

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบสัญญาณเบสแบนด์  
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION  
BASEBAND SYSTEM (BB-CAI)



โดย

นายนิพนธ์ทิพย์	พรหมบาง	36.013250
นายปทิจิต	เต็มไพโรจน์	36.013254
นายพงศ์สรร	เทพคุ้มกัน	36.013256

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 86873  
วัน,เดือน,ปี... 16... ๗... ๒๕๕๒

b. 110425M  
i. ....

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม  
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2538

หัวข้อปริญญานิพนธ์  
จัดทำโดย

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบสัญญาณเบสแบนด์  
นายนิพนธ์ทิพย์ พรหมบาง 36.013250  
นายปทีจิต เต็มโพโรจน์ 36.013254  
นายพงศ์สรร เทพคุ้มกัน 36.013256

สาขาวิชา  
อาจารย์ที่ปรึกษา  
ปีการศึกษา

เทคโนโลยีโทรคมนาคม  
อาจารย์กฤตากร กล่อมการ  
2538

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้  
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ประธานกรรมการ

( )

กรรมการ

( กฤตากร กล่อมการ )

กรรมการ

( )

กรรมการ

( )

กรรมการ

( )

( )

หัวหน้าภาควิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบสัญญาณเบสแบนด์

### ผู้ร่วมงาน

นายนิพนธ์ทิพย์	พรหมบาง	36.013250
นายปทีจิต	เต็มไพโรจน์	36.013254
นายพงศ์สร	เทพคุ้มกัน	36.013256

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์กฤตากร กล่อมการ

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction) เรื่องระบบสัญญาณเบสแบนด์ ซึ่งเป็นการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบมัลติมีเดีย โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งใช้โปรแกรมAuthorware Profession สร้าง,แสดงเนื้อหาและประเมินผล

เนื้อหาของบทเรียนแบ่งออกเป็น 2 โมดูลดังนี้ โมดูลที่ 1 บทเรียนเรื่องลักษณะของสัญญาณเบสแบนด์ โมดูลที่ 2 บทเรียนเรื่องการเข้ารหัสช่องสัญญาณและถอดรหัสสัญญาณเบสแบนด์เพื่อตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Computer Assisted Instruction Baseband System  
(BB-CAI)**

Mr.Niponthip Prombang 36013250 ,

Mr.Patijit Tempairoj 36013254

Mr.Pongson Tepkumkun 36013256

Advisor

Mr.Kitdakorn Klomkam

1995

**Abstract**

This thesis would present about the Computer Assisted Instruction for Baseband Signaling System. We operated computer in making the multimedia ready-made lesson which is supported by Authorware Profession program.

The content is divided into two modules. Module 1 provides the format of baseband signaling. Module 2 covers the error detection and correction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การทำปริญญานิพนธ์นี้ สำเร็จลุล่วงได้ดีเพราะได้รับคำแนะนำจาก อ.กฤตากร กลุ่ม  
การ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และได้รับข้อมูลหลักการออกแบบการสร้างบทเรียน  
ด้วยคอมพิวเตอร์จากเพื่อนๆ ที่ศึกษาอยู่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตลอด  
จนเพื่อนทุกคนที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมต่างๆ คณะผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบพระคุณทุกท่าน  
เป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้



นายนิพนธ์ทิพย์ พรหมบาง  
นายปทิจิต เต็มไพโรจน์  
นายพงศ์สรร เทพคุ้มกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

บทที่ 1	บทนำ.....	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	5
บทที่ 3	ขั้นตอนการดำเนินการ.....	39
	วิธีการสร้างโปรแกรม.....	46
บทที่ 4	คู่มือการใช้โปรแกรม.....	125
	เอกสารอ้างอิง.....	204
	ภาคผนวก.....	205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ขึ้นใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพความสามารถที่สำคัญคือ มีความเที่ยงตรงแน่นอนและการคำนวณที่รวดเร็ว แม่นยำตลอดจนมีหน่วยความจำในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่องานด้านต่าง ๆ ได้อย่างมากมายนับตั้งแต่ ทางการแพทย์ การศึกษา การธนาคาร การทหาร และการสร้างสรรค์ศิลปะ ตลอดจนการนำมาใช้ในการออกแบบและเขียนภาพโครงสร้างที่สลับซับซ้อน เช่น การก่อสร้างอาคาร และอากาศยาน ด้วยเหตุนี้ คอมพิวเตอร์จึงได้รับความเชื่อถือเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อมนุษย์ ประกอบกับราคาของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีราคาที่ถูกลงกว่าในสมัยก่อน และขนาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ก็เล็กลงมากในขณะที่ความสามารถเพิ่มขึ้น

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวในวงการศึกษา โดยเฉพาะเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนด้วยคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้น จุดมุ่งหมายของการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในห้องเรียน เป็นการเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้

ในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม และการศึกษา บุคคลส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์มาแล้วแม้กระทั่งในบริษัทเล็ก ๆ ก็มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ภายในสำนักงานจนถึงสถานศึกษา จะเห็นได้ว่าปัจจุบันได้มีการใช้บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการฝึกอบรมพนักงานใหม่เนื่องจากในการรับพนักงานไม่ได้รับมาที่ละมาก ๆ แต่จะรับมาทีละไม่กี่คน ทำให้การเปิดการฝึกอบรมเป็นการไม่คุ้มค่าทั้งเวลาและงบประมาณที่เสียไปกับการฝึกอบรมพนักงานไม่กี่คนทำให้ บริษัทส่วนใหญ่จึงสนใจในการใช้บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เพื่อให้พนักงานได้ศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการประหยัดทุนในการเปิดอบรม เพราะฉะนั้นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงกำลังเป็นที่ต้องการทั้งในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม และการศึกษาอย่างยิ่ง

ทุกวันนี้จะพบว่าผู้สอนนั้นในวันหนึ่ง ๆ จะต้องทำการสอนเฉลี่ยแล้วประมาณ 4-5 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย ซึ่งเป็นงานที่หนักมาก แต่ก็อยากให้ผู้เรียนได้เข้าใจในบทเรียนที่ได้สอนไปแต่เนื่องจากผู้เรียนมีจำนวนมากและมีความแตกต่างระหว่างบุคคล โอกาสที่ผู้สอนจะเข้าไปอธิบายที่ละคนนั้นย่อมเป็นไปได้ยากคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในส่วนนี้ได้

แต่ว่าการสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ในเรื่องการเรียนการสอนนั้นก็พัฒนาไปได้ยาก เพราะผู้ที่สร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นขาดความรู้และทักษะทางด้าน การออกแบบหรือการจัดทำ เนื่องจากการจัดทำบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไม่ใช่ว่าผู้สร้างจะมีเพียงแต่ความรู้ในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่ต้องมีความรู้เทคนิคต่าง ๆ ในการใช้สื่อการเรียนการสอน และเข้าใจถึงวิธีการสอนเพื่อที่จะดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและทัศนคติที่ดีในบทเรียนอีกด้วย

โครงการนี้จึงได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียน สำหรับผู้ที่สนใจในเรื่องสัญญาณเบสแบน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสื่อสารโทรคมนาคม โดยได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน โดยที่ผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ต้องมีความรู้ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และสามารถนำโครงการนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในวิชา Project ในภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้อีกด้วย

### **วัตถุประสงค์ของโครงการ**

สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม พร้อมหนังสือคู่มือการใช้บทเรียนเรื่อง ระบบสัญญาณเบสแบน BASE BAND SYSTEM COMPUTER ADSISTANCE INDUSTION (BB-CAI)

### **ขอบเขตของงาน**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบสัญญาณเบสแบน BASE BAND SYSTEM COMPUTER ADSISTANCE INDUSTION (BB-CAI) มีขอบเขตของงานดังนี้

#### **1. ขอบเขตของเนื้อหา**

เนื้อหาแบ่งออกเป็นโมดูลย่อย ๆ จำนวน 2 โมดูลซึ่งมีขอบเขตแต่ละโมดูลดังนี้

โมดูลที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หน่วยที่ 2 ลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โมดูลที่ 2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสัญญาณเบสแบน

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

2.1 CPU 80386DX, 80486 หรือสูงกว่า

2.2 Monitor VGA

2.3 Ram อย่างน้อย 4 MB

2.4 เม้าส์เป็นไมโครซอฟต์เม้าส์หรืออื่น ๆ

2.5 Sound Blaster Pro หรืออื่น ๆ ที่ Compatible

2.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบสื่อประสมนี้จะต้องทำงานภายใต้วินโดวส์

3.0 ขึ้นไปและต้อง Run ในโหมด 640 X 400 256 สีขึ้นไป

3. จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานโปรแกรม

4. เนื้อหาทั้งหมดจะอ้างอิงตาม หนังสือ

4.1 Shammugn, K.S., "Digital and Analog Communication System". John Wiley & Son, 1979.

4.2 William L. Schweber, "DATA Communication", McGraw Hill, 1988 (หน้า 142 - 145)

4.3 Martin S. Roden, "Analog and Digital Communication System", Prentice - Hill, 1991 (หน้า 389 - 396)

4.4 Peyton Z. Peebles, JR., Ph.D., "Digital Communication System", Prentice/Hall International, 1987 (หน้า 104 - 111)

4.5 บัญญัติ โรจนอารยานนท์, "หลักการไฟฟ้าสื่อสาร", จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536. (หน้า 275 - 276)

4.6 ถวิล กิ่งทอง, "เทคโนโลยีการส่งสัญญาณดิจิทัล", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2534 (หน้า 58 - 60)

4.7 กนก เจนจิระพงศ์เวช, "เอกสารประกอบการเรียนวิชาเทคโนโลยีดาวเทียม", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.8 ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ, "หลักการระบบสื่อสาร", ซีเอ็ดดูนิเคชั่น, 2537 (หน้า 246-271)

4.9 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, "เอกสารประกอบการฝึกอบรมมาตรฐานการสื่อสารคอมพิวเตอร์ระบบเปิด"

### **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ได้โปรแกรมบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ระบบสัญญาณเบสแบน BASE BAND SYSTEM COMPUTER ADSISTANCE INDUSTION (BB-CAI)
2. เป็นการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ร่วมเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนของการศึกษาไทยให้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นไป
3. ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม จะมีบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นสื่อช่วยสอนเรื่อง ระบบสัญญาณเบสแบนBASE BAND SYSTEM COMPUTER ADSISTANCE INDUSTION (BB-CAI) ในวิชา Data Communication
4. โครงการชุดนี้เมื่อสำเร็จและนำไปใช้ ผู้เรียนสามารถมีแนวทางในการที่จะศึกษาการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องต่าง ๆ และทบทวนความรู้ด้วยตนเอง



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### การเรียนการสอนรายบุคคล (Individualized Learning)

การเรียนการสอนเป็นกระบวนการสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เมื่อผู้เรียน รับข้อมูลจากผู้สอนมาแปลผล และเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใด ๆ ขึ้นมา แสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

กระบวนการสื่อสารข้อมูลในการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่

1. การสื่อสารทางเดียว (One-way Communication) เช่น การสอนแบบบรรยาย
2. การสื่อสารแบบสองทาง (Two-way Communication) เช่น การสอนแบบถาม-ตอบ การเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพเท่าใดนั้น จะขึ้นอยู่กับข้อมูล que ผู้เรียนแปลผลได้ตรงกับ ความหมายที่ผู้สอนส่งให้ได้มากที่สุด ในเวลาอันจำกัด การสื่อสารแบบสองทางจึงเป็นวิธีการแปลผลข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการสื่อสารแบบทางเดียว

การเรียนการสอนรายบุคคล เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ใดตนเองในการเรียนรู้ เช่น เลือกกิจกรรมการเรียนที่ตนเองถนัดเลือกวิธีการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น แนวการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจะอาศัยพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคลในการพัฒนาวิธีการให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามความสามารถเฉพาะบุคคล และความพร้อม โดยไม่คำนึงถึงเวลาและสถานที่

ลักษณะของการเรียนการสอนรายบุคคล มีสาระสำคัญ ๆ ดังนี้

1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. เนื้อหาที่เรียนจะแบ่งเป็นตอน ๆ หรือหน่วยย่อยเริ่มจากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่รู้เรียงไปตามลำดับ
3. เนื้อหาแต่ละหน่วยย่อย จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ และจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่ที่ละชั้น
4. สื่อการเรียนการสอนมีให้เลือกหลายประเภทตามความสนใจ
5. มีการทดสอบและการประเมินผล ทั้งระหว่างบทเรียนและหลังจบบทเรียน เช่น การตอบคำถาม การทำแบบทดสอบ

6. จัดกิจกรรมการเรียนที่เปิดโอกาสให้เลือกใช้แหล่งความรู้หลาย ๆ อย่าง
7. จัดตารางการเรียน ยืดหยุ่นตามความเหมาะสมและความสามารถของผู้เรียน
8. จัดโปรแกรมการเรียนเป็นไปอย่างมีระบบและเป็นแบบแผน

#### **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 ได้ริเริ่มนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้กับงานวิจัยด้านจิตวิทยา นับว่าเป็นการบุกเบิกด้านนี้เป็นแห่งแรก

ต่อมา ปี ค.ศ. 1958 มหาวิทยาลัย Florida ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ทบทวนวิชาฟิสิกส์และสถิติ พร้อม ๆ กับมหาวิทยาลัย Stanford ได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา

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

ต่อมาเมื่อคอมพิวเตอร์แพร่หลายมากขึ้น ได้มีการส่งเสริมพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากขึ้น ในปี ค.ศ. 1967 มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำหน่ายมากกว่า 1500 เรื่อง

ในปี ค.ศ. 1970 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้เริ่มแพร่หลายในทวีปยุโรปองค์การ French National Experiment in Educational Computing ของฝรั่งเศส ได้เริ่มพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาพร้อม ๆ กับประเทศอังกฤษได้ริเริ่มโครงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่า 35 โครงการ

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

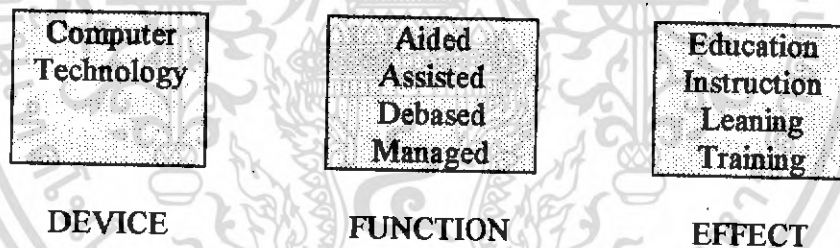
พัฒนาการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ นับตั้งแต่ต้นมา จะประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งเท่านั้น ต่อมาเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามา มีบทบาทในสถานศึกษามากขึ้น จึงมีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างจริงจังเช่น มหาวิทยาลัย Osaka ในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

ปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียน และการฝึกอบรมในสถานประกอบการ โดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันสามารถประยุกต์ใช้งานได้ทั้งภาพ เสียง และการโต้ตอบ ในลักษณะสื่อประสม (Multi Media) ทำให้แนวโน้มของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แสดงบทบาทในการประยุกต์ใช้งานได้อย่างเต็มที่

### ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

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

นอกจากนี้ ยังมีคำอื่น ๆ ที่กำหนดขึ้นมาอีก ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะประกอบด้วย 3 ส่วนผสมกัน ได้แก่ เครื่องมือ (Device) หน้าที่ (Function) และผลที่เกิด (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)

สำหรับประเทศไทยนั้นจะคุ้นเคยกับคำว่า CAI มากกว่าคำอื่น ๆ ส่วนภาษาไทยนั้น จะใช้คำว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บทเรียนสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ หรืออื่น ๆ

ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือบทเรียนสำเร็จรูปที่นำเสนอเนื้อหา สื่อ กิจกรรม การตรวจปรับการประเมินผลและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้อื่น ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์

### **ลักษณะการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในรูปแบบของบทเรียนสำเร็จรูป เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนรายบุคคลทั้งในห้องเรียนของสถานศึกษา และการฝึกอบรมในสถานประกอบการ ลักษณะการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงเหมาะสมกับสถานการณ์ต่อไปนี้

1. ใช้เพื่อสอนแทนผู้สอนทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การสอนแทนผู้สอนโดยตรง การสอนทบทวน การสอนเสริม เป็นต้น
2. ใช้เพื่อการศึกษาทางไกลผ่านสื่อโทรคมนาคม เช่น การเรียนการสอนทางไกล (Distance Learning)
3. ใช้กับเนื้อหาการสอนที่ซับซ้อน ไม่สามารถศึกษาได้จากของจริงโดยตรง เช่นการเปลี่ยนแปลงภายในโมเลกุล
4. ใช้กับลักษณะงานที่อันตราย มีความเสี่ยงต่อความเสียหายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฝึกอบรม เช่น การจำลองระบบการบิน (Flight Simulator)
5. ใช้กับสาระเนื้อหาที่ต้องการแสดง ให้เห็นลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงทีละขั้น ๆ โดยการจำลองจากเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้นเร็วไปหรือช้าเกินไป
6. ใช้ในการฝึกอบรมพนักงานใหม่ โดยไม่ต้องเสียเวลาเริ่มงานเหมือนกับการฝึกอบรมแบบปกติ
7. ใช้เพื่อคงความเป็นมาตรฐาน ทั้งหลักสูตรการสอนและการฝึกอบรมให้เหมือนกันทุกแห่งที่ใช้หลักสูตรเดียวกัน

## **ข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

จากผลการวิจัยในการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่า

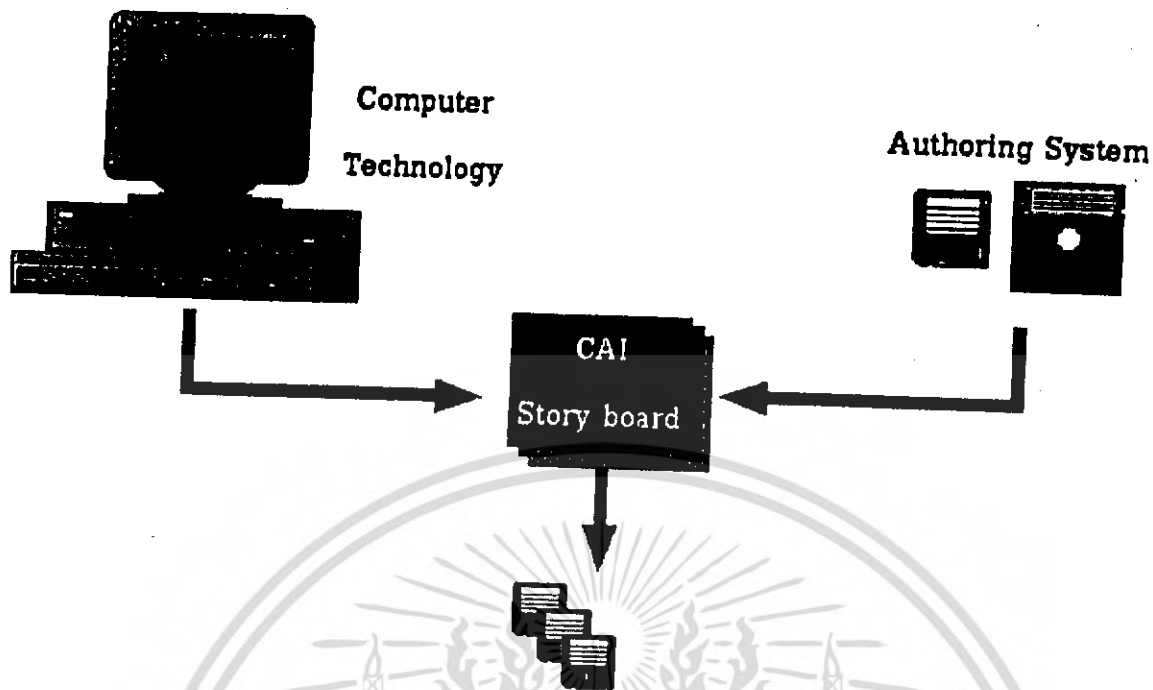
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนในห้องเรียน
2. ลดเวลาเรียนลง เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนในห้องเรียน
3. ผู้เรียนสนใจการเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ (interactive) กับบทเรียนอย่างแท้จริงโดยมีการโต้ตอบซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง
5. ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง นับตั้งแต่การจัดการบทเรียนเลือกเรียนกิจกรรมที่ตนถนัด จนถึงการประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสนอเนื้อหาได้รวดเร็วจับใจ เก็บเนื้อหาไว้ได้มากกว่า เสนอรูปภาพที่เคลื่อนไหวซับซ้อนและมีเสียงประกอบได้
7. สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ได้ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

## **ข้อเสียเปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

ข้อเสียเปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนปกติ จำแนกออกเป็น 4 ประเด็นได้ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องลงทุนค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
2. ผู้เชี่ยวชาญ ต้องจัดเตรียมผู้เชี่ยวชาญหลายด้านมาระดมความคิดเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งด้านหลักสูตร การเรียนการสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผล และด้านการโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ระยะเวลาในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องใช้เวลามากสำหรับการพัฒนา การทดสอบ และการปรับปรุงบทเรียน
4. ความยากในการออกแบบ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องออกแบบให้ยืดหยุ่นต่อการใช้งาน มีทางเลือกที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความถนัดแตกต่างกันจึงเป็นการยากที่จะออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายที่มีความแตกต่างกัน

## ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย

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

### ลักษณะโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนการ ทบทวนการทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล ผู้เรียนแต่ละคนจะนั่งอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียก โปรแกรมบทเรียนที่เตรียมไว้สำหรับการสอนในวิชานั้น ๆ ขึ้นมาแสดงบนหน้าจอภาพและอ่าน ทำความเข้าใจได้ตรงกับบทเรียน ตามการจัดการของบทเรียน จนจบบทเรียน

ลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทเรียนหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยสาระสำคัญ ๕ ประการดังนี้

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

### การสนับสนุนการเรียนการสอนรายบุคคล

สาระสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการสนับสนุนการเรียนการสอนรายบุคคล จะประกอบด้วยลักษณะสำคัญดังนี้

1. การดำเนินบทเรียนด้วยตัวผู้เรียนเอง เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องแบ่งออกเป็นตอน ๆ ตอนละสั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ หรือ เฟรม (Frame) โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ดำเนินบทเรียนแต่ละเฟรมด้วยตัวเอง ในลักษณะของ Self-paging โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา ดังนั้นผู้เรียนที่ค่อนข้างเก่งหรือเร็วอาจจะดำเนินบทเรียนในแต่ละเฟรมเร็วกว่าผู้เรียนที่ค่อนข้างอ่อนหรือช้า

2. การตรวจปรับเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องมีการตรวจปรับเนื้อหาเป็นระยะ ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ การตรวจปรับมีสิ่งที่จะต้องพิจารณาดังนี้

2.1 การเสริมแรง (Reinforcement) เมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องมีการเสริมแรงให้ทราบด้วยคำชมหรือภาพกราฟิกต่าง ๆ

2.2 การแนะแนวทาง เมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิด บทเรียนจะต้องมีการแนะนำเพิ่มเติมเพื่อตรวจปรับความเข้าใจให้ถูกต้อง

3. บทเรียนต้องไม่จำกัดเวลาการเรียน แม้ว่าชื่อ่ว่า บทเรียนช่วยสอนก็ตาม แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้กับการเรียนด้วยตนเองรายบุคคลซึ่งผู้เรียนจะแยกเรียนตามความพร้อมของตนเอง บทเรียนจึงต้องไม่จำกัดเวลาในการเรียน แม้ว่าผู้เรียนจะตอบคำถามผิดหรือทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้องซ้ำแล้วซ้ำเล่าก็ตาม เนื่องจากไม่ต้องมีการแข่งขันด้านเวลาหรือแข่งกับผู้เรียนคนอื่น

4. การควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีสื่อ กิจกรรมและองค์ประกอบอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ให้เลือกเรียนหลายอย่างที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียน และประเมินผลการเรียนด้วยตนเองการควบคุมขั้นตอนของบทเรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะเลือกเรียนสิ่งใด

5. ทางเลือกของบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องมียางเลือกที่กำหนดไว้ในลักษณะของสาขา (Branching) ผู้เรียนที่เรียนได้เร็วมีการเรียนที่เร็วกว่าจะสามารถกระโดดข้ามเนื้อหาบางช่วงไปได้ในขณะที่ผู้เรียนช้าจะต้องศึกษาเนื้อหาที่ละเอียด ๆ

6. ความเป็นมาตรฐานของบทเรียน รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องคงความเป็นมาตรฐานไว้เพื่อความเป็นระบบที่ถูกต้อง ไม่ว่าจะใช้ในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมก็ตาม มาตรฐานของบทเรียนจะต้องพิจารณาจากหลักสูตรเนื้อหา สื่อ กิจกรรม และการประเมินผล

### **การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน**

การโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน มักจะกระทำขณะที่บทเรียนได้นำเสนอเนื้อหาใหม่ไปแล้ว เพื่อต้องการตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหา หรือเพื่อฟื้นคืน (Recall) ความรู้เก่าที่ได้เรียนมาแล้ว นอกเหนือจากแบบทดสอบก่อนหรือหลังบทเรียน ซึ่งจะต้องมีส่วนนี้อยู่แล้ว

การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน อาจแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ บทเรียนเป็นตัวถามแล้วให้ผู้เรียนตอบ (Machine Initiated) ซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วไป ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นการถามโดยผู้เรียนแล้วให้บทเรียนโต้ตอบ (Student Initiated) ซึ่งประเภทหลังนี้สร้างได้ยากกว่า

### **รูปแบบการนำเสนอบทเรียน**

การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำแนกเป็น 7 รูปแบบดังนี้

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill) รูปแบบนี้จะเริ่มด้วยการเตรียมเนื้อหาให้ผู้เรียนอ่านก่อน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจ รูปแบบนี้มักจะเป็นบทเรียนสั้น ๆ แต่เน้นที่ตัวแบบฝึกหัดมากกว่า การเตรียมแบบฝึกหัดจะต้องมีจำนวนข้อมากอาจจะกระทำโดยวิธีสุ่มเลือกขึ้นมาเอง โดยที่ผู้เรียนไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนหรือจำได้ในการทำครั้งแรกมาก่อนแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ที่มีคุณภาพดีจะต้องตรวจปรับได้ว่าถ้าผู้เรียนตอบอย่างหนึ่งจะแสดงผลอย่างหนึ่งและถ้าผู้เรียนตอบอีกอย่างหนึ่งก็จะแสดงผลอีกอย่างหนึ่ง

2. แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่เป็นแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ เนื่องอาจเป็นการลอกเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพแทน แล้วมีการสอนด้วยการ ตั้งคำถาม มีกิจกรรมให้เลือกทำ และมีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนให้ประเมินผล ความรู้ แนวความคิดของบทเรียนรูปแบบนี้มีอยู่ว่าการเรียนการสอนนั้นไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในสถานศึกษาเท่านั้น แต่ยังสามารถขยายวงกว้างไปถึงการฝึกอบรมในระดับและสาขาอาชีพต่าง ๆ อีกด้วย

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) บทเรียนแบบนี้เป็นการนำเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง ลำดับเหตุการณ์ต่าง ๆ และเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยากไม่สามารถมองเห็นได้ต้องอาศัยการจินตนาการ ชับซ้อน หรืออันตรายที่จะไปศึกษาเหตุการณ์จริง เช่น การจำลองอวัยวะภายในของมนุษย์โครงสร้างของอะตอม การจำลองระบบการบิน (Flight Simulator) การสร้างสถานการณ์การซื้อขายในตลาดหุ้น เป็นต้น การจำลองสถานการณ์มี 3 ลักษณะ คือ

3.1 การจำลองสภาพการทำงาน เช่น การจำลองระบบการเงิน การจำลองการขับรถ เป็นต้น

3.2 การจำลองสภาพของระบบ เช่น การจำลองระบบการวางผังเมือง การจำลองระบบ การจราจร เป็นต้น

3.3 การจำลองสภาพประสบการณ์ เช่น การจำลองให้ผู้เรียนทำงานบางอย่างโดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาโดยที่การทำจริง ๆ อาจจะยังไม่เกิดขึ้น

4. แบบเกมส์การสอน (Instructional Games) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้พัฒนามาจากแนวความคิดและทฤษฎีด้านการเสริมแรง (Reinforcement) บนพื้นฐานของการสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนานจะทำให้ผลดีต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้สร้างขึ้นเพื่อฝึกและทบทวน เนื้อหา แนวความคิด และทักษะที่ได้เรียนไปแล้วคล้ายกับแบบ Drill แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุก ดึงดูดตัวอย่างของบทเรียนประเภทนี้ ได้แก่ เกมส์ คำศัพท์ภาษาอังกฤษแขวนคอเกมส์ทายตัวเลข เป็นต้น

5. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) บทเรียนแบบนี้จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตัวอย่าง เช่น บทเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือรู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา อาจจะต้องออกแบบบทเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดด้วยความแตกต่างของตัวเอง เช่น ถ้าตอบข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิดถ้าตอบข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด แต่ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลย ดังนี้ เป็นต้น

6. แบบทดสอบ (Test) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้เป็นรูปที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น วัตถุประสงค์ก็เพื่อทดสอบความสามารถของผู้เรียน การสอบนี้อาจเป็นการสอบก่อนการเรียน (Pre-test) หรือหลังการเรียน (Post-test) การออกแบบข้อสอบ ถ้าเป็นโครงสร้างบทเรียนขนาดใหญ่ข้อสอบอาจจะเก็บอยู่ในรูปของคลังข้อสอบ(Item Bank) สุ่มนำมาใช้งาน ลักษณะของข้อสอบแบบนี้จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินผลได้ เช่น แบบเลือกตอบแบบถูกผิดหรือแบบเติมคำง่าย ๆ ก็ได้

นอกเหนือจากบทเรียนทั้ง 6 แบบแล้วนักการศึกษาบางท่านยังจำแนกได้อีก เช่น แบบค้นพบสิ่งใหม่ (Discovery) แบบผสมผสาน (Integrated) ซึ่งมีความแตกต่างไม่มากนักจากทั้ง 6 แบบที่กล่าวมาแล้ว แต่ในปัจจุบันมักจะพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องหนึ่ง ๆ จะผสมผสานหลาย ๆ รูปแบบ โดยอยู่ภายใต้พื้นฐานของเนื้อหาและระดับความรู้ของกลุ่มผู้เรียนก็เป็นตัวแปรที่จะต้องพิจารณาด้วยประการหนึ่ง

### **การจัดการบทเรียน**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นจะต้องมีการจัดการบทเรียนที่ดี นับตั้งแต่การนำเสนอเนื้อหาใหม่ การเสนอแนวทางเลือก การป้อนคำถามเพื่อตรวจปรับเนื้อหา จนถึงการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้เรียนจะต้องศึกษากับบทเรียนแต่เพียงลำพัง องค์กรประกอบหลักที่สำคัญได้แก่

1. การจัดการและการบริหารบทเรียน ในส่วนนี้ได้แก่ การดำเนินการบทเรียนนับตั้งแต่เริ่มบทเรียนจนถึงการออกแบบบทเรียน ซึ่งได้แก่ การเก็บข้อมูลการเรียน เช่น การลงทะเบียนเรียน การบันทึกผลการเรียนเข้าเพิ่มข้อมูล และการรายงานผลการเรียนเป็นต้น

2. ผลการเรียน การจัดการบทเรียน จะต้องรวมถึงการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนนับตั้งแต่การทดสอบก่อนบทเรียน ระหว่างบทเรียน และการทดสอบหลังบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องนำเสนอผลการเรียนเหล่านี้ให้กับผู้เรียนทราบเหมือนการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ

3. การแนะนำแนวทางในการเรียน การออกแบบบทเรียน ควรจะใช้หลัก Guided Discovery ซึ่งหมายถึงการจัดการบทเรียนให้ผู้เรียนค้นหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเองจากการชี้แนะในจุดกว้าง ๆ และแคบลง ๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เองการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าไปใช้ในการจัดการกับเนื้อหาของบทเรียนได้

### **ประสิทธิภาพในการใช้งานของบทเรียน**

วัตถุประสงค์หลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็เพื่อใช้สอนแทนผู้สอนในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การสอนเสริม การสอนแทนผู้สอนโดยตรง ในลักษณะของการเรียนการสอนปกติในห้องเรียนและการฝึกอบรมในสถานประกอบการ ดังนั้นในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนของการเรียนรู้ครบทุกกระบวนการ ซึ่งสามารถนำไปใช้วัดหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นได้ การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะพิจารณาจาก

1. ความสมบูรณ์ของบทเรียนแต่ละหน่วย โดยพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนแรกในแต่ละหน่วยของบทเรียน จนถึงจุดสิ้นสุดซึ่งอาจเป็นแบบทดสอบท้ายบทเรียน

2. ผลคะแนนจากการเรียน ผลคะแนนจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน จะเป็นข้อมูลสำคัญที่จะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาปรับปรุงบทเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งจะส่งผลถึงประสิทธิภาพของบทเรียน

3. การเปรียบเทียบกับผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ วิธีการหนึ่งที่ยอมรับใช้แพร่หลายในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การเปรียบเทียบผลการเรียนกับผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ เช่นเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติแล้วนำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์เชิงสถิติข้อมูลที่ได้สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขประสิทธิภาพของบทเรียนได้

### **บุคลากรทางการออกแบบบทเรียน**

กระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแตกต่างจากการใช้วิธีการสอนแบบอื่น ๆ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ช่วยผู้สอนทั้งในห้องเรียนและใช้ฝึกอบรมในสถานประกอบการได้ การเรียนการสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จะต้องละเอียดรอบคอบและมีความยืดหยุ่นมากดังนั้นกระบวนการออกแบบบทเรียนจึงต้องเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย ดังนี้

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

### **หน้าที่หลักของบุคลากรแต่ละฝ่าย มีดังนี้**

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและเนื้อหา บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ทางการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมทั้งการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ขอบข่ายของเนื้อหา ตลอดจนวิธีวัดและประเมินผลหลักสูตร เรียกว่าเป็น Resource Person ทางด้านหลักสูตรและเนื้อหา

2. ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน บุคลากรกลุ่มนี้เป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ ตลอดจนมีความสำเร็จทางการสอนมาเป็นอย่างดี มีความลึกซึ้งด้านเนื้อหา สามารถจัดลำดับความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิค วิธีการนำเสนอการออกแบบและสร้างบทเรียนตลอดจนรู้เทคนิควิธีการประเมินผลการเรียนรู้ บุคลากรกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อการเรียนการสอน บุคลากรด้านนี้จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำปรึกษาด้านการวางแผน การออกแบบบทเรียน การจัดวางรูปแบบ การออกแบบเนื้อหาแต่ละเฟรม การเลือกใช้ตัวอักษร เส้น สาย สี รูปทรง กราฟิก และสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่จะช่วยดึงดูดความสนใจของบทเรียน

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บุคลากรกลุ่มนี้มีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกมา เป็นกลุ่มบุคคลที่มีความชำนาญทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือเป็นโปรแกรมเมอร์โดยตรง ทำหน้าที่สร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการเลือกใช้โปรแกรม Authoring System การใช้อุปกรณ์ประกอบ การแก้ไขโปรแกรม รวมทั้งการทำเอกสารประกอบบทเรียน

ในกระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นระบบนั้น จำเป็นจะต้องมีการจัดตั้งบุคลากรทั้ง 4 ฝ่ายเพื่อแยกแยะการทำงานและความรับผิดชอบให้ชัดเจนแต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัตินั้น นักการศึกษาที่มีความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์ จะสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แต่เพียงลำพัง เพียงแต่จะต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านดังกล่าวมาแล้ว คอยให้คำปรึกษาแนะนำ เพื่อความสมบูรณ์ของบทเรียน ดังนั้นกระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นระบบนั้นจึงประกอบด้วยบุคคลหลายฝ่ายทั้งกลุ่มผู้เชี่ยวชาญผู้สร้างบทเรียนและบุคคลที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคลที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนในลักษณะของผู้บริหารโครงการ ซึ่งจะมีหน้าที่โดยสรุปดังนี้

1. วางแผนทางด้านงบประมาณและระยะเวลาในการทำ
2. รวบรวมกลุ่มบุคคลที่รับผิดชอบในกระบวนการทั้งหมด
3. ประสานงานความร่วมมือระหว่างกลุ่มบุคคลที่ร่วมงาน
4. ควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของบทเรียนที่สร้างขึ้น
5. ควบคุมงบประมาณการสร้างบทเรียน
6. จัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบ
7. รวบรวมบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อนำเสนอต่อไป

นอกเหนือจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ฝ่าย และผู้บริหารโครงการแล้ว ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังเกี่ยวข้องกับบุคคลต่าง ๆ ซึ่งเป็นระดับปฏิบัติการกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรง ได้แก่

1. ผู้ออกแบบบทเรียน (Instructional Designer) ทำหน้าที่ออกแบบบทเรียน (Courseware Design) โดยจัดทำอยู่ในรูปของเอกสาร เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหาการวิเคราะห์กิจกรรมและสื่อการประเมินผลและการสร้าง Storyboard ของบทเรียนโดยอยู่ในความ

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

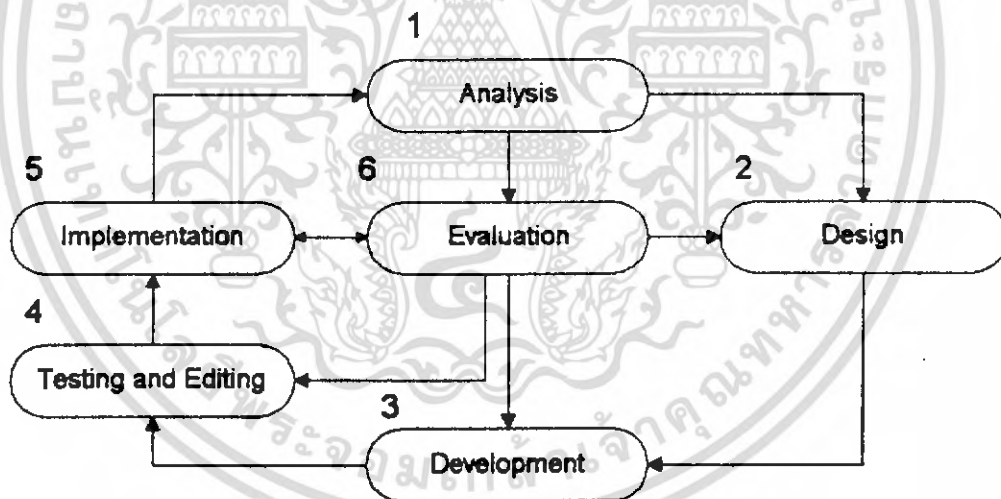
ควบคุมและแนะนำจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญบุคลากรกลุ่มนี้นับว่าเป็นกลุ่มที่สำคัญที่สุดในการออกแบบบทเรียน

2. ผู้สร้างบทเรียน (Authors) ทำหน้าที่สร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการนำ Courseware ที่ได้ออกแบบเรียบร้อยแล้วซึ่งอยู่ในรูปแบบของ Storyboard นำมาสร้างเป็นบทเรียน โดยใช้คุณประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอและจัดการบทเรียนกลุ่มนี้จึงเป็นผู้ที่มีความรู้ เรื่องการโปรแกรมและระบบ Authoring System เป็นอย่างดี

### ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องกระทำเป็นวัฏจักรแบบครบวงจร ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอนดังนี้

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



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) ขั้นตอนนี้นับว่าสำคัญที่สุดของกระบวนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะสร้างเป็น

บทเรียน ซึ่งจะได้มาในส่วนของเนื้อหา วัตถุประสงค์บทเรียน ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนรวมไปถึงแผนการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน

2. การออกแบบบทเรียน (Design) ขั้นตอนนี้เป็นการจำแนกเนื้อหาเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหัวเรื่องและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพื่อจัดขอบข่ายเนื้อหาและส่วนที่เกี่ยวข้องสำหรับสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมทั้งการร่างบทเรียนและการออกแบบหน้าจอภาพ

3. การพัฒนาบทเรียน (Development) ขั้นตอนนี้เป็นการนำแบบร่างบทเรียนที่ได้จากการออกแบบมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะของ Authoring System หรือใช้ภาษาคอมพิวเตอร์พัฒนา

4. การทดสอบและแก้ไข (Testing and Editing) บทเรียนที่ได้สร้างขึ้นจะถูกนำมาทดสอบในขั้นต้นกับกลุ่มเป้าหมายและนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพเหมาะสมยิ่งขึ้น

5. การทดลองใช้งาน (Implementation) ขั้นตอนนี้กระทำหลังจากที่ได้มีการทดสอบการใช้งานของบทเรียนที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยกระทำการทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบบทเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปสรุปหาประสิทธิภาพของบทเรียนในขั้นต่อไป

6. การประเมินผลบทเรียน (Evaluation) ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดสอบการใช้งานของบทเรียนกับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อประเมินผลหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่จะนำไปใช้งานต่อไปหรือข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเพื่อความเหมาะสมต่อไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคลที่ใช้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ในลักษณะของภาพ เสียง และการโต้ตอบ นำเสนอบทเรียนในกระบวนการเรียนรู้ทั้งกระบวนการ เมื่อเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เปลี่ยนไปสามารถใช้อุปกรณ์หลาย ๆ อย่างร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งภาพ เสียง การโต้ตอบจากแหล่งต่างๆ ในลักษณะสื่อประสมหรือ Multimedia ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันประยุกต์เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นรูปแบบใหม่ของการนำเสนอบทเรียน

รูปแบบการนำเสนอบทเรียน จำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ

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

### บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบดั้งเดิม (Embedded CAI)

เป็นรูปแบบการนำเสนอแบบเก่า นับตั้งแต่เริ่มแรกที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบเมนเฟรม ที่อาศัยภาพ และข้อความเป็นหลักในการนำเสนอบทเรียน การโต้ตอบจะยังมีอยู่น้อย แต่อย่างไรก็ตามบทเรียนแบบดั้งเดิมนี้อาศัยหลักการเรียนรู้ทุกประการ ส่วนประกอบของบทเรียนจึงมีครบถ้วน

### บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย (Multimedia CAI)

เป็นรูปแบบการนำเสนอบทเรียนแบบใหม่ ที่ผสมผสานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก เสียงจริง เสียงประกอบ การโต้ตอบ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์อื่น ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อสร้างสรรค์ให้บทเรียนเป็นการเรียนรู้อย่างธรรมชาติที่สุด ซึ่งเรียกว่า สื่อประสม หรือ Multimedia บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย จะประกอบด้วยอุปกรณ์หนึ่งหรือหลายอย่างดังนี้

#### 1. อุปกรณ์ด้านอินพุท

1.1 CD-ROM เป็นแผ่นเก็บข้อมูลแบบ CD ที่มีความจุสูงถึง 650 Mbytes หรือมากกว่าสำหรับเก็บภาพ และเสียงที่ใช้หน่วยความจำมาก ในรูปของสัญญาณดิจิทัล

1.2 Optical Disk เป็นแผ่นเก็บข้อมูลที่ทำงานด้วยแสง ลักษณะคล้ายกับ CD แต่สามารถบันทึกข้อมูลลงไปได้ตามต้องการทั้งภาพ เสียง และข้อความ

1.3 Scanner เป็นเครื่องอ่านข้อมูลที่เป็นข้อความ หรือภาพจากต้นฉบับเข้าไปเก็บในคอมพิวเตอร์ในรูปของสัญญาณดิจิทัล

1.4 Digitizing Camera เป็นกล้องถ่ายภาพสำหรับถ่ายภาพของจริงแบบดิจิทัลลงบนฟิล์มที่เป็น Disc หรือหน่วยความจำโดยตรง

1.5 DAT (Digital Audio Tape) เป็นเครื่องอ่านสัญญาณเสียงต่าง ๆ ในรูปของสัญญาณดิจิทัล

1.6 Magnetic Disk เป็นแผ่นเก็บข้อมูลทั้งภาพ ข้อความ เสียง ทั้ง ๆ ไป

1.7 Video Camera เป็นกล้องถ่ายภาพสัญญาณโทรทัศน์ สำหรับถ่ายภาพเคลื่อนไหว และเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยจะต้องต่อผ่านวงจร Video Capture Board

1.8 Video Tape Player เป็นเครื่องอ่านสัญญาณโทรทัศน์ในรูปของสัญญาณอนาล็อกที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป

1.9 Laser Disc Player เป็นเครื่องเล่นแผ่น Laser disc สำหรับภาพเคลื่อนไหว และเหตุการณ์ต่าง ๆ ผ่าน Video Capture Board เช่นเดียวกับ Video Tape Player

1.10 Microphone ใช้สำหรับบันทึกเสียงพูดเข้าในบทเรียน ผ่านวงจรสร้างเสียง Sound Board

1.11 CD Audio Player เป็นเครื่องเล่น CD สำหรับเสียงต่าง เช่น เสียงดนตรี เสียงประกอบบทเรียน ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

1.12 Midi Synthesizer เป็นเครื่องกำเนิดเสียงต่าง ๆ ทั้งเสียงดนตรีและเสียงประกอบอื่น ๆ เพื่อใช้ประกอบในบทเรียน

## 2. อุปกรณ์ด้านเอาท์พุท

2.1 Monitor เป็นจอภาพแสดงผลที่มีความคมชัดสูง สำหรับแสดงภาพหรือบทเรียนที่ต้องการความชัดเจนสูง เช่น Monitor ของคอมพิวเตอร์

2.2 Optical disk ใช้สำหรับเก็บบันทึกบทเรียนลงในแผ่น CD ที่ทำงานในลักษณะของแสง

2.3 Magnetic Disk ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลบทเรียนลงบนแผ่น Magnetic disk ใช้กันอยู่ทั่วไป

2.4 Laser Printer ใช้สำหรับพิมพ์บทเรียนในรูปของเอกสาร ทั้งที่เป็นสีและขาวดำ

2.5 Television เป็นเครื่องรับโทรทัศน์ ทั่วไปที่ใช้แสดงบทเรียน ซึ่งต้องต่อผ่านวงจร Genlock Board

2.6 Projection TV เป็นเครื่องขยายภาพจากสัญญาณโทรทัศน์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ใช้กับผู้เรียนจำนวนมาก

2.7 ลำโพง (Speaker) เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นเสียง เพื่อนำเสนอบทเรียน

2.8 Midi synthesizer เป็นเครื่องเก็บบันทึกเสียงดนตรี เสียงประกอบต่าง ๆ โดยผ่านวงจร Midi Converter

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากกว่าแบบเก่า เนื่องจากบทเรียนประเภทนี้ได้ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว และเกิดความคงทนในการจดจำเนื้อหา โดยเน้นความเป็นธรรมชาติของการสื่อสารมากที่สุด ซึ่งจะต้องประกอบด้วยภาพ เสียง และการโต้ตอบที่เห็นได้ชัดเจนและเป็นจริง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการผสมผสานสื่อจากอุปกรณ์ทั้งด้านอินพุทและเอาท์พุทให้เป็นไปอย่างมีระบบ ภายใต้วัตถุประสงค์ของบทเรียนที่กำหนด

## **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภูมิปัญญา (Intelligent CAI)**

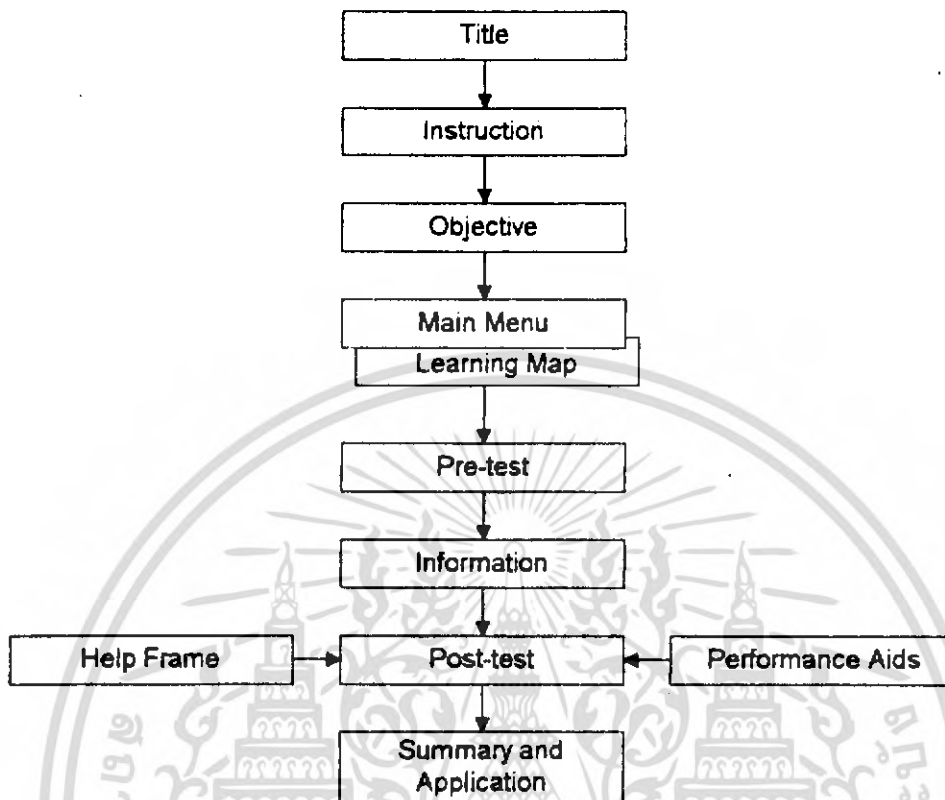
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอบทเรียนในลักษณะนี้มีอยู่จำนวนน้อย ซึ่งจัดว่าเป็นระดับสูงสุด โดยที่บทเรียนจะสามารถนำเสนอเนื้อหาได้โดยการวิเคราะห์จากการโต้ตอบของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนได้ตอบคำถามได้ บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาที่ยากขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ผู้เรียนที่ตอบคำถามไม่ได้ การนำเสนอบทเรียนก็จะแตกต่างกันออกไป บทเรียนประเภทนี้ไม่ได้เน้นความสำคัญของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของมัลติมีเดียมากนัก เนื่องจากจะใช้กับกลุ่มผู้เรียนในระดับสูงขึ้นไป บทเรียนประเภทนี้มักถูกเรียกว่า ICAI (Intelligent Computer Assisted Instruction)

### **ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งได้ประยุกต์วิธีการบางส่วนมาจากบทเรียนสำเร็จรูป แต่เพิ่มเทคนิค วิธีการนำเสนอ และส่วนประกอบอื่น ๆ อันเป็นลักษณะคุณสมบัติพิเศษของเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าไป ทำให้เป็นบทเรียนที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น สามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้ ดังนั้น ส่วนประกอบต่าง ๆ ของบทเรียน จึงอยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันกับบทเรียนทั่ว ๆ ไปที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนด้วยตนเอง

### **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)



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 1

รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. บทนำเรื่อง (Title) บทนำเรื่องประกอบด้วยภาพนำเรื่อง ชื่อเรื่อง และเทคนิคต่างๆ ประกอบส่วนนี้เป็นส่วนแรกของบทเรียน ที่จะต้องเร้าความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากติดตามบทเรียน ตามหลักการของ Gagne กล่าวว่า ในขั้นนี้จะต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ทั้งภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก สี เสียง ผสมผสานกัน เพื่อเร้าและปลุกกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสื่อต่างๆ ในเวลาอันสั้น ๆ กระชับและตรงจุดซึ่งอาจจะตามด้วยชื่อหัวข้อเรื่องของบทเรียนแล้วอาจจะค้างภาพดังกล่าวไว้บนจอ จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นใด ๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียนในการมีส่วนร่วมในบทเรียนเป็นการเริ่มต้น

2. คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) ส่วนนี้เป็นลำดับที่สองของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นส่วนที่จำเป็นต้องแจ้งให้ผู้เรียนได้รับรู้ เช่น วิธีการใช้บทเรียน การใช้แป้นพิมพ์ การตอบคำถาม การใช้ Mouse การเก็บคะแนน การเก็บรักษาบทเรียนและอื่น ๆ ตามที่ผู้ออก

แบบบทเรียนเห็นว่ามีควมจำเป็นที่จะต้องทำความชี้แจง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียน ในส่วนนี้ควรรำเสนอด้วยข้อความสั้น ๆ กระชับ เป็นทางการและไม่ควรใช้เทคนิคพิเศษแต่อย่างใดแต่ถ้าบทเรียนใช้เทคนิคพิเศษในการโต้ตอบ เช่น การใช้ Mouse อาจจะจำเป็นต้องมีการทดลองใช้ Mouse เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนคุ้นเคยก่อนใช้งานจริง

3. วัตถุประสงค์ (Objective) วัตถุประสงค์ในส่วนนี้กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบความคาดหวังของบทเรียน หรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกได้เมื่อสิ้นสุดบทเรียน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระบุเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามหลักการแล้ว ส่วนนี้ถือว่ามีควมสำคัญมาก ส่วนจะมีจำนวนข้อเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับความยาวของเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์มาตั้งแต่ตอนต้น

การนำเสนอวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนนี้จะนำเสนอครั้งละข้อ ๆ หรือนำเสนอครั้งเดียวครบทุกข้อก็ได้ แต่ไม่ควรใช้เวลาในชั้นตอนนี้มากนัก

4. รายการให้เลือก (Main Menu) รายการให้เลือกเป็นส่วนที่แสดงหัวเรื่องย่อย ๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามลำดับก่อนหลัง หรือตามความสามารถของตนเอง (ถ้าเปิดโอกาสให้เลือก) ในส่วนนี้จะประกอบด้วยเฟรมข้อความเพียงเฟรม ๆ เดียว โดยมีรายการให้เลือกด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น กดตัวเลข ตัวอักษร เลื่อนแถบแสงคลิก Mouse หรือวิธีการอื่น ๆ (ในกรณีที่บทเรียนมีเพียงหัวเรื่องเดียว โดยไม่มีหัวเรื่องย่อยก็ไม่ต้องมีรายการให้เลือกนี้)

การนำเสนอในส่วนนี้ อาจจะนำเสนอในลักษณะของ Learning Map ก็ได้ซึ่งหมายถึงการแสดงหัวเรื่องย่อยในลักษณะของไดอะแกรม เช่น บล็อกไดอะแกรมแสดงรายชื่อของหัวเรื่องย่อยทั้งหมดในรูปของความสัมพันธ์ต่อเนื่อกัน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนทราบถึงความสัมพันธ์ของหัวเรื่องทั้งหมด

5. แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ส่วนประกอบขั้นต่อไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ แบบทดสอบก่อนบทเรียน ซึ่งมีไว้เพื่อประเมินควมรู้ความสามารถของผู้เรียนในขั้นต้นก่อนที่ผู้เรียนจะเริ่มเรียนว่ามีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ หรือมีอยู่ในระดับใดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะนำผลไปใช้อย่างไรหรือไม่ เช่น อาจนำผลทดสอบไปจัดลำดับการเข้าสู่บทเรียนผู้ที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบก่อนข้างดี อาจจะสามารถเข้าบทเรียนบางส่วนได้ ในทางตรงกันข้าม หากผลการทดสอบของผู้เรียนคนใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจจะถูกคัดสิทธิ์ไม่ให้เรียน หรือจะต้องเรียนตั้งแต่ต้นบทเรียนก็ได้

แบบทดสอบที่นิยมใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไป จะเป็นแบบที่ตรวจวัดง่ายและแปรผลเป็นคะแนนได้สะดวก เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ หรือบางกรณีอาจจะใช้แบบเติมคำสั้น ๆ ก็ได้ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์ของผู้ออกแบบบทเรียน

6. เนื้อหาบทเรียน (Information) ส่วนนี้นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และใช้เวลามากกว่าส่วนอื่น ๆ เป็นส่วนที่นำเสนอเนื้อหาใหม่แก่ ผู้เรียน โดยนำเสนอในรูปแบบของการถามตอบ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์บทเรียน จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่บทเรียนกำหนดไว้

ส่วนประกอบของเนื้อหาบทเรียน

6.1 เนื้อหาใหม่ (New Information)

6.2 เฟรมช่วยเหลือและแนวทางการเรียน (Help Frame)

6.3 สื่อเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทาง (Performance Aids)

เนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องนำเสนอเป็นเฟรม ๆ ประกอบด้วยข้อความสั้น ๆ ภาพ โดยพยายามใช้ภาพแทนคำพูดหรือคำอธิบายให้มากที่สุด ทั้งภาพจริงภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพกราฟิก นอกจากนี้แล้วการนำเสนอเนื้อหาใหม่ยังต้องยึดหลักการเรียนรู้รายบุคคล ได้แก่

1. การตรวจปรับเนื้อหา
2. การเสริมแรง
3. การสรุปเนื้อหา

ในส่วนของการตรวจปรับเนื้อหา ได้แก่ คำถามที่ใช้ในระหว่างการนำเสนอเนื้อหาเพื่อดำเนินบทเรียนไปตามแนวทางที่กำหนดไว้ โดยใช้คำถาม เพื่อตรวจปรับความเข้าใจในเนื้อหาเป็นระยะ ๆ โดยยึดหลักประสบการณ์การเรียนรู้จากสิ่งที่ย่างไปสู่สิ่งยาก จากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

การเสริมแรงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการนำเสนอบทเรียน เพื่อเสริมแรงกับผู้เรียน เพื่อเสริมให้ผู้เรียนมีกำลังใจและสนใจต่อบทเรียน ภายหลังจากที่ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน การนำเสนอในส่วนนี้อาจจะใช้คำพูด เช่น ถูก/ผิด ใช้รูปภาพ/กราฟิก หรือใช้คะแนนก็ได้

การสรุปเนื้อหานับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่ง ภายหลังจากนำเสนอเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ เพื่อสรุปประเด็นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาส่วนนั้นไปใช้งานต่อไป

เมื่อมีการนำเสนอเนื้อหาใหม่และมีการตรวจปรับด้วยคำถาม จึงจำเป็นต้องมีเฟรมเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางหรือเฉลยให้ผู้เรียน ในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือตอบคำถามผิด เพื่อปรับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหรือคำถามนั้นก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาช่วงต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะตัดสินใจอย่างไร

