

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสื่อสารข้อมูล
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
DATA COMMUNICATION



โดย

นายกิตติพงษ์ ทั่นการ
นายวิชาญ พงษ์พิศาล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขทมิ.....

ปีการศึกษา 2542

เลขทะเบียน.....37127

วัน, เดือน, ปี - 4 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์

จัดทำโดย

สาขาวิชา

อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสื่อสารข้อมูล

นายกิตติพงษ์ ทันการ 41012039

นายวิชาญ พงษ์พิศาล 41012070

เทคโนโลยีโทรคมนาคม

อาจารย์กฤดากร กล่อมการ

2542

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
นับปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

()

..... กรรมการ

()

..... กรรมการ

()

..... กรรมการ

()

..... กรรมการ

()

..... หัวหน้าภาควิชา

()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสื่อสารข้อมูล
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION DATA COMMUNICATION

โดย นายกิตติพงษ์ ทั่นการ 41012039
นายวิชาญ พงษ์พิศาล 41012070

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ กฤดากร กล่อมการ
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสื่อสารข้อมูล ซึ่งเป็นการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบมัลติมีเดีย โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 5.0 สร้าง, แสดง, เนื้อหาและประเมินผล

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION DATA COMMUNICATION

BY MR. KITTIPONG TUNKARN 41012039
MR. WICHAN PONGPISAL 41012070

ADVISER MR. KITDAKORN KLOMKARN
YEAR 1999

ABSTRACT

This thesis is presented about the CAI for Data Communication. We use micro-computer for making the multimedia ready-made lesson which is supported by Macromedia Authorware 5.0 program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความดีเพราะได้รับคำแนะนำจาก ท่านอาจารย์ กฤดากร กล่อมการ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และท่านได้ให้ข้อมูลเนื้อหาในการทำบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ สำหรับการออกแบบบทเรียนและการทดลองใช้ต้องขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ได้มา เป็นผู้ทดสอบ และคำติชมทำให้สามารถปรับปรุงแก้ไขให้มีรูปแบบที่ดีที่สุดได้ สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอ ขอบพระคุณพ่อแม่ ที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา ขอขอบคุณครับ

นายกิตติพงษ์ ทันการ

นายวิชาญ พงษ์พิศาล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

บทที่ 1 บทนำ.....1

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....4

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการทำงาน.....34

บทที่ 4 รูปแสดงผลงาน.....42

เอกสารอ้างอิง.....67

บทที่ 1

บทนำ

► ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ขึ้นใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถที่สำคัญ คือ มีความเที่ยงตรงแน่นอนและการคำนวณที่รวดเร็วแม่นยำตลอดจนมีหน่วยความจำในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่องานด้านต่าง ๆ ได้อย่างมากมายนับตั้งแต่ ทางการแพทย์ การศึกษา การธนาคาร การทหาร และการสร้างสรรค์ศิลปะ ตลอดจนการนำมาใช้ในการออกแบบและเขียนภาพโครงสร้างที่สลับซับซ้อน เช่น การก่อสร้างอาคาร และอากาศยาน ด้วยเหตุนี้คอมพิวเตอร์จึงได้รับความเชื่อถือเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อมนุษย์ ประกอบกับราคาของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีราคาที่ถูกลงกว่าในสมัยก่อนและขนาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ก็เล็กลงมากในขณะที่ความสามารถเพิ่มขึ้น

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวในวงการการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนด้วยคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้น จุดมุ่งหมายของการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในห้องเรียนเพื่อเป็นการเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

ในวงการธุรกิจ วงการอุตสาหกรรมและการศึกษา บุคคลส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์มาแล้วแม้กระทั่งในบริษัทเล็ก ๆ ก็มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ภายในสำนักงานจนถึงสถานศึกษาจะเห็นได้ว่าปัจจุบันได้มีการใช้บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการฝึกอบรมพนักงานใหม่ เนื่องจากในการรับพนักงานใหม่ไม่ได้รับมาทีละมาก ๆ แต่จะรับมาทีละไม่กี่คน ทำให้การเปิดการฝึกอบรมเป็นการไม่คุ้มค่าทั้งเวลาและงบประมาณที่เสียไปกับการฝึกอบรมพนักงานใหม่ไม่กี่คนทำให้บริษัทส่วนใหญ่จึงสนใจในการใช้บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เพื่อให้พนักงานได้ศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการประหยัดเงินทุนในการเปิดอบรม เพราะฉะนั้นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงกำลังเป็นที่ต้องการทั้งในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม และการศึกษาอย่างยิ่ง

ทุกวันนี้จะพบว่าผู้สอนนั้นในวันหนึ่ง ๆ จะต้องทำการสอนเฉลี่ยแล้วประมาณ 4-5 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย ซึ่งเป็นงานที่หนักมากแต่ก็อยากให้ผู้เรียนได้เข้าใจในบทเรียนที่ได้สอนไป แต่เนื่องจากผู้เรียนมีจำนวนมากและมีความแตกต่างระหว่างบุคคล โอกาสที่ผู้สอนจะเข้าไปอธิบายทีละคนนั้นย่อมเป็นไปได้ยากซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถเข้ามาช่วยในส่วนนี้ได้

แต่ว่าการสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ในเรื่องการเรียนการสอนนั้นก็พัฒนาไปได้ยาก เพราะผู้ที่สร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นขาดความรู้และทักษะทางด้านการออกแบบหรือการจัดทำ เนื่องจากการจัดทำบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไม่ใช่ว่าผู้สร้างจะมีเพียงแต่ความรู้ในเนื้อหาวิชานั้น แต่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ บริษัท เทคโนโลยี การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้สื่อการเรียนการสอนและเข้าใจถึงวิธีการสอนเพื่อที่จะดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีทัศนคติที่ดีในบทเรียนอีกด้วย

โครงการนี้จึงได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียน สำหรับผู้ที่สนใจในเรื่องการสื่อสารข้อมูลซึ่งเป็นพื้นฐานในการสื่อสารข้อมูล โดยได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน ซึ่งผู้ที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ต้องมีความรู้ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และสามารถนำโครงการนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในวิชา Project ในภาคเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้อีกด้วย

► วัตถุประสงค์

สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม พร้อมหนังสือคู่มือการใช้บทเรียน เรื่อง Data Communication

► ขอบเขตของงาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสื่อสารข้อมูล Data Communication มีขอบเขตของงานดังนี้

1. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาแบ่งออกเป็น โมดูลย่อย ๆ จำนวน 2 โมดูลซึ่งมีขอบเขตแต่ละ โมดูลดังนี้

☒ โมดูลที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน่วยที่ 2 ลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

☒ โมดูลที่ 2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการสื่อสารข้อมูล

หน่วยที่ 1 กระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน่วยที่ 2 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยที่ 3 การวิเคราะห์เนื้อหา

หน่วยที่ 4 ขั้นตอนการเรียนการสอนและการดำเนินการเรียน การสอน

หน่วยที่ 5 การวัดผลการเรียนการสอน

หน่วยที่ 6 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน่วยที่ 7 การออกแบบหน้าจอ

หน่วยที่ 8 การเขียนผังงานและบทดำเนินเรื่อง

2. ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่โปรแกรมต้องการ

- ✓ CPU Pentium หรือสูงกว่า
- ✓ Monitor VGA
- ✓ Ram อย่างน้อย 16 Mb
- ✓ เม้าส์เป็นไมโครซอฟต์หรือตัวอื่น ๆ
- ✓ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบสื่อประสมนี้จะต้องทำงานภายใต้วินโดวส์ 95

ขึ้นไป และต้อง Run ในโหมด 800x600 และ 256 สีขึ้นไป

► ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้โปรแกรมบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง การสื่อสารข้อมูล (Data Communication)
- เป็นการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ร่วมเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนของการศึกษาไทยให้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นไป
- ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมจะมีบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นสื่อช่วยสอน เรื่อง การสื่อสารข้อมูล Data Communication
- โครงการชุดนี้เมื่อสำเร็จและนำไปใช้ ผู้เรียนสามารถมีแนวทางในการที่จะศึกษาการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องต่าง ๆ และทบทวนความรู้ด้วยตนเอง

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

► การเรียนการสอนรายบุคคล

การเรียนการสอนเป็นกระบวนการสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เมื่อผู้เรียนรับข้อมูลจากผู้สอนมาแปลผล และเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใด ๆ ขึ้นมาแสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

► กระบวนการสื่อสารข้อมูลในการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่

1. การสื่อสารทางเดียว (One-way Communication) เช่น การสอนแบบบรรยาย
2. การสื่อสารแบบสองทาง (Two-way Communication) เช่น การสอนแบบถามตอบ

การเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูล que ผู้เรียนแปลผลได้ตรงกับ ความหมายที่ผู้สอนส่งให้ได้มากที่สุดในเวลาอันจำกัด การสื่อสารแบบสองทางจึงเป็นวิธีการแปลผลข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการสื่อสารแบบทางเดียว

การเรียนการสอนรายบุคคล เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ เช่น เลือกกิจกรรมการเรียนที่ตนเองถนัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น แนวการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจะอาศัยพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคล ในการพัฒนาวิธีการให้ผู้เรียนรู้ตามความสามารถเฉพาะบุคคล และความพร้อมโดยไม่คำนึงถึงเวลา และสถานที่

► ลักษณะของการเรียนการสอนรายบุคคล มีสาระสำคัญ ๆ ดังนี้

1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. เนื้อหาที่เรียนจะแบ่งเป็นตอน ๆ หรือหน่วยย่อยเริ่มจากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่รู้ เรียงไปตามลำดับ
3. เนื้อหาแต่ละหน่วยย่อย จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ และจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่ที่เพิ่มขึ้น
4. สื่อการเรียนการสอนมีให้เลือกหลายประเภทตามความสนใจ
5. มีการทดสอบและการประเมินผลทั้งระหว่างบทเรียนและหลังจบบทเรียน เช่น การถาม-ตอบ การทำแบบทดสอบ
6. จัดกิจกรรมการเรียนที่เปิดโอกาสให้เลือกใช้แหล่งความรู้หลาย ๆ อย่าง
7. จัดตารางการเรียนให้อึดหยุ่นตามความเหมาะสมและความสามารถของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จัดโปรแกรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีระบบและเป็นแบบแผน

► ชนิดของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคล

1. บทเรียนโปรแกรม (Program Instruction)
2. ชุดการเรียนการสอน (Instructional Package)
3. บทเรียนโมดูล (Module Instruction)
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)

► ประวัติความเป็นมาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิวัฒนาการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลำดับดังนี้

➤ ปี ค.ศ. 1950 ศูนย์วิจัยของ IBM ได้ริเริ่มนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อใช้กับงานวิจัยด้านจิตวิทยานับว่าเป็นการบุกเบิกด้านนี้เป็นแห่งแรก

➤ ปี ค.ศ. 1958 มหาวิทยาลัย Florida ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้กับทวนวิชาฟิสิกส์และสถิติพร้อม ๆ กับมหาวิทยาลัย Stanford ได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

➤ ปี ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัย Illinois ได้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา และด้านวิศวกรรมศาสตร์โดยตั้งชื่อว่า PLATO CAI (Programmed Learning for Automated Teaching Operations CAI)

➤ ต่อมาเมื่อคอมพิวเตอร์แพร่หลายมากขึ้นได้มีการส่งเสริมและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากขึ้น ในปี ค.ศ. 1967 มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำหน่ายมากกว่า 1500 เรื่อง

➤ ปี ค.ศ. 1970 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เริ่มแพร่หลายในทวีปยุโรปองค์การ French-National Experiment in Educational Computing ของฝรั่งเศสได้เริ่มพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาพร้อม ๆ กับประเทศอังกฤษได้ริเริ่มโครงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่า 35 โครงการ

➤ ปี ค.ศ. 1971 มหาวิทยาลัย Brigham Young ร่วมกับมหาวิทยาลัย Texas ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับมินิคอมพิวเตอร์โดยผสมผสานคอมพิวเตอร์กับโทรทัศน์เพื่อช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์โดยตั้งชื่อว่า TICCIT (Time Shared Interactive Computer Controlled Information Television)

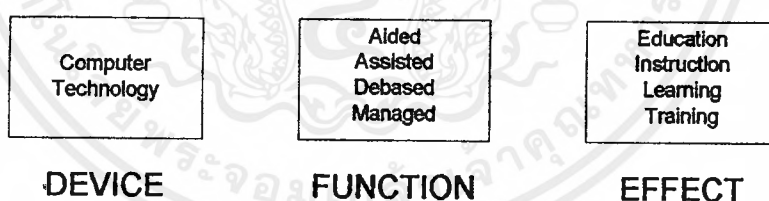
พัฒนาการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ นับตั้งแต่ต้นมาจะประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งเท่านั้น ต่อมาเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทในสถานศึกษามากขึ้น จึงมีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างจริงจัง เช่น มหาวิทยาลัย Osaka ในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

ปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและการฝึกอบรมในสถานประกอบการ โดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันสามารถประยุกต์ใช้งานได้ทั้งภาพ เสียง การโต้ตอบ ในลักษณะสื่อประสม (Multi Media) ทำให้แนวโน้มของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแสดงบทบาทในการประยุกต์ใช้งานได้อย่างเต็มที่

► ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

CAI (Computer Assisted Instruction) เป็นคำศัพท์เดิมที่นิยมใช้ในสหรัฐอเมริกา มีความหมายว่า การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน แต่ปัจจุบันมีผู้นิยมใช้คำว่า CBT (Computer Based Teaching หรือ Computer Based Training) มากกว่าความหมายก็คือ การสอนหรือการฝึกอบรมโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก

นอกจากนี้ยังมีคำอื่น ๆ ที่กำหนดขึ้นมามาก ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะประกอบด้วย 3 ส่วนผสมกันได้แก่ เครื่องมือ (Device) หน้าที่ (Function) และผลที่เกิดขึ้น (Effect) ซึ่งสรุปได้ดังนี้



ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงตรงกับคำต่อไปนี้

CAI (Computer Assisted Instruction หรือ Computer Aided Instruction)

CBT (Computer Based Teaching หรือ Computer Based Training)

CBE (Computer Based Education)

CAL (Computer Aided Learning)

CMI (Computer Managed Instruction)

CML (Computer Managed Learning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเทศไทยนั้นจะคุ้นเคยกับคำว่า CAI มากกว่าคำอื่น ๆ ส่วนภาษาไทยนั้นจะใช้คำว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บทเรียนสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ หรืออื่น ๆ

ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือบทเรียนสำเร็จรูปที่นำเสนอเนื้อหาสื่อ กิจกรรม การตรวจปรับการประเมินผลและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้อื่น ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์

► ลักษณะการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในรูปของบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนรายบุคคลทั้งในห้องเรียนของสถานศึกษา และการฝึกอบรมในสถานประกอบการ ลักษณะการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเหมาะสมกับสถานการณ์ต่อไปนี้

1. ใช้เพื่อสอนแทนผู้สอนทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การสอนแทนผู้สอนโดยตรง การสอนทบทวนการสอนเสริม เป็นต้น
2. ใช้เพื่อการศึกษาทางไกลผ่านสื่อโทรคมนาคม เช่น การเรียนการสอนทางไกล (Distance Learning)
3. ใช้กับเนื้อหาการสอนที่ซับซ้อน ไม่สามารถศึกษาได้จากของจริงโดยตรง เช่น การเปลี่ยนแปลงภายในโมเลกุล
4. ใช้กับลักษณะงานที่อันตรายมีความเสี่ยงต่อความเสียหายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฝึกอบรม เช่น การจำลองระบบการบิน (Flight Simulator)
5. ใช้กับสาระเนื้อหาที่ต้องการแสดงให้เห็นลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงทีละขั้น ๆ โดยการจำลองจากเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้นเร็วไปหรือช้าเกินไป
6. ใช้ในการฝึกอบรมพนักงานใหม่ โดยไม่ต้องเสียเวลาเริ่มงานเหมือนกับการฝึกอบรมแบบปกติ
7. ใช้เพื่อความเป็นมาตรฐานทั้งหลักสูตรการสอนและการฝึกอบรมให้เหมือนกันทุกแห่งที่ใช้หลักสูตรเดียวกัน

► ข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากผลการวิจัยในการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การเรียนการสอนในห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

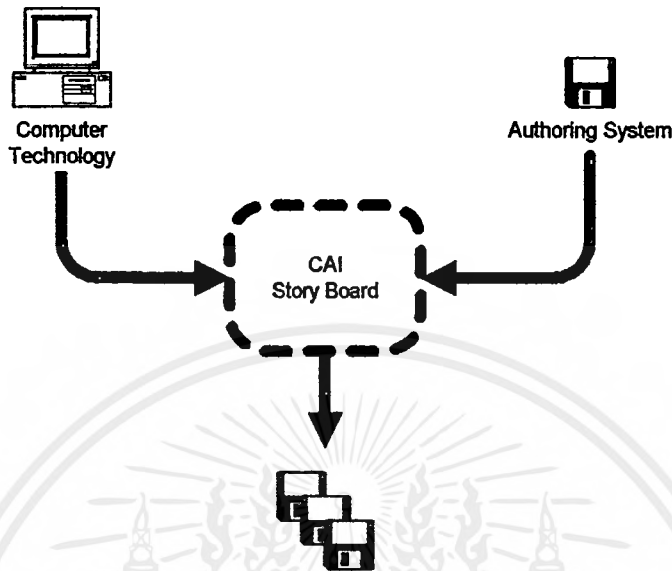
2. ลดเวลาเรียนลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนการสอนในห้องเรียน
3. ผู้เรียนสนใจการเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับบทเรียนอย่างแท้จริงโดยมีการโต้ตอบซึ่งกันและกันทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง
5. ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนด้วยตนเองนับตั้งแต่การจัดการบทเรียนเลือกเรียนกิจกรรมที่ตนถนัดจนถึงการประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสนอเนื้อหาได้รวดเร็วฉับไว เก็บเนื้อหาไว้ได้มากกว่าเสนอรูปภาพที่เคลื่อนไหวซับซ้อนและมีเสียงประกอบได้
7. สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

► ข้อเสียเปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อเสียเปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนการสอนปกติ จำแนกออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องลงทุนค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
2. ต้องมีการจัดเตรียมผู้เชี่ยวชาญหลายด้านมาระดมความคิดเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งด้านหลักสูตรการเรียนการสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผล และด้านการโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ระยะเวลาในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องใช้เวลามากสำหรับการพัฒนา การทดสอบและการปรับปรุงบทเรียน
4. ความยากในการออกแบบ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องออกแบบให้ยืดหยุ่นต่อการใช้งานมีทางเลือกที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความถนัดแตกต่างกันจึงเป็นการยากที่จะออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายที่มีความแตกต่างกัน

► ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์



ภาพส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

► ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วย

1. ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ตัวเครื่องและอุปกรณ์ประกอบที่ใช้เป็นทางผ่านของบทเรียนประกอบด้วยจอภาพ แป้นพิมพ์ เครื่องขับแผ่น Diskette เครื่องอ่าน CD-ROM ลำโพง และอื่น ๆ
2. ซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรมที่ใช้จัดการและนำเสนอบทเรียนเรียกว่า Authoring System เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ออกแบบมาเพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรง เช่น Authorware, Icon Author, TenCOR หรืออาจใช้ภาษาคอมพิวเตอร์พัฒนาบทเรียนก็ได้

► ลักษณะโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนการทบทวนการทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล ผู้เรียนแต่ละคนจะนั่งอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกโปรแกรมบทเรียนที่เตรียมไว้สำหรับการสอนในวิชานั้น ๆ ขึ้นมาแสดงบนหน้าจอภาพและอ่านทำความเข้าใจได้ตอบกับบทเรียนตามการจัดการของบทเรียนจนจบบทเรียน

ลักษณะที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทเรียนหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยสาระสำคัญ ๆ 5 ประการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสนับสนุนการสอนรายบุคคล
2. การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน
3. รูปแบบการนำเสนอบทเรียน
4. การจัดการบทเรียน
5. ประสิทธิภาพในการใช้งานของบทเรียน

