribution Kit) เป็นส่วนการจัดทำแผ่น Setup เพื่อนำบทเรียนและข้อสอบไปใช้ที่เครื่องอื่น ๆ โดยไม่ต้องมีโปรแกรม CAI EZ Tools ไปด้วยในการทำแผ่น Setup สามารถจัดทำเป็นแผ่น Disk ที่ใช้สะดวกและง่าย

จากการทดสอบใช้งาน โปรแกรม EZ 2000 การสร้างได้ง่าย รวดเร็ว และใช้ทรัพยากรระบบน้อย รวมทั้งไฟล์ที่บันทึกก็มีขนาดเล็ก แต่รูปภาพทั้งหมดต้อง Import เข้ามา โดยเฉพาะ การเคลื่อนไหวต่างๆ ไม่มีอยู่ภายในตัวโปรแกรม หากสร้างไฟล์ภาพเคลื่อนไหวต้องเป็นขนาดใหญ่มากจึงจะเป็นภาพหรืออ็อบเจกต์ที่มีคุณภาพ เหมาะสมในการใช้งานกรณีที่มีผู้ควบคุมการสอนมากกว่า

### 5.3 Microsoft PowerPoint

เป็นซอฟต์แวร์ประเภทนำเสนอ ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด การใช้เกี่ยวกับการสอนส่วนใหญ่จะใช้ประกอบการบรรยายหน้าห้องเรียน หรือเป็นแฟ้มเนื้อหาประกอบหนังสือ การใช้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับโปรแกรมนี้ยังมีน้อย เนื่องจาก โปรแกรมไม่มีระบบแบบฝึกหัด และต้องลงโปรแกรมในเครื่องที่จะนำไปเปิด แต่ความจริงแล้ว ลักษณะ hyper link ของโปรแกรมนี้เป็นจุดเด่นในการสร้างงานต่างๆ ได้มาก โปรแกรมนี้ยังเป็นโปรแกรมที่มีความเข้ากันได้กับเอกสารความรู้อื่น มากด้วยโดยเฉพาะเอกสารจาก Microsoft Office ต่างๆ และสามารถตัดคำจากเอกสารต่างๆ ได้อย่างดีอีกด้วย ส่วนการกระจายข้อมูลนั้น Microsoft ได้มี PowerPoint Viewer ให้ใช้ฟรีสำหรับเปิดเอกสารดูภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ ทั้งหมดนี้ทำให้ในส่วนการนำเสนอเนื้อหา โดยโปรแกรม PowerPoint มีความน่าใช้งาน ส่วนที่เหลือคือแบบฝึกหัดผู้จัดทำได้คิดให้ PowerPoint เชื่อมโยงไปสู่ส่วนอื่นๆ

### 5.4 Computer Language

ภาษาที่นำมาทดลองใช้คือ Virtual Basic for Application (VBA), Virtual Basic เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างส่วนแสดงได้ง่าย เพราะสื่อการสอนที่ทำการแสดงผล

Virtual Basic for Application ที่ใช้คือ PowerPoint Virtual Basic ศึกษาการนำมาใช้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมมาจาก PowerPoint ที่ทำเนื้อหา มาโดยเขียนเป็นแบบฝึกหัดเลือกตอบ มีตัวเลือกตอบได้ 3 และ 4 ข้อ และมีส่วนจับเวลา และเฉลยจะแสดงเมื่อคิดคะแนนทั้งหมดแล้ว ผลการทำงานทำงานได้ดีมาก ต่อจากเนื้อหารวมอยู่ในบทเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือแยกกันก็ได้ แต่ประสบปัญหาสำคัญคือ PowerPoint Viewer ไม่สนับสนุน Macro และ VBA จึงไม่สามารถทำงานได้ในกรณีใช้กับเครื่องที่ไม่มีโปรแกรม PowerPoint อยู่

Virtual Basic นำมาใช้แทน VBA โดยเขียนโปรแกรมให้ทำงานเหมือนที่เขียนไปก่อนแล้ว รวมทั้งใช้การโหลดไฟล์ชุดข้อสอบ และสามารถแก้ไขข้อสอบผ่านตัวเองได้ และส่วนการเฉลยจะเฉลยข้อนั้นทันทีที่ตอบผิด สามารถเลือกได้ว่าตอบผิดได้กี่ครั้งต่อ 1 ข้อ โดยจะลบล้นคะแนนกันได้ ทั้งยังสามารถพัฒนาต่อได้อีกอย่างมากมายเช่นการเก็บคะแนนเป็นสถิติ หรือการควาโหลดข้อสอบใหม่ๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### รายละเอียดการทำโครงการ

6.1 แผนการทำโครงการ ผู้จัดทำได้แบ่งช่วงการทำงานเป็นสองช่วง โดยแบ่งทำภาคเรียนละ 1 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 รวบรวมเนื้อหา และสร้างสตอรี่บอร์ด

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design the Instruction)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ช่วงที่ 2 ผลิตสื่อการสอน และตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียน โปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน  
(Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน  
(Evaluate and Revise)

โดยจะทำช่วงที่ 1 ในช่วงเทอมที่ 1 ของปีการศึกษา 2546 และที่เหลือในเทอมที่ 2

### 6.2 สรุปผลงานที่ได้ทำในภาคเรียนที่ 1

1. ได้เนื้อหาจากรวบรวม Lecture Note เนื้อหาจาก Text Book และจาก Internet ตามสารบัญเนื้อหา
2. ได้ออกแบบรูปแบบของการนำเสนอ เช่น หน้าหลักของโครงการ รูปแบบการจำลองข้อมูล ในการรับส่งข้อมูล การใช้เสียงเป็นสื่อ ในการนำเสนอข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการทำ สตอรี่บอร์ด
3. เริ่มต้นออกแบบผังงาน (Flowchart) ในการนำเสนอ
4. ได้ทำ สตอรี่บอร์ด ตามเนื้อหาที่ได้จากข้อ 1 ครบทุกบท
5. ศึกษาและทดลองโปรแกรมต่างๆที่จะใช้สร้างสื่อการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.3 ผลงานที่ได้ทำภาคเรียนที่สอง

1. เพิ่มเดิมสตอรี่บอร์ด ในส่วนของแบบฝึกหัดและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ  
โดยสร้างแบบฝึกหัดจากเนื้อหาที่ใช้ทำสื่อการสอนนี้ คัดเลือกตามความสำคัญของเนื้อหานั้น ที่  
จะนำไปใช้ โดยรูปแบบการถามที่ใช้ เป็นลักษณะโจทย์ถาม-ตอบ ชนิดตัวเลือก จำนวน 4  
ตัวเลือกต่อข้อ
2. สร้างสื่อย่อยๆ ต่างๆ เช่น รูปภาพ วิดีโอ ที่ต้องใช้ตามสตอรี่บอร์ด  
หลักการสำคัญของ CAI คือการนำเสนอโดยวิธีการต่างๆ เพื่อความเข้าใจแก่ผู้เรียน สื่อการสอน  
นี้จึงพยายามนำเสนอสื่อแบบต่างๆเพื่อเข้าถึงผู้เรียนให้มากที่สุด โดยนำเสนอในสื่อข้อมูล  
มาตรฐานต่างๆ ทั้ง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยใช้ โปรแกรมประยุกต์ต่างๆช่วยเหลือ
3. รวบรวมเนื้อหา เป็นเอกสารเนื้อหาที่สมบูรณ์
4. สร้างสื่อการสอน และจัดบันทึกลง ซีดีรอม

#### โปรแกรมที่ใช้สร้าง

ผู้จัดทำได้ศึกษาถึงความสามารถเบื้องต้นของโปรแกรมและตัดสินใจนำ Microsoft PowerPoint  
เป็นเครื่องมือหลักในการสร้าง โดยอาศัย Visual Basic ช่วยควบคุม และสร้างส่วนแบบฝึกหัด

### 6.4 รายละเอียดของสื่อการสอนสำเร็จรูปที่สร้าง

- เป็น CD-Rom สื่อการสอนวิชา Data Communication I แผ่น CD
- ใช้ Autorun เพื่อเลือกเรียนทันที หรือ Install ตัวควบคุมก่อน แล้วเริ่มเข้าสู่บทเรียน
- สามารถเลือกใช้งานได้ทั้งงานเพื่อเรียนด้วยตนเอง หรือใช้สอนนักเรียน โดยจะมีข้อมูลสำหรับผู้สอน  
ให้อธิบายตามเนื้อหาในได้
- มีเนื้อหาเป็นเอกสารสำหรับพิมพ์ออกไปอ่านประกอบได้
- มีแบบฝึกหัดทดสอบความรู้ และระบบตรวจแบบฝึกหัดอัตโนมัติ
- หาก INSTALL ตัวควบคุม จะมีระบบบันทึกว่าผู้ใช้เรียนครั้งสุดท้ายถึงเรื่องไหน และบันทึก  
คะแนนของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 7

### บทวิจารณ์และสรุป

#### 7.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำงาน

- ต้องใช้เวลาศึกษาโปรแกรมในการสร้าง CAI เพื่อเลือกใช้งาน
- Virtual Basic Application บน PowerPoint ไม่สามารถ Run บน PowerPoint Viewer ได้ ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนมาใช้ในการเชื่อมโยงสู่โปรแกรมที่เขียนกับ Virtual Basic
- ขาดโอกาสในการทดสอบการใช้งานกับผู้เรียนจริง
- เป็นการพัฒนาในรูปแบบใหม่ซึ่งยังไม่มีตัวอย่างและการเปรียบเทียบมาประกอบการทำงาน

#### 7.2 แนวทางในการพัฒนาเพิ่มเติม

##### 7.2.1 ส่วนของการนำเสนอบทเรียน

เนื้อหาบางส่วนอาจยังสื่อความหมายไม่ดี หรือตกหล่น ผู้นำไปใช้ในการสอน สามารถเพิ่มเติมเนื้อหาได้โดยใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint เข้าแก้ไขได้โดยตรง ทั้งการลบ เพิ่ม แก้ไข แล้วบันทึกทับไฟล์เก่าได้ทันที

##### 7.2.2 ส่วนของแบบฝึกหัด

ผู้จัดทำได้ทำโปรแกรมแบบฝึกหัด ซึ่งทำการทดสอบ สร้าง และแก้ไขแบบฝึกหัดได้ ผู้สอนสามารถคิดแบบฝึกหัดเอง แล้วเพิ่มเติมลงไปได้ตลอดเวลา รวมทั้งการแก้ไขแบบฝึกหัดเก่าได้ด้วย

##### 7.2.3 ส่วนของการพัฒนาโปรแกรม

ในส่วนของโปรแกรม ได้แก่แบบฝึกหัด ผู้พัฒนาอาจพัฒนาให้มีการเก็บบันทึกคะแนนเพื่อตัดสินใจในการนำเสนอเพิ่มเติม เพิ่มการสลับข้อข้อสอบ รวมไฟล์ข้อสอบเพื่อทำเป็นคลังข้อสอบ และหากมีการพัฒนาของ PowerPoint Viewer ควรจัดหาเวอร์ชันใหม่มาใช้งาน เพื่อให้การพัฒนาการนำเสนอบทเรียนเป็นไปได้อย่างสูงสุด

#### 7.3 ประโยชน์แก่ผู้นำไปใช้งาน

เป็นการเริ่มนำคอมพิวเตอร์มาช่วยและทดแทนการสอนแบบเก่าเพิ่มขึ้น ซึ่งให้โอกาสผู้ศึกษาในแง่ของการเก็บรักษา และเวลาในการเรียน ในส่วนของผู้สอนก็ได้เป็นเครื่องมือในการสอนที่มีประสิทธิภาพ และสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพต่างๆได้ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.  
**หลักสูตรรายวิชา**

**Introduction**

บทนำ

Why Study Data Communication  
 Data Communication  
 Networks  
 Protocol and Standards  
 Key term and concept  
 Summary

**Basic Concept**

แนวคิดพื้นฐาน

Line Configuration  
 Topology  
 Transmission Mode  
 Categories of Network  
 Internetworks

**The OSI Model**

โมเดลโอเอสไอ

The model  
 Function of the layers  
 TCP/IP Protocol suite

**Signal**

ลักษณะของสัญญาณ

Analog and Digital  
 Periodic and Aperiodic Signal  
 Analog Signal  
 Composite Signal  
 Digital Signal

**Encoding and Modulating**

การเข้ารหัสสัญญาณ และการผสมสัญญาณ

Digital-to-Digital Conversion  
 Analog-to-Digital Conversion  
 Digital-to-Analog Conversion

**Transmission of Digital Data : Interfaces and Modem**

การส่งข้อมูลดิจิทัล : อุปกรณ์เชื่อมต่อ และ โมเด็ม

Digital Data Transmission  
 DTE-DCE Interface  
 Other Interface Standards  
 Modems  
 56K Modems  
 Cable Modem

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Transmission Media**

ตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสาร

Guide Media

Unguide Media

Transmission Impairment

Performance

Wavelength

Shannon Capacity

Media Comparison

**Error Detection and Correction**

การตรวจหาและแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล

Type of Error

Detection

Vertical Redundancy Check (VRC)