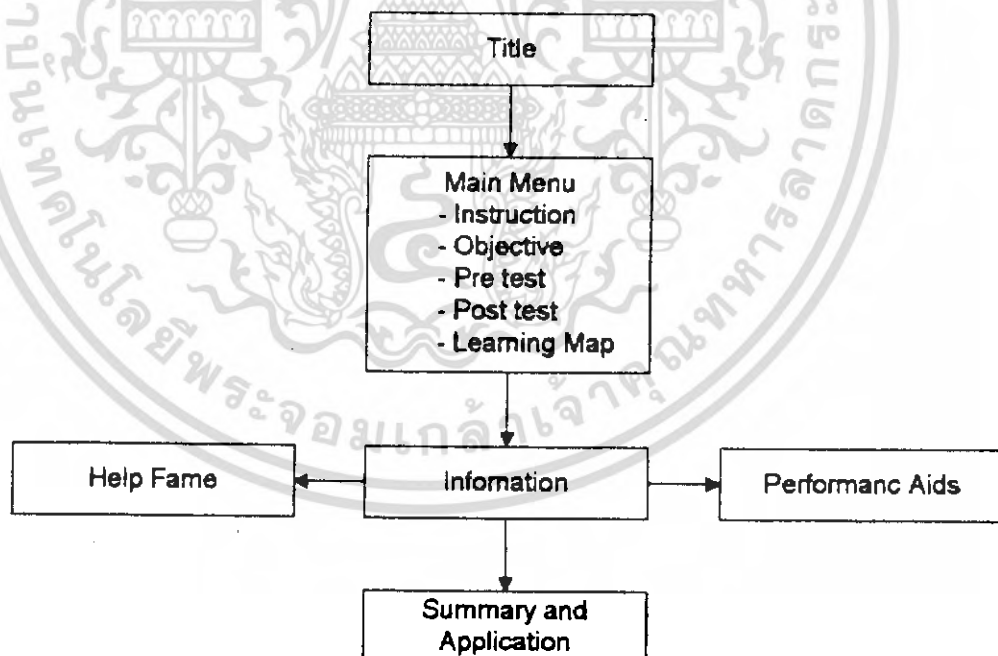
นอกจากนี้ยังต้องมีสื่อเพิ่มเติมแนะแนวทาง (PerformanceAids) เป็นต้นว่า กรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ตอบคำถามไม่ได้ผู้ออกแบบบทเรียนอาจกำหนดสื่ออย่างอื่น เช่น เทปโทรทัศน์ หรือตำราอ่านเพิ่มเติมเพื่อช่วยเหลือและแนะแนวทางการเรียน

7. แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post-test) แบบทดสอบท้ายบทเรียน เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนเนื้อหาไว้เพื่อตรวจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Performance Test) เพื่อตรวจวัดและประเมินผลดูว่า ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใดถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจจะออกแบบบทเรียนให้ไปเรียนซ้ำในส่วนที่ทำแบบทดสอบไม่ได้หรือกลับไปสู่รายการให้เลือกใหม่ก็ได้

เช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนบทเรียนที่นิยมใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เนื่องจากการแปรผลเป็นคะแนนทำได้ง่ายกว่า

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

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 8 ส่วนนี้ จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่ว ๆ ไปได้เป็นอย่างดี แต่บางส่วนอาจจะสลับกันได้ ซึ่งจะยึดหยุ่นตามลักษณะของบทเรียน ปริมาณของเนื้อหา กลุ่มเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน ซึ่งอาจจะนำเสนอเป็นรูปแบบอื่นอีกได้ดังนี้



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2

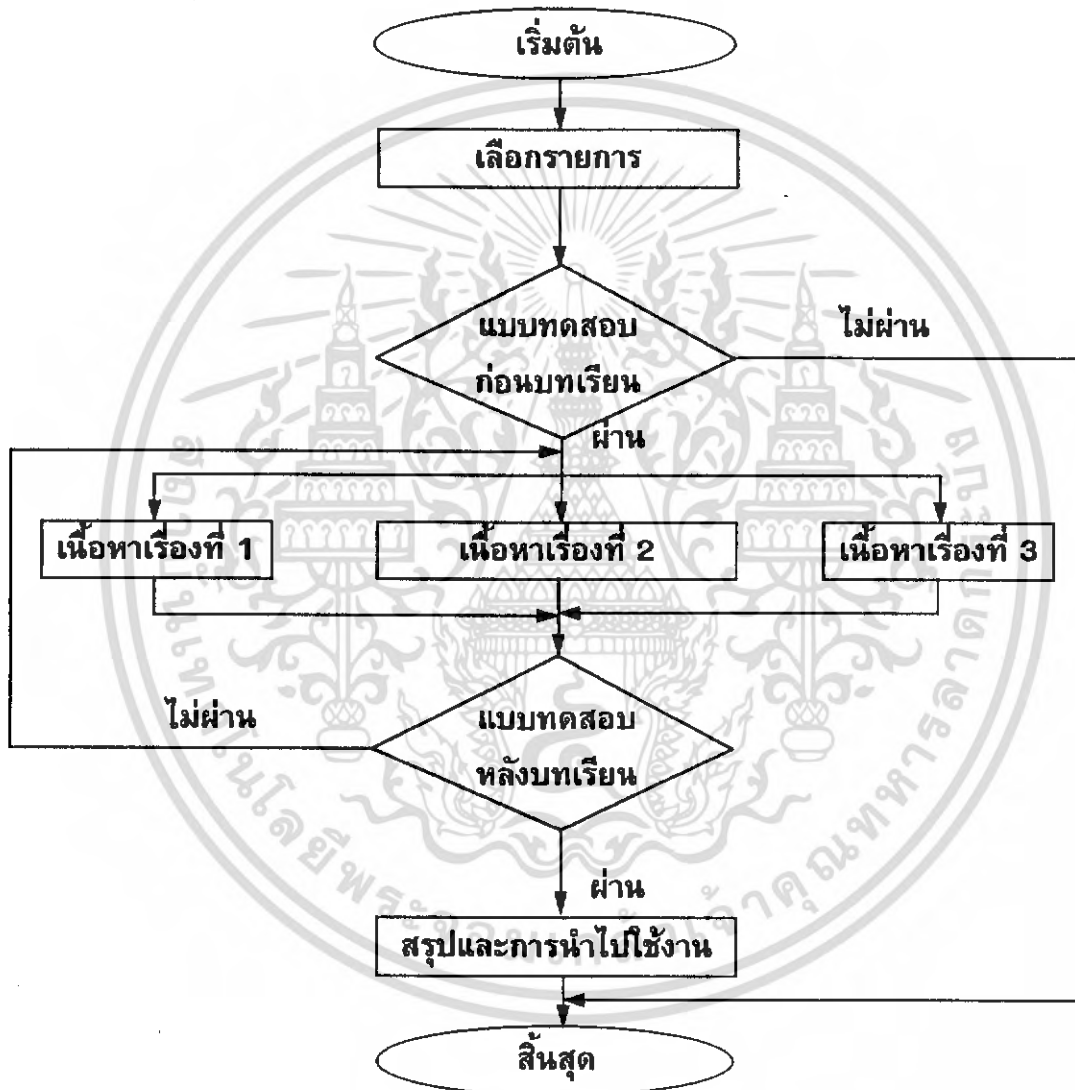
รูปแบบนี้เหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นเนื้อหาทั่วไป ไม่เจาะจงกลุ่มเป้าหมาย ดังนั้นจึงรวมเอาคำชี้แจงบทเรียน วัตถุประสงค์ และทดสอบก่อนและหลังบทเรียน และแผนผังการเรียนไปรวมไว้เป็นรายการต่าง ๆ ของรายการให้เลือก โดยไม่บังคับว่าผู้เรียนจะต้องเลือกปฏิบัติให้ครบดังนั้น รูปแบบนี้จึงมิได้หลังผลต่อการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนเท่าใดนัก แต่ก็ยังคงส่วนประกอบของบทเรียนเอาไว้ครบถ้วน



## รูปแบบการจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

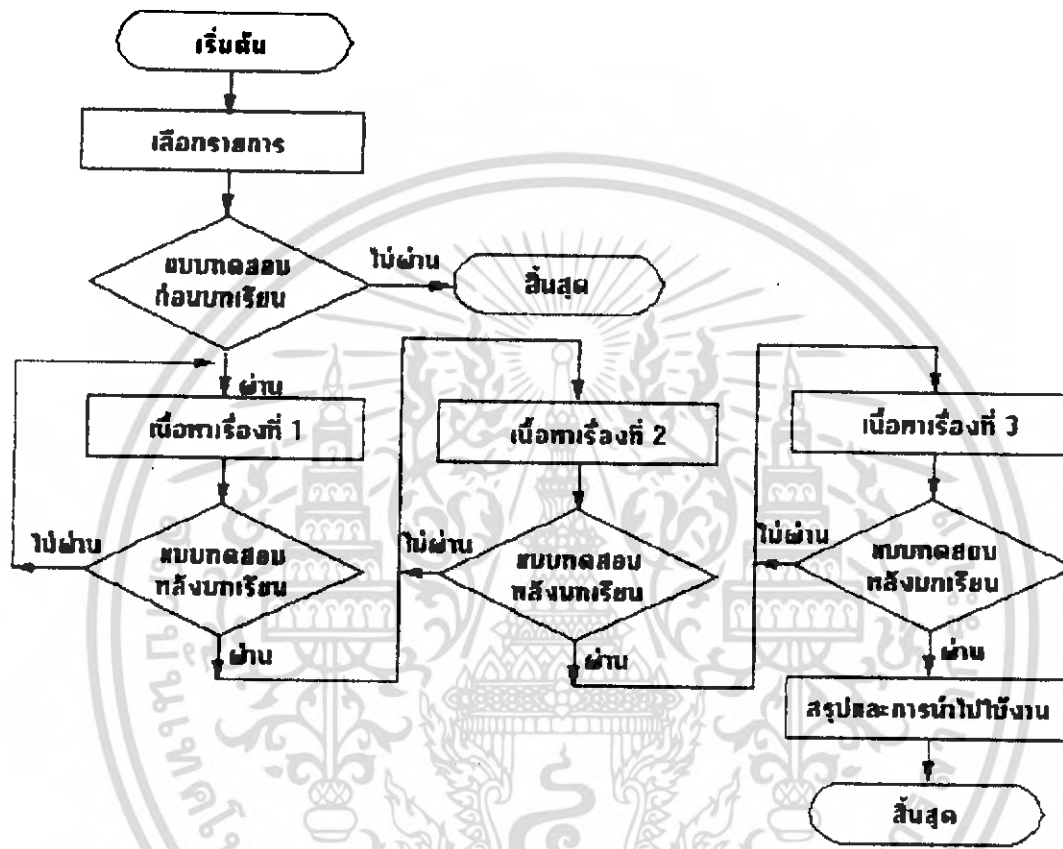
การจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถจำแนกออกเป็น 3 รูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อหาบทเรียน ดังนี้คือ

1. สำหรับเนื้อหาที่เป็นอิสระ ไม่สัมพันธ์กัน แบบนี้จะแยกแยะทดสอบหลังบทเรียนไปไว้ในส่วนหลังของเนื้อหาทั้งหมด จึงเหมาะสมสำหรับเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน ผู้เรียนจะเลือกเรียนเนื้อหาเรื่องใดก่อนก็ได้ แต่จะต้องเรียนครบทุกเรื่องก่อนจึงจะทำแบบทดสอบหลังบทเรียนได้



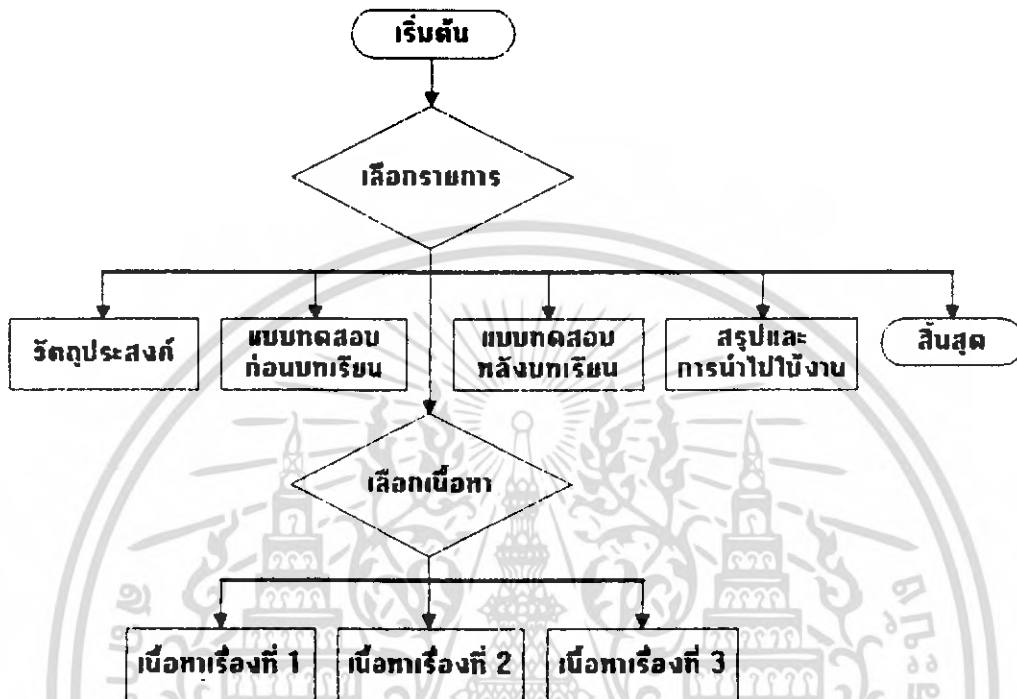
ภาพที่ 5 การจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน

2. สำหรับเนื้อหาที่ต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กัน แบบนี้เหมาะสำหรับเนื้อหาที่ต่อเนื่องกันหรือสัมพันธ์กัน ผู้เรียนที่จะศึกษาเนื้อหาเรื่องหลัง ๆ ได้จะต้องผ่านการเรียนและผ่านเกณฑ์การทดสอบจากเรื่องแรก ๆ มาก่อนซึ่งกรณีนี้หมายความว่าถึงเนื้อหาแต่ละเรื่องแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานของเนื้อหาเรื่องหลังตามลำดับกัน



ภาพที่ 6 การจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเนื้อหาที่ต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กัน

3. สำหรับเนื้อหาทั่ว ๆ ไป ไม่เน้นรูปแบบการเรียนการสอน แบบนี้เหมาะสำหรับเนื้อหาทั่ว ๆ ไปที่ไม่เน้นรูปแบบการสอน ผู้เรียนมีอิสระอย่างเต็มที่ในการเลือกเรียนเนื้อหา ตามใจชอบ โดยจะทำแบบทดสอบ หรือไม่ก็ได้ ส่วนประกอบทุกอย่างจะเป็นรายการหนึ่งของรายการให้เลือก จึงเหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่เจาะจงกลุ่มเป้าหมายผู้เรียน



ภาพที่ 7 การจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเนื้อหาที่ไม่เน้นรูปแบบการสอน

#### การออกแบบหน้าจอ (Screen Design)

การออกแบบหน้าจอ(Screen Design) นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากส่วนนี้เป็นส่วนของการนำเสนอบทเรียนกับผู้เรียน ทั้งการสื่อความหมายและการโต้ตอบบทเรียน บทเรียนที่มีเนื้อหาดี แต่ถ้านำเสนอหน้าจอภาพไม่ดี คุณค่าของบทเรียนก็จะลดลงไป ในทำนองเดียวกันถ้าบทเรียนนำเสนอหน้าจอภาพได้ดี เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียน ก็จะเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนมากขึ้น ทำให้ชวนติดตามบทเรียนยิ่งขึ้นและมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้สูงขึ้น

## **องค์ประกอบที่มีผลต่อการออกแบบหน้าจอ**

การออกแบบหน้าจอให้ดึงดูดความสนใจ จะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่อไปนี้

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

### **ความละเอียดของการแสดงผล (Screen Resolution)**

ส่วนนี้นับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ภาพหรือข้อความที่จะปรากฏบนจอภาพมีความสวยงาม และสะดวกต่อการอ่าน ความละเอียดของการแสดงผลของจอภาพจะขึ้นอยู่กับจำนวนจุดที่จะประกอบกันเป็นภาพ (Pixel) ถ้าจำนวนจุดยิ่งมาก ภาพที่แสดงจะมีความคมชัดมาก แต่จะเปลืองเนื้อที่หน่วยมากกว่าภาพที่ประกอบขึ้นจากจำนวนจุดน้อย ๆ ความละเอียดของจอภาพ จะจำแนกออกเป็นสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

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

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

### **การใช้สี**

สีนับว่าเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบหน้าจอ แม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแสดงด้วยจอสี แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้ใช้สีได้ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากผู้

เรียนจะต้องใช้สายตาอ่านบทเรียนเป็นเวลานาน ถ้าบทเรียนนำเสนอด้วยสีร้อน (Hot Color) อาจจะทำให้เกิดความเมื่อยตาแก่สายตาของผู้เรียนได้

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

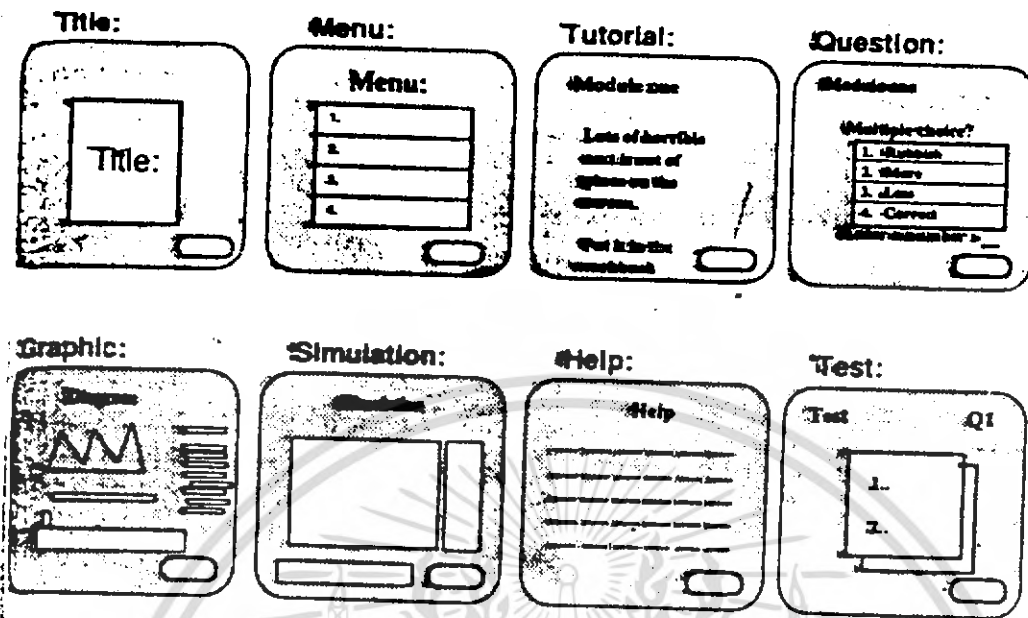
**ข้อพิจารณาบางประการในการเลือกใช้สีสำหรับการออกแบบหน้าจอ**

1. สีพื้น (Background) ปกติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไปจะใช้สีขาว (White) หรือสีเทาอ่อน (Light Gray)
2. สีข้อความ (Text) ในการนำเสนอเนื้อหา หรือบทบรรยายเรื่องจะใช้สีเย็น เช่น สีน้ำเงิน (Dark Blue) สีเขียวเข้ม (Dark Green) หรือสีที่ค่อนข้างตัดกับสีพื้น เช่น สีม่วง (Purple) สีฟ้า (Blue) สีดำ (Black)
3. หลีกเลี่ยงการใช้สีร้อนนำเสนอข้อความโดยเฉพาะ สีแดง (Red) สีส้ม (Orange) สีเหลือง (Yellow) สีเหลืองเข้ม (Chartreuse) หรือสีเย็นบางสี 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 ไม่ควรเปลี่ยนสีสลับไปสลับมาในบทเรียนเดียวกัน

**รูปแบบของการจัดหน้าจอ**

การจัดการหน้าจอให้เป็นระเบียบเรียบร้อยสวยงาม สะดุดตา และสะดวกต่อการใช้บทเรียน จะเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจได้ดี ดังนั้นการจัดหน้าจอจึงต้องมีรูปแบบซึ่งผู้ออกแบบจะต้องร่างดูก่อน แล้วทดลองแสดงผลหน้าจอภาพเพื่อดูความเหมาะสมในการใช้งาน ต่อจากนั้นจึงยึดถือรูปแบบนั้นเป็นมาตรฐานสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะสร้างตลอดทั้งบทเรียน

สำหรับรูปแบบทั่ว ๆ ไปของการจัดหน้าจอ มีดังนี้



ภาพที่ 8 รูปแบบการจัดหน้าจอ

### ส่วนประกอบของหน้าจอสำหรับการนำเสนอ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ นับตั้งแต่ชื่อเรื่อง คำชี้แจง วัตถุประสงค์ รายการให้เลือก แบบทดสอบก่อนบทเรียน เนื้อหาบทเรียน และแบบทดสอบหลังบทเรียน ดังได้กล่าวมาแล้ว สำหรับช่วงการให้เนื้อหาบทเรียน จะต้องออกแบบหน้าจอ ให้สะดวกต่อการนำเสนอมากที่สุด เนื่องจากส่วนนี้ผู้เรียนจะต้องใช้เวลามากที่สุด ส่วนประกอบของหน้าจอสำหรับการนำเสนอเนื้อหา ควรจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อเรื่อง (Topic) ซึ่งรวมถึงชื่อบทเรียนย่อยหรือโมดูลย่อยที่จะต้องแสดงให้ผู้เรียนทราบขณะศึกษาว่ากำลังเรียนในหัวเรื่องใดอยู่
2. เนื้อหาบทเรียน เป็นส่วนสำคัญของหน้าจอที่ต้องใช้เนื้อที่ส่วนใหญ่ของจอภาพ เพื่อนำเสนอเนื้อหาโดยทั่วไปจะจัดแบ่งเนื้อที่ออกเป็น 2 ลักษณะคือนำเสนอเนื้อหาและภาพบนพื้นที่เดียวกัน และแบ่งเนื้อที่หน้าจอออกเป็น 2 คอลัมน์สำหรับแสดงภาพส่วนหนึ่งและเนื้อหาอีกส่วนหนึ่ง
3. แป้นพิมพ์หรือส่วนที่ใช้ควบคุมบทเรียน ได้แก่

3.1 แป้นพิมพ์บังคับให้บทเรียนเปลี่ยนเป็นเฟรมถัดไป ปกติจะใช้เป็นแป้น Space Bar เนื่องจากเป็นแป้นที่ยาวกว่าแป้นอื่น ทำให้สะดวกต่อการกด

3.2 แป้นพิมพ์บังคับให้บทเรียนย้อนกลับไปยังเฟรมที่ผ่านมา

3.3 แป้นพิมพ์บังคับให้ออกจากบทเรียน กรณีที่ไม่ต้องการศึกษาบทเรียนเนื้อหาต่อไป ปกติจะใช้แป้น ESC เนื่องจากอยู่ข้างบนสุด

3.4 แป้นพิมพ์ขอความช่วยเหลือในการใช้บทเรียน

4. การตรวจปรับเนื้อหา หน้าจอภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องมีส่วนที่สำหรับแสดงส่วนที่บทเรียนต้องสนองกับผู้เรียน เช่น การเฉลยคำตอบ การเสริมแรงเป็นต้น อาจจะใช้พื้นที่ส่วนล่างของจอภาพ หรืออาจใช้เฟรมตรวจปรับซ่อนเข้าไปในเนื้อหาก็ได้

5. ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น หมายเลขเฟรม คะแนนความสามารถทางการเรียน เวลาที่ใช้ในบทเรียน และส่วนประกอบอื่น ๆ ตามที่เห็นสมควร แต่ต้องไม่มากเกินไปที่จะก่อความรำคาญแก่สายตาผู้เรียน

อย่างไรก็ตามส่วนประกอบตามที่กล่าวมานี้ ไม่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานตายตัว ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนที่จะทำอย่างไร ให้ได้รับความสนใจและอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

### **การนำเสนอเนื้อหาที่เป็นข้อความ**

การออกแบบหน้าจอในส่วนของการนำเสนอข้อความ จะแตกต่างจากการนำเสนอบนการฉายในรูปของเอกสาร เนื่องจากข้อความที่ปรากฏบนจอภาพจะอ่านได้ยากกว่า ดังนั้นจึงควรระลึกไว้เสมอว่า หน้าจอมิใช่กระดาษ เว้นไขต่าง ๆ ในการนำเสนอเพื่อให้เป็นบทเรียนที่ทรงคุณค่าจึงมีหลักการที่แตกต่างกัน ซึ่งการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นข้อความมีสิ่งที่เป็นแนวทางพิจารณา ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของตัวอักษร(Font) ที่สุภาพ เรียบร้อย ไม่มีลวดลายและไม่ควรใช้เกิน 2 รูปแบบในบทเรียนหนึ่ง ๆ

2. ขนาดของตัวอักษรต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน รวมทั้งขนาดของจอภาพที่จะนำเสนอบทเรียน ต้องไม่เล็กและใหญ่จนเกินไป

3. นำเสนอข้อความด้วยประโยคสั้น ๆ ตามแนวคอลัมน์ (คล้ายกับคอลัมน์ของหนังสือพิมพ์) โดยไม่ต้องย่อหน้าเมื่อจะขึ้นหน้าใหม่

4. ปรับข้อความให้ชิดทางซ้ายของจอภาพ ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการอ่าน หลีกเลี่ยงการปรับข้อความให้อยู่ตรงกลางของจอภาพ (Center Justification)

5. ในการนำเสนอข้อความประกอบภาพ ให้หลีกเลี่ยงการนำเสนอข้อความรอบ ๆ ภาพ ควรนำเสนอไว้ข้าง ๆ ภาพ หรือข้างใต้ จะดึงดูดความสนใจได้มากกว่า

6. ส่วนของข้อความที่ต้องการเน้น ให้ใช้สีอื่นที่แตกต่างหรือใช้วิธีตีกรอบ แต่ไม่นิยมการขีดเส้นใต้เหมือนกับกระดาษ

7. ถ้าเป็นไปได้ ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อความที่นำเสนอทางจอภาพก่อนเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาวิธีการนำเสนอ สี ความคล่องตัวในการใช้บทเรียนและส่วนอื่น ๆ

### **รูปแบบการควบคุมบทเรียน**

การออกแบบหน้าจอ นอกจากจะต้องพิจารณาทั้ง 4 องค์ประกอบตั้งที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงรูปแบบการควบคุมบทเรียน ซึ่งหมายถึงการโต้ตอบบทเรียนโดยผู้เรียน ที่จะดำเนินบทเรียนต่อไป รูปแบบการควบคุมบทเรียนสามารถจำแนกออกได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ดำเนินบทเรียนโดยเลือกจากรายการให้เลือก (Menu) การออกแบบหน้าจอ ลักษณะนี้จะใช้รายการให้เลือกเป็นตัวควบคุมการดำเนินบทเรียน ผู้เรียนจะเลือกเรียนตามรายการที่ตนเองต้องการ และหลังจากจบหัวข้อเรื่องย่อหนึ่งแล้ว บทเรียนก็จะกลับเข้าสู่รายการให้เลือกอีก เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนหัวข้อเรื่องย่อต่อไป

2. ดำเนินบทเรียนตามลำดับของเนื้อหา โดยไม่มีรายการให้เลือกเหมือนแบบแรก แต่ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาตามระดับ อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการออกแบบหน้าจออาจต้องมีแป้นพิมพ์บอกไว้ให้ดำเนินบทเรียนไปข้างหน้าย้อนกลับหลัง หรือใช้ Mouse คลิกสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้

3. ดำเนินบทเรียนตามภาพที่แสดงหน้าจอ โดยออกแบบบทเรียนให้แสดงภาพปรากฏที่หน้าจอ เช่น ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือเครื่องจักร และให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามรายการของส่วนประกอบภาพแต่ละชิ้นส่วน ซึ่งอาจจะใช้ Mouse คลิกที่ชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรนั้น ๆ

### **การเขียนผังงาน (Flowchart) และบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)**

การทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนโปรแกรมการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน เป็นต้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาลักษณะงานหรือความต้องการของงานนั้นให้ละเอียดเสียก่อน แล้วจึงวางแผนการดำเนินการต่าง ๆ กำหนดเงื่อนไข หาความสัมพันธ์ และดำเนินการตามกระบวนการนั้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

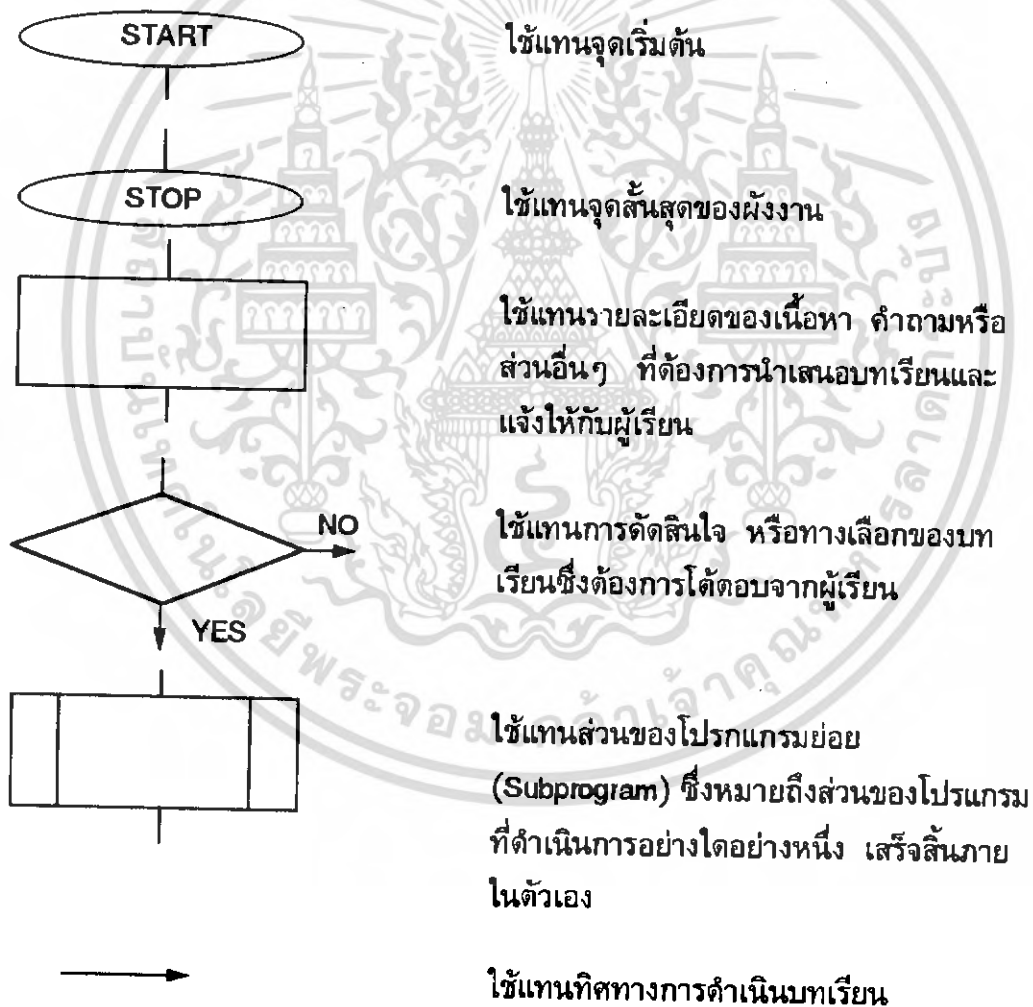
ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พลังจากที่ได้บทเรียนครบสมบูรณ์ตามลำดับขั้นแล้ว การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาบทเรียน จำเป็นที่จะต้องมีการ

ดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยการเขียนผังงานเพื่อแสดงลำดับขั้นก่อนที่จะเขียนโปรแกรม เพื่อให้ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่จะเกิดขึ้นภายหลัง

### ผังงาน (Flowchart)

ผังงานเป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงการทำงานและความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโปรแกรม ดังนั้นผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงหมายถึงแผนภูมิที่ใช้แสดงการดำเนินบทเรียนโดยกำหนดเป็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาหรือการกระทำใด ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างบทเรียนเพื่อใช้ในการวางแผนการดำเนินบทเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทเรียนในลักษณะสาขา (Branching)

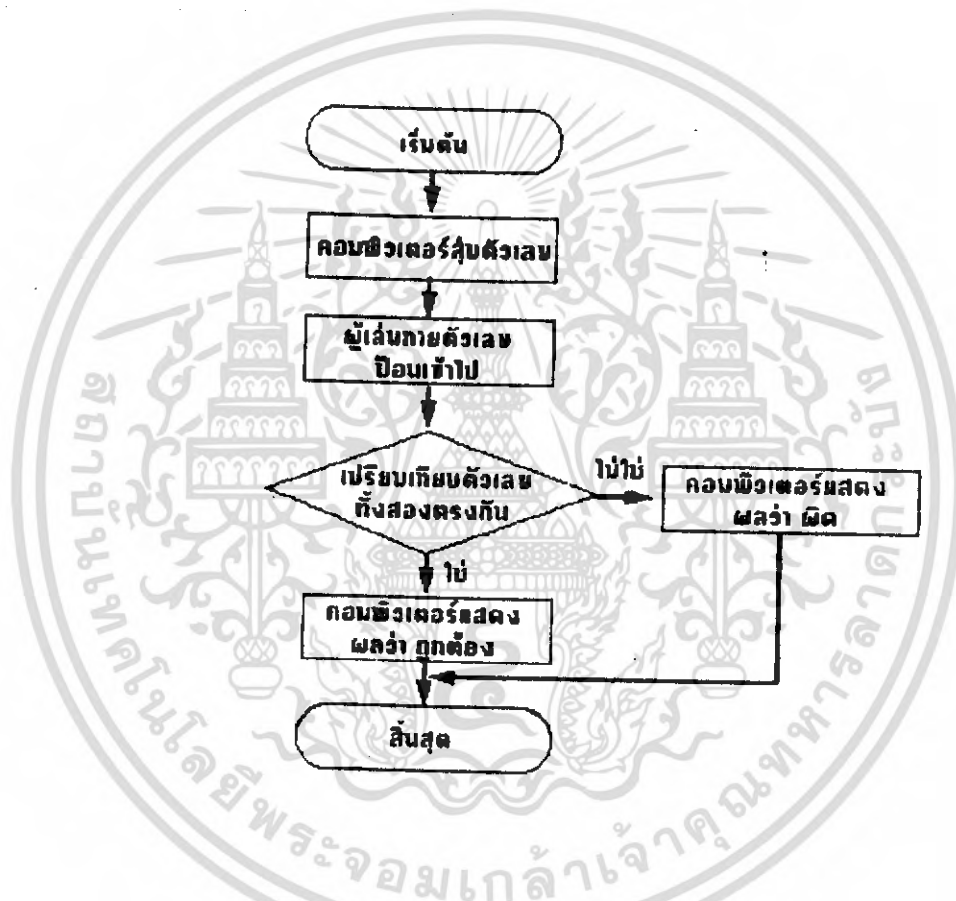
### สัญลักษณ์ของผังงาน



### ตัวอย่างการเขียนผังงาน

สมมติว่าต้องการเขียนโปรแกรมทายตัวเลข ซึ่งให้คอมพิวเตอร์สุ่มออกมาเป็นเลขอะไรก็ได้ ผู้เล่นมีหน้าที่ทายตัวเลขที่สุ่มออกมานั้นว่าเป็นเลขอะไร ถ้าผู้เล่นทายถูกก็ให้คอมพิวเตอร์แสดงผลว่า ถูก และถ้าทายผิดก็ให้แสดงผลว่าผิด จากตัวอย่างจะพบว่า โปรแกรมนี้มีขั้นตอนที่สรุปได้ดังนี้

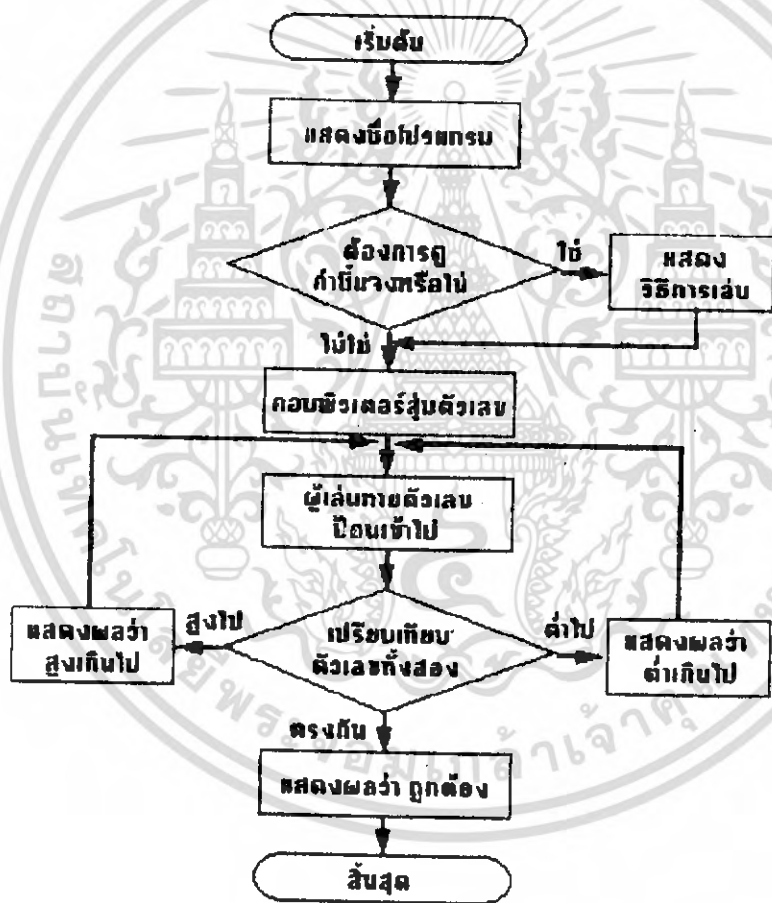
1. คอมพิวเตอร์สุ่มตัวเลขออกมา
2. ผู้เล่นทายตัวเลข
3. นำตัวเลขที่ผู้เล่นทายไปเปรียบเทียบกับตัวเลขที่คอมพิวเตอร์สุ่มออกมา
4. ถ้าตัวเลขทั้งสองเหมือนกันให้แสดงผลว่าถูกต้อง ถ้าไม่ตรงกันให้แสดงผลว่าผิด



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการเขียนผังงาน 1

จากตัวอย่างที่ผ่านมา ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมให้ทายตัวเลขได้หลายครั้งและแต่ละครั้งที่ผู้เล่นทาย ให้โปรแกรมบอกด้วยว่าตัวเลขนั้นต่ำหรือสูงเกินไป นอกจากนี้ยังให้โปรแกรมบอกคำชี้แจงการเล่นด้วย หากผู้เล่นต้องการทราบวิธีการ โปรแกรมนี้จะมีขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. แสดงชื่อโปรแกรม
2. สอบถามผู้เล่นว่าต้องการทราบวิธีการเล่นหรือไม่ ถ้าต้องการทราบให้แสดงคำชี้แจง
3. คอมพิวเตอร์สุ่มตัวเลขออกมา
4. ผู้เล่นทายตัวเลข
5. นำตัวเลขที่ผู้เล่นทายไปเปรียบเทียบกับตัวเลขที่คอมพิวเตอร์สุ่มออกมา
6. ถ้าตัวเลขทั้งสองตรงกัน ให้แสดงผลว่าถูกต้อง
7. ถ้าตัวเลขที่ผู้เล่นทายต่ำกว่าตัวเลขที่คอมพิวเตอร์สุ่ม ให้แสดงผลว่าต่ำเกินไป
8. ถ้าตัวเลขที่ผู้เล่นทายสูงกว่าตัวเลขที่คอมพิวเตอร์สุ่ม ให้แสดงผลว่าสูงเกินไปแล้วกลับไปทายตัวเลขใหม่



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการเขียนผังงาน 2

## **การเขียนผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

นอกจากจะใช้กระดาษฟอรม์เพื่อเขียนผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วยังสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างผังงานช่วยได้ โปรแกรมเหล่านี้ ได้แก่ Easy Flow, Mac Flow, ABC, และอื่น ๆ การเขียนผังงานที่ละเอียดและสมบูรณ์จะทำให้การสร้างบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) ทำได้ง่ายขึ้น และจะส่งผลให้การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำได้ง่ายขึ้นเช่นกัน

### **บทดำเนินเรื่อง (Storyboard)**

บทดำเนินเรื่อง (Storyboard) หมายถึง เรื่องราวของบทเรียน อันประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ซึ่งหมายถึง เฟรมการนำเสนอบทเรียนออกทางหน้าจอ รวมถึงคำถาม, คำตอบ, การตรวจปรับ, การโต้ตอบ, และส่วนประกอบอื่น ๆ ทั้งหมดที่จะนำเสนอแก่ผู้เรียนตามที่ออกแบบไว้

ขั้นตอนการสร้างหาดำเนินเรื่อง มีอยู่ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ร่างเนื้อหาขั้นต้น
2. ปรับปรุงเนื้อหาจากที่ร่างไว้เพื่อให้สอดคล้องกับการนำเสนอ
3. เขียนเป็นบทดำเนินเรื่องลงในแบบฟอรม์
4. ตรวจสอบส่วนของเนื้อหาที่จะซ่อนเข้าไปหรือเพิ่มเติมจากเฟรมปกติ
5. ร่างภาพกราฟิก หรือออกแบบภาพที่จะนำเสนอ
6. ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างภาพกับเนื้อหา
7. ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างบทดำเนินเรื่องกับผังงานที่ออกแบบไว้ก่อน

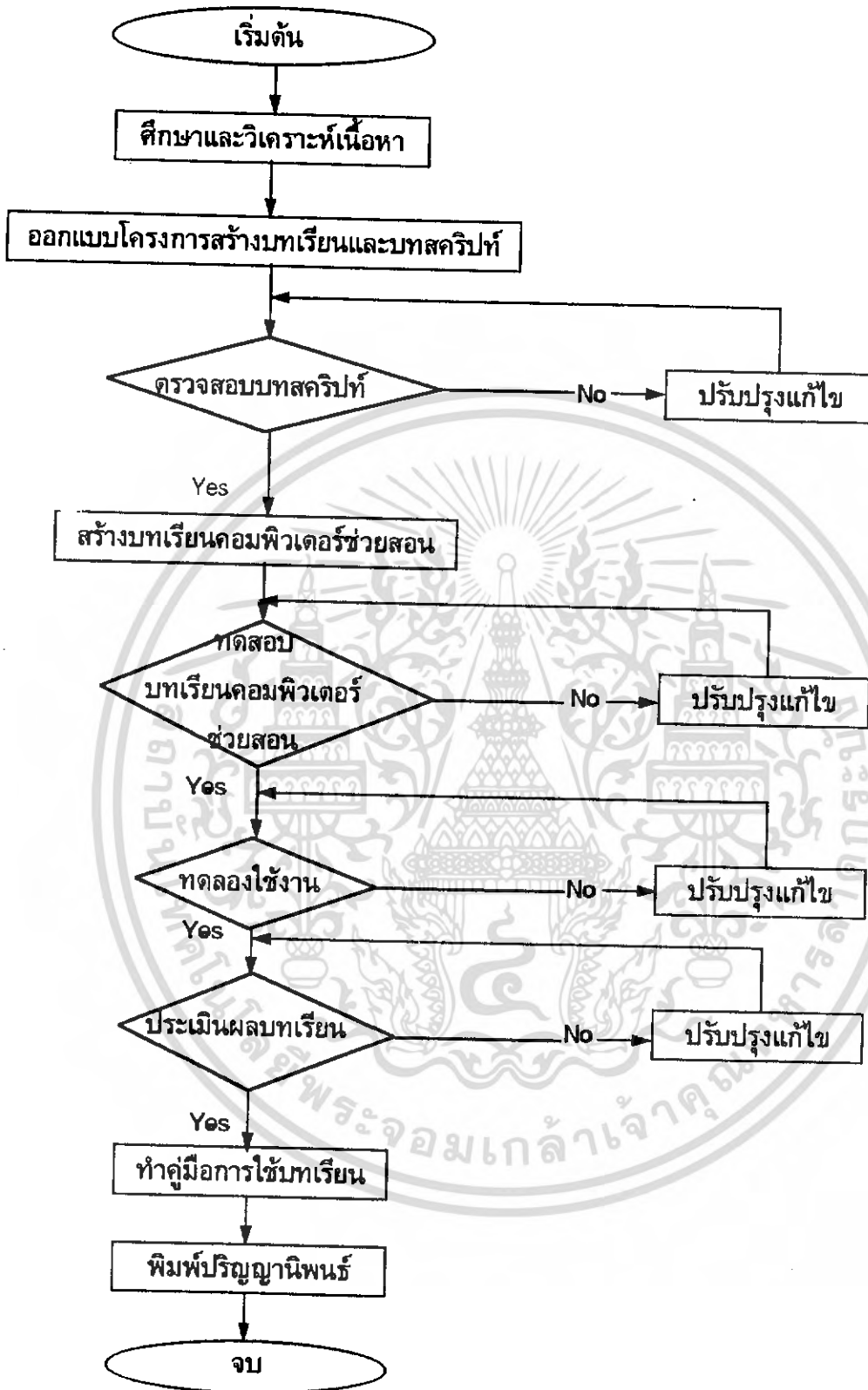
## บทที่ 3

### ขั้นตอนการดำเนินการ

วิธีการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบสัญญาณแบบแบนด์  
แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 10 ขั้นตอน อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา
2. ออกแบบโครงสร้างบทเรียนและบทสคริปท์
3. ตรวจสอบบทสคริปท์และปรับปรุงแก้ไข
4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. ทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. ทดลองใช้งาน
8. ประเมินผลบทเรียน
9. ทำคู่มือการใช้งาน
10. พิมพ์ปฏิญานินทร์





ผังงานที่ 1

## ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ คือ ศึกษา

1. วิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะนำมาสร้างบทเรียน ซึ่งจะได้อะไรในส่วน  
ของเนื้อหา วัตถุประสงค์บทเรียน ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและส่วนรวมไปถึงแผนการเรียน  
การสอน กิจกรรมการเรียนการสอนสื่อและแบบทดสอบเพื่อประเมินผล

2. เนื้อหาความเหมาะสมที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน ซึ่งต้องพิจารณาเนื้อหาว่า  
เหมาะสมกับการนำเสนอแบบสื่อประสม (Multimedia) หรือไม่ มีข้อดีและข้อเสียอย่างไรบ้าง  
เนื้อหาเรื่องการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถที่จะสื่อออกมาเป็นแบบสื่อ  
ประสม (Multimedia) ได้เนื่องจากเป็นเรื่องที่ต้องใช้ภาพประกอบและมีการตอบสนองของผู้  
เรียน

3. การสร้างบทเรียนว่าควรจะมีวิธีการนำเสนออย่างไร เทคนิคอย่างไร จึงจะทำให้ผู้  
เรียนเกิดความเข้าใจและมีความรู้สึกที่ดีต่อบทเรียนให้มากที่สุด ซึ่งจากเนื้อหาการนำเสนอจะมี  
ภาพประกอบคำอธิบายช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น

4. ซอฟต์แวร์ที่นำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม  
(Multimedia) ว่าโปรแกรมนั้นมีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างไร พหุมีทางที่จะนำคุณสมบัติ  
ของแต่ละโปรแกรมมาร่วมกันเพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพสูงสุด ในโครงการนี้จึงเลือกใช้  
โปรแกรม Authorware Professional เนื่องจากเป็นโปรแกรมใช้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันใน  
ระบบสื่อประสมได้เป็นอย่างดี อีกทั้งสามารถของโปรแกรมสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้  
นำเสียงมาใช้ในโปรแกรมได้สามารถตรวจสอบการตอบสนองของการเรียนได้ และสามารถดึง  
โปรแกรม Multimedia อื่นมาใช้งานร่วมได้ด้วย

## ออกแบบโครงสร้างบทเรียนและบทสคริปต์ การสร้างสคริปต์

เป็นการจัดเรียงลำดับของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นโปรแกรม เพื่อช่วยในการเขียน  
โปรแกรมให้ง่ายและถูกต้องมากยิ่งขึ้น การกำหนดสคริปต์มีส่วนสัมพันธ์กับวิธีการทำงานของ  
โปรแกรม ซึ่งการกำหนดสคริปต์จะเป็นตัวที่คอยบอกถึงวิธีการทำงานของโปรแกรมว่ามีการ  
ทำงานเป็นแบบใด การออกแบบบทสคริปต์มีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างโฟลวชาร์ต โฟลวชาร์ตเป็นสื่อที่แสดงให้เห็นการทำงานและการตัดสินใจ  
จึงมีความจำเป็นในการควบคุมหรือกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การสร้างโฟลว  
ชาร์ตจึงมีความสัมพันธ์กับวิธีการออกแบบว่าการทำงานของโปรแกรมเป็นลักษณะใด

2. การจัดทำ Storyboard จะเป็นตัวที่จะคอยกำหนดรูปแบบการนำเสนอของแต่ละ  
หัวเรื่องซึ่งจะมีการแจกแจงรายละเอียดลงไปว่า ในแต่ละเฟรมประกอบไปด้วยสื่ออะไรบ้าง เช่น

ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รูปแบบการเคลื่อนไหว ให้มีเสียงหรือไม่ รวมไปถึงการเชื่อมโยงไปยังเฟรมถัดไป เป็นต้น

การจัดเตรียมข้อมูลของ Storyboard จะเห็นว่าข้อมูลที่ใส่ลงไปใน Storyboard อาจมีทั้ง ภาพ เสียง ข้อความ Animation Movies ซึ่งจะต้องมีการจัดเตรียมขึ้นมาก่อนที่จะนำไปใส่ในโปรแกรม

การจัดเตรียมภาพสำหรับโปรแกรม อาจมีการนำข้อมูลเข้ามาด้วยการวาดจากโปรแกรม Graphic Editor เช่น โปรแกรม PC PaintBrush ที่มีใน Microsoft Windows หรือโปรแกรมอื่น ๆ โปรแกรม Authoring System บางตัวจะมีคำสั่งสำหรับการวาดรูป หรือโปรแกรมในส่วน Graphic Editor ไว้ให้ด้วย ทำให้ทำงานได้สะดวกขึ้น อย่างไรก็ตามโปรแกรมแต่ละตัวก็มีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นอาจต้องมีการใช้โปรแกรมหลายตัวช่วยกันการทำงานภายใต้ระบบ Microsoft Windows ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยง่าย นอกจากนี้เราอาจนำภาพเข้ามาจากแหล่งอื่น เช่น การสแกนมาจากหนังสือหรือวารสารด้วยการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Scanner หรืออาจนำมาจากภาพถ่ายวิดีโอ ในกรณีนี้จะต้องมีการดัดพิเศษที่ทำหน้าที่จับ สัญญาณวิดีโอเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์เรียกว่าการ์ด Video Capture เช่นการ์ด Video Blaster ด้วยวิธีนี้ทำให้เราสามารถนำภาพต่าง ๆ เข้ามาในโปรแกรมได้อย่างมากมาย

การจัดเตรียมเสียง การบันทึกเสียงเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีการ์ดที่เรียกว่า Sound Card การ์ดนี้มีความจำเป็นทั้งในการบันทึกเสียงที่มีการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลที่คอมพิวเตอร์รู้จัก และทำงานในทางตรงข้ามเมื่อโปรแกรมเรียกใช้เพิ่มเสียงเพื่อที่จะให้ออกลำโพง การ์ดเสียง เช่น การ์ด SoundBlaster , SoundBlaster Pro ซึ่งจะมีโปรแกรมในการตัดต่อทำ Special Effect ของเสียงเพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ในโปรแกรม Microsoft Windows 3.1 ซึ่งเป็น Multimedia Version ก็มีโปรแกรม Sound Recorder สำหรับบันทึกเสียง และ MediaPlayer สำหรับ Playback เสียงที่บันทึกไปแล้วจะเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อให้ Authoring System เรียกใช้โดยเราสามารถกำหนดเวลาในการ Playback เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับการแสดงภาพ หรือ Animation ได้ การนำเสียงเข้าไปใช้ในบางครั้งเราอาจใช้วิธีให้โปรแกรมควบคุมเครื่องเล่น CD สัมพันธ์กับเนื้อเรื่องก็ได้ โปรแกรม Authoring System เช่น Authorware Professional ของบริษัท Macromedia เป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีความสามารถนี้ ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหว การนำภาพเคลื่อนไหวเข้ามาใช้กับโปรแกรมทำได้หลายวิธี เช่น

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 สามารถทำภาพเคลื่อนไหวสามมิติ โปรแกรม Authoring System ส่วนใหญ่จะมีความสามารถทำภาพ Animation พื้นฐานอยู่แล้วข้อมูลที่ เป็นข้อความอาจป้อนลงไป ใน Authoring Program โดยตรง หรือบางโปรแกรมสามารถอ่าน ข้อมูลจาก Text File เข้าไปใช้งานได้ การสร้างโปรแกรม (Authoring) เป็นขั้นตอนที่รวบรวมเอาสิ่งต่าง ๆ ที่เราจัดเตรียมไว้ไม่ว่าเป็น ภาพ เสียง Animation Movies มารวมกันให้ เกิดเป็นโปรแกรมขึ้นมาด้วย Authoring System โดยมีการจัดเรียงลำดับการทำงานตาม โฟลวชาร์ตที่ออกแบบไว้และกำหนดรายละเอียด เช่น Special Effect ทำ Animation ที่ กำหนดไว้ใน Storyboard

### **ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทสคริปต์**

เมื่อได้ร่างบทสคริปต์แล้วเข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำความเหมาะสมของบทสคริปต์ว่าควรมีการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงในจุดใดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการใช้งานจริง

### **สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ไตเติล แบบทดสอบก่อนเข้าบทเรียนและหลังบทเรียนเพื่อใช้ในการดึงดูดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจที่เรียน แบบทดสอบหลังบทเรียนก็เป็นส่วนที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจ
2. เนื้อหา หรือภาคทฤษฎี เพื่อให้ทราบหลักการออกแบบบทเรียนในส่วนต่าง ๆ และรูปแบบการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม
3. การติดต่อกับผู้เรียน แบบฝึกหัดหรือภาคปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคย และความเข้าใจยิ่งขึ้นในการเรียนรู้

### **ทดสอบบทเรียน**

การทดสอบโปรแกรมมีวัตถุประสงค์ คือ

1. ทดสอบว่ามีเนื้อหาสมบูรณ์ตาม Storyboard หรือไม่
2. ทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Bug) ในตอนพัฒนาโปรแกรมผู้สร้าง มักจะมีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมอยู่แล้ว แต่เป็นการทดสอบที่ละส่วนในระหว่างการพัฒนาซึ่งจะต้องมีการทดสอบทุกส่วนอีกครั้งเพื่อดูการทำงานที่สัมพันธ์กันของแต่ละหน่วย
3. ทดสอบกับผู้ใช้เป็นการทดสอบครั้งสุดท้ายเพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อกระจายไปยังผู้ที่เป็น End User เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประสิทธิภาพของโปรแกรมและทดสอบผลของการใช้โปรแกรมได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ ในการทดสอบแต่ละขั้นตอน เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ก็จะกลับไปแก้ไข อาจเป็นการแก้ไขโปรแกรม แก้สคริปต์ Storyboard ในบางส่วนที่พบว่ามีปัญหา เมื่อแก้ไขเสร็จแล้วก็จะมีการทดสอบเช่นเดิมจนปัญหาจะหมดไป

### **ปรับปรุงบทเรียน**

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม แก้ไขบทเรียนให้ตรงตามที่วางไว้หรือให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานจริง

### **ทดลองใช้งาน**

ขั้นตอนนี้จะกระทำหลังจากที่ได้มีการทดสอบการใช้งานของบทเรียนที่สร้างขึ้น และปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยการกระทำการทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบบทเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปสรุปหาประสิทธิภาพของบทเรียนในขั้นต่อไป

### **ประเมินผลบทเรียน**

ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองใช้งานบทเรียนกับกลุ่มเป้าหมายจริงเพื่อประเมินผลหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่จะนำไปใช้งานต่อไป หรือนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเพื่อความเหมาะสม

### **ทำคู่มือการใช้งานบทเรียน**

ทำคู่มือประกอบการใช้บทเรียน เพื่อให้ผู้ที่สนใจบทเรียนสามารถใช้บทเรียนนี้ได้โดยเน้นการเขียนที่อ่านเข้าใจได้ง่าย ประกอบการติดตั้งโปรแกรม

### **พิมพ์ปฏิญาณพันธ**

เพื่อรวบรวมรายละเอียดการปฏิบัติงานตั้งแต่เริ่มแรก การสร้าง ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และแนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งแนวทางในการพัฒนาบทเรียน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	-- --	-- --	-- --	-- --								
ออกแบบโครงสร้างบทเรียนและบทสกริปต์		-- --	-- --	-- --	-- --							
ตรวจบทสกริปต์และปรับปรุงแก้ไข			-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --			
สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน				-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --		
ทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน							-- --	-- --	-- --			
ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน				-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --		
ทดลองใช้งาน										-- --	-- --	
ประเมินผลบทเรียน										-- --	-- --	
ทำคู่มือการใช้งานบทเรียน										-- --	-- --	-- --
พิมพ์ปฏิญานิพนธ์										-- --	-- --	-- --