► การสนับสนุนการเรียนรู้การสอนรายบุคคล

สาระสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสนับสนุนการเรียนรู้การสอนรายบุคคลจะประกอบด้วยลักษณะสำคัญดังนี้

1. การดำเนินบทเรียนด้วยตัวผู้เรียนเอง เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องแบ่งออกเป็นตอน ๆ ตอนละสั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ หรือ เฟรม (Frame) โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ดำเนินบทเรียนแต่ละเฟรมด้วยตัวเอง ในลักษณะของ Self-paging โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา ดังนั้นผู้เรียนที่ค่อนข้างเก่งหรือเร็วอาจจะดำเนินบทเรียนในแต่ละเฟรมเร็วกว่าผู้เรียนที่ค่อนข้างอ่อนหรือช้า
2. การตรวจปรับเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีการตรวจปรับเนื้อหาเป็นระยะ ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ การตรวจปรับมีสิ่งที่จะต้องพิจารณาดังนี้
 - 2.1 การเสริมแรง (Reinforcement) เมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องจะมีการเสริมแรงให้ทราบด้วยคำชมหรือภาพกราฟิกต่าง ๆ
 - 2.2 การแนะแนวทาง เมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิดบทเรียนจะต้องมีการแนะนำเพิ่มเติมเพื่อตรวจปรับความเข้าใจให้ถูกต้อง
3. บทเรียนต้องไม่จำกัดเวลาการเรียนรู้ แม้ว่าจะชื่อว่าบทเรียนช่วยสอนก็ตามแต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้กับการเรียนด้วยตนเองรายบุคคล ซึ่งผู้เรียนจะแยกเรียนตามความพร้อมของตนเอง บทเรียนจึงต้องไม่จำกัดเวลาในการเรียน แม้ว่าผู้เรียนจะตอบคำถามผิด หรือทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้องซ้ำแล้วซ้ำเล่าก็ตาม เนื่องจากไม่ต้องการแข่งขันด้านเวลาหรือแข่งกับผู้เรียนคนอื่น
4. การควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีสื่อกิจกรรมและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ให้เลือกเรียนหลายอย่างที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียน และประเมินผลการเรียนด้วยตนเองการควบคุมขั้นตอนของบทเรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะเลือกเรียนสิ่งใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทางเลือกของบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีทางเลือกที่กำหนดไว้ในเรื่องลักษณะของสาขา (Branching) ผู้เรียนที่เรียนได้เร็วมีการเรียนที่เร็วกว่าจะสามารถกระโดดข้ามเนื้อหาบางช่วงไปได้ ในขณะที่ผู้เรียนช้าจะต้องศึกษาเนื้อหาที่ละเอียดเพระม ๆ
6. ความเป็นมาตรฐานของบทเรียน รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องคงความเป็นมาตรฐานไว้เพื่อความเป็นระบบที่ถูกต้อง ไม่ว่าจะใช้ในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมก็ตาม มาตรฐานของบทเรียนจะต้องพิจารณาจากหลักสูตรเนื้อหาสื่อกิจกรรม และการประเมินผล

► การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน

การโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนมักจะกระทำขณะที่บทเรียนได้นำเสนอเนื้อหาใหม่ไปแล้ว เพื่อต้องการตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา หรือเพื่อฟื้นคืน (Recall) ความรู้เก่าที่ได้เรียนมาแล้วนอกเหนือจากแบบทดสอบก่อนหรือหลังบทเรียนซึ่งจะต้องมีส่วนนี้อยู่แล้ว

การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนอาจจะแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่ บทเรียนเป็นคำถามแล้วให้ผู้เรียนตอบ (Machine Initiated) ซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วไป ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นการถามโดยผู้เรียนแล้วให้บทเรียนได้ตอบ (Student Initiated) ซึ่งประเภทหลังนี้สร้างได้ยากกว่า

► รูปแบบการนำเสนอบทเรียน

การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกเป็น 7 รูปแบบดังนี้

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill) รูปแบบนี้จะเริ่มด้วยการเตรียมเนื้อหาให้ผู้เรียนอ่านก่อน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจ รูปแบบนี้มักจะเป็นบทเรียนสั้น ๆ แต่เน้นที่ตัวแบบฝึกหัดมากกว่า การเตรียมแบบฝึกหัดจะต้องมีจำนวนข้อมากอาจจะกระทำโดยวิธีสุ่มเลือกขึ้นมาเองโดยที่ผู้เรียนไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนหรือจำได้ในการทำครั้งแรกมาก่อนแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ที่มีคุณภาพจะต้องตรวจปรับได้ว่าถ้าผู้เรียนตอบอย่างหนึ่งจะแสดงผลอย่างหนึ่ง และถ้าผู้เรียนตอบอีกอย่างหนึ่งก็จะแสดงผลอีกอย่างหนึ่ง
2. แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่เป็นแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ เนื่องจากอาจเป็นการลอกเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพแทน และมีการสอนด้วยการตั้งคำถาม มีกิจกรรมให้เลือกทำ และมีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนให้ประเมินผลความรู้ แนวความคิด

- ของบทเรียนรูปแบบนี้มีอยู่ว่าการเรียนการสอนนั้นไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในสถานศึกษาเท่านั้น แต่ยังขยายวงกว้างไปถึงการฝึกอบรมในระดับและสาขาอาชีพต่าง ๆ อีกด้วย
3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) บทเรียนแบบนี้เป็นการนำเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง ลำดับเหตุการณ์ต่าง ๆ และเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยากไม่สามารถมองเห็นได้ ต้องอาศัยการจินตนาการซับซ้อนหรืออันตรายที่จะไปศึกษาเหตุการณ์จริง เช่น การจำลองอวัยวะภายในของมนุษย์โครงสร้างของอะตอม การจำลองระบบการบิน (Flight Simulator) การสร้างสถานการณ์การซื้อขายในตลาดหุ้น เป็นต้น การจำลองสถานการณ์มี 3 ลักษณะคือ
 - 3.1 การจำลองสภาพการทำงาน เช่น การจำลองระบบการเงิน การจำลองการขับรถ เป็นต้น
 - 3.2 การจำลองสภาพของระบบ เช่น การจำลองระบบการวางผังเมือง การจำลองระบบการจราจร เป็นต้น
 - 3.3 การจำลองสภาพประสบการณ์ เช่น การจำลองให้ผู้เรียนทำงานบางอย่างโดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาโดยที่การทำงานจริง ๆ อาจจะยังไม่เกิดขึ้น
 4. แบบเกมส์การสอน (Instructional Games) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้พัฒนามาจากแนวความคิดและทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement) บนพื้นฐานของการสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนานจะทำให้ได้ผลดีต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้สร้างขึ้นเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหาแนวความคิด และทักษะที่ได้เรียนไปแล้วคล้ายกับแบบ Drill แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุกตื่นเต้น ตัวอย่างของบทเรียนประเภทนี้ได้แก่ เกมส์คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เกมส์ทายตัวเลข เป็นต้น
 5. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) บทเรียนแบบนี้จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ไว้แล้ว ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตัวอย่างเช่น บทเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหาอาจจะต้องออกแบบบทเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดด้วย ความแตกต่างของตัวเลือก เช่น ถ้าตอบข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าตอบข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด แต่ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลข ดังนั้นเป็นต้น

6. แบบทดสอบ (Test) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้เป็นรูปที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น วัตถุประสงค์ก็เพื่อทดสอบความสามารถของผู้เรียน การทดสอบนี้อาจเป็นการทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) หรือหลังการเรียนรู้ (Post-test) การออกแบบข้อสอบ (item bank) ถูกลำเอียงใช้กัน ลักษณะของข้อสอบแบบนี้จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินผลได้ เช่น แบบทางเลือก ตอบแบบถูกผิด หรือแบบเติมคำว่าง ๆ ก็ได้

นอกเหนือจากบทเรียนทั้ง 6 แบบแล้วนักการศึกษาบางท่านยังจำแนกได้อีก เช่น แบบคำพบถึงใหม่ (Discovery) แบบผสมผสาน (Integrated) ซึ่งมีความแตกต่างไม่มากนักจากทั้ง 6 แบบ ที่กล่าวมาแล้ว แต่ในปัจจุบันมักจะพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องหนึ่ง ๆ จะผสมผสานหลาย ๆ รูปแบบโดยอยู่ภายใต้พื้นฐานของเนื้อหาและระดับความรู้ของกลุ่มผู้เรียนก็เป็นตัวแปรที่จะต้องพิจารณาด้วยประการหนึ่ง

► การจัดการบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นจะต้องมีการจัดการบทเรียนที่ดี นับตั้งแต่การนำเสนอเนื้อหาใหม่ การเสนอแนวทางเลือก การป้อนคำถามเพื่อตรวจสอบปรับเนื้อหา จนถึงการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนจะต้องศึกษากับบทเรียนแต่เพียงลำพัง องค์ประกอบหลักที่สำคัญได้แก่

1. การจัดการและการบริหารบทเรียน ในส่วนนี้ได้แก่ การดำเนินการบทเรียนนับตั้งแต่เริ่มบทเรียนจนถึงการออกแบบบทเรียน ซึ่งได้แก่ การเก็บข้อมูลการเรียนรู้ เช่นการลงทะเบียนเรียน การบันทึกผลการเรียนเข้าแฟ้มข้อมูล และการรายงานผลการเรียน เป็นต้น
2. ผลการเรียนรู้ การจัดการบทเรียนจะต้องรวมถึงการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียน นับตั้งแต่การทดสอบก่อนบทเรียน ระหว่างบทเรียน และการทดสอบหลังบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องนำเสนอผลการเรียนเหล่านี้ให้กับผู้เรียนทราบเหมือนการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ
3. การแนะแนวทางในการเรียน การออกแบบบทเรียนควรจะใช้หลัก Guided Discovery ซึ่งหมายถึงการจัดการบทเรียนให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเองจากการชี้แนะในจุดกว้าง ๆ และแคบลง ๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง การใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่นำไปใช้ในการจัดการกับเนื้อหาของบทเรียนได้

► ประสิทธิภาพในการใช้งานของบทเรียน

วัตถุประสงค์หลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เพื่อใช้สอนแทนผู้สอนในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การสอนเสริม การสอนแทนผู้สอนโดยตรงในลักษณะของการเรียนการสอนปกติในห้องเรียน และการฝึกอบรมในสถานประกอบการ ดังนั้นในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ครบทุกกระบวนการ ซึ่งสามารถนำไปใช้วัดหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นได้ การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะพิจารณาจาก

1. ความสมบูรณ์ของบทเรียนแต่ละหน่วย โดยพิจารณาตั้งแต่ขั้นแรกของบทเรียนแต่ละหน่วยจนถึงจุดสิ้นสุดซึ่งอาจเป็นแบบทดสอบท้ายบทเรียน
2. ผลคะแนนจากการเรียน หรือ ผลคะแนนจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน จะเป็นข้อมูลสำคัญที่จะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาปรับปรุงบทเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งจะส่งผลถึงประสิทธิภาพของบทเรียน
3. การเปรียบเทียบกับผู้เรียนกลุ่มอื่น วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้แพร่หลายในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การเปรียบเทียบผลการเรียนกับผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ เช่น เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติ แล้วนำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์เชิงสถิติข้อมูลที่ได้สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขประสิทธิภาพของบทเรียนได้

► บุคลากรทางด้านการออกแบบบทเรียน

กระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแตกต่างจากการใช้วิธีการสอนแบบอื่น ๆ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ช่วยผู้สอนทั้งในห้องเรียนและใช้ฝึกอบรมในสถานประกอบการได้ การเรียนการสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จะต้องละเอียดรอบคอบและมีความยืดหยุ่นมาก ดังนั้นกระบวนการออกแบบบทเรียนจึงต้องเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรเนื้อหา
2. ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน
3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อและวัสดุการสอน
4. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

► หน้าที่หลักของบุคลากรแต่ละฝ่ายมีดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและเนื้อหา บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมทั้งการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ขอบข่ายของเนื้อหา ตลอดจนวิธีวัดและประเมินผลหลักสูตร เรียกว่าเป็น Resource Person ทางด้านหลักสูตรและเนื้อหา
2. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน บุคลากรกลุ่มนี้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ตลอดจนมีความสำเร็จทางด้านการสอนเป็นอย่างดี มีความลึกซึ้งด้านเนื้อหา สามารถจัดลำดับความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอ การออกแบบและสร้างบทเรียน ตลอดจนรู้เทคนิควิธีการประเมินผล การเรียนรู้ บุคลากรกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยในการออกแบบบทเรียนที่มีคุณภาพและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น
3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อการเรียนการสอน บุคลากรด้านนี้จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำปรึกษาด้านการวางแผน การออกแบบบทเรียน การจัดวางรูปแบบ การออกแบบเนื้อหาแต่ละเฟรม การเลือกใช้ตัวอักษร เส้น ลาย สี รูปทรง กราฟิก และสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่จะช่วยดึงดูดความสนใจของบทเรียน
4. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บุคลากรกลุ่มนี้นับว่ามีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกมา เป็นกลุ่มบุคคลที่มีความชำนาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือเป็นโปรแกรมเมอร์โดยตรง ทำหน้าที่สร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับการเลือกใช้โปรแกรม Authoring System การใช้อุปกรณ์ประกอบการแก้ไขโปรแกรม รวมทั้งการทำเอกสารประกอบบทเรียน

ในกระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นระบบนั้นจำเป็นจะต้องมีการตั้งบุคลากรทั้ง 4 ฝ่าย เพื่อแยกแยะการทำงานและความรับผิดชอบให้ชัดเจนแต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัตินั้น ผู้ที่มีความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์จะสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แต่เพียงลำพัง เพียงแต่จะต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านดังกล่าวมาคอยให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อความสมบูรณ์ของบทเรียน ดังนั้นกระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นระบบจึงประกอบด้วยบุคคลหลายฝ่ายทั้งกลุ่มผู้เชี่ยวชาญผู้สร้างบทเรียนและบุคคลที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคลที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนในลักษณะของผู้บริหารโครงการซึ่งจะมีหน้าที่โดยสรุปดังนี้

1. วางแผนทางด้านงบประมาณและระยะเวลาในการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รวบรวมกลุ่มบุคคลที่รับผิดชอบในกระบวนการทั้งหมด
3. ประสานงานความร่วมมือระหว่างกลุ่มบุคคลที่ร่วมงาน
4. ควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของบทเรียนที่สร้างขึ้น
5. ควบคุมงบประมาณการสร้างบทเรียน
6. จัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ
7. รวบรวมบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อนำเสนอต่อไป

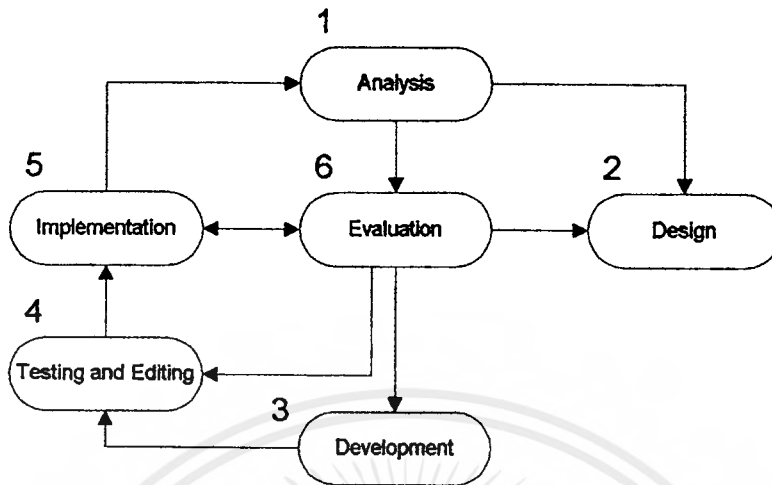
นอกเหนือจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ฝ่ายและผู้บริหารโครงการแล้วในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเกี่ยวข้องกับบุคคลต่าง ๆ ที่อยู่ในระดับปฏิบัติการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงได้แก่

1. ผู้ออกแบบบทเรียน (Instructional Designer) ทำหน้าที่ออกแบบบทเรียน (Courseware Design) โดยจัดทำอยู่ในรูปของเอกสาร เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์กิจกรรม และสื่อการประเมินผล การสร้าง Storyboard ของบทเรียนให้อยู่ในการควบคุม และการแนะนำจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ บุคลากรกลุ่มนี้นับว่าเป็นกลุ่มที่สำคัญที่สุดในการออกแบบบทเรียน
2. ผู้สร้างบทเรียน (Authors) ทำหน้าที่สร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์โดยการนำ Courseware ที่ได้ออกแบบเรียนร้อยแล้วซึ่งอยู่ในรูปแบบของ Storyboard นำมาสร้างเป็นบทเรียน โดยใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอและจัดการบทเรียน บุคลากรกลุ่มนี้จึงเป็นผู้ที่มีความรู้เรื่องโปรแกรมและระบบ Authoring System เป็นอย่างดี

► ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องกระทำเป็นวัฏจักรแบบครบวงจรประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)
2. การออกแบบบทเรียน (Design)
3. การพัฒนาบทเรียน (Development)
4. การทดสอบและแก้ไข (Testing and Editing)
5. การทดลองใช้งาน (Implementation)
6. การประเมินผลบทเรียน (Evaluation)



ภาพขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

► รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) ขั้นตอนนี้นับว่าสำคัญที่สุดของกระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะสร้างเป็นบทเรียนซึ่งจะได้มาในส่วนของเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วน รวมไปถึงแผนการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน
2. การออกแบบบทเรียน (Design) ขั้นตอนนี้เป็นการจำแนกเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยตามหัวเรื่องและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เพื่อจัดขอบข่ายเนื้อหาและส่วนที่เกี่ยวข้องสำหรับสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรวมทั้งการร่างบทเรียนและการออกแบบหน้าจอภาพ
3. การพัฒนาบทเรียน (Development) ขั้นตอนนี้เป็นการนำแบบร่างบทเรียนที่ได้จากการออกแบบมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะ ของ Authoring System หรือใช้ภาษาคอมพิวเตอร์พัฒนา
4. การทดสอบและแก้ไข (Testing and Editing) บทเรียนที่ได้สร้างขึ้นจะถูกนำมาทดสอบในขั้นต้นกับกลุ่มเป้าหมาย และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีคุณภาพเหมาะสมยิ่งขึ้น
5. การทดลองใช้งาน (Implementation) ขั้นตอนนี้จะทำหลังจากที่ได้มีการทดสอบการใช้งานของบทเรียนที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยกระทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบบทเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปสรุปหาประสิทธิภาพของบทเรียนในขั้นต่อไป

6. การประเมินผลบทเรียน (Evaluation) ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปที่ได้จากการทดสอบการใช้งานของบทเรียนกับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อประเมินผลหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่จะนำไปใช้งานต่อไป หรือ ข้อมูลที่ได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเพื่อความเหมาะสมของบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคลที่ใช้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ในลักษณะของภาพ เสียง และการโต้ตอบมานำเสนอบทเรียนในกระบวนการเรียนรู้ทั้งกระบวนการ เมื่อเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เปลี่ยนไปเราสามารถใช้อุปกรณ์หลาย ๆ อย่างร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพในลักษณะสื่อประสม (Multimedia) ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันประยุกต์เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบใหม่ของการนำเสนอบทเรียน

► รูปแบบการนำเสนอบทเรียนจำแนกออกเป็น 3 ระดับคือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝังเดิม (Embedded CAI)
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย (Multimedia CAI)
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภูมิปัญญา (Intelligent CAI)

► บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝังเดิม (Embedded CAI)

เป็นรูปแบบการนำเสนอแบบเก่า นับตั้งแต่เริ่มแรกที่ได้มีการพัฒนาขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบเมนเฟรมที่อาศัยภาพและข้อความเป็นหลักในการนำเสนอบทเรียน การโต้ตอบจะยังมีอยู่น้อย แต่อย่างไรก็ตามบทเรียนแบบฝังเดิมนี้อาศัยหลักการเรียนรู้ทุกประการส่วนประกอบของบทเรียนจึงมีครบถ้วน

► บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย (Multimedia CAI)

เป็นรูปแบบการนำเสนอบทเรียนแบบใหม่ที่ผสมผสานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันทั้งภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก เสียง การตอบโต้ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนอื่นเข้าด้วยกันเพื่อสร้างสรรค์ให้บทเรียนเป็นการเรียนรู้อย่างธรรมชาติที่สุด ซึ่งเรียกว่าสื่อผสม Multimedia บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียจะประกอบด้วยอุปกรณ์หนึ่งหรือหลายอย่างดังนี้

1. อุปกรณ์ด้านอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ✓ CD-ROM เป็นแผ่นเก็บข้อมูลแบบ CD ที่มีความจุสูงถึง 650 Mbytes หรือมากกว่า สำหรับเก็บภาพ และเสียงที่ใช้หน่วยความจำมากในรูปของสัญญาณดิจิทัล
- ✓ Optical Disk เป็นแผ่นเก็บข้อมูลที่ทำงานด้วยแสงลักษณะคล้ายกับ CD แต่สามารถบันทึกข้อมูลลงไปได้ตามต้องการทั้งภาพ เสียง และข้อความ
- ✓ Scanner เป็นเครื่องอ่านข้อมูลที่เป็นข้อความจากภาพหรือคันฉับเข้าไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ในรูปของสัญญาณดิจิทัล
- ✓ Digitizing Camera เป็นกล้องถ่ายภาพสำหรับถ่ายภาพของจริงแบบดิจิทัลลงบนฟิล์มที่เป็น Disc หรือหน่วยความจำโดยตรง
- ✓ DAT (Digital Audio Tape) เป็นเครื่องอ่านสัญญาณเสียงต่าง ๆ ในรูปของสัญญาณดิจิทัล
- ✓ Magnetic Disk เป็นแผ่นเก็บข้อมูลทั้งภาพ ข้อความ เสียง ทั้ง ๆ ไป
- ✓ Video Camera เป็นกล้องถ่ายภาพสัญญาณโทรทัศน์สำหรับถ่ายภาพเคลื่อนไหวและเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยจะต้องต่อผ่านวงจร Video Capture Board
- ✓ Video Tape Player เป็นเครื่องอ่านสัญญาณโทรทัศน์ในรูปของสัญญาณอนาล็อกที่ใช้กันอยู่ทั่วไป
- ✓ Laser Disc Player เป็นเครื่องเล่นแผ่น Laser disc สำหรับภาพเคลื่อนไหวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ผ่าน Video Capture Board เช่นเดียวกับ Video Tape Player
- ✓ Microphone ใช้สำหรับบันทึกเสียงพูดเข้าในบทเรียนผ่านวงจรสร้างเสียง Sound Board
- ✓ CD Audio Player เป็นเครื่องเล่น CD สำหรับเสียงต่าง ๆ เช่น เสียงดนตรี เสียงประกอบบทเรียนที่ใช้กันอยู่ทั่วไป
- ✓ Midi Synthesizer เป็นเครื่องกำเนิดเสียงต่าง ๆ ทั้งเสียงดนตรีและเสียงประกอบอื่นๆ เพื่อใช้ประกอบบทเรียน

2. อุปกรณ์ด้านเอาต์พุต

- ✓ Monitor เป็นจอภาพแสดงผลที่มีความคมชัดสูงสำหรับแสดงภาพ หรือบทเรียนที่ต้องการความชัดเจนสูง เช่น Monitor ของคอมพิวเตอร์
- ✓ Optical disk ใช้สำหรับเก็บบันทึกบทเรียนลงในแผ่น CD ที่ทำงานในลักษณะของแสง
- ✓ Magnetic Disk ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลบทเรียนลงบนแผ่น Magnetic disk ใช้กันอยู่ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ✓ Laser Printer ใช้สำหรับพิมพ์บทเรียนในรูปแบบของเอกสารทั้งที่เป็นสีและขาวดำ
- ✓ Television เป็นเครื่องรับโทรทัศน์ทั่วไปที่ใช้แสดงบทเรียน ซึ่งต้องการต่อผ่านวงจร Genlock Board
- ✓ Projection TV เป็นเครื่องขยายภาพจากสัญญาณโทรทัศน์ให้มีขนาดโตขึ้นใช้กับผู้เรียนจำนวนมาก
- ✓ ลำโพง (Speaker) เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นเสียงเพื่อนำเสนอบทเรียน
- ✓ Midi synthesizer เป็นเครื่องเก็บบันทึกเสียงดนตรี เสียงประกอบต่าง ๆ โดยผ่านวงจร Midi Converter

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากกว่าแบบเก่า เนื่องจากบทเรียนประเภทนี้ได้ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว และเกิดความคงทนในการจดจำเนื้อหา โดยเน้นความเป็นธรรมชาติของการสื่อสารมากที่สุด ซึ่งจะต้องประกอบด้วยภาพ เสียง และการโต้ตอบที่เห็นได้ชัดเจนและเป็นจริง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการผสมผสานสื่อจากอุปกรณ์ทั้งด้านอินพุตและเอาต์พุตให้เป็นไปอย่างมีระบบภายใต้วัตถุประสงค์ของบทเรียนที่กำหนด

▶ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภูมิปัญญา (Intelligent CAI)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าเสนอบทเรียนในลักษณะนี้มีอยู่จำนวนน้อยซึ่งจัดว่าเป็นระดับสูงสุด โดยที่บทเรียนจะสามารถนำเสนอเนื้อหาได้โดยการวิเคราะห์จาก การโต้ตอบของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนตอบคำถามได้บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาที่ยากขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ผู้เรียนที่ตอบคำถามไม่ได้ การนำเสนอบทเรียนก็จะแตกต่างกันออกไป บทเรียนประเภทนี้ ไม่ได้เน้นความสำคัญของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของมัลติมีเดียมากนัก เนื่องจากจะใช้กับกลุ่มผู้เรียนในระดับสูงขึ้น บทเรียนประเภทนี้มักถูกเรียกว่า ICAI (Intelligent Computer Assisted Instruction)

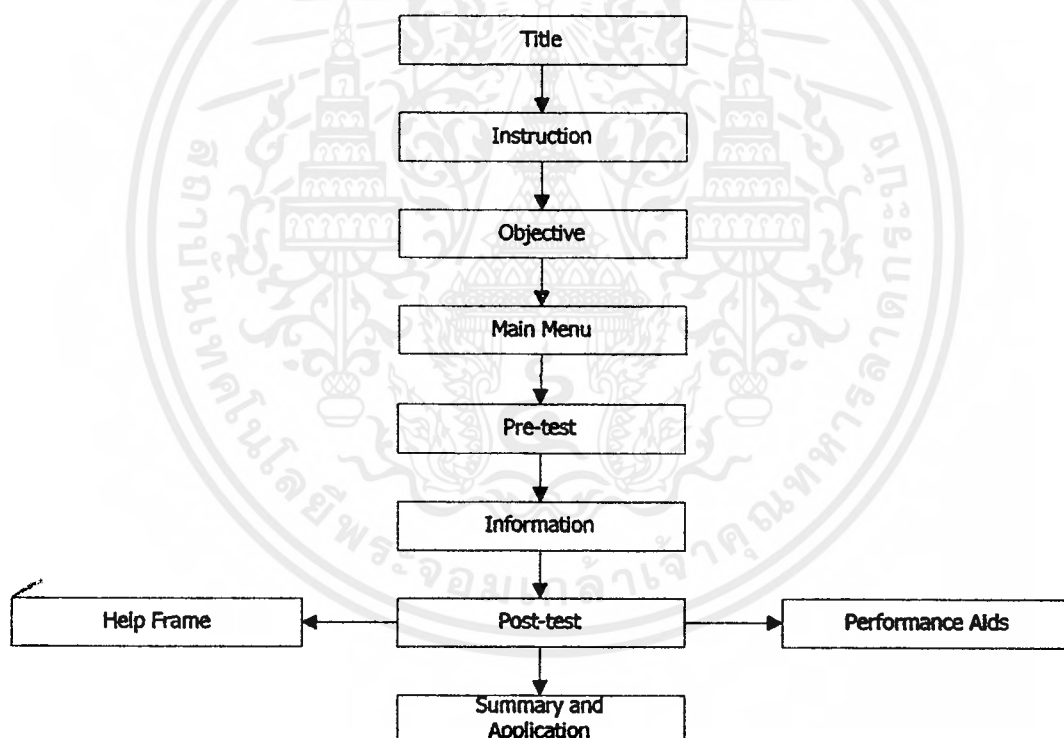
▶ ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งได้ประยุกต์วิธีการบางส่วนมาจากบทเรียนสำเร็จรูป แต่เพิ่มเทคนิควิธีการนำเสนอ และส่วนประกอบอื่น ๆ อันเป็นลักษณะคุณสมบัติพิเศษของเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าไป ทำให้เป็นบทเรียนที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้นสามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้ ดังนั้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของบทเรียนจึงอยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันกับบทเรียนทั่ว ๆ ไปที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

► ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. บทนำเรื่อง (Title)
2. คำชี้แจงบทเรียน (Instruction)
3. วัตถุประสงค์บทเรียน (Objective)
4. รายการให้เลือก (Main Menu)
5. แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test)
6. เนื้อหาบทเรียน (Information)
7. แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post-test)
8. บทสรุปและการนำไปใช้งาน (Summary and Application)



ภาพส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 1

► รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. บทนำเรื่อง (Title) บทนำเรื่องประกอบด้วยภาพนำเรื่อง ชื่อเรื่อง และเทคนิคต่าง ๆ ประกอบส่วนนี้เป็นส่วนแรกของบทเรียนที่จะดึงความสนใจ และกระตุ้นให้ผู้

เรียนอยากติดตามบทเรียนตามหลักการของ Gagne กล่าวว่ายในขั้นนี้จะต้องใช้เทคนิค เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ ทั้งภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก สี เสียง ผสมผสานกันเพื่อเร้าและปลุกกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสื่อต่าง ๆ ในเวลาอันสั้นกระชับและตรงจุดซึ่งอาจจะตามด้วยข้อหวัข้อเรื่องของบทเรียนแล้วอาจจะค้างภาพดังกล่าวนี้ไว้บนจอจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นใด ๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียนในการมีส่วนร่วมในบทเรียนเป็นการเริ่มต้น

2. คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) ส่วนนี้เป็นลำดับที่สองของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นส่วนที่จำเป็นต้องแจ้งให้ผู้เรียนได้รับรู้ เช่น วิธีการใช้บทเรียน การใช้แป้นพิมพ์ การตอบคำถาม การใช้ Mouse การเก็บคะแนน การเก็บรักษาบทเรียนและอื่น ๆ ตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนเห็นว่ามีความจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียน ในส่วนนี้ควรนำเสนอด้วยข้อความสั้น ๆ กระชับเป็นทางการและไม่ควรใช้เทคนิคพิเศษแต่อย่างใด แต่ถ้าบทเรียนใช้เทคนิคพิเศษในการโต้ตอบ เช่น การใช้ Mouse อาจจะจำเป็นต้องมีการทดลองใช้ Mouse เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนคุ้นเคยก่อนใช้งานจริง
3. วัตถุประสงค์ (Objective) วัตถุประสงค์ในส่วนนี้กำหนดไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบความคาดหวังของบทเรียน เพื่อพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกได้เมื่อสิ้นสุดบทเรียน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามหลักการแล้วส่วนนี้ถือว่ามีความสำคัญมาก ส่วนจะมีจำนวนข้อเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์มาตั้งแต่ตอนต้น

การนำเสนอวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนนี้จะนำเสนอครั้งละข้อ ๆ หรือนำเสนอครั้งเดียวครบทุกข้อก็ได้แต่ไม่ควรใช้เวลาในขั้นตอนนี้นานนัก

4. รายการให้เลือก (Main Menu) รายการให้เลือกเป็นส่วนที่แสดงหัวเรื่องย่อย ๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามลำดับก่อนหลัง หรือ ตามความสามารถของตนเอง (ถ้าเปิดโอกาสให้เลือก) ในส่วนนี้จะประกอบด้วย เฟรมข้อความเพียงเฟรม ๆ เดียวโดยมีรายการให้เลือกด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น กดตัวเลข ตัวอักษร เลื่อนแถบแสงคลิก Mouse หรือวิธีการอื่น ๆ (ในกรณีที่บทเรียนมีเพียงหัวเรื่องเดียว โดยไม่มีหัวเรื่องย่อยก็ไม่ต้องมีรายการให้เลือกนี้)

การนำเสนอในส่วนนี้อาจจะนำเสนอในลักษณะของ Learning Map ก็ได้ซึ่งหมายถึงการแสดงผลหัวเรื่องย่อยในลักษณะของไดอะแกรม เช่น บล็อกไดอะแกรมแสดงรายชื่อของหัวเรื่องย่อยทั้งหมดในรูปของความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนทราบถึงความสัมพันธ์ของหัวเรื่องทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ส่วนประกอบขั้นต่อไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ แบบทดสอบก่อนบทเรียนซึ่งมีไว้เพื่อประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนในขั้นต้นก่อนที่ผู้เรียนจะเริ่มเรียนว่ามีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ หรือมีอยู่ในระดับใดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะนำไปใช้อย่างไรหรือไม่ เช่น อาจนำผลการทดสอบไปจัดลำดับการเข้าสู่บทเรียนผู้ที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบค่อนข้างดีอาจจะข้ามบทเรียนบางส่วนได้ ในทางตรงกันข้ามหากผลการทดสอบของผู้เรียนคนใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์อาจจะถูกตัดสิทธิ์ไม่ให้เรียน หรือจะต้องเรียนตั้งแต่ต้นบทเรียนก็ได้

แบบทดสอบที่นิยมใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไป จะเป็นแบบที่ตรวจวัดง่ายและแปรผลเป็นคะแนนได้สะดวก เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ หรือบางกรณีอาจจะใช้แบบเติมคำสั้น ๆ ก็ได้ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์ของผู้ออกแบบบทเรียน

6. เนื้อหาบทเรียน (Information) ส่วนนี้นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และใช้เวลามากกว่าส่วนอื่น ๆ เป็นส่วนที่น่าสนใจเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียนโดยการนำเสนอในรูปของการถามตอบ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์บทเรียนจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่บทเรียนกำหนดไว้

ส่วนประกอบของเนื้อหาบทเรียน

- 6.1 เนื้อหาใหม่ (New Information)
- 6.2 เฟรมช่วยเหลือแนะแนวทางการเรียน (Help Frame)
- 6.3 สื่อเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทาง (Performance Aids)

เนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องนำเสนอเป็นเฟรม ๆ ประกอบด้วยข้อความสั้น ๆ ภาพโดยพยายามใช้ภาพแทนคำพูดหรือคำอธิบายให้มากที่สุด ทั้งภาพจริง ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพกราฟิก นอกจากนี้แล้วการนำเสนอเนื้อหาใหม่ยังต้องยึดหลักการเรียนรู้รายบุคคล ได้แก่

1. การตรวจปรับเนื้อหา
2. การเสริมแรง
3. การสรุปเนื้อหา

ในส่วนของการตรวจปรับเนื้อหา ได้แก่คำถามที่ใช้ในระหว่างการนำเสนอเนื้อหาเพื่อดำเนินบทเรียนไปตามแนวทางที่กำหนดไว้ โดยใช้คำถามเพื่อตรวจปรับความเข้าใจในเนื้อหาเป็นระยะ ๆ โดยยึดหลักประสิทธิภาพการเรียนรู้จากสิ่งที่ย้ายไปสู่สิ่งยาก จากสิ่งที่รู้แล้ว ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

การเสริมแรงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการนำเสนอบทเรียน เพื่อเสริมให้ผู้เรียนมีกำลังใจ และสนใจต่อบทเรียนภายหลังจากที่ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียนการนำเสนอ ในส่วนนี้อาจจะใช้คำพูด เช่น ถูก/ผิด ใช้รูปภาพ/กราฟิก หรือใช้คะแนนก็ได้

การสรุปเนื้อหานับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่ง ภายหลังจากการนำเสนอเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ เพื่อสรุปประเด็นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาส่วนนั้นไปใช้งานต่อไป

เมื่อมีการนำเสนอเนื้อหาใหม่และมีการตรวจปรับด้วยคำถามจึงจำเป็นต้องมีเฟรมเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางหรือเฉลยให้ผู้เรียน ในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้ เข้าใจคลาดเคลื่อน หรือตอบคำถามผิดเพื่อปรับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหรือคำถามนั้นก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาช่วงต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะตัดสินใจอย่างไร

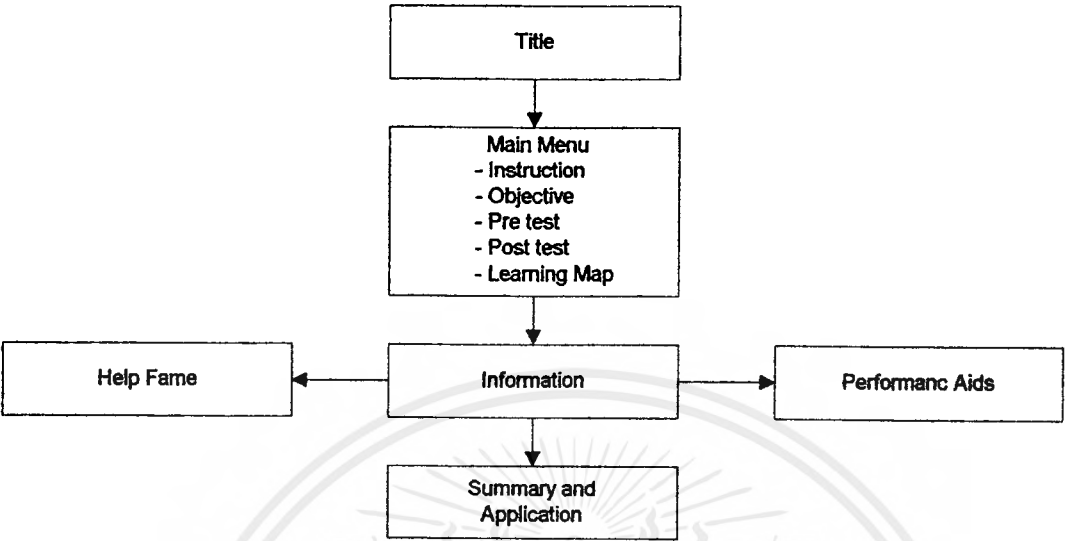
นอกจากนี้ยังต้องมีสื่อเพิ่มเติมแนะแนวทาง (PerformanceAids) เป็นต้นว่า กรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ตอบคำถามไม่ได้ผู้ออกแบบบทเรียนอาจกำหนดสื่ออย่างอื่น เช่น เทปโทรทัศน์ หรือตำราอ่านเพิ่มเติมเพื่อช่วยเหลือและแนะแนวทางการเรียน

7. แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post-test) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนเนื้อหาไว้เพื่อตรวจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Performance Test) เพื่อตรวจวัดและประเมินผลดูว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจจะออกแบบบทเรียนให้ไปเรียนซ้ำในส่วนที่ทำแบบทดสอบไม่ได้ หรือกลับไปดูรายการให้เลือกใหม่ก็ได้

เช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนบทเรียนที่นิยมใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เนื่องจากการแปรผลเป็นคะแนนทำได้ง่ายกว่า

8. บทสรุปและการนำไปใช้งาน (Summary and Application) ส่วนนี้เป็นส่วนสุดท้ายของบทเรียน ประกอบด้วยเฟรมที่นำเสนอข้อความที่สรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ผ่านมาในบทเรียน เพื่อสรุปประเด็นต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนที่สามารถนำไปใช้งาน หรือไปใช้ศึกษาต่อในหัวเรื่องถัดไปหรือในบทเรียนอื่น ๆ

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 8 ส่วนนี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่ว ๆ ไปได้เป็นอย่างดี แต่บางส่วนอาจจะสลับกันได้ซึ่งจะยึดหยุ่นตามลักษณะของบทเรียน ปริมาณของเนื้อหา กลุ่มเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน ซึ่งอาจจะนำเสนอรูปแบบอื่นอีกได้ดังนี้