Longitudinal Redundancy Check (LRC)

Cyclic Redundancy Check (CRC)

Checksum

Error Correction

**Multiplexing**

การมัลติเพล็กซ์ข้อมูล

Many to One / One to Many

Frequency-Division Multiplex(FDM)

Wave-Division Multiplexing(WDM)

Time-Division Multiplexing(TDM)

**Data Link Control**

การควบคุมการส่งข้อมูล

Line Discipline

Flow Control

Error Control

**Switching**

การส่งข้อมูลวิธีซึ่งแบบต่างๆ

Circuit Switching

Packet Switching

Message Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

## สตรอรีบอร์ดในการสร้างสื่อการสอน

## บทนำ ( Introduction )

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียงอธิบาย	รูป	Effect อื่นๆ
บทนำ	บทนำ Introduction ให้รับรู้ถึงการสื่อสารข้อมูล ประโยชน์ ส่วนประกอบ หลักการ รู้จักกับ Network โปรโตคอล protocols			
คืออะไร	การสื่อสารข้อมูล (Data Communication) คือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อที่อยู่ใกล้หรือไกลออกไป	Data Communication คือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อที่อยู่ใกล้หรือไกลออกไป	digital data ส่งผ่านกัน ระหว่างคอม	
ส่วนประกอบของการสื่อสารข้อมูล	ส่วนประกอบของการสื่อสารข้อมูล ผู้ส่ง ผู้รับ สื่อกลาง โปรโตคอล	ข้อมูล (Message) ต้องมีข้อมูลที่จะส่ง ผู้ส่ง (Sender) อุปกรณ์ที่จะใช้ในการส่งข้อมูล เช่น คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์, กล้องวิดีโอ ผู้รับ (Receiver) ต้องมีอุปกรณ์ที่จะรับข้อมูล สื่อกลาง (Medium) เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ส่งกับผู้รับ เช่น สายสื่อสาร โปรโตคอล (Protocol) ต้องมีกฎระเบียบที่จะใช้ในการสื่อสาร	รูป คอมพิวเตอร์ สองเครื่อง เชื่อมกันและมี ภาพเคลื่อนไหว หวจาลองว่า มีการส่ง ข้อมูลหากัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ข้อมูล		
หลักการ สื่อสาร ข้อมูล	หลักการสื่อสารข้อมูล คือการแลกเปลี่ยนข้อมูลดิจิทัล ระหว่าง อุปกรณ์ 2 ตัวขึ้นไป ผ่าน สื่อกลาง การสื่อสารข้อมูลใช้งาน ตั้งแต่ ในอาคารเดียวกันจนถึง อุปกรณ์ที่ไกลกันออกไป โดย วิธีการต่างๆ	หลักการสื่อสารข้อมูล คือการแลกเปลี่ยนข้อมูล ดิจิทัล ระหว่าง อุปกรณ์ 2 ตัว ขึ้นไป ผ่านสื่อกลาง การสื่อสาร ข้อมูลใช้งานตั้งแต่ ในอาคาร เดียวกันจนถึง อุปกรณ์ที่ไกลกัน ออกไป โดยวิธีการต่างๆ		
ประสิทธิ ภาพของการ สื่อสาร ข้อมูล	ประสิทธิภาพของการสื่อสาร ข้อมูล	ประสิทธิภาพของการสื่อสาร ข้อมูลขึ้นอยู่กับ การส่งถ่าย ระบบจะต้องส่ง ข้อมูลไปยังเป้าหมายที่ถูกต้อง ความถูกต้อง ระบบจะต้องส่ง ข้อมูลด้วยความถูกต้องแม่นยำ เวลา ระบบจะต้องส่งข้อมูลอย่าง เป็นระบบและตรงเวลาหรือใช้ เวลาน้อยที่สุด	กราฟแบบ แผนภูมิ	
ระบบ เครือข่าย NETWORK	ระบบเครือข่าย Network	ระบบเครือข่าย (Network) หมายถึง กลุ่มสิ่งที่เราสนใจ (Entity หรือ Object) ที่มี ปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับ สิ่งแวดล้อมรอบข้าง มีความ เกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกัน สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร หรือโต้ตอบกัน ไปมา เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ หรือ เป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง ร่วมกันได้ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) หมายถึง การรวมกลุ่มของเครื่อง	รูปเครือข่าย คอมพิวเตอร์ และหน้าจอ การใช้งาน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		คอมพิวเตอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกันโดยผ่านสื่อ (Media หรือ Channel) ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ข้อมูลที่ส่งผ่านระหว่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นเราจะเรียกว่า "Data Communication Network" ซึ่งไม่ว่าจะนั่งทำงานที่ใดก็สามารถติดต่อ สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน โดยไม่ซีดจางักทางด้านสถานที่ เวลา และระยะทาง	
การดำเนินการผ่านเครือข่าย Network processing	การดำเนินการผ่านเครือข่าย Network processing การดำเนินการโดยส่วนกลาง Centralize Processing การกระจายการดำเนินการกลาง Distributed Processing		
การดำเนินการโดยส่วนกลาง Centralize Processing	การดำเนินการโดยส่วนกลาง Centralize Processing ระบบจัดการทุกอย่างในเครื่อง กลางหรือกลุ่มคำนวณกลางเพียงเท่านั้น และจะให้ผลไปยังลูกข่าย ข้อดี จัดการง่าย ข้อเสีย การทำงานช้ากว่า การประมวลผลที่มี การกระจายการทำงานตามสาขา โดยแต่ละสาขา จะมีฐานข้อมูลของตนเอง การติดต่อกับ	การดำเนินการโดยส่วนกลาง Centralize Processing ระบบจัดการทุกอย่างในเครื่อง กลางหรือกลุ่มคำนวณกลางเพียงเท่านั้น และจะให้ผลไปยังลูกข่าย ข้อดี จัดการง่าย ข้อเสีย การทำงานช้ากว่า การประมวลผลที่มีการกระจายการทำงานตามสาขา โดยแต่ละสาขา จะมี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ศูนย์กลางจะเกิดขึ้นเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น  ข้อดี ทำงานได้รวดเร็ว ข้อเสีย จัดการยาก	ฐานข้อมูลของตนเอง การติดต่อกับศูนย์กลางจะเกิดขึ้นเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น  ข้อดี ทำงานได้รวดเร็ว ข้อเสีย จัดการยาก		
ประโยชน์ของ Distributed Processing	ประโยชน์ของ Distributed Processing 1. การซ่อนข้อมูล ทำให้มีความปลอดภัย 2. การกระจายข้อมูล 3. แก้ปัญหาได้เร็ว 4. มีความปลอดภัยในการมี Back Up 5. การทำงานร่วมกัน	1. การซ่อนข้อมูล ทำให้มีความปลอดภัย 2. การกระจายข้อมูล 3. แก้ปัญหาได้เร็ว 4. มีความปลอดภัยในการมี Back Up 5. การทำงานร่วมกัน		
มาตรฐานของระบบเครือข่าย Network Criteria	มาตรฐานของ ระบบเครือข่าย Network Criteria มาตรฐานของเครือข่าย พิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลการทำงาน (Performance) พิจารณา - จำนวนของผู้ใช้ - ชนิดของสื่อที่จะใช้ (speed , data rate , throughput) - Hardware (speed , Capacity) - Software	- พิจารณาระสิทธิภาพและประสิทธิผลการทำงาน (Performance) พิจารณา - จำนวนของผู้ใช้ - ชนิดของสื่อที่จะใช้ (speed , data rate , throughput) - Hardware (speed , Capacity) - Software	ภาพแสดงปัญหาต่างๆเกี่ยวกับประสิทธิภาพและประสิทธิผล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p>ความ แน่นอนใน การรับส่ง ข้อมูล (reliability )</p>	<p>ความแน่นอนในการรับส่งข้อมูล (reliability) พิจารณา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความถี่ในการล้มเหลว</li> <li>- ความเร็วในการกู้คืนของข้อมูล</li> <li>- มีการป้องกันการเสียหาย</li> </ul> <p>ความปลอดภัย (Security) พิจารณา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระวังการเข้าถึงข้อมูลโดยที่ไม่มีสิทธิ</li> </ul> <p>ระดับต่ำ = Password + Code ระดับสูง = การเข้ารหัส</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไวรัสมัลแวร์</li> </ul>	<p>ความแน่นอนในการรับส่งข้อมูล (reliability) พิจารณา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความถี่ในการล้มเหลว</li> <li>- ความเร็วในการกู้คืนของข้อมูล</li> <li>- มีการป้องกันการเสียหาย</li> </ul> <p>ความปลอดภัย (Security) พิจารณา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระวังการเข้าถึงข้อมูลโดยที่ไม่มีสิทธิ</li> </ul> <p>ระดับต่ำ = Password + Code ระดับสูง = การเข้ารหัส</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไวรัสมัลแวร์</li> </ul>		
<p>การใช้ ประโยชน์ จากระบบ เครือข่าย Network Applicatio ns</p>	<p>การใช้ประโยชน์จากระบบ เครือข่าย Network Applications</p>	<p>การใช้ประโยชน์จากระบบ เครือข่าย Network Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manufacturing</li> <li>- Marketing &amp; Sales</li> <li>- Financial services</li> <li>- Electronic messaging</li> <li>- Directory Information services</li> <li>- Teleconferencing</li> <li>- Cellular telephone</li> <li>- EDI (Electronics Data Interchange)</li> <li>- Electronic library</li> <li>- Cable TV</li> <li>- ETC. Protocols and standards</li> </ul>	<p>ตัวอย่าง หน้าจอ โปรแกรม</p>	
<p>การใช้ ประโยชน์ จาก การ สื่อสาร</p>	<p>การใช้ประโยชน์จากการสื่อสาร ข้อมูล</p>	<p>ระบบการสื่อสารข้อมูลเป็น กุญแจสำคัญในการกระจาย ข้อมูลไปทั่วโลกและเป็น เครื่องมือในการพัฒนาเศรษฐกิจ</p>	<p>Internet data Serch Email</p>	<p>มีเสียง อธิบายภาพ นั้น</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล		<p>เทคโนโลยี และสังคม ในทุกประเทศ และ เข้ามาใกล้ชีวิตกับตัวเรามากจนหลีกเลี่ยงไม่ได้</p> <p>ตัวอย่างของการสื่อสารข้อมูลที่พบเห็นได้คือ</p> <p>Internet data serch ข้อมูลต่างๆ คือผลประโยชน์อันมหาศาลต่อทุกวงการ internet เป็นระบบที่รวมเอา ข้อมูลต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้สามารถเรียกดูได้จากผู้ใช้โดยทั่วไป</p> <p>Email อีกบริการหนึ่งที่ได้รับจาก Internet คือ Email ระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ย่อการเดินทางของ จดหมาย จากห้องส่งโดยพาหนะ เป็นส่งผ่านสายนำสัญญาณข้อมูล ทำให้รับ-ส่งจดหมายได้รวดเร็ว</p> <p>Paper Less ใน office การใช้การสื่อสารข้อมูลภายในองค์กร ทำให้ลดอัตราการใช้กระดาษ และเวลาในการส่งเอกสารผู้แผนกต่างๆ ได้มากมาย</p> <p>Video Conference ปัจจุบันการร่วมมือข้ามชาติ หรือขยายกิจการข้ามชาติได้มีมากขึ้น การเดินทางมาประชุมธรรมดา กลายเป็นงบประมาณสิ้นเปลือง การประชุมผ่านเครือข่ายได้ช่วยอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น</p>	<p>ระบบ Paper less ในสำนักงาน</p> <p>Video Conference</p>	
โปรโตคอล และ	โปรโตคอล และมาตรฐาน Protocols and standards	โปรโตคอล และมาตรฐาน - มาตรฐานของโปรโตคอล	ภาพการใช้คอมพิวเตอร์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p>มาตรฐาน Protocols and standards</p>	<p><b>Protocol</b></p>	<p><b>Protocol Standard</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดปัญหาการติดต่อสื่อสารของโครงสร้างระบบที่แตกต่างกัน Protocol</li> <li>- กฎกติกที่ใช้ควบคุมให้การสื่อสารเป็นไปได้อย่างดี</li> <li>- ส่วนประกอบที่สำคัญ</li> <li>- Syntax</li> <li>- Semantics</li> <li>- Timing Protocol (Syntax)</li> <li>- อ้างอิงถึงรูปแบบหรือโครงสร้าง</li> </ul> <p><b>Protocol (Semantics)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- คือความหมายแต่ละส่วนใน Bit ข้อมูล Protocol (Timing)</li> <li>- อ้างอิงถึงการส่งข้อมูล คือ</li> <li>- จะส่งข้อมูลเมื่อไร</li> <li>- จะส่งข้อมูลด้วยความเร็วเท่าใด</li> </ul> <p>เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ส่งจะสร้างข้อมูลจำนวน 100 Mbps</li> <li>- ผู้รับสามารถรับข้อมูลได้เพียง 1 Mbps</li> </ul> <p><b>De facto : by fact or by convention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เกิดจากผู้ผลิต ต้องการให้เป็นมาตรฐาน De Jure</li> <li>- ค่อนข้างเป็นทางการ</li> <li>- องค์กรที่เป็นทางการเป็นผู้ผลิตขึ้นมา</li> </ul>	<p>ส่งข้อมูลโดยมีการกำหนดผู้รับ</p>
--	------------------------	---	-------------------------------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน Standard	องค์กรที่กำหนดมาตรฐาน Standard Organization	องค์กรที่กำหนดมาตรฐาน Standard Organization		
	<p>- คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานเป็นผู้บ่งชี้ ก่อตั้ง กำหนดมาตรฐาน</p> <p>- กลุ่มที่สนใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพิเศษ ส่วนใหญ่เป็นนักวิชาการ</p> <p>- หรือ หน่วยงานของรัฐบาล คณะกรรมการกำหนดมาตรฐาน (Standard Creation Committees)</p> <p>- ISO</p> <p>- ITU</p> <p>- T, CCITT</p> <p>- ANSI</p> <p>- IEEE</p> <p>- EIA</p> <p>- Bellcore</p>	<p>- คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานเป็นผู้บ่งชี้ ก่อตั้ง กำหนดมาตรฐาน</p> <p>- กลุ่มที่สนใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพิเศษ ส่วนใหญ่เป็นนักวิชาการ</p> <p>- หรือ หน่วยงานของรัฐบาล คณะกรรมการกำหนดมาตรฐาน (Standard Creation Committees)</p> <p>- ISO</p> <p>- ITU</p> <p>- T, CCITT</p> <p>- ANSI</p> <p>- IEEE</p> <p>- EIA</p> <p>- Bellcore</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p><b>ITU-T (International Telecommunication Union</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Telecommunication standard sector)</li> <li>- มาตรฐานเกี่ยวกับโทรเลข โทรศัพท์ โทรคมนาคม</li> <li>- อดีตคือ CCITT - ITU -I เป็น V-X series</li> </ul> <p><b>ANSI ( American National Standard Institute )</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กิจกรรมทุกอย่างของ ANSI จะคุ้มครองประเทศและประชาชนของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น</li> </ul> <p><b>IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วัตถุประสงค์ เพื่อ พัฒนาทฤษฎีต่าง ๆ</li> </ul>	<p><b>ITU-T (International Telecommunication Union</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Telecommunication standard sector)</li> <li>- มาตรฐานเกี่ยวกับโทรเลข โทรศัพท์ โทรคมนาคม</li> <li>- อดีตคือ CCITT - ITU -I เป็น V-X series</li> </ul> <p><b>ANSI ( American National Standard Institute )</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กิจกรรมทุกอย่างของ ANSI จะคุ้มครองประเทศและประชาชนของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น</li> </ul> <p><b>IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วัตถุประสงค์ เพื่อ พัฒนาทฤษฎีต่าง ๆ</li> </ul>		
--	---	---	--	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p><b>EIA (Electronics Industries Association)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สมาคมอุตสาหกรรมด้านอิเล็กทรอนิกส์</li> <li>- เป็นการให้ความรู้แก่สาธารณะและชักชวนอุตสาหกรรมต่างๆ เข้ามาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน</li> <li>- เป็นองค์กรที่รับผิดชอบด้านการเชื่อมต่อ เช่น Interface Connection EIA232</li> </ul> <p><b>Forums</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป เช่น นักวิชาการทั่วไป ผู้ประเมินผล รวมกันตั้งขึ้นเป็นกลุ่ม เช่น Frame Relay Forum , Internet society(TCP/IP)</li> </ul> <p><b>Regulatory Agencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนรัฐบาล</li> <li>- วัตถุประสงค์เพื่อปกป้องผู้ใช้ในด้านรังสี ไฟฟ้าต่าง ๆ</li> <li>- จะมียูในเทคโนโลยีการสื่อสารทุกชนิด</li> </ul>	<p><b>EIA (Electronics Industries Association)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สมาคมอุตสาหกรรมด้านอิเล็กทรอนิกส์</li> <li>- เป็นการให้ความรู้แก่สาธารณะและชักชวนอุตสาหกรรมต่างๆ เข้ามาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน</li> <li>- เป็นองค์กรที่รับผิดชอบด้านการเชื่อมต่อ เช่น Interface Connection EIA232</li> </ul> <p><b>Forums</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป เช่น นักวิชาการทั่วไป ผู้ประเมินผล รวมกันตั้งขึ้นเป็นกลุ่ม เช่น Frame Relay Forum , Internet society(TCP/IP)</li> </ul> <p><b>Regulatory Agencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนรัฐบาล</li> <li>- วัตถุประสงค์เพื่อปกป้องผู้ใช้ในด้านรังสี ไฟฟ้าต่าง ๆ</li> <li>- จะมียูในเทคโนโลยีการสื่อสารทุกชนิด</li> </ul>		
--	---	---	--	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดพื้นฐาน (Basic concept)