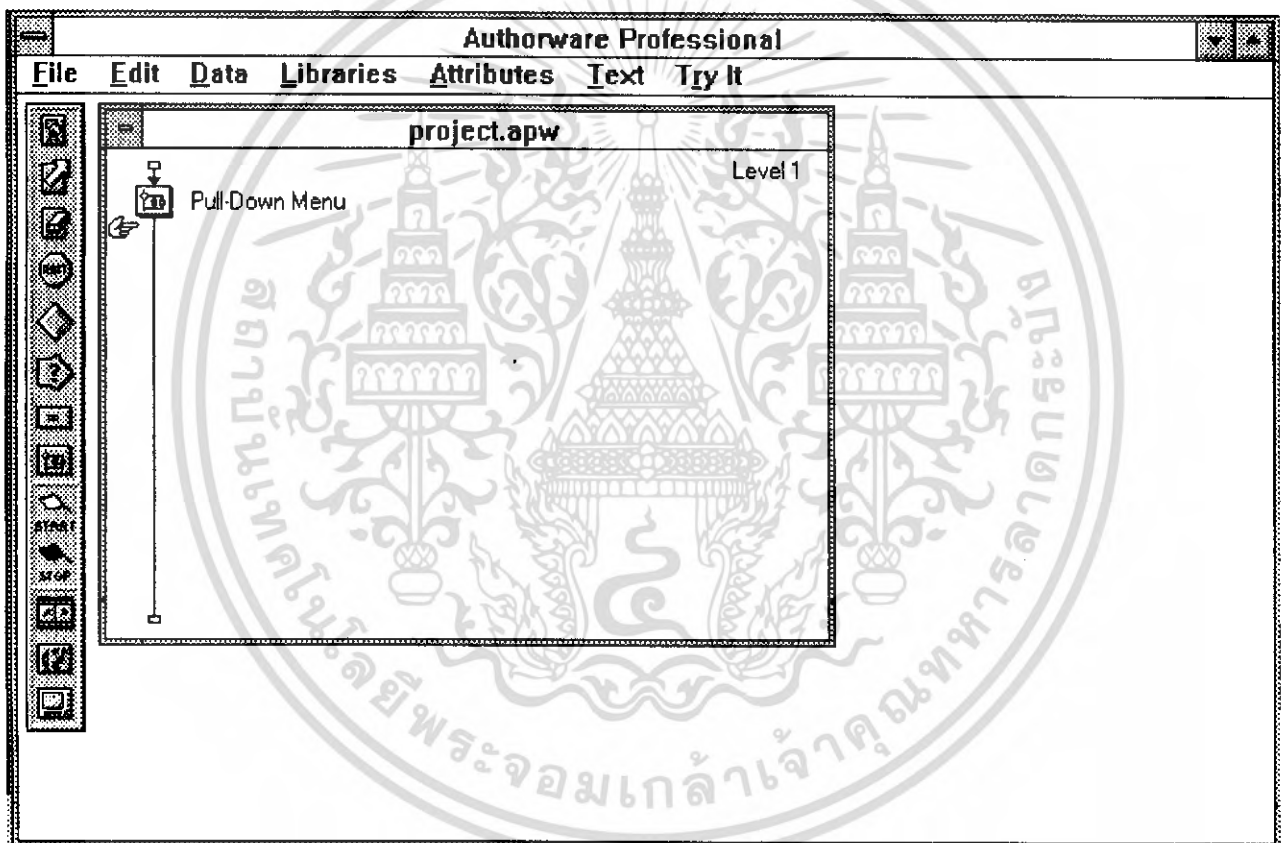
ระยะเวลาที่วางแผนไว้ --

ระยะเวลาที่ใช้จริง --

## วิธีการสร้างโปรแกรม

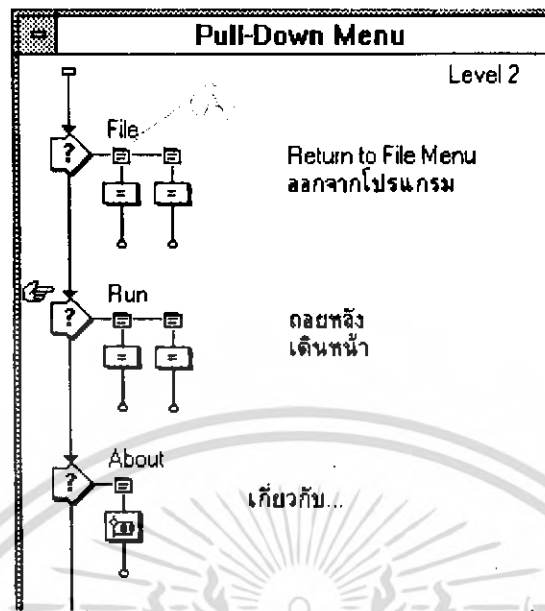
### การสร้าง Pull-Down Menu

1. เริ่มต้นด้วยเรียกใช้โปรแกรม Authorware Professional จากนั้นสร้างไฟล์ใหม่โดยเลือกคำสั่ง New จากเมนู File พิมพ์ชื่อ File ใหม่ที่ต้องการแล้วตอบ OK แล้วนำ Map Icon มาแปะที่ Flowline แล้วตั้งว่า Pull-Down Menu



2. กดปุ่มเมาส์ 2 ครั้ง(ดับเบิลคลิก) เพื่อเปิด Map Icon ก็จะได้ Flowline level 2 นำ Interaction Icon มาแปะที่ Flowline level 2 เพื่อสร้างเมนู File แล้วตั้งชื่อว่า "File" ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. นำ Calculation Icon มาแปะไว้กับ Interaction Icon แล้วตั้งชื่อว่า Return to File Menu แล้วกำหนด Option เป็น Pull-down Menu Options ใน Pull-down Menu Options ใส่เงื่อนไขต่าง ๆ ดังรูป (รายละเอียดต่าง ๆ มีอธิบายในภาคผนวก)

**Pull-down Menu Options**

Title:   Perpetual

Optional Key:

Active If TRUE:

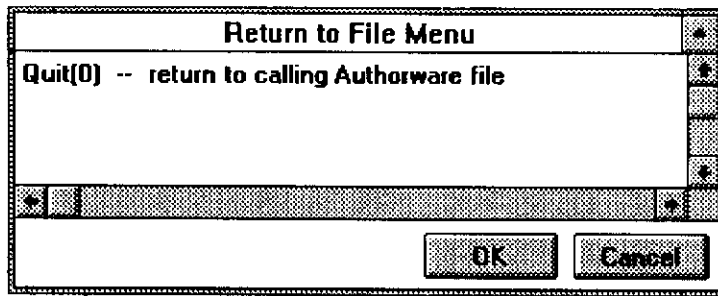
Erase Feedback:

Response Type:

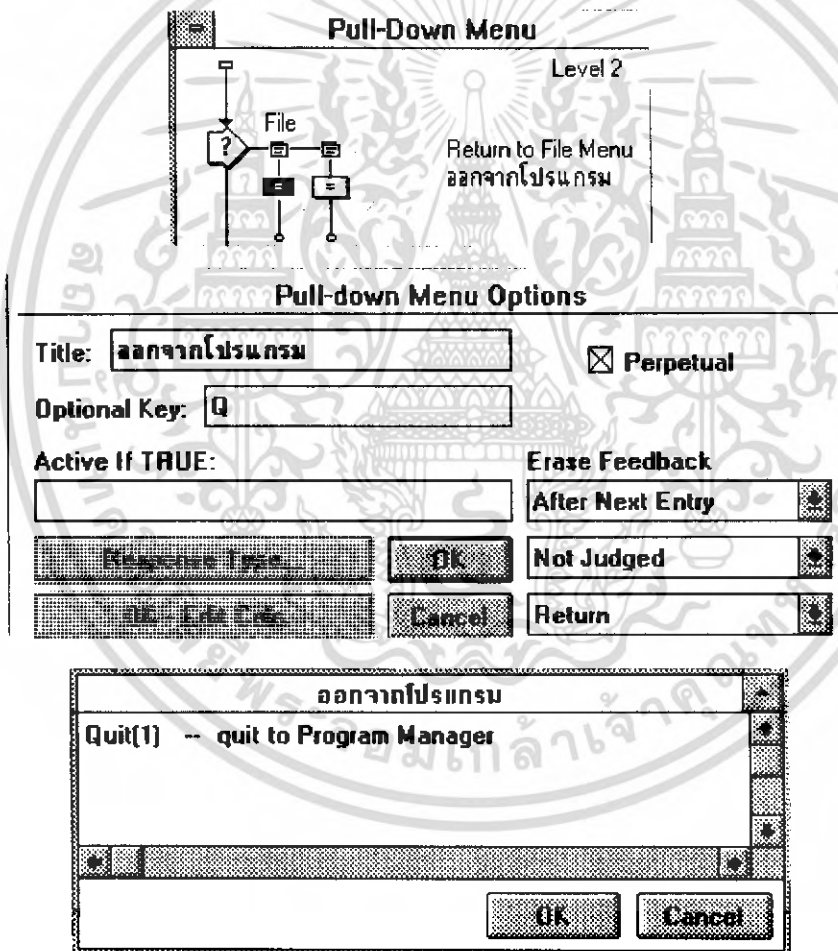
**Response Type**

<input type="radio"/> Pushbutton	<input type="radio"/> Text
<input type="radio"/> Click/Touch	<input type="radio"/> Keypress
<input type="radio"/> Clickable Object	<input type="radio"/> Tries Limit
<input type="radio"/> Movable Object	<input type="radio"/> Time Limit
<input checked="" type="radio"/> Pull-down Menu	
<input type="radio"/> Conditional	

4. ดับเบิลคลิกที่ Calculation Icon ใส่ตัวแปรเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมดังรูป แล้วกดปุ่ม OK (รายละเอียดเรื่องการใช้ตัวแปรและฟังก์ชัน ศึกษาได้จากหนังสือ Macromedia Authorware Professional Version 2 for Windows)

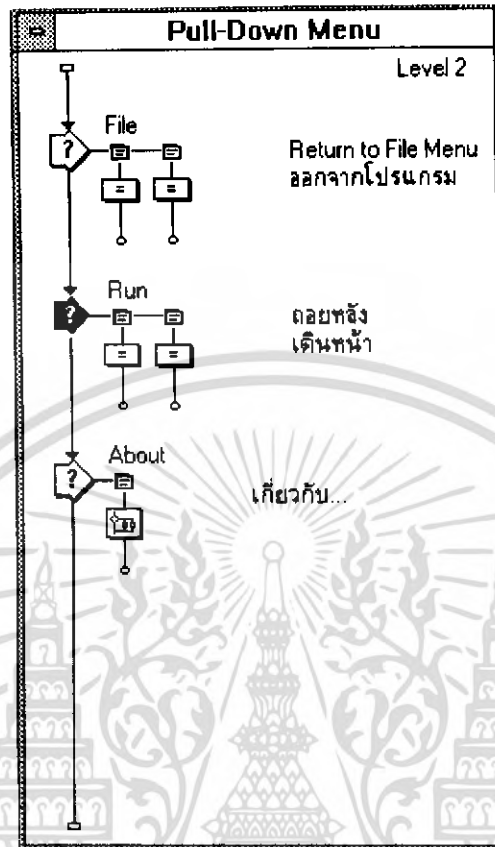


5. การสร้าง เมนูย่อย “ออกจากโปรแกรม” นำ Calculation Icon มาแปะต่อจาก Calculation Icon “Return to File Menu” แล้วกำหนด Option เป็น Pull-down Menu Options แล้วดับเบิลคลิกที่ Calculation Icon พิมพ์ฟังก์ชัน ดังรูปล่างสุด



6. การสร้าง Pull-down Menu Options ตัวถัดมาคือ Run ก็ใช้หลักการเช่นเดียวกันกับการ

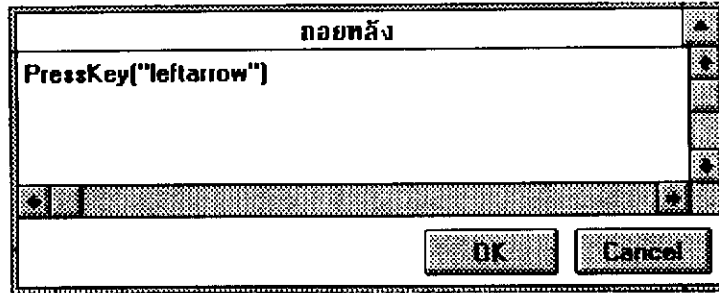
สร้างเมนู File จะต่างกันตรงการเลือกเงื่อนไขใน Pull-down Menu Options และการใส่ตัวแปรใน Calculation Icon ดังรูป



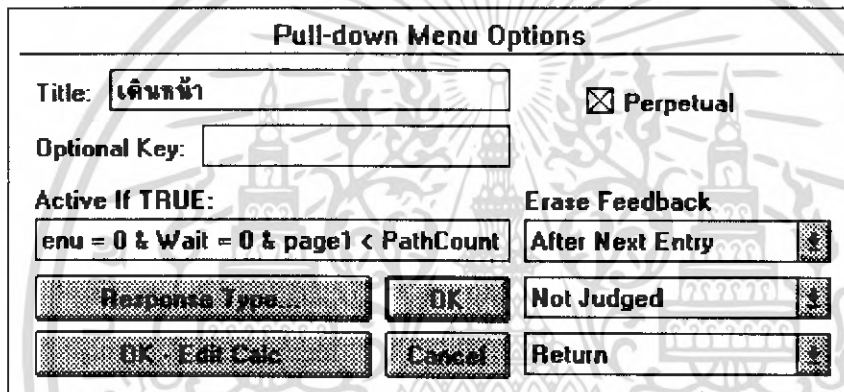
7. การสร้าง เมนูย่อย “ถอยหลัง” เพื่อเลื่อนกลับไปยังหน้าที่ผ่านมาในเนื้อหา ทำได้โดยนำ Calculation Icon มาแปะต่อจาก Interaction Icon “Run” แล้วตั้งชื่อว่า “ถอยหลัง” จากนั้นกำหนด Option เป็น Pull-down Menu Options

Pull-down Menu Options		
Title: <input type="text" value="ถอยหลัง"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Perpetual	
Optional Key: <input type="text"/>		
Active If TRUE: <input type="text" value="menu = 0 &amp; Wait = 0 &amp; page1 &gt; 1"/>	Erase Feedback <input type="text" value="After Next Entry"/>	
<input type="button" value="Response Type..."/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="text" value="Not Judged"/>
<input type="button" value="OK - Edit Calc"/>	<input type="button" value="Cancel"/>	<input type="text" value="Return"/>

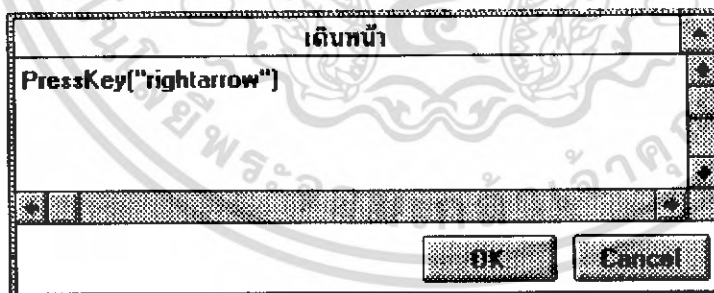
8. ดับเบิลคลิก ที่ Calculation Icon แล้วพิมพ์ฟังก์ชันดังรูป



9. การสร้าง เมนูย่อย “เดินหน้า” เพื่อเลื่อนไปยังหน้าถัดไปในเนื้อหา ทำได้โดยนำ Calculation Icon มาแปะต่อจาก Calculation Icon “ถอยหลัง” แล้วตั้งชื่อว่า “เดินหน้า” จากนั้นกำหนด Option เป็น Pull-down Menu Options



10. ดับเบิลคลิก ที่ Calculation Icon แล้วพิมพ์ฟังก์ชันดังรูป



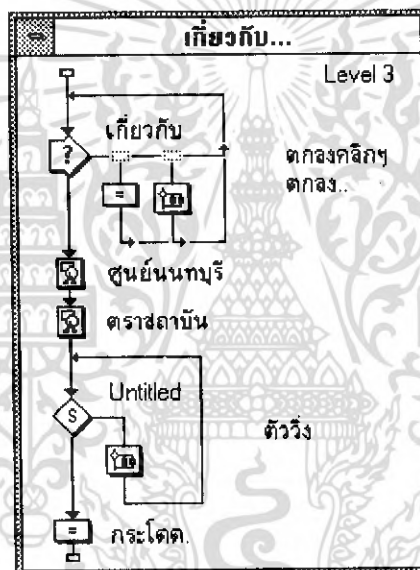
11. การสร้าง Pull-down Menu Options ตัวถัดมาคือ “About” ทำได้โดยนำ Interaction Icon มาแปะที่ Flowline level 2 ล่าง Interaction Icon “Run” แล้วพิมพ์ชื่อว่า “About”

12. นำ Map Icon มาต่อไว้กับ Interaction Icon “About” แล้วตั้งชื่อว่า “เกี่ยวกับ...” จาก

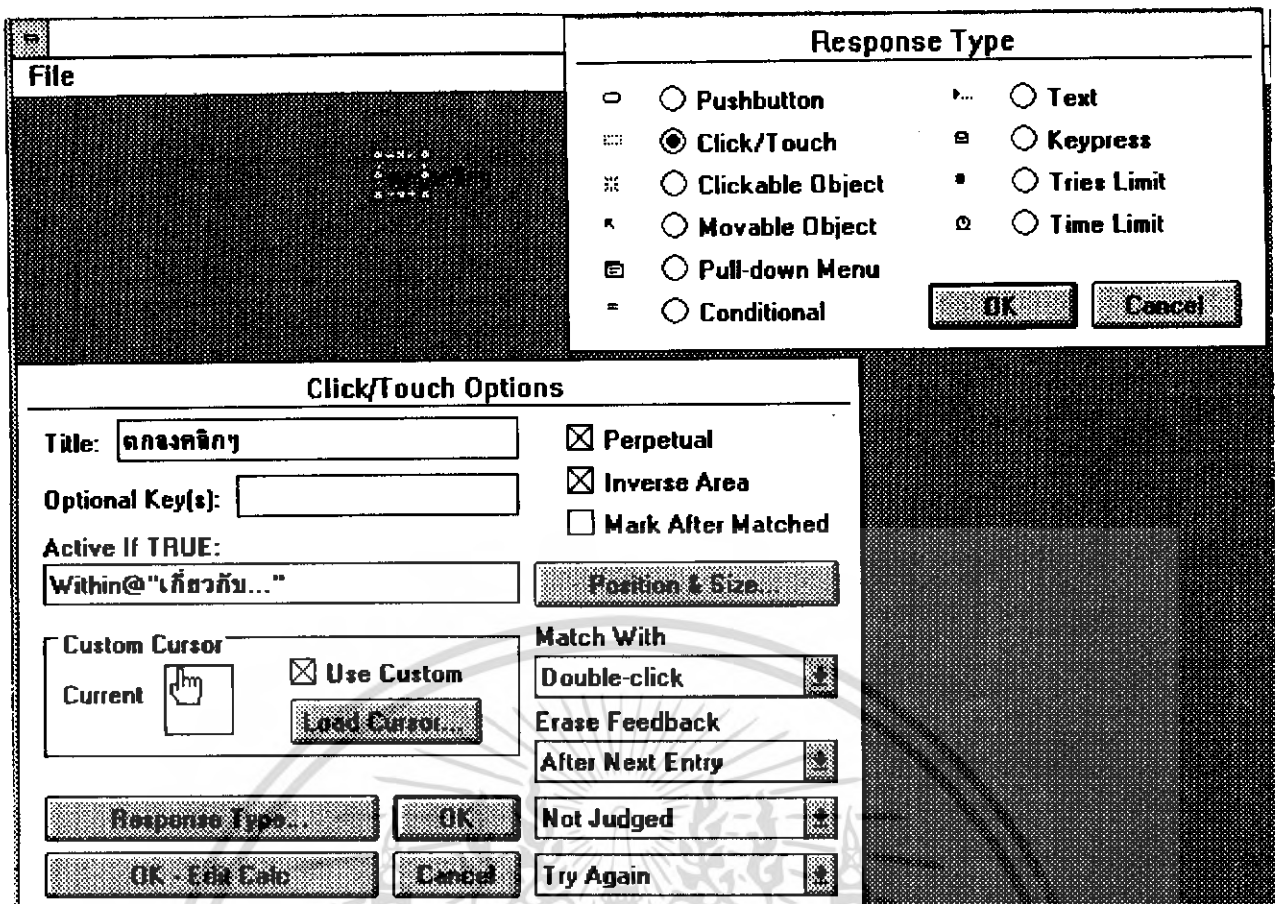
นั้นกำหนด Option เป็น Pull-down Menu Options แล้วเลือกเงื่อนไขต่างๆ ดังรูป

Pull-down Menu Options	
Title: <input type="text" value="เกี่ยวกับ..."/>	<input checked="" type="checkbox"/> Perpetual
Optional Key: <input type="text" value="Alta"/>	
Active If TRUE:	Erase Feedback
Wait = 0	After Next Entry
<input type="button" value="Response Type..."/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Not Judged"/>
<input type="button" value="OK - Edit Map"/>	<input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Return"/>

13. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon ก็จะได้ Flowline level 3 จากนั้น Interaction Icon มาแปะที่ Flowline แล้วตั้งชื่อว่า “เกี่ยวกับ”



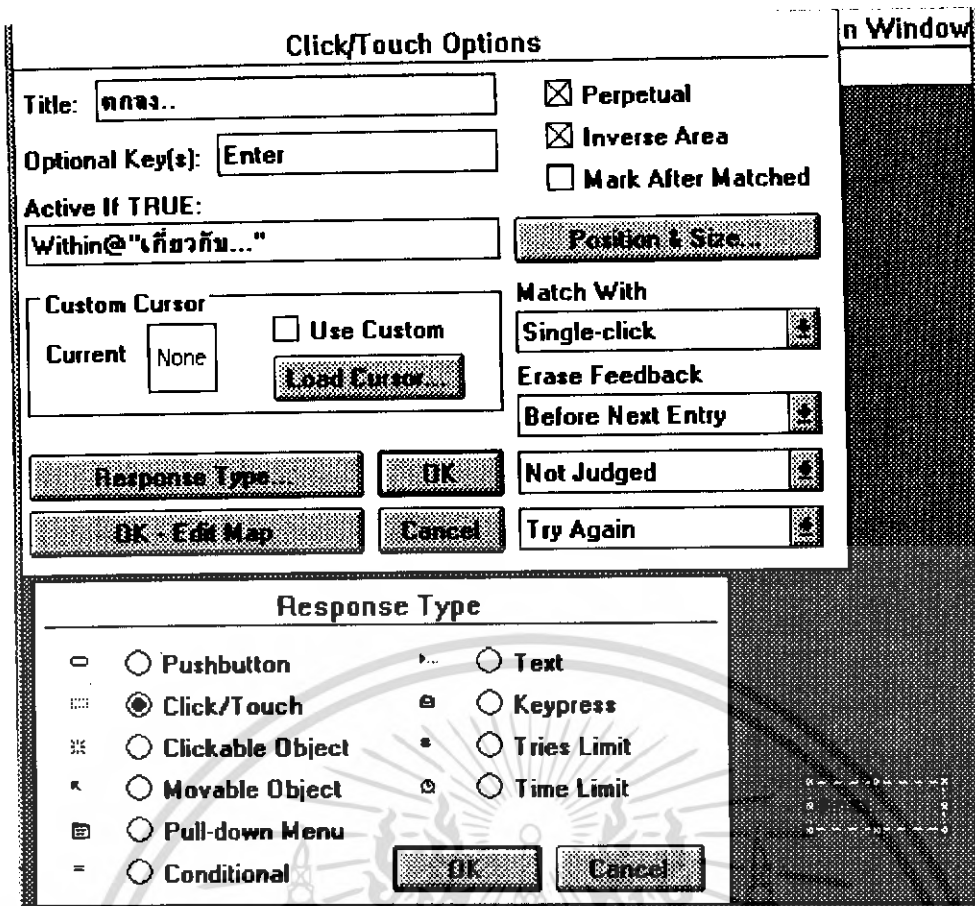
14. นำ Calculation Icon มาแปะต่อไว้กับ Interaction Icon “เกี่ยวกับ” แล้วตั้งชื่อว่า “ตกลงคลิกๆ” เพื่อสร้างตัวแปรให้การแสดงผล จากนั้นกำหนด Option เป็น Click/Touch Options แล้วกำหนดตำแหน่งและขนาดของปุ่ม และเงื่อนไขต่างๆ ดังรูป (รายละเอียดของเงื่อนไขเหล่านี้ดูที่ภาคผนวก)



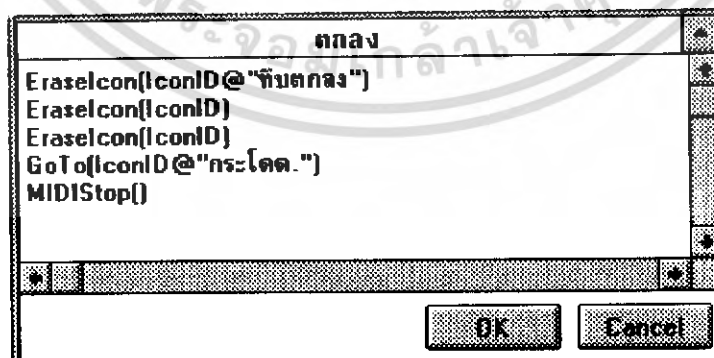
15. เปิด Calculation Icon พิมพ์ตัวแปรต่างๆ ดังรูป



16. นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Calculation Icon “ตกลงคลิก” แล้วตั้งชื่อว่า “ตกลง...” จากนั้นกำหนด Option เป็น Click/Touch Options กำหนดตำแหน่งและขนาดของปุ่ม ดังรูป

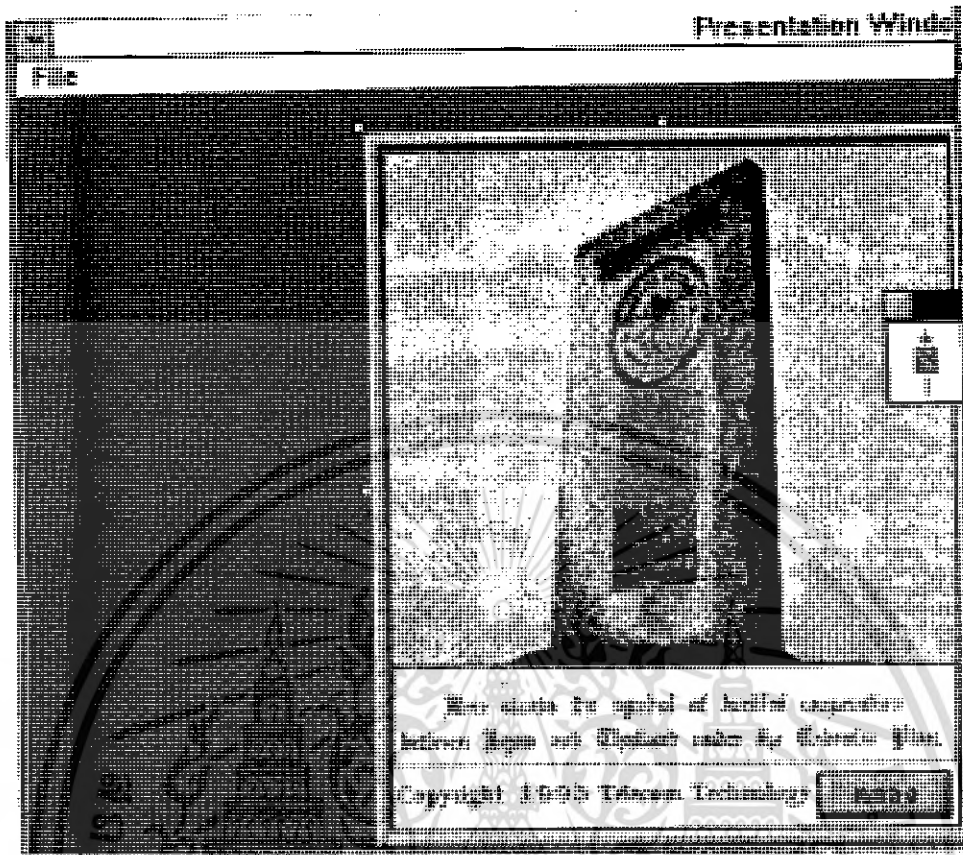


17. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon จะได้ Flowline level 4 นำ Display Icon มาแปะที่ Flowline เพื่อสร้างปุ่มตกลงที่บ จากนั้นนำ Calculation Icon มาแปะล่าง Display Icon เพื่อสร้างกำหนดตัวแปรให้โปรแกรมทำงานหลังจากกดปุ่มตกลง

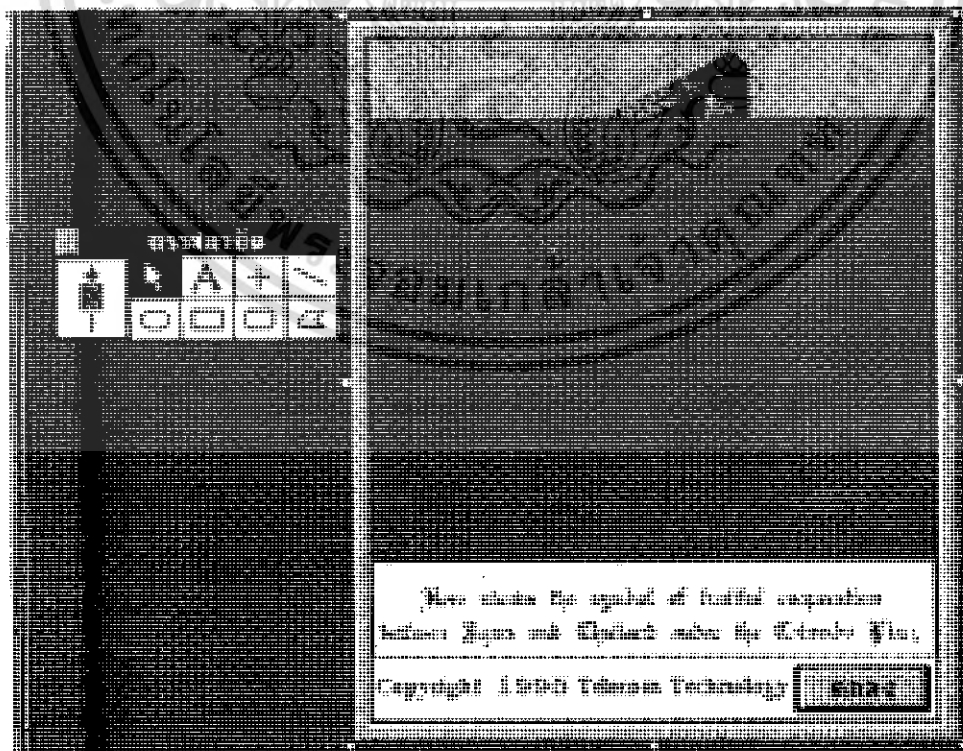


18. นำ Display Icon มาแปะล่าง Interaction Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ศูนย์นทพบุรี” เพื่อนำภาพ

## ศูนย์นันทบุรีมาแปะ ซึ่งวิธีการนำภาพมาแปะอธิบายในภาคผนวก

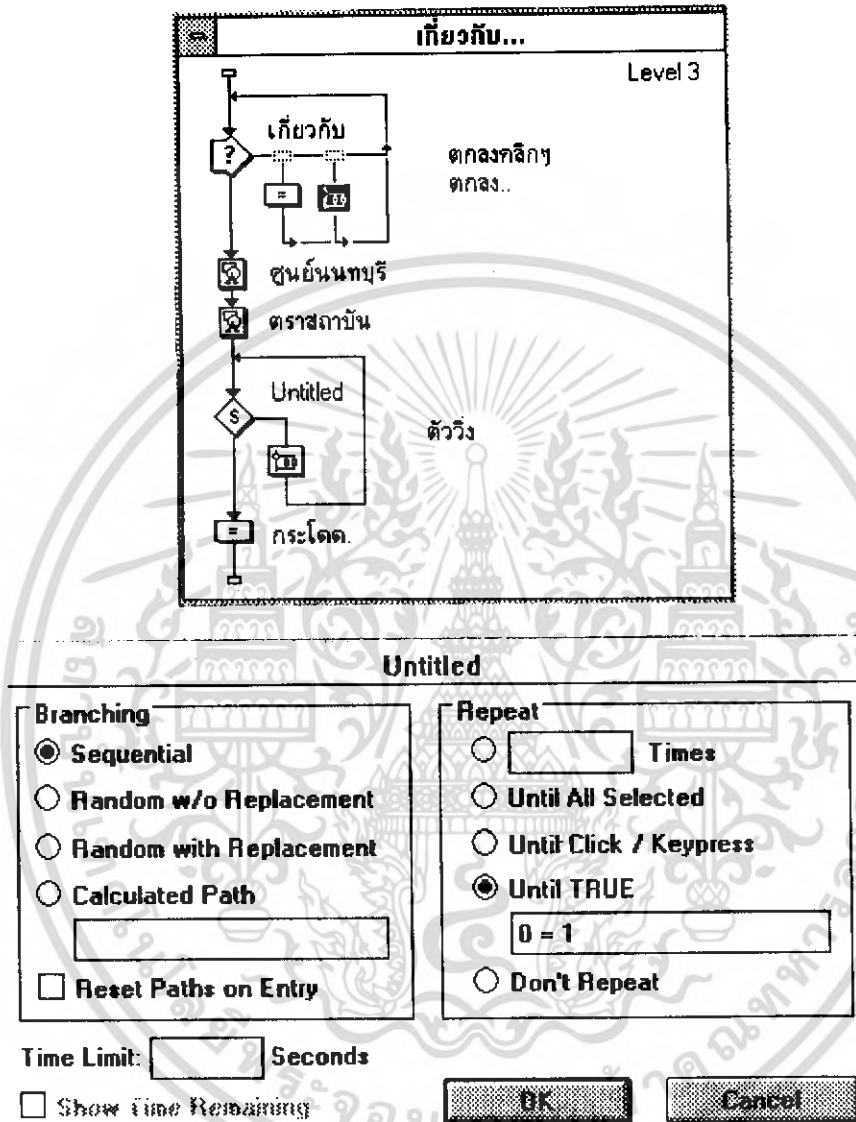


19. นำ Display Icon มาแปะต่อล่าง Display Icon “ศูนย์นันทบุรี” แล้วตั้งชื่อว่า “ตราสถาบัน” เพื่อสร้างพื้นที่ให้อักษรวิ่งแสดงดังรูป

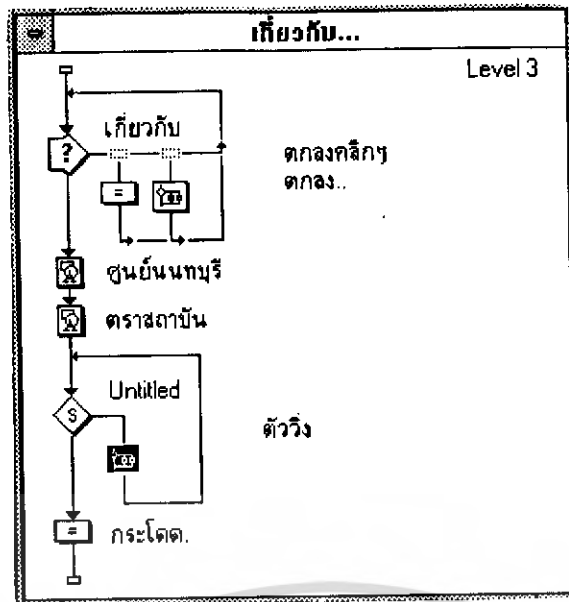


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และสงวนอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

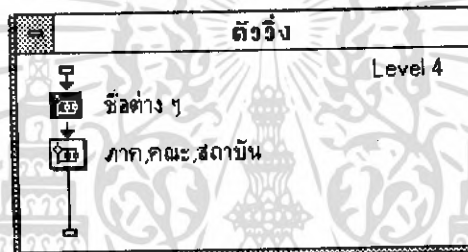
20. นำ Decision Icon มาแปะต่อล่าง Display Icon “ตราสถาบัน” เพื่อสร้างอักษรวิ่ง จากนั้น ดับเบิลคลิกที่ Decision Icon เพื่อกำหนดวิธีการกำหนดเส้นทางให้เลือก Branching เป็น Sequential ดังรูป



21. นำ Map Icon ต่อร่วมกับ Decision Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ตัววิ่ง” เพื่อกำหนดอักษรวิ่งทั้งหมด

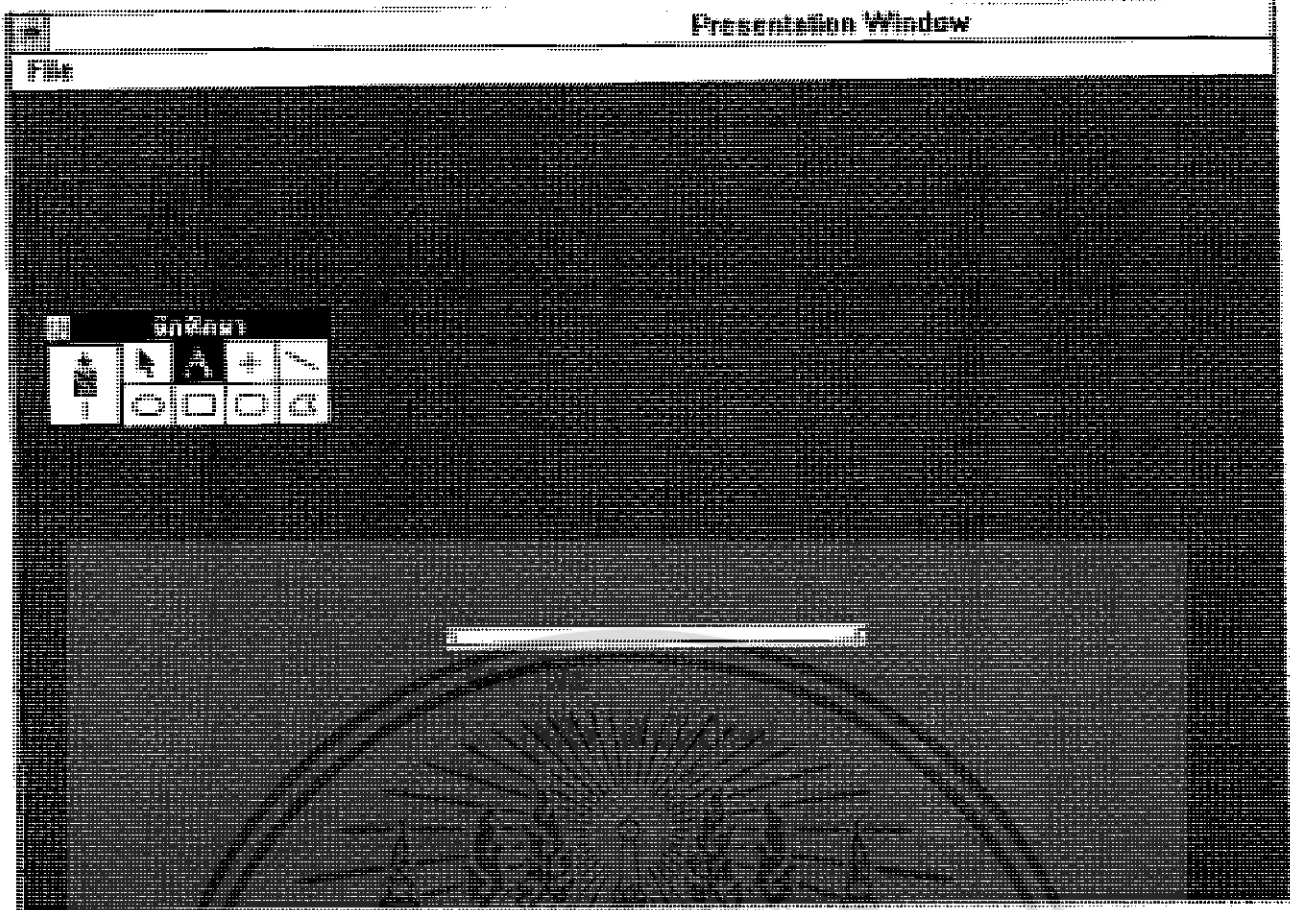


22. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon จะได้ Flowline level 4 จากนั้นนำ Map Icon มาแปะที่ Flowline แล้วตั้งชื่อว่า “ชื่อต่างๆ”

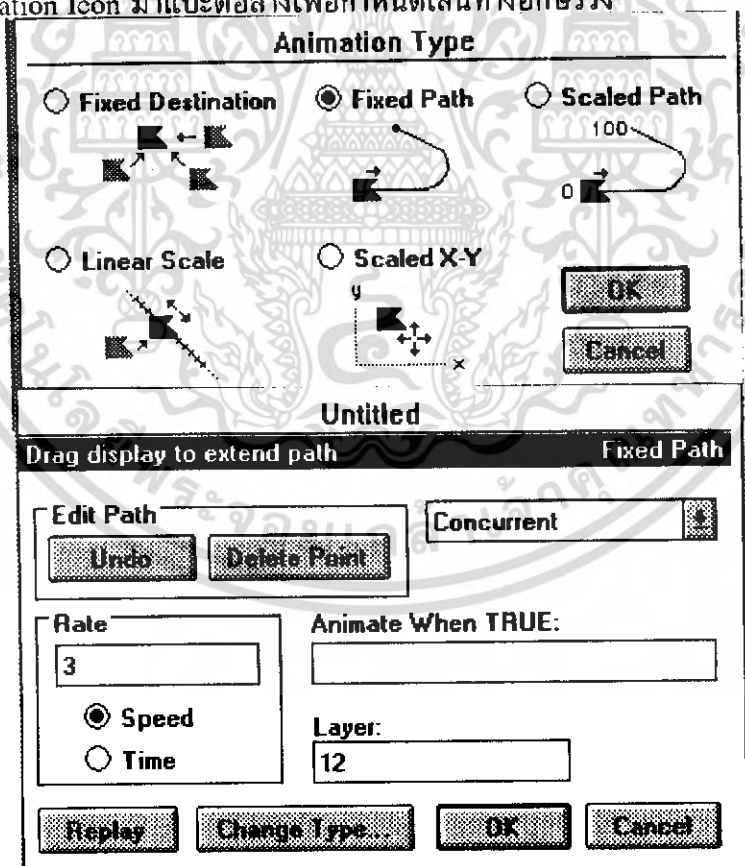


23. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ชื่อต่างๆ” ก็จะได้ Flowline level 5 แล้วนำ Display Icon มาแปะเพื่อเขียนชื่อนักศึกษาโดยใช้ Text Tool



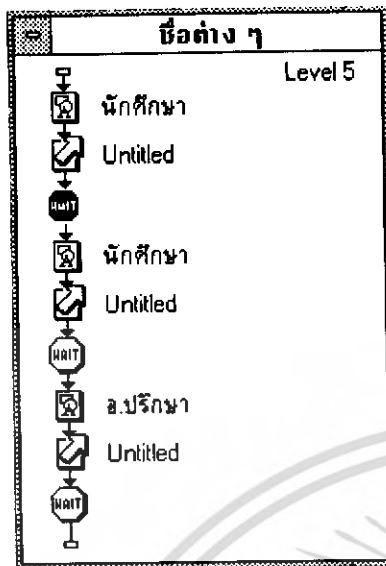


24. นำ Animation Icon มาแปะต่อล่างเพื่อกำหนดเส้นทางอักษรวิ่ง



25. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการหยุดรอเพื่อให้โปรแกรมทำอย่างอื่นต่อ

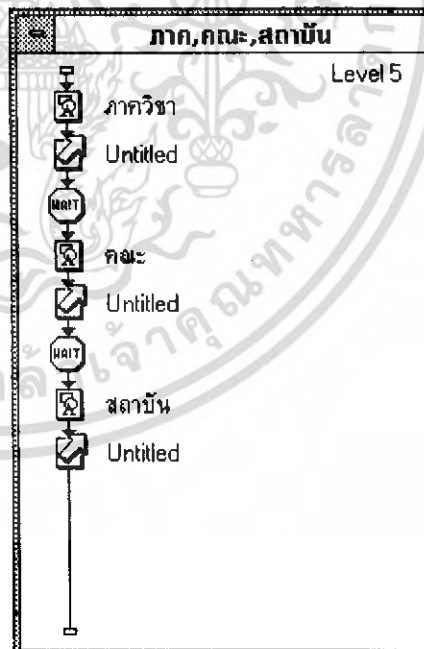
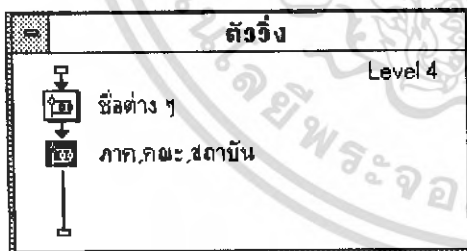
ไป



26. การสร้าง อักษรวิ่งอื่น ก็ทำได้ในลักษณะเดียวกัน

27. กลับไปที่ Flowline level 4 แล้วนำ Map Icon มาปะลาง Map Icon “ชื่อต่าง ๆ” แล้วตั้งชื่อว่า “ภาค,คณะ,สถาบัน”

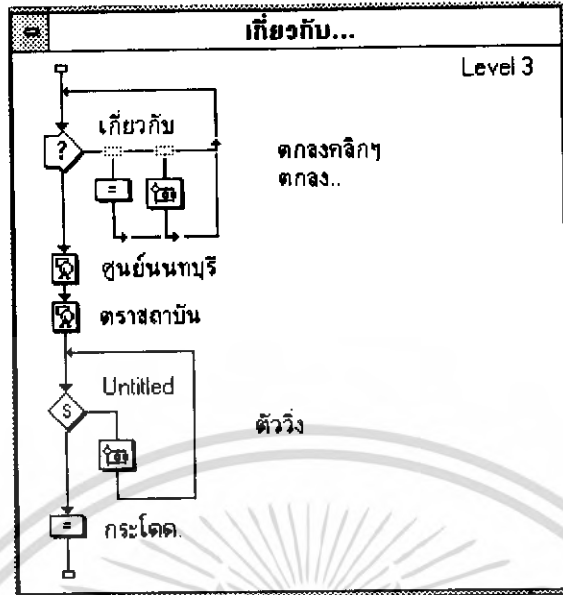
28. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ภาค,คณะ,สถาบัน”ก็จะได้ Flowline level 5 เพื่ออักษรวิ่งของ ภาค,คณะ,สถาบัน ลักษณะการสร้างก็ทำนองเดียวกับ Map Icon “ชื่อต่าง ๆ” ดังรูป



29. กลับไปที่ Flowline level 2 “เกี่ยวกับ..”นำ Calculation Icon มาต่อลาง Decision Icon

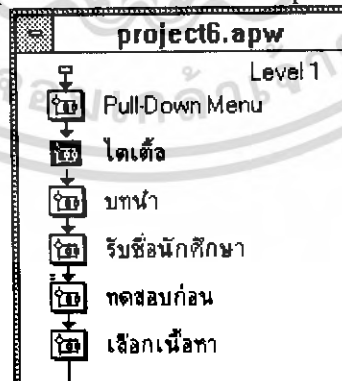
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แล 58 ้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้ออกจากเมนูย่อย “เกี่ยวกับ..”

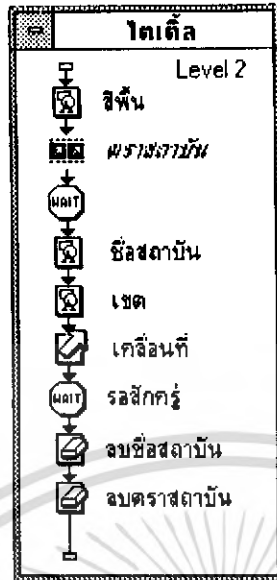


### การสร้างไต่เตล

1. จาก Flowline level 1 นำ Map Icon มาต่อด้านล่าง Map Icon “Pull-Down Menu” แล้วตั้งชื่อว่า “ไต่เตล” ดังรูป



2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon ก็จะได้ Flowline level 2 นำ Display Icon มาแปะเพื่อกำหนดสีพื้น โดยตั้งชื่อว่า “สีพื้น”



- นำ Movie Icon มาแปะเพื่อควบคุมการเรียกไฟล์ที่เป็นภาพเคลื่อนไหวเป็นลักษณะตราสถาบัน ที่สร้างโดยโปรแกรม 3D STUDIO VERSION 4 วิธีการนำภาพเคลื่อนไหวมาใช้จะอธิบายในภาคผนวก
- กำหนดเงื่อนไขการเคลื่อนไหวต่างๆ ดังรูป

(ตราสถาบัน)

Playing Imported Movie.

Start Frame: 1      Current Frame:      End Frame: 61

Frames/Second: 14.1

Don't Skip Frames

Layer:

Direct to Screen

Use Movie Palette     Audio

**Play Movie**

Repeatedly

1 Times

Until TRUE:

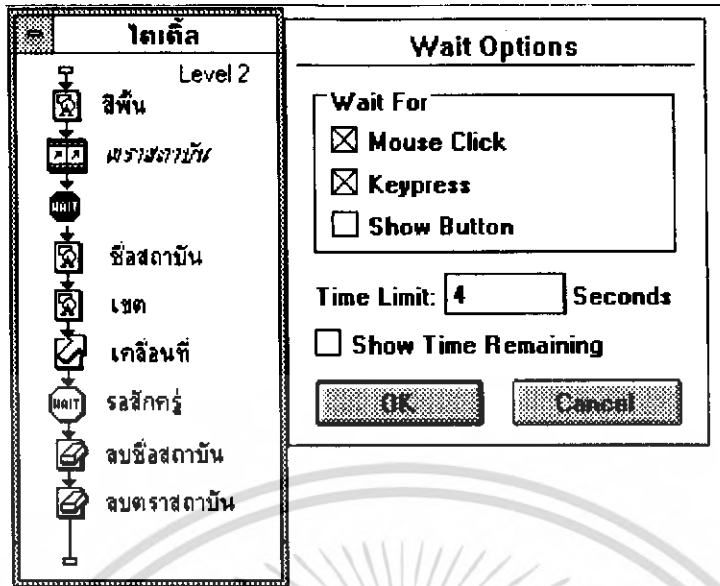
Only While Animating

Times/Animation

Timing: Concurrent

Mode: Opaque

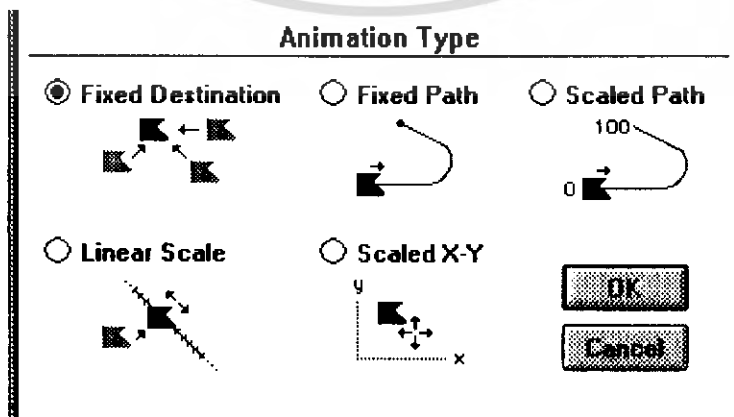
- นำ Wait Icon มาแปะต่อจาก Movie Icon เพื่อกำหนดเงื่อนไขการรอให้โปรแกรมทำงานอื่นต่อดังรูป



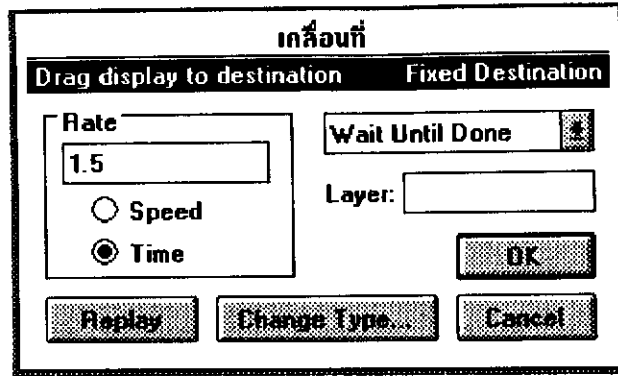
6. นำ Display Icon มาแปะเพื่อพิมพ์ชื่อสถาบัน



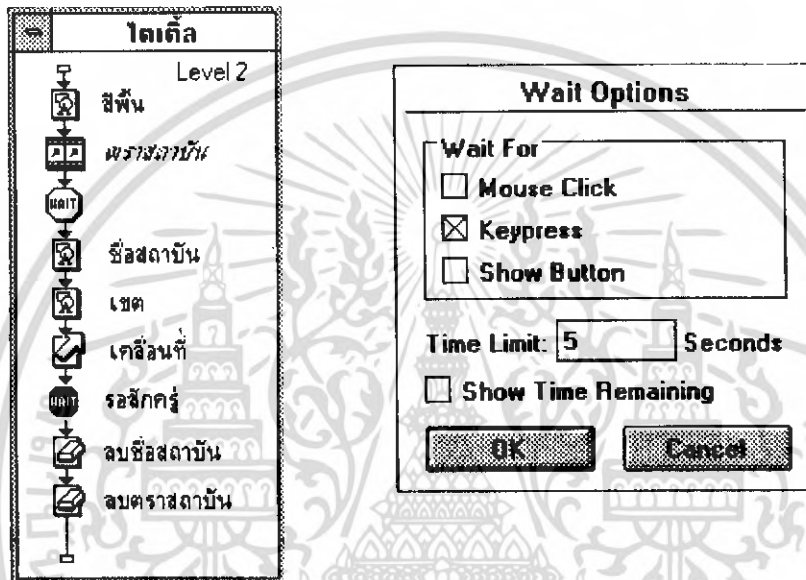
7. นำ Animation Icon มาแปะเพื่อต่อจาก Display Icon “เขต” เพื่อกำหนดรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนไหวของตัวอักษร ดังรูป



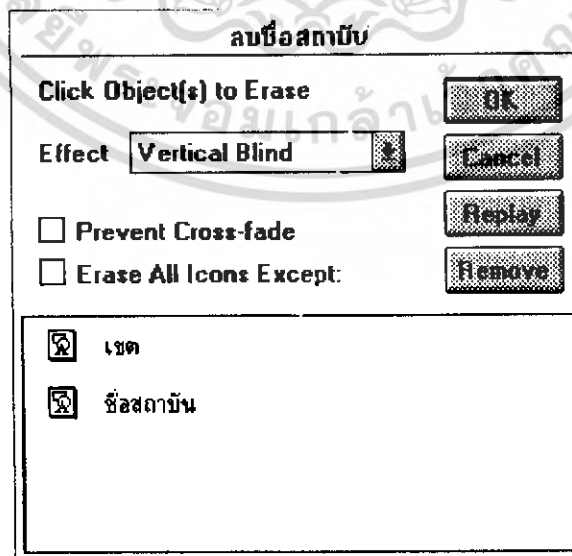
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



8. นำ Wait Icon มาแปะต่อเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการรอที่จะกระทำอย่างอื่นต่อ

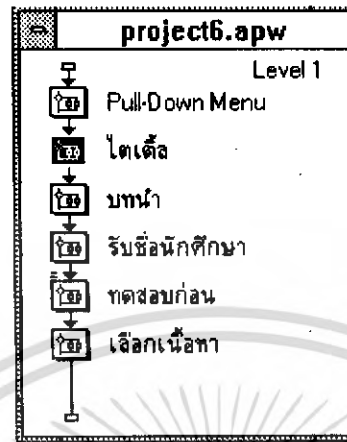


9. นำ Erase Icon มาแปะเพื่อลบภาพหรือข้อความออกจากจอซึ่งสามารถกำหนดวิธีในการลบได้ดังรูป

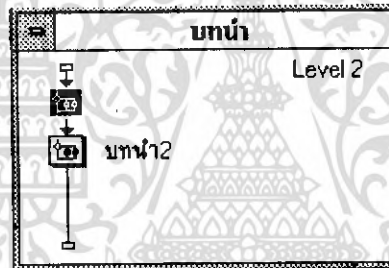


## การสร้างหน้า

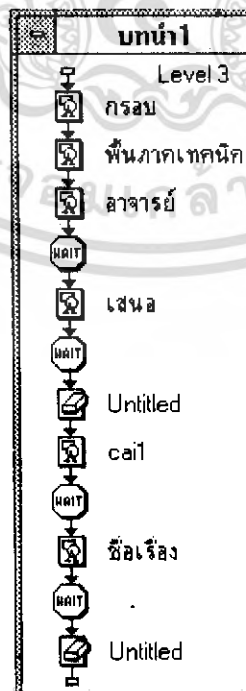
1. นำ Map Icon มาแปะที่ Flowline level 1 แล้วตั้งชื่อว่า “บทนำ”



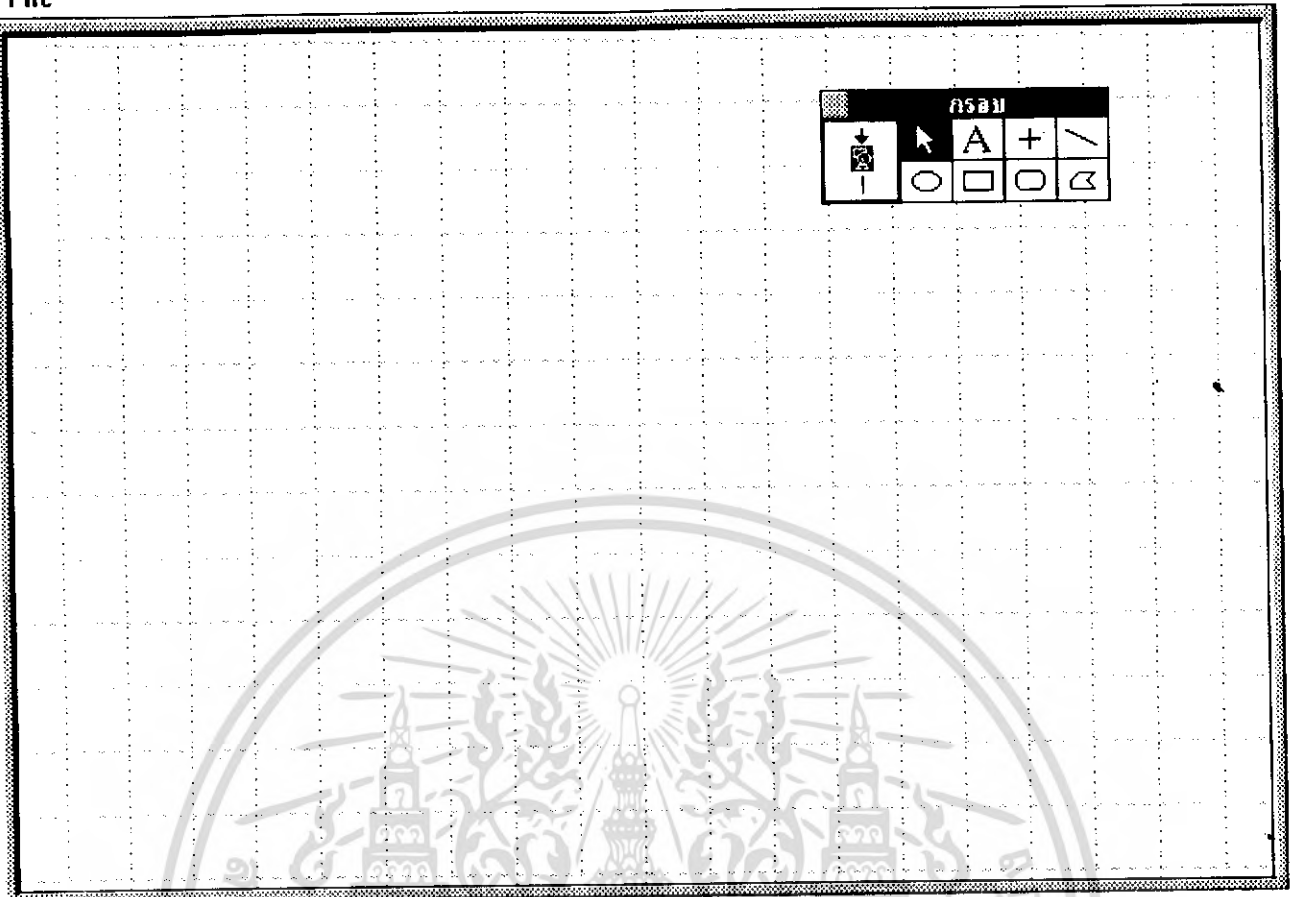
2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon ก็จะได้ Flowline level 2 นำ Map Icon มาแปะ แล้วตั้งชื่อว่า “บทนำ 1” ดังรูป