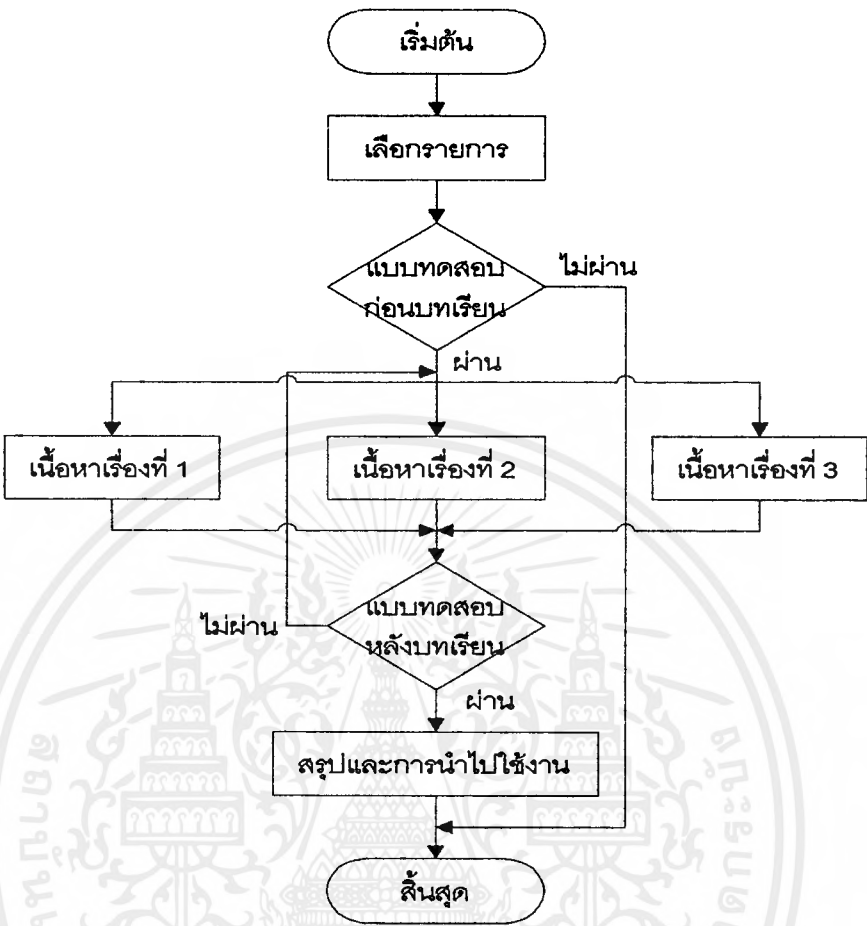
ภาพส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2

รูปแบบนี้เหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นเนื้อหาทั่วไป ไม่เจาะจงกลุ่มเป้าหมาย ดังนั้นจึงรวมเอาคำชี้แจงบทเรียน วัตถุประสงค์ และทดสอบก่อนและหลังบทเรียน และแผนผังการเรียนไปรวมไว้เป็นรายการต่าง ๆ ของรายการให้เลือก โดยไม่บังคับว่าผู้เรียนจะต้องเลือกปฏิบัติให้ครบ ดังนั้นรูปแบบนี้จึงมิได้หวังผลต่อการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนเท่าใดนัก แต่ก็ยังคงส่วนประกอบของบทเรียนเอาไว้ครบถ้วน

► **รูปแบบการจัดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

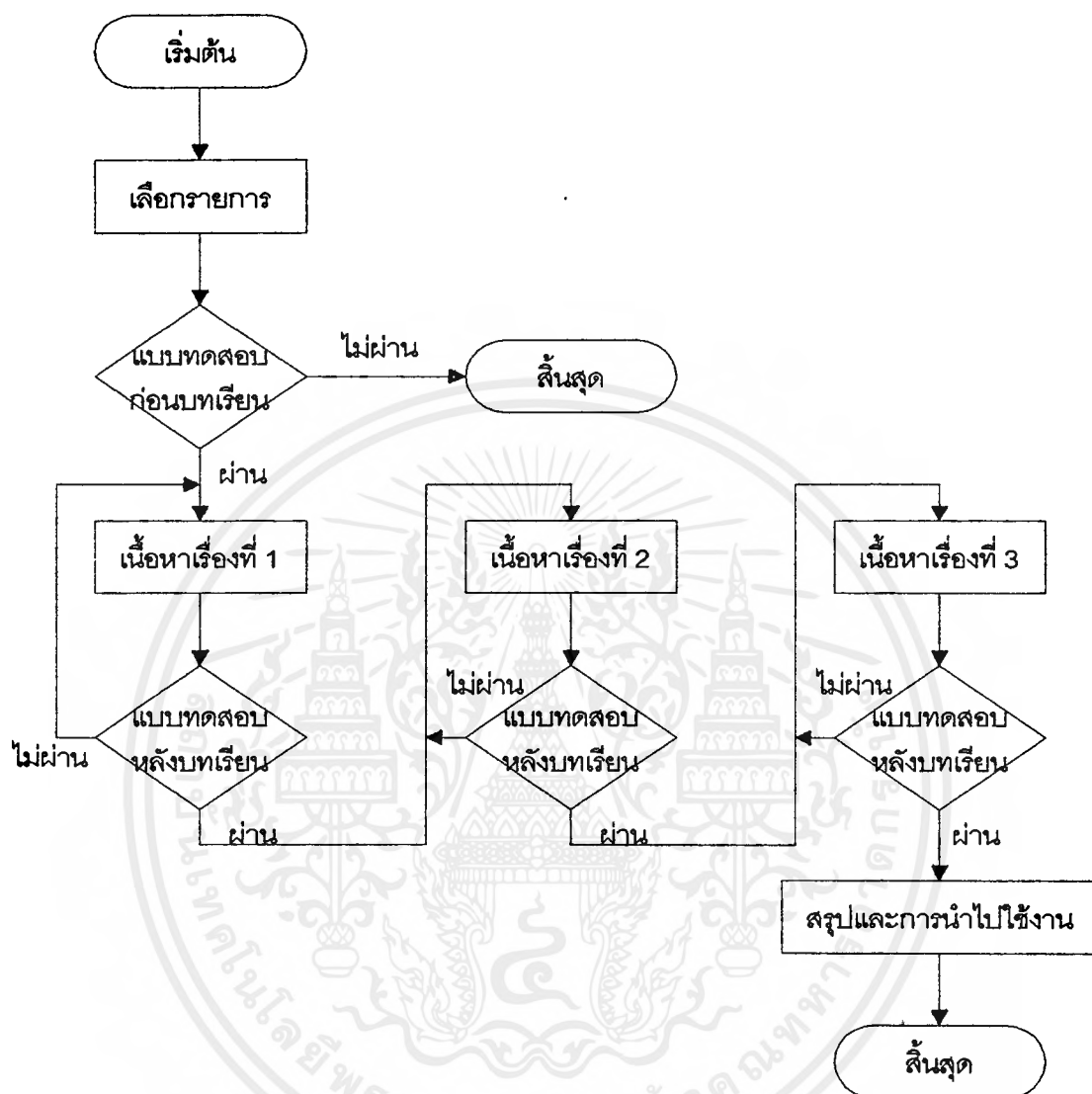
การจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำแนกออกเป็น 3 รูปแบบ

1. สำหรับเนื้อหาที่เป็นอิสระไม่สัมพันธ์กัน แบบนี้จะแยกแยะทดสอบหลังบทเรียนไปไว้ในส่วนหลังของเนื้อหาทั้งหมด จึงเหมาะสมสำหรับเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องกันผู้เรียนจะเลือกเนื้อหาเรื่องใดก่อนก็ได้แต่จะต้องเรียนครบทุกเรื่องก่อนจึงจะทำแบบทดสอบหลังบทเรียน



ภาพการจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน

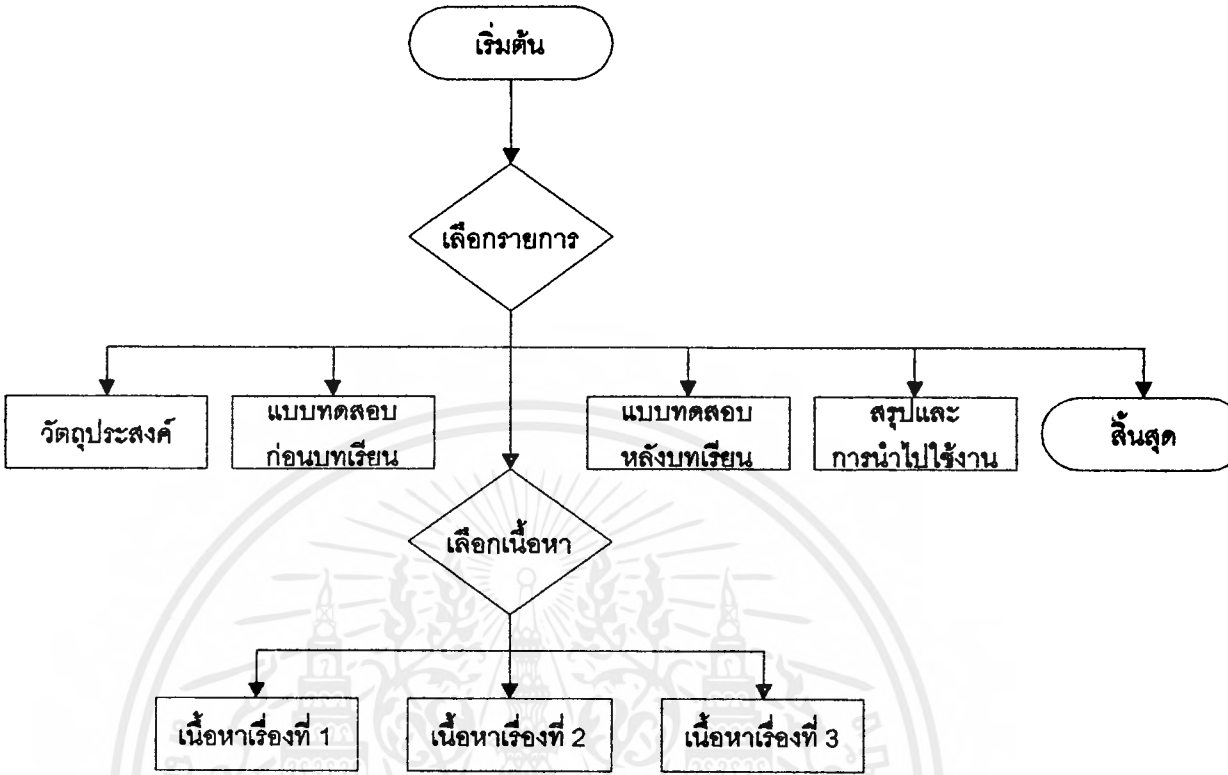
2. ภาพสำหรับเนื้อหาที่ต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กัน แบบนี้เหมาะสำหรับเนื้อหาที่ต่อเนื่องกันหรือสัมพันธ์กัน ผู้เรียนที่จะศึกษาเนื้อหาเรื่องหลัง ๆ ได้จะต้องผ่านการเรียนและผ่านเกณฑ์ทดสอบจากเรื่องแรก ๆ มาก่อนซึ่งกรณีนี้หมายถึงเนื้อหาแต่ละเรื่องแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานของเนื้อหาเรื่องหลังตามลำดับกัน



ภาพการจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเนื้อหาที่ต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กัน

- สำหรับเนื้อหาทั่ว ๆ ไป ไม่เน้นรูปภาพการเรียนการสอนแบบนี้เหมาะสำหรับเนื้อหาทั่ว ๆ ไปที่ไม่เน้นรูปแบบการสอน ผู้เรียนมีอิสระอย่างเต็มที่ในการเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามใจชอบโดยจะทำแบบทดสอบหรือไม่ก็ได้ ส่วนประกอบทุกอย่างจะเป็นรายการหนึ่งของรายการให้เลือก จึงเหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่เจาะจงกลุ่มเป้าหมายผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพการจัดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเนื้อหาที่ไม่เน้นรูปแบบการสอน

► การออกแบบหน้าจอ (Screen Design)

การออกแบบหน้าจอ (Screen Design) นับว่าเป็นส่วนสำคัญของของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากส่วนของการนำเสนอบทเรียนกับผู้เรียนทั้งการสื่อความหมายและการได้ตอบบทเรียน บทเรียนที่มีเนื้อหาดีแต่ถ้านำเสนอหน้าจอกภาพไม่ดีคุณค่าของบทเรียนก็จะตกลงไป ในทำนองเดียวกันถ้าบทเรียนนำเสนอหน้าจอกภาพได้ดีเหมาะสมกับวัตถุประสงค์และสอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียน ก็จะเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนมากขึ้น ทำให้ชวนติดตามบทเรียนยิ่งขึ้นและมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้สูงขึ้น

► องค์ประกอบที่มีผลต่อการออกแบบหน้าจอ

การออกแบบหน้าจอให้ดึงดูดความสนใจจะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ความละเอียดของการแสดงผล (Screen Resolution)
2. การใช้สี
3. รูปแบบของการจัดหน้าจอ
4. การนำเสนอเนื้อหาที่เป็นข้อความ

5. รูปแบบการควบคุมบทเรียน

► ความละเอียดของการแสดงผล (Screen Resolution)

ส่วนนี้นับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ภาพหรือข้อความที่จะปรากฏบนจอภาพมีความสวยงามและสะดวกต่อการอ่าน ความละเอียดของการแสดงผลของจอภาพจะขึ้นอยู่กับจำนวนจุดที่จะประกอบกันเป็นภาพ (Pixel) ถ้าจำนวนจุดยิ่งมากภาพที่แสดงจะมีความคมชัดมาก แต่จะเปลืองเนื้อที่หน่วยความจำมากกว่าภาพที่ประกอบขึ้นจากจำนวนจุดน้อย ๆ ความละเอียดของจอภาพจะจำแนกออกเป็นสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

1. สภาวะของการแสดงข้อความ (Text Only) จอภาพจะแสดงผลเป็นอักขระจำนวน 25 บรรทัด ๆ ละ 80 ตัวอักษร
2. สภาวะ CGA (Color Graphic Adapter) จอภาพจะแสดงผลได้ทั้ง 40 และ 80 ตัวอักษรภายใต้จำนวน 4 สีด้วยกัน (640x200 Pixels)
3. สภาวะ EGA (Enhanced Graphic Adapter) จอภาพจะแสดงผลจำนวน 80 ตัวอักษรภายใต้สีจำนวน 16 สีด้วยกัน (640x350 Pixels)
4. สภาวะ VGA (Video Graphic Adapter) จอภาพจะแสดงผลจำนวน 80 ตัวอักษรภายใต้สีจำนวน 256 สีขึ้นไป (640x480 Pixels)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วไปในปัจจุบันจะแสดงผลบนจอภาพสีจึงกำหนดความละเอียดของภาพเป็นสภาวะ VGA ซึ่งมีจำนวนจุดของภาพ 640x480 Pixels (เรียกว่า Standard VGA) เป็นอย่างต่ำในการแสดงภาพกราฟิกที่มีความละเอียดมาก ๆ อาจจะต้องเพิ่มความละเอียดของภาพขึ้นไป เช่น 800x600 Pixels, 1024x768 Pixels หรือ 1280x1024 Pixels เป็นต้น

► การใช้สี

สีนับว่าเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบหน้าจอแม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแสดงด้วยจอสี แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้ใช้สีได้ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนจะต้องใช้สายตาอ่านบทเรียนเป็นเวลานาน ถ้าบทเรียนนำเสนอด้วยสีร้อน (Hot Color) อาจจะทำให้ความระคายเคืองแก่สายตาผู้เรียนได้

สีร้อน (Hot color)	สีเย็น (Cool color)
สีแดง	สีฟ้า
สีส้ม	สีเขียว
สีเหลือง	สีน้ำเงิน
สีน้ำตาล	สีม่วง-ฟ้า

► ข้อพิจารณาบางประการในการเลือกใช้สีสำหรับการออกแบบหน้าจอ

- 1. สีพื้น (Blackground) ปกติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไปจะใช้สีขาว (Write) หรือสีเทาอ่อน (Light Gray)
- 2. สีข้อความ (Text) ในการนำเสนอเนื้อหา หรือบทบรรยายเรื่องจะใช้สีเขียว เช่นสีน้ำเงิน (Dark Blue) สีเขียวเข้ม (Dark Green) หรือสีที่ค่อนข้างตัดกับสีพื้น เช่นสีม่วง (Purple) สีฟ้า (Blue) สีดำ (Black)
- 3. หลีกเลี่ยงการใช้สีร้อนนำเสนอข้อความโดยเฉพาะ สีแดง (Red) สีส้ม (Orange) สีเหลือง (Yellow) สีเหลืองเข้ม (Chartreuse) หรือสีเ็นบางสี เช่น สีฟ้าอ่อน (Light Blue) สีเขียวอ่อน (Light Green)
- 4. ส่วนของเนื้อหา ข้อความ เส้นขอบ สัญลักษณ์และส่วนอื่น ๆ ที่ต้องการเน้น ให้ใช้สีที่แตกต่างจากสีปกติ ส่วนใหญ่แล้วจะนิยมใช้สีร้อน เช่น สีแดง สีม่วงเข้ม สีส้ม สีชมพู
- 5. ไม่ควรใช้สีเกินกว่า 4 สี ในเฟรม ๆ หนึ่ง ยกเว้นภาพกราฟิก
- 6. ควรใช้สีที่เป็นเอกภาพ ไม่ควรเปลี่ยนสีกลับไปกลับมาในบทเรียนเดียวกัน

► รูปแบบของการจัดหน้าจอ

การจัดหน้าจอเป็นระเบียบเรียบร้อยสวยงาม สะอาดตา และสะดวกต่อการใช้บทเรียนจะเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจได้ดี ดังนั้นการจัดหน้าจอจึงต้องมีรูปแบบซึ่งผู้ออกแบบจะต้องร่างดูก่อน แล้วทดลองแสดงผลหน้าจอภาพเพื่อดูความเหมาะสมในการใช้งาน ต่อจากนั้นจึงยึดถือรูปแบบนั้นเป็นมาตรฐานสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะสร้างตลอดทั้งบทเรียน

► ส่วนประกอบของหน้าจอสำหรับการนำเสนอ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ นับตั้งแต่ชื่อเรื่อง คำชี้แจง วัตถุประสงค์ รายการให้เลือก แบบทดสอบก่อนบทเรียน เนื้อหาบทเรียน และแบบทดสอบหลังบทเรียน ดังได้กล่าวมาแล้ว สำหรับช่วงการให้เนื้อหาบทเรียนจะต้องออกแบบหน้าจอให้สะดวกต่อการนำเสนอมากที่สุด เนื่องจากส่วนนี้ผู้เรียนจะต้องใช้เวลาามากที่สุด ส่วนประกอบของหน้าจอสำหรับการนำเสนอเนื้อหาควรประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อเรื่อง (Topic) ซึ่งรวมถึงชื่อบทเรียนย่อยหรือโมดูลย่อยที่จะต้องแสดงให้ผู้เรียนทราบขณะศึกษากำลังเรียนในหัวเรื่องใดอยู่
2. เนื้อหาบทเรียน เป็นส่วนสำคัญของหน้าจอที่จะต้องใช้น้อยที่ส่วนใหญ่ของจอภาพเพื่อนำเสนอเนื้อหาโดยทั่วไปจะจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 คอลัมน์สำหรับแสดงภาพส่วนหนึ่งและเนื้อหาอีกส่วนหนึ่ง
3. แป้นพิมพ์หรือส่วนที่ใช้ควบคุมบทเรียนได้แก่
 - 3.1 แป้นพิมพ์บังคับให้บทเรียนเปลี่ยนเฟรมถัดไป ปกติจะให้แป้นเป็น Space Bar เนื่องจากเป็นแป้นที่ชาวกว่าแป้นอื่นทำให้สะดวกต่อการกด
 - 3.2 แป้นพิมพ์บังคับให้บทเรียนย้อนกลับไปยังเฟรมที่ผ่านมา
 - 3.3 แป้นพิมพ์บังคับให้ออกจากบทเรียนกรณีที่ไม่ต้องการศึกษาบทเรียนเนื้อหาต่อไปปกติจะใช้แป้น ESC เนื่องจากอยู่ข้างบนสุด
 - 3.4 แป้นพิมพ์ขอความช่วยเหลือในการใช้บทเรียน
4. การตรวจปรับเนื้อหาหน้าจอภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีพื้นที่สำหรับแสดงส่วนที่บทเรียนต้องสนองกับผู้เรียน เช่น การเฉลยคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้น อาจจะใช้พื้นที่ส่วนล่างของจอภาพ หรืออาจใช้เฟรมตรวจปรับซ่อนเข้าไปในเนื้อหาก็ได้
5. ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น หมายเลขเฟรม คะแนนความสามารถทางการเรียน เวลาที่ใช้บทเรียน และส่วนประกอบอื่น ๆ ตามที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากเกินไปที่จะก่อความรำคาญแก่สายตาผู้เรียน