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียงอธิบาย	รูป	Effect อื่นๆ
รูปร่างของ เส้นทาง เชื่อมต่อ Line Configuratio n	รูปร่างของเส้นทางเชื่อมต่อ Line Configuration คือการมองเส้นทางจำลองของ การเชื่อมกันของอุปกรณ์ ให้เป็น เส้นลากต่อระหว่างสองจุด  รูปร่างสามารถมองได้เป็น จุดต่อจุด Point to Point จุดเชื่อมต่อรวม Multipoint	รูปร่างของเส้นทางเชื่อมต่อ Line Configuration คือการมองเส้นทางจำลองของ การเชื่อมกันของอุปกรณ์ ให้ เป็นเส้นลากต่อระหว่างสองจุด  รูปร่างสามารถมองได้เป็น จุดต่อจุด Point to Point จุดเชื่อมต่อรวม Multipoint		
รูปร่าง แบบจุดต่อ จุด Point to Point	รูปร่างแบบจุดต่อจุด เป็นการจัดเส้นทางให้ทำหน้าที่ เฉพาะ ในการแบ่งช่องการสื่อสาร เพื่อการติดต่อระหว่างสอง อุปกรณ์นั้น ทั้งที่เป็นสายสัญญาณ และอื่นๆ เช่น สัญญาณ ไมโครเวฟ สัญญาณผ่าน ดาวเทียม	รูปร่างแบบจุดต่อจุด เป็นการจัดเส้นทางให้ทำ หน้าที่เฉพาะ ในการแบ่งช่อง การสื่อสารเพื่อการติดต่อ ระหว่างสองอุปกรณ์นั้น ทั้งที่ เป็นสายสัญญาณ และอื่นๆ เช่น สัญญาณไมโครเวฟ สัญญาณผ่านดาวเทียม	รูปสัญลักษณ์ ของ Point to Point	
รูปร่าง แบบ จุดเชื่อมต่อ รวม Multipoint	รูปร่างแบบ จุดเชื่อมต่อรวม เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์มากกว่า สองตัวเข้าด้วยกันโดยใช้สาย เชื่อมต่อที่แบ่งให้ใช้ช่องสัญญาณ การส่งร่วมกัน	รูปร่างแบบ จุดเชื่อมต่อรวม เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ มากกว่าสองตัวเข้าด้วยกันโดย ใช้สายเชื่อมต่อที่แบ่งให้ใช้ ช่องสัญญาณการส่งร่วมกัน	รูปสัญลักษณ์ ของ Multipoint	
วิธีการ ส่งผ่าน สัญญาณ Transmissi on Mode	วิธีการส่งผ่านสัญญาณ	วิธีการส่งผ่านสัญญาณ Transmission Mode Simplex คือ การสื่อสาร ทิศทางเดียว Half-duplex คือ การสื่อสาร แบบสองทาง แต่ต้องไม่ใช่ เวลาเดียวกันและไม่พร้อมกัน	รูปแสดงทิศทาง ของ Simplex Half-duplex Full-duplex	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		Full-duplex คือ ทั้งสอง ด้านรับและส่งข้อมูลได้ใน เวลาเดียวกัน		
รูปแบบ การ เชื่อมต่อ เครือข่าย (TOPOLO GY)	รูปแบบของการเอาอุปกรณ์การ สื่อสารมาเชื่อมต่อแบ่งเป็นหลาย แบบ รูปแบบร่างแห Mesh Topology รูปแบบดาว Star Topology รูปแบบต้นไม้ Tree Topology รูปแบบบัส Bus Topology รูปแบบวงแหวน Ring Topology	รูปแบบของการเอาอุปกรณ์ การสื่อสารมาเชื่อมต่อแบ่งเป็น หลายแบบ เนื่องจากการใช้งานเครือข่ายมี หลายระดับจึงมีการคิดค้น รูปแบบต่างๆขึ้นมาเพื่อรองรับ การใช้งาน รูปแบบร่างแห Mesh Topology รูปแบบดาว Star Topology รูปแบบต้นไม้ Tree Topology รูปแบบบัส Bus Topology รูปแบบวงแหวน Ring Topology		
รูปแบบ ร่างแห Mesh Topology		เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อที่นำ ชื่อติดมากที่สุด เป็นการต่อ โดยรูปร่างแบบ จุดต่อจุด ใช้ ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ สำคัญสูงสุดหรือรองลงมา ซึ่ง ต้องใช้จำนวนสายเท่ากับ $n(n-1)/2$ เมื่อ $n$ เท่ากับ จำนวน อุปกรณ์ และแต่ละอุปกรณ์จะ มีช่องสัญญาณเข้าออก เป็น $n-1$ หากมีเครื่องใดเครื่องหนึ่งใน เครือข่ายเสียหายหรือสาย เสียหาย แต่ละเครื่องจะส่งต่อ	รูป Mesh	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ข้อมูลผ่านกันต่อไปได้อีก และ เป็นรูปแบบการต่อที่ให้ ความเร็วสูงสุด  ข้อเสีย คือใช้ สายและจุด สัญญาณเข้าออกเยอะมาก		
รูปแบบ ดาว Star Topology		เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อด้วย รูปร่างจุดต่อจุดเช่นกัน โดยแต่ ละอุปกรณ์จะส่งข้อมูลผ่าน สายของตนเองสู่ hub มีความ น่าเชื่อถือสูงเช่นกัน แต่ใช้สาย น้อยกว่าแบบ Mesh โดยใช้ สายเท่ากับจำนวนอุปกรณ์ และแต่ละอุปกรณ์มีช่องข้อมูล เข้าออกเพียง 1 ช่องเท่านั้น และการเสียของสายหรือ อุปกรณ์ ไม่มีผลกระทบต่อ อุปกรณ์อื่นๆ ข้อเสียคือ มีการใช้ hub เป็นจุด ศูนย์กลาง และอุปกรณ์ที่ใช้ สายที่เสียจะไม่สามารถ เชื่อมต่อเข้าระบบได้	รูป star topology	
รูปแบบ ต้นไม้ Tree Topology		เป็นการดัดแปลงแบบดาว แต่ เพิ่มการใช้งานของ hub โดย ไม่ได้ใช้ hub กลางเพียงตัว เดียว แต่จะมี hub ย่อยต่ออยู่ เพื่อเพิ่มเส้นทางจาก hub กลาง โดยจะมีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับ hub ย่อยอีกทีหนึ่ง	รูป tree topology	
รูปแบบบัส Bus Topology		เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อด้วย รูปร่างแบบจุดเชื่อมต่อรวม โดยเชื่อมต่อเป็นลักษณะของ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<p>การให้สายเส้นหนึ่งเป็นสายหลัก (Backbone) และให้แต่ละอุปกรณ์เชื่อมแบบการเกาะไว้กับสายนี้ (tap) โดยมีมาตรฐานการเชื่อมบังคับไว้ โดยข้อดีคือประหยัดสายได้มาก</p> <p>ข้อเสียคือ การเสียหายของสายหลัก(Backbone) จะทำให้การเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์ต่างๆ หยุดลงทันที</p>		
<p>รูปแบบวงแหวน</p> <p>Ring Topology</p>		<p>เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อด้วยรูปร่างจุดต่อจุดเช่นกัน โดยแต่ละอุปกรณ์จะส่งข้อมูลผ่านสายของตนเองสู่อุปกรณ์ข้างเคียง แล้วอุปกรณ์ข้างเคียงจะทำการรับหรือส่งต่อไปตามปลายทางที่ระบุ</p> <p>ข้อเสียคือ หากมีเส้นใดเส้นหนึ่งขาด การสื่อสารจะทำได้ไม่ได้ในบางอุปกรณ์ ทางแก้คือการใช้การส่งสองทาง เพื่อให้ยังสามารถใช้งานต่อได้อีก</p>	รูป Ring	
<p>รูปแบบผสม</p> <p>Hybrid Topologies</p>		<p>เป็นการเชื่อมต่อในเครือข่ายที่มีเครือข่ายย่อยที่ใช้รูปแบบการต่อต่างกันไป</p>	รูป Hybrid	
<p>ประเภทของระบบเครือข่าย</p>	<p>ระบบเครือข่ายแบ่งการใช้ตามลำดับจาก ขนาด และพื้นที่ การให้บริการสื่อสารข้อมูลแบ่งเป็น</p>	<p>ระบบเครือข่ายแบ่งการใช้ตามลำดับจาก ขนาด และพื้นที่การให้บริการสื่อสารข้อมูล</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>LAN เป็นกลุ่มเครือข่ายย่อยภายในอาคารหรือคลุมหลายอาคาร ที่อยู่ใกล้ๆกัน</p> <p>MAN เป็นกลุ่มเครือข่ายย่อยที่เชื่อมต่อกันคลุมพื้นที่ทั้งเมือง</p> <p>WAN กลุ่มการสื่อสารที่ใหญ่ที่สุดโยงกันไปทั่วโลก เช่น เครือข่ายของบริษัท และ Internet</p>	<p>LAN เป็นกลุ่มเครือข่ายย่อยภายในอาคารหรือคลุมหลายอาคาร ที่อยู่ใกล้ๆกัน</p> <p>MAN เป็นกลุ่มเครือข่ายย่อยที่เชื่อมต่อกันคลุมพื้นที่ทั้งเมือง</p> <p>WAN กลุ่มการสื่อสารที่ใหญ่ที่สุดโยงกันไปทั่วโลก เช่น เครือข่ายของบริษัท และ Internet</p>		
Internetwork or Internet	<p>เกิดขึ้นโดยการร่วมกันใช้เครือข่ายให้เชื่อมต่อกันทั้งหมดในโลก โดยยอมรับว่าเป็นวงสื่อสารที่ใช้กัน</p>	<p>เกิดขึ้นโดยการร่วมกันใช้เครือข่ายให้เชื่อมต่อกันทั้งหมดในโลก โดยยอมรับว่าเป็นวงสื่อสารที่ใช้กัน</p>	<p>รูปการส่งข้อมูลระหว่างกันบนเครือข่าย internet</p>	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบจำลอง OSI (OSI Model)