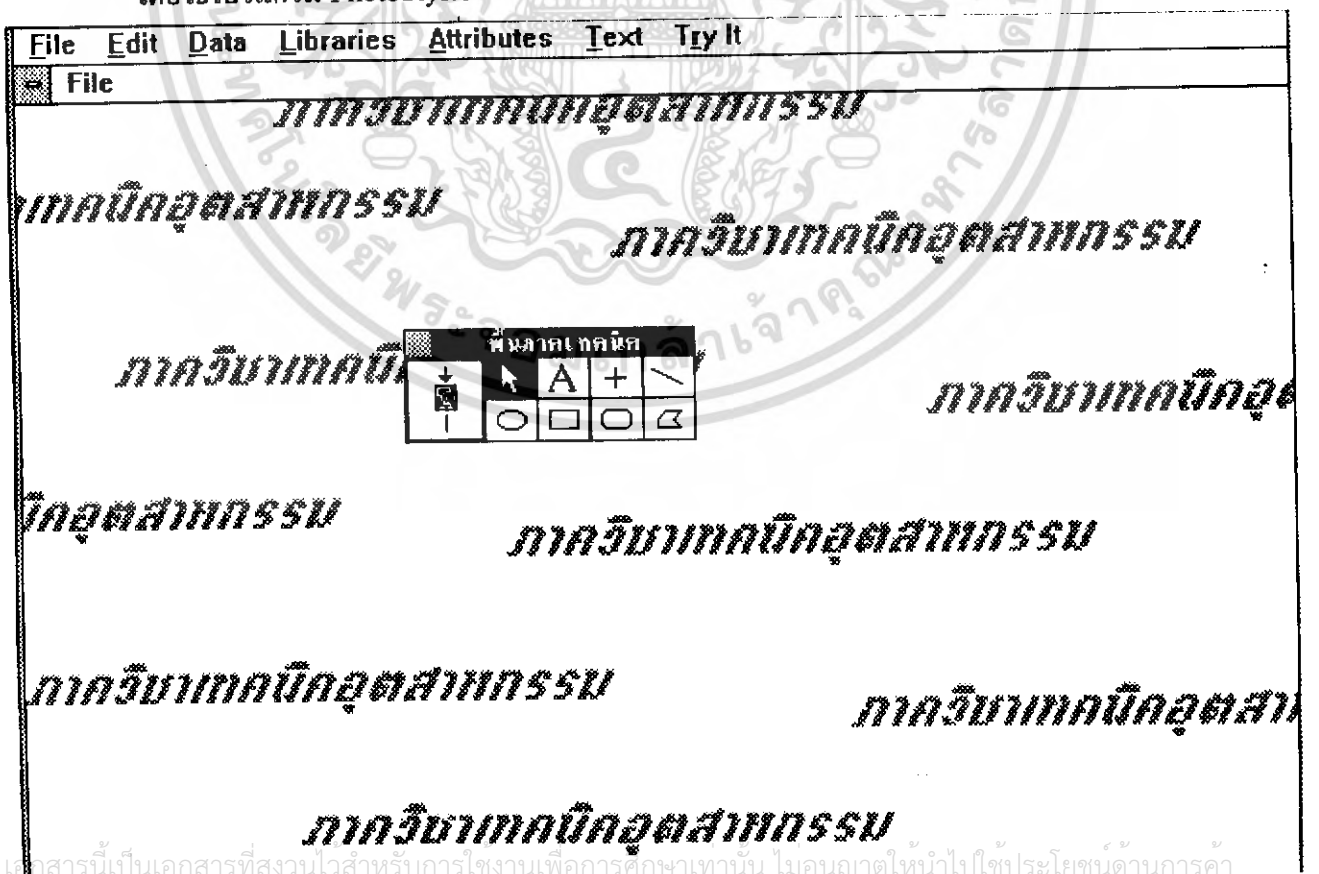
3. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “บทนำ 1” นำ Display Icon มาแปะเพื่อสร้าง กรอบ แล้วตั้งชื่อว่า “กรอบ” ดังรูป



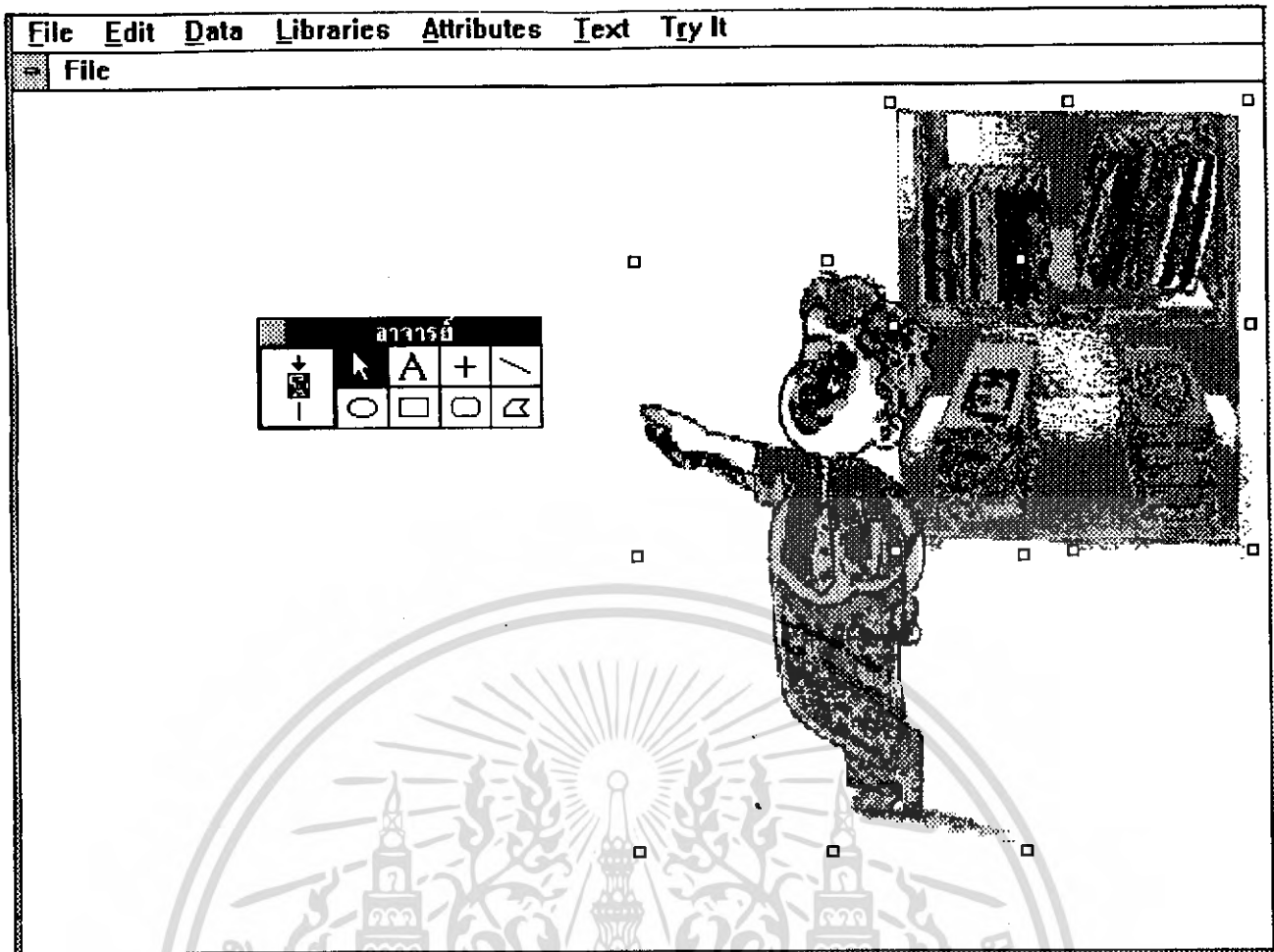
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



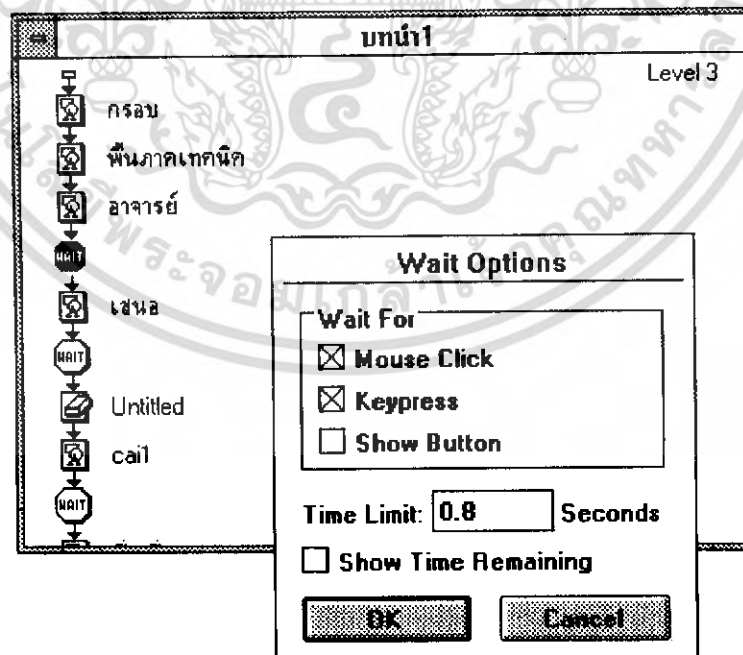
- นำ Display Icon มาแปะต่อเพื่อสร้างพื้นภาคเทคนิค,อาจารย์ ดังรูป ซึ่งรูปอาจารย์สร้างโดยใช้โปรแกรม PhotoStyler



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 64 อังอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- นำ Wait Icon มาแปะแล้ว ดับเบิลคลิกเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการรอกระทำอย่างอื่นต่อ  
ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

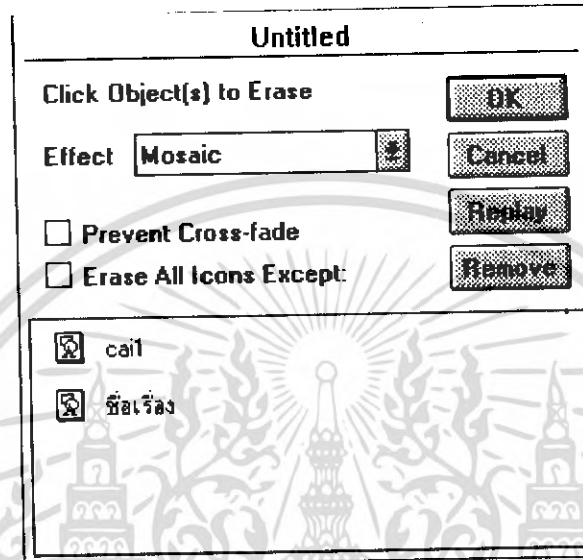
6. นำ Display Icon มาแปะเพื่อใช้ Text Tool สร้างคำว่า “เสมอ”

The screenshot shows a software window with a menu bar containing 'File', 'Edit', 'Data', 'Libraries', 'Attributes', 'Text', and 'Try It'. The main workspace contains the Thai word 'เสมอ' (Sao) in a large font. Below it, a smaller character 'เสมอ' (Sao) is displayed with a 'CAI' icon. A tool palette is visible, showing various icons for text and graphics. The background features a large, faint watermark of a university seal.

7. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการรอกกระทำอย่างอื่นต่อ
8. นำ Erase Icon มาแปะล่าง Wait Icon เพื่อลบหน้าจอ
9. นำ Display Icon มาแปะต่อ เพื่อเอา CAI มาแสดง ดังรูป



10. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการรอกกระทำอย่างอื่นต่อ
11. นำ Display Icon มาแปะต่อ เพื่อใช้ Text Tool พิมพ์ “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง”
12. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการรอกกระทำอย่างอื่นต่อ
13. นำ Erase Icon มาแปะล่าง Wait Icon เพื่อลบ cai1 และ ชื่อเรื่อง ดังรูป



14. กลับไปที่ Flowline level 2 “บทนำ” แล้วนำ Map Icon มาแปะ แล้วตั้งชื่อว่า “บทนำ2” ดับเบิลคลิกที่ Map Icon จะได้ Flowline level 2 “บทนำ2”



15. นำ Display Icon มาแปะเพื่อนำรูป cai2 มาใช้แสดง

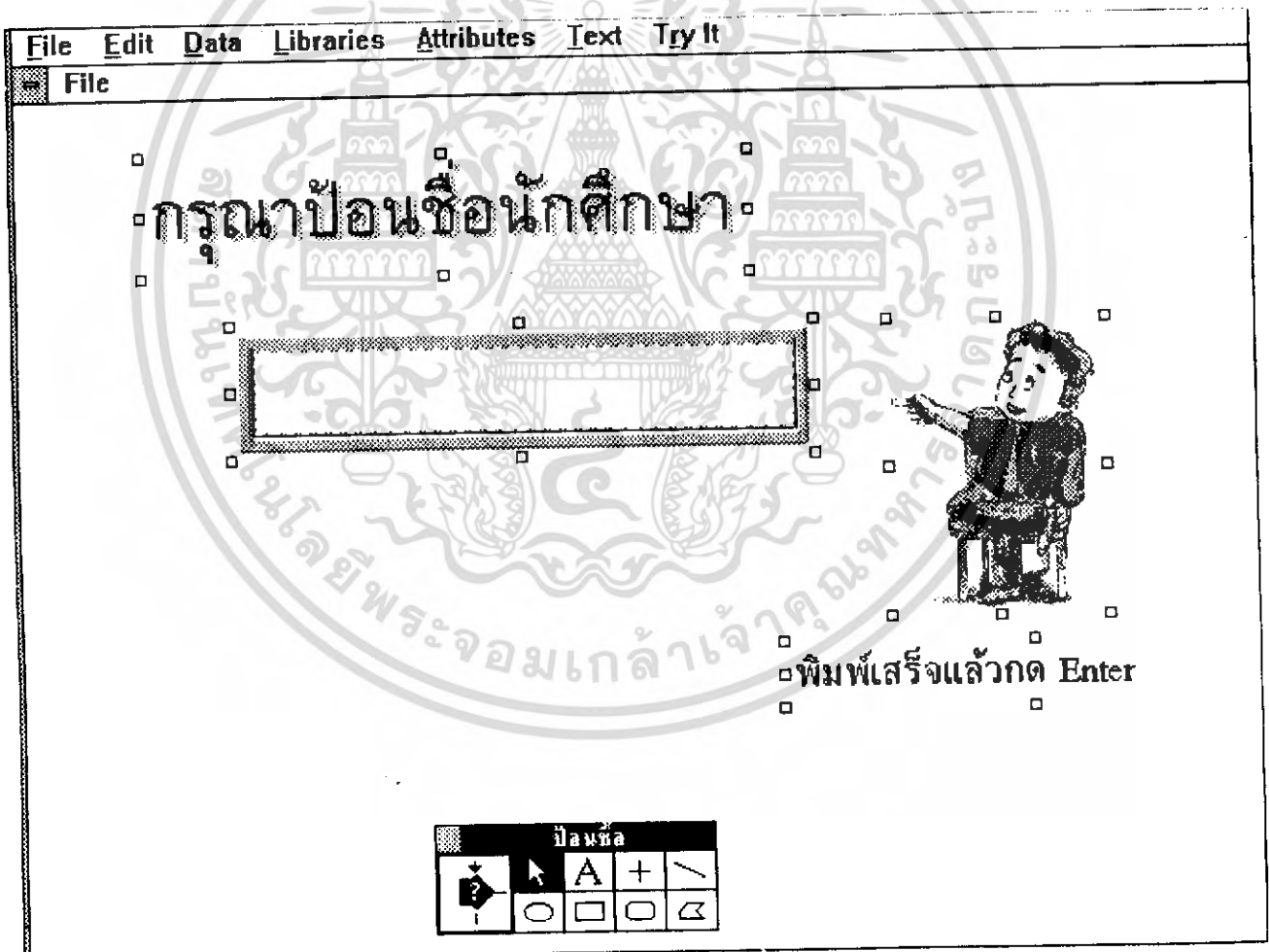
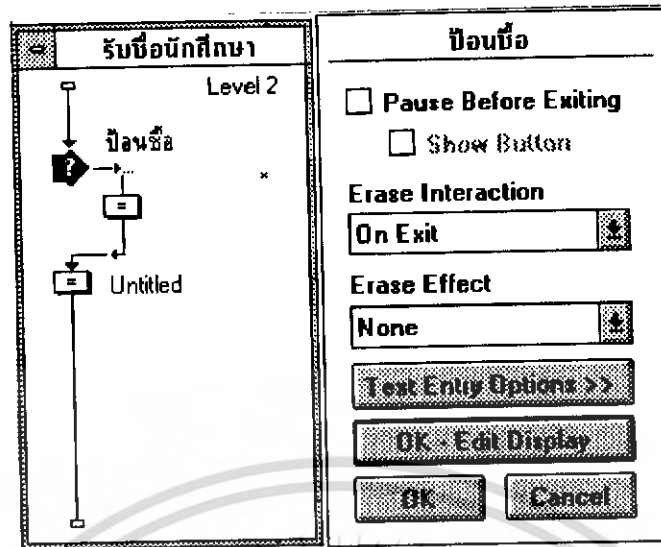
16. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขการรอแสดงอย่างอื่นต่อไป
17. นำ Display Icon มาแปะเพื่อพิมพ์ชื่อเรื่อง “Base Band Signaling System โดยใช้ Text Tool
18. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขการรอเพื่อลบรูป cai2 และชื่อเรื่อง
19. นำ Erase Icon มาแปะเพื่อลบ รูป cai2 และชื่อเรื่อง
20. นำ Display Icon มาแปะเพื่อนำรูปการ์ตูนมาแสดง
21. นำ Display Icon มาแปะเพื่อพิมพ์วัตถุประสงค์ โดยใช้ Text Tool
22. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขการรอเพื่อลบรูปการ์ตูน และวัตถุประสงค์
23. นำ Erase Icon มาแปะเพื่อลบ รูปการ์ตูน และวัตถุประสงค์

### การสร้างวิธีการรับชื่อนักศึกษา

1. จาก Flowline level 1 นำ Map Icon มาแปะล่าง Map Icon “บทนำ” แล้วตั้งชื่อว่า “รับชื่อนักศึกษา”



2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “รับชื่อนักศึกษา” ก็จะได้ Flowline level 2 “รับชื่อนักศึกษา” แล้วนำ Interaction Icon มาแปะที่ Flowline level 2 เพื่อกำหนดวิธีการติดต่อกับผู้ใช้ แล้วตั้งชื่อว่า “ป้อนชื่อ”
3. ดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon แล้วกดปุ่ม OK-Edit Display เพื่อสร้างหน้าจอให้มีรูปภาพและอักษรตั้งรูป วิธีการสร้างที่ภาคผนวก



4. นำ Calculation Icon มาต่อไว้กับ Calculation Icon แล้วตั้งชื่อเป็นเครื่องหมายดอกจัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 69 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นกำหนด Option เป็น Text Response Options ดังรูป

**Text Response Options**

Ignore  Capitalization  Extra Punctuation  
 All Spaces  Extra Words  Word Order

Match at Least  Words

Incremental Matching

Erase Feedback: After Next Entry

Response Type... OK Not Judged

OK - Edit Calc Cancel Exit Interaction

**Response Type**

Pushbutton  Text  
 Click/Touch  Keypress  
 Clickable Object  Tries Limit  
 Movable Object  Time Limit  
 Pull-down Menu  
 Conditional

OK Cancel

5. ดับเบิลคลิกที่ Calculation Icon แล้วตัวแปรตั้งรูปแล้วกด OK

UserName := EntryText  
Wait := 0

OK Cancel

6. นำ Calculation Icon มาแปะที่ Flowline level 2 แล้วพิมพ์ฟังก์ชันตั้งรูป

Untitled

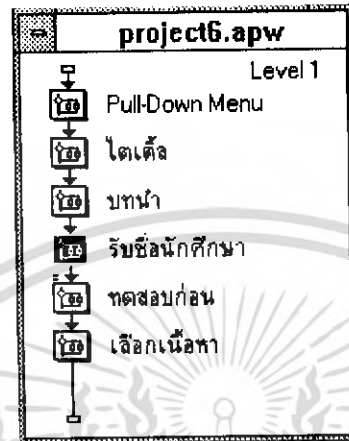
PressKey("rightarrow")

OK Cancel

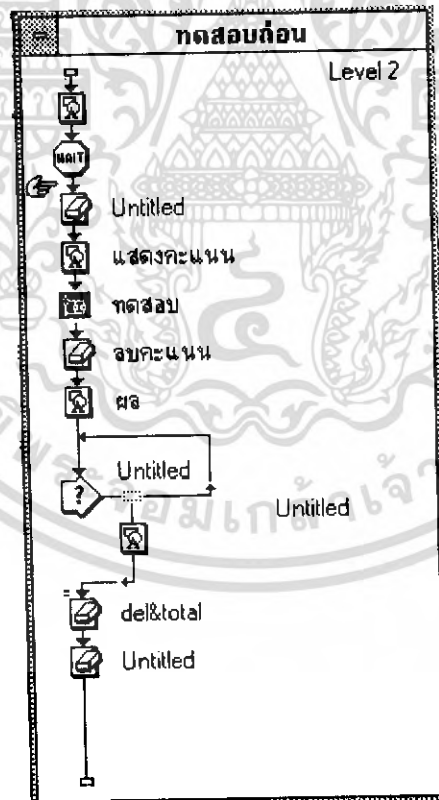
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การสร้างบทสอบก่อน

1. จาก Flowline level 1 นำ Map Icon มาแปะล่าง Map Icon “รับชื่อนักศึกษา” แล้วตั้งชื่อว่า “ทดสอบก่อน”

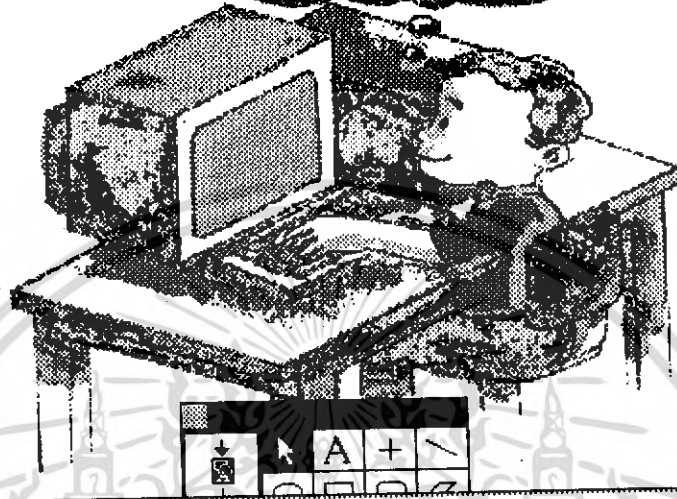


2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ทดสอบก่อน” ก็จะได้ Flowline level 2



3. นำ Display Icon มาแปะที่ Flowline level 2 เพื่อนำรูปมาใส่ตั้งรูป

# Pre Test



4. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการรอลรูปภาพ
5. นำ Erase Icon มาแปะต่อเพื่อลบรูปภาพ
6. นำ Display Icon มาแปะ แล้วใช้ Text Tool พิมพ์คำว่า “คะแนน” และ “แบบทดสอบก่อนบทเรียน” ดังรูป

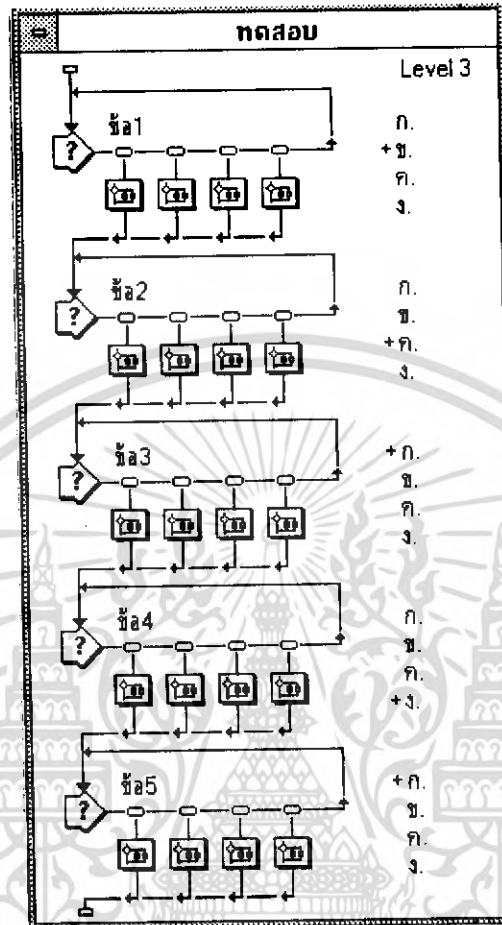
- แบบทดสอบก่อนบทเรียน □
- □



□ □  
□ □ O คะแนน □  
□ □

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

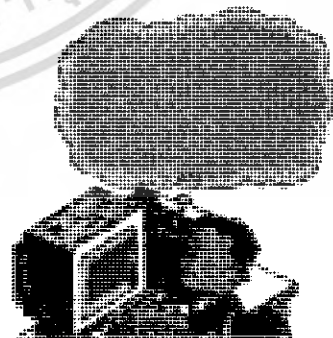
7. นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Display Icon “แสดงคะแนน” แล้วตั้งชื่อว่า “ทดสอบ”
8. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ทดสอบ” ก็จะได้ Flowline level 3 แล้วนำ Interaction Icon มาแปะที่ Flowline level 3 แล้วตั้งชื่อว่า “ข้อ 1”



9. ดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon แล้วกด OK-Edit Display แล้วใช้ Text Tool เขียน โจทย์และคำตอบที่จะให้เลือกตอบดังรูป

1. ความถี่ที่มนุษย์สามารถรับฟังได้อยู่ในช่วงไหน ?

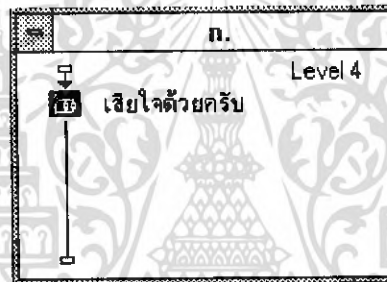
- ก. 20-2000 Hz
- ข. 20-20000 Hz
- ค. 20-2000 KHz
- ง. 20-20000 KHz



10. นำ Map Icon มาต่อไว้กับ Interaction Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ก.” แล้วกำหนด Option

เป็น Pushbutton Options เลื่อนปุ่มกดให้ตรงกับคำตอบใน Interaction Icon ดังรูป

11. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ก.” ก็จะได้ Flowline level 4 นำ Map Icon มาแปะที่ Flowline level 4 แล้วตั้งชื่อว่า “เสียใจด้วยครับ”



12. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “เสียใจด้วยครับ” ก็จะได้ Flowline level 5 นำ Display Icon มาแปะที่ Flowline level 5 เพื่อนำรูปการ์ตูนอาจารย์มาบอกผลว่า ผิด ซึ่งจะใช้ร่วมกับ Wait Icon



13. ที่ Flowline level 3 นำ Map Icon มาต่อจาก Map Icon “ก.” ดังรูป แล้วตั้งชื่อว่า “ข.” จากนั้นกำหนด Option เป็น Pushbutton Options แล้วกำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด, เลือก Response Status เป็น Correct Response ให้เป็นผลจากการเลือกว่า ถูก

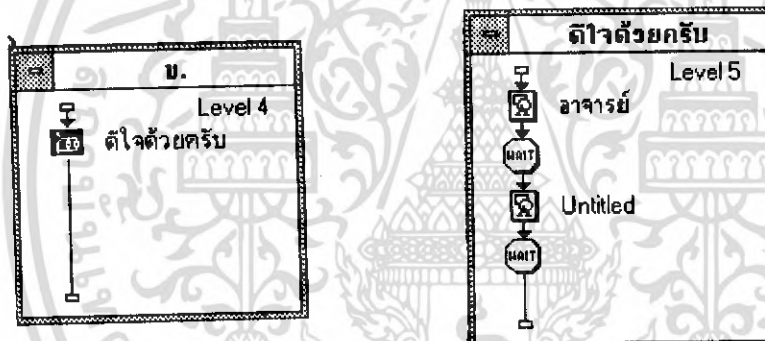
ต้อง

**Pushbutton Options**

Title: <input type="text" value="1"/>	<input type="checkbox"/> Perpetual	
Optional Key(s): <input type="text" value="ctrl-L"/>	Button Type <input checked="" type="radio"/> Standard <input type="radio"/> Outlined	
Active If TRUE: <input type="text" value="menu = 0"/>	Position & Size...	
If Inactive: <input checked="" type="radio"/> Dim <input type="radio"/> Hide	Erase Feedback <input type="text" value="After Next Entry"/>	
<input type="button" value="Response Type..."/>	<input type="button" value="DK"/>	<input type="text" value="Correct Response"/>
<input type="button" value="DK - Edit Map"/>	<input type="button" value="Cancel"/>	<input type="text" value="Exit Interaction"/>

20-20000 Hz

14. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ข.” จะได้ Flowline level 4 นำ Map Icon มาแปะที่ Flowline level 4 แล้วตั้งชื่อว่า “ดีใจด้วยครับ” ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ดีใจด้วยครับ” ได้ Flowline level 5



15. นำ Display Icon ,Wait Icon ,Display Icon ,Wait Icon มาแปะเพื่อนำการ์ตูนรูปอาจารย์มาบอกว่า “ดีใจด้วยครับ”
16. การสร้างโจทย์และคำตอบข้ออื่นๆ ก็สร้างโดยวิธีการในลักษณะเดียวกัน
17. นำ Erase Icon มาแปะต่อเพื่อลบการแสดงคะแนน และอาจารย์
18. การสร้างให้โปรแกรมแสดงผลคะแนนรวมทำได้โดย นำ Display Icon มาแปะเพื่อใช้ Text Tool เขียนฟังก์ชันแสดงคะแนนรวม ดังรูป

คุณ {UserName}

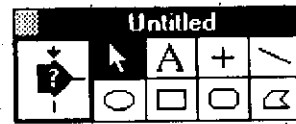


แบบทดสอบก่อนบทเรียนทำได้ {TotalCorrect} จาก 5  
คะแนน คิดเป็น {TotalCorrect\*100/5}%



19. นำ Interaction Icon มาแปะต่อล่าง Display Icon “ผล” เพื่อสร้างปุ่มกดออกจากบท  
ทดสอบก่อน แล้วดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon เพื่อกำหนดลักษณะของปุ่ม โดยกด  
OK-Edit Display ดังรูป

The screenshot shows two windows from a software application. The left window, titled 'ทดสอบก่อน' (Pre-test), displays a flowchart for 'Level 2'. The flowchart starts with a 'WAIT' icon, followed by 'Untitled', 'แสดงคะแนน' (Show score), 'ทดสอบ' (Test), 'ลบคะแนน' (Delete score), and 'ผล' (Result). Below 'ผล' is a decision diamond with a question mark, leading to 'Untitled', then another 'WAIT' icon, and finally 'del&total' and 'Untitled'. The right window, titled 'Untitled', shows settings for the 'OK - Edit Display' button. It includes checkboxes for 'Pause Before Exiting' and 'Show Button'. Below these are dropdown menus for 'Erase Interaction' (set to 'On Exit') and 'Erase Effect' (set to 'None'). At the bottom are 'Test Entry Options >>', 'OK - Edit Display', 'OK', and 'Cancel' buttons.

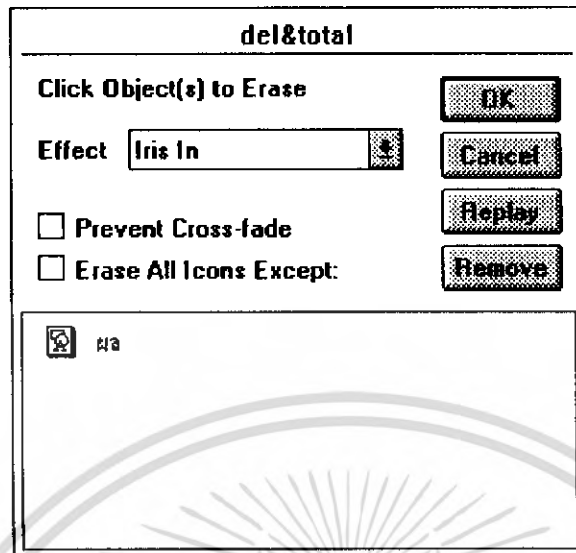


20. นำ Display Icon มาแปะต่อไว้กับ Interaction Icon เพื่อกำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด โดยกำหนด Option เป็น Click/Touch Options ดังรูป

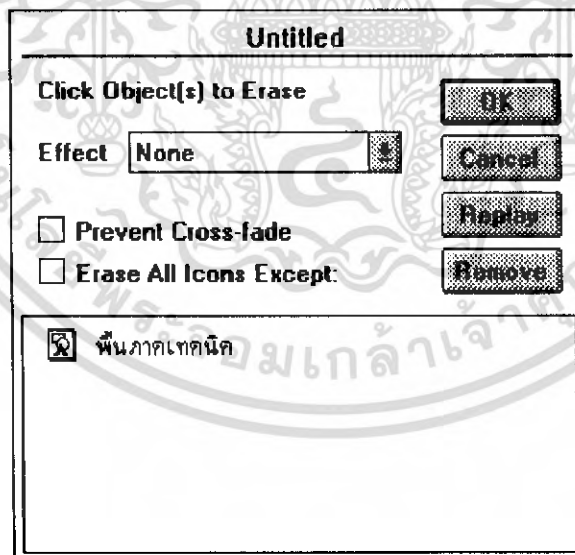
Click/Touch Options	
Title: <input type="text" value="Untitled"/>	<input type="checkbox"/> Perpetual
Optional Key(s): <input type="text" value="rightarrow"/>	<input type="checkbox"/> Inverse Area
Active If TRUE:	<input type="checkbox"/> Mark After Matched
<input type="text"/>	<input type="button" value="Position &amp; Size..."/>
Custom Cursor	Match With
Current <input type="text" value="None"/> <input type="checkbox"/> Use Custom	<input type="text" value="Single-click"/>
<input type="button" value="Load Cursor..."/>	Erase Feedback
<input type="button" value="Response Type..."/>	<input type="text" value="After Next Entry"/>
<input type="button" value="OK"/>	<input type="text" value="Not Judged"/>
<input type="button" value="OK - Edit Display"/>	<input type="button" value="Cancel"/>
	<input type="text" value="Exit Interaction"/>



21. นำ Erase Icon มาแปะล่าง Display Icon เพื่อลบผลคะแนนรวม ดังรูป

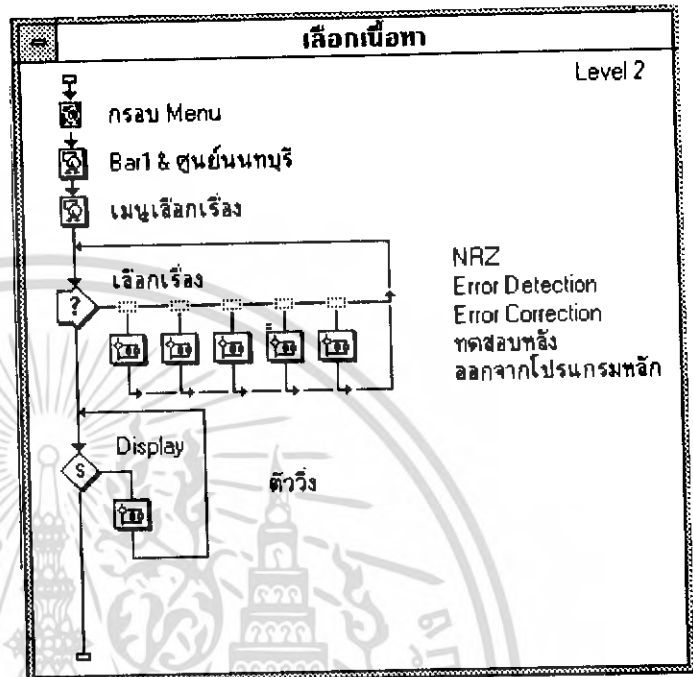


22. นำ Erase Icon มาแปะล่าง Erase Icon “del&total” เพื่อลบพื้นภาคเทคนิค ดังรูป



## การสร้างเมนูหลักและการสร้างเนื้อหา

1. จาก Flowline level 1 นำ Map Icon มาแปะต่อล่าง Map Icon “ทดสอบก่อน” แล้วตั้งชื่อว่า “เลือกเนื้อหา” ดังรูป



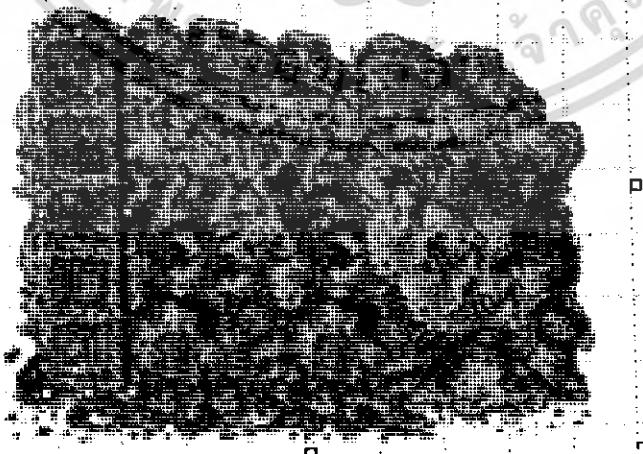
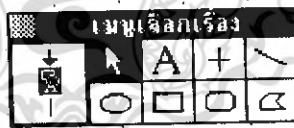
2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “เลือกเนื้อหา” จะได้ Flowline level 2 นำ Display Icon มาแปะที่ Flowline level 2 เพื่อสร้าง กรอบเมนู แล้วตั้งชื่อว่า “กรอบเมนู”



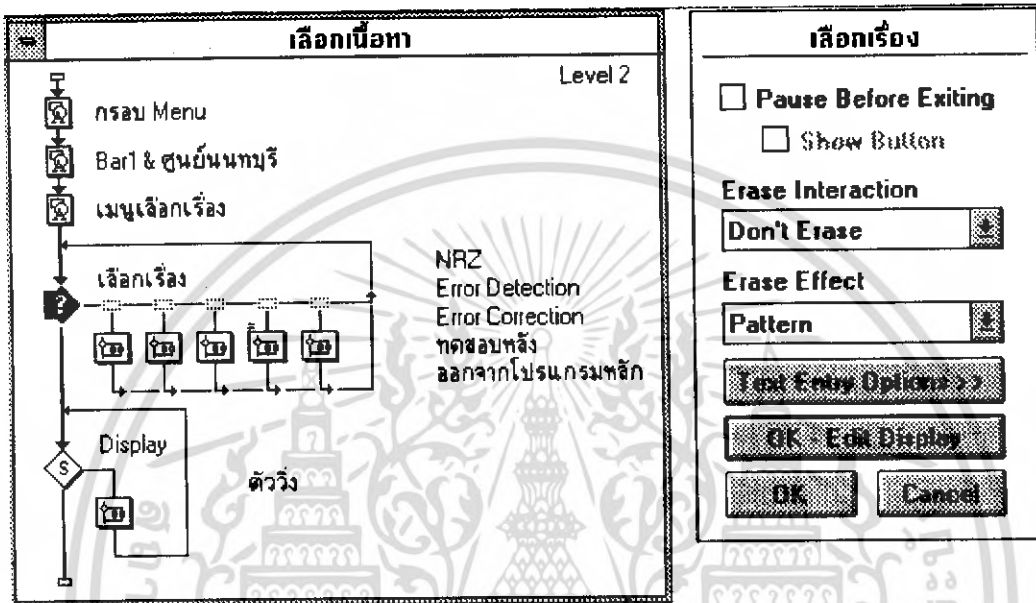
- นำ Display Icon มาแปะล่าง Display Icon “กรอบเมนู” แล้วตั้งชื่อว่า “Bar1&ศูนย์นันทบุรี” เพื่อนำรูปมาแปะ ดังรูป



- นำ Display Icon มาแปะล่าง Display Icon “Bar1&ศูนย์นันทบุรี” แล้วตั้งชื่อว่า “เมนูเลือกเรื่อง” นำรูปก้อนหินมาแปะเพื่อสร้างบริเวณของที่แสดงเมนูดังรูป

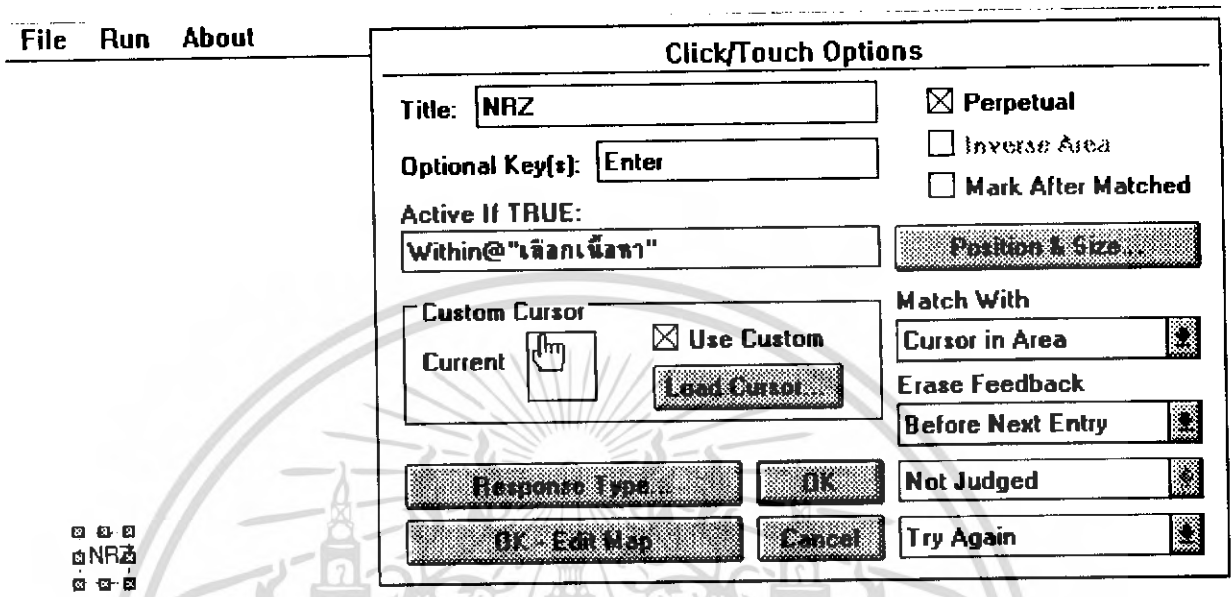


5. นำ Interaction Icon มาแปะล่าง Display Icon ว่า “เมนูเลือกเรื่อง” แล้วตั้งชื่อว่า “เลือกเรื่อง”
6. ดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon จะได้ตั้งรูปแล้วกดปุ่ม OK-Edit Display แล้วใช้ Text Tool พิมพ์ตั้งรูป

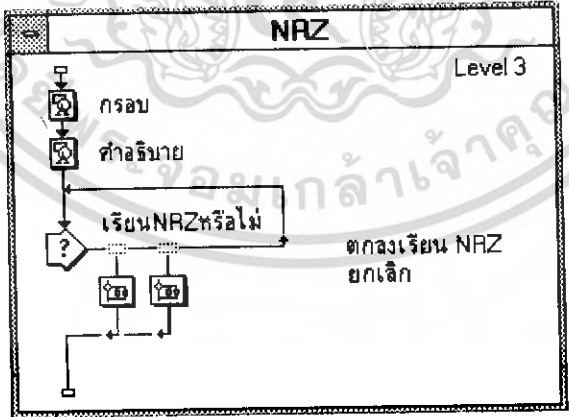


NRZ  
 Error Detection  
 Error Correction  
 ทดสอบหลัง  
 ลอกจากโปรแกรมหลัก

7. นำ Map Icon มาแปะต่อไว้กับ Interaction Icon แล้วตั้งชื่อว่า NRZ และเลือก Option เป็น Click/Touch Options แล้วกำหนดตำแหน่งและขนาดปุ่มกด ดังรูป



8. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon จะได้ Flowline level 3 นำ Display Icon มาแปะเพื่อสร้างกรอบบริเวณที่จะให้ Click/Touch แล้วตั้งชื่อว่า “กรอบ”

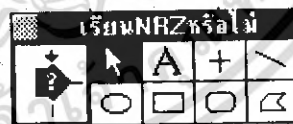


9. นำ Display Icon มาแปะ ล่าง Display Icon “กรอบ” แล้วตั้งชื่อว่า “คำอธิบาย” เพื่อสร้างคำอธิบาย หลังจาก Click/Touch ปุ่มเลือก NRZ ดังรูป



- **อธิบายวิธีการ Encode ของสัญญาณ**
- Non-Return to Zero (NRZ)
- Return to Zero (RZ)
- Alternate Mark Inversion(AMI)
- High Density Bipolar(HDB-3)

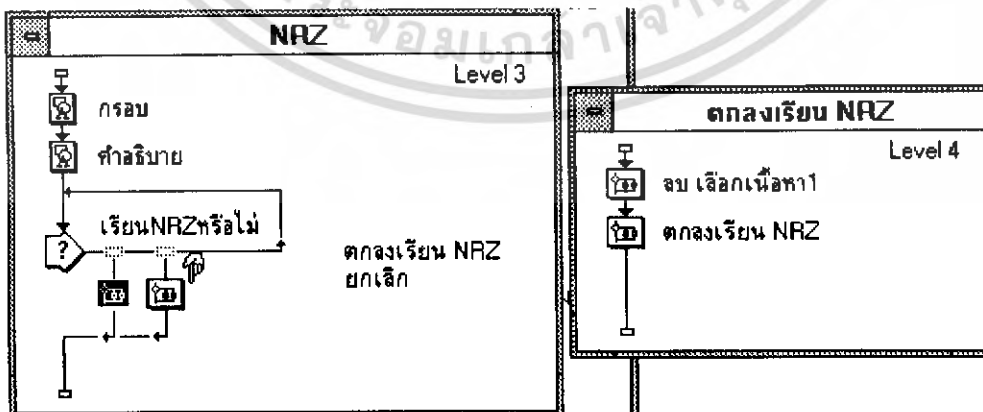
10. ที่ Flowline level 3 “NRZ” นำ Interaction Icon มาแปะล่าง Display Icon “คำอธิบาย” แล้วตั้งชื่อว่า “เรียน NRZ หรือไม่” แล้วดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon “เรียน NRZ หรือไม่”แล้วกดปุ่ม OK-Edit Display จากนั้นใช้ Text Tool พิมพ์ ดังรูป



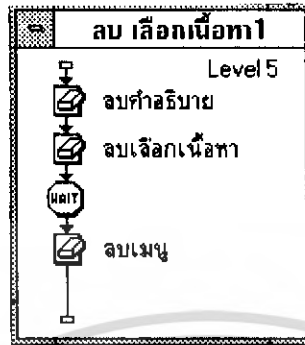
ตกลงเรียนNRZสิ

11. นำ Map Icon มาแปะไว้กับ Interaction Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ตกลงเรียน NRZ” และเลือก Option เป็น Click/Touch Options กำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด ดังรูป

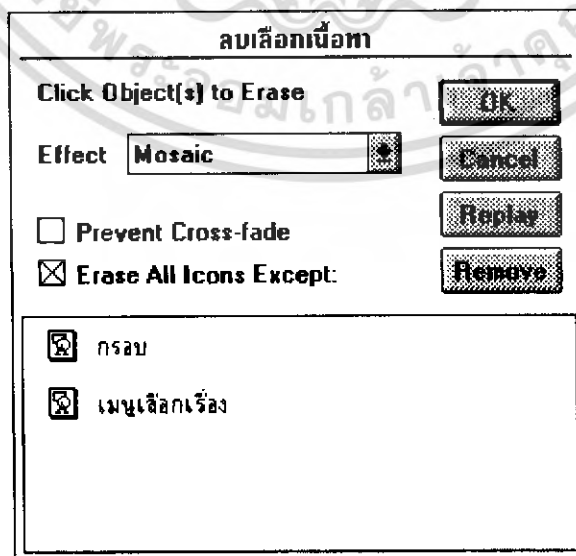
12. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ตกลงเรียน NRZ” จะได้ Flowline level 4 แล้วนำ Map Icon มาแปะที่ Flowline level 4 แล้วตั้งชื่อว่า “ลบเลือกเนื้อหา 1” ดังรูป



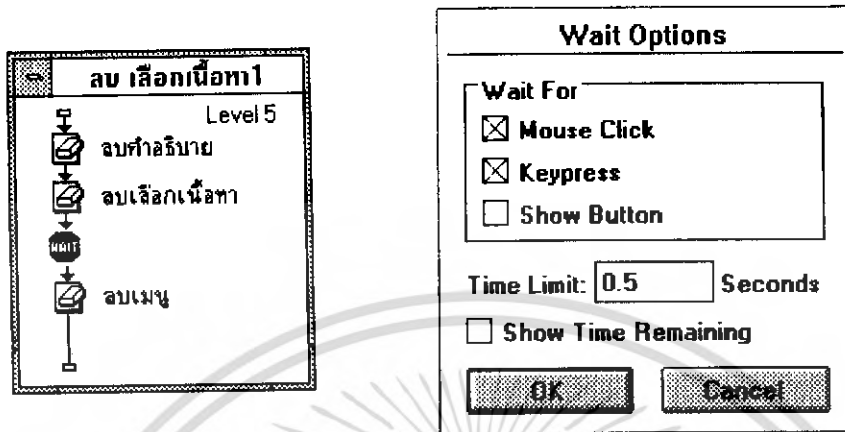
13. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ลบเลือกเนื้อหา 1” จะได้ Flowline level 5 แล้วนำ Erase Icon มาแปะที่ Flowline level 5 แล้วตั้งชื่อว่า “ลบคำอธิบาย” ดังรูป



14. นำ Erase Icon มาแปะล่าง Erase Icon “ลบคำอธิบาย” แล้วตั้งชื่อว่า “ลบเลือกเนื้อหา” ดังรูป



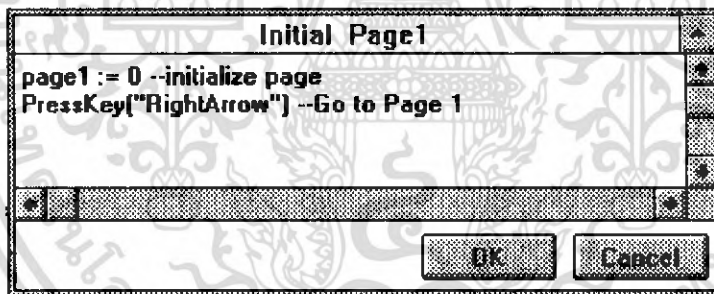
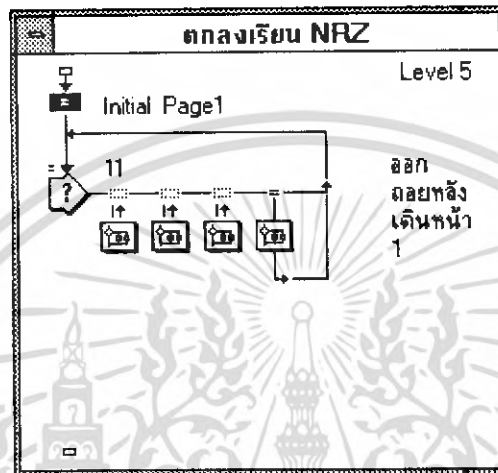
15. นำ Wait Icon มาแปะล่าง Erase Icon “ลบเลือกเนื้อหา” แล้วกำหนดเงื่อนไขการรอการกระทำขั้นต่อไปดังรูป



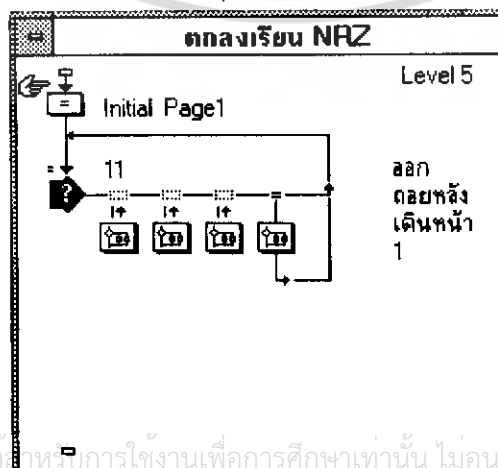
16. นำ Erase Icon มาแปะล่าง Wait Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ลบเมนู” เพื่อให้โปรแกรมลบ Bar & ศูนย์นันทบุรี และลบกรอบ Menu ดังรูป

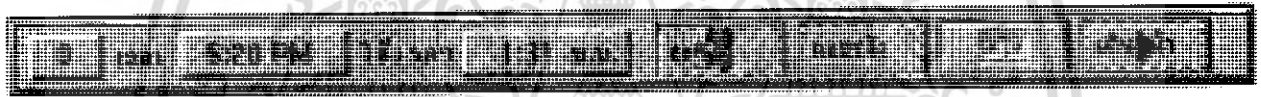
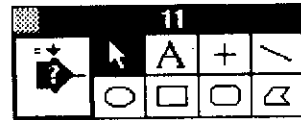


17. กลับไปที่ Flowline level 4 ใหม่ นำ Map Icon มาแปะล่าง Map Icon “ลบเลือกเนื้อหา 1”
18. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ตกลงเรียน NRZ” จะได้ Flowline level 5
19. นำ Calculation Icon มาแปะที่ แล้วตั้งชื่อว่า “Initial Page1” แล้วกำหนดตัวแปรและ ฟังก์ชัน ดังรูป จากนั้นกด OK



20. นำ Interaction Icon มาแปะล่าง Calculation Icon แล้วตั้งชื่อว่า “11” จากนั้นดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon แล้วกดปุ่ม OK-Edit Display เพื่อสร้างปุ่มต่าง ๆ ดังรูป



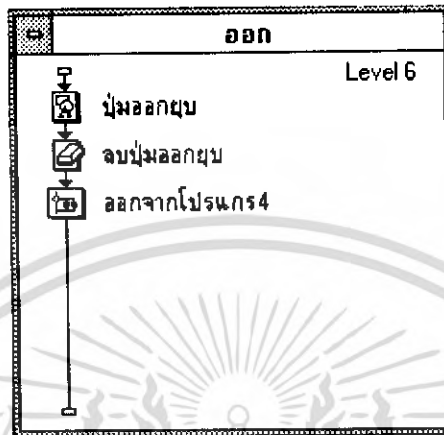


21. นำ Map Icon มาต่อไว้กับ Interaction Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ออก” เลือก Option เป็น Click/Touch Options กำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด พร้อมกำหนดเงื่อนไขต่างๆดังรูป

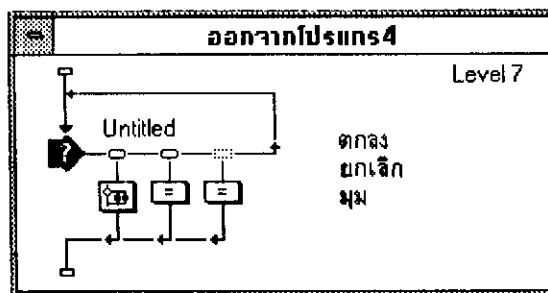
**Click/Touch Options**

Title: <input type="text" value="ออก"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Perpetual
Optional Key(s): <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Inverse Area
Active If TRUE: <input 11\""="" type="text" value="menu = 0 &amp; Wait = 0&amp;Within@\"/>	<input type="checkbox"/> Mark After Matched
<b>Custom Cursor</b> Current: <input type="text" value="None"/> <input type="checkbox"/> Use Custom <input type="button" value="Load Cursor"/>	<b>Match With</b> <input type="text" value="Single-click"/>
<input type="button" value="Response Type"/> <input type="button" value="OK"/>	<b>Erase Feedback</b> <input type="text" value="Before Next Entry"/>
<input type="button" value="OK - Edit Map"/> <input type="button" value="Cancel"/>	<input type="text" value="Not Judged"/>
	<input type="text" value="Continue"/>