อย่างไรก็ตามส่วนประกอบตามที่กล่าวมานี้ ไม่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานตายตัวขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนที่จะทำอย่างไรให้สร้างความสนใจและอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

► การนำเสนอเนื้อหาที่เป็นข้อความ

การออกแบบหน้าจอในส่วนของการนำเสนอข้อความจะแตกต่างจากการนำเสนอบนกระดาษในรูปแบบของเอกสาร เนื่องจากข้อความที่ปรากฏบนจอภาพจะอ่านได้ยากกว่า ดังนั้นจึงควรระมัดระวังเสมอว่าหน้าจอมิใช่กระดาษเงื่อนไขต่าง ๆ ในการนำเสนอเพื่อให้เป็นบทเรียนที่ทรงคุณค่าจึงมีหลักการที่แตกต่างกัน ซึ่งการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นข้อความมีสิ่งที่เป็นแนวทางพิจารณา ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของตัวอักษร (Font) ที่สุภาพเรียบร้อยไม่มีลวดลายและไม่ควรใช้เกิน 2 รูปแบบในบทเรียนหนึ่ง ๆ
2. ขนาดของตัวอักษรต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน รวมทั้งขนาดของจอภาพที่จะนำเสนอบทเรียนต้องไม่เล็กและใหญ่จนเกินไป
3. นำเสนอข้อความด้วยประโยคสั้น ๆ ตามแนวคอลัมน์ (คล้ายกับคอลัมน์ของหนังสือพิมพ์) โดยไม่ต้องย่อหน้าเมื่อจะขึ้นหน้าใหม่
4. ปรับข้อความให้จัดทางซ้ายของจอภาพ ซึ่งจะทำได้ง่ายต่อการอ่าน หลีกเลี่ยงการปรับข้อความให้อยู่ตรงกลางของจอภาพ (Center Justification)
5. ในการนำเสนอข้อความประกอบภาพให้หลีกเลี่ยงการนำเสนอข้อความรอบ ๆ ภาพ ควรนำเสนอไว้ข้าง ๆ ภาพ หรือข้างใต้จะดึงดูดความสนใจได้มากกว่า
6. ส่วนของข้อความที่ต้องการเน้นให้ใช้สีอื่นที่แตกต่างหรือใช้วิธีการอบ แต่ไม่นิยมการขีดเส้นใต้เหมือนกับกระดาษ
7. ถ้าเป็นไปได้ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อความที่นำเสนอทางจอภาพก่อนเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาวิธีการนำเสนอ ี่ ความคล่องตัวในการใช้บทเรียนและส่วนอื่น ๆ

► รูปแบบการควบคุมบทเรียน

การออกแบบหน้าจอ นอกจากจะต้องพิจารณาทั้ง 4 องค์ประกอบดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงรูปแบบการควบคุมบทเรียน ซึ่งหมายถึงการโต้ตอบบทเรียนโดยผู้เรียนที่จะดำเนินบทเรียนต่อ ๆ ไป รูปแบบการควบคุมบทเรียนสามารถจำแนกออกได้ 3 ลักษณะคือ

1. ดำเนินบทเรียนโดยเลือกจากรายการให้เลือก (Menu) การออกแบบหน้าจอลักษณะนี้จะใช้รายการให้เลือกเป็นตัวแทนของการดำเนินบทเรียน ผู้เรียนจะเลือกเรียนตามรายการที่ตนเองต้องการ และหลังจากจบหัวข้อเรียบร้อยแล้วบทเรียนก็จะกลับเข้าสู่รายการให้เลือกอีกเพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ดำเนินบทเรียนตามลำดับของเนื้อหาโดยไม่มีรายการให้เลือกเหมือนแบบแรก แต่ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาตามลำดับอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการออกแบบหน้าจออาจจะต้องมีเป็นพิมพ์บอกไว้ให้ดำเนินบทเรียนไปข้างหน้าย้อนกลับหลัง หรือใช้ Mouse คลิกสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้
3. ดำเนินบทเรียนตามภาพที่แสดงหน้าจอ โดยออกแบบบทเรียนให้แสดงภาพปรากฏที่หน้าจอ เช่น ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือเครื่องจักร และให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามรายการของส่วนประกอบภาพแต่ละชิ้นส่วน ซึ่งอาจจะใช้ Mouse คลิกที่ชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรนั้น ๆ

► การเขียนผังงาน (Flowchart) และดำเนินเรื่อง (Storyboard)

การทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนโปรแกรมการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียนเป็นต้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาลักษณะงานหรือความต้องการของงานนั้นให้ละเอียดเสียก่อนแล้วจึงวางแผนการดำเนินการต่าง ๆ กำหนดเงื่อนไขหาความสัมพันธ์และดำเนินการตามกระบวนการนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากที่ได้บทเรียนครบสมบูรณ์ตามลำดับขั้นแล้ว การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาบทเรียนจำเป็นที่จะต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยการเขียนผังงานเพื่อแสดงลำดับขั้นก่อนที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อให้ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่จะเกิดขึ้นภายหลัง

► ผังงาน (Flow chart)

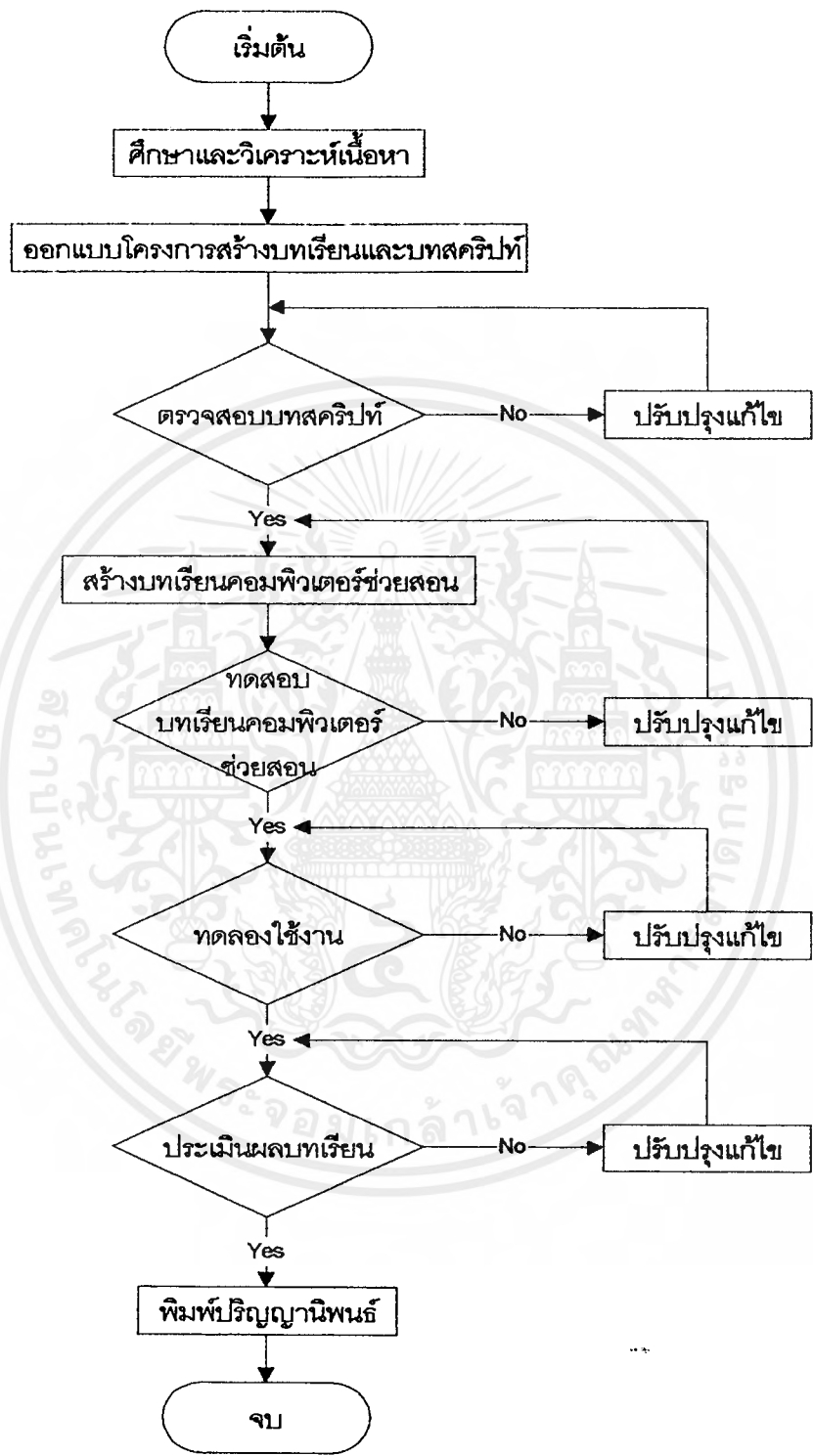
ผังงานเป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงการทำงานและความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโปรแกรม ดังนั้นผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงหมายถึงแผนภูมิที่ใช้แสดงการดำเนินบทเรียนโดยกำหนดเป็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาหรือการกระทำใด ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างบทเรียนเพื่อใช้ในการวางแผนการดำเนินบทเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งบทเรียนในลักษณะสาขา (Branching)

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการทำงาน

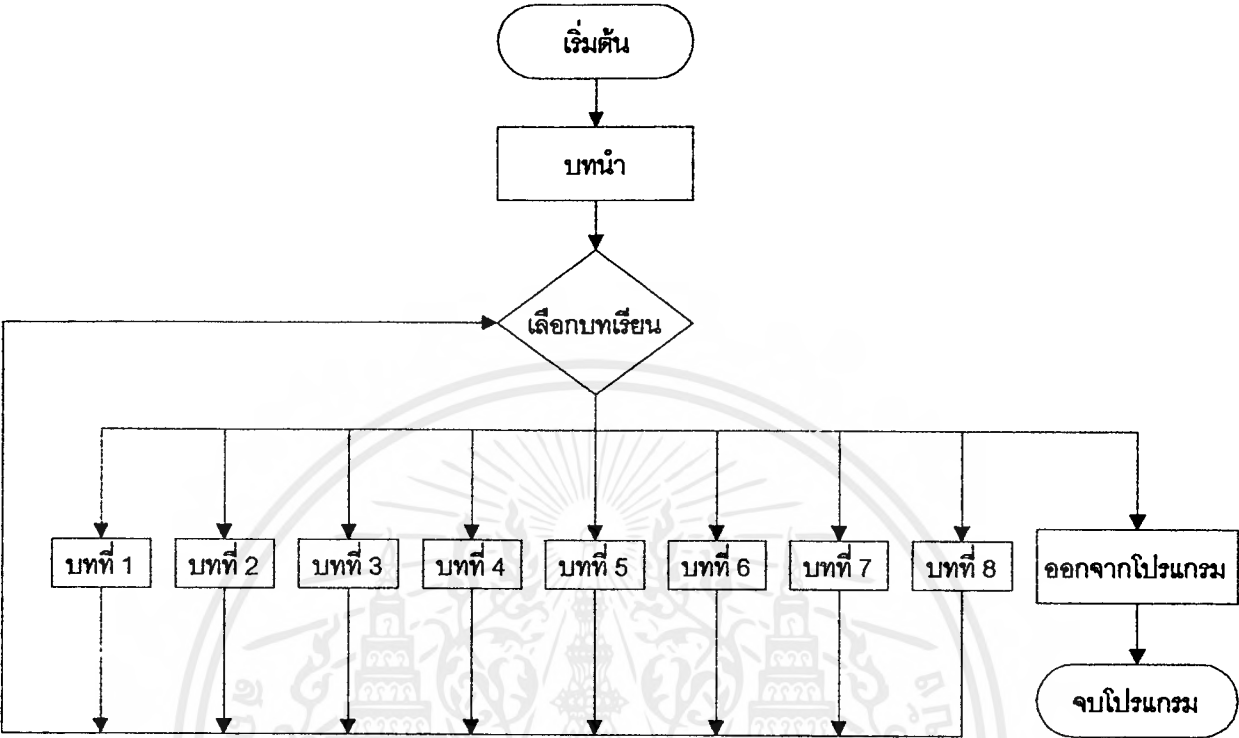
ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาเรื่อง Data Communication เพื่อให้เป็นบทเรียนในการศึกษาด้วยตนเอง โดยการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์จะต้องศึกษาจากคอมพิวเตอร์เท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการเรียบเรียงเนื้อหาสาระและใช้ถ้อยคำที่ถูกต้องเหมาะสมและเข้าใจง่าย เพราะจะทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการตั้งแต่ต้นจนกระทั่งสิ้นสุดโครงการงานคงจะแสดงต่อไปนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา
2. ออกแบบโครงสร้างบทเรียนและบทสคริปต์
3. ตรวจสอบบทสคริปต์และปรับปรุงแก้ไข
4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. ทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. ทดลองใช้งาน
8. ประเมินผลบทเรียน
9. ทำคู่มือการใช้งานบทเรียน
10. พิมพ์ปฏิญานิพนธ์

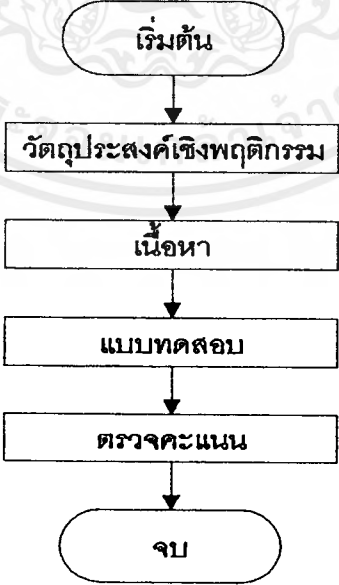


ภาพแสดงขั้นตอนและวิธีการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงลำดับขั้นตอนการเลือกรายการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

► ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ คือ

1. วิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะนำมาสร้างบทเรียน ซึ่งจะได้อะไรมาในส่วนของเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและส่วนรวมไปถึงแผนการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนสื่อและแบบทดสอบเพื่อประเมินผล
2. เนื้อหาความเหมาะสมที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน ซึ่งต้องพิจารณาเนื้อหานั้นว่าเหมาะสมกับการนำเสนอแบบสื่อประสม (Multimedia) หรือไม่ มีข้อดีและข้อเสียอย่างไรบ้าง เนื้อหาเรื่องการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถที่จะสื่อออกมาเป็นแบบสื่อประสม (Multimedia) ได้เนื่องจากเป็นเรื่องที่ต้องใช้ภาพประกอบและมีการตอบสนองของผู้เรียน
3. การสร้างบทเรียนว่าควรจะมีวิธีการนำเสนออย่างไร เทคนิคอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและมีความรู้ลึกซึ้งที่ติดต่อบทเรียนให้มากที่สุด ซึ่งจากเนื้อหานำเสนอจะมีภาพประกอบคำอธิบายช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น
4. ซอฟต์แวร์ที่นำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม (Multimedia) ว่าโปรแกรมนั้นมีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างไร พอมีทางเลือกที่จะนำคุณสมบัติของแต่ละโปรแกรมมารวมกันเพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพสูงสุด ในโครงการนี้จึงเลือกใช้โปรแกรม Authorware เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันในระบบสื่อประสมได้เป็นอย่างดี อีกทั้งความสามารถของโปรแกรมสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ นำเสียงมาใช้ในโปรแกรมได้ สามารถตรวจสอบการตอบสนองของการเรียนได้ และสามารถดึงโปรแกรม Multimedia อื่นมาใช้งานร่วมได้ด้วย

► ออกแบบโครงสร้างบทเรียนและบทสคริปต์ การสร้างสคริปต์

เป็นการจัดเรียงลำดับของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นโปรแกรมเพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมให้ง่ายและถูกต้องมากยิ่งขึ้น การกำหนดสคริปต์มีส่วนสัมพันธ์กับวิธีการทำงานของโปรแกรม ซึ่งการกำหนดสคริปต์จะเป็นตัวที่คอยบอกถึงวิธีการทำงานของโปรแกรมว่ามีการทำงานแบบใด การออกแบบบทสคริปต์มีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างโฟลวชาร์ต โฟลวชาร์ตเป็นสื่อที่แสดงให้เห็นการทำงานและการตัดสินใจ จึงมีความจำเป็นในการควบคุมหรือกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การสร้างโฟลวชาร์ตจึงมีความสัมพันธ์กับวิธีการออกแบบว่าการทำงานของโปรแกรมเป็นลักษณะใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจัดทำ Storyboard จะเป็นตัวที่จะคอยกำหนดรูปแบบการนำเสนอของแต่ละหัวเรื่องซึ่งจะมีการแจกแจงรายละเอียดลงไปว่าในแต่ละเฟรมประกอบไปด้วยสื่ออะไรบ้าง เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รูปแบบการเคลื่อนไหว ให้มีเสียงหรือไม่ รวมไปถึงการเชื่อมโยงไปยังเฟรมถัดไปเป็นต้น

การจัดเตรียมข้อมูลของ Storyboard จะเห็นว่าข้อมูลที่ใส่ลงไป ใน Storyboard อาจมีทั้งภาพ เสียง ข้อความ Animation Movies ซึ่งจะต้องมีการจัดเตรียมขึ้นมาก่อนที่จะนำไปใส่ในโปรแกรม

การจัดเตรียมภาพสำหรับโปรแกรม อาจมีการนำข้อมูลเข้ามาด้วยการวาดจากโปรแกรม Graphic Editor เช่น โปรแกรม PC PaintBrush ที่มีใน Microsoft Windows หรือโปรแกรมอื่น ๆ โปรแกรม Authoring System บางตัวจะมีคำสั่งสำหรับการวาดรูป หรือ โปรแกรมในส่วน Graphic Editor ไว้ให้ด้วยทำให้ทำงานได้สะดวกขึ้น อย่างไรก็ตามโปรแกรมแต่ละตัวก็มีความสามารถแตกต่างกันไป ดังนั้นอาจต้องมีการใช้โปรแกรมหลายตัวเข้าช่วยกัน การทำงานภายใต้ระบบ Microsoft Windows ทำให้สามารถและเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยง่าย นอกจากนี้เราอาจจะนำภาพเข้ามาจากแหล่งอื่น เช่น การสแกนมาจากหนังสือ หรือ วารสาร ด้วยการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Scanner หรือ อาจนำมาจากการถ่ายวิดีโอ ในกรณีนี้จะต้องมีการคัดเลือกที่ทำหน้าที่จับสัญญาณวิดีโอเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์เรียกว่า Video Capture เช่นการ์ด Video Blaster ด้วยวิธีนี้ทำให้เราสามารถนำภาพต่าง ๆ เข้ามาในโปรแกรมได้อย่างมากมาย