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียงอธิบาย	รูป	Effect อื่นๆ
OSI MODEL	กำหนดขึ้นในปี 1947 โดยองค์กร International Standards Organization(ISO) โดย หลายชาติทั่วโลกได้ตกลงกันไว้ ในการกำหนด โดยใช้ชื่อเต็มว่า Open System Interconnection เป็นการกำหนดรูปแบบเพื่อให้ ระบบที่ต่างกัน สามารถสื่อสารกันได้	กำหนดขึ้นในปี 1947 โดยองค์กร International Standards Organization(ISO) โดย หลายชาติทั่วโลกได้ตกลงกันไว้ ในการกำหนด โดยใช้ชื่อเต็มว่า Open System Interconnection เป็นการกำหนดรูปแบบเพื่อให้ ระบบที่ต่างกันสามารถสื่อสารกันได้		
รูปร่าง (MODEL)	OSI MODEL เป็นชั้นการทำงาน เพื่อใช้ในการออกแบบ ระบบเครือข่าย ให้ใช้ร่วมกันได้ทุกรูปแบบ	OSI MODEL เป็นชั้นการทำงานเพื่อใช้ในการออกแบบระบบเครือข่าย ให้ใช้ร่วมกันได้ทุกรูปแบบ		
รูปแบบของแต่ละชั้น	OSI Model Physical Layer Layer 1 Data Link Layer Layer 2 Network Layer Layer 3 Transport Layer Layer 4 Session Layer Layer 5 Presentation Layer Layer 6 Application Layer Layer 7	OSI Model ประกอบด้วย 7 ชั้น ได้แก่ Physical Layer Layer 1 และ โมเดล Data Link Layer Layer 2 Network Layer Layer 3 Transport Layer Layer 4 Session Layer Layer 5 Presentation Layer Layer 6 Application Layer Layer 7		
องค์ประกอบของแต่ละชั้น	ทั้ง 7 ชั้น แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มย่อย 1. the network support layer Physical Layer Layer 1 Data Link Layer Layer 2 Network Layer Layer 3 2. Transport Layer Layer 4	ทั้ง 7 ชั้น แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มย่อย 1. the network support layer ถูกกำหนดโดยความต้องการของอุปกรณ์การส่งข้อมูล เช่น physical addressing Physical Layer Layer 1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>3. Software system</p> <p>Session Layer Layer</p> <p>5 Presentation Layer</p> <p>Layer 6</p> <p>Application Layer</p> <p>Layer 7</p>	<p>Data Link Layer Layer 2</p> <p>Network Layer Layer 3</p> <p>2. Transport ใช้ในการ รับรองสัญญาณจากการ เชื่อมต่อแบบ Single link</p> <p>Transport Layer</p> <p>Layer 4</p> <p>3. user support layers ใช้ เพื่อให้แต่ละ โปรแกรม สามารถเชื่อมต่อกันได้</p> <p>Session Layer Layer 5</p> <p>Presentation Layer</p> <p>Layer 6</p> <p>Application Layer</p> <p>Layer 7</p>		
<p>การ ทำงาน ของแต่ละ ชั้น</p> <p>Physical Layer</p>	<p>Physical Layer</p> <p>ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูล เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อผ่าน สื่อกลางเข้าสู่อุปกรณ์ของผู้รับ</p>	<p>Physical Layer</p> <p>ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ ข้อมูลเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อผ่านสื่อกลางเข้าสู่อุปกรณ์ ของผู้รับ</p> <p>สิ่งที่เกี่ยวข้อง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะของขั้วต่อและสื่อนำ สัญญาณ</li> <li>- การแทน BIT ใน สัญญาณไฟฟ้า</li> <li>- อัตราการส่งข้อมูล</li> <li>- การเข้าจังหวะกันของแต่ละ bit</li> <li>- รูปร่างของสัญญาณเชื่อมต่อ</li> <li>- รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่าย</li> <li>- วิธีการส่งผ่านสัญญาณ</li> </ul>		
Data link	จะเป็นเสมือนผู้ตรวจสอบ หรือ ควบคุมความผิดพลาดในข้อมูล	จะเป็นเสมือนผู้ตรวจสอบ หรือ ควบคุมความผิดพลาดในข้อมูล		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>อีกหน้าที่หนึ่ง ของเลเยอร์ชั้นนี้คือป้องกันไม่ให้เครื่องส่งทำการส่งข้อมูลเร็วจนเกินขีดความสามารถของเครื่องผู้รับจะรับข้อมูลได้</p>	<p>โดยจะแบ่งข้อมูลที่จะส่งออก เป็นแพ็กเกจหรือเฟรม ถ้าผู้รับได้รับข้อมูลถูกต้องก็จะส่งสัญญาณยืนยันกลับมาว่า ได้รับข้อมูลแล้ว เรียกว่า สัญญาณ ACK (Acknowledge) ให้กับผู้ส่ง แต่ถ้าผู้ส่งไม่ได้รับสัญญาณ ACK หรือได้รับ สัญญาณ NAK (Negative Acknowledge) กลับมา ผู้ส่งก็อาจจะทำการส่งข้อมูลไปให้ใหม่ อีกหน้าที่หนึ่งของเลเยอร์ชั้นนี้คือป้องกันไม่ให้เครื่องส่งทำการส่งข้อมูลเร็วจนเกินขีดความสามารถของเครื่องผู้รับจะรับข้อมูลได้</p>		
Network	<p>เป็นชั้นที่ออกแบบหรือกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลที่จะส่ง-รับในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง</p>	<p>เป็นชั้นที่ออกแบบหรือกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลที่จะส่ง-รับในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง ซึ่งแน่นอนว่าในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสารจะต้องมีเส้นทางการส่ง-รับข้อมูลมากกว่า 1 เส้นทาง ดังนั้นเลเยอร์ชั้น Network นี้จะทำหน้าที่เลือกเส้นทางที่ใช้เวลาในการสื่อสารน้อยที่สุด และระยะทางสั้นที่สุดด้วย ข่าวสารที่รับมาจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 จะถูกแบ่งออกเป็น แพ็กเกจ ๆ ในชั้นนี้</p>		
Transport	<p>Transport ทำหน้าที่ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่ง</p>	<p>Transport บางครั้งเรียกว่า เลเยอร์ชั้น</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>มาจากเลเยอร์ชั้น Session นั้นไป ถึงปลายทางจริง ๆ หรือไม่</p>	<p>Host-to-Host หรือเครื่องต่อ เครื่อง และจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 ถึงชั้นที่ 7 นี้รวมกันจะเรียกว่า เลเยอร์ End-to-End ในเลเยอร์ ชั้น Transport นี้เป็นการ สื่อสารกันระหว่างต้นทางและ ปลายทาง (คอมพิวเตอร์กับ คอมพิวเตอร์) กันจริง ๆ เลเยอร์ ชั้น Transport จะ ทำหน้าที่ ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมา จากเลเยอร์ชั้น Session นั้นไป ถึงปลายทางจริง ๆ หรือไม่ ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งของ ข้อมูล(address) จึงเป็นเรื่อง สำคัญในชั้นนี้ เนื่องจากจะต้อง รู้ว่าใครคือผู้ส่ง และใครคือผู้รับ ข้อมูลนั้น</p>	
Session	<p>Session ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่าง ผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์เครื่อง อื่น ๆ โดยผู้ใช้จะใช้คำสั่งหรือ ข้อความที่กำหนดไว้ป้อนเข้าไป ในระบบ</p>	<p>Session ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่าง ผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์เครื่อง อื่น ๆ โดยผู้ใช้จะใช้คำสั่งหรือ ข้อความที่กำหนดไว้ป้อนเข้า ไปในระบบ ในการสร้างการ เชื่อมโยงนี้ผู้ใช้จะต้องกำหนด รหัสตำแหน่ง ของจุดหมาย ปลายทางที่ต้องมีการ ติดต่อสื่อสารด้วย เลเยอร์ชั้น Session จะส่งข้อมูลทั้งหมด ให้กับเลเยอร์ชั้น Transport เป็น ผู้จัดการต่อไป ในเครือข่าย ทั้งเลเยอร์ Session และเลเยอร์ Transport อาจจะเป็นเลเยอร์</p>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ชั้นเดียวกัน		
Presentation	Presentation คอยรวบรวมข้อความ (Text) และแปลงรหัส หรือแปลงรูปแบบของข้อมูลให้เป็นรูปแบบการสื่อสารเดียวกัน	Presentation ทำหน้าที่เหมือนบรรณารักษ์ กล่าวคือคอยรวบรวมข้อความ (Text) และแปลงรหัส หรือแปลงรูปแบบของข้อมูลให้เป็นรูปแบบการสื่อสารเดียวกัน เพื่อช่วยลดปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกันผู้ใช้งานในระบบ		
Application	Application เป็นเลเยอร์ ที่นำข้อมูลจาก presentation มาแจกจ่ายแก่ User Process (Software ที่ใช้งาน ข้อมูลผ่านเครือข่าย)	Application เป็นเลเยอร์ ที่นำข้อมูลจาก presentation มาแจกจ่ายแก่ User Process (Software ที่ใช้งาน ข้อมูลผ่านเครือข่าย)		
TCP/IP	โครงสร้างของสถาปัตยกรรมของชุดโปรโตคอล TCP/IP นั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนกรรมวิธีปฏิบัติการหรือโปรเซส (Process) โฮสต์ (Host) และเครือข่าย (Network)	โครงสร้างของสถาปัตยกรรมของชุดโปรโตคอล TCP/IP นั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนกรรมวิธีปฏิบัติการหรือโปรเซส (Process) โฮสต์ (Host) และเครือข่าย (Network) ในส่วนของโปรเซสก็ได้แก่ เอนทิตีหรือแอปพลิเคชันที่ต้องการติดต่อสื่อสารนั่นเอง ทุกโปรเซสจะกระทำในเครื่องโฮสต์ (หรือสเตชัน) ซึ่งในแต่ละโฮสต์สามารถจะมีหลาย ๆ เอนทิตีได้พร้อมกันการสื่อสารระหว่างเอนทิตีของโฮสต์เครื่องหนึ่ง หรือ หลายเครื่องจะกระทำโดยผ่านทางเครือข่ายที่โฮสต์เชื่อมต่อ		
	ชั้นของแบ่ง TCP/IP แบ่งได้ 4			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>ชั้น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เลขอร์ Network Access</li> <li>2. เลขอร์ Internet</li> <li>3. เลขอร์ Host-to-Host</li> <li>4. เลขอร์ Process/Application</li> </ol>			
รายละเอียดแต่ละเลขอร์ Network Access	ประกอบด้วยโปรโตคอลที่ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารเข้ากับเครือข่ายหน้าที่ของโปรโตคอลในเลขอร์ชั้นนี้คือจัดหาเส้นทางของข้อมูลให้ระหว่าง Host กับ Host ควบคุมการไหลของข้อมูล และควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล			
เลขอร์ Internet	ประกอบด้วยขั้นตอนการอนุญาตให้ข้อมูลไหลผ่านไปมาระหว่าง Host ของเครือข่าย 2 เครือข่ายหรือมากกว่า ดังนั้นโปรโตคอลในเลขอร์ชั้น Internet นอกจากจะมีหน้าที่จัดเส้นทางของข้อมูลแล้ว ยังต้องทำหน้าที่เป็นเกตเวย์สำหรับการติดต่อกับเครือข่ายอื่นอีกด้วย			มี link ไปดูตารางเปรียบเทียบ Layer ระหว่าง TCP/IP และ ISO model
เลขอร์ Host-to-Host	ประกอบด้วยโปรโตคอลที่ทำหน้าที่ส่งผ่านแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเอนทิตีของ Host ต่างเครื่องกัน นอกจากนั้นโปรโตคอลในเลขอร์ชั้นนี้ยังมีหน้าที่ในการควบคุมการไหลของข้อมูลและควบคุมความผิดพลาดของข้อมูลด้วย			มี link ไปดูตารางเปรียบเทียบ Layer ระหว่าง TCP/IP และ ISO-model
เลขอร์	ประกอบด้วยโปรโตคอลที่ทำ			มี link ไปดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Process/Application	หน้าที่เซิร์ฟเวอร์แลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์กับเทอร์มินัลที่อยู่ไกลออกไป			ตารางเปรียบเทียบ Layer ระหว่าง TCP/IP และ ISO model
	ตารางเปรียบเทียบ Layer ระหว่าง TCP/IP และ ISO model		ตารางเปรียบเทียบ Layer ระหว่าง TCP/IP และ ISO model	มี link กลับไปยังหน้าเดิมที่เรียกมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเข้ารหัสและการผสมสัญญาณ Encoding and Modulating