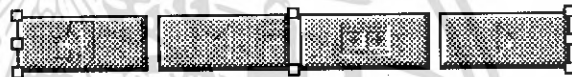
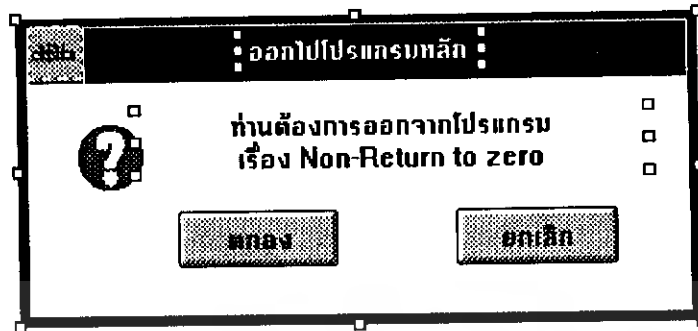
22. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ออก” จะได้ Flowline level 6 แล้วนำ Display Icon มาแปะ Flowline level 6 แล้วตั้งชื่อว่า “ปุ่มออกขยับ” ตามด้วย Erase Icon “ลบปุ่มออกขยับ” ดังรูป



23. นำ Map Icon มาแปะล่าง Erase Icon “ลบปุ่มออกขยับ” แล้วดับเบิลคลิกที่ Map Icon จะได้ Flowline level 7 แล้วนำ Interaction Icon มาแปะ Flowline level 7 แล้วดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon เพื่อสร้าง Window ออกไปโปรแกรมหลักดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 89 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

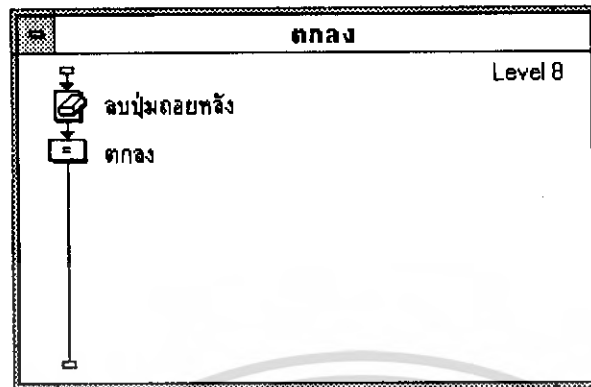


24. นำ Map Icon มาต่อไว้กับ Interaction Icon แล้วเลือก Option เป็น Pushbutton Options กำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด และตั้งชื่อว่า “ตกลง” ดังรูป

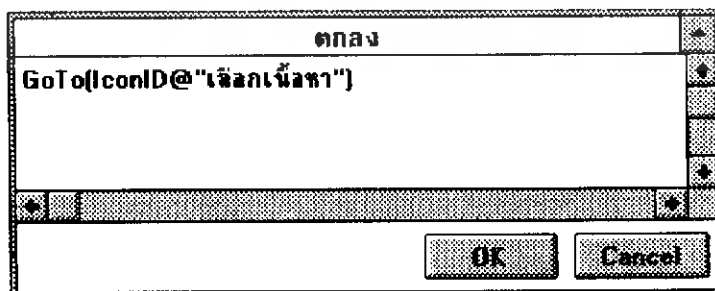
**Pushbutton Options**

Title: <input type="text" value="ตกลง"/>	<input type="checkbox"/> Perpetual
Optional Key(s): <input type="text"/>	Button Type <input checked="" type="radio"/> Standard <input type="radio"/> Outlined
Active If TRUE: <input type="text"/>	Partition & Size
If Inactive: <input checked="" type="radio"/> Dim <input type="radio"/> Hide	Erase Feedback After Next Entry
Response Type	Not Judged
OK	Exit Interaction
OK - Edit Map	
Cancel	

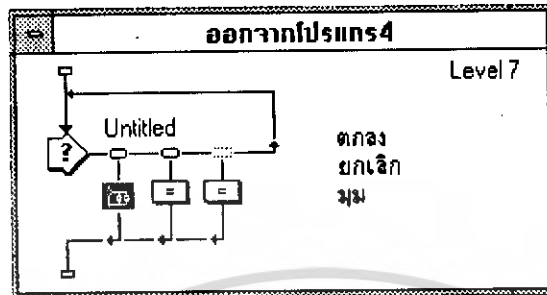
25. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ตกลง” จะได้ Flowline level 8 จากนั้นนำ Erase Icon มาแปะเพื่อลบ Display Icon “ปุ่มถอยหลัง 6” ดังรูป



26. นำ Calculation Icon มาแปะล่าง Erase Icon “ลบปุ่มถอยหลัง” แล้วตั้งชื่อว่า “ตกลง” แล้วเปิด Calculation Icon พิมพ์ฟังก์ชันดังรูป



27. กลับไปที่ Flowline level 7 ใหม่ นำ Calculation Icon แปะต่อไว้กับ Interaction Icon โดยต่อจาก Map Icon “ตกลง” แล้วกำหนด Option เป็น Pushbutton Options แล้วตั้งชื่อว่า “ยกเลิก” ดังรูป



28. ดับเบิลคลิกที่ Calculation Icon “ยกเลิก” พิมพ์ฟังก์ชันและตัวแปร ดังรูป

29. นำ Calculation Icon แปะต่อจาก Calculation Icon “ยกเลิก” แล้วตั้งชื่อว่า “มม” เลือก Option เป็น Click/Touch Options ดังรูป

**Click/Touch Options**

Title:

Optional Key(s):

Active If TRUE:

Perpetual

Inverse Area

Mark After Matched

**Position & Size...**

**Custom Cursor**

Current:   Use Custom

**Load Cursor...**

**Match With**

**Double-click**

**Erase Feedback**

**After Next Entry**

**Not Judged**

**Exit Interaction**

**Response Type...** **OK**

**OK - Edit Calc** **Cancel**

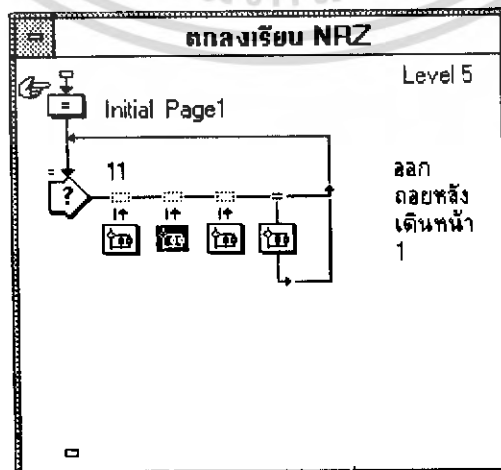
30. ดับเบิลคลิกที่ Calculation Icon “มุม” แล้วพิมพ์ ตั้งรูป แล้วกด OK

**มุม**

**GoTo(IconID)**

**OK** **Cancel**

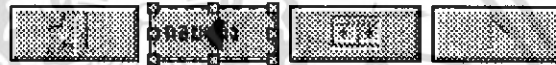
31. กลับไปที่ Flowline level 5 ของตกลงเรียน NRZ นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “ออก” ตั้งรูป แล้วตั้งชื่อว่า “ถอยหลัง” และกำหนด Option เป็น Click/Touch Options



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แล93อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

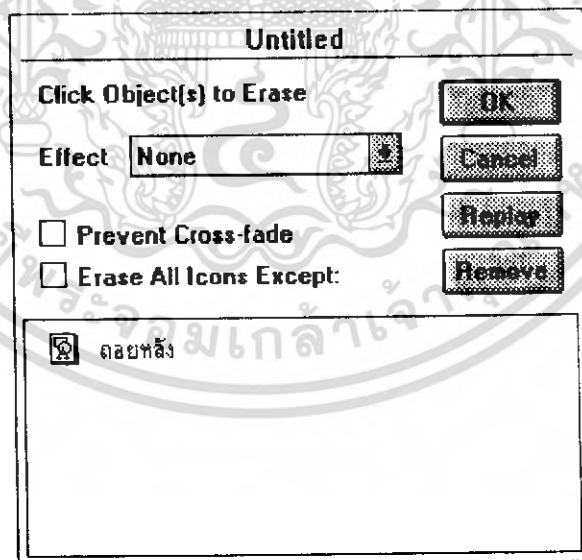
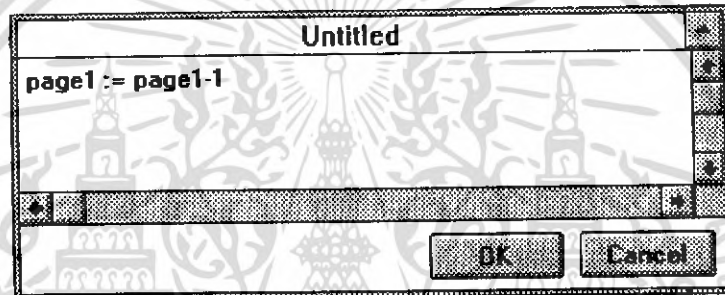
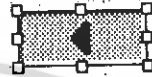
**Click/Touch Options**

Title: <input type="text" value="ถอยหลัง"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Perpetual
Optional Key(+): <input type="text" value="leftarrow"/>	<input type="checkbox"/> Inverse Area
Active If TRUE: <input 11\""="" type="text" value="page1&gt;1&amp;Within@\"/>	<input type="checkbox"/> Mark After Matched
<input type="button" value="Position &amp; Size..."/>	
Custom Cursor Current: <input type="text" value="None"/> <input type="checkbox"/> Use Custom <input type="button" value="Load Curror..."/>	Match With: <input type="text" value="Single-click"/>
<input type="button" value="Response Type..."/>	<input type="button" value="OK"/>
<input type="button" value="OK - Edit Map"/>	<input type="button" value="Cancel"/>
	Erase Feedback: <input type="text" value="Before Next Entry"/>
	<input type="text" value="Not Judged"/>
	<input type="text" value="Continue"/>



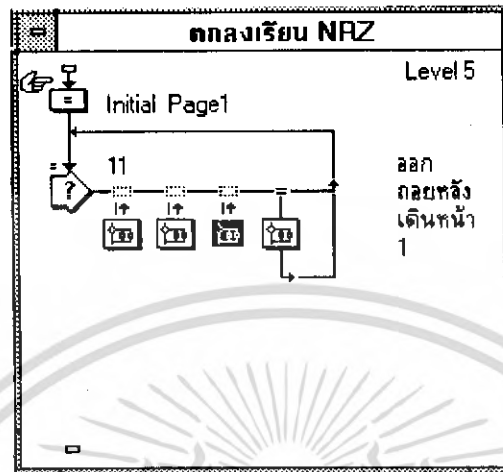
32. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ถอยหลัง”เพื่อนำ Display Icon , Calculation Icon , Erase Icon มาปะใน Flowline level 6 เพื่อสร้างปุ่ม และกำหนดตัวแปรหน้า และลบปุ่ม ถอยหลัง ตามลำดับดังรูป





33. กลับไปที่ Flowline level 5 “ตกลงเรียน NRZ” ใหม่ นำ Map Icon มาแปะต่อจาก

Map Icon “ถอยหลัง” แล้วตั้งชื่อว่า “เดินหน้า” และเลือก Option เป็น Click/Touch Options กำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด ดังรูป



**Click/Touch Options**

Title:   Perpetual

Optional Key(s):   Inverse Area

Active If TRUE:   Mark After Matched

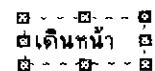
Custom Cursor  Use Custom

Current:

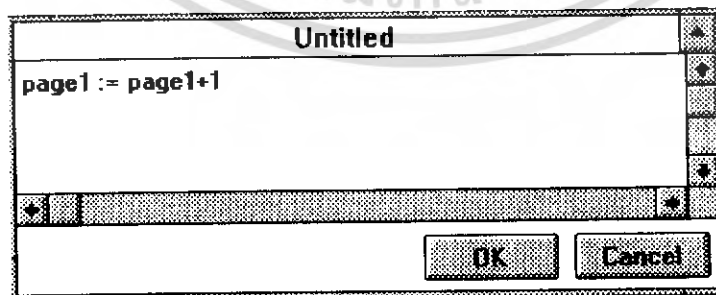
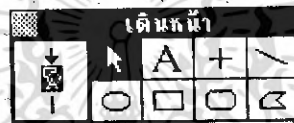
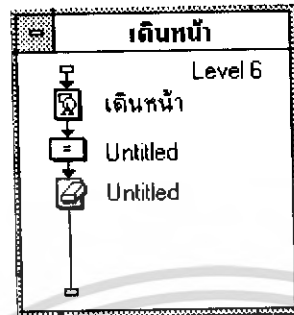
Match With:

Erase Feedback:

Response Type:



34. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “เดินหน้า” จะได้ Flowline level 6 นำ Display Icon , Calculation Icon , Erase Icon มาแปะบน Flowline level 6 เพื่อสร้างปุ่มเดินหน้า, สร้างตัวแปรเดินหน้าและลบปุ่มเดินหน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **97** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Untitled**

Click Object(s) to Erase **OK**

Effect **None** **Cancel**

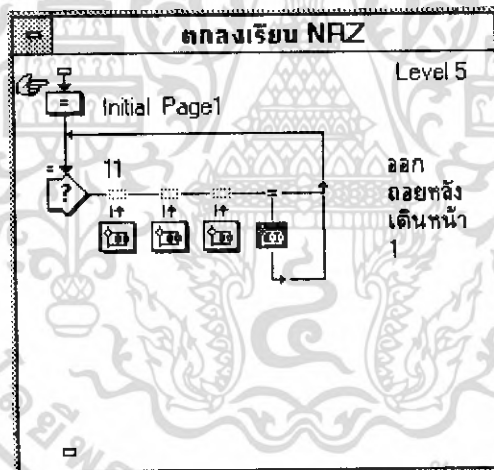
Prevent Cross-fade **Replay**

Erase All Icons Except: **Remove**

---

เดินหน้า

35. กลับไปที่ Flowline level 5 “ตกลงเรียน NRZ” นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “เดินหน้า” แล้วตั้งชื่อว่า “1” กำหนด Option เป็น Condition Options ดังรูป



**Conditional Options**

Match If TRUE:  Perpetual

Auto-match Erase Feedback

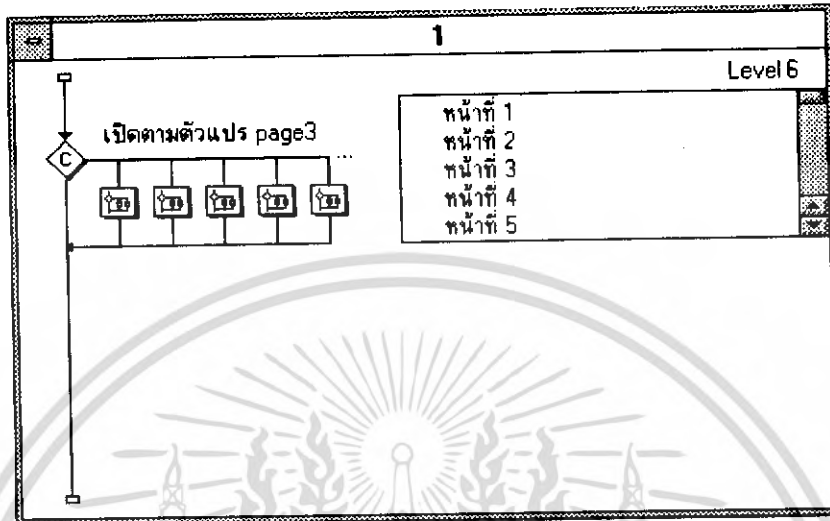
**Off** **After Next Entry**

**Response Type...** **Not Judged**

**OK - Edit Map** **Cancel** **Try Again**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “1” ก็จะได้ Flowline level 6 นำ Decision Icon มาแปะเพื่อเริ่มต้นสร้างเนื้อหา โดยตั้งชื่อว่า “เปิดตามตัวแปร Page 3” ดังรูป

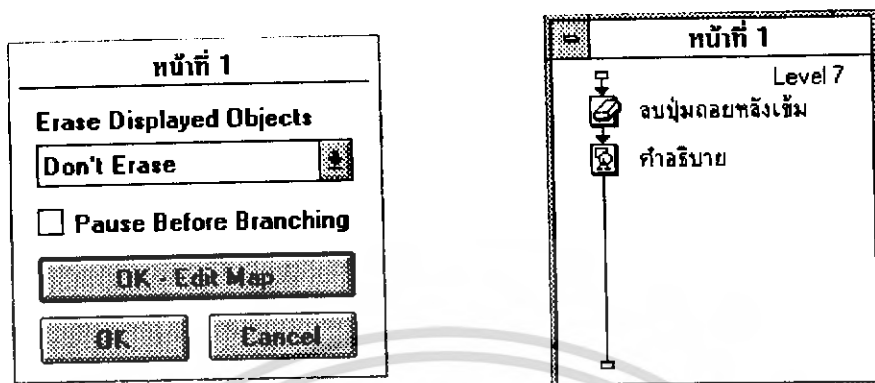


37. ดับเบิลคลิกที่ Decision Icon “เปิดตามตัวแปร Page 3” เลือก Branching เป็น Calculated Path ดังรูป

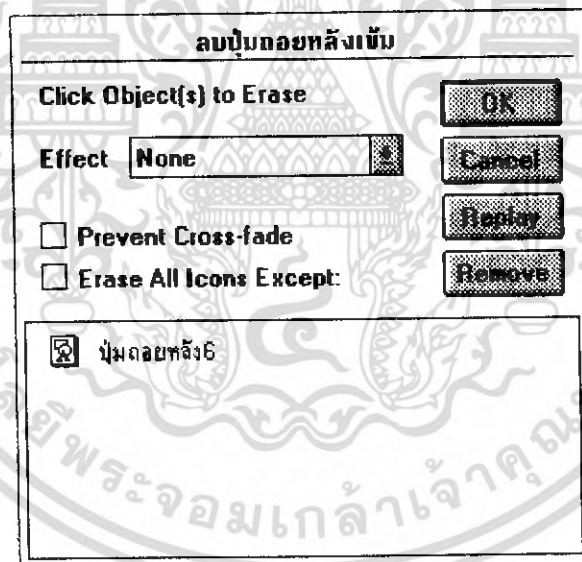
The screenshot shows a configuration dialog box titled 'เปิดตามตัวแปร page3'. It is divided into two main sections: 'Branching' and 'Repeat'.  
 In the 'Branching' section, there are five radio button options: 'Sequential', 'Random w/o Replacement', 'Random with Replacement', 'Calculated Path' (which is selected), and 'Reset Paths on Entry' (which is unchecked). Below these options is a text input field containing 'page1'.  
 In the 'Repeat' section, there are four radio button options: 'Times' (with an empty input field next to it), 'Until All Selected', 'Until Click / Keypress', and 'Until TRUE'. The 'Don't Repeat' option is selected.  
 At the bottom of the dialog, there is a 'Time Limit' section with an input field and the word 'Seconds'. Below that is an unchecked checkbox labeled 'Show Time Remaining'. On the far right, there are two buttons: 'OK' and 'Cancel'.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 99 อังอาจอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

38. นำ Map Icon มาต่อไว้กับ Decision Icon เพื่อสร้างเนื้อหาหน้าที่ 1 ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “หน้าที่ 1” จะได้ Flowline level 7



39. นำ Erase Icon มาแปะที่ Flowline level 7 เพื่อลบความเข้มปุ่มถอยหลัง เนื่องจากหน้า 1 ไม่สามารถถอยหลังไปดูหน้าที่ผ่านมาได้



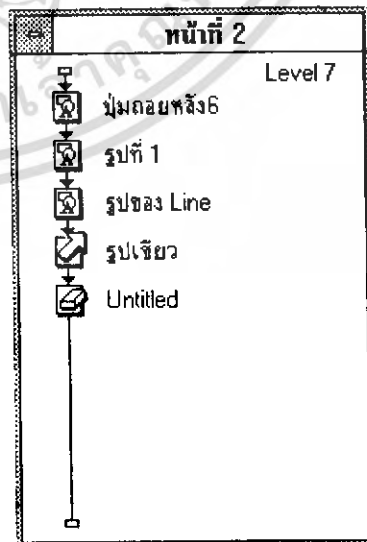
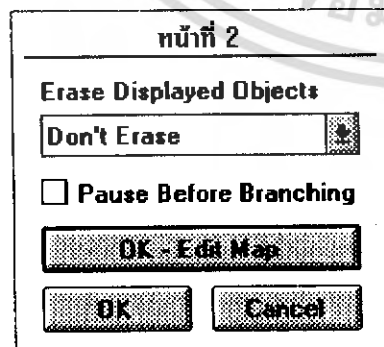
40. นำ Display Icon มาแปะล่าง Erase Icon “ลบปุ่มถอยหลังเข้ม” เพื่อใส่คำอธิบายหน้า 1 ดังรูป โดยใช้ Text Tool เขียนคำอธิบาย

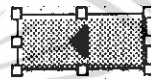
## รูปร่างและลักษณะเฉพาะของสัญญาณดิจิทัลแบบต่าง ๆ

การสร้างสัญญาณดิจิทัลเพื่อที่จะทำการส่งออกทางสายนำสัญญาณในระบบ เบสแบนด์นี้ โดยทั่วไปเรียกว่า โลว์โคดดิ้ง (line coding) การทำโลว์โคดดิ้งแบ่งกว้าง ๆ ออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ แบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ต่อ 1 บิต และ แบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ ต่อหลายบิต

คำว่าสัญลักษณ์ (Symbol) ที่ใช้ในระบบสื่อสารแบบดิจิทัลนั้นหมายถึงสัญญาณที่มีค่าคงที่ ในช่วงเวลาหนึ่งและอัตราการ เปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า 'บอดเรท' (baud rate) ในกรณีที่ใช้แบบ 1 สัญลักษณ์ ต่อ 1 บิต จะเท่ากับอัตราข้อมูลหรือบิต (bitrate) ได้ แต่ถ้าโลว์โคดดิ้งนั้นใช้ 1 สัญลักษณ์ ต่อหลายบิตบอดเรท จะต่ำกว่าบิตเรทเสมอ ในกรณีที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ต่อหลายบิตนั้นจะใช้ ระดับของสัญญาณหลายระดับ ตัวอย่างข้างล่าง เป็นสัญญาณดิจิทัล แบบ 4 ระดับ ซึ่งจะสามารถใช้แต่สัญลักษณ์แทนสัญญาณไบนารีได้ 2 บิต โดยทั่วไปถ้าใช้สัญญาณที่มี L ระดับ ก็จะแทนสัญญาณไบนารีได้ เท่ากับ  $\log_2(L)$  บิต และ ถ้าให้ D เป็นช่วงกว้างของแต่ละสัญลักษณ์ บอดเรท ก็จะเป็น  $1/D$  และตามสัมพันธ์ ระหว่างบิตเรท ( $R_b$ ) กับบอดเรทจะเขียนได้เป็น

41. นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “หน้าที่ 1” แล้วตั้งชื่อว่า “หน้าที่ 2” แล้วดับเบิลคลิกที่ Map Icon “หน้าที่ 2” จากนั้นกด OK-Edit Map จะได้ Flowline level 7 นำ Display Icon มาแปะดังรูป เพื่อสร้างปุ่มถอยหลัง, รูปที่ 1, รูปของ Line, รูปเขี้ยว, รูปของจุดสี่เหลี่ยมเคลื่อนไหว





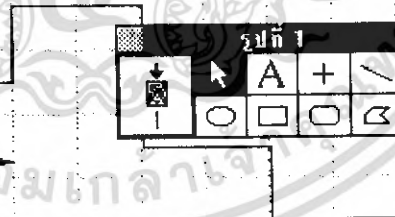
$$R_b = 1/D \log_2(L)$$

$$= R \log_2(L)$$

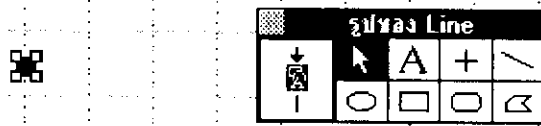
โดยที่ R คือ บอดเรท (baud rate) ของไลน์ไค้ดดิ้งแบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ต่อหลายบิต



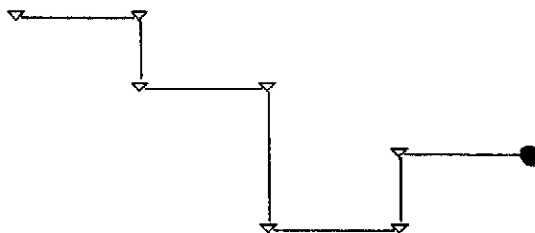
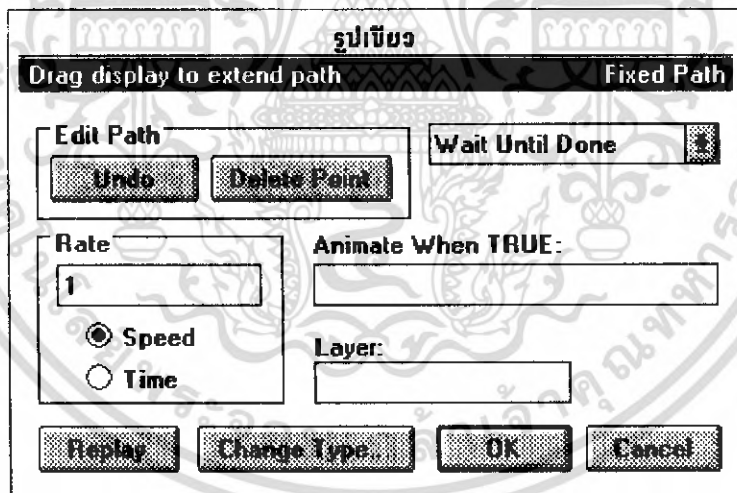
3A/2  
A  
A/2  
-A/2  
-A  
-3A/2



รูปที่ 1 ไลน์ไค้ดดิ้งแบบสัญญาณ 4 ระดับ



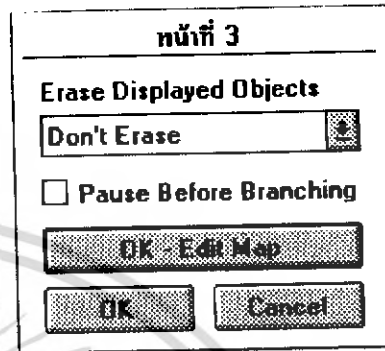
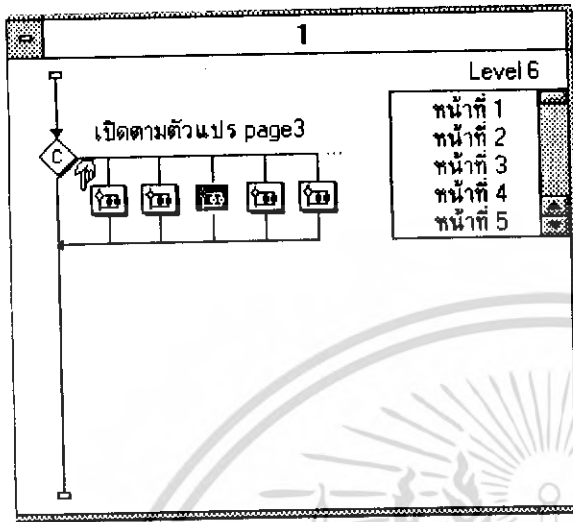
42. นำ Animation Icon มาแปะต่อ เพื่อกำหนดทิศทางการเคลื่อนไหว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 103 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43. นำ Erase Icon มาแปะต่อ เพื่อลบรูปจุดสีเขียว

44. กลับไปที่ Flowline level 6 นำ Map Icon มาแปะต่อเพื่อสร้าง “หน้าที่ 3” ดังรูป



## รูปทางลักษณะของสัญญาณดิจิทัลแบบ

### 1 สัญลักษณ์ต่อ 1 บิต

Unipolar waveform

รูปคลื่นแบบนี้จะใช้ +v สำหรับลอจิก

"1" และ 0 v. สำหรับลอจิก "0" สำหรับ 1

สัญญาณ (1 บิต) จะมีความกว้างเท่ากับ

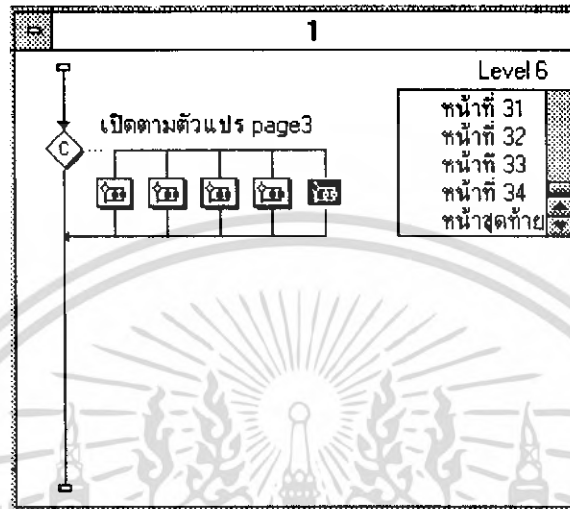
$T_b$  ในรูปที่ 2 แบบยูนิโพลาร์ ซึ่งแสดงในรูป

2 (a) และ (b) ตามลำดับ

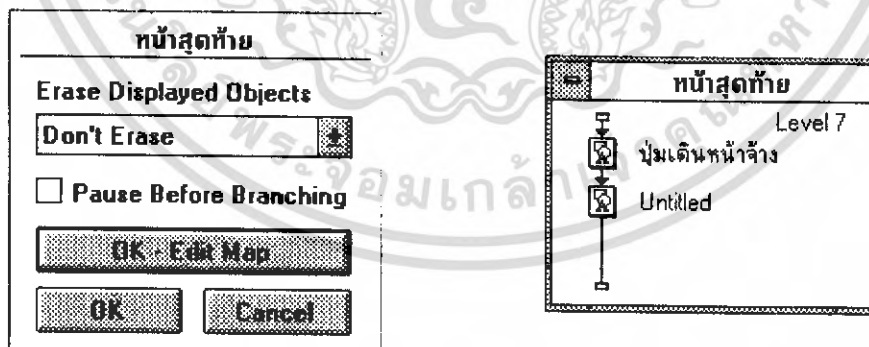


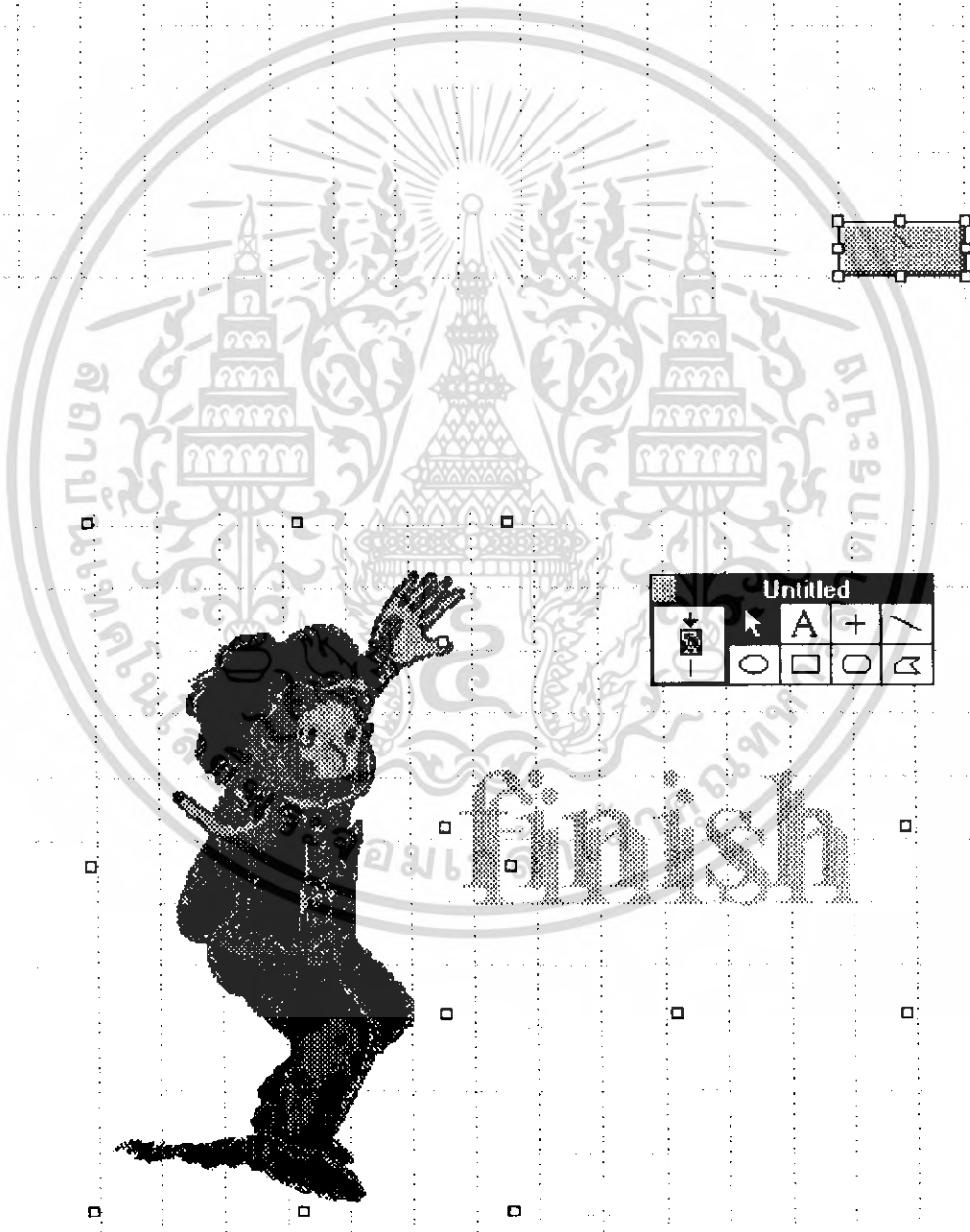
45. การสร้างหน้าอื่น ๆ ก็ทำได้ในลักษณะเดียวกัน

46. การสร้างหน้าสุดท้ายทำได้โดย กลับไป Flowline level 6 นำ Map Icon มาแปะต่อจากรูป แล้วตั้งชื่อว่า “หน้าสุดท้าย”



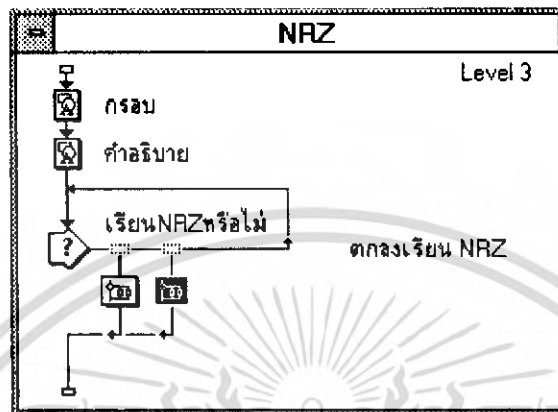
47. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “หน้าสุดท้าย” จะได้จตุรัส แล้วกดปุ่ม OK-Edit Map จะได้ Flowline level 7 นำ Display Icon มาแปะเพื่อสร้างปุ่มเดินหน้าจอและรูปแสดงว่าจบเนื้อหา ดังรูป





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **106** อังอังอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48. กลับมาที่ Flowline level 3 “NRZ” นำ Map Icon มาแปะต่อจาก “ตกลงเรียน NRZ” แล้วตั้งชื่อว่า “ขกเล็ก” เพื่อสร้างเงื่อนไขการขกเล็กไม่เข้าไปเรียนเรื่อง NRZ โดยกำหนด Option เป็น Click/Touch Options กำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด ดังรูป



**Click/Touch Options**

Title:

Optional Key(s):

Active If TRUE:

Custom Cursor  
 Current:   Use Custom

Match With:

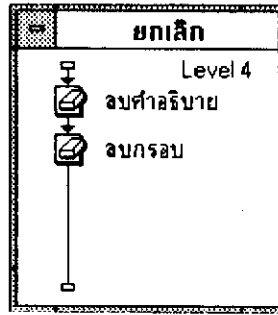
Erase Feedback:

Response Type:

Perpetual  
 Inverse Area  
 Mark After Matched

๘ - ๘ - ๘  
 ๘ ขกเล็ก ๘  
 ๘ - ๘ - ๘

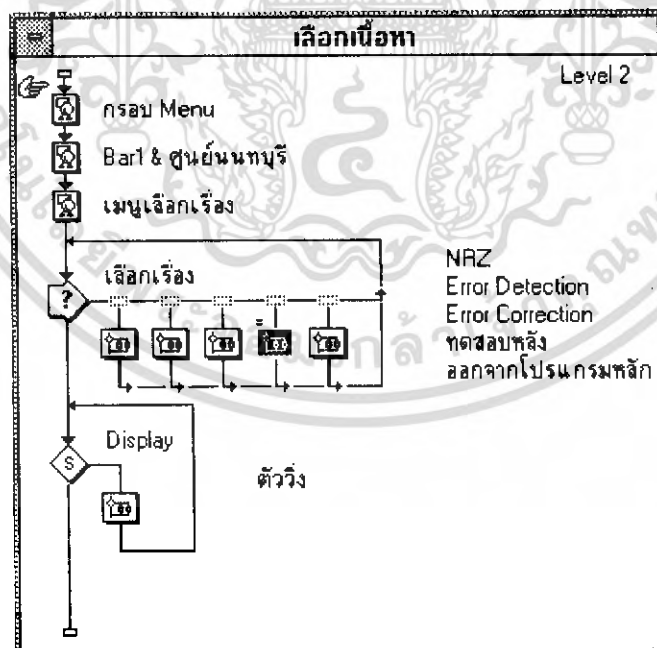
49. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ขกเล็ก” เพื่อสร้างเงื่อนไข ให้ลบคำอธิบายและลบกรอบ

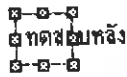


50. เนื้อหาเรื่องอื่นๆ ก็สร้างได้โดยใช้วิธีเดียวกัน

### การสร้างบททดสอบหลังเรียน

1. กลับไปที่ Flowline level 2 “เลือกเนื้อหา” นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “Error Correction” แล้วตั้งชื่อว่า “ทดสอบหลัง” โดยกำหนด Option เป็น Click/Touch Options แล้วกำหนดตำแหน่งและขนาดปุ่มกดดังรูป






### Click/Touch Options

**Title:**

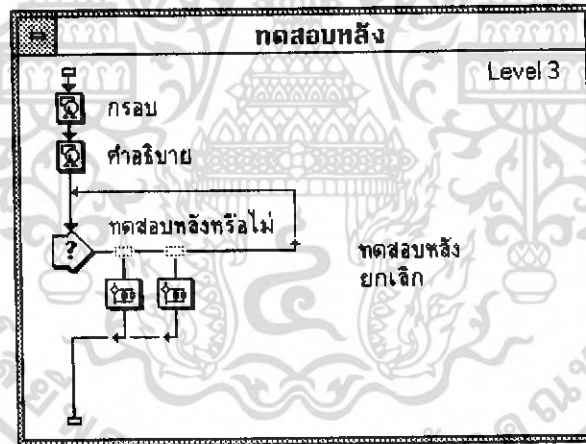
**Optional Key(s):**

**Active If TRUE:**

Perpetual  
 Inverse Area  
 Mark After Matched

**Custom Cursor:**  
 Current:   Use Custom

2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ทดสอบหลัง” จะได้ Flowline level 3 นำ Display Icon มาแปะเพื่อสร้างกรอบเลือกจากเมนูหลัก



- นำ Display Icon มาแปะล่าง Display Icon “กรอบ” เพื่อสร้างเงื่อนไขให้แสดงคำอธิบายเมื่อเลือกเมนูทดสอบหลัง ดังรูป



แบบทดสอบ

หลังบทเรียน



- นำ Interaction Icon มาแปะ ล่าง Display Icon “คำอธิบาย” แล้วตั้งชื่อว่า “ทดสอบหลังหรือไม่” แล้วดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon แล้วกด OK-Edit Display เพื่อสร้างปุ่มเลือกว่าตกลงที่จะทำการทดสอบหลังบทเรียนหรือไม่ ดังรูป



ทดสอบหลัง: ยกเลิก

- นำ Map Icon มาแปะที่ Flowline level 3 “ทดสอบหลัง” ต่อไว้กับ Interaction Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ทดสอบหลัง” โดยกำหนด Option เป็น Click/Touch Options แล้ว กำหนดตำแหน่งปุ่มกด ดังรูป

### Click/Touch Options

Title:   Perpetual

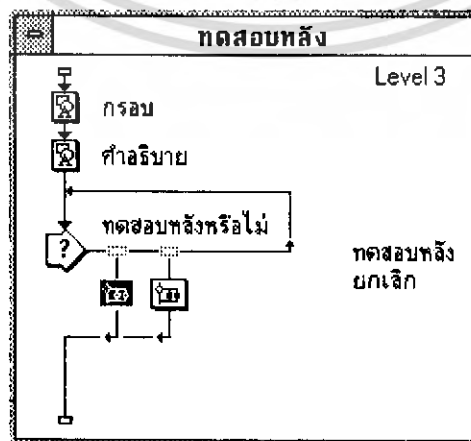
Optional Key(s):   Inverse Area

Active If TRUE:  Mark After Matched

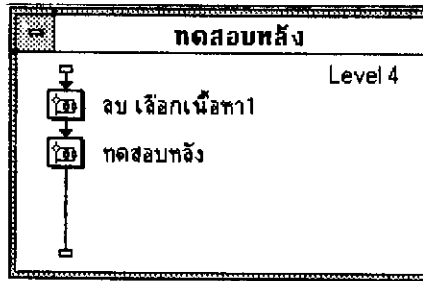
Custom Cursor:  Use Custom

Current:

- ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ทดสอบหลัง” จะได้ Flowline level 4 นำ Map Icon มาแปะ แล้วตั้งชื่อว่า “ลบเลือกเนื้อหา 1”



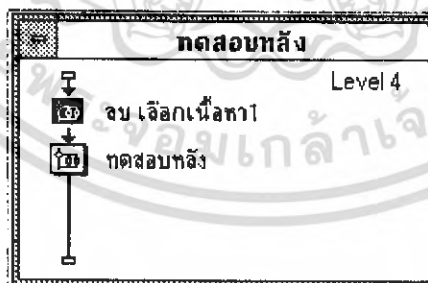
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 111 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



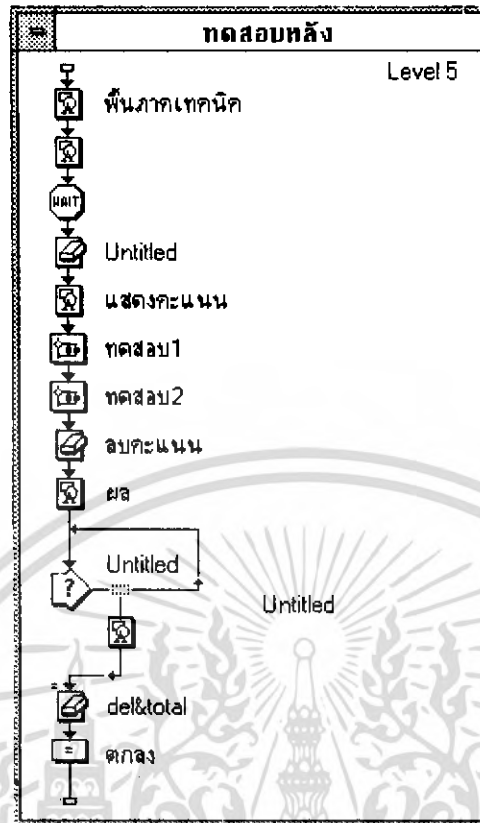
7. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ลบเลือกเนื้อหา 1” จะได้ Flowline level 5 นำ Erase Icon มาแปะเพื่อลบคำอธิบาย แบบทดสอบหลังบทเรียน และลบเลือกเนื้อหา



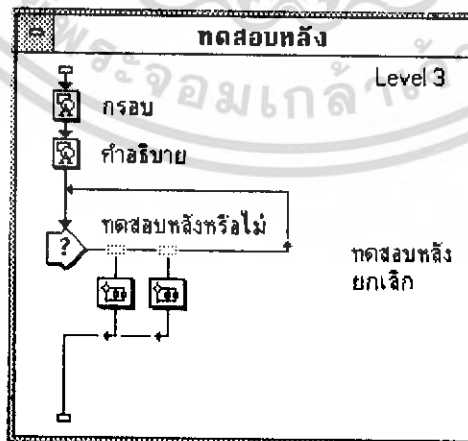
8. นำ Wait Icon มาแปะต่อเพื่อสร้างเงื่อนไขการรอจบหน้าจอเมนูหลัก  
 9. กลับไปที่ Flowline level 4 “ทดสอบหลัง” นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “ลบเลือกเนื้อหา 1” แล้วตั้งชื่อว่า “ทดสอบหลัง”



10. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ทดสอบหลัง” เพื่อสร้างพื้น,แสดงคะแนน,ตั้งโจทย์และคำตอบให้เลือก ซึ่งลักษณะในการสร้างทำนองเดียวกันกับการสร้างบททดสอบก่อน ดังรูป



11. กลับไปที่ Flowline level 3 “ทดสอบหลัง” เพื่อสร้างปุ่ม “ยกเลิก” ทดสอบหลัง โดยนำ Map Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “ทดสอบหลัง” แล้วกำหนด Option เป็น Click/Touch Options กำหนดตำแหน่งและขนาดของปุ่มดังรูป



**Click/Touch Options**

Title:

Optional Key(s):

Active If TRUE:

Perpetual

Inverse Area

Mark After Matched

Within@"กดลบหลังหรือไม่"

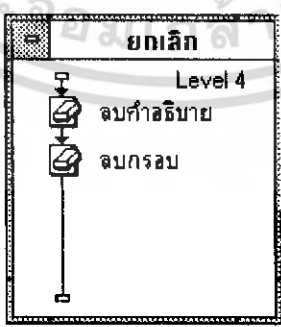
Custom Cursor

Current   Use Custom

Match With

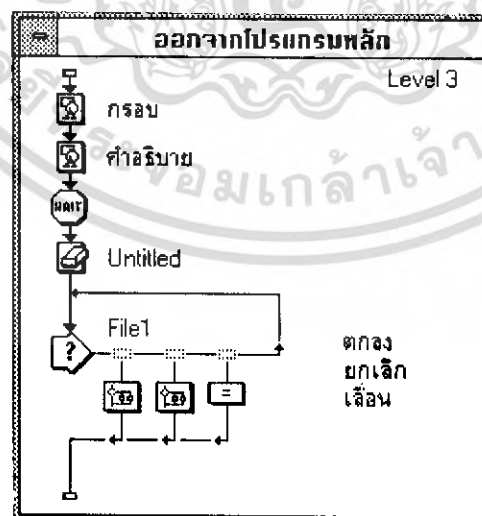
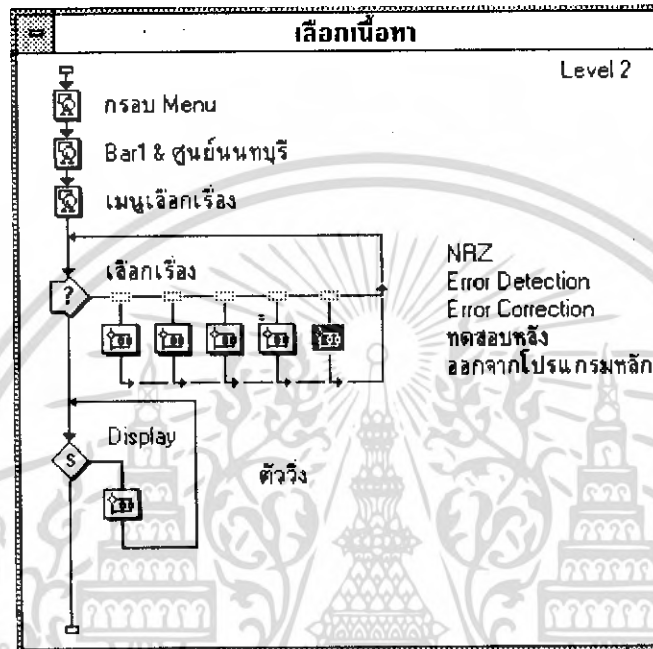
Erase Feedback

12. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ยกเลิก” จะได้ Flowline level 4 “ยกเลิก” นำ Erase Icon มาแปะเพื่อลบคำอธิบาย และลบกรอบ ดังรูป



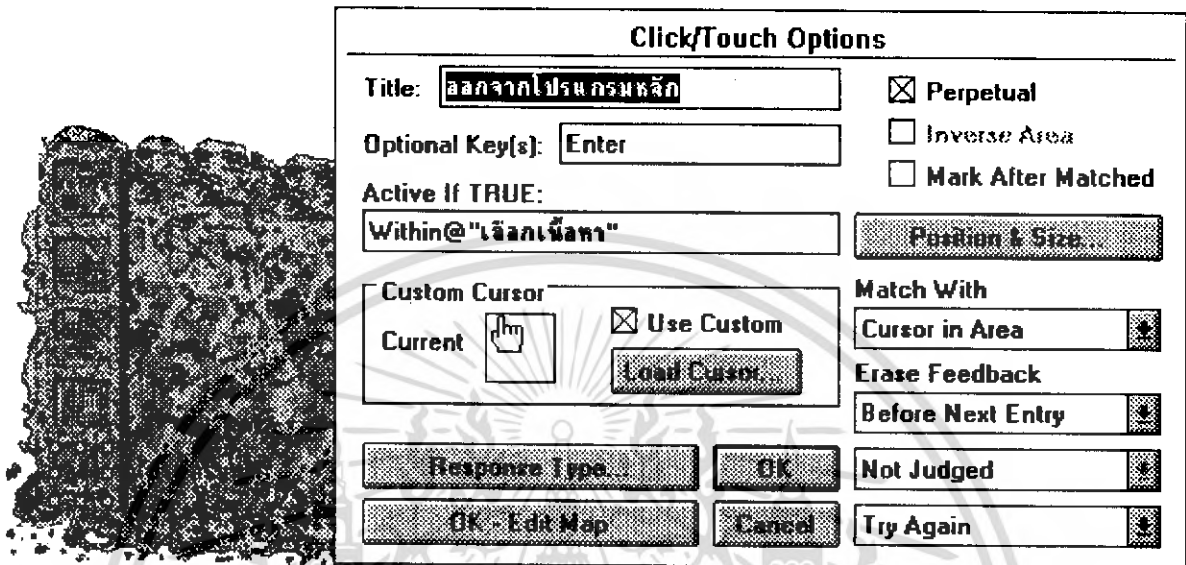
## การสร้างวิธีออกจากโปรแกรมหลัก

1. กลับไปที่ Flowline level 2 “เลือกเนื้อหา” นำ Map Icon มาต่อจาก Map Icon “ทดสอบหลัง” แล้วตั้งชื่อว่า “ออกจากโปรแกรมหลัก” โดยกำหนด Option เป็น Click/Touch Options กำหนดขนาดและตำแหน่งของปุ่มกด ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ออกจากโปรแกรมหลัก” ก็จะได้ Flowline level 3 นำ Display Icon มาแปะเพื่อสร้างกรอบให้ Click/Touch ในเมนูหลัก โดยตั้งชื่อว่า “กรอบ”

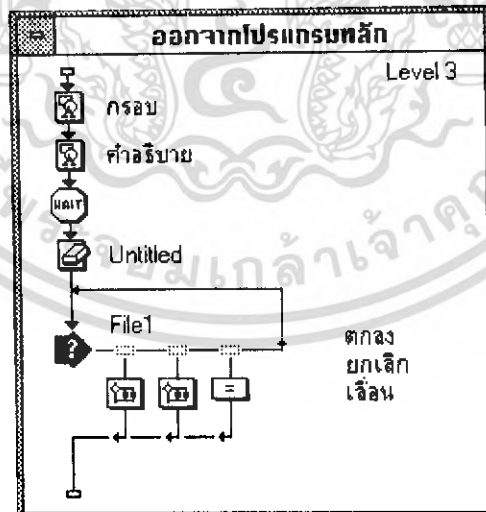


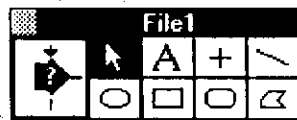
3. นำ Display Icon มาแปะล่าง Display Icon “กรอบ” แล้วตั้งชื่อว่า “คำอธิบาย” เพื่อแสดงคำอธิบาย เมื่อผู้ใช้ Click/Touch ที่กรอบ



## □ ออกจากโปรแกรม

4. นำ Wait Icon มาแปะเพื่อรอลบคำอธิบาย ตามด้วย Erase Icon เพื่อลบคำอธิบาย
5. นำ Interaction Icon มาแปะล้าง Erase Icon เพื่อสร้าง Window ให้ขึ้นชั้นการออกจากโปรแกรมหลัก โดยตั้งชื่อว่า “File 1” ดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon แล้วกด OK-Edit Display เพื่อสร้าง Window ดังรูป





6. นำ Map Icon มาแปะไว้กับ Interaction Icon “File 1” แล้วตั้งชื่อว่า “ตกลง” โดยกำหนด Option เป็น Click/Touch Options แล้วกำหนดตำแหน่งและขนาดของปุ่มตกลง ดังรูป

Click/Touch Options	
Title: <input type="text" value="ตกลง"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Perpetual
Optional Key(s): <input type="text" value="ctrlq"/>	<input type="checkbox"/> Inverse Area
Active If TRUE:	<input type="checkbox"/> Mark After Matched
<input type="text" value="Within@'File1'"/>	<input type="button" value="Position &amp; Size..."/>
<input type="checkbox"/> Custom Cursor Current: <input type="text" value="None"/> <input type="checkbox"/> Use Custom <input type="button" value="Load Cursor"/>	Match With <input type="text" value="Single-click"/>
<input type="button" value="Response Type"/>	<input type="button" value="OK"/>
<input type="button" value="OK Edit Map"/>	<input type="button" value="Cancel"/>
	Erase Feedback <input type="text" value="After Next Entry"/>
	Not Judged <input type="text" value="Exit Interaction"/>

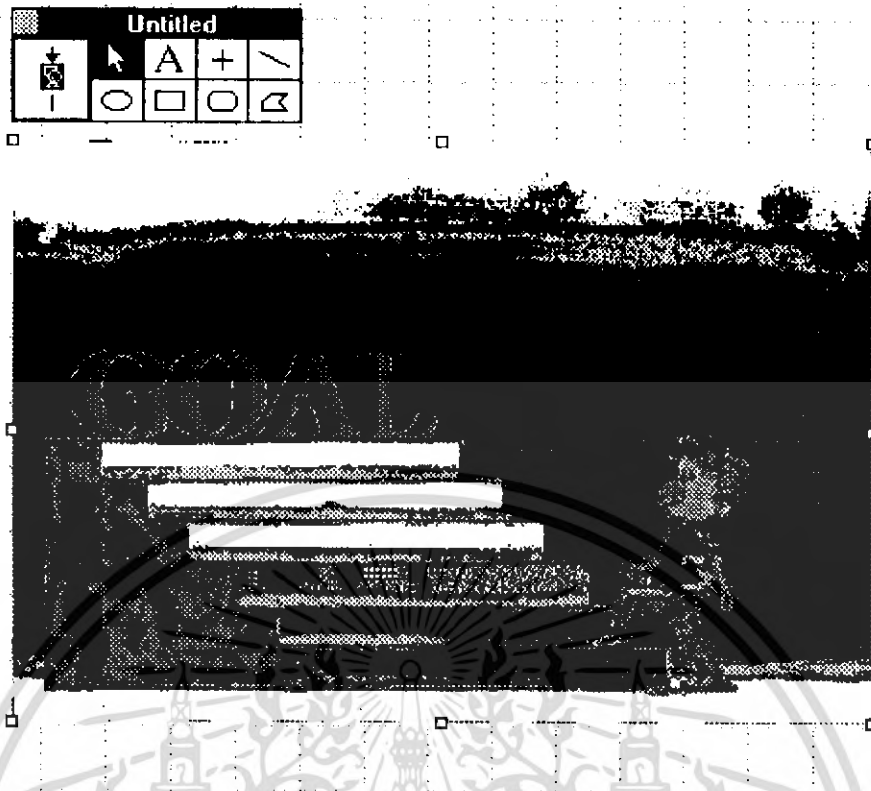


7. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ตกลง” จะได้ Flowline level 4 เพื่อสร้างเงื่อนไขหลังจากการกดปุ่ม ตกลง โดยนำ Erase Icon มาแปะที่ Flowline level 4 เพื่อลบเมนูหลักทั้งหมดดังรูป

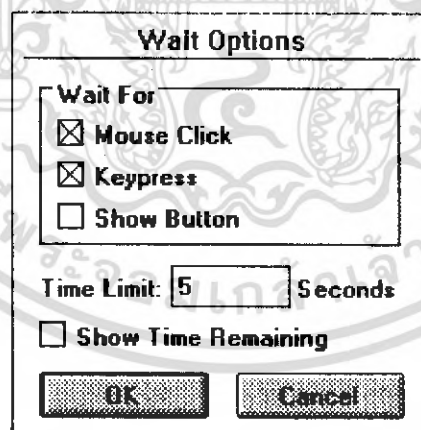


8. นำ Display Icon มาแปะล่าง Erase Icon เพื่อสร้างพื้นที่เทคนิคและรูปภาพ “GOAL”

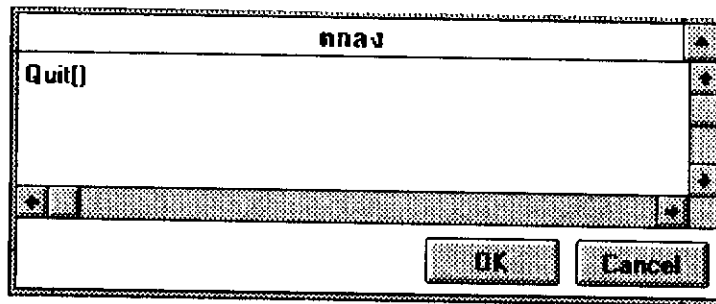
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **119** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