การจัดเตรียมเสียง การบันทึกเสียงเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีการ์ดที่เรียกว่า Sound Card การ์ดตัวนี้มีความจำเป็นทั้งในการบันทึกเสียงที่มีการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลที่คอมพิวเตอร์รู้จัก และทำงานในทางตรงข้ามเมื่อโปรแกรมเรียกใช้แฟ้มเสียงเพื่อที่จะให้ออกกล่าโพง การ์ดเสียง เช่น การ์ด SoundBlaster, SoundBlaster Pro ซึ่งจะมีโปรแกรมในการติดต่อทำ Special Effect ของเสียงเพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในโปรแกรม Microsoft Windows ซึ่งเป็น Multimedia Version ก็มีโปรแกรม Sound Recorder สำหรับบันทึกเสียงและ MediaPlayer สำหรับ Playback เสียงที่บันทึกไปแล้วจะเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อให้ Authoring System เรียกใช้โดยเราสามารถกำหนดเวลาในการ Playback เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับการแสดงภาพ หรือ Animation ได้ การนำเสียงเข้าไปใช้ในบางครั้งเราอาจใช้วิธีให้โปรแกรมควบคุมเครื่องเล่น CD สัมพันธ์กับเนื้อเรื่องก็ได้ โปรแกรม Authoring System เช่น Authorware 5.0 ของบริษัท Macromedia เป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีความสามารถนี้ ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหวการนำภาพเคลื่อนไหวเข้ามาใช้กับโปรแกรมทำได้หลายวิธีเช่น

- 2.1 การต่อเครื่องเล่นเลเซอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์ แล้วใช้โปรแกรมควบคุมการเล่นให้สัมพันธ์กับเนื้อหา
- 2.2 การจับภาพจากวีดีโอเข้ามาเป็นข้อมูลประเภท Movie File โดยมีการกำหนดเป็นจำนวนเฟรมต่อวินาที ทำได้ด้วยโปรแกรม เช่น Microsoft Video for Windows จากนั้นจึงเรียกใช้ไฟล์ด้วยโปรแกรม
- 2.3 สร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation File) ขึ้นใช้เองจากโปรแกรม Autodesk Animation ส่วนโปรแกรม 3D Studio สามารถทำภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ โปรแกรม Authoring System ส่วนใหญ่จะมีความสามารถทำภาพ Animation พื้นฐานอยู่แล้ว ข้อมูลที่เป็นข้อความอาจป้อนลงไปใน Authoring Program โดยตรงหรือบางโปรแกรมสามารถอ่านข้อมูลจาก Text File เข้าไปใช้งานได้ การสร้างโปรแกรม (Authoring) เป็นขั้นตอนที่รวบรวมเอาสิ่งต่าง ๆ ที่เราจัดเตรียมไว้ไม่ว่าเป็นภาพ เสียง Animation Movies มารวมกันให้เกิดเป็นโปรแกรมขึ้นมาด้วย Authoring System โดยมีการจัดเรียงลำดับการทำงานตามโฟลวชาร์ตที่ออกแบบไว้และกำหนดรายละเอียด เช่น Special Effect ทำ Animation ที่กำหนดไว้ใน Storyboard

► ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทสคริปต์

เมื่อได้ร่างบทสคริปต์แล้วเข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำความเหมาะสมของบทสคริปต์ว่าควรมีการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงในจุดใดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการใช้งานจริง

► สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ไต่เตล แบบทดสอบก่อนเข้าบทเรียนและหลังบทเรียนเพื่อใช้ในการดึงดูดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจที่เรียน แบบทดสอบหลังบทเรียนก็เป็นส่วนที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจ
2. เนื้อหา หรือภาคทฤษฎี เพื่อให้ทราบหลักการออกแบบบทเรียนในส่วนต่าง ๆ และ รูปแบบการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม
3. การติดต่อกับผู้เรียน แบบฝึกหัดหรือภาคปฏิบัติเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและความเข้าใจยิ่งขึ้นในการเรียนรู้

► ทดสอบบทเรียน

การทดสอบโปรแกรมมีวัตถุประสงค์คือ

1. ทดสอบว่ามีเนื้อหาสมบูรณ์ตาม Storyboard หรือไม่
2. ทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Bug) ในตอนพัฒนาโปรแกรมผู้สร้างมักจะมี การทดสอบการทำงานของโปรแกรมอยู่แล้วแต่เป็นการทดสอบที่ละส่วนในระหว่างการพัฒนาซึ่งจะต้องมีการทดสอบทุกส่วนอีกครั้งเพื่อดูการทำงานที่สัมพันธ์กันของแต่ละ หน่วย
3. ทดสอบกับผู้ใช้เป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายเพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อกระจายไปยังผู้ที่เป็น End User เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ประสิทธิภาพของโปรแกรมและ ทดสอบผลของการใช้โปรแกรมได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ ในการทดสอบแต่ละ ขั้นตอนเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นก็จะกลับไปแก้ไข อาจเก็บการแก้ไขโปรแกรมแก้ไขสคริปต์ Storyboard ในบางส่วนที่พบว่ามีปัญหา เมื่อแก้ไขเสร็จแล้วก็จะมีการทดสอบเช่นเดิมจน ปัญหาจะหมดไป

► ปรับปรุงบทเรียน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสมแก้ไขบทเรียนให้ตรงตามที่วางไว้หรือให้ เหมาะสมกับการนำไปใช้งานจริง

► ทดลองใช้งาน

ขั้นตอนนี้จะกระทำหลังจากที่ได้มีการทดสอบการใช้งานของบทเรียนที่สร้างขึ้น และปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยกระทำการทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบบทเรียนเพื่อนำผลที่ได้ไปสรุปหาประสิทธิภาพของบทเรียนในขั้นตอนต่อไป

► ประเมินผลบทเรียน

ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองใช้งานบทเรียนกับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อ ประเมินผลหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่จะนำไปใช้งานต่อไป หรือนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเพื่อความเหมาะสม

► ทำคู่มือการใช้บทเรียน

ทำคู่มือประกอบการใช้บทเรียนเพื่อให้ผู้ที่สนใจบทเรียนสามารถใช้บทเรียนนี้ได้โดยเน้นการเขียนที่อ่านเข้าใจได้ง่ายประกอบการติดตั้งโปรแกรม

► พิมพ์ปริณายานិพนธ์

เพื่อรวบรวมรายละเอียดทางปฏิบัติงานตั้งแต่เริ่มแรก การสร้าง ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขปัญหารวมทั้งแนวทางในการพัฒนาบทเรียน



บทที่ 4
รูปแสดงผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ Information theory Line Coding Transmission Performance Measurement Error Control Computer Network Architecture Link Control Local Area Network Exit	ภาพแสดงสารบัญของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสื่อสารข้อมูล
Information Theory Information Measurement Shannon Fano Code Huffman Code LZW algorithm [Dictionary Code] Exit	ภาพแสดงสารบัญของ เนื้อหาเรื่อง Information Theory
โปรแกรมช่วยสอน (x), โปรแกรมตรวจสอบ (y) $I(x) = \log_2 \frac{1}{P(x)} \text{ bit}$ Entropy H (ปริมาณข่าวสารเฉลี่ย) $H = \sum_{i=1}^n P(x_i) I(x_i) = \sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 \frac{1}{P(x_i)} \text{ bit/message}$	ภาพแสดงเนื้อหาของ Information Measurement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณทางเฉลี่ย

$$L_{avg} = \sum_{i=1}^n P(x_i) L(x_i)$$

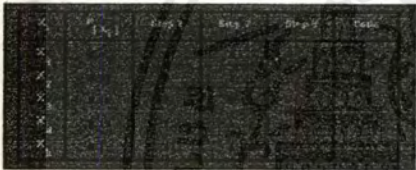
ประสิทธิภาพ

$$\eta = \frac{H}{L_{avg}}$$

Variance : Var

$$Var = \sum_{i=1}^n P(x_i) [L(x_i) - L_{avg}]^2$$

ภาพแสดงเนื้อหาของ
Information Measurement



มีรหัสตัวส่วนน้อย
ปริมาณน้อยลง
การประมวลผล

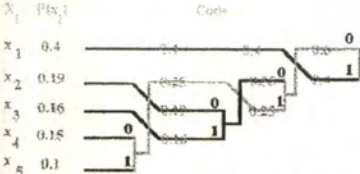
ภาพแสดงเนื้อหาของ
Shannon Fano Code

การให้รหัส Shannon Fano Code

ให้เรจัดทำการเรียงดังนี้จะเป็นการพิจารณาที่ง่ายที่สุด โดยจัด
เรียงลำดับโอกาสการเกิดข่าวสารจากมากไปหาน้อย
ให้ X_i = ข่าวสาร, $P_{[X]}$ = โอกาสการเกิดข่าวสาร [เช่น aaababaccab

- จะได้ว่า a มีโอกาสการเกิดข่าวสาร = $6/12 = 1/2 = 0.5$
b มีโอกาสการเกิดข่าวสาร = $3/12 = 1/4 = 0.25$
c มีโอกาสการเกิดข่าวสาร = $3/12 = 1/4 = 0.25$]

The Huffman code



X_1 code = 1, X_2 code = 000, X_3 code = 001, X_4 code = 010, X_5 code = 011

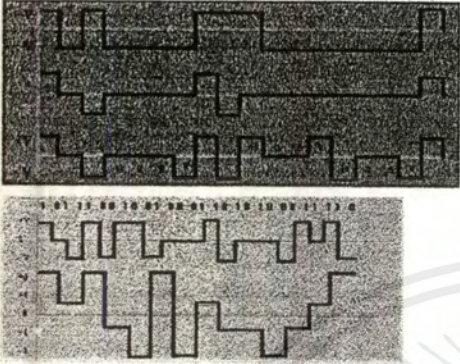
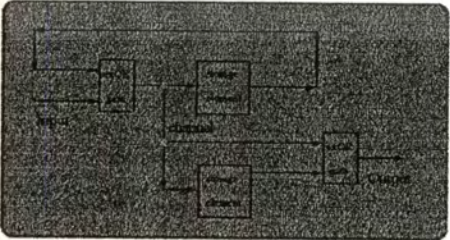
การเข้ารหัส Huffman ได้โดย

1. เรียงลำดับโอกาสการเกิดข่าวสาร $P(x_i)$ จากมากไปหาน้อย
2. ทำการจับคู่ คู่ที่มีค่าน้อยที่สุดเข้าด้วยกัน
3. ทำการรวมค่าของโอกาสการเกิดข่าวสาร $P(x_i)$ แล้วทำการปรับเทียบ

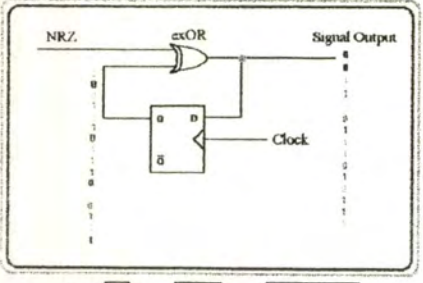
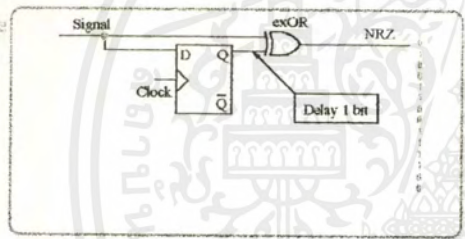
ดังนั้นโอกาสการเกิดข่าวสารของตัวอักษรที่เข้ารหัส

ภาพประกอบ
ประสิทธิภาพ
ข่าวสารเฉลี่ย
Bxxt

ภาพแสดงเนื้อหาของ
The Huffman Code

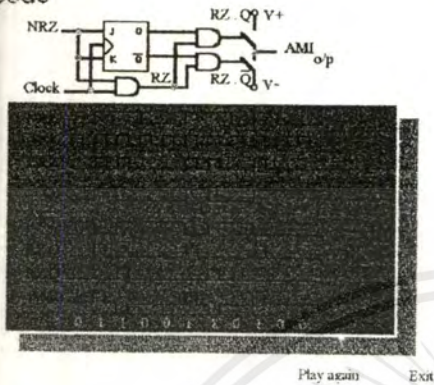
Type of line code  NRZ AMI HDB3 4B3T 2B1Q	ภาพแสดงเนื้อหาของ Type of Line Code
Line coding - Differential code - Ternary AMI - HDB3 Code efficiency Block code Scrambler Exit	ภาพแสดงสารบัญของ เนื้อเรื่อง Line Coding
Differential Encode & Decode  Encode Decode Exit	ภาพแสดงเนื้อหาของ Differential Encode&Decode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Encode  NRZ: 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 Q: 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 Signal Output: [Waveform] Play again Exit	ภาพแสดงการทำงานของ Encode
Decode  Signal: 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 Signal Delay 1 bit: [Waveform] Play again Exit	ภาพแสดงการทำงานของ Decode
Ternary AMI AMI Encode AMI Decode Exit	ภาพแสดงสารบัญของ เนื้อเรื่อง Ternary AMI

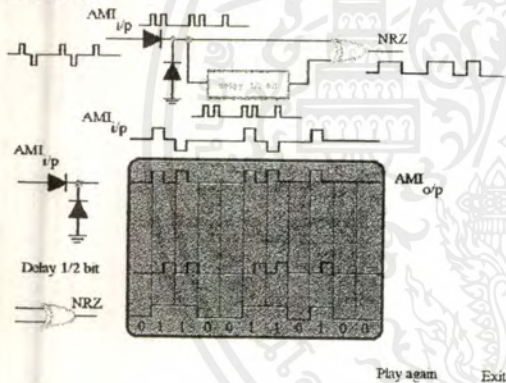
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Encode



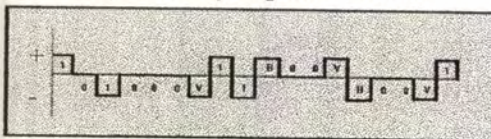
ภาพแสดงการทำงานของ
AMI Encode

Decode



ภาพแสดงการทำงานของ
AMI Decode

HDB3
High Density Bipolar 3 Code



นิยาม

1. เป็นตัณญาณที่มี 3 ระดับ
2. บิพที่เป็น 1 จะกลับหัวสลับกัน ไป
3. บิพที่เป็น 0 จะเป็น space (ช่องว่าง)

ออกตามประกอบ Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ
HDB3 Code

Efficiency = Information per symbol Used : I_u
Information per symbol Available : I_a

$I_u = \text{bit input} / \text{bit output} \quad (\text{bit per symbol})$
 $I_a = \log_2 \text{Level of output code} \quad (\text{bit per symbol})$

ตัวอย่าง

สำหรับ Code ที่มี Level = 2 Level (binary)
ได้ $I_a = \log_2(2) = 1 \text{ bit / symbol}$

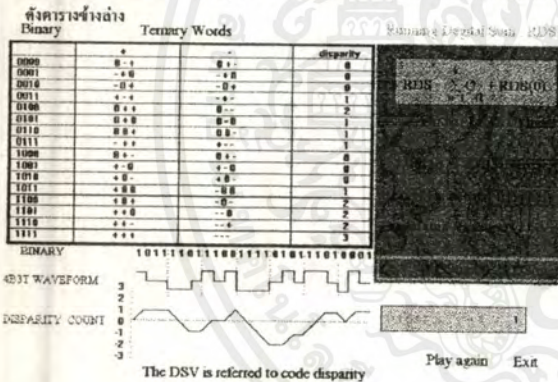
สำหรับ Code ที่มี Level = 4 Level (quaternary)
ได้ $I_a = \log_2(4) = 2 \text{ bit / symbol}$

สำหรับ Code ที่มี Level = 3 Level (ternary)
ได้ $I_a = \log_2(3) = 1.58 \text{ bit / symbol}$

ภาพแสดงเนื้อหาของ Code Efficiency

Blockcode

Code 4B3T เป็นการไหลของข้อมูลขนาด 4 บิต โดยข้อมูลจะถูกแปลงเป็น Digit 3 ระดับ

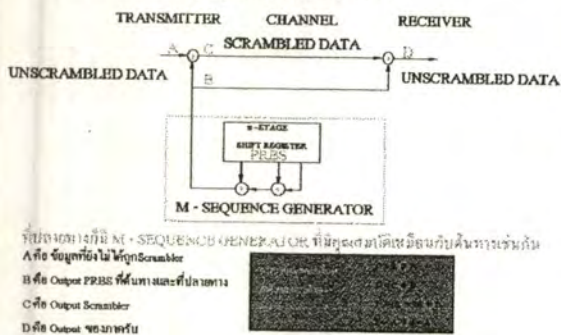


ภาพแสดงเนื้อหาของ Blockcode

Scrambler

เป็นวิธีการเพื่อให้ได้ de balance และ กำจัด sequences ที่มี 0 หรือ 1 ติดกันยาวมาก

เพื่อให้ภาครับสามารถนำข้อมูลกลับคืนมาได้เช่นเดิม



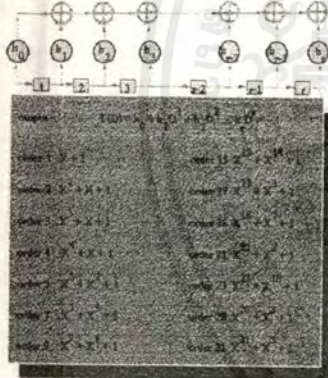
ภาพแสดงเนื้อหาของ Scrambler

Pseudo Random Binary Sequence : PRBS

การกำเนิดสัญญาณ PRBS จะทำงาน โดยใช้ตัวรีจิสเตอร์ที่มีการคั่นป้อนกลับแบบวง Modulo 2 โดยที่เร จะใช้ฟลิปฟล็อปมาเชื่อมแบบอนุกรมกันเพื่อให้ทำหน้าที่เป็นตัวรีจิสเตอร์ ซึ่งจะมีการป้อนสัญญาณให้กับตัวรีจิสเตอร์แต่ละตัวเมื่อตัวรีจิสเตอร์ได้รับสัญญาณนาฬิกาหรือสัญญาณนาฬิกาที่อยู่ในฟลิปฟล็อปก็จะถูกย้ายไปอยู่ฟลิปฟล็อปตัวถัดไป และจะมีการกำหนดจุดต่อสำหรับการป้อนกลับสัญญาณทั้งนี้เพื่อเป็นการกำหนดความยาวของ PRBS จะใช้สมการ Recursive Polynomial ยกกำลังตามจำนวนตัวรีจิสเตอร์ทั้งหมดที่ใช้ นอกจากนั้นเรายังใช้สมการ Recursive Polynomial เพื่อกำหนดจุดต่อได้ด้วยการ Recursive Polynomial นี้จะทำให้สัญญาณ PRBS มีความยาวเนื่องจากจะไม่ให้เกิดภาวะที่เป็น 0 ก่อนที่จะมีการป้อนกลับไม่มีสถานะซ้ำกับข้อมูลเดิม สมมติให้สถานะเริ่มต้นของการทำงานของตัวรีจิสเตอร์เป็น 00000111 เมื่อมีการใส่สัญญาณนาฬิกาเข้าไปข้อมูลในตัวรีจิสเตอร์ก็จะถูกเลื่อนไปทางซ้ายมือ 1 ตำแหน่งก็ข้อมูลเพิ่มในฟลิปฟล็อปก็จะถูกย้ายไปเก็บไว้ในฟลิปฟล็อปตัวถัดไปแล้วนำเอาเอาต์พุตเดิม

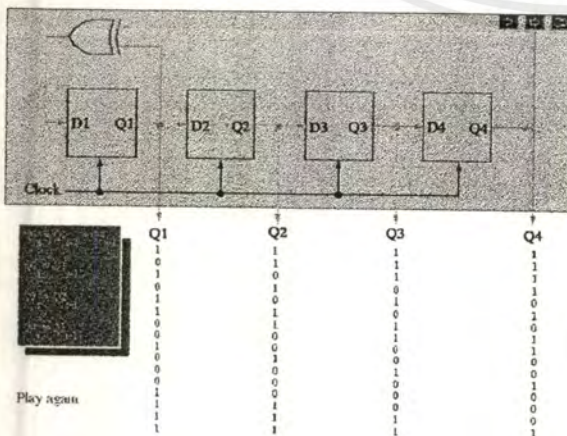
ภาพแสดงเนื้อหาของ PRBS

Pseudo Random Binary Sequence Generator



การกำเนิดสัญญาณ PRBS จะทำงาน โดยใช้ตัวรีจิสเตอร์ที่มีการคั่นป้อนกลับแบบวงจรว Modulo 2 โดยที่เร จะใช้ ฟลิปฟล็อปมาเชื่อมแบบอนุกรมกัน เพื่อให้ทำหน้าที่เป็น ตัวรีจิสเตอร์ ซึ่งจะมีการป้อนสัญญาณนาฬิกาให้กับตัวรีจิสเตอร์แต่ละตัว เมื่อตัวรีจิสเตอร์ได้รับสัญญาณนาฬิกาข้อมูล