หัวข้อเรื่อง	ข้อความ	เสียง	รูปภาพ	effect อื่นๆ
1. Introduction	Encoding คือ process ที่ใช้ ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เพื่อ ให้เป็น signal ใน รูปแบบที่เหมาะสม	Encoding คือ process ที่ใช้ ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เพื่อ ที่จะส่งเป็น signal  ตัวอย่างเช่นการส่งข้อมูล ในสมัยก่อนที่ใช้คัมวไฟ		
Encoding and Modulating	-Digital/digital -Analog/digital -Digital/analog -Analog/analog			
2. DIGITAL -TO- DIGITAL CONVERSI ON	การแปลงข้อมูลที่เป็น Digital ให้เป็นสัญญาณ Digital	DIGITAL-TO-DIGITAL CONVERSION  ใช้เพื่อทำให้ข้อมูลที่ได้ เหมาะสมที่จะนำไปใช้ใน กรณีต่างๆ เช่น หาก เพื่อ ทำการส่ง การทำ CONVERSION เพื่อให้การส่งทำได้ง่าย และถูกลบกวนน้อยเป็นต้น	-แสดงรูป เครื่องเปลี่ยน digital data เป็น digital signal (Digital/digit al encoding)	
			-แผนภูมิของ DIGITAL -TO- DIGITAL CONVERSI ON	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 Unipolar	การ encode โดย Voltage level หนึ่งแทน 0 ส่วนอีก level หนึ่งแทน 1	<p>เป็นการ encode ที่ง่ายที่สุด คือ Voltage level หนึ่งแทน 0 ส่วนอีก level หนึ่งแทน 1 อย่างไรก็ตาม Unipolar encoding มีปัญหา 2 อย่าง คือ</p> <p>-DC Component ค่าเฉลี่ยของ amplitude ไม่เป็น 0 ดังนั้นสัญญาณที่มี DC component จะไม่สามารถเดินทางผ่านตัวกลาง ซึ่งไม่ handle DC component เช่น microwave และหม้อแปลง</p> <p>-Synchronization ปัญหาที่ไม่รู้ว่า bit ที่เหมือนกันติดกันกี่ bit ดังนั้นอาจเกิดความผิดพลาดได้</p>	-แสดงรูปภาพตัวอย่าง	
2.2 Polar	encoding แบบใช้ voltage ที่ + และ -	เป็นการ encoding แบบใช้ voltage ที่ + และ - ทำให้ลดปัญหา DC component เพราะมี 2 ขั้วนั่นเอง	-แสดงรูปภาพตัวอย่าง	
2.2.1NRZ	ใช้ voltage +,- แทนค่า 0,1	<p>Non-Return to Zero (NRZ)</p> <p>ใช้ voltage +,- แทนค่า 0,1 ซึ่งต่างจาก Unipolar ที่ใช้ idle line แทน 0 แต่ใช้ NRZ idle line หมายถึงไม่มีการ transmission เลย</p> <p>NRZ แยกได้เป็น 2 ชนิด</p>	แสดงรูปภาพชนิดของ NRZ ทั้งหมด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 NRZ_L	level ของ signal ขึ้นอยู่กับชนิดของ bit คือ ถ้า bit 0 จะแสดงด้วย voltage-, bit 1 = voltage+	NRZ-L (Non-Return to Zero Level ) คือ level ของ signal ขึ้นอยู่กับชนิดของ bit คือ ถ้า bit 0 จะแสดงด้วย voltage-, bit 1 = voltage+  -ข้อเสียคือถ้ามี 0 หรือ 1 ติดกันมาก ๆ ทำให้การส่งข้อมูล สับสน	รูปตัวอย่าง การแปลง Digital data แบบ NRZ_L	
2.2.1.2 NRZ_I	จะมีการเปลี่ยน voltage ทุกครั้งเมื่อเจอ signal 1 ซึ่ง	NRZ-I(Non-Return to Zero Level )คือ จะมีการเปลี่ยน voltage ทุกครั้งเมื่อเจอ signal 1 ซึ่งจะมีข้อดีเหนือ NRZ-L คือ การแก้ปัญหา synchronization เนื่องจากมีการ เปลี่ยนแปลงที่เจอ bit 1  -ข้อเสียคือถ้ามี 0 ติดกันมาก ๆ ทำให้การส่งข้อมูล สับสน	รูปตัวอย่าง การแปลง Digital data แบบ NRZ_I	
2.2.2 RZ	voltage+,-,0 เหมือนกัน คล้ายๆ NRZ-L แต่ต่างกันตรงที่ RZ เปลี่ยนที่กึ่งกลาง bit ไม่ใช่เปลี่ยน bit ต่อ bit	ใช้ voltage+,-,0 เหมือนกัน คล้ายๆ NRZ-L แต่ต่างกันตรงที่ RZ เปลี่ยนที่กึ่งกลาง bit ไม่ใช่เปลี่ยน bit ต่อ bit  แบบ NRZ-L โดย 0 แทนด้วย voltage- ถึง 0, bit แทนด้วย voltage+, ถึง 0 เนื่องจากเปลี่ยน	รูปตัวอย่าง การแปลง Digital data แบบ RZ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<p>ระหว่าง ทำให้แก้ปัญหา synchronization ดีมาก</p> <p>ข้อเสีย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ต้องเพิ่ม bandwidth 1 เท่าตัวในการเข้ารหัส ดังนั้น จะทำให้ เสียค่าใช้จ่ายเยอะ</li> </ul> <p>ข้อดี</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-error น้อย และมีประสิทธิภาพสูงสุด</li> </ul>		
2.2.3 Biphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manchester</li> <li>-Differential Manchester</li> </ul>	<p>Biphase (ใช้มากใน LAN) มีการเปลี่ยนแปลงตรงกลาง bit แต่ไม่กลับเป็น 0 แต่เปลี่ยนชั่วตรงข้าม แบ่งได้เป็นอีก 2 ชนิด คือ</p>	<p>รูปตัวอย่าง การแปลง Digital data แบบ Manchester และ Differential Manchester</p>	
2.2.3.1 Manchester		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manchester มีการเปลี่ยนตรงกลางระหว่าง bit 1 แทนด้วยการเปลี่ยนจาก - ไปเป็น + ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยน + เป็น - แทน bit 0</li> </ul>	<p>-แสดงรูปตัวอย่าง</p>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 Differential Manchester		-Different Manchester หาก เจอ 0 จะมีการเปลี่ยน phase 2 (phase กลับเป็น เหมือนเดิม) ครั้ง เจอ 1 จะมี การเปลี่ยน phase 1 ครั้ง (phase เปลี่ยนเป็นตรงข้าม)	-แสดงรูป ตัวอย่าง	
2.3 Bipolar	- AMI - B8ZS - HDB3	คล้าย RZ คือมี ระดับ voltage 3 ระดับ -positive แทน bit 1 -negative แทน bit 1 -zero แทน bit 0	แสดง แผนภูมิ ขอบเขต เนื้อหาของ bipolar ทั้งหมด และ	
2.3.1 AMI	เมื่อ เจอ 1 จะกลับ phase ที่ ใช้แทน 1 ตัวต่อไปเรื่อย	ข้อดี -DC component เป็น 0 - synchronize bit 1 ได้ ข้อเสีย -ไม่ synchronize bit 0	รูปตัวอย่าง การแปลง Digital data แบบ AMI	
2.3.2 B8ZS		B8ZS จะถูกพัฒนาใน อเมริกาเหนือ เพื่อให้ช่วย synchronize bit 0  ข้อแตกต่าง ระหว่าง B8ZS และ AMI จะเกิดขึ้นเมื่อมี bit 0 เกิดขึ้นใน data <input type="checkbox"/> 8 ตัว ติดกัน คือ เมื่อเกิด 0 ขึ้น <input type="checkbox"/> 8 ตัว B8ZS จะเปลี่ยน artificial signal เรียกว่า violation ซึ่งรูปการเปลี่ยน 2 แบบ ซึ่งขึ้นกับ polarity	รูปตัวอย่าง การแปลง Digital data แบบ B8ZS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		of previous bit		
2.3.3 HDB3		<p>พัฒนามาจาก AMI เพื่อ synchronize 0 เช่นกัน ส่วนใหญ่ใช้ในญี่ปุ่น และยุโรป จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็น AMI เมื่อมี 0 เกิดขึ้น ติดต่อกัน 4 ตัวแทนที่ จะต้องรอถึง 8 pattern การ violation ของ HDB3 ขึ้นอยู่กับ polarity of previous 1 bit แต่ไม่เหมือนกับ B8ZS ตรงที่ HDZ3 มองจำนวนของ 1 ซึ่งเกิดขึ้นในกระแสข้อมูล จนถึง 1 ตัวสุดท้ายก่อนเจอ 0 แล้วดูว่าเป็นจำนวนคู่ หรือ ี่</p>	<p>รูปตัวอย่าง การแปลง Digital data แบบ HDB3</p>	
Worst case encoding		<p>Worst case ของ การ encoding แบบต่างๆ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Unipolar เป็น 0, 1 สลับกันตลอด</li> <li>-NZ เป็น 1 ตลอด</li> <li>-Manchester เป็น 1 ตลอด หรือ 0 ตลอด</li> <li>-Different Manchester เป็น 0 ตลอด</li> </ul>	<p>แสดงรูปภาพ ของ Worst case แบบ ต่างๆ</p>	
3 . ANALOG-TO-DIGITAL CONCESION		<p>การแปลงสัญญาณ analog เป็นสัญญาณ digital เช่น การจัดเสียงลง compact disk</p>	<p>แสดง ตัวอย่าง ที่มี การใช้งาน แบบต่างๆ</p>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			ของ ANALOG- TO- DIGITAL CONCESIO N เช่น การ แปลง ข้อมูล เสียงของ เทปเพลงเพื่อ เก็บลงใน disk	
PCM ( Pulse Code Modulation)		ประกอบด้วย 4 กระบวนการ 1 .PAM 2.Quantization 3.Binary encoding 4.Digital/digital encoding	แสดงรูปชั้น ตอนการ ทำงานอย่าง คร่าวทั้งหมด	
PAM	การสุ่มตัวอย่าง (sampling) เพื่อหาตัวแทนแทนข้อมูล เป็นช่วง ๆ	เป็นขั้นตอนแรกในการ encoding ซึ่งทำโดย และทำ การ generate pulse โดย พื้นฐานจากผลของการสุ่ม -Sampling หมายถึง การวัด amplitude ของ signal ในช่วงเท่าๆกัน  ในทาง data communication จะไม่ใช่ กระบวนการนี้โดยตรง แต่ จะมีการเพิ่มการจำกัด	แสดงรูป ตัวอย่าง ขั้นตอนการ ทำงาน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ขอบเขตของ สัญญาด้วย  Sampling Rate อย่างน้อย ที่สุดควรจะเท่ากับ 2 เท่า ของความถี่สูงสุด sample/sec		
Quantization	การแทนค่าข้อมูลได้ด้วย รหัสที่กำหนดขึ้น	Quantization คือ กระบวนการจัดระดับ pulse ให้อยู่ในช่วง เช่น เมื่อทำการ quantize แล้วค่าที่ได้จะถูก แปลงเป็นเลขฐานสอง 8 bit ที่เหลือเป็นค่าของมัน เช่น +24 = 0 0011000 +38 = 0 0100110 -15 = 1 0001111	-มีตัวอย่าง การทำงาน Quantization ของข้อมูล เสียง	
4 . DIGITAL- TO- ANALOG CONVERSIO N	การแปลงข้อมูล digital เป็นข้อมูล analog	ใช้ใน modem เช่นการส่ง ข้อมูลคอมพิวเตอร์ ไปทาง สายโทรศัพท์ที่ต้องส่งข้อมูล เป็น analog signal ดังนั้น ข้อมูลจึงต้องถูก encoding	-มีรูปตัวอย่าง ที่มีการใช้ งานใน ปัจจุบัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASK</li> <li>- FSK</li> <li>- PSK</li> <li>- QAM</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-แผนภูมิการทำงาน</li> <li>-แผนภูมิขอบเขตของเนื้อหา</li> </ul>	
Bit Rate and Baud Rate	<p>Bit Rate and Baud Rate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bit rate จำนวน bit ที่ส่งผ่านใน 1 วินาที</li> <li>-Baud rat จำนวนหน่วยของสัญญาณ /sec (Block)</li> </ul> <p>Baud rate ต้อง <input type="checkbox"/> bit rate</p>			
Carrier Signal	<p>คือสัญญาณพาหะที่ใช้รวมกับข้อมูลเพื่อทำการส่ง เพื่อให้สัญญาณสามารถส่งไปได้ไกลขึ้นและเพื่อป้องกันการรบกวนต่างๆ</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-รูปแสดงปัญหาตัวอย่างของการส่งสัญญาณโดยไม่มี Carrier Signal</li> <li>เวลาส่งสัญญาณวิหุผ่านภูเขา</li> </ul>	
4.1ASK	<p>การ modulation โดยใช้ amplitude</p>	<p>เป็นการ modulation โดยใช้ amplitude</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-amplitude ของสัญญาณแปรผันตาม binary 0 หรือ 1 ความถี่และ phase จะคงที่ในขณะที่</li> <li>- amplitude เปลี่ยนแปลง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-แสดงรูปตัวอย่าง</li> </ul>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<p>ดังนั้น voltage ใดจะแทน 0 หรือ 1 ขึ้นอยู่กับ designer</p> <p>A bit duration คือคาบเวลาที่ใช้ใน 1 bit</p> <p>ค่า peak amplitude ของสัญญาณในแต่ละ bit duration เป็นค่าคงที่ที่ขึ้นกับว่าเป็น 0 หรือ 1</p> <p>ค่า speed ของการส่งโดยใช้ ASK ถูกกำหนดด้วยคุณสมบัติทางกายภาพของตัวกลาง (physical characteristic of the transmission medium)</p>		
Noise ASK		<p>ASK transmission มีการรบกวนของ noise สูง (noise = voltage รบกวนที่ไม่ต้องการให้เกิด ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการเกิดความร้อน หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)</p> <p>Noise นี้ อาจเปลี่ยน amplitude ให้ผิดพลาด หรือเกิด error จากการ spike ของข้อมูล(กระตุก)</p>	<p>-รูปของการรบกวน สัญญาณ แบบต่าง ๆ</p> <p>-ลักษณะต่างๆ ที่ทำให้สัญญาณเกิดความผิดพลาด</p>	
4.2 FSK	การ modulation โดยใช้ความถี่	<p>ค่าความถี่ของแต่ละ bit จะขึ้นอยู่กับว่าค่า 0 หรือ 1 ส่วน amplitude และ phase</p>	<p>-แสดงรูปตัวอย่าง</p>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<p>จะคงที่ทุก bit</p> <p>FSK จะไม่มี noise</p> <p>รบกวน receive device จะ</p> <p>มองหา spec ความถี่ที่</p> <p>เปลี่ยน ดังนั้น voltage</p> <p>spike จึงไม่รบกวน ปัจจัย</p> <p>ที่เป็นตัวจำกัดของ FSK</p> <p>คือ ความสามารถทาง</p> <p>กายภาพของ carrier</p>		
4.3 PSK	<p>การ modulation โดยใช้</p> <p>Phase</p>	<p>Phase ของแต่ละ bit จะ</p> <p>ขึ้นอยู่กับ bit ว่าเป็น bit 0</p> <p>หรือ 1 แต่ amplitude และ</p> <p>ความถี่ คงที่</p> <p>วิธีการนี้เรียก 2-</p> <p>PSK หรือ binary PSK</p> <p>เพราะความต่างของ phase</p> <p>= <math>180^\circ</math> ในการ encode</p> <p>การ encode 2 bit</p> <p>ด้วย phase shift keying</p> <p>สามารถทำได้โดย</p> <p><math>00 = 0^\circ, 01 = 90^\circ,</math></p> <p><math>10 = 180^\circ, 11 = 270^\circ</math></p> <p>เทคนิคนี้เรียกว่า</p> <p>4-PSK หรือ Q-PSK และ</p> <p>เลข 2 bit เหล่านี้เรียกว่า</p> <p>dibit ดังนั้น 4-PSK จะเร็ว</p> <p>กว่า PSK ธรรมดา 1 bit 2</p> <p>เท่า</p> <p>เราสามารถขยายเป็น 8-</p> <p>PSK encoding คือ จากการ</p> <p>ทำ 4-PSK ซึ่งเพิ่ม phase ที่</p> <p>ละ <math>90^\circ</math> ทำเป็น 8-PSK โดย</p>	-แสดงรูป	ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		การเพิ่ม phase ทีละ $45^\circ$ ดังนั้น 8-PSK จะเร็วกว่า 2- PSK 3 เท่า		
Constellation	เป็นการใช้ระนาบแสดง Phase ที่เราใช้แทนเลข digital แบบต่าง ๆ		-แสดง ตัวอย่าง การ แทน สัญญาณ โดยใช้ Constellation	
4.4 QAM	การ modulation โดยใช้ Amplitude และ Phase ร่วมกัน	เป็นการ modulation โดย ใช้ Phase และ amplitude คือเป็นการรวม การ modulation แบบ PSK และ ASK เข้าด้วยกัน	-แสดงรูป ตัวอย่าง	
5.5 ANALOG -TO- ANALOG CONVERSION	-AM -FM -PM	ส่วนใหญ่ใช้งานใน broadcasting เช่น TV, VDO Analog to analog encoding สามารถทำได้ 3 วิธี AM, FM และ PM	-แสดง แผนภูมิ ขอบเขต เนื้อหา ทั้งหมด	
5.5.1 AM		Carrier signal จะถูก modulate กับ modulate signal ทำให้ amplitude ของ carrier signal เปลี่ยนไป แต่ phase และ ความถี่จะคงที่	-แสดงรูป ตัวอย่าง	
5.5.2 FM		Carrier signal จะถูก modulate กับ modulate signal ทำให้ ความถี่ ของ carrier signal เปลี่ยนไป แต่ phase และ amplitude จะ คงที่	-แสดงรูป ตัวอย่าง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.3PM		Carrier signal จะถูก modulate กับ modulate signal ทำให้ phase ของ carrier signal เปลี่ยนไป แต่ amplitude และความถี่จะ คงที่	-แสดงรูป ตัวอย่าง	
---------	--	---	-------------------	--