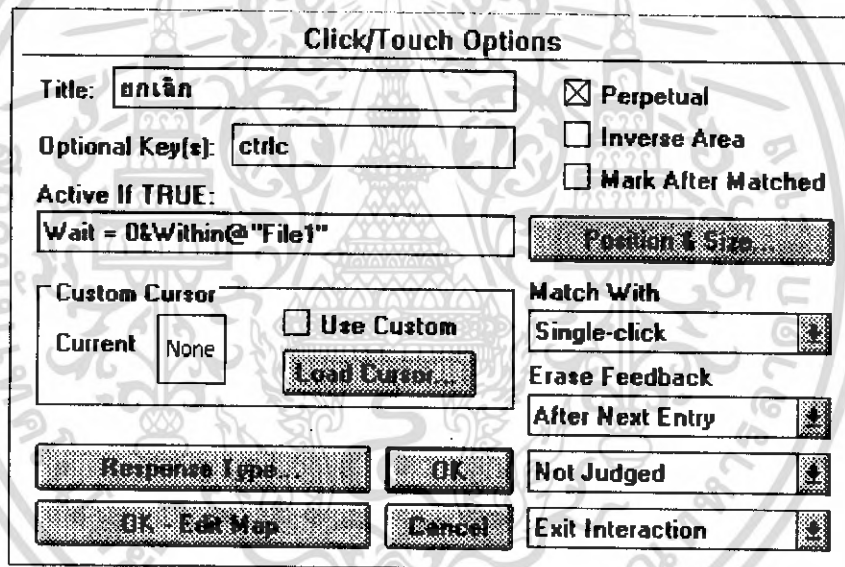
9. นำ Wait Icon มาแปะล่าง Display Icon เพื่อหยุดการกระทำเงื่อนไขต่อไปดังรูป



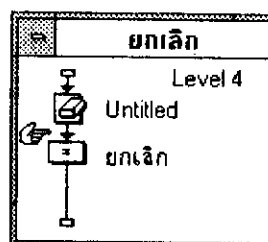
10. นำ Calculation Icon มาแปะล่าง Wait Icon เพื่อสร้างฟังก์ชันออกจากโปรแกรมหลังจากรอตามเงื่อนไขดังรูป



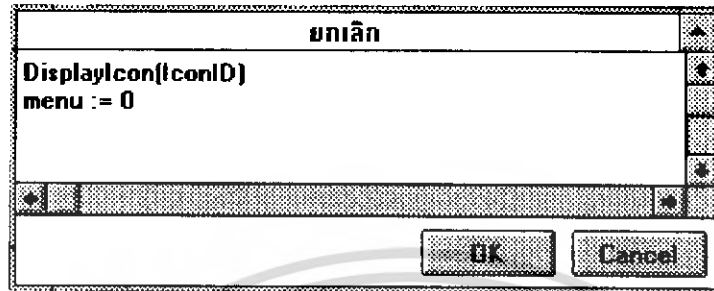
11. การสร้างเงื่อนไขการคลิกการออกจากโปรแกรมหลัก ทำได้โดยกลับไป Flowline level 3 “ออกจากโปรแกรมหลัก” นำ Map Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “ตกลง” แล้วตั้งชื่อว่า “คลิก” โดยกำหนด Option เป็น Click/Touch Options แล้วกำหนดตำแหน่งและขนาดของปุ่มคลิกดังรูป



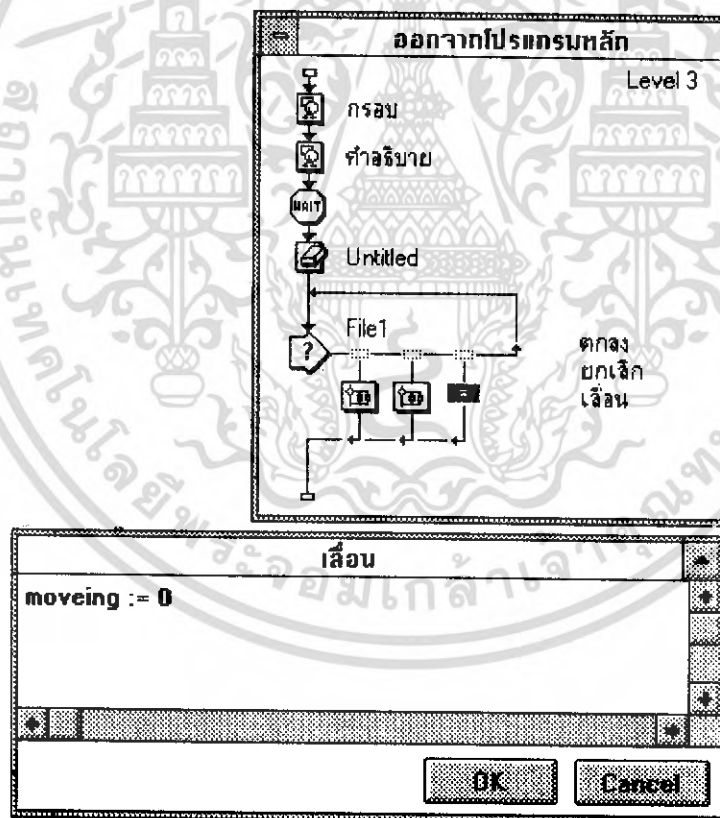
12. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “คลิก” จะได้ Flowline level 4 แล้วนำ Erase Icon มาแปะเพื่อลบ Window “ออกจากโปรแกรมหลัก”



13. นำ Calculation Icon มาแปะล่าง Erase Icon แล้วตั้งชื่อว่า “ยกเลิก” เพื่อกำหนดตัวแปรและฟังก์ชันให้โปรแกรมกลับไปเมนูหลักดังรูป



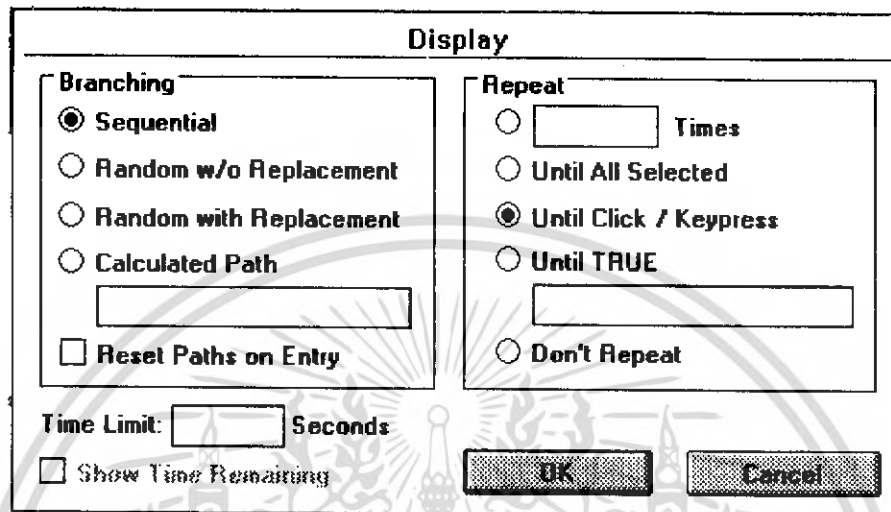
14. กลับไปที่ Flowline level 3 นำ Calculation Icon มาแปะต่อจาก Map Icon “ยกเลิก” แล้วตั้งชื่อว่า “เลื่อน” เพื่อกำหนดตัวแปรในการเลื่อน Window ดังรูป



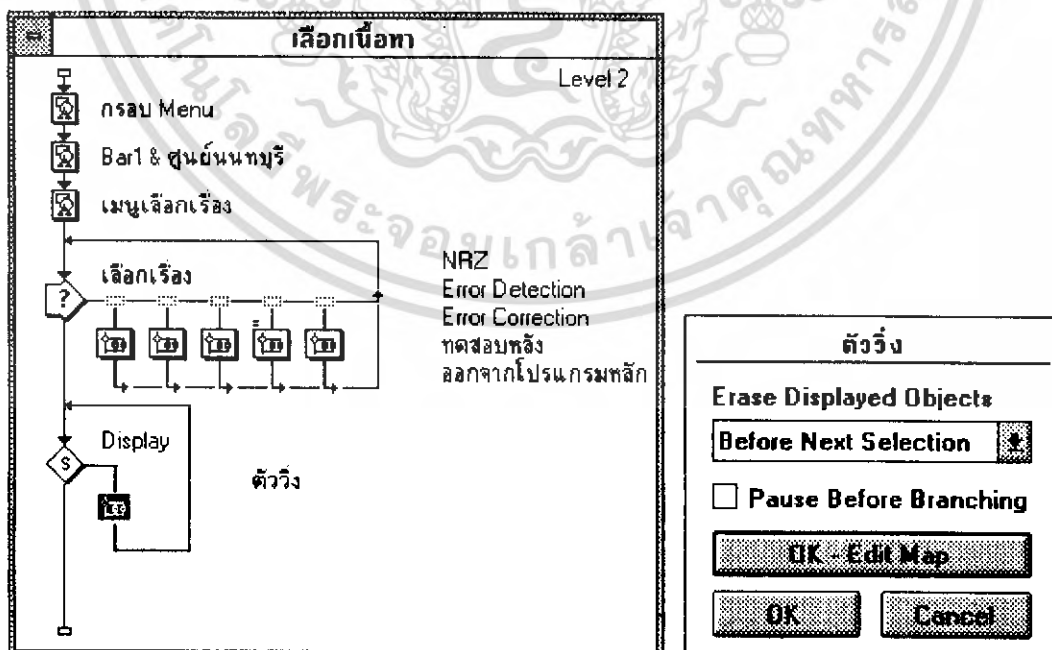
15. กลับไปที่ Flowline level 2 “เลือกเนื้อหา” นำ Decision Icon มาแปะล่าง Interaction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 122 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Icon “เลือกเรื่องเพื่อกำหนดตัวอักษรวิ่งขึ้นเพื่อแสดงที่ช่อง bar1&ศูนย์นทพรี ที่สร้างไว้ที่เมนูหลัก โดยตั้งชื่อว่า “Display” ดับเบิลคลิกที่ Decision Icon เลือก Branching เป็น Sequential ดังรูป



16. นำ Map Icon มาแปะไว้กับ Decision Icon เพื่อสร้างอักษรวิ่งโดยตั้งชื่อว่า “ตัววิ่ง”
17. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon “ตัววิ่ง” แล้วกด OK-Edit Map จะได้ Flowline level 3



นำ Map Icon มาแปะใน Flowline level 3 แล้วตั้งชื่อว่า “ชื่อต่างๆ” เพื่อสร้างชื่อนักศึกษา, อาจารย์ที่ปรึกษา นำ Map Icon มาแปะล่าง Map Icon “ชื่อต่างๆ” แล้วตั้งชื่อว่า “ภาค, คณะ, สถาบัน” นำ Map Icon มาแปะล่าง Map Icon “ภาค, คณะ, สถาบัน” แล้วตั้งชื่อว่า “ชื่อควรร้าน” ดังรูป ซึ่งการสร้างอักษรวิ่งอาศัยหลักการเดียวกันกับ การสร้างอักษรวิ่งใน Pull-down Menu “เกี่ยวกับ...”



## บทที่ 4

### ผลของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบสัญญาณเบสแบนด์ และคู่มือการใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้น

เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 2 โมดูล ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ลักษณะของสัญญาณเบสแบนด์

Unipolar Waveform

polar Waveform

Bipolar Waveform

Biphase Waveform

Differential Waveform

2. การลงรหัสของสัญญาณสื่อสาร(channel coding) ซึ่งแบ่งตามวัตถุประสงค์หลัก

คือ

error detection codes

parity check codes

linear block codes

cyclic redundancy check

error correction codes

forward error correction

convolution codes

## คู่มือการใช้โปรแกรม

### ขั้นตอนการใช้

1. เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะพบไตเติลแนะนำสถาบันและชื่อเรื่อง และวัตถุประสงค์ของการเรียนเรื่อง Base Band System ซึ่งขั้นตอนนี้โปรแกรมจะทำการเปลี่ยนหน้าจอเองตามลำดับ ดังรูป



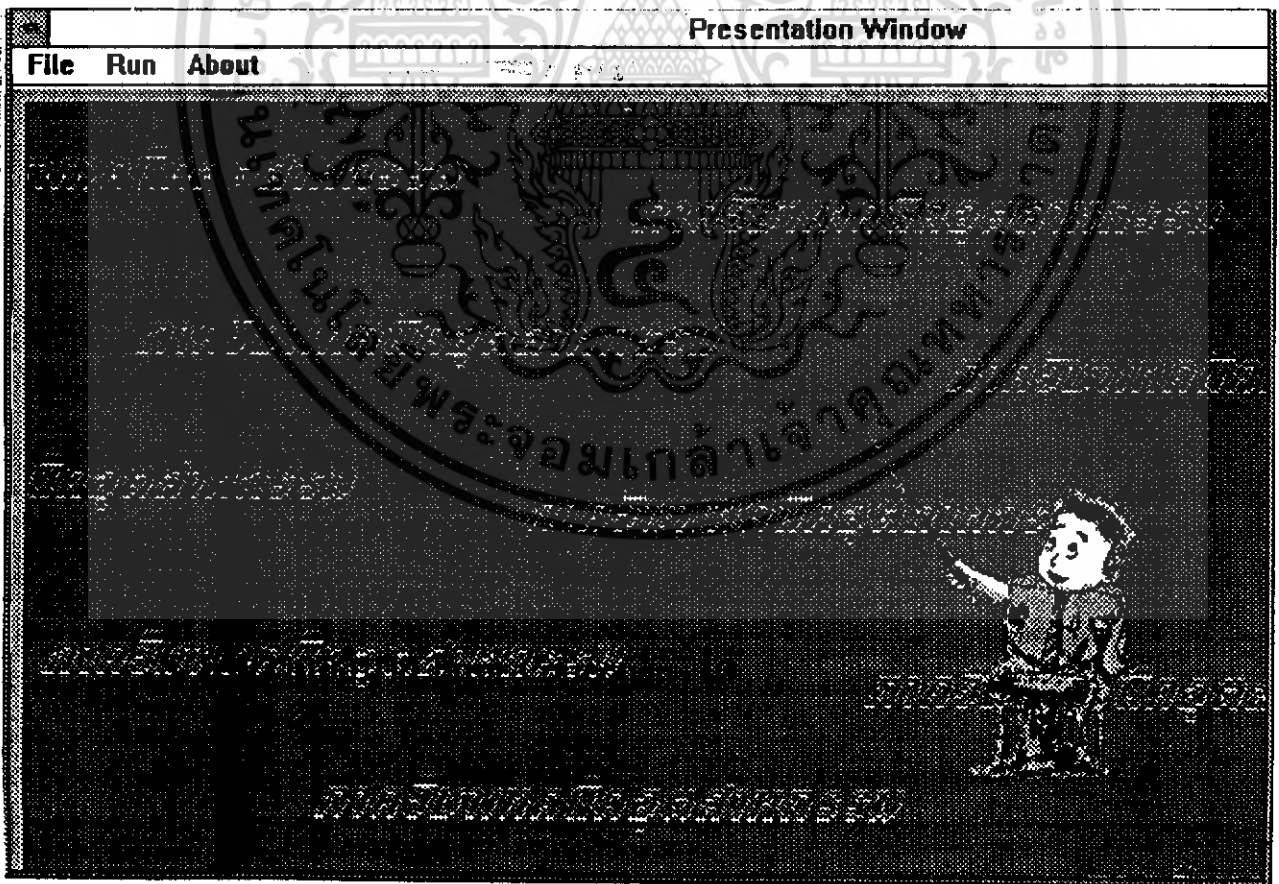
File Run About



File Run About

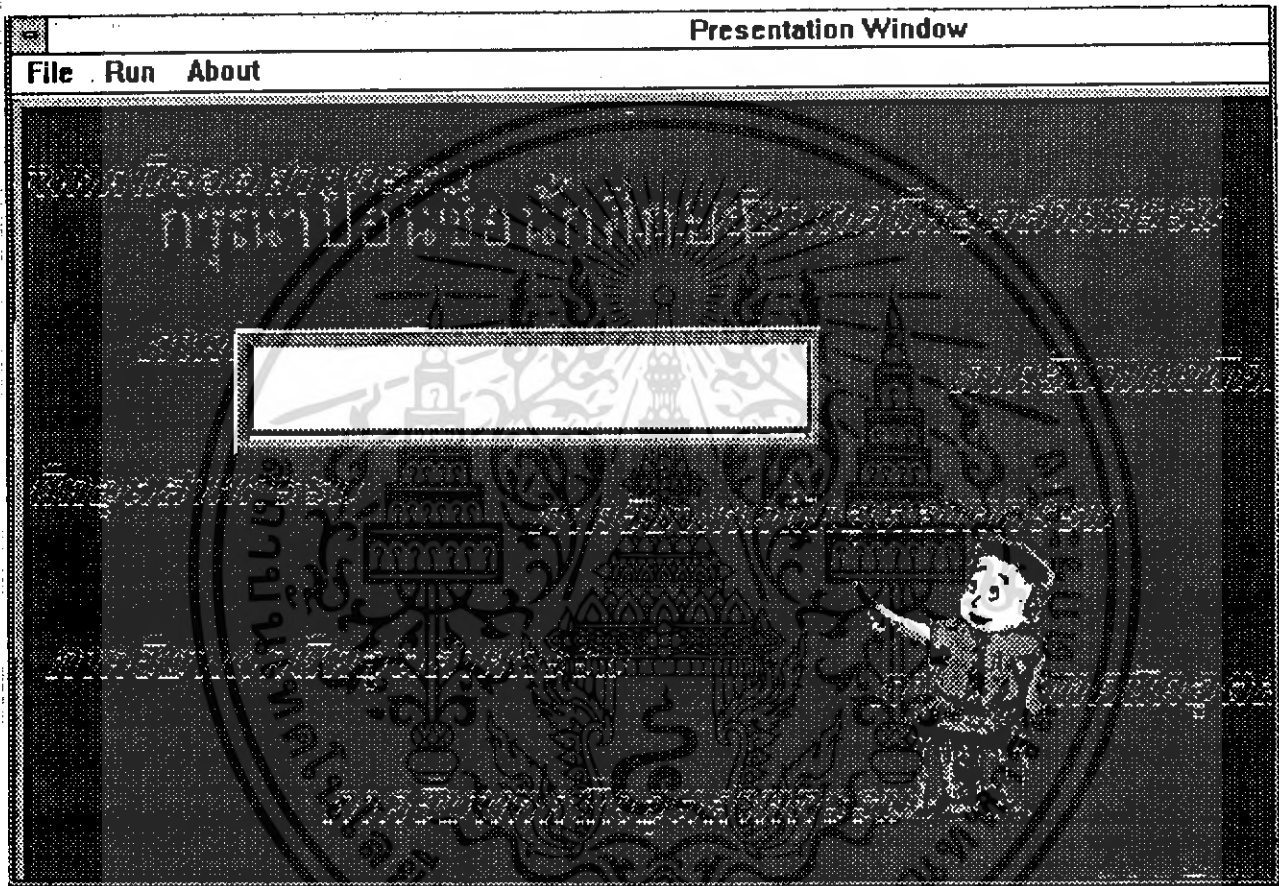


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

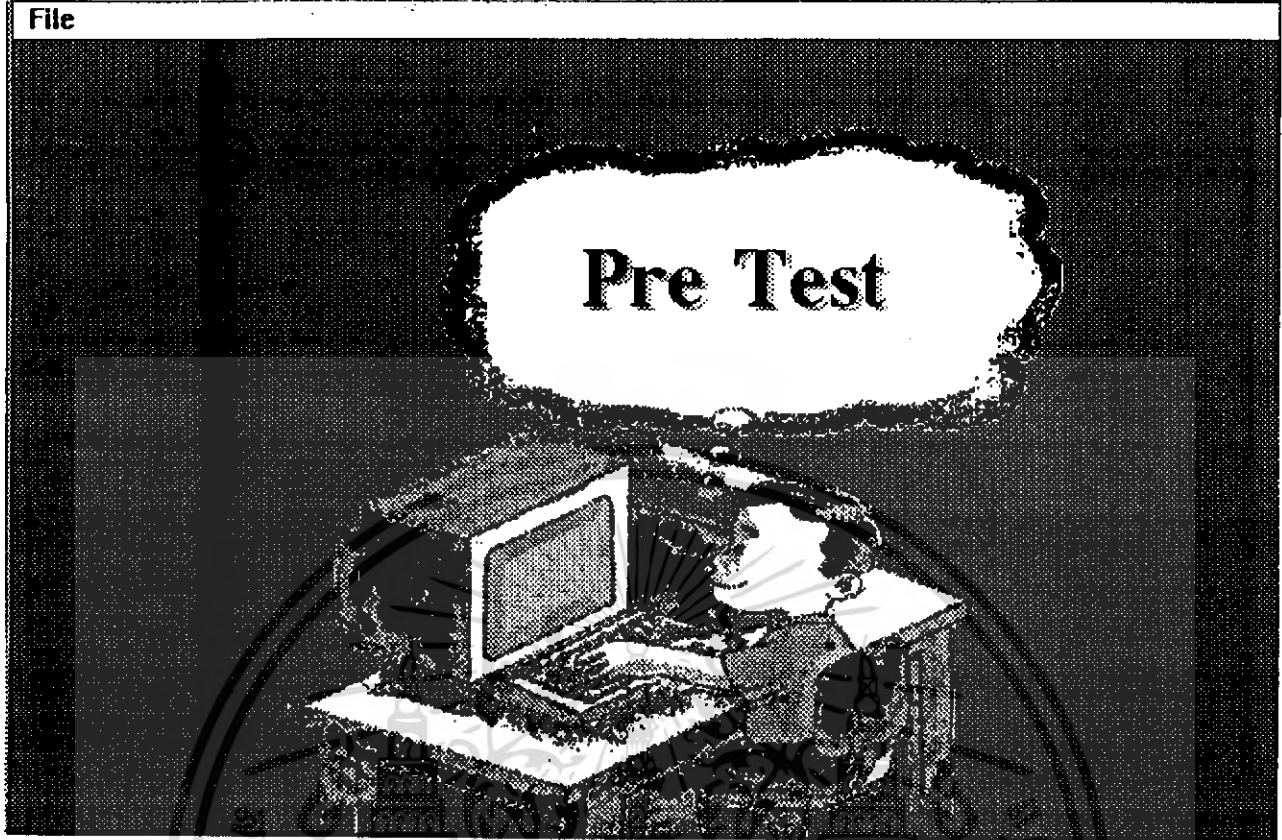


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

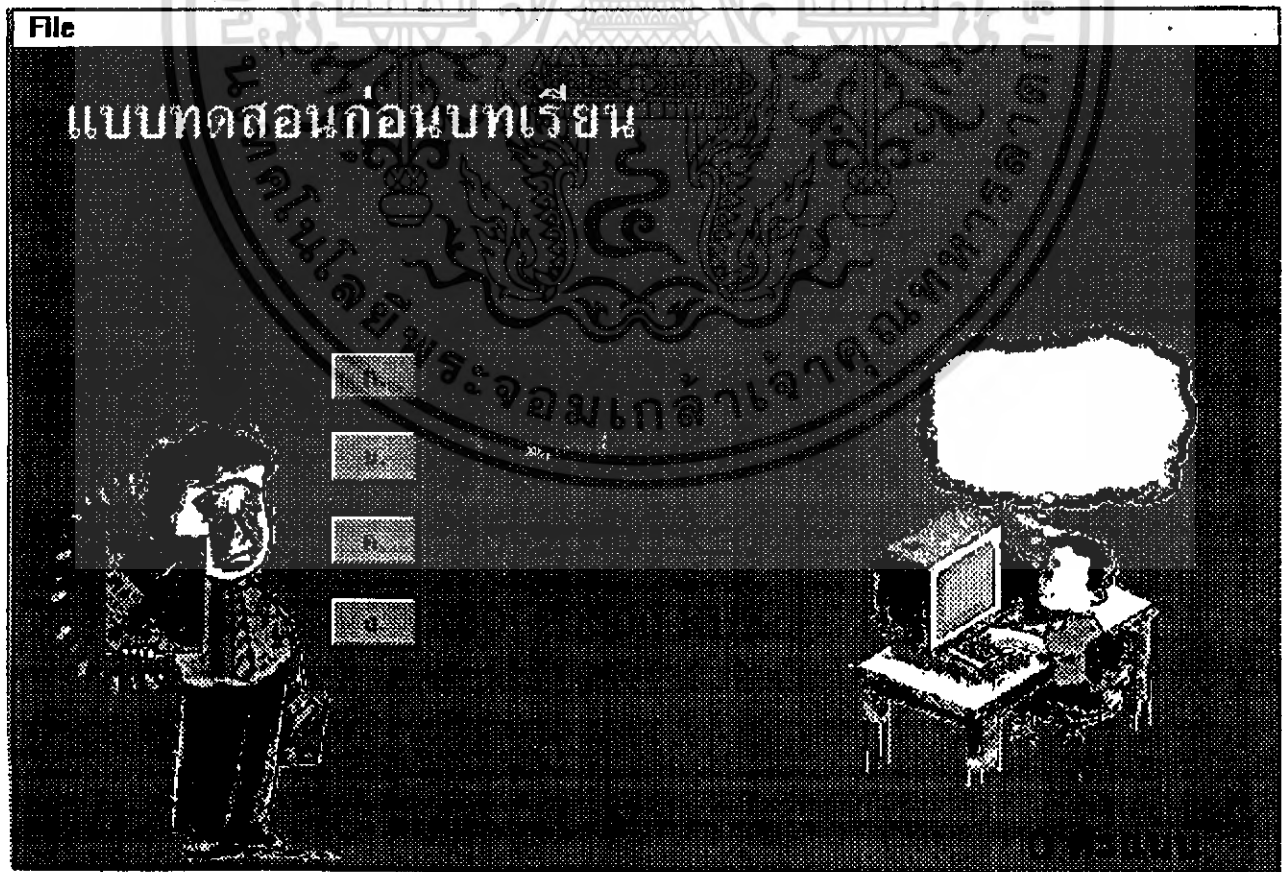
2. ลงทะเบียนเพื่อทำการศึกษา โดยการป้อนชื่อนักศึกษา แล้วกดปุ่ม Enter  
ดังรูป



3. โปรแกรมจะให้นักศึกษาทำการทดสอบพื้นฐานความรู้ดังรูป



ตัวอย่างคำถามในรูป เลือกคำตอบโดยใช้ เม้าส์ คลิกตรงปุ่ม ก,ข,ค หรือ ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าตอบคำถามถูกต้องจะมีคะแนนให้ดังรูป



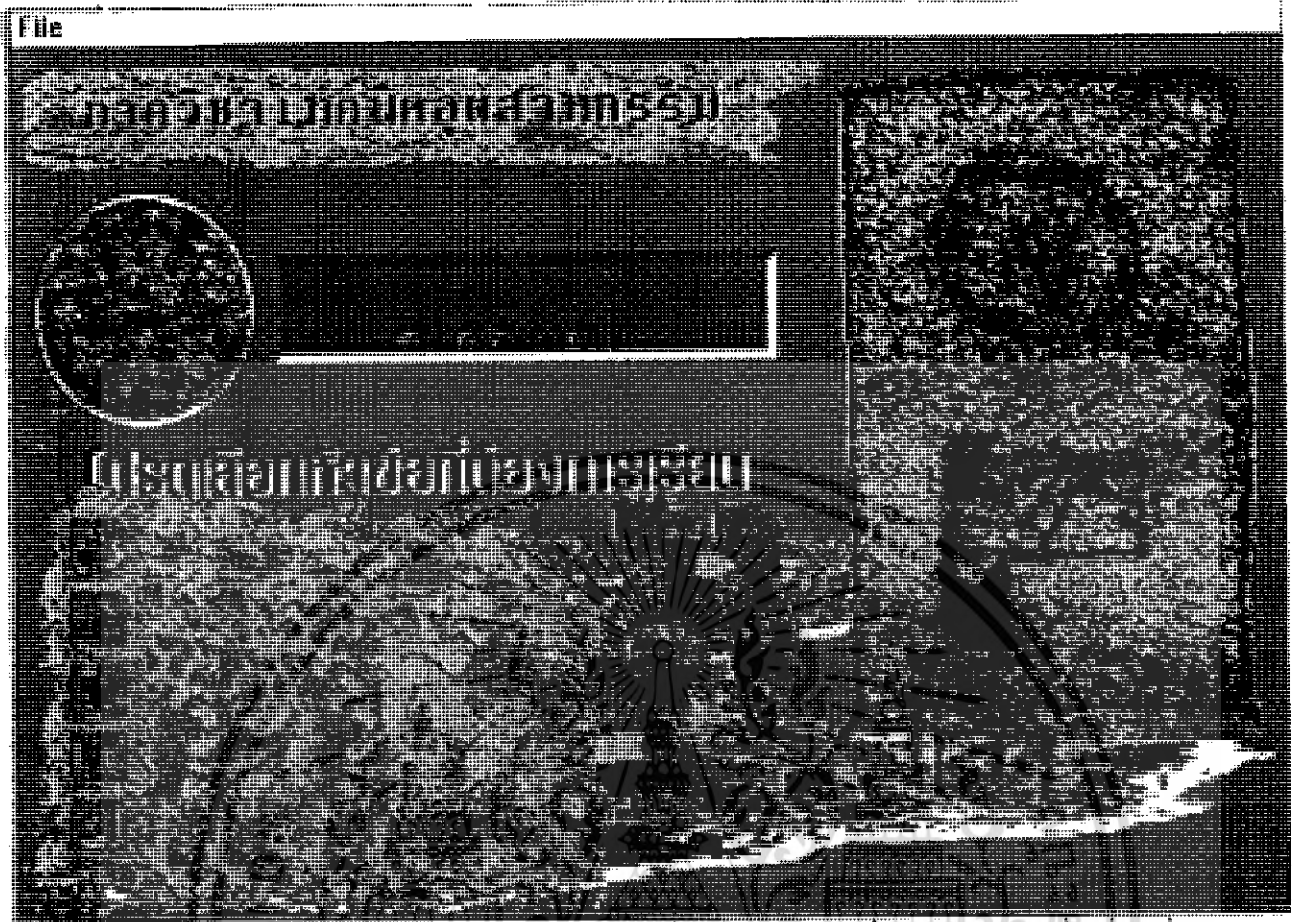
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำ Pretest เสร็จแล้วโปรแกรมจะบอกคะแนน ก็ให้ใช้เมาส์คลิกปุ่มขวาล่าง เพื่อเข้าสู่บทเรียนดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

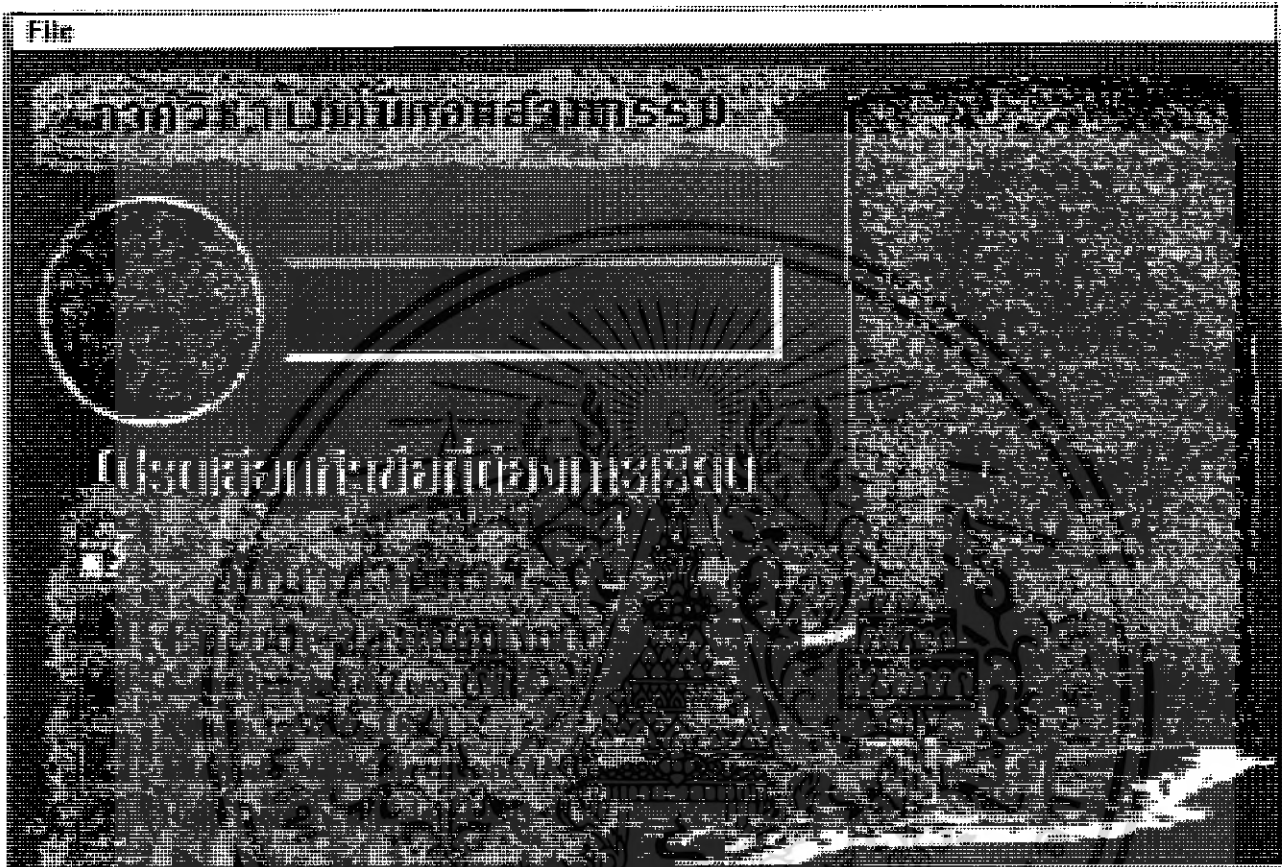
#### 4. โปรแกรมจะเข้าบทเรียนซึ่งเริ่มด้วย เมนูหลักดังรูป



บริเวณต่างซ้ายของรูปจะเป็นทางเลือกเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งจะอยู่ในภาคเบื้องต้นที่  
เรียงอยู่ในแนวดิ่ง โดยกล่องบนสุดเป็นเรื่องลักษณะของสัญญาณ baseband ถัดมาจะเป็น  
เรื่อง Error Detection ตามด้วยเรื่อง Error Correction และกล่องที่ 4 จะเป็นการทดสอบ  
หลังจากศึกษา ล่างสุดจะเป็นทางออกจากโปรแกรม

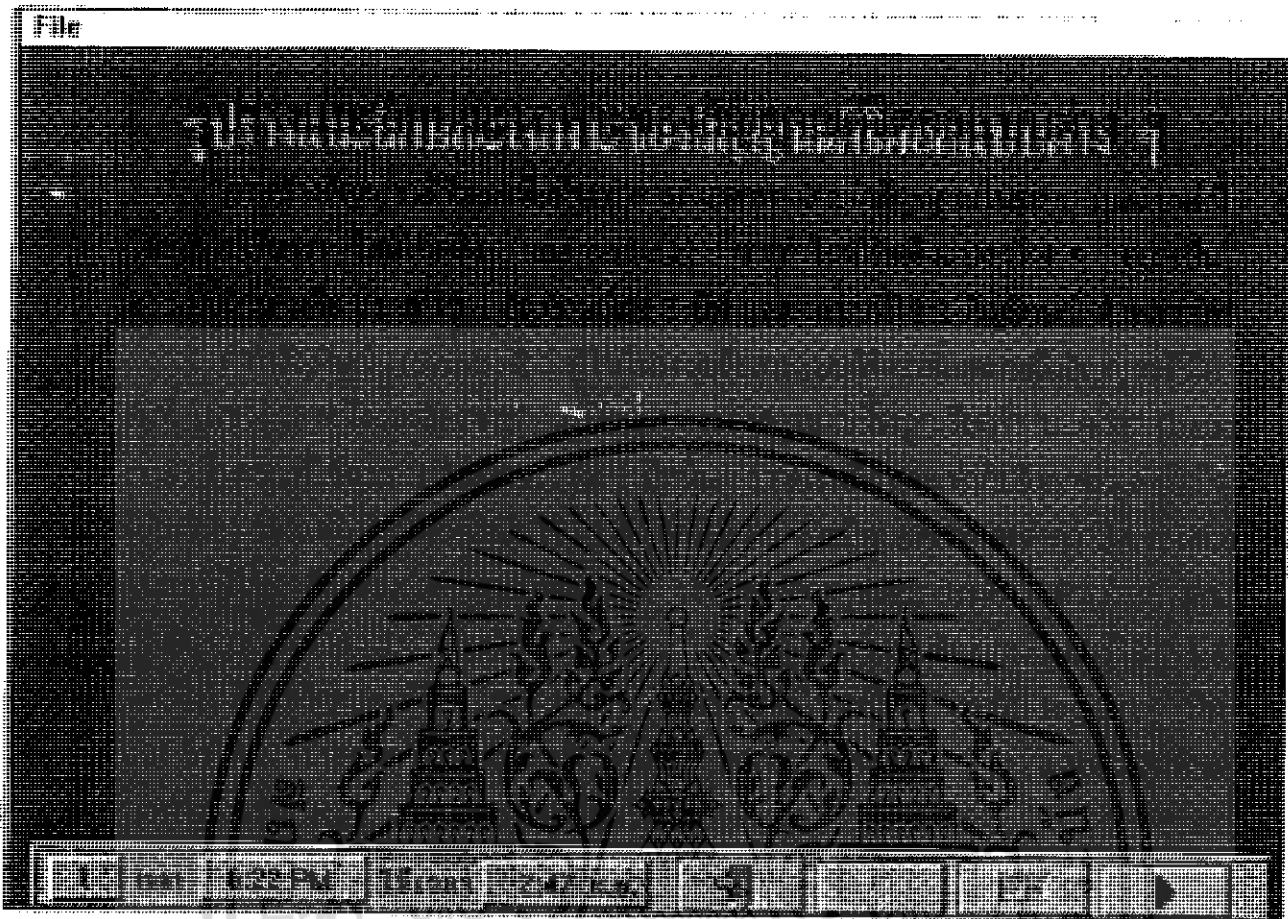
## การเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ลักษณะของสัญญาณเบสแบนด์ มีลำดับขั้นดังนี้

1. ใช้ เมาส์ คลิกที่กล่องบนสุด จะเป็นวัตถุประสงค์ของการเรียนเรื่องนี้อย่างรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 134 กษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

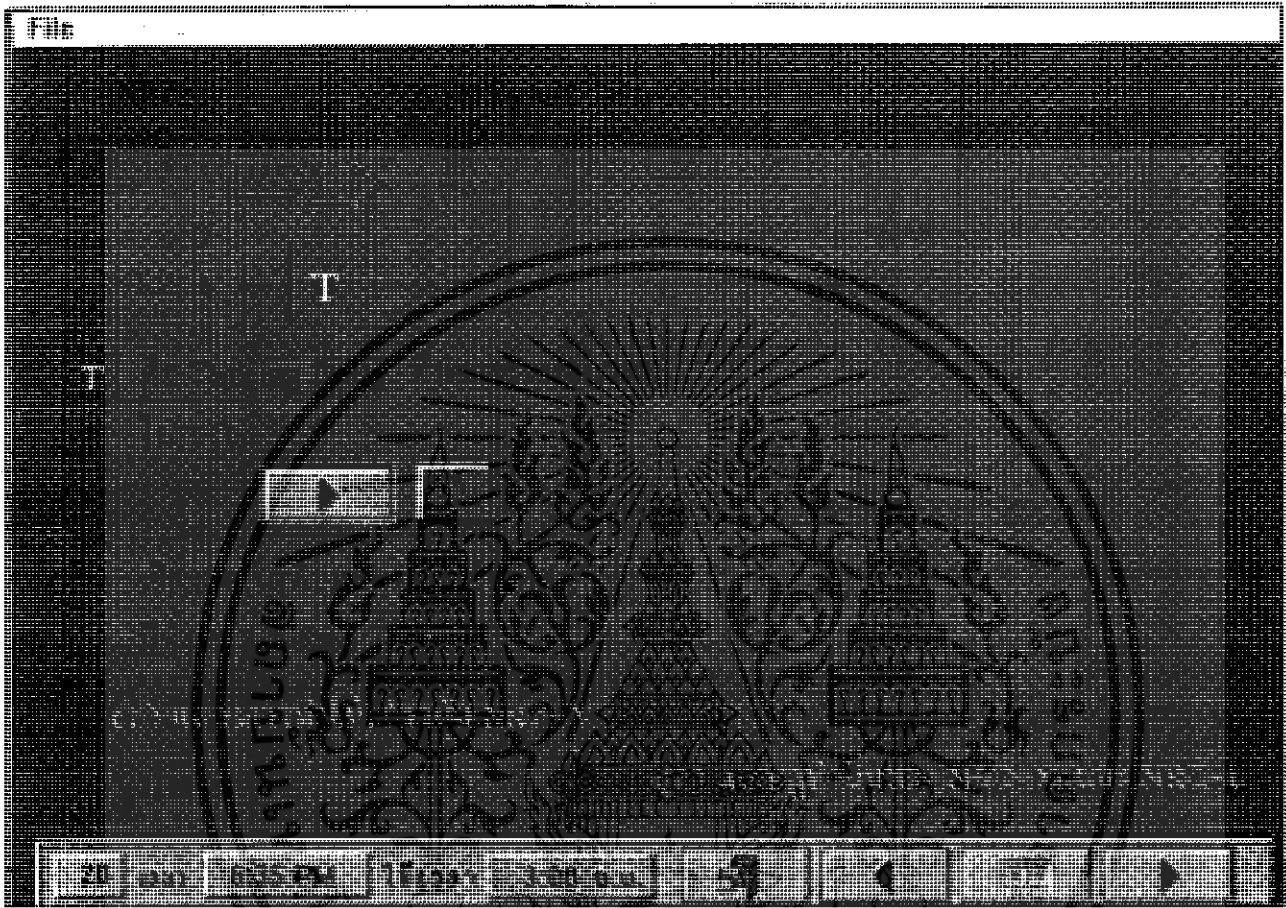
## 2. ใช้เมาส์ คลิกที่ปุ่มเดิม ก็เข้าสู่เนื้อหาของบทเรียนดังรูป



ที่แถบด้านล่างประกอบด้วยปุ่มแสดง และปุ่มกดต่างๆ เรียงจากซ้ายไปขวาดังนี้

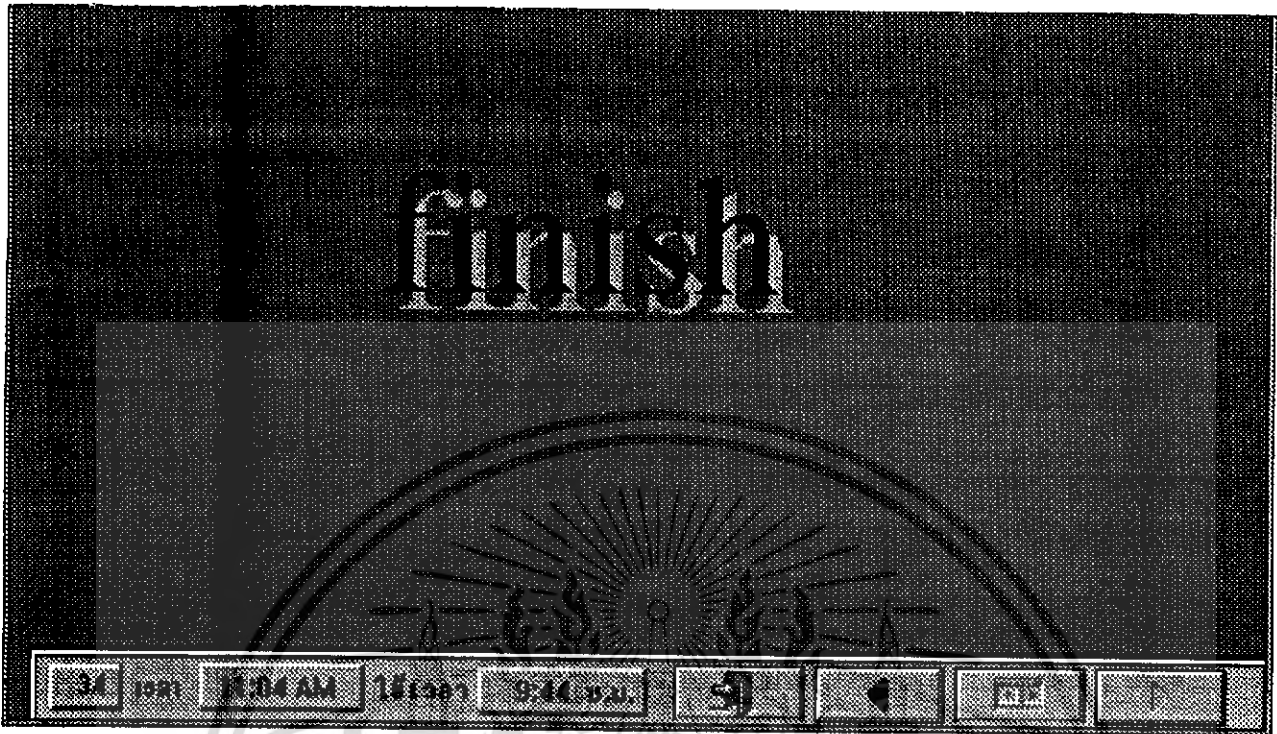
- ปุ่มบอกเลขหน้า
- ปุ่มแสดงเวลาปัจจุบัน
- ปุ่มแสดงเวลาที่ใช้ทั้งหมด
- ปุ่มทางออก กดปุ่มนี้เมื่อต้องการออกไปที่เมนูหลัก
- ปุ่มกดให้กลับไปหน้าก่อน หน้าปัจจุบัน(ที่ไม่ใช่หน้า 1)
- ปุ่มกดให้ไปหน้าถัดไป

นอกจากในเนื้อหาบางส่วนยังให้ผู้เรียน คลิกเมาส์บนปุ่มในเนื้อเรื่องได้ดังรูป

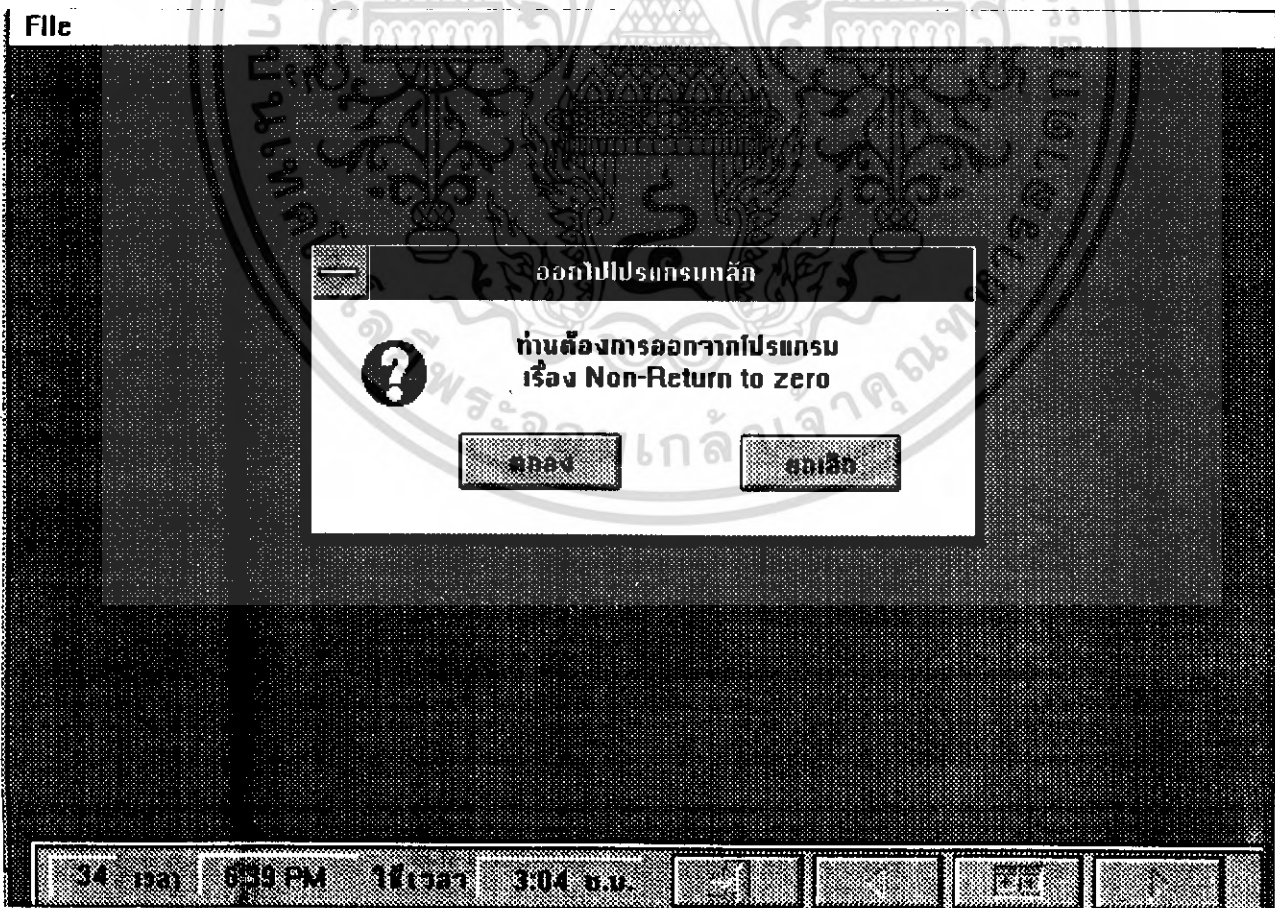


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้เมาส์ คลิก ปุ่มกดให้ไปหน้าถัดไปเรื่อยๆจนจบเนื้อหา หน้าจอจะแสดงดังรูป

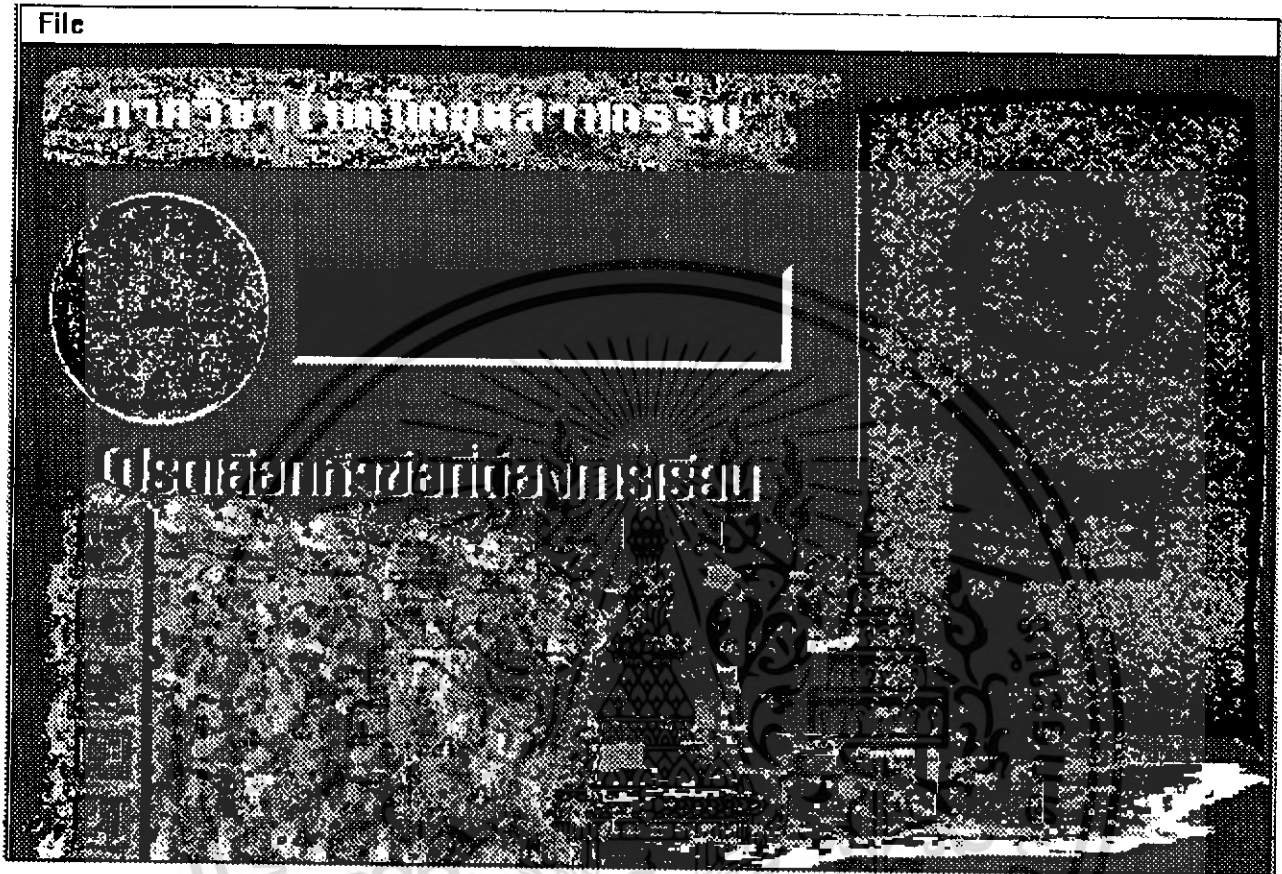


4. ใช้ เมาส์ คลิกปุ่มทางออก หน้าจอจะแสดงดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ดึงปุ่มตกลง จะกลับไปสู่เมนูหลัก



เนื้อหาทั้งหมดของเรื่อง ลักษณะของสัญญาฉบับนี้มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

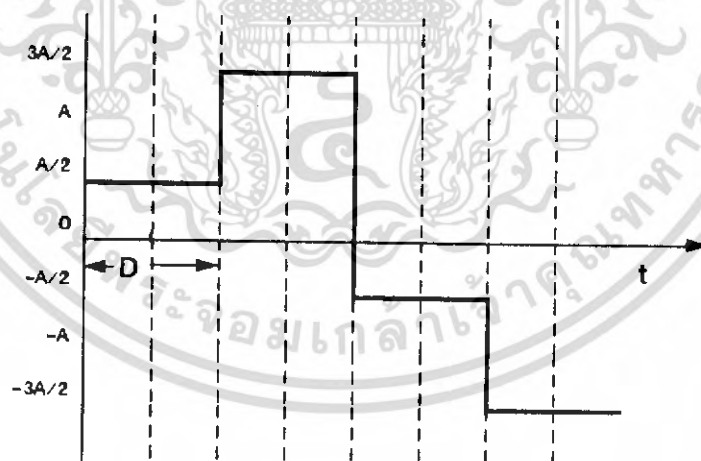
## รูปร่างและลักษณะเฉพาะของสัญญาณดิจิทัลแบบต่าง ๆ

การสร้างสัญญาณดิจิทัลเพื่อที่จะทำการส่งออกทางสายนำสัญญาณในระบบเบสแบนด์นี้โดยทั่วไปเรียกว่า ไลน์โค้ดดิ้ง (line coding) การทำไลน์โค้ดดิ้งแบ่งกว้าง ๆ ออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ แบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ ต่อ 1 บิต และแบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ ต่อหลายบิต คำว่าสัญลักษณ์ (Symbol) ที่ใช้ในระบบสื่อสารแบบดิจิทัลนั้น หมายถึง สัญญาณที่มีค่าคงที่ในช่วงเวลาหนึ่งและอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณนี้จะถูกเรียกว่า 'บอดเรท' (baud rate) ในกรณีที่ใช้แบบ 1 สัญลักษณ์ ต่อ 1 บิตนั้นบอดเรทนี้อาจจะเท่ากับอัตราข้อมูลหรือ บิต (bit rate) ได้ แต่ถ้าไลน์โค้ดดิ้งนั้นใช้ 1 สัญลักษณ์ต่อหลาย ๆ บิต บอดเรทจะต่ำกว่าบิตเรทเสมอ ในกรณีที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ต่อหลายบิตนั้นจะใช้ระดับของสัญญาณหลายระดับ ตัวอย่างข้างล่างเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบ 4 ระดับ ซึ่งจะสามารถใช้แต่สัญลักษณ์แทนสัญญาณไบนารีได้ 2 บิต โดยทั่วไปถ้าใช้สัญญาณที่มี 2 ระดับก็จะแทนสัญญาณไบนารีได้เท่ากับ  $\log_2(L)$  และถ้าให้  $D$  เป็นช่วงกว้างของแต่ละสัญลักษณ์ บอดเรท ก็จะเป็น  $1/D$  และตามสัมพันธ์ระหว่างบิตเรท ( $R_b$ ) กับบอดเรทจะเขียนได้เป็น

$$R_b = \frac{1}{D} \log_2(L)$$

$$= R \log_2(L)$$

โดยที่  $R$  คือ บอดเรท (baud rate) ของไลน์โค้ดดิ้งแบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์ต่อหลายบิต