ภาพแสดงเนื้อหาของ PRBS



ภาพแสดงการทำงานของ PRBS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลกระทบของสัญญาณรบกวนที่มีต่อสัญญาณที่ต้องการ

การวิจัยครั้งนี้จะศึกษาผลกระทบของสัญญาณรบกวนที่มีต่อสัญญาณที่ต้องการ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

1. Steady state เป็นส่วนที่ศึกษานี้ประจำ

1. Loss การลดลงของสัญญาณ

ผลของการกระทำ ความเสียหายจากการตรวจค้นกันหาหะ โดยไม่เต็ม

ไม่เต็มอาจจะทำงานผิดพลาดก่อให้เกิดความเสียหายที่ข้อมูลได้

ระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการวัด คือ 800Hz

2. Amplitude Distortion (Attenuation Distortion) การผิดเพี้ยนจากขนาดของสัญญาณ

ผลของการกระทำ เป็นระดับของสัญญาณที่เกิดจากการลดลงของสัญญาณหรือ

สัญญาณไปในสายส่งสัญญาณที่ผ่านความถี่ต่าง ๆ อาจเป็นผลของการลดลงของ

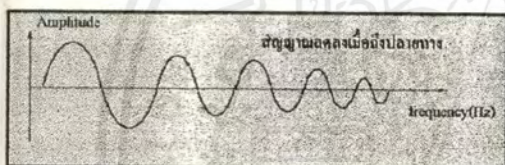
สัญญาณที่เกิดจากสายที่มีขั้วนำหลาย

ระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการวัด คือ 800Hz ใช้วิธีการ Sweep Frequency



ภาพแสดงเนื้อหาของ

Type of Transmission Impairment in analog



1. Loss การลดลงของสัญญาณ

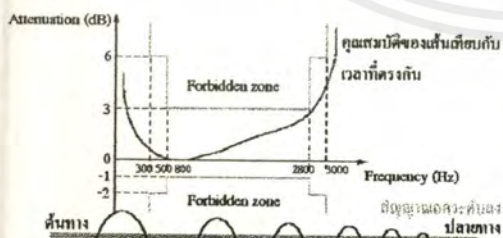
ผลของการกระทำ ความเสียหายจากการตรวจค้นกันหาหะ โดยไม่เต็ม

ไม่เต็มอาจจะทำงานผิดพลาดก่อให้เกิดความเสียหายที่ข้อมูลได้

ระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการวัด คือ 800Hz

ภาพแสดงผลการกระทำของ

Loss



2. Amplitude Distortion (Attenuation Distortion) การผิดเพี้ยนจากขนาดของสัญญาณ

ผลของการกระทำ เป็นระดับของสัญญาณที่เกิดจากการลดลงของสัญญาณหรือ

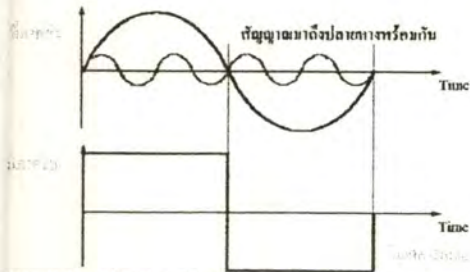
สัญญาณไปในสายส่งสัญญาณที่ผ่านความถี่ต่าง ๆ อาจเป็นผลของการลดลงของ

สัญญาณที่เกิดจากสายที่มีขั้วนำหลาย

ระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการวัด คือ 800Hz ใช้วิธีการ Sweep Frequency

ภาพแสดงผลการกระทำของ

Amplitude Distortion

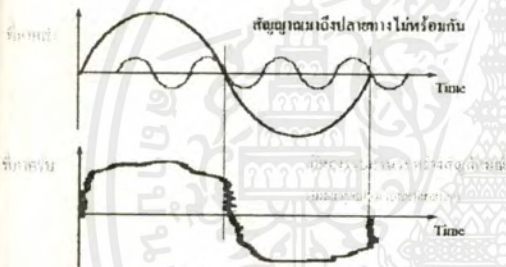


3. Group-Delay Distortion (Envelope Delay Distortion)

ผลของการกระทำ เป็นระดับของสัญญาณที่เกิดการ Delay ของสัญญาณจาก ระบบสายส่ง สัญญาณในย่านความถี่ต่าง ๆ อันเนื่องมาจากผลของเฟสและ ความถี่ ทำให้เกิดการรบกวน ระหว่างสัญญาณและ ไม่เต็มไม่สามารถทำการ จึงใคร่ในสัญญาณได้ ระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการวัด คือ 1800Hz

20 20 20

ภาพแสดงผลการกระทำของ Group-Delay Distortion

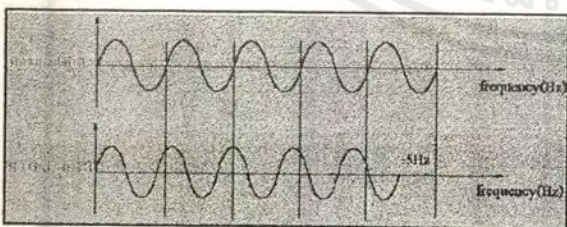


3. Group-Delay Distortion (Envelope Delay Distortion)

ผลของการกระทำ เป็นระดับของสัญญาณที่เกิดการ Delay ของสัญญาณจาก ระบบสายส่ง สัญญาณในย่านความถี่ต่าง ๆ อันเนื่องมาจากผลของเฟสและ ความถี่ ทำให้เกิดการรบกวน ระหว่างสัญญาณและ ไม่เต็มไม่สามารถทำการ จึงใคร่ในสัญญาณได้ ระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการวัด คือ 1800Hz

20 20 20

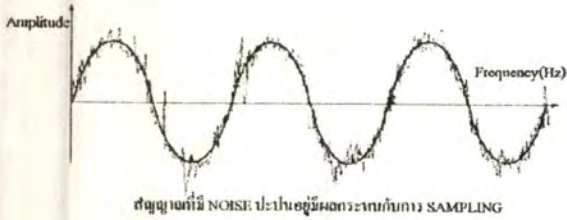
ภาพแสดงผลการกระทำของ Group-Delay Distortion



4. Frequency Shift (Frequency Error)

ผลของการกระทำ เกิดจากสัญญาณเค้นรับที่มีความถี่เปลี่ยนแปลงไปจาก สัญญาณเค้นส่ง โดยอาจเกิดจากวงจรของเครื่องรับทำงานผิดพลาดไป ไฟกลไกของเครื่องไม่เต็มเกิดการเลื่อนความถี่ออกไป ข้อกำหนด Frequency Shift ที่เกิดจากสัญญาณเค้นรับ ยอมรับได้ค่าจากความ เค้นส่งสัญญาณเค้นส่งได้ไม่เกิน ± 5 Hz

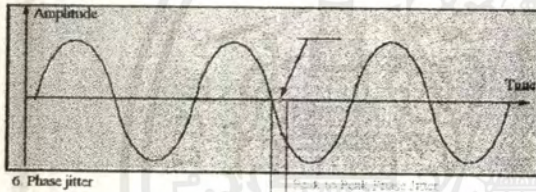
ภาพแสดงผลการกระทำของ Frequency Shift



5. Noise สัญญาณรบกวน

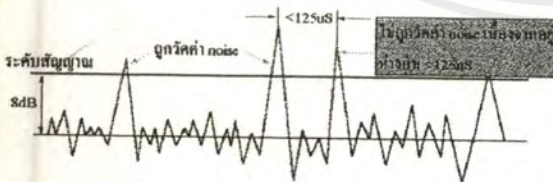
ผลของการกระทำ เกิดขึ้น โดยธรรมชาติของตัววงจร โดยเฉพาะในชุมชน
ที่เปลี่ยนจาก A/D ไป D/A จะทำให้เกิด Quantization Noise จากกระบวนการ
การแบ่งระดับสัญญาณ และกระบวนการ Sampling

ภาพแสดงผลการกระทำของ Noise



ผลของการกระทำ มีผลจากการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณทางด้านวัฏจักรจาก
รหัสของสัญญาณ เปลี่ยนแปลงออกไปจากสัญญาณต้นส่ง โดยเกิดจากการที่
คลื่นพาที่เลื่อนไปมาไม่หนึ่ง อาจกล่าวได้ว่าการเกิดกระบวนการที่ขนาดของ
สัญญาณรบกวนเป็นแอมพลิจูดขึ้น ไปหาขนาดของสัญญาณพาที่ที่ถูกรบกวน
จะมีผลต่อระบบ PSK และ QAM มาก เพราะฉะนั้นระบบที่ใช้ระบบเดียวจึง
ข้อกำหนด Phase jitter ที่เกิดจากการที่ Phase ของสัญญาณทางด้านวัฏจักรเปลี่ยนแปลง
จากสัญญาณภาคต่อต้นส่งที่มีความถี่ 1020 Hz ออกไปไม่เกิน 15 degree peak to peak

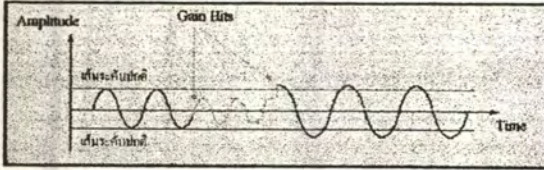
ภาพแสดงผลการกระทำของ Phase jitter



7. Impulsive Noise

ผลของการกระทำ เป็นสัญญาณรบกวนทางด้านวัฏจักรของสัญญาณรบกวน
มากกว่าค่าของระดับสัญญาณรบกวนปกติที่กำหนดไว้ โดยเกิดในช่วง
ระยะเวลาสั้น ๆ อย่างรวดเร็ว แล้วก็หายไปอย่างรวดเร็ว
ข้อกำหนด Impulsive noise ที่เกิดจากสัญญาณรบกวนทางด้านวัฏจักรมีมากกว่า
ระดับที่กำหนด (threshold level) เท่ากับ -21 dBMO โคลที่แต่ละครั้งจะมี dead time
ห่างกัน 125uS ไม่เกิน 18 ครั้ง ในเวลา 15 นาที

ภาพแสดงผลการกระทำของ Impulsive Noise

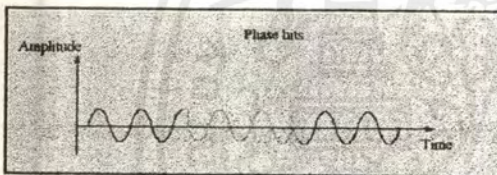


8 Gain Hits

ผลของการกระทำ เป็นการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณทางคันรับที่รับค่าเกินที่ รับโค โดยที่ระดับสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นมีค่าเกินกว่า หรือต่ำกว่า ระดับ Threshold ที่ระดับที่กำหนดไป

ข้อกำหนด Gain Hits ที่เกิดขึ้นจากระดับของสัญญาณเกินกว่า threshold level ไป $+2\text{dB}$, -2dB โดยมีช่วงเวลาที่เกิด Gain Hits เกินกว่า 4 ms ขึ้น ไปที่ความถี่ทดสอบเท่ากับ 1020Hz โดยเกิดขึ้น ไม่นเกิน 10 ครั้งในเวลา 15 นาที

ภาพแสดงผลการกระทำของ Gain Hits

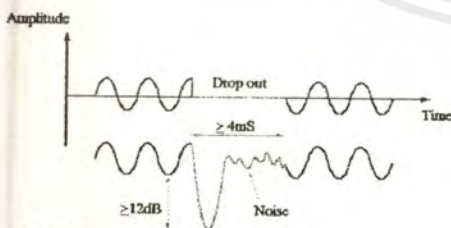


9 Phase Hits

ผลของการกระทำ เกิดจากสัญญาณทางคันรับที่รับค่าของสัญญาณเปลี่ยนแปลงหรือออกไป จากความถี่ทดสอบของทางคันรับ

ข้อกำหนด Phase Hits ที่เกิดจากสัญญาณทางคันรับที่เปลี่ยนแปลงไปจากสัญญาณทาง คันส่งออกไปเกินกว่า $15\text{ degree peak to peak}$ โดยมีช่วงเวลาที่เกิดขึ้นเกินกว่า 4 ms ขึ้น ไป ที่ความถี่ทดสอบ 1020Hz โดยเกิดขึ้น ไม่นเกิน 10 ครั้งในเวลา 15 นาที

ภาพแสดงผลการกระทำของ Phase hits

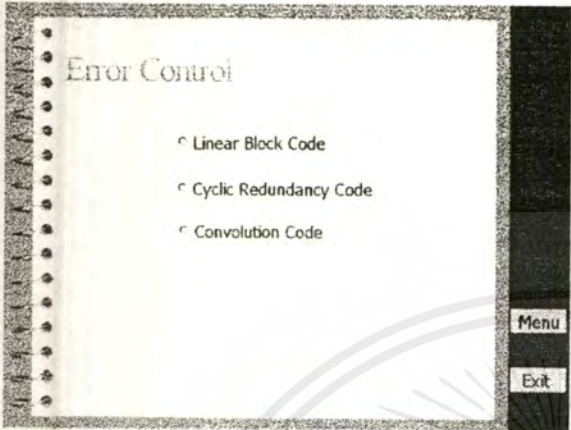


10. Drop Out

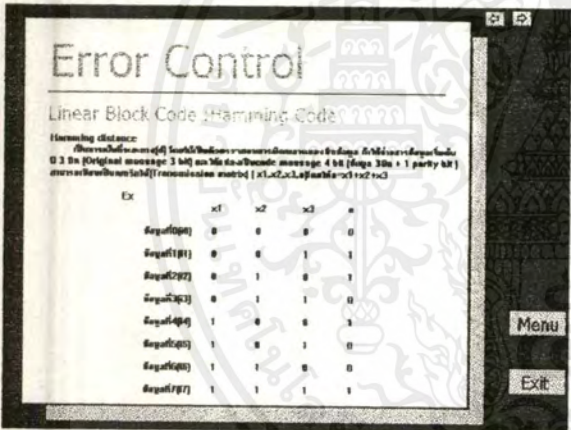
ผลของการกระทำ เกิดจากสัญญาณทางคันรับที่ขาดหายไป หรือ สัญญาณลด ค่ากว่าระดับสัญญาณของ threshold ลงไป -12dB

ข้อกำหนด Drop Out ที่เกิดจากระดับของสัญญาณต่ำกว่า threshold level ไป -12dB โดยมีช่วงเวลาที่เกิดการ drop เกินกว่า 4 ms ขึ้น ไปที่ความถี่ทดสอบ 1020 Hz โดยเกิดขึ้น ไม่นเกิน 2 ครั้ง ในเวลา 60 นาที

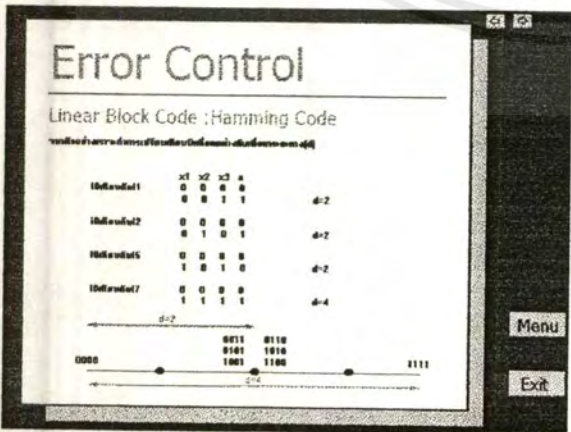
ภาพแสดงผลการกระทำของ Drop Out



ภาพแสดงสารบัญของ
เนื้อเรื่อง Error Control



ภาพแสดงเนื้อหาของ
Linear Block Code : Hamming Code



ภาพแสดงเนื้อหาของ
Linear Block Code : Hamming Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error Control

Linear Block Code :Hamming Code

Error control property

Code distance (d)

- d=1 ไม่สามารถตรวจหาข้อผิดพลาดได้
- d=2 สามารถตรวจหาข้อผิดพลาดได้ 1 ข้อผิดพลาด
- d=3 สามารถตรวจหาข้อผิดพลาดได้ 1 ข้อผิดพลาด 1 ข้อ
- d=4 สามารถตรวจหาข้อผิดพลาดได้ 2 ข้อผิดพลาด 1 ข้อ
- d=5 สามารถตรวจหาข้อผิดพลาดได้ 2 ข้อผิดพลาด 2 ข้อ
- d=6 สามารถตรวจหาข้อผิดพลาดได้ 3 ข้อผิดพลาด 2 ข้อ

สามารถตรวจหาข้อผิดพลาด (Error Detection) = d-1 ข้อ

สามารถตรวจหาข้อผิดพลาด (Error Correction) = (d-1)/2 ข้อ

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

Error Control

Linear Block Code :Hamming Code

สมมติให้เลขฐานสอง (Binary) Error Correction (d=3)

- 1) จำนวนบิตข้อมูล (data message) มีขนาด k บิต
- 2) จำนวนบิตตรวจสอบ (check bits) มีขนาด r บิต
- 3) จำนวนบิตรวม (total bits) = (k+r) บิต
- 4) จำนวนบิตตรวจสอบ (check bits) = $2^r - 1$ บิต
- 5) จำนวนบิตรวม (total bits) = 2^r บิต
- 6) จำนวนบิตตรวจสอบ (check bits) = $2^r - 1$ บิต
- 7) จำนวนบิตรวม (total bits) = 2^r บิต
- 8) จำนวนบิตรวม (total bits) = 2^r บิต

$$2^r - \sum_{i=1}^r 2^{r-i} \leq 2^k \quad \text{เมื่อ} \quad 2^{r-k} \geq \sum_{i=1}^r 2^{r-i}$$

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

Error Control

Linear Block Code :Hamming Code

สมมติให้เลขฐานสอง (Binary) Error Correction (d=3) จำนวนบิตข้อมูล (data message) มีขนาด k บิต จำนวนบิตตรวจสอบ (check bits) มีขนาด r บิต

$$2^{r-k} \geq \sum_{i=1}^r 2^{r-i}$$

สมมติให้ k = 5 บิต

$$2^{r-5} \geq \left(\sum_{i=1}^r 2^{r-i} \right)$$

$$2 \geq 1 + 5$$

$$2 \geq 4$$

สมมติให้ k = 5 บิต

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error Control

Linear Block Code : Hamming Code

$$M = 7 \text{ bit}$$

$$2^{r-k} \geq \binom{7}{k} + \binom{7}{k+1}$$

$$r \geq 1 + 7$$

$$r \geq 8$$

สมมติฐาน

$$M = 7, k = 4$$

$$\text{parity bit} = n - k = 7 - 4 = 3 \text{ bit}$$

Ans.