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์เชื่อมต่อ และโมเด็ม (Transmission of digital data: Interfaces and modems)

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียง	รูปภาพ	effect อื่นๆ
Transmission of digital data: Interfaces and modems			-การเชื่อมต่อ Computer ผ่านเครือข่าย โทรศัพท์โดย ใช้โมเด็ม	
Digital Data Transmission	Data Transmission -Parallel -Serial -synchronous -asynchronous			-link ไปยัง เนื้อหา
Parallel	- word Serial bit Parallel		-การเชื่อมต่อ แบบ Parallel	-โปรแกรม ทดลองจำลอง การส่ง
Serial	- word Serial bit Serial		-การเชื่อมต่อ แบบ Serial	
synchronous		-แบ่งเวลาเป็นช่วง ๆ ใช้ จังหวะเวลาเพื่อสร้างความ เข้าใจในการส่งข้อมูล	-การส่งข้อมูล แบบ synchronous	-โปรแกรม ทดลองจำลอง การส่ง
asynchronous		-ไม่ใช่เวลาเพื่อทำความเข้าใจ ตรงกันระหว่างผู้ส่งและผู้รับ แต่ จะใช้ช่องว่าง ระหว่างข้อมูลและอักษร พิเศษเพื่อทำความเข้าใจ ในการส่งแทน	-การส่งข้อมูล แบบ asynchronous	-โปรแกรม ทดลองจำลอง การส่ง
DTE-DEC Interface			-แสดงความ สัมพันธ์ในการ ทำงาน ระหว่าง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			อุปกรณ์ทั้ง สอง	
DTE (Data Terminal Equipment)		คืออุปกรณ์ที่สร้างและใช้ สัญญาณดิจิทัล เช่น computer printer fax	แสดง กระบวนการ ทำงาน	
DEC (Data Circuit- Terminating Equipment)		คืออุปกรณ์ที่ส่งหรือรับ ข้อมูลในรูปแบบสัญญาณ analog หรือ digital ผ่าน เครือข่าย เช่น modem	แสดง กระบวนการ ทำงาน	
Modems		เป็น DEC ชนิดหนึ่ง ทำ หน้าที่ 1.modulator ซึ่งทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณ digital ไปเป็นสัญญาณ analog โดยใช้ ASK , FSK ,PSK หรือ QAM 2.demodulator คือการ เปลี่ยนสัญญาณ analog เป็นสัญญาณ digital	แสดงการ ทำงานของ Modem	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสาร (Transmission Media)

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียงอธิบาย	รูป	Effect อื่นๆ
ชนิดของ Media	<p>ชนิดของ Media</p> <p>Guide Media (มีสาย)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Conductive Metal ประเภทสายทองแดง</li> <li>- coaxial cable หรือสายโคแอกเซียล</li> <li>- twisted pair หรือสายทวิตเท็ด Glass or Plastic ประเภทใยแก้วนำแสง</li> <li>-fiber optic หรือสายไฟเบอร์ออฟติก</li> </ul> <p>Unguided Media (ไม่มีสาย) radio , microwave , satelite</p>			
coaxial cable	<p>coaxial cable</p> <p>ส่วนประกอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สายแกนทองแดง</li> <li>- ฉนวนหุ้มแกน</li> <li>- โลหะถัก</li> <li>- ฉนวนหุ้มสาย</li> </ul>		coaxial cable	
	<p>ข้อดี</p> <p>ทนทานต่อสัญญาณรบกวนสูง</p> <p>ทนทานต่อการติดตั้ง ใช้ได้ในหลายสภาพแวดล้อม และสภาพอากาศ</p> <p>ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำ</p> <p>ข้อเสีย</p> <p>สายมีขนาดใหญ่</p> <p>เปลี่ยนโครงสร้างเครือข่ายได้ยาก</p> <p>ถ้าเกิดปัญหาขัดข้องระหว่างจุดใดจุดหนึ่ง</p> <p>หาสาเหตุได้ยาก</p> <p>รับส่งข้อมูลได้ไม่เกิน 10 เมกะบิตต่อวินาที</p>			
twisted	twisted pair		twisted pair	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pair	ส่วนประกอบ - สายทองแดง - ระยะบิดเกลียว			
	ข้อดี ใช้งานกันทั่วไป มีมาตรฐานสากลรับรอง ติดตั้งง่าย หาสาเหตุของปัญหาง่าย ส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ค่าใช้จ่ายต่ำ ข้อเสีย จำกัดที่ระยะทาง 325 ฟุต มักมีผลกระทบจาก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และคลื่นความถี่วิทยุ			
-fiber optic	-fiber optic ส่วนประกอบ - แกน fiber optic - ชั้นสะท้อนแสง - ฉนวนหุ้ม		-fiber optic	
	ข้อดี ไม่ได้รับผลกระทบใดๆจากสัญญาณ รบกวนต่างๆ ความปลอดภัยสูง ส่งข้อมูลสูงมาก มีมาตรฐานสากลรับรอง ข้อเสีย ติดตั้งยาก ต้นทุนสูงมาก			
radio	Radio ส่วนประกอบ - Data - Carria		radio wave เครื่องรับ-ส่ง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การมัลติเพล็กซ์ข้อมูล (Multiplex)