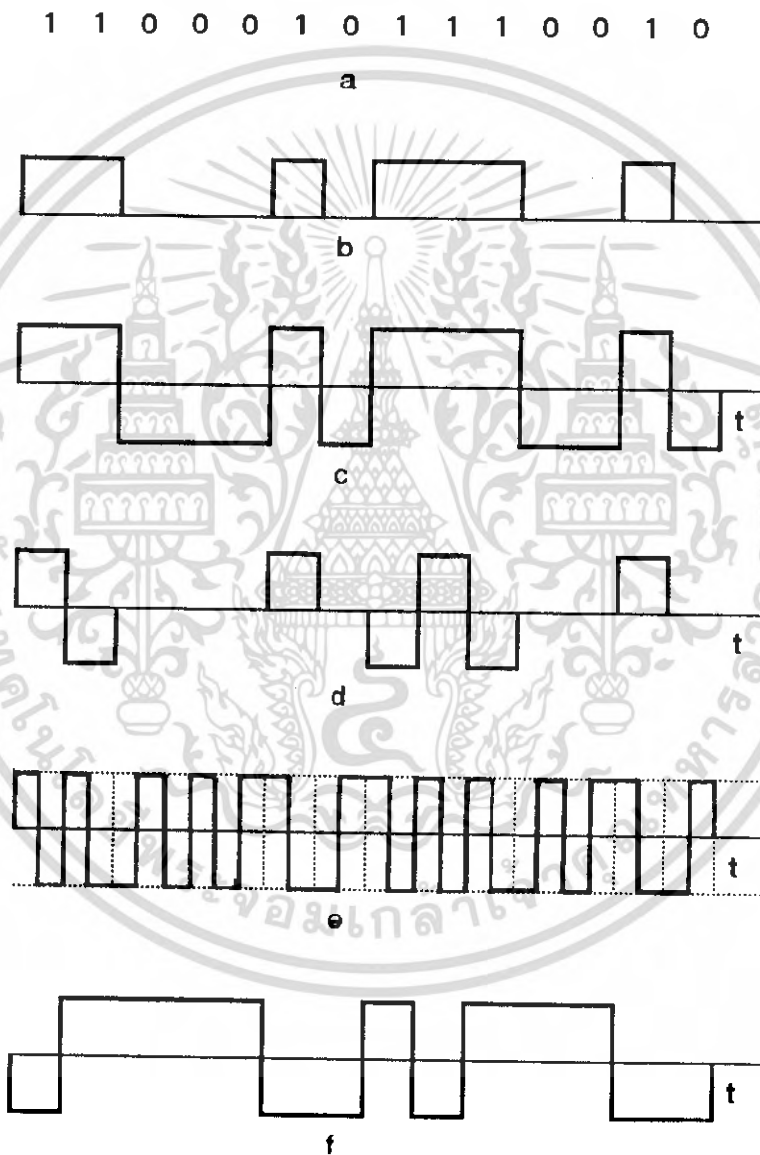


รูปที่ 1 ไลน์โค้ดดิ้งแบบสัญญาณ 4 ระดับ

## รูปร่างลักษณะของสัญญาณดิจิทัลแบบ 1 สัญญาณต่อ 1 บิต

### Unipolar waveform

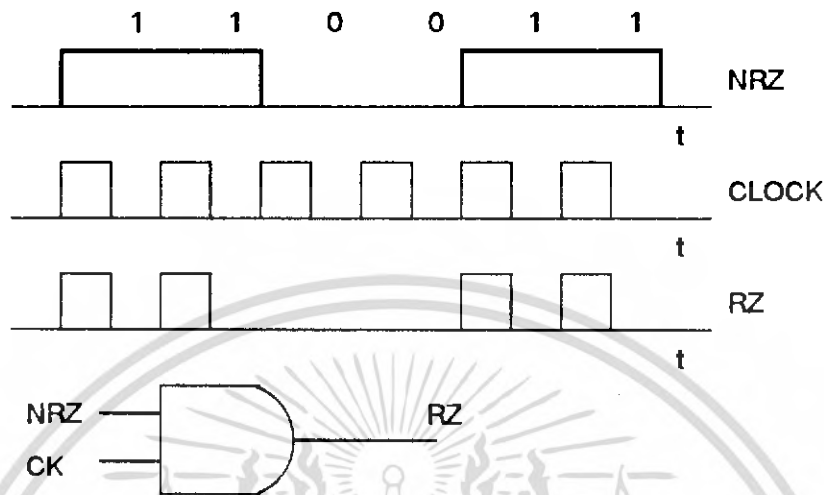
รูปคลื่นแบบนี้จะใช้ +V สำหรับลอจิก "1" และ 0 V สำหรับลอจิก "0" สำหรับ 1 สัญญาณ (1 บิต) จะมีความกว้างเท่ากับ  $T_b$  ในรูปที่ 2 แบบยูนิโพลาร์ซึ่งแสดงในรูป 2 (a) และ (b) ตามลำดับ



รูปที่ 2 (a)digital sequence, (b)Unipolar, (c)polar, (d)bipolar, (e)biphase, (f) differential

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อคา 140 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณแบบยูนิโพลาร์ในรูป 2(b) นี้ เป็นชนิด Non-Return-to-Zero (NRZ) รหัสไบนารี NRZ นี้จะมีลักษณะที่ระหว่างบิตต่อบิตสัญญาณจะไม่กลับมาสู่ระดับ 0 และจะไม่มีลักษณะตรงข้ามกับของรหัส Return-to-Zero (RZ) ซึ่งในระหว่างบิตต่อบิตสัญญาณจะกลับมาสู่ระดับ 0 ก่อนเสมอ ดังแสดงการเปรียบเทียบในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณ ยูนิโพลาร์ NRZ และ ยูนิโพลาร์ RZ

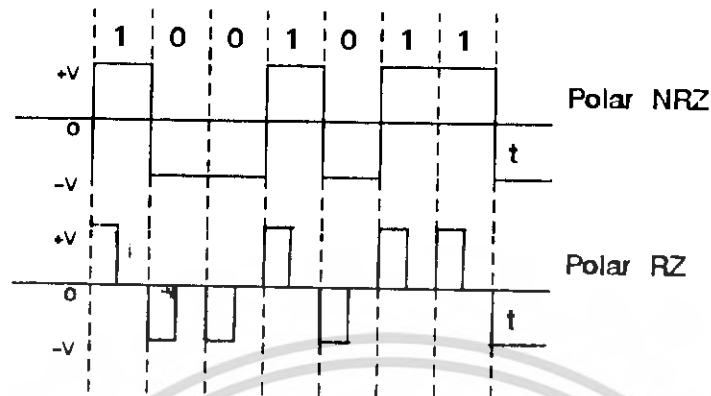
สำหรับรหัส NRZ นี้ไม่เหมาะสมนี้จะใช้สำหรับการส่งสัญญาณดิจิทัลตามสายเนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

1. องค์ประกอบกระแสตรง (DC) จะไม่สามารถผ่านการแอสซิมเมตรีในสายส่งได้จึงทำให้เกิดเป็นปัญหาสำหรับการอควอไลซ์ (ขดเชยการผิดเพี้ยนของสัญญาณให้กลับไม่มีรูปเดิม) ที่ซีเลนเนอร์เรทีฟิเคเตอร์ จะต้องสร้างวงจรตั้งเวลา (Regenerative Repeater)
2. ในรีเจนเนอเรทีฟรีฟิเคเตอร์ จะต้องสร้างวงจรตั้งเวลา (Timing circuit) สำหรับซิงโครไนซ์ตัวรีฟิเคเตอร์เองโดยอาศัยสัญญาณดิจิทัลที่รับเข้ามามานั้นถ้าใช้รหัส NRZ เป็นข้อมูลสำหรับการตั้งเวลานี้อาจจะเกิดการผิดพลาดเนื่องจากในสายส่งอาจจะมีขบวนพัลส์ที่เป็น "0" หรือ "1" ต่อเนื่องกันนานเกินไป ด้วยเหตุนี้ในระบบการส่งสัญญาณแบบดิจิทัลจึงใช้รหัสที่เป็น 3 ระดับ แทนรหัส NRZ

### Polar Waveform

รูปแบบของสัญญาณแบบ แสดงให้เห็นดังรูป 2 (c) ในที่นี้จะให้พัลส์บวกสำหรับลอจิก "1" และพัลส์ลบใช้สำหรับลอจิก "0" ซึ่งสามารถสลับขั้วกันได้โดยแทนพัลส์บวกเป็นลอจิก "0" และพัลส์ลบแทนลอจิก "1" ที่แสดงในรูป 2 (c) เป็นชนิด NRZ ส่วนชนิด RZ นั้นพัลส์จะมีความกว้างน้อยกว่าสัญลักษณ์ (โดยพัลส์มีความกว้าง  $T_b/2$  ส่วนสัญลักษณ์หรือ Symbol นั้น

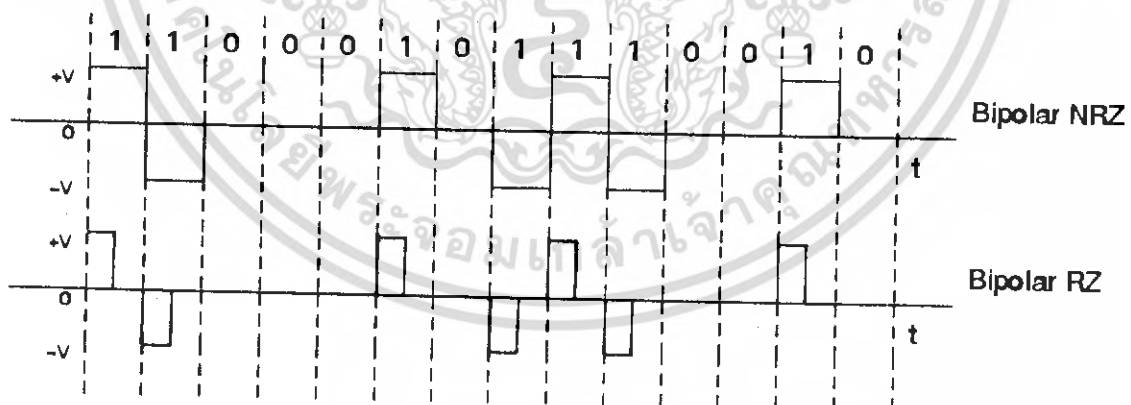
กว้าง ( $T_b$ ) สัญญาณแบบ Polar NRZ ป้องกัน Noise ได้ดีกว่าแบบ Polar RZ ในกรณีที่พัลส์แอมพลิจูดและคาบ  $T_b$  เท่ากัน



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณโพลาร์ NRZ และ โพลาร์ RZ

### Bipolar Waveform

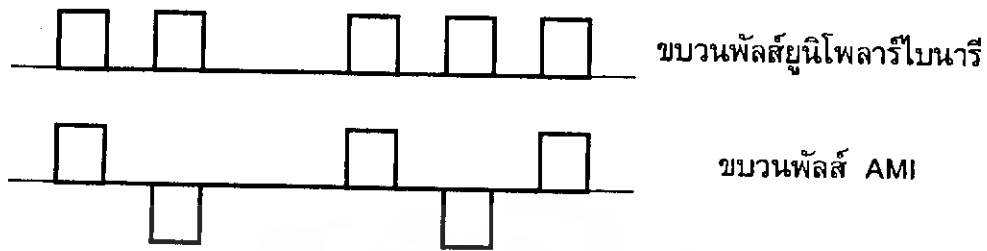
รูปแบบของสัญญาณแบบไบโพลาร์นั้นรหัส "0" จะไม่ส่งผล็ออกไป (OV.) และที่ลอจิก "1" จะส่งพัลส์ออกไปโดยสลับขั้วกัน ซึ่งหมายถึงว่าสัญญาณ "1" ที่อยู่ติดกันจะมีขั้วตรงข้ามกันเสมอดังได้แสดงมาแล้วในรูปที่ 2 (d) ซึ่งเป็นของชนิด NRZ ส่วนรูปแบบสัญญาณไบโพลาร์แบบ RZ สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างไบโพลาร์ NRZ และไบโพลาร์ RZ แต่เนื่องจากสัญญาณแบบ bipolar นี้มีการสลับขั้วที่มีบิต "1" ติดกันจึงมักเรียกว่า Alternate Mark Inversion (AMI)



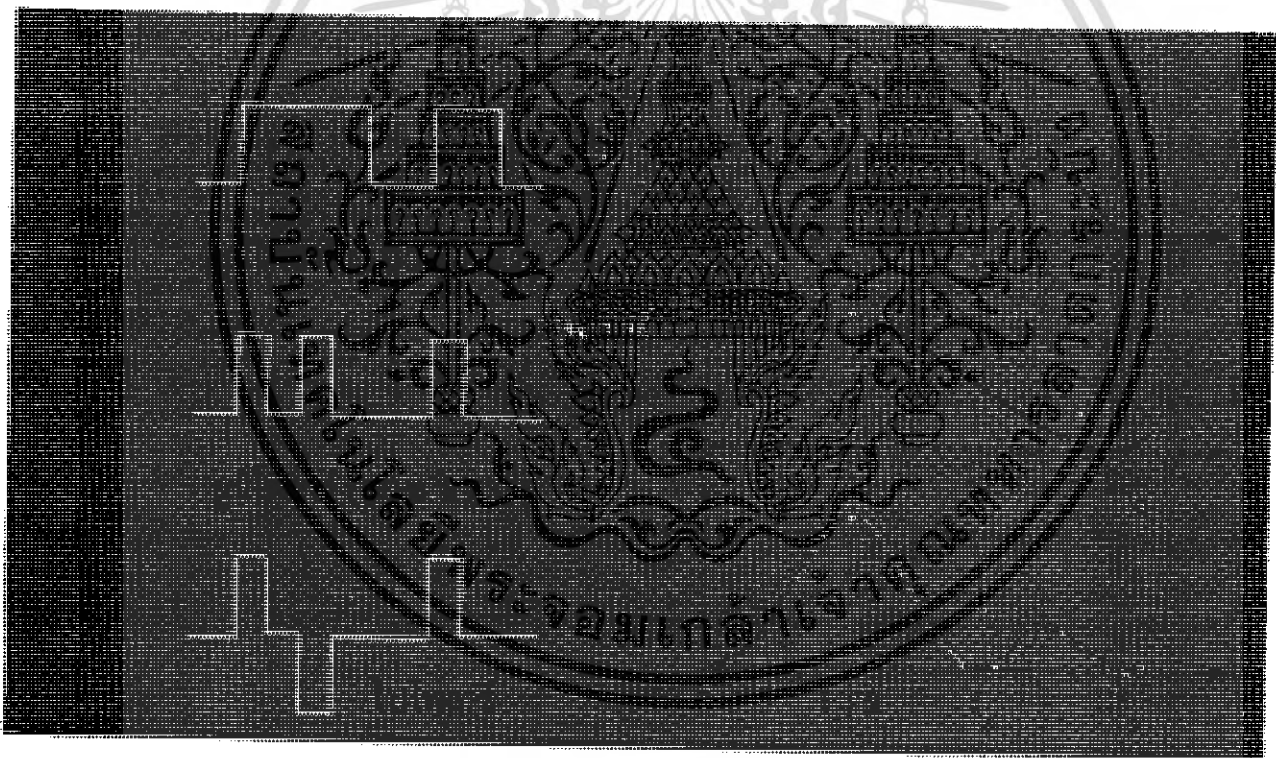
รูปที่ 5 ลักษณะของสัญญาณแบบไบโพลาร์

ข้อดีของสัญญาณแบบไบโพลาร์คือ จะไม่มีส่วนประกอบของกระแสตรง (DC) แม้ว่าขบวนพัลส์เป็น "1" หรือ "0" ต่อเนื่องกันนาน ๆ ก็ตาม (คุณสมบัติข้อนี้ไม่มีในสัญญาณแบบยูนิโพลาร์และโพลาร์) วงจรทางภาครับ สามารถส่งผ่าน AC ได้ และกันไฟ DC ไว้ได้ ทำให้

ปัญหาน้อยลง สิ่งที่เป็นปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการใช้รหัสนั้นจะมีเพียงอย่างเดียวก็คือ ขบวนการพัลส์ที่เป็น "0" ต่อเนื่องกันนาน การเปรียบเทียบ พัลส์แบบยูนิโพลาร์และไบโพลาร์พร้อมทั้งพาวเวอร์สเปกตรัมของมันเหล่านั้นแสดงไว้ในรูปที่ 6



(ก) สัญญาณยูนิโพลาร์และสัญญาณ AMI



รูปที่ 6 (ข) รหัสยูนิโพลาร์ ไบโพลาร์ และพาวเวอร์สเปกตรัม

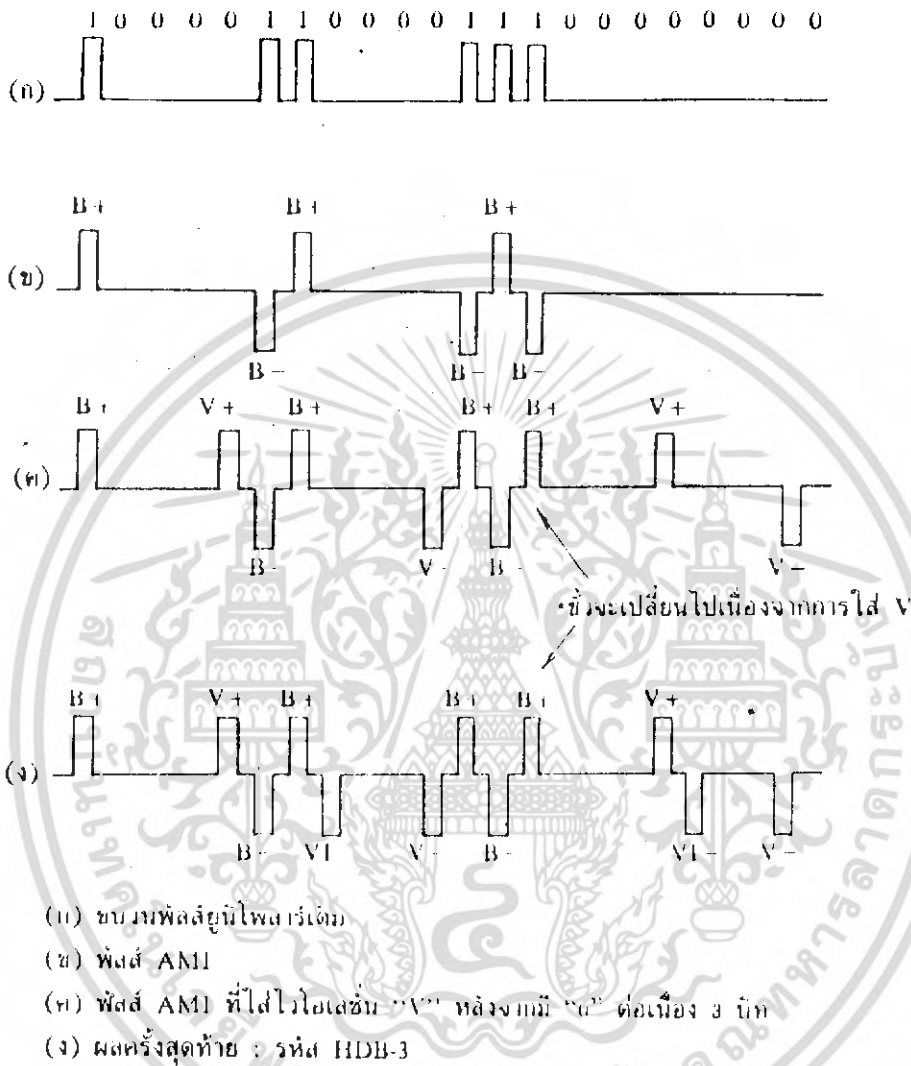
เนื่องจากรหัส AMI นั้นเมื่อข้อมูลถูกส่งไปในสายส่งเป็นระบบ PCM แล้วอาจเกิดกรณีที่ ขบวนการพลซ์เป็น "0" ต่อเนื่องกันนานเกินไป ซึ่งจะเป็นผลทำให้ทางด้านรับไม่สามารถจะตั้งเวลา เพื่อใช้ในการซิงโครไนซ์ได้หรือไม่สามารถจะแยกความถี่ clock ออกมาจากข้อมูลที่ส่งมาได้ จึง ใช้รหัส HDB-3 (High - Densitay Bipolar Three) เพื่อแก้ปัญหานี้โดยการกำจัดจำนวน "0" ที่ต่อเนื่องกันนาน ๆ ให้เหลือเพียง 3 บิต แล้วส่ง "1" ตามไปในบิตถัดมา รหัส HDB-3 มีกฎเกณฑ์ในการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. สมมติว่าสัญญาณไบนารีแบบยูนิโพลาร์เป็นไปตามรูป 7 (ก) ก่อนอื่นเปลี่ยนสัญญาณนี้เป็นรหัสตามกฎของ AMI คือพัลซ์ลुकต่อไปจะมีขั้วสลับกับของพัลซ์ที่มาก่อนดังรูป 7 (ข)

2. กรณีที่สัญญาณไบนารีเดิมเป็น "0" หรือเรียกว่า "Space" ในการสร้างรหัส HDB-3 นั้นยังคงให้เป็น Space แต่ถ้า Space ต่อเนื่องกันใน 1 ช่วง (String) มี 4 บิต หรือมากกว่า ต้องทำให้บิตที่ 4 เป็น "1" หรือ "Mark" เสมอ สำหรับขั้วของพัลซ์ที่ส่งไปนั้นต้องมีลักษณะที่ ผิดกฎของ AMI ซึ่งพัลซ์เหล่านั้นแสดงไว้ในรูป 7 (ค) ด้วย V+ และ

3. การใส่พัลซ์เพิ่มลงไปจะทำให้ space ซึ่งยาวนั้นสั้นลง แต่ในขณะที่เดียวกันต้อง คำนึงว่าจะต้องไม่มีองค์ประกอบ DC ปนอยู่ ดังนั้นพัลซ์ที่ส่งไปนั้นจะต้องมีขั้วที่เป็นไปตามกฎ ของรหัส AMI กล่าวคือเมื่อพัลซ์แรกเป็น V+ ก็ต้องตามด้วย V- หรือในทางตรงข้าม

4. ในบางกรณี สัญญาณไบนารีเดิมที่เป็น "1" ซึ่งแสดงไว้ด้วย B+ หรือ B- และ สัญญาณพัลซ์ที่ส่งไปคือ V+ หรือ V- นั้น อาจมีขั้วตรงกันข้ามกัน ซึ่งเป็นการผิดกฎข้อ (3) ในกรณีเช่นนี้ที่ Space แรกของช่วงจะใส่ Mark ซึ่งมีขั้วเหมือนกับ V+ หรือ V- ในช่วงเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าพัลซ์ V+ หรือ V- ไม่ใช่พัลซ์เดิม พัลซ์ที่ใส่เพิ่มนี้แสดงด้วย V1+ และ V1- ตามรูป 7 (ง)



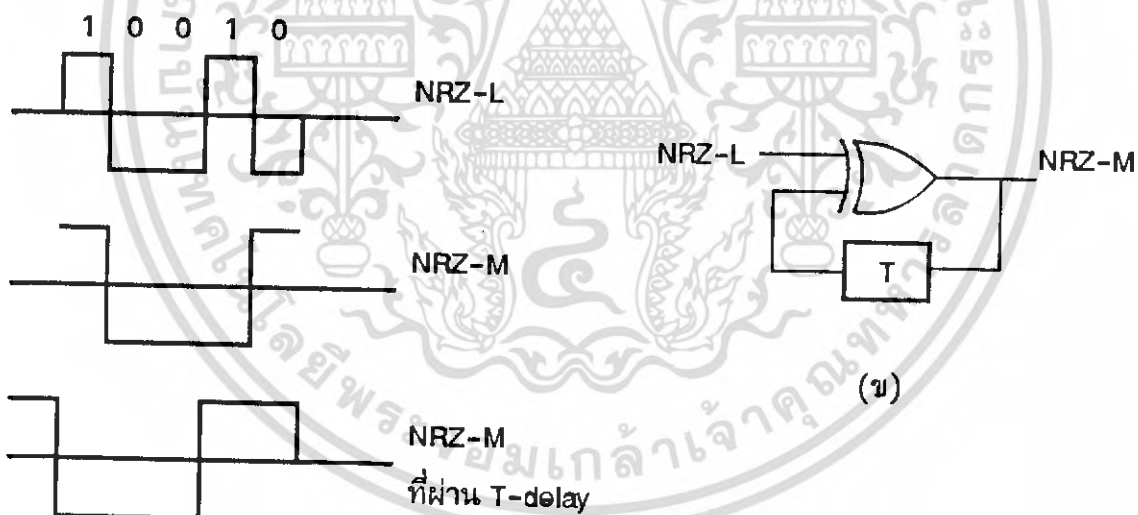
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง AMI และ HDB-3

## Differential Waveform

เนื่องจากการส่งสัญญาณแบบ Polar ชนิด NRZ-L มีปัญหาย่อยเกิดขึ้น 2 ปัญหา ปัญหาอันแรกก็คือ เมื่อข้อมูลคงที่ ( ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างบิต "0" กับบิต "1" ) ทำให้เกิดปัญหาเรื่องเวลาที่สร้างบิต Synchronization ปัญหาที่ 2 ก็คือเกิดการกลับข้อมูล ถ้า Level ถูกกลับกันระหว่างการส่ง (นั่นคือ +V ถูกแสดงเป็น -V ที่ภาครับ ขบวนการของข้อมูลจะถูกกลับค่าแล้วทุกบิตจะเกิดการผิดพลาด การกลับค่าเกิดจากหลายสาเหตุ แต่ที่พบโดยทั่วไปเกิดการหน่วงเวลา(Time delay) ทำให้เฟสเลื่อนไป  $180^\circ$  ส่วนใหญ่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เช่น Op-Amp

ด้วยเหตุผลเหล่านี้ เราจึงเลือกการทำให้อยู่ในรูปรหัสแบบ Differential มีเทคนิคที่ให้ข้อมูล (Data) ถูกแทนโดยการเปลี่ยน Level โดยระดับของสัญญาณพิเศษ โดยแบ่งเป็น 2 ระบบคือ NRZ-M และ NRZ-S ซึ่ง M ก็คือ Mark S ก็คือ Space

ในระบบ NRZ-M Data "1" ถูกแทนโดยการเปลี่ยน Level ระหว่างบิต สองบิตที่ต่อเนื่องกันในขณะที่ Data "0" ถูกแทนโดยบิตที่ต่อเนื่องกันไม่มีการเปลี่ยนแปลง Level ในรูปที่ 8 (ก) จะแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของรหัส NRZ-M ที่เกิดจากการนำสัญญาณ NRZ-L (Polar NRZ) มากระทำตามวงจรจริงในรูป 8 (ข)



(ก)

รูปที่ 8 (ก) แสดงรูปคลื่นของ NRZ-M และ NRZ-L (ข) แสดงการทำให้เกิดรหัส NRZ-M

จากรูป 8 (ก) สังเกตว่าเราเริ่มต้นที่ NRZ-M ที่มีสัญญาณที่ +V ซึ่งจริง ๆ แล้วเราสามารถที่จะให้เริ่มต้นที่ -V ได้เช่นกัน การสร้างรหัส NRZ-M สามารถสร้างได้ โดยใช้ EXCLUSIVE -OR GATE และ Time delay ดังรูปที่ 8 (ข)

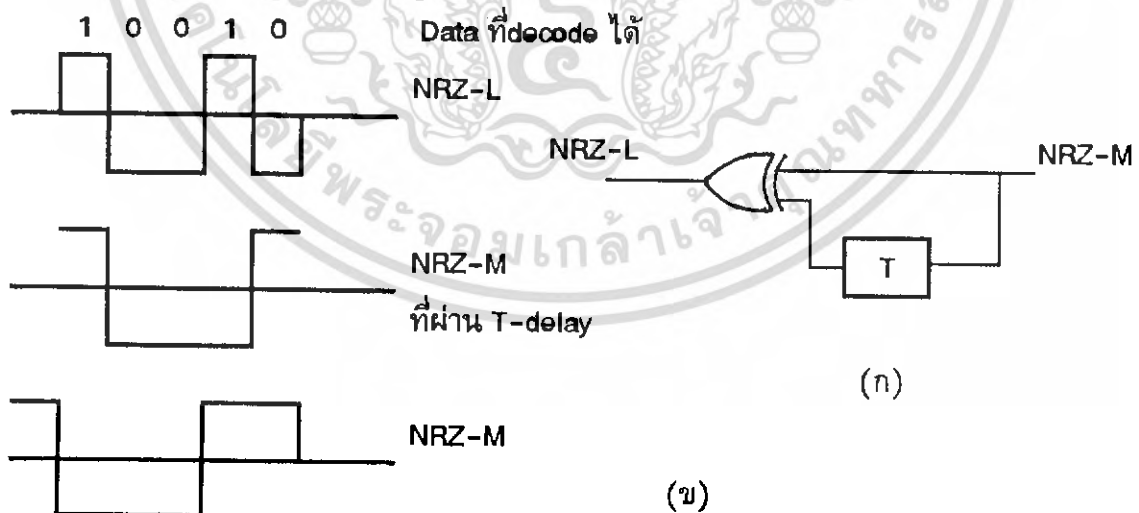
การทำงานของวงจรเริ่มด้วยนำสัญญาณ NRZ-L มา Exclusive-OR กับ NRZ-N ที่ถูกผ่านการหน่วงเวลาไป 1 Tb ดังนั้นถ้า Input (NRZ-L) เป็นบิต "1" เข้ามา Output จะเป็นบิตที่ตรงข้ามกับ Output ที่เกิดขึ้นก่อนหน้า ซึ่งนั่นก็คือถ้าเรานำการทำงานของ EXCLUSIVE -OR โดยให้ขาใดขาหนึ่งเป็น "1" คงที่ไว้ ผลลัพธ์ที่ออกมาจะตรงข้ามกับ Input อีกขาหนึ่งเสมอ

$$\begin{array}{r} 1 \oplus 1 = 0 \\ 1 \oplus 0 = 1 \end{array}$$

ในกรณีที่ Input (NRZ-L) เป็นบิต "0" เข้ามา เอาท์พุทจะเป็นบิตที่เหมือนกับ เอาท์พุทที่เกิดขึ้นก่อนหน้า นั่นก็คือการทำงานของ Exclusive-OR โดยให้ขาใดขาหนึ่งเป็น "0" เอาท์พุทที่ออกมาจะเหมือนกับอินพุทอีกขาหนึ่งเสมอ

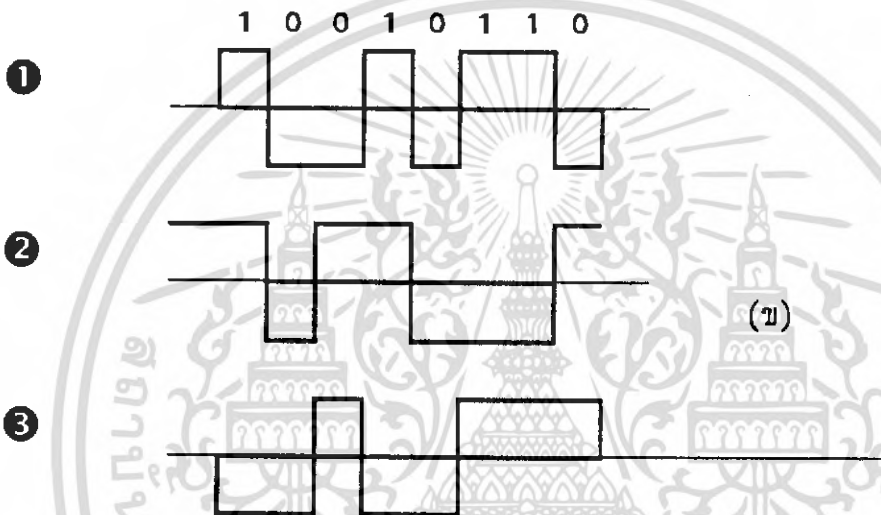
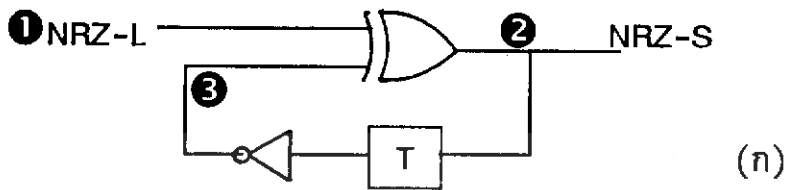
$$\begin{array}{r} 0 \oplus 1 = 1 \\ 0 \oplus 0 = 0 \end{array}$$

การถอดรหัส NRZ-M จะใช้วิธีเปรียบเทียบสัญญาณ NRZ - M กับตัวมันเองที่ผ่าน Time delay แล้ว ถ้าทั้งคู่มีบิตที่เหมือนกัน ทำให้เรารู้ว่ามีการส่งบิต 0 มา และถ้าทั้งคู่มีบิตที่ต่างกันก็แสดงว่าส่งบิต "1" มา ซึ่งเหล่านี้ก็คือคุณสมบัติการทำงานของ EX-OR สามารถเขียนเป็นวงจรและรูปแบบของสัญญาณได้ดังรูปที่ 9



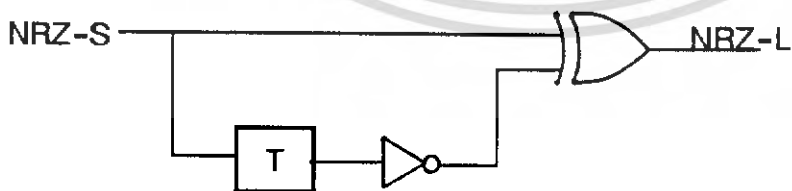
รูปที่ 9 (ก) Decoder ของ NRZ-M (ข) ลักษณะของสัญญาณ

ระบบ NRZ-S ส่วนใหญ่ก็คล้ายกับ NRZ-M ยกเว้นเอาที่พุกจะกลับกันนั่นคือ Data "1" จะถูกแทนด้วยการไม่เปลี่ยนแปลง Level ระหว่างบิตที่ติดกัน ส่วน Data "0" ถูกแทนด้วยการเปลี่ยน Level ระหว่างบิตที่อยู่ติดกัน



รูปที่ 10 (ก) Encoder ของ NRZ-S (ข) รูปแบบของสัญญาณ

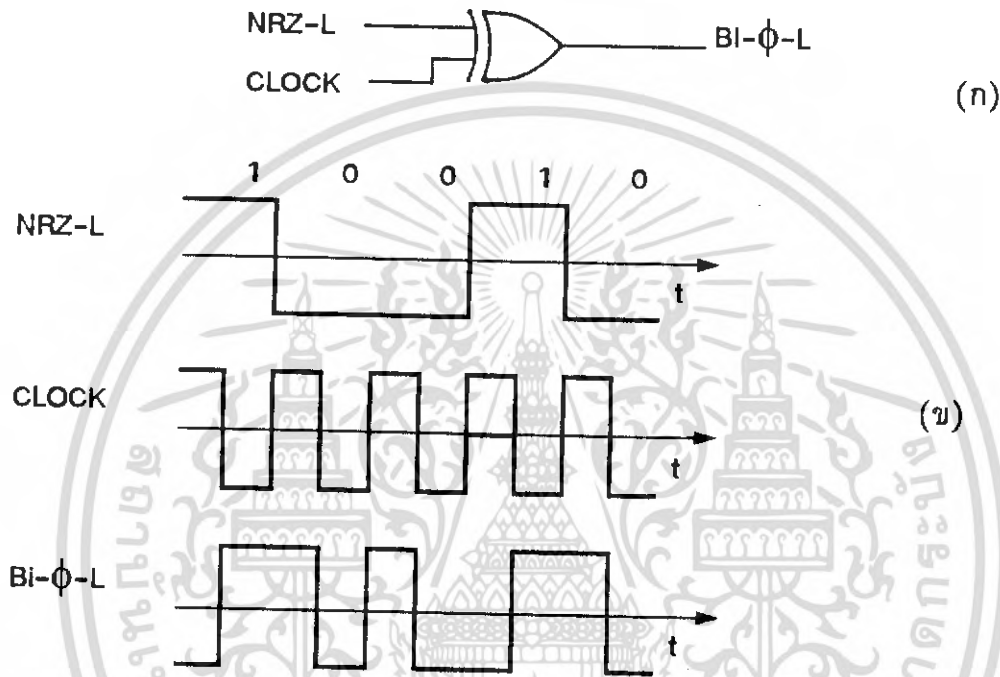
การเข้ารหัสและการถอดรหัส NRZ-S คล้ายกับ NRZ-M เพียง แต่เพิ่ม NOT GATE เข้าไปดังรูปที่ 11 ในที่นี้ให้บิตเริ่มต้นเป็น "1" ซึ่งจริง ๆ แล้วสามารถให้เริ่มต้นที่บิต "0" ก็ได้



รูปที่ 11 Decoder ของ NRZ-S

**Biphase Waveform**

ในขณะที่ NRZ-M และ NRZ-S สามารถแก้ปัญหาเรื่อง การกลับค่า (Inversion) ของ Data ได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการสูญเสียข่าวสารของสัญญาณนาฬิกา (Timing Information) เช่น ในระบบ NRZ-S Data มี "1" ติดกันนาน ทำให้ไม่มีการเปลี่ยน Level ข่าวสารสัญญาณนาฬิกาจึงสูญเสียไป รหัสแบบ Biphase นั้นสามารถแก้ปัญหาทั้งสองนี้ได้ ในรูป 12 แสดงการเข้ารหัสของ Biphase-L และเปรียบเทียบสัญญาณของ NRZ-L กับ Biphase-L

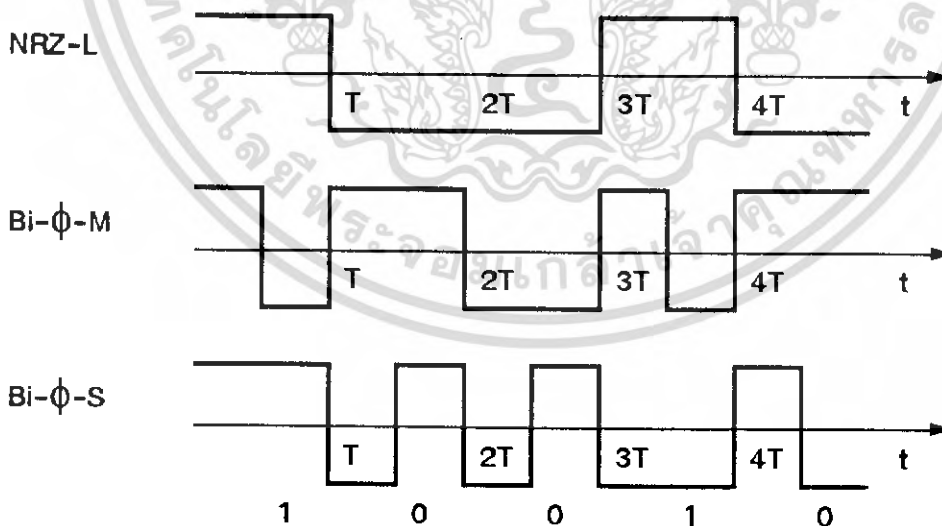


รูปที่ 12 (ก) การสร้างรหัส Biphase-L (ข) เปรียบเทียบสัญญาณ

สังเกตได้ว่า Data "1" ถูกส่งด้วยครึ่งแรกของบิตเป็น  $-V$  ครึ่งหลังของบิตเป็น  $+V$  ส่วน Data "0" ถูกส่งด้วยสัญญาณที่กลับกันคือ ครึ่งบิตแรกเป็น  $+V$  ครึ่งบิตหลังเป็น  $-V$  ดังนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก  $+V$  ไปยัง  $-V$  หรือจาก  $-V$  ไป  $+V$  อยู่เสมอที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแต่ละบิต การเปลี่ยน Level เพิ่มขึ้น เกิดที่ตอนเริ่มต้นของระหว่างบิตสองบิตที่อยู่ติดกันมีลักษณะที่เหมือนกัน

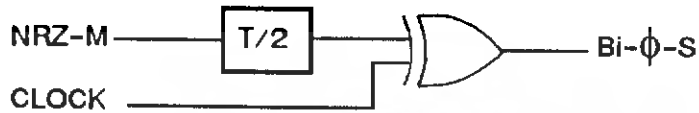
การทำงานของการสร้างรหัส Biphase-L เริ่มจากให้สัญญาณ NRZ-L เข้าที่ขาใดขาหนึ่งของ EX-OR อีกขาจะเป็นความถี่ของสัญญาณนาฬิกา ดังนั้น เมื่อ Data เป็น "0" เอาท์พุทของเอาท์พุทจะมีลักษณะตรงข้ามกับสัญญาณนาฬิกา ด้วยเหตุนี้เราสามารถแก้ปัญหาเรื่องเวลาได้ แต่ในปัญหาเรื่องเวลาได้ แต่ปัญหาในเรื่องการกลับค่าระหว่างการส่งหรือที่ภาครับยังคงมีอยู่

เราสามารถสร้างการเข้ารหัสเป็น Differential และการเข้ารหัสแบบ Biphase ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาทั้งเรื่องของการสูญเสียของสัญญาณนาฬิกาและเรื่องการกลับค่า (Inversion) ได้ มีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือ Biphase-M และ Biphase-S การเปลี่ยน Level จะเกิดขึ้นที่ตอนเริ่มต้นของทุก ๆ บิต ต่างจาก Biphase-L ซึ่งการเปลี่ยน Level จะเกิดขึ้นกึ่งกลางของทุก ๆ บิต ในระบบ Bi-(-M นั้น Data "1" ถูกแทนด้วยโดยการเพิ่มการเปลี่ยน Level ที่กึ่งกลาง ขณะที่ Data บิต "0" ถูกแทนด้วยการไม่มีการเปลี่ยน Level ที่กึ่งกลาง ขณะที่ Data Bit "0" ถูกแทนด้วยการไม่มีการเปลี่ยน Level ที่กึ่งกลางบิต ในระบบ Bi-(-S Data Bit "1" จะถูกแทนด้วยการไม่มีการเปลี่ยนแปลง Level ที่กึ่งกลางบิต ขณะที่ Data บิต "0" จะเปลี่ยนแปลง Level ที่กึ่งกลางบิตในรูปแบบที่ 13



รูปที่ 13 ลักษณะของสัญญาณ Biphase

การเข้ารหัสของ Bi- $\phi$ -S สามารถสร้างได้โดยใช้วงจรดังรูปที่ 14 (ก) เริ่มด้วยนำสัญญาณ NRZ-M ไปหน่วงเวลาไปครึ่งคาบ ( $T_b/2$ ) แล้ว EX-OR กับสัญญาณความถี่ Clock (Double Frequency Clock) ผลที่ได้จะกลับกับทุกส่วนของสัญญาณ NRZ-M ถ้าเราต้องการสัญญาณ Bi- $\phi$ -M ก็ใช้อินพุต NRZ-S แทน NRZ-M และ Bi- $\phi$ -M สร้างจาก NRZ-S



(ก)



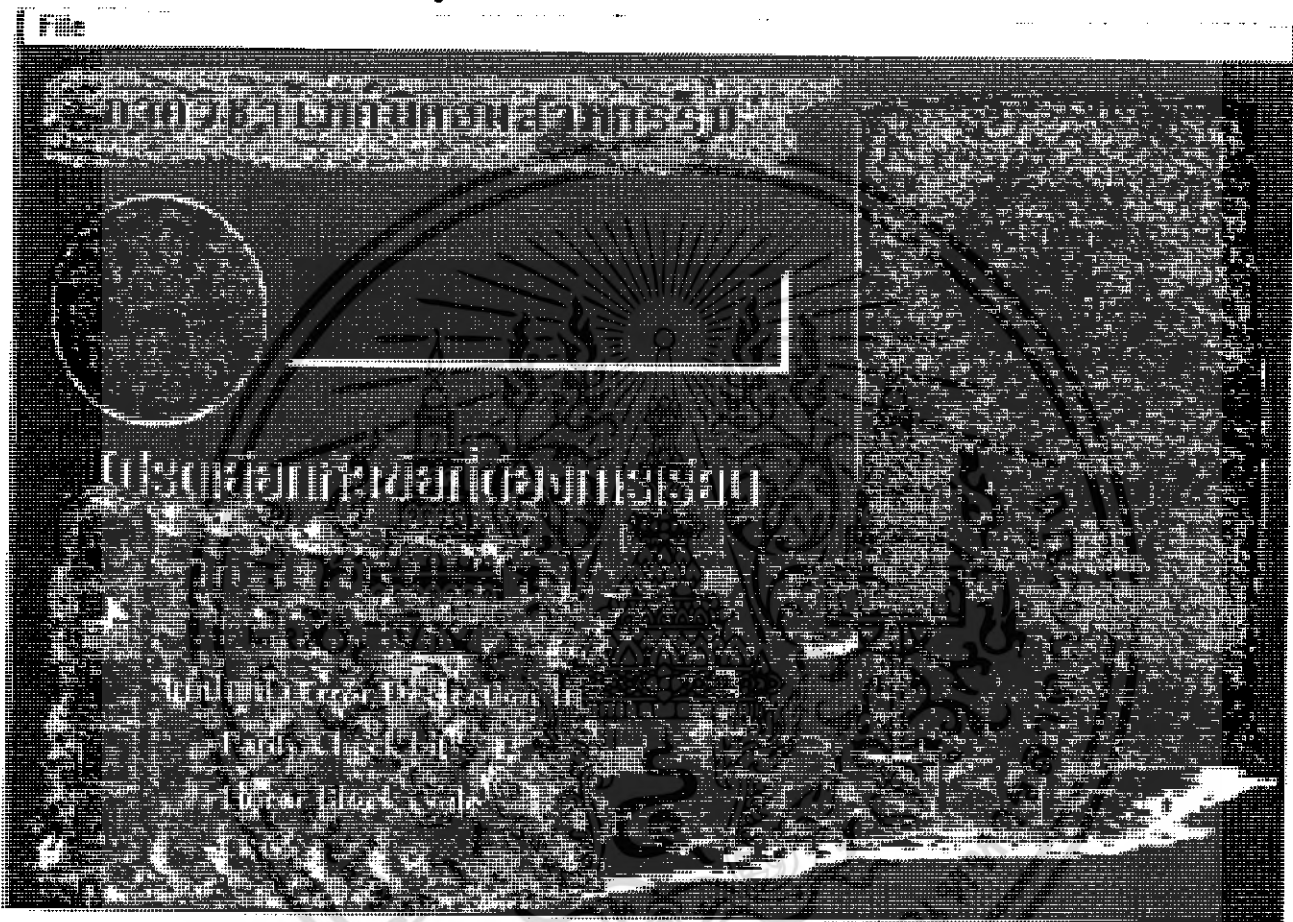
(ข)

รูปที่ 14 (ก) Encoder ของ Bi- $\phi$ -S (ข) Encoder ของ Bi- $\phi$ -M

## การเข้าสู่บทเรียนเรื่อง **ERROR DETECTION**

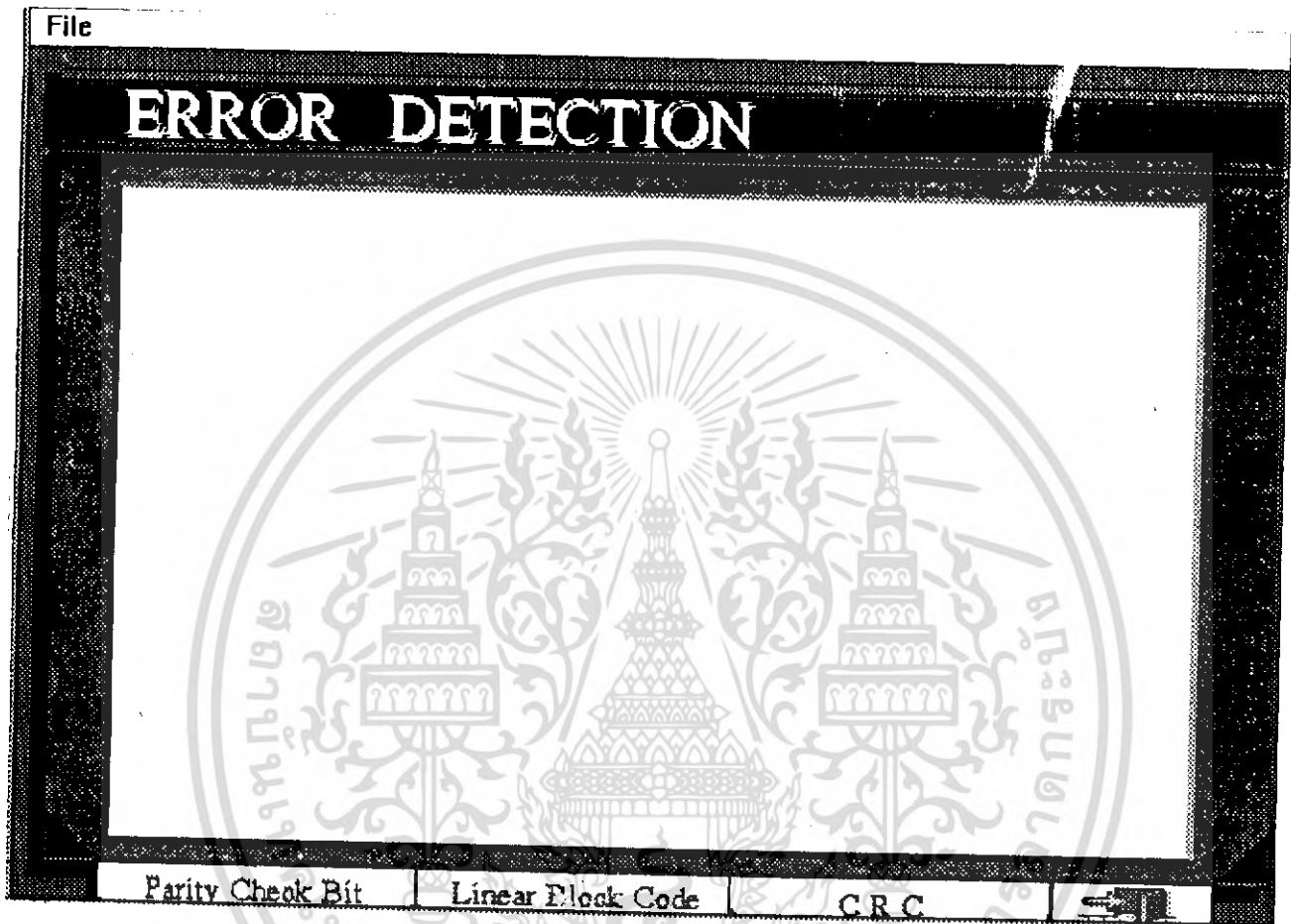
มีลำดับขั้นดังนี้

1. จากเมนูหลัก ใช้ เมาส์ คลิกที่กล่องที่สองนับจากบน จะเป็นวัตถุประสงค์ของการเรียนเรื่องนี้ดังรูป



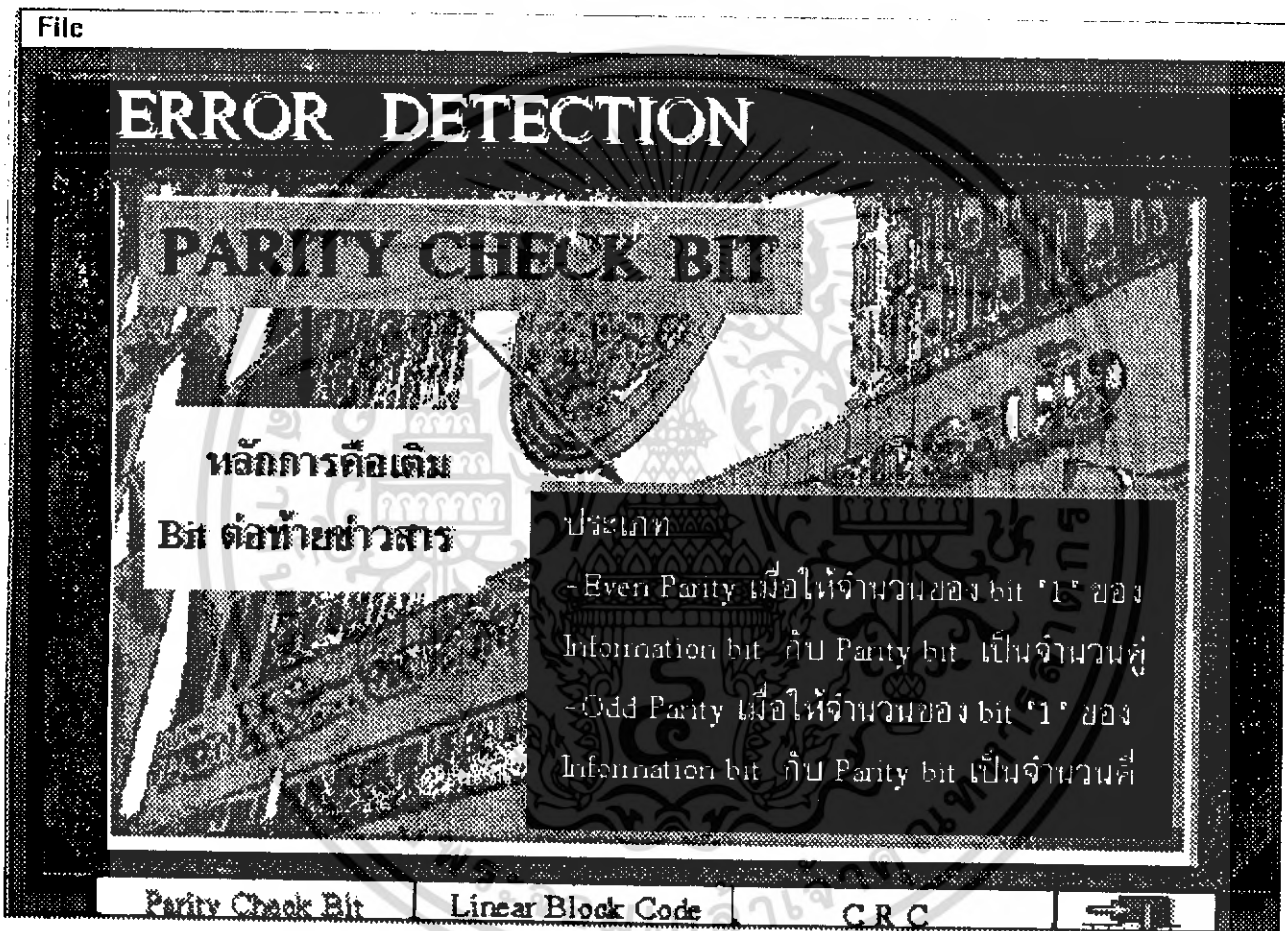
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 152 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้เมาส์ คลิกที่ปุ่มเดิมอีกครั้ง ก็เข้าสู่เมนูย่อย ซึ่งมีลักษณะเป็น Tab Book เพื่อเลือกชนิดของ Error Detection ที่ต้องการเรียนดังรูป สามารถเลือกเรียนได้โดย ใช้เมาส์ คลิก ที่แถบด้านล่างตรงกับชื่อที่ต้องการเรียน ส่วนแถบล่างขวาสุดจะเป็นทางออกไปสู่เมนูหลัก



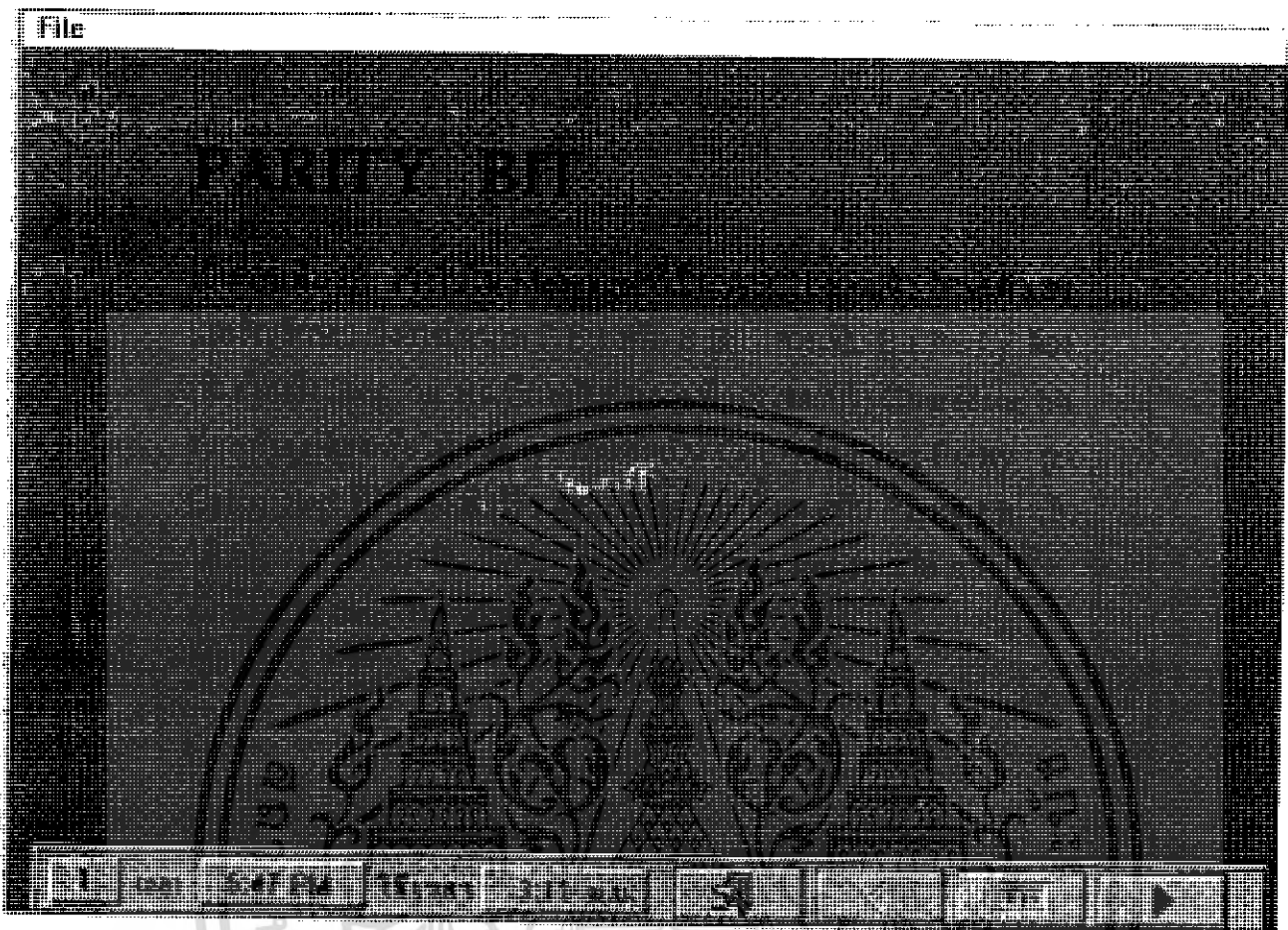
### 3. การเลือกเนื้อหา

3.1 PARITY CHECK BIT ใช้เมาส์คลิกที่ตรงแถบที่มีคำว่า Parity Check Bit หน้าจอจะแสดงผลดังรูป แล้วโปรแกรมจะนำเข้าสู่เนื้อหาโดยอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 154 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าแรกของ PARITY CHECK BIT จะเป็นดังรูป



ที่แถบด้านล่างประกอบด้วยปุ่มแสดง และปุ่มกดต่างๆ เรียงจากซ้ายไปขวาก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับในเรื่องแรกกล่าวคือ

ปุ่มบอกเลขหน้า

ปุ่มแสดงเวลาปัจจุบัน

ปุ่มแสดงเวลาที่ใช้ทั้งหมด

ปุ่มทางออก กดปุ่มนี้เมื่อต้องการออกไปที่เมนูหลัก

ปุ่มกดให้กลับไปหน้าก่อน หน้าปัจจุบัน(ที่ไม่ใช่หน้า 1)