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

Error Control

Linear Block Code : Hamming Code

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

M, linear (block code) [n, k]

Transmission matrix $T = [t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7]$

$x_1, x_2, x_3, x_4 = \text{ข้อมูลต้นฉบับ}$

$n_1, n_2, n_3 = \text{parity bit}$

$n = 10$

$n_1 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_3$

$n_2 = x_2 \oplus x_3 \oplus x_4$

$n_3 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_4$

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

$x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus n_1 \oplus 0 = 0$

$x_2 \oplus x_3 \oplus x_4 \oplus n_2 \oplus 0 = 0$

$x_1 \oplus x_2 \oplus x_4 \oplus n_3 \oplus 0 = 0$



Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

Error Control

Linear Block Code : Hamming Code

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ

$$H \text{ matrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ bit } [r|q]^T = 0$$

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

สมมติฐานของข้อมูลต้นฉบับ 1 bit

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error Control

Linear Block Code :Hamming Code

ตัวอย่างที่ 1 (Error Free)

ถ้า Transmission $x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 0$

แล้ว $s_1 = x_1 + x_2 + x_3 \text{ mod } 2 = 0 + 0 + 1 = 1$

$s_2 = x_1 + x_2 + x_4 \text{ mod } 2 = 0 + 0 + 0 = 0$

$s_3 = x_1 + x_3 + x_4 \text{ mod } 2 = 0 + 1 + 0 = 1$

Transmission matrix $[T] = [x_1, x_2, x_3, x_4, s_1, s_2, s_3] = [0, 0, 1, 0, 1, 0, 1]$

ตรวจสอบว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

$$[u][x]^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{ไม่ผิดพลาด}$$

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

Error Control

Linear Block Code :Hamming Code

$S_1 = 1^*0 + 1^*0 + 1^*1 + 0^*0 + 0^*1 + 0^*0 = 0$

$S_2 = 0^*0 + 1^*0 + 1^*1 + 1^*0 + 0^*1 + 0^*1 = 0$

$S_3 = 1^*0 + 1^*0 + 0^*1 + 1^*0 + 0^*1 + 0^*1 = 0$

Ans

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าได้รับ $s_1=0, s_2=1, s_3=1$ พบว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

ตรวจสอบว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

$$[u][x]^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

พบ Syndrome vector $[0 \ 1 \ 1] = 3$ ไม่พบข้อผิดพลาดเกิดขึ้นที่ 3 - Ans

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

Error Control

Linear Block Code :Hamming Code

ตัวอย่างที่ 3 ถ้าได้รับ $s_1=0, s_2=1, s_3=1$ พบว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

$$[u][x]^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

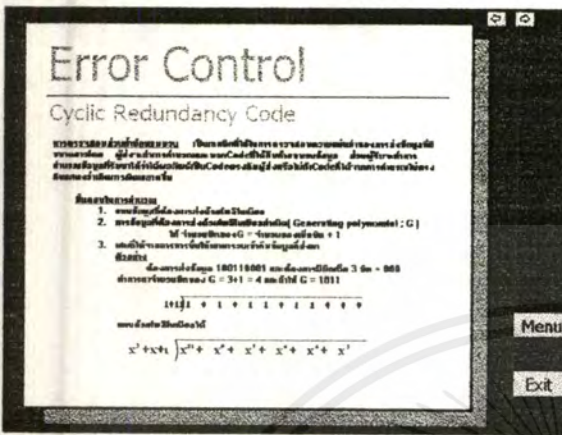
พบ Syndrome vector $[1 \ 0 \ 0] = 4$ ไม่พบข้อผิดพลาดเกิดขึ้นที่ 4 - Ans

Menu

Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ

Linear Block Code : Hamming Code

 Error Control Cyclic Redundancy Code การตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error Detection) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งมาว่ามีความผิดพลาดหรือไม่ โดยใช้เทคนิคการคำนวณค่า CRC (Cyclic Redundancy Code) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลมาคูณกับพหุนามกำเนิด (Generator Polynomial) และนำผลลัพธ์มาหารด้วยพหุนามตรวจสอบ (Divisor Polynomial) เพื่อหาค่าเศษเหลือ (Remainder) ซึ่งเรียกว่า CRC ขั้นตอนการคำนวณ 1. หาพหุนามกำเนิด (Generator Polynomial) : $G(x)$ 2. หาพหุนามตรวจสอบ (Divisor Polynomial) : $D(x)$ 3. นำข้อมูลมาคูณกับพหุนามกำเนิด (Encoding) ตัวอย่าง : ข้อมูล = 100110001 และพหุนามกำเนิด $G(x) = x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$ พหุนามตรวจสอบ $D(x) = x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$ พหุนามผลลัพธ์ $P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$	ภาพแสดงเนื้อหาของ Cyclic Redundancy Code
 Error Control Cyclic Redundancy Code 100110001 1011 1011011000 1011 1110 1011 1011 1011 1000 1011 เหลือเศษ = 011 ที่ภาคส่งต้องส่งข้อมูล = 1001101000 + 011 = 1001101011	ภาพแสดงเนื้อหาของ Cyclic Redundancy Code
 Error Control Cyclic Redundancy Code $\begin{array}{r} x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 \\ x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 \\ \hline x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline 0 \\ \hline 0 \end{array}$ เหลือเศษ = 011 ข้อมูลที่ภาคส่งต้องส่ง = $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$ แปลงเป็นเลขฐานสอง = 1001101011	ภาพแสดงเนื้อหาของ Cyclic Redundancy Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error Control

Cyclic Redundancy Code

ที่กล่าวกับตัวรับข้อมูลได้ - 1010111011

เราต้องทำการตรวจสอบว่ามีการผิดพลาดหรือไม่ได้โดย

```

100110001
1011 / 1010111011
-----
1011
1110
1011
1011
1011
1011
1011
1011

```

ไม่มีข้อผิดพลาดแสดงว่าไม่มีการผิดพลาดเกิดขึ้น

ภาพแสดงเนื้อหาของ
Cyclic Redundancy Code

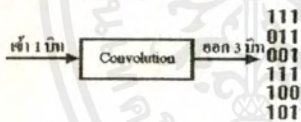
Error Control

Convolution Code

เป็นการเข้ารหัสแบบต่อเนื่องกัน โดยที่แต่ละบิตจะเข้ารหัสออกมาเป็น 3 บิต

การเข้ารหัสแบบต่อเนื่องกันจะทำได้ด้วยบิตในบิตข้อมูล

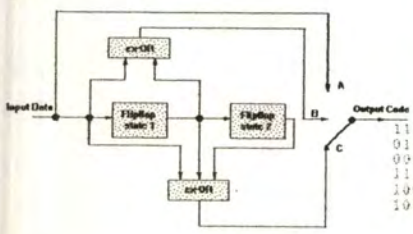
ที่นำออกมาและบิตในบิตตรวจสอบ (parity bit)



ภาพแสดงเนื้อหาของ
Convolution Code

Error Control

Convolution Code



ภาพแสดงเนื้อหาของ
Convolution Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error Control

Convolution Code

การเข้ารหัสขื่อวงวนในคิว Convolution

Current state		Input	Output			Next state	
Stage 2	stage 1		A	B	C	Stage 2	Stage 1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	1	1	1	1

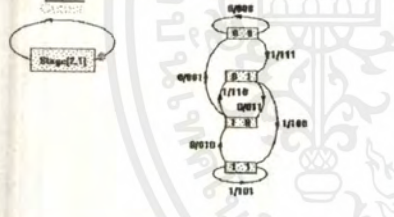
Menu
Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ
Convolution Code

Error Control

Convolution Code

จากตารางการเข้ารหัสขื่อวงวนเขียนเป็น State diagram ได้ดังนี้



Menu
Exit

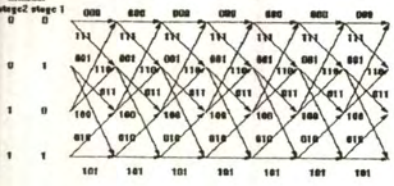
ภาพแสดงเนื้อหาของ
Convolution Code

Error Control

Convolution Code

จาก State diagram การเข้ารหัสของ Convolution สามารถเขียนเป็น

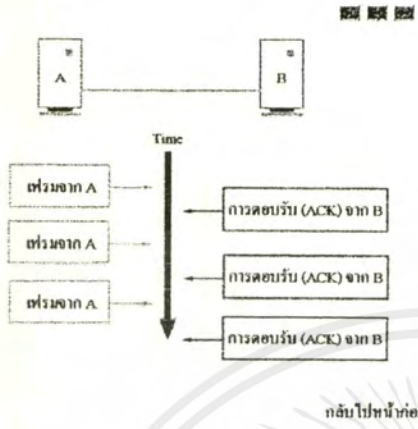
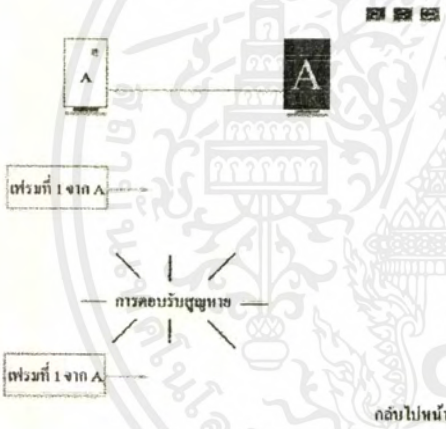
Trellis diagram เพื่อทำการ Decoder นำข้อมูลกลับมาได้ดังนี้



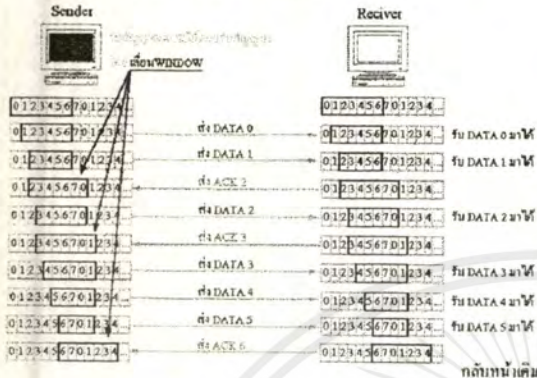
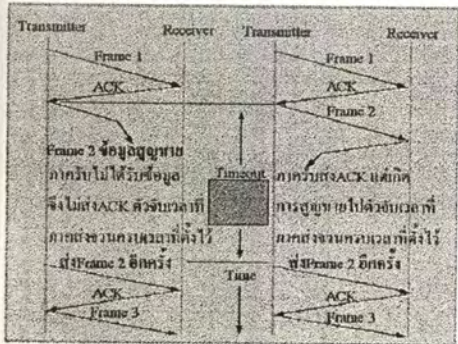
Menu
Exit

ภาพแสดงเนื้อหาของ
Convolution Code

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเกี่ยวข้องกับการส่งอักขระ (character) แต่ละตัวในเวลาใดก็ได้ รูปแบบของการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส เริ่มต้นด้วยบิตเริ่มต้น (start bit) เป็นการบอกจุดเริ่มต้นของการส่งข้อมูล คือ เป็นการเปลี่ยนสถานะของตัวกลางในการส่งข้อมูลจาก idle state (สถานะที่ไม่มีข้อมูลส่ง) ซึ่งจะค้นแรงดันในสายส่งข้อมูลเป็นควม "1" หรือ marking มาเป็นสถานะที่มีการส่งข้อมูล การส่งข้อมูลที่เป็นข้อความ (Text Data) ระหว่างอุปกรณ์ปลายทางกับ คอมพิวเตอร์มักเป็นการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ภายหลังจากส่งบิต เริ่มต้นออกไปแล้ว จะเป็นบิตข้อมูลจำนวน 7 บิต หรือ 8 บิต แล้วแต่จะ เป็นรหัสอักขระชนิดใด ตามด้วยพาริตีบิต (parity bit) จำนวน 1 บิต สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลและปิดท้ายด้วยบิตหยุด (stop bit) จำนวน 1 บิต หรือมากกว่า	ภาพแสดงเนื้อหาของ การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส
การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission) ในการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส เราส่งข้อมูลกันเป็นจำนวนเท่ากันในเวลาเดียวกัน ยกตัว อย่างเช่น ถ้ารับข้อมูลเป็นข้อความ ชุดของข้อมูลที่เป็นอักขระ 8 บิต จะถูกส่งออกไป ครั้งละหลายๆ ชุดในการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส จะมีปัญหาเกี่ยวกับการซิงโครไนซ์ เพื่อให้ทราบว่า ชุดเริ่มต้นและชุดของข้อมูลอยู่ที่ใด ดังนั้นแก้ไขได้โดยใช้ แบบรูปบิตซิงโครไนซ์ (synchronizing bit pattern) ที่จุดเริ่มต้นของการส่งข้อมูลข้อมูลดำเนินการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสโดยใช้โปรโตคอลชนิด character-oriented protocol จะใช้อักขระควบคุม (control character) SYN2 ตัวติดกันเป็นแบบรูปบิต ซิงโครไนซ์ ซึ่งเมื่อผู้รับ ได้รับจะทราบว่าสามารถเริ่มต้นตรวจสอบชุดข้อมูลที่ใดก็ได้เป็นการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส โดยใช้โปรโตคอลชนิด bit-oriented protocol จะใช้ flag (01111110) เป็นแบบรูปบิตซิงโครไนซ์ ค่อยจากนั้นจะเป็น ส่วนแอสเคอร์ (header), ข้อมูล (data) และ เทลเลอร์ (trailer) ตามลำดับ ถ้าตรวจสอบในสถานะ idle state ที่อยู่ตามปกติในวงจรจะเป็น flag ที่ถูกส่งอย่างคั่นเนื่อง	ภาพแสดงเนื้อหาของ การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส
โปรโตคอลหยุดและคอย (Stop-and-Wait Protocol) ในการส่งและรับข้อมูลผู้รับ ไม่สามารถตามผู้ส่งได้ทัน (รับข้อมูลไม่ทัน) จำเป็นต้องมีการจำกัด (Restrict) การไหลของเฟรม เช่น ผู้รับส่งการตอบรับ (Acknowledgment) กลับไปบอกผู้ส่งว่าได้รับข้อมูลแต่ละเฟรมโดยไม่มีความผิดพลาดก่อนที่ผู้ส่งจะทำการส่งข้อมูลไปผู้รับต่อไป เราเรียกโปรโตคอลนี้ว่าโปรโตคอลหยุดและคอย ถ้าช่องสัญญาณมีสัญญาณรบกวนมาก การตอบรับกลับไปยังผู้ส่งอาจสูญหายไป หรือจะใช้เวลาออกไป ในการนี้ผู้ส่งอาจไม่รอการตอบรับแต่จะส่งข้อมูลคั่นกลับ ไปอีกครั้ง หรือถ้าการตอบรับก่อนหน้ามีประวัติ เวลาออกไปผู้ส่งอาจไม่ทราบว่ามีรับ หมายถึงการตอบรับเฟรมข้อมูลไหน เพื่อแก้ไขปัญหานี้จะมีการเพิ่มหมายเลขลำดับ (Sequence Number) ให้กับแต่ละเฟรม และในการตอบรับจะมีหมายเลขของเฟรมข้อมูล ที่ผู้รับได้รับแล้วรวมอยู่ด้วย ต้องการดูภาพประกอบ: ต้องการดูภาพประกอบ2	ภาพแสดงเนื้อหาของ โปรโตคอลหยุดและคอย

 กลับไปที่หน้าอื่น	ภาพแสดงการทำงานของ โปรโตคอลหยุดและคอย
 กลับไปที่หน้าเดิม	ภาพแสดงการทำงานของ โปรโตคอลหยุดและคอย
โปรโตคอลหน้าต่าง (Windows) สำหรับโปรโตคอลหยุดและคอยนั้นก่อนที่จะมีการส่งข้อมูลในเฟรมถัดไปผู้ส่งจะต้องได้รับการตอบรับของเฟรมก่อนหน้านั้นเสียก่อนในกรณีของการสื่อสารผ่านดาวเทียม โปรโตคอลชนิดนี้ยังจำกัดการส่งข้อมูลสูงสุดเนื่องจากการแปรปรวนการส่ง (Transmission Delay) ที่ยาวนาน ความยืดหยุ่น (Flexibility) ของโปรโตคอลหน้าต่างสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลโดยนิยามระยะ (Range) ของหมายเลขเฟรม (Range of Frame Number) ที่สามารถรับและส่งได้อย่างถูกต้องหรือระยะเวลาของหมายเลขแสดงลำดับเฟรมที่อยู่ติดกันจึงอาจถูกส่งออกไปก่อนที่จะมีการตอบรับว่าหมายเลขผู้ส่ง (Sender's Window) และระยะเวลาของหมายเลขแสดงลำดับเฟรมที่ผู้รับยอมรับไว้ว่าหน้าค่าของผู้รับ (Receiver's Window) โปรโตคอลหยุดและคอยเป็นโปรโตคอลซึ่งมีความกว้างของหน้าต่างผู้ส่งและผู้รับเท่ากับ 1 เมื่อขนาดของหน้าต่างมีค่ามากกว่า 1 ต้องการการดูแลประกอบ	ภาพแสดงเนื้อหาของ โปรโตคอลหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพการทำงานของ Window  การเลื่อนของ Window Sender Receiver 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง DATA 0 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ DATA 0 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง DATA 1 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ DATA 1 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง DATA 2 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ DATA 2 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง ACK 3 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ ACK 3 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง DATA 3 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ DATA 3 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง DATA 4 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ DATA 4 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง DATA 5 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ DATA 5 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 ส่ง ACK 6 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 รับ ACK 6 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 0123456701234 กลับมาเริ่ม	ภาพแสดงการทำงานของ โปรโตคอลหน้าต่าง
Automatic Repeat reQuest (ARQ) หรือ Positive Acknowledgement with Retransmission (PAK) คือ การส่งข้อมูลแก่ผู้ส่งและผู้รับข้อมูลไปให้ทางผู้รับและผู้รับจะตอบรับข้อมูลที่ถูกต้องจากผู้รับให้เมื่อผู้รับจะทำการส่งข้อมูลของผู้รับต่อไปให้ผู้รับ ถ้าหากผู้รับไม่ได้รับการตอบรับจากผู้รับแล้วภายในเวลาที่กำหนด ผู้รับจะทำการส่งข้อมูลของผู้รับไปให้ทางผู้รับอีกครั้งและรอการตอบรับจากผู้รับที่ทำการส่งข้อมูลกับผู้รับกลับมาให้ผู้รับ ผู้รับจะทำการส่งข้อมูลของผู้รับต่อไปให้ผู้รับ ต้องการดูภาพประกอบ	ภาพแสดงเนื้อหาของ Automatic Repeat reQuest (ARQ)
Automatic Repeat reQuest (ARQ)  Transmitter Receiver Transmitter Receiver Frame 1 ACK Frame 1 ACK Frame 2 ACK Frame 2 ACK Frame 3 ACK Frame 3 ACK Frame 2 ACK Frame 2 ACK Frame 3 ACK Frame 3 ACK กลับมาเริ่ม	ภาพแสดงการทำงานของ Automatic Repeat reQuest (ARQ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

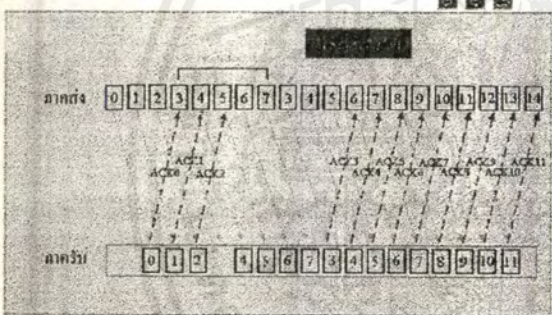
๒๕ ๒๕ ๒๕

การย้อนกลับ (Go Back N)

เป็นวิธีการแก้ปัญหาบนทางเดียว โดยผู้ส่งเริ่มส่งเฟรมข้อมูลหมายเลข 0,1,2,... มาตามลำดับ ทางฝั่งผู้รับก็จะส่งเฟรมตอบรับ(ACK#0,ACK#1,ACK#2,...) กลับมาตามลำดับเฟรมที่ได้รับ ถ้าเกิดมีเฟรมที่ผิดพลาดเมื่อผู้รับตรวจพบก็จะไม่ส่งเฟรมตอบรับตั้งแต่เฟรมที่มีการผิดพลาดกลับไปให้ผู้ส่ง โดยที่ทางฝ่ายผู้ส่งจึงยังไม่ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นก็จะทำการส่งเฟรมต่อไปโดยไม่รู้เลยว่าเฟรมที่ส่งไปนั้นผิดพลาดจนกระทั่งส่งเฟรมข้อมูลมาครบจำนวนตามที่หน้าต่างสื่อสารกำหนดไว้หรือเกิด Timeout ขึ้นเนื่องจากไม่ได้รับเฟรมตอบรับภายในเวลาที่กำหนด ผู้ส่งจึงทำการส่งเฟรมข้อมูลใหม่โดยเริ่มตั้งแต่เฟรมที่เกิดการผิดพลาดหรือสูญหายไป เนื่องจากเป็นวิธีการส่งแบบทางเดียว จึงมีปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพของระบบค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะในกรณีที่ปัญหาในเรื่องอัตราการผิดพลาดในการส่งข้อมูลสูง

ต้องการดูภาพประกอบ

ภาพแสดงเนื้อหาของ
การย้อนกลับ (Go Back N)



กลับไปพบเดิม

ภาพแสดงการทำงานของ
การย้อนกลับ (Go Back N)

เอกสารอ้างอิง

1. สัตยยุทธ์ สว่างวรรณ, “Computer Networks”, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2542
2. วาทีศ เบญจพลกุล, “การสื่อสารข้อมูล”, สัมฤทธิ์การพิมพ์, 2541
3. กฤดากร กล่อมการ, “เอกสารประกอบการเรียนวิชา Data Communication”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542
4. วีระพนธ์ คำดี, “Authorware 5”, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2543