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียงอธิบาย	รูป	Effect อื่นๆ
Multiplexer	นิยมเรียกกันว่า มั๊ก (MUX) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวมข้อมูล (multiplex) จากเครื่องเทอร์มินัลจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกัน และส่งผ่านไปยังสายสื่อสารเดียวกัน และที่ปลายทาง MUX อีกตัวจะทำหน้าที่แยกข้อมูล (de-multiplex) ส่งไปยังจุดหมายที่ต้องการข้อมูลนั้น			
	รูปแสดงการทำงานของ Multiplex และ Demultiplex		การทำงานของ mux และ demux	
รูปแบบของการ Multiplex	แบ่งได้เป็น 3 แบบคือ การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลา (Time Division Multiplexer หรือ TDM) การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งเวลาจะใช้เส้นทางเพียงเส้นทางเดียว และคลื่นพาห้ความถี่เดียวเท่านั้น แต่ผู้ใช้แต่ละคนจะได้รับการจัดสรรเวลาในการเข้าใช้ช่องสัญญาณเพื่อส่งข้อมูลไปยังปลายทาง		รูปการส่งข้อมูลของ TDM	แสดงข้อมูลไหลผ่าน mux และ demux
	การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่ (Frequency Division Multiplexer หรือ FDM) เป็นวิธีที่ใช้กันทั้งระบบที่มีสายและระบบคลื่นวิทยุ หลักการของการมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่คือ การรวมสัญญาณจากแหล่งต่างๆ ให้อยู่ในคลื่นพาห้เดียวกันที่ความถี่ต่างๆ สัญญาณเหล่านี้สามารถที่จะใช้เส้นทางร่วมกันได้		รูปการส่งข้อมูลของ FDM	แสดงข้อมูลไหลผ่าน mux และ demux
	การมัลติเพล็กซ์แบบใช้รหัสระบุสัญญาณ		รูปการส่ง	แสดงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Code Division Multiple หรือ CDM เป็นระบบใหม่ที่กำลังพัฒนาอย่างมากและใช้งานได้อย่างดี เป็นการนำช่องสัญญาณที่ว่างของ รูปแบบ TDM มาใช้งานได้ตลอด		ข้อมูลของ CDM	ไหลผ่าน mux และ demux
คอนเซนเตรเตอร์ (Concentrator )	นิยมเรียกกันสั้นๆ ว่า คอนเซน เป็นมัลติเพลกเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปคือ - มีหน่วยความจำ (buffer) ที่ใช้เก็บข้อมูลเพื่อส่งต่อได้ ทำให้สามารถเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่มีความเร็วสูงกับความเร็วต่ำได้ - มีการบีบอัดข้อมูล (compress) เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้น			



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจหาและแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล (Error Detection and Correction)

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียงอธิบาย	รูป	Effect อื่นๆ
	<p>- Error Detection and Correction หรือ การตรวจสอบข้อผิดพลาดและความถูกต้อง</p> <p>- Error detection and correction จะเกิดขึ้นภายใน Data link Layer หรือ Transport Layer ของ OSI MODEL.</p>			
ลักษณะการเกิด Error	ลักษณะการเกิด Error		รูปเปรียบเทียบบิต	
Type of Error	Type of Error		ก่อน-หลังการเกิด	
	1.Single-Bit Error เกิด error 1 bit		Single error	
	2.Multiple-Bit Error เกิด error หลาย bit ที่ไม่ต่อเนื่องกัน		รูปเปรียบเทียบบิต	
			ก่อน-หลังการเกิด	
			multiple error	
	3. Burst Error เกิด error หลาย bit ที่ต่อเนื่องกัน		รูปเปรียบเทียบบิต	
			ก่อน-หลังการเกิด	
			Burst error	
Detection	<p>กลไกในการตรวจสอบ Error</p> <p>- ต้องมีข้อมูลมากกว่า 1 ชุด</p> <p>- เปรียบเทียบระหว่าง ข้อมูลทั้ง 2 ชุด</p> <p>การตรวจสอบมี 4 วิธีการคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. VRC</li> <li>2. LRC</li> <li>3. CRC</li> <li>4. Check Sum</li> </ol>			
Vertical Redundancy Check (VRC)	<p>Vertical Redundancy Check (VRC)</p> <p>เรียกกันโดยทั่วไปว่า "Parity Check"</p> <p>ถูกที่สุด ค่าใช้จ่ายน้อย</p> <p>โดยการนำ 1 Bit + Data แล้วหาผลรวม</p>		รูปแสดงวิธีการ Check	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>ผลที่ได้จะมี 2 ค่า คือ คู่และคี่</p> <p>โดยมีข้อแม้ว่าผู้รับผู้ส่งจะต้องมีการใช้ Parity เดียวกัน</p> <p>แต่ VRC จะทำการตรวจสอบได้แค่ 1 Bit</p> <p>ตรวจสอบหลาย ๆ Bit ไม่ได้</p>			
Longitudinal Redundancy Check (LRC)	<p>Longitudinal Redundancy Check (LRC)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-นำมาใช้แก้ปัญหาหากมีการ Error หลายบิต</li> <li>-โดยเพิ่มชุดข้อมูล พาริตีของข้อมูลแต่ละบิตในชุดข้อมูล</li> <li>-จะเป็น 2 เท่า ของ VRC</li> <li>- ข้อมูลที่จะนำมาตรวจสอบจะต้องมีบิตที่เท่ากันทุกบิต</li> <li>- ถ้าเกิด Error ในตำแหน่งเดียวกัน ในแต่ละ Block จะไม่สามารถนำมา Check Error ได้</li> </ul>		รูปแสดงวิธีการ Check	
Cyclic Redundancy Check (CRC)	<p>วิธีการตรวจสอบความผิดพลาดแบบ Cyclic Redundancy Check (CRC)</p> <p>Cyclic Redundancy Check (CRC) เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันทั่วไป และมีประสิทธิภาพมีวิธีการตรวจหาข้อผิดพลาดดังนี้ ข้อมูลที่ส่งออกไป 1 บล็อก จำนวน k บิต ฝ่ายส่งข้อมูล (transmitter) จะสร้างชุดบิต จำนวน n บิต เรียกว่า frame check sequence ผวนวกไปกับบล็อกข้อมูล ดังนั้นเฟรมหนึ่งเฟรมประกอบด้วย k + n บิต ซึ่ง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>สามารถหารได้ด้วย เลขจำนวนที่คิดไว้ก่อนแล้ว ฝ่ายรับข้อมูล นำเฟรมที่ได้มาคำนวณหาร ด้วยเลขจำนวน เดียวกัน ถ้าไม่มีเศษแสดงว่าข้อมูลส่งมาถึงถูกต้อง ในทางกลับกันถ้าหารแล้วมีเศษ แสดงว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ขั้นตอนของการตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูล ที่รับส่งโดยใช้ Cyclic Redundancy Check (CRC) มีหลายวิธี เช่น modulo 2 arithmetic, polynomials และ digital logic</p>																								
	<p>การตรวจสอบความผิดพลาดแบบ CRC โดยวิธี Modulo 2 Arithmetic</p> <p>วิธีการนี้ใช้การบวกเลขฐาน 2 โดยไม่คิดการทด ซึ่งเป็นการ operate แบบ exclusive-OR หรือถ้าเป็นการลบก็กลับแบบไม่มีกรยืม ตัวอย่างเช่น</p> <table border="1" data-bbox="320 1121 640 1379"> <tr> <td>1111</td> <td>1111</td> <td>11001</td> </tr> <tr> <td>+1010</td> <td>-0101</td> <td>×11</td> </tr> <tr> <td>-----</td> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>101</td> <td>1010</td> <td>11001</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>110010</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>101011</td> </tr> </table> <p>กำหนดนิยามของตัวแปรต่อไปนี้</p> <p><math>T = (k+n)</math> - bit เฟรมที่ต้องส่งออกไป โดย <math>n &lt; k</math></p> <p><math>M = k</math>-bit message, บิตจำนวน <math>k</math> บิตแรกของ <math>T</math></p> <p><math>F = n</math>-bit FCS, บิตจำนวน <math>n</math> บิตของ <math>T</math></p> <p><math>P =</math> pattern of <math>n + 1</math> bits; เป็นตัวหารที่</p>	1111	1111	11001	+1010	-0101	×11	-----	-----	-----	101	1010	11001			110010			-----			101011			<p>แสดงการหาที่ละชุดตามคำอธิบาย</p>
1111	1111	11001																							
+1010	-0101	×11																							
-----	-----	-----																							
101	1010	11001																							
		110010																							
		-----																							
		101011																							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	คิดคำนวณไว้ล่วงหน้าแล้ว จะได้ว่า T/P แล้วไม่มีเศษ ดังนั้น			
	ตัวอย่างการคำนวณ 1. กำหนดให้ Message M = 10010101 (8 bit) Pattern P = 1010 (4 bit) FCS R = ที่ต้องการหา (3 bit) 2. Message คุณด้วย ได้ 1001010100 3. จากข้อ 2 หาด้วย P 4. เศษที่ ได้ 110 เอาเศษบวกไปกับ $2^x \times M$ 10010101110			
Checksum	Checksum วิธีการคือ นำข้อมูลทั้งหมดมาแบ่งเป็น ส่วนๆ แล้วนำทุกค่าบวกกัน จะได้ sum แล้วทำ 1's Complement เมื่อส่ง ข้อมูลก็นำ sum รวมส่งเข้าไปด้วยกับ ข้อมูล เมื่อผู้รับได้รับข้อมูลก็จะนำ ข้อมูล (รวมทั้ง sum) ไปบวกกันเมื่อ ได้ผลลัพธ์ก็จะทำ 1's Complement ถ้าได้ 1 ก็ยอมรับ			แสดงการ Check ทีละ ส่วนตาม บรรยายการ Check
Error Correction	การแก้ไขความผิดพลาด <b>Error Correction</b> Single-Bit Error Correction Redundancy Bits Hamming Code Multiple-Bit Error Correction			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การควบคุมการส่งข้อมูล (Data Link Control)

หัวข้อ	ข้อความ	เสียง	รูปภาพ	effect อื่นๆ
Introduction	Data Link Control ทำหน้าที่ควบคุมการส่งข้อมูลระดับ Physical			
	- Line Discipline - Flow Control - Error Control			
Line Discipline	-ENQ/ACK -Poll/Select			
ENQ/ACK	<p>1 ผู้ส่งจะส่ง ENQ เพื่อขอเริ่มการเชื่อมต่อเป็นการถามผู้รับว่าพร้อมที่จะรับหรือยัง</p> <p>2 ผู้รับจะตอบกลับด้วย</p> <p>-ACK พร้อมที่จะรับข้อมูล</p> <p>ผู้ส่งจะเริ่มส่งข้อมูล</p> <p>-NAK ไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล หากผู้ส่งยังต้องการส่งข้อมูลอยู่ก็จะส่ง ENQ ใหม่มา หากไม่ได้รับสัญญาณตอบกลับมาในเวลาที่กำหนดผู้ส่ง จะสรุปว่าสัญญาณสูญหายและ เริ่มส่ง ENQ ใหม่ ผู้ส่งจะพยายาม 3 ครั้งหากยังไม่สำเร็จก็จะตีความว่าไม่สามารถใช้งานได้และหยุดทำการส่งช่วงเวลาหนึ่งแล้วจึงเริ่มส่งใหม่</p> <p>3 เมื่อการเชื่อมต่อได้จัดตั้งขึ้นแล้วจะมีการส่งข้อมูลไปเรื่อย ๆ จนหมด</p> <p>4 ผู้รับจะส่ง EOT(end of transmission)</p>			
การทำงานของ ENQ/ACK			-รูปภาพแสดงกระบวนการทำงาน	-แสดงโดยใช้รูปภาพการเคลื่อนไหวทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Poll/Select	มี 1 เครื่องเป็น Primary ทำหน้าที่ควบคุมสายสื่อสารและให้บริการ เครื่องที่เหลือเป็น secondary เป็นผู้ให้บริการ -การแลกเปลี่ยนข้อมูลทั้งหมดต้องทำผ่านเครื่อง primary เช่น เครื่อง secondary ต้องการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่อง secondary ต้องส่งข้อมูลให้ primary จัดส่งให้		-แสดงภาพเหตุการณ์การเชื่อมต่อที่ใช้การสื่อสารแบบ Poll/Select	
กระบวนการทำงาน			-รูปภาพแสดงกระบวนการทำงาน	
Flow Control	-Stop-and-Wait - Sliding Window			
Stop-and-Wait	ส่งข้อมูล 1 packet แล้วรอการตอบรับก่อนจะส่งครั้งต่อไป -ข้อดี ทำได้ง่าย ง่ายต่อการควบคุม จัดการ -ข้อเสีย ไม่มีประสิทธิภาพส่งข้อมูลได้ช้า		-รูปแสดงตัวอย่างการทำงาน	-เป็นภาพเคลื่อนไหว
Sliding Window	-ผู้ส่ง จะส่งข้อมูล หลาย packet ออกไป โดยไม่ต้องรอการตอบรับ ผู้รับจะตอบรับเพียง frame เดียว เพื่อเป็นการบอกว่า frame ก่อนหน้านั้นมีการส่งข้อมูลถูกต้อง		-รูปแสดงตัวอย่างการทำงาน	-แสดงโดยใช้รูปภาพการเคลื่อนไหวทั้งหมด
Error Control	Stop-and-wait ใช้ - Stop-and-wait ARQ Sliding Window ใช้ -Sliding Window ARQ ประกอบด้วย Go-Back-n Selective-reject		-แสดง รูปขอบเขตเนื้อหาทั้งหมด	-link ไปยังเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p>Stop-and –wait ARQ</p>	<p>ข้อกำหนดเพื่อการ Retransmit เมื่อมีข้อผิดพลาด มี 4 ข้อ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ส่งจะต้องเก็บ copy frame ที่ส่งไว้เพื่อส่งใหม่เมื่อมีข้อผิดพลาดในการส่งและจะเลิกเก็บ frame นั้นได้เมื่อได้รับการยืนยันว่าการส่งสมบูรณ์ ข้อมูลที่ผู้รับได้รับถูกต้อง</li> <li>2. เพื่อการระบุ frame ให้เข้าใจตรงกัน ป้องกัน การเข้าใจผิดในเรื่องการส่งข้อมูลซ้ำ เช่น เมื่อ frame แรกส่งมาแล้ว ACK หาย ผู้ส่งจะส่ง frame นั้นมาใหม่ ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดหมายเลขให้ data fame และ ACK frame ให้ส่ง 0 และ 1 สลับกัน</li> <li>3. หากมีความผิดพลาดจาก การส่งทำให้ ข้อมูลผิดพลาด ผู้รับจะส่ง NCK บอกผู้ส่ง เมื่อผู้ส่งได้รับจะส่ง frame นั้นกลับมาใหม่</li> <li>4. ผู้ส่งจะตั้งเวลาไว้เมื่อเริ่มส่ง หากไม่ได้รับ การตอบกลับตามเวลาที่กำหนดผู้ส่ง จะต้องส่ง frame นั้นกลับมาใหม่</li> </ol>		<p>-แสดงการส่งตัวอย่างการทำงาน</p>	<p>-เป็นภาพเคลื่อนไหว</p>
<p>Sliding Window ARQ</p>	<p>การส่งอย่างต่อเนื่องมีวิธีการจัดการกับ ข้อผิดพลาด 2 วิธีดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Go-Back-n ARQ</li> <li>2. Selective-reject ARQ</li> </ol>		<p>-แสดง รูปขอบเขตเนื้อหาทั้งหมด</p>	
<p>Go-Back-n ARQ</p>	<p>เริ่มกลับไปส่งใหม่ตั้งแต่ frame ที่ผิดพลาด ไม่สนใจว่าได้ส่งเลยไปแล้วก็ frame Frame ที่ส่งหลังจาก frame ที่ผิดพลาดจะถูกทิ้งทั้งหมดไม่ว่าจะเป็น frame ที่ถูกหรือผิดพลาด</p>		<p>-รูปแสดงตัวอย่างการส่ง</p>	<p>-เป็นภาพเคลื่อนไหว</p>
<p>Selective-reject</p>	<p>หากมี frame ใดที่มีความผิดพลาด(frame สูญหาย , frame มีข้อผิดพลาด) ผู้รับจะแจ้งโดยใช้ NAK ไปให้ผู้ส่ง ผู้ส่งก็จะส่ง</p>		<p>-รูปแสดงตัวอย่างการส่ง</p>	<p>-เป็นภาพเคลื่อนไหว</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>เฉพาะ frame นั้นกลับมาใหม่ อย่างไม่มี การเรียงลำดับ</p> <p>ระบบที่จะสามารถทำ Selective-reject ARQ ได้ต้องมีความสามารถต่างจาก Go-Back-n ARQ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้รับต้องมีความสามารถในการ เรียงลำดับ frame ที่ไม่ได้รับตามลำดับได้</li> <li>2. ผู้ส่งต้องมีความสามารถใน การเลือก frame ที่มีการร้องขอแบบไม่ตามลำดับได้</li> <li>3. Buffer ทางฝั่งผู้รับจะต้องสามารถรับ frame ที่ส่งมาภายหลังจาก frame ที่ร้องขอ การส่งใหม่ จนกระทั่ง frame ที่ร้องขอถูก ส่งมาถึงและเรียงลำดับได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. Selective-reject ARQ จะมี ประสิทธิภาพหาก frame มีขนาดไม่ใหญ่ มากนัก ประมาณ ครึ่งหนึ่งของระบบหาก ส่งโดยใช้ Go-Back-n ARQ</li> </ol>			
--	--	--	--	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การส่งข้อมูลแบบสวิตชิง (Switching)