ปุ่มกดให้ไปหน้าถัดไป

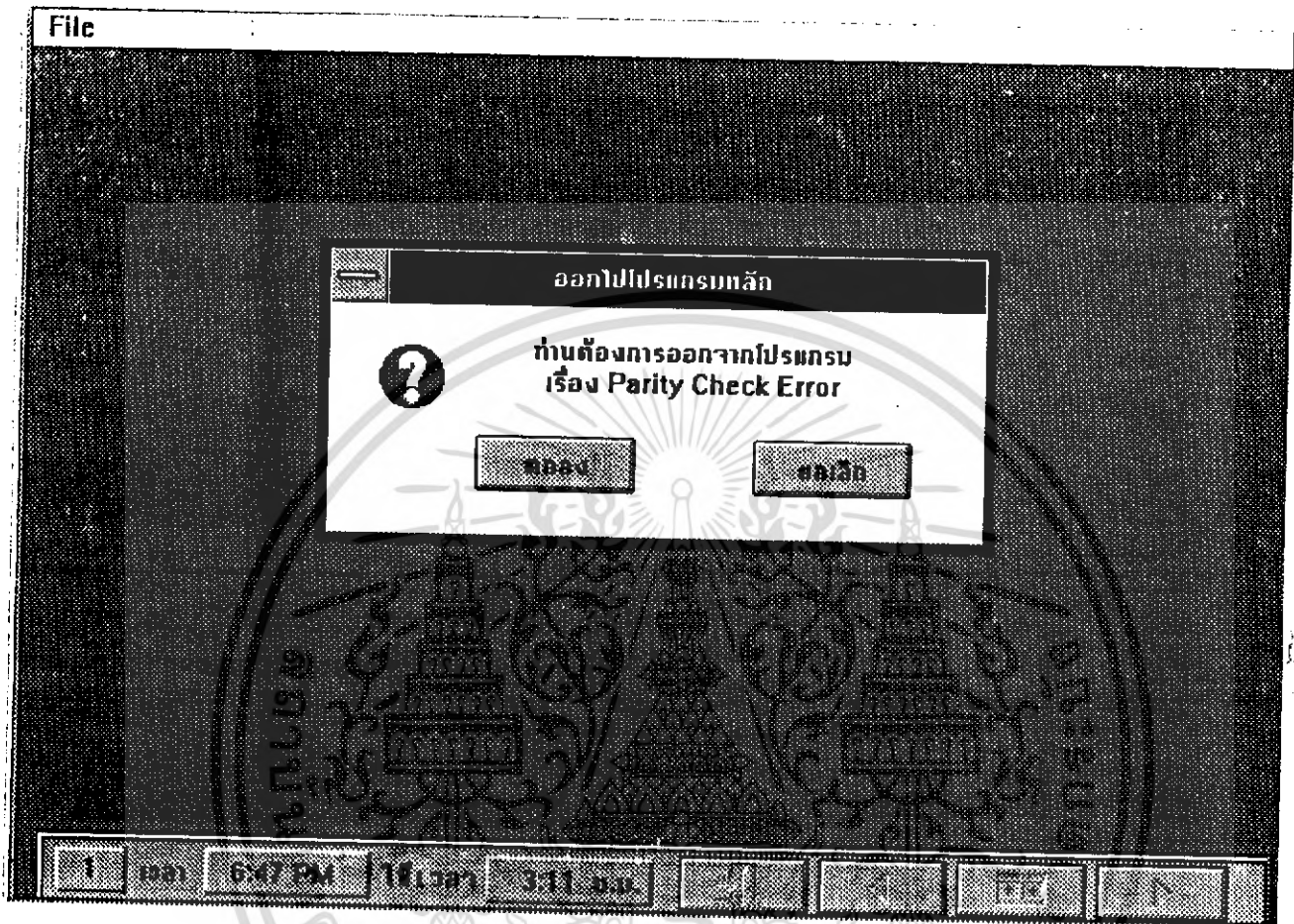
นอกจากในเนื้อหาบางส่วนยังให้ผู้เรียน คลิกเมาส์บนปุ่มในเนื้อเรื่องได้

ใช้เมาส์ คลิก ปุ่มกดให้ไปหน้าถัดไปเรื่อยๆจนจบเนื้อหา หน้าจอให้ทราบว่าจะเรื่องนี้

แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 155 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เมาส์ คลิก ปุ่มทางออก ที่มีลักษณะเป็นรูปประตู จะได้ผลดังรูป



หากต้องการออกจริง ๆ ก็ให้ใช้ เมาส์ คลิก ตรงปุ่ม ตกลง โปรแกรมก็กลับไปสู่เมนู  
ย่อย (Tab Book)

3.2 LINEAR BLOCK CODE ใช้มาส์ตริกที่ตรงแถบที่มีคำว่า Linear Block Code หน้าจอจะแสดงผลดังรูป แล้วโปรแกรมจะนำเข้าสู่เนื้อหาโดยอัตโนมัติ

File

# ERROR DETECTION

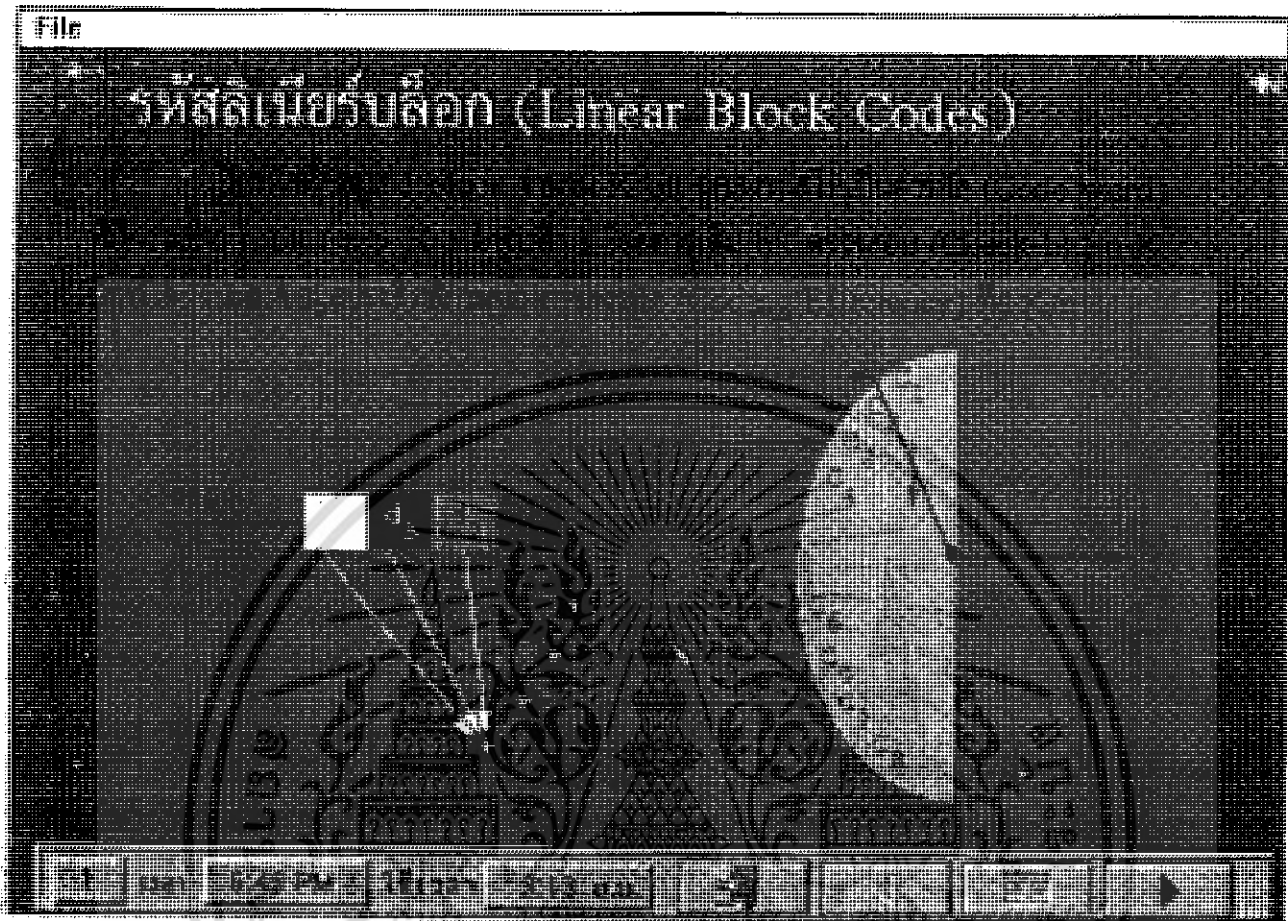
## LINEAR BLOCK CODE

รหัสลิเนียร์บล็อกเป็นรหัสที่ข้อมูล 1 block จำนวน  $K$  บิต ถูกตรวจให้เป็นคำรหัส (Code word) ที่มีขนาด  $n$  บิต โดย  $n > K$  โดยที่  $n - K$  บิต ตรวจสอบ (Check bit) หรือ  $n - K$  บิตที่ใช้  $K$  บิต ข้อมูล การวัดประสิทธิภาพของการตรวจรหัส (Coding Efficiency) คือ  $K/n$

Parity Check Bit	Linear Block Code	CRC	SI
------------------	-------------------	-----	----

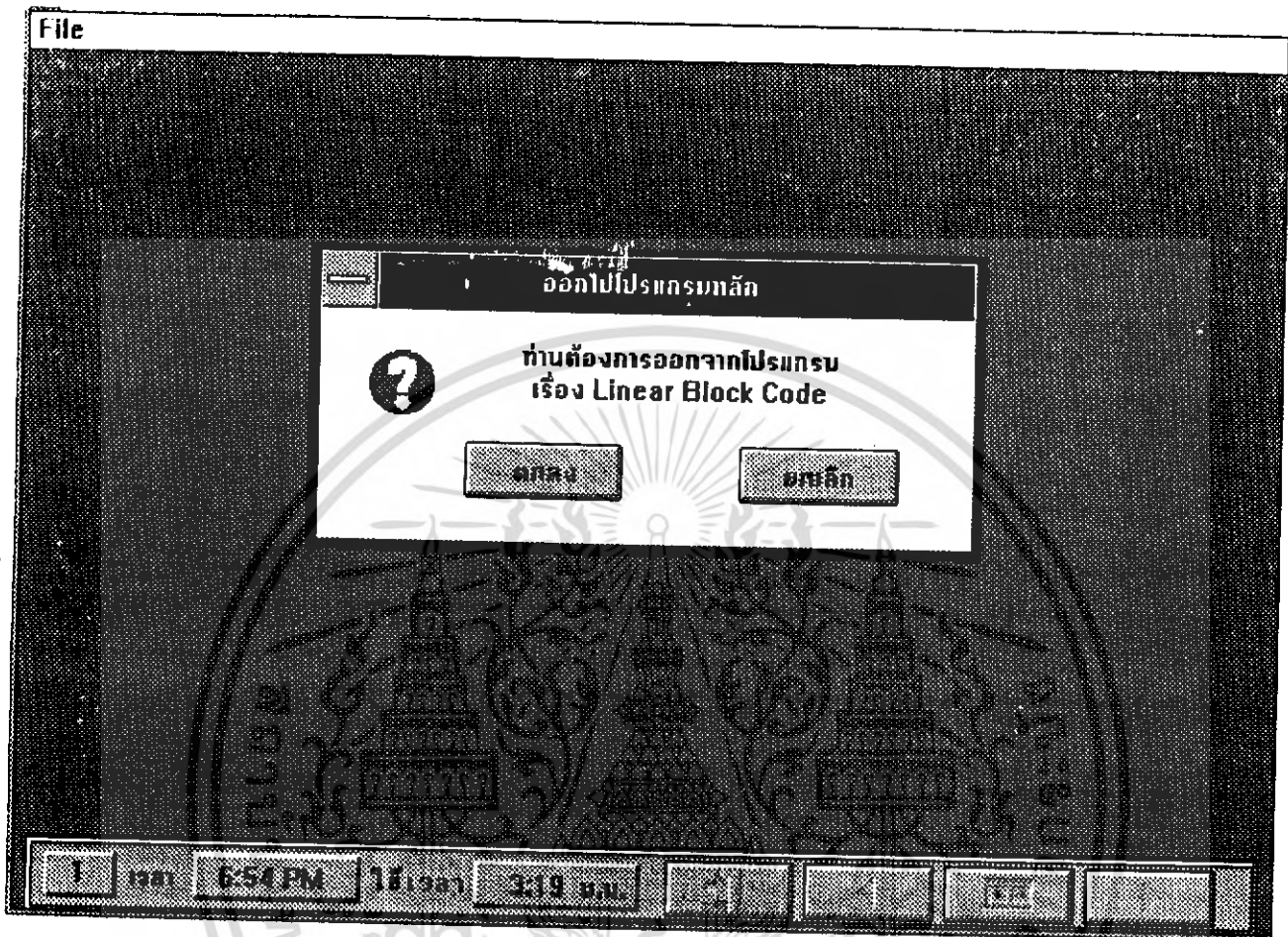
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 157 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าแรกของ LINEAR BLOCK CODE จะเป็นดังรูป



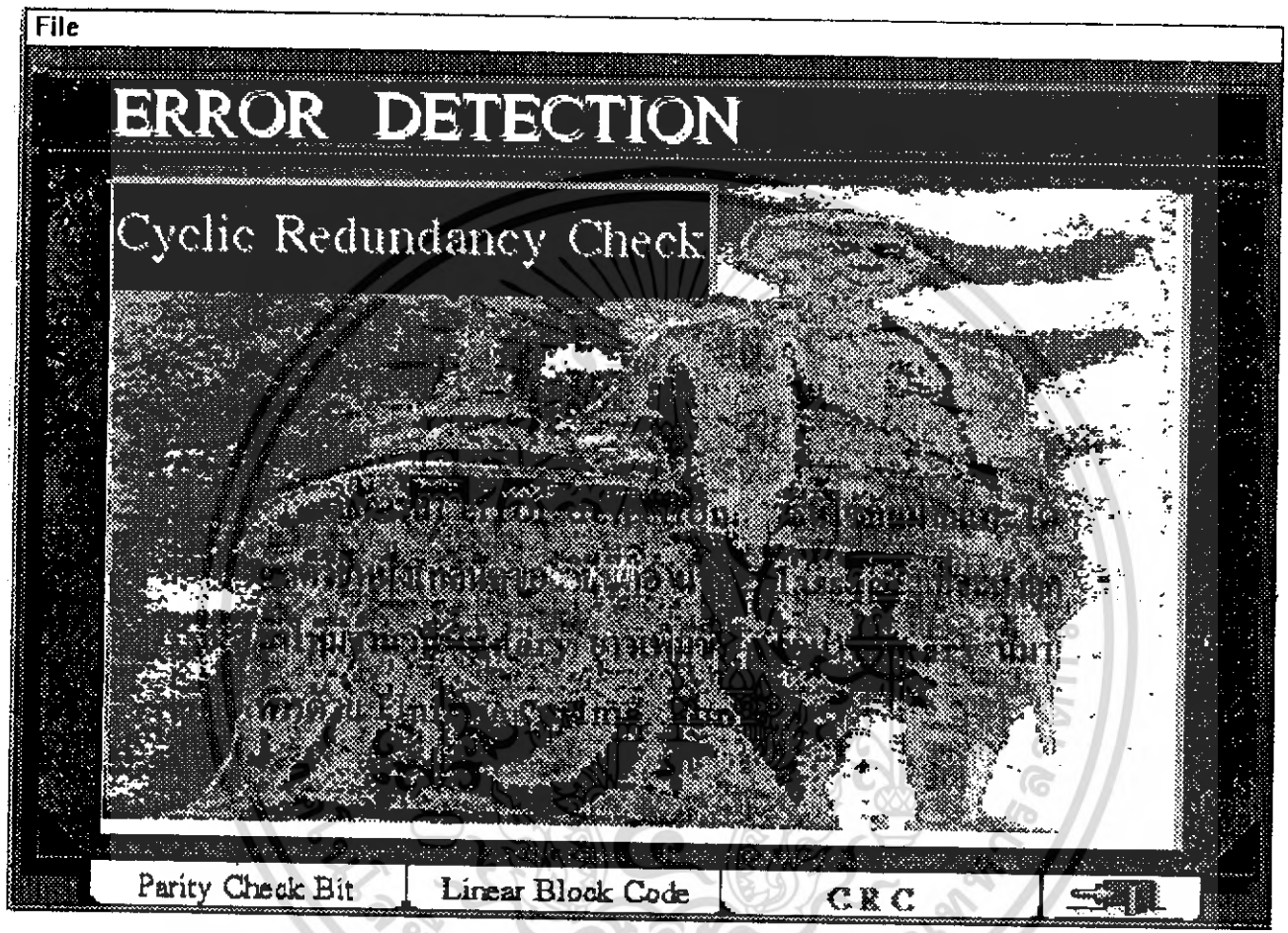
ที่แถบด้านล่างประกอบด้วยปุ่มแสดง และปุ่มกดต่างๆ เรียงจากซ้ายไปขวาก็จะมี  
ลักษณะเช่นเดียวกันกับในเรื่องแรก  
ใช้เมาส์คลิก ปุ่มกดให้ไปหน้าถัดไปเรื่อยๆจนจบเนื้อหา หน้าจอให้ทราบว่าจะจบเรื่องนี้  
แล้ว

ใช้เมาส์คลิก ปุ่มทางออก ที่มีลักษณะเป็นรูปประตู จะได้ผลดังรูป

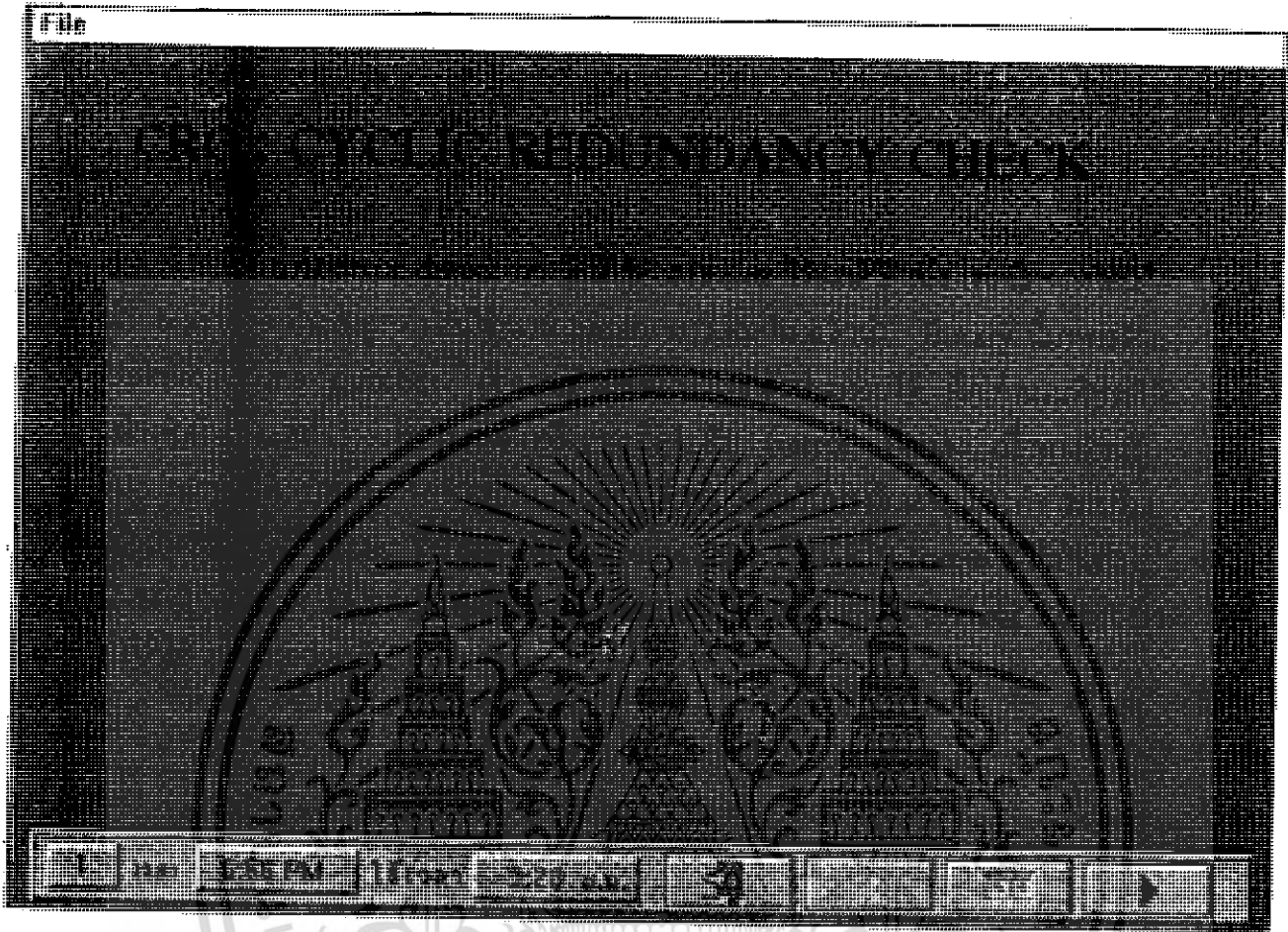


หากต้องการออกจริง ๆ ก็ให้ใช้ เมาส์คลิก ตรงปุ่ม ตกลง โปรแกรมก็กลับไปสู่เมนู  
ย่อย (Tab Book)

3.3 CYCLIC REDUNDANCY CHECK ใช้เม้าส์คลิกที่ตรงแถบที่มีคำว่า CRC หน้าจอจะแสดงผลดังรูป แล้วโปรแกรมจะนำเข้าสู่เนื้อหาโดยอัตโนมัติ

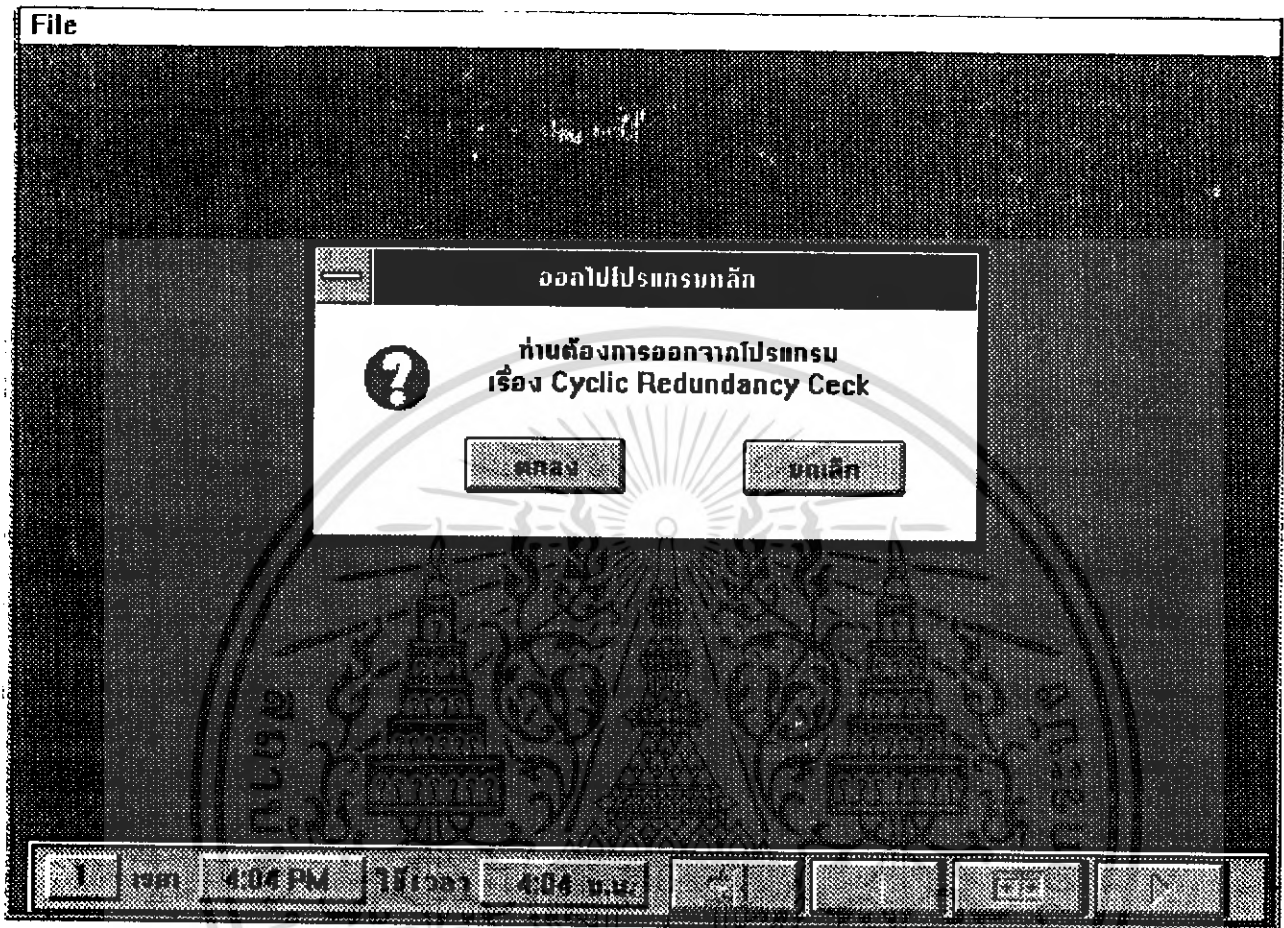


## หน้าแรกของ Cyclic Redundancy Check จะเป็นดังรูป



ที่แถบด้านล่างประกอบด้วยปุ่มแสดง และปุ่มกดต่างๆ เรียงจากซ้ายไปขวาก็จะมี  
ลักษณะเช่นเดียวกันกับในเรื่องแรก  
ใช้เมาส์คลิก ปุ่มกดให้ไปหน้าถัดไปเรื่อยๆจนจบเนื้อหา หน้าจอให้ทราบว่าจะจบเรื่องนี้  
แล้ว

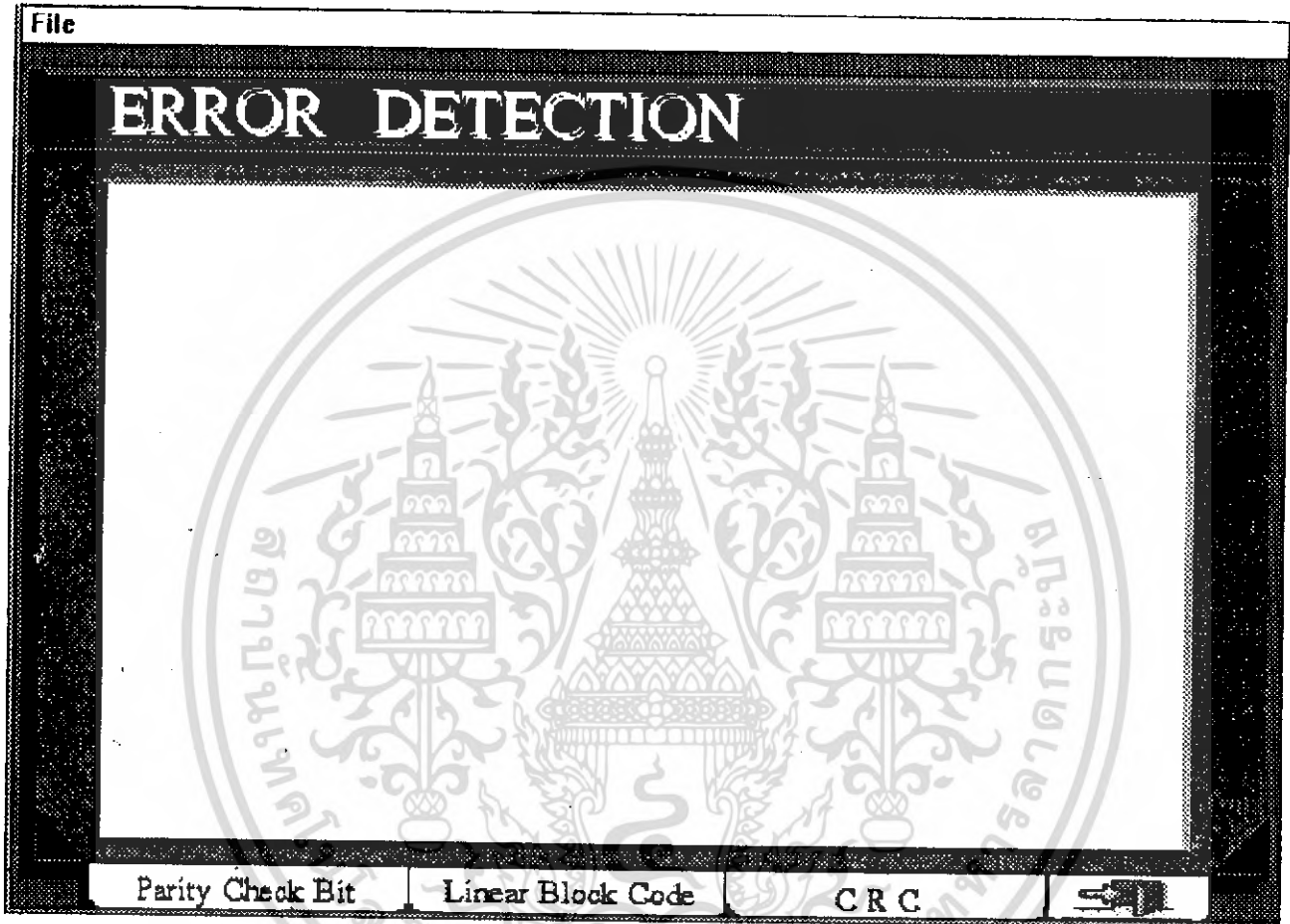
ใช้เมาส์คลิก ปุ่มทางออก ที่มีลักษณะเป็นรูปประตู จะได้ผลดังรูป



หากต้องการออกจริง ๆ ก็ให้ใช้ เมาส์คลิก ตรงปุ่ม ตกลง โปรแกรมก็กลับไปสู่เมนู  
ย่อย (Tab Book)

#### 4. การออกจากการเรียนรู้เรื่อง ERROR DETECTION

ขณะที่อยู่ที่ เมนูย่อย (Tab Book) ใช้เมาส์ที่แถบทางออก รูปประตู ก็จะกลับไปสู่เมนูหลัก

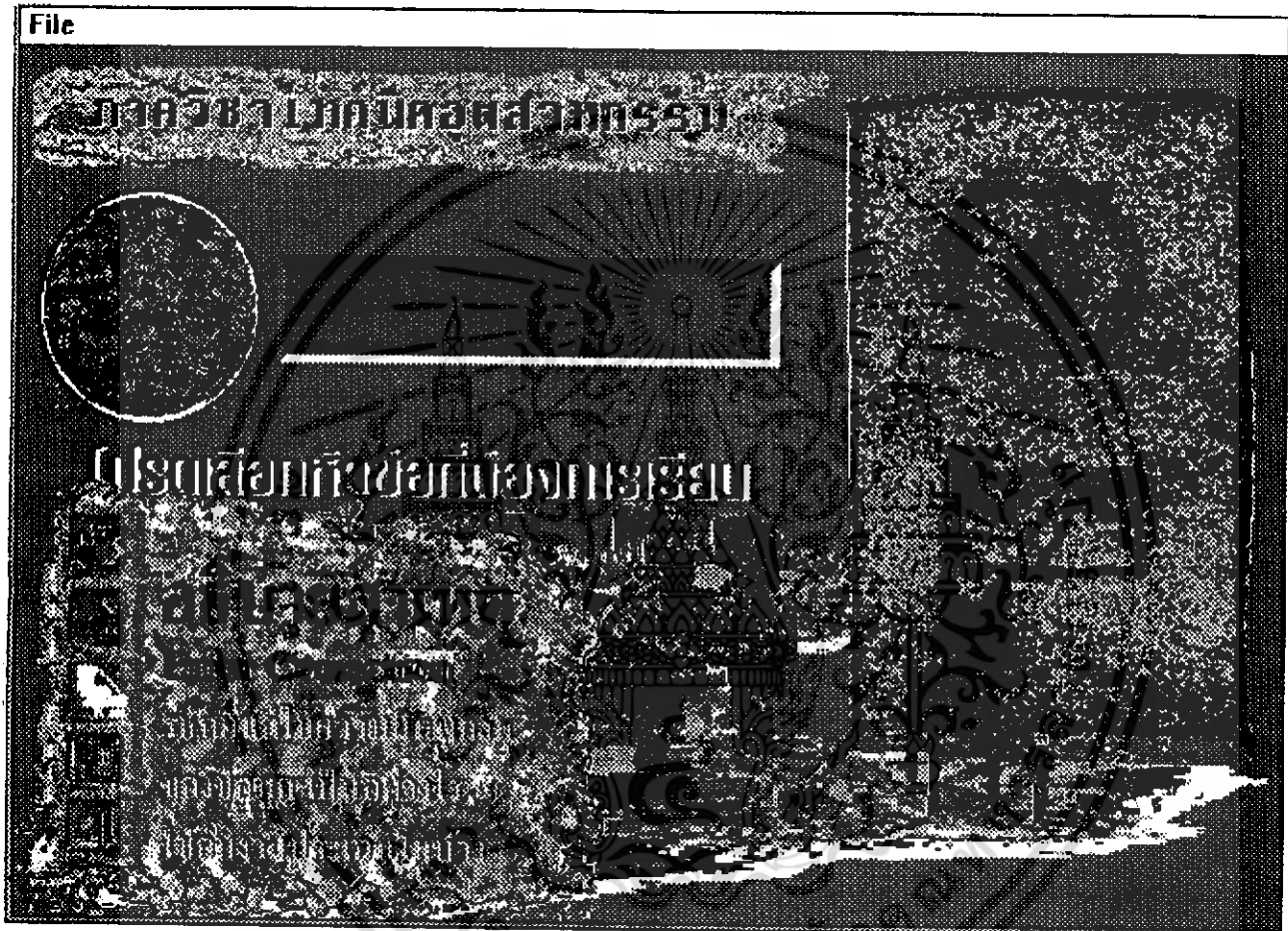


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 163 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

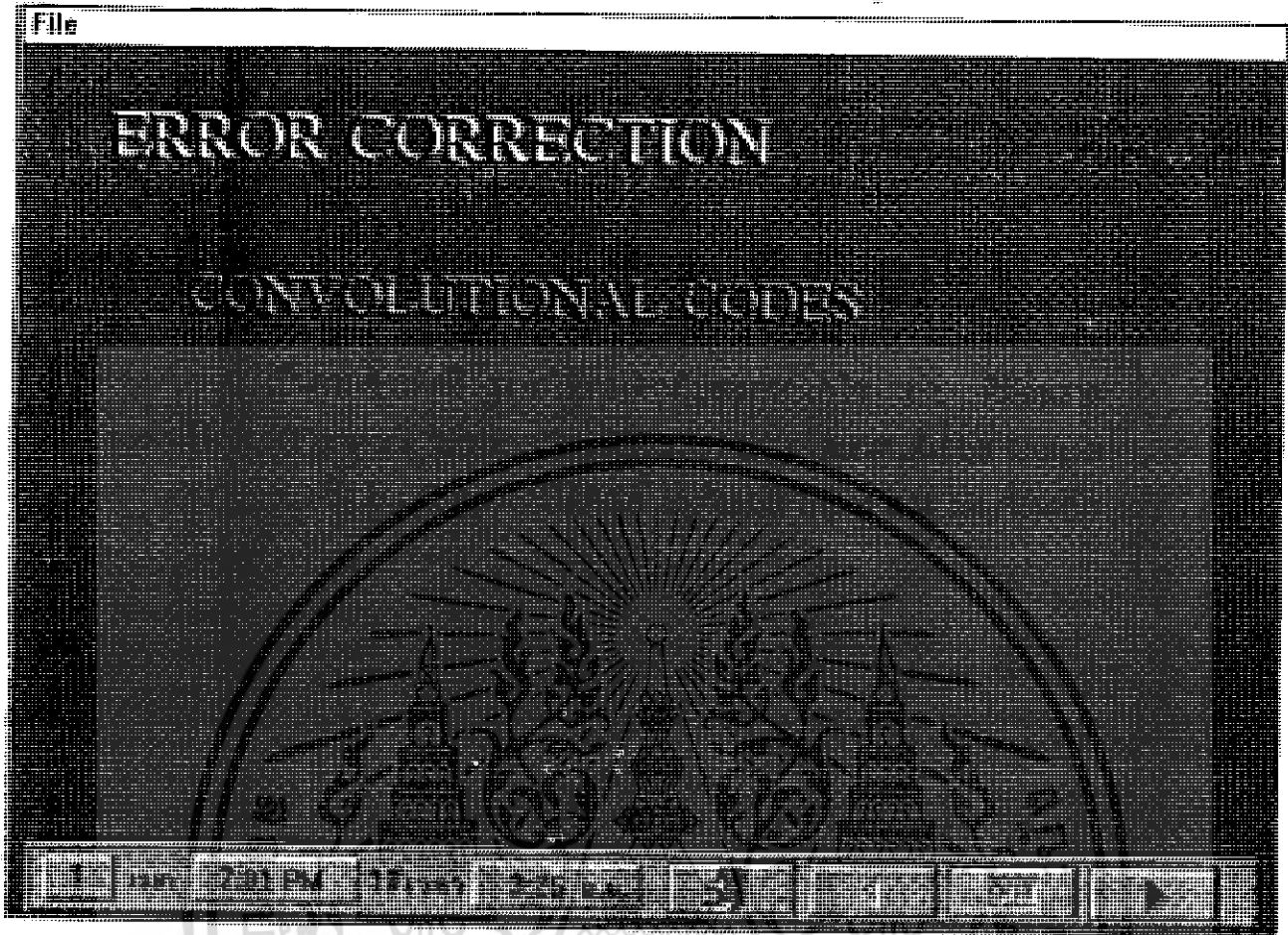
## การเข้าสู่บทเรียนเรื่อง **ERROR CORRECTION**

มีลำดับขั้นดังนี้

1. จากเมนู หลักใช้ เมาส์ คลิกที่กล่องที่ 3 นับจากบน จะเป็นวัตถุประสงค์ของการเรียนเรื่องนี้ดังรูป

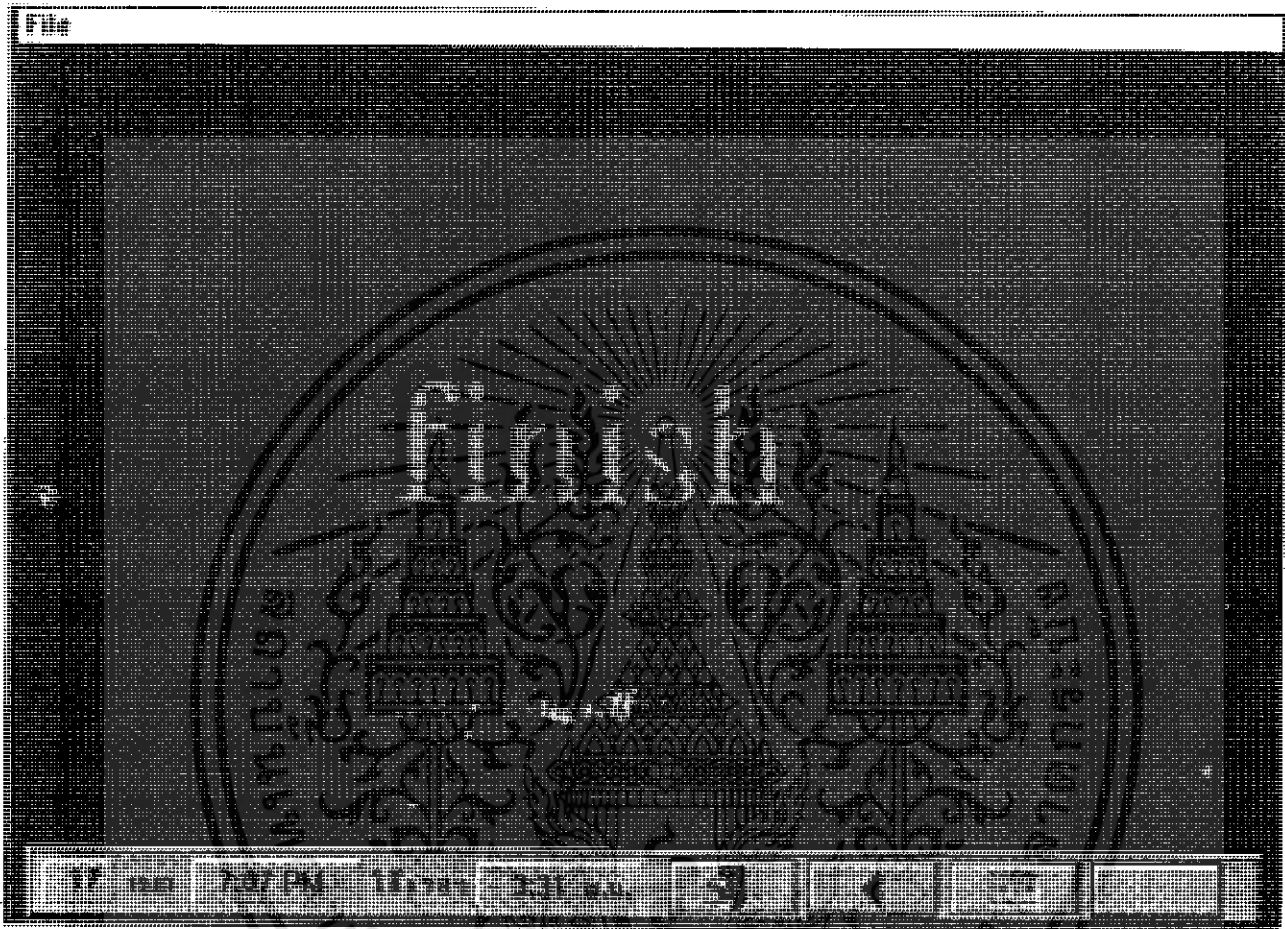


## 2. ใช้เมาส์คลิกที่ปุ่มเดิม ก็เข้าสู่เนื้อหาของบทเรียนดังรูป



ที่แถบด้านล่างประกอบด้วยปุ่มแสดง และปุ่มกดต่างๆ เรียงจากซ้ายไปขวาเช่นเดียว  
กันกับเรื่องก่อน

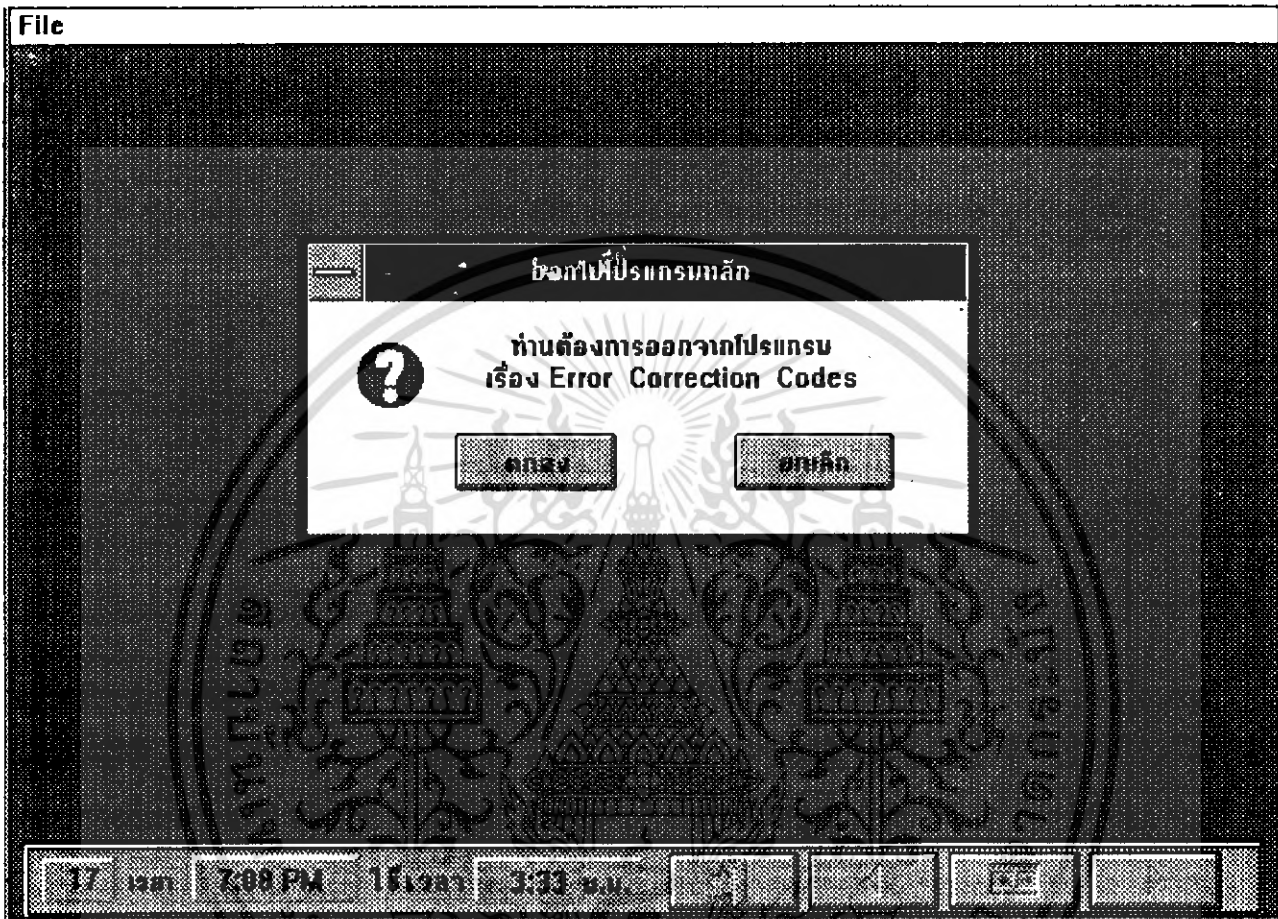
3. ใช้เมาส์คลิกปุ่มกดให้ไปหน้าถัดไปเรื่อยๆจนจบเนื้อหา หน้าจะแสดงดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การออกจากการเรียนทำได้โดย ใช้ เม้าส์ คลิกปุ่มทางออก หน้าจอจะแสดงดัง

รูป



5. คลิกปุ่มตกลง จะกลับไปสู่เมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 167 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายละเอียดของเนื้อหาเรื่อง ERROR DETECTION และ ERROR CORRECTION มีดังนี้

### การลงรหัสช่องสัญญาณ (Channel Coding)

เพื่อเพิ่มความเชื่อถือในการรับส่งข้อมูลมากขึ้น สามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์หลักได้ดังนี้

#### 1. รหัสที่ตรวจความผิดพลาดข้อมูล (Error Detection Code)

เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้รับถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องก็ให้ส่งใหม่ เครื่องรับทราบว่ามีผิดพลาด แต่ไม่ทราบว่า bit ไหน ที่นิยมใช้กันทั่วไปในระบบสื่อสารได้แก่ Parity Check Code , CRC: Cyclic Redundancy Check, Linear block codes

#### 2. รหัสที่แก้ไขความผิดพลาดข้อมูล (Error Correction Code)

การลงรหัสแบบนี้ทางด้านรับสามารถตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดได้เองที่ทางด้านรับโดยไม่ต้องร้องขอให้ทางด้านส่ง ส่งข้อมูลมาใหม่

## ERROR DETECTION CODE

### PARITY BIT

เป็นการเพิ่ม bit เข้าไปใน message ที่เป็น ASCII แทนตัวอักษร ตัวเลข และ สัญลักษณ์ ซึ่งอาจมีขนาด 7 หรือ 8 bit การเพิ่ม bit parity ต้องเพิ่มก่อนถึง Stop bit ตามที่ ภาครับกำหนดเพื่อตรวจสอบว่า Character bit ที่ภาครับถูกต้องหรือไม่ Parity สามารถเป็น Odd หรือ Even

Parity ถูก Calculated ที่ด้านส่งเพื่อได้รวมกับ data bit ทั้งหมดกับ Parity bit แล้วได้ bit "1" ทั้งหมดเป็น Even ในกรณีของ Even Parity หรือ bit "1" ทั้งหมดเป็น Odd ในกรณีของ Odd Parity

Data Bit				Parity bit for Odd parity				
0	1	0	1	1				
0	1	0	0	0				
1	1	0	1	0				
1	1	1		1				
0	0	0	0	1				
0	0	0	1	0				
0	0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1	1

ตารางที่ 1 เป็นตัวอย่างของ Odd Parity

หมายถึงว่าถ้า Message มีจำนวน "1" เป็นคู่ Parity bit จะต้อง Set เป็น 1 เพื่อให้ รวมกันได้เป็นคี่ แต่ถ้า Message มีจำนวน "1" เป็นคี่ Parity bit ก็จะต้อง Set เป็น 0 เพื่อให้จำนวน "1" เป็น คี่เหมือนเดิม

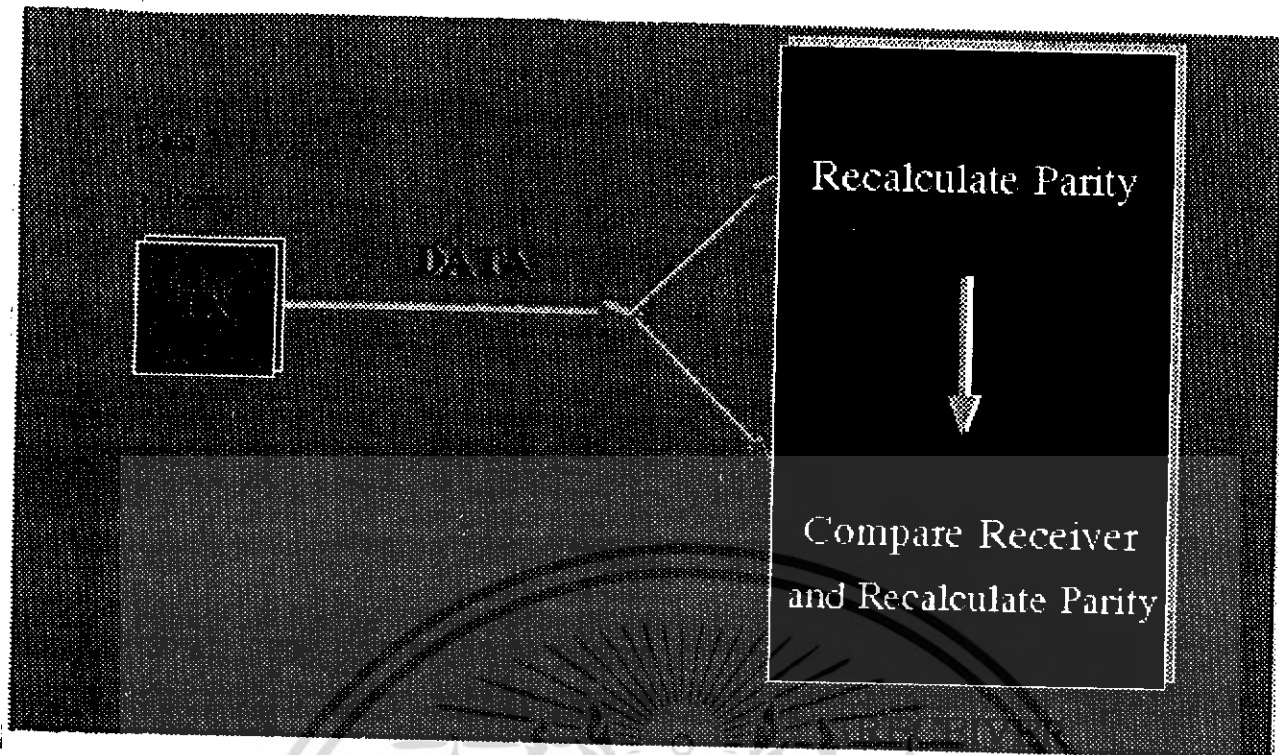
กรณีของ Even Parity การทำงานตรงกันข้ามกันคือ จำนวน "1" ทั้งหมดต้องเป็นคู่ ดังตาราง

Data Bit								Parity bit for Odd parity
1	0	0	1					0
0	1	0	0					1
0	1	1	1					1
0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0

ตารางที่ 2 เป็นตัวอย่างของ Even Parity

**PARITY BIT ใช้อย่างไร**

เครื่องรับจะนำ data และ Parity bit ที่ได้รับซึ่งมันรู้ว่า Parity bit อยู่ส่วนใดของ Field (อยู่ bit สุดท้ายในกรณีของ Asynchronous ASCII) เครื่องจะคำนวณค่า Parity bit จาก data bit ที่รับเข้ามาแล้วเปรียบเทียบกับค่าของ Parity ที่เครื่องรับสร้างรอไว้แล้ว ลักษณะการทำงานเป็นดังรูป



รูปที่ 1 ลักษณะการทำงาน

ถ้าต่างกันนั่นคือ Parity error แล้วแสดงว่า Data bit 1 bit หรือมากกว่ามีการเปลี่ยนแปลง อาจจะเป็น Noise หรือปัญหาอื่น ๆ นอกจากนี้แล้ว Error ยังมีเกี่ยวกับ Parity bit ของมันเองด้วย

Data Bit								Parity (Odd)	Received Bit
0	1	1	0					1	01111
0	1	1	1					0	00110
1	0	0	0					0	10010
1	1	0	0	0	1	0	1	1	11000011
1	0	1	0	1	1	1	1	1	100011111
0	0	0	1	0	0	0	0	0	100100000

ตารางที่ 3 เป็นตัวอย่างหนึ่งของ Parity Error

### ข้อเสียของ Parity

Parity ที่ใช้ Error Detector ง่ายในการสร้างวงจรการทำงานและการใช้แต่มันมีข้อเสียตรงที่ว่าถ้าต้นทาง 1 bit ของทุก ๆ กลุ่ม Data bits ใน 7 bit ของ ASCII Character bit ที่เพิ่มขึ้นเป็น bit ที่ไม่ใช่ข้อมูล (โสหุ้ย) เป็น 1/7 เท่ากับ 14 Percent

ปัญหาของ Parity bit คือ ไม่สามารถตอบสนองการ Detect Error หลายชนิดด้วยกัน เช่นสมมุติว่าระบบใช้ Odd Parity และ Data มี 8 bit

ทางด้านส่ง 1 0 1 1 0 1 0 1 Parity bit คือ "0"

ถ้า bit เปลี่ยนไป 1 bit Parity bit ก็จะแสดงดังนี้

ทางด้านรับ 1 0 0 1 0 1 0 1 Parity bit จะเป็น "1" ทำให้รู้ว่ามี bit ผิดพลาด

แต่ถ้า Error ไป 2 bit Parity bit ก็จะไม่แสดงว่า Error

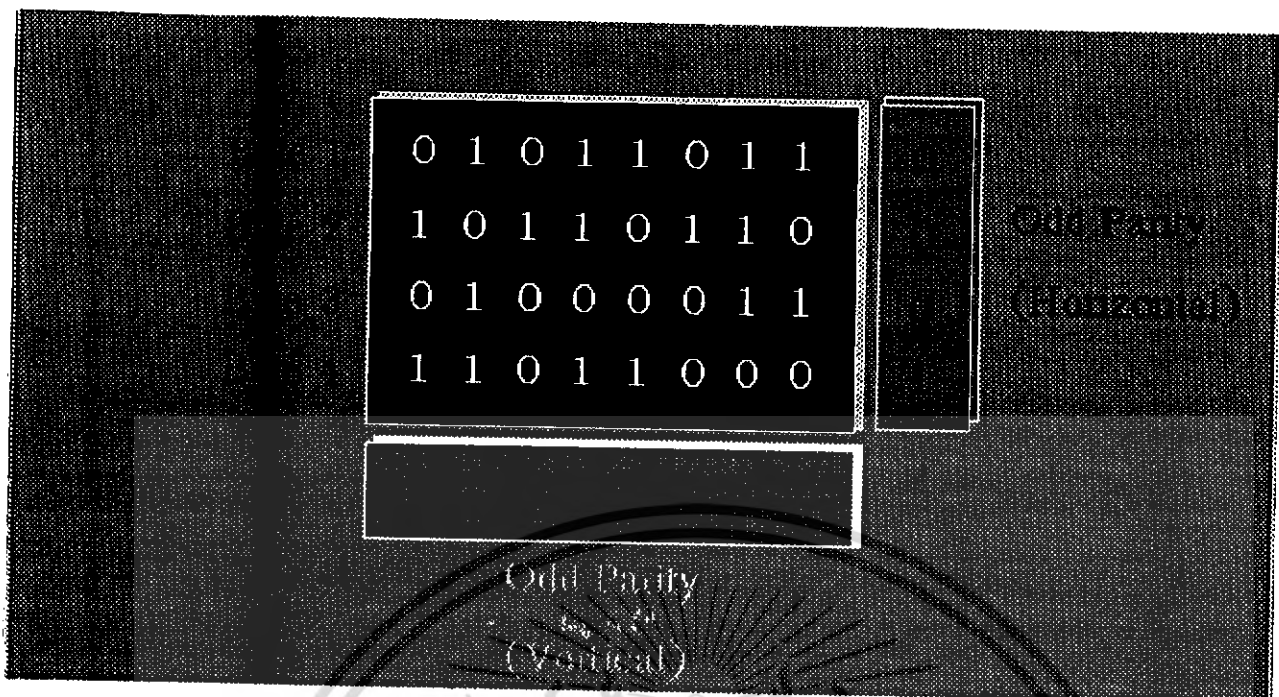
ทางด้านรับ 1 0 0 0 0 1 0 1 Parity bit จะเป็น "0"

อันที่จริง Parity bit ไม่ว่า Odd หรือ Even จะแสดงว่า Error เมื่อ bit ที่ Error มีจำนวนเป็นคู่เท่านั้น ถ้า bit เปลี่ยนแปลงเป็นคู่ Parity ก็จะไม่เปลี่ยนแปลง

ประโยชน์ของ Parity ในการ Detect ได้เพียงการมี Error เป็นจำนวนคู่เท่านั้นการใช้งานจะไม่คำนึงถึงจำนวน bit ของ Parity bit Parity bit โดยมากใช้ 8 bit ขึ้นไป หรือ 16 bit เพราะการเปลี่ยนแปลงของ Multiple bit error นั้นมากเกินไปเกินจำนวนของ bit นั้น

เนื่องจาก Parity มีเทคนิคมีความด้อยในการ Detect bit error ที่มีจำนวนเป็นคู่ มันจึงถูกใช้กับระบบที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงมากนัก เช่น Load nearby printer นอกจากนี้ยังใช้ใน Relatively nonnoisy environment (สภาพแวดล้อมที่ไม่มีสัญญาณรบกวน) ซึ่งการเปลี่ยนของ bit error ดำนาก ได้แก่การสื่อสารระหว่าง 2 Section ของ Signal larger system classic เพราะว่าถูกกำจัดระยะทาง

การทำงานของ Parity bit สำหรับ Error Detector สามารถเพิ