หัวข้อ	เนื้อหา	เสียงอธิบาย	รูปภาพ	effect อื่นๆ
introduction	-Circuit Switching -Packet Switching - Message Switching		-แสดง รูป ขอบเขตเนื้อหา ทั้งหมด	
1. Circuit Switching	ใช้ในระบบโทรศัพท์ มันจะสร้าง วงจรทาง Physical จริงๆ ระหว่างที่ ทำการเชื่อมต่อ และเมื่อเลิก เชื่อมต่อวงจรนั้นจะยกเลิกเพื่อ นำไปใช้ในวงจรอื่นๆ ต่อ ไป  * นิยมใช้ใน Analog Signal		-แสดงการใช้ งานจริงใน ปัจจุบัน	
Space division Switching	คือ Switch ที่ใช้หลักการ สร้างเส้นทางเฉพาะเพื่อให้ input และ output สื่อสารกันบนเส้นทาง เพียงสองอุปกรณ์นั้น		-แสดงรูปภาพ	
Crossbar Switching	ใช้เชื่อมต่อระหว่าง n input คู่ m output โดยอยู่ในลักษณะจุดตัด จะ ได้ $n*m$ จุดตัด ปัญหาคือ Cross point มีราคาแพง และมี มาเกินไป ซึ่งการใช้งานจริงใช้เพียงแค่ 25 เปอร์เซ็นต์		-แสดงรูปภาพ	
Multistage switch	เป็นการลดจุดตัดของ Cross Switch โดยใช้ Crossbar Switching มาต่อกันเป็นลำดับ โดยจำนวนการ ใช้คู่สายพร้อมกัน ได้เท่ากับจำนวน Input ของ Stage มี Cross Switch เล็กที่สุด  -Multi Path ทางเลือกของทางเดิน สัญญาณ ของ multistage switch ที่ เป็นไปได้		-แสดงรูปภาพ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	-Blocking หมายถึง Multistage ช่วงที่ input ไม่สามารถติดต่อ output ได้เนื่องจาก path เต็ม หรือ สายไม่ว่าง หากเป็น Crossbar Switching จะติดต่อไม่ได้ เนื่องจาก สายไม่ว่างเท่านั้น			
Time Division Switching	คือ Switch ที่ใช้หลักการ แบ่งเวลาการใช้งาน ให้หลายๆ input output สามารถใช้สื่อนำตัว เดียวกันได้		-แสดงรูปภาพ	
Time-Slot Interchange (TSI)	การกำหนดปลายทางโดย ใช้ ram เก็บข้อมูลการเชื่อมต่อของ input output แต่ละคู่ แล้วทำการ Switch input ให้เข้าตาม output ที่เป็นปลายทาง		-แสดงรูปภาพ	
TDM Bus	การกำหนดปลายทางโดย ใช้ ram เก็บข้อมูลการเชื่อมต่อ เช่นเดียวกันแต่จะควบคุมทั้ง input และ output ที่ติดต่อกันให้เชื่อมกันในเวลาเดียวกัน		-แสดงรูปภาพ	
2. Packet Switching	ออกแบบมาเพื่อใช้ส่งข้อมูลชนิด ต่าง นอกจากข้อมูลที่เป็นเสียง - Datagram Approach -Virtual Circuit Approach -Switch Virtual Circuit -Permanent Virtual Circuit		-รูปแสดง ขอบเขตของ เนื้อหาทั้งหมด	
Datagram Approach	-แต่ละ packet เป็นอิสระต่อกัน ในการจัดส่ง ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ packet ที่ส่งออกมาจะไปถึง ปลายทางแบบไม่ตามลำดับ ผู้รับ		-รูปแสดงการส่ง ข้อมูลแบบ Datagram Approach	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ต้องการจัดลำดับข้อมูลก่อนที่จะนำไปใช้งาน			
Virtual Circuit Approach	เป็นการ เรียนแบบพหุติกรรมการส่งข้อมูล ของ Circuit Switching โดยใช้การเชื่อมต่อ แบบ Packet Switching		-แสดงรูปแบบการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายตัวอย่าง	
Switch Virtual Circuit	เป็นการใช้ Packet Switching สร้างการเชื่อมต่อในลักษณะของ Circuit Switching คือเมื่อมีการเชื่อมต่อ router จะสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อและรักษาการเชื่อมต่อตลอดการเชื่อมต่อและจะทำลายเส้นทางเมื่อมีการเลิกส่ง เมื่อต้องการใช้งานครั้งต่อไปก็จะมีการสร้างเส้นทางใหม่ อาจจะเหมือน หรือไม่เหมือนเส้นทางเดิมก็ได้		-รูปแสดงการส่งข้อมูล	
Permanent Virtual Circuit	เป็นการใช้ Packet Switching สร้างการเชื่อมต่อในลักษณะของ Circuit Switching คือเมื่อมีการเชื่อมต่อ router จะสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อและรักษาการเชื่อมต่อตลอดการเชื่อมต่อแต่จะไม่ทำลายเส้นทางเมื่อมีการเลิกส่ง เมื่อต้องการใช้งานครั้งต่อไปก็จะส่งในเส้นทางเดิมเสมอ		-รูปแสดงการส่งข้อมูล	
ข้อแตกต่างระหว่าง Circuit Switching และ Virtual Circuit	path กับกร route -Circuit Switching เส้นทางจะถูกสร้างโดยรหัสซึ่งเป็นโค้ดของที่หมายปลายทาง เมื่อมีการ ติดต่อ จึงจะสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อและเมื่อหยุดการเชื่อมต่อเส้นทางจะถูกทำลาย -Virtual Circuit จะมีการ สร้าง		-รูปแสดงความแตกต่าง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เส้นทาง(route)ที่ router และที่ router และ สามารถรักษาข้อมูลนั้นไว้ได้ แม้การเชื่อมต่อจะถูกทำลายไปแล้ว			
	Dedicate กับ การ sharing -Circuit Switching หากมีการสร้างเส้นทางขึ้น ผู้ที่สามารถใช้เส้นทางนั้น ได้มีเพียง ผู้สร้างเส้นทางและคู่สายเท่านั้น ผู้อื่น ไม่สามารถใช้งานร่วมด้วยได้ แม้จำคู่สายจะไม่มี การใช้งานสาย -Virtual Circuit แม้มีการสร้างการเชื่อมต่อของ คู่สายใด คู่สายอื่นสามารถร่วมใช้ งานได้เมื่อสายว่าง		-รูปแบบความแตกต่าง	
ข้อเสียของ Circuit Switching ที่ไม่เหมาะกับการส่งข้อมูลชนิดอื่น ๆ	-ทำการใช้ช่องสัญญาณชั่วคราวที่สร้างขึ้นทั้งหมดเพื่อทำการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ปลายทางเพียง 1 คู่ ซึ่งไม่เหมาะกับการสื่อสาร ข้อมูล อย่างอื่นที่ไม่ใช่เสียง คือ การสื่อสารที่เป็น การส่ง ข้อมูลจะมีความหนาแน่นของข้อมูลเป็นช่วง ๆ ทำให้เกิดการความสลับเปลี่ยน เป็นอย่างมาก - อัตราการส่งข้อมูลต่ำคือ เท่ากับ ความสามารถของสายส่ง ทั้งที่มี ช่องสัญญาณเหลือก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้ -ไม่มีการ Share เส้นทางทั้งที่มี เส้นทางว่างเหลือ -ไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญของการส่งข้อมูลได้เมื่อสายสัญญาณไม่พอจะส่งข้อมูล		-รูปแบบ ตัวอย่างกรณีเปรียบเทียบ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ทั้งหมด			
3. Message Switching	<p>มีการใช้ในปี 1960-1970 ปัจจุบันไม่นิยมใช้ เนื่องจากความล่าช้าในการส่งข้อมูล</p> <p>การทำงานจะเป็นแบบ Store and Forward</p> <p>( เก็บและส่ง เมื่อ มีข้อมูลต้องการส่งจะยังไม่ทำการส่งทันทีแต่จะเก็บไว้ที่ ram ของ แต่ละ node เมื่อ node ว่างจึงจะทำการส่ง)</p>		-รูปแสดงการส่งข้อมูล	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- [1] รศ.วิภา อุดมฉันท : การผลิตสื่อโทรทัศน์และสื่อคอมพิวเตอร์: กระบวนการสร้างสรรค์และเทคนิคการผลิต , 2002
- [2] วุฒิชัย ประสารสอย : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา , 2001
- [3] ดร. ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง : คอมพิวเตอร์ช่วยสอน , 1999
- [4] สมรัก ปรีชะวาที : Authorware 6.0 โปรแกรมสร้าง CAI Multimedia , 2003
- [5] James F. Kurose : Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet , 2002
- [6] Behrouz A. Forouzan : Data Communications and Networking , 2003
- [7] Raymond R. Panko : Business Data Networks and Telecommunications (4th Edition) , 2002
- [8] William Stallings : Data and Computer Communications (Seventh Edition) , 2003
- [9] Wayne Tomasi : Introduction to Data Communications and Networking , 2003
- [10] Kennedy-Western University : ITT Tech - Data Communication Syst. Technology , 2003
- [11] Williamstallings : Data and Computer Communications, Sixth Edition , 2003



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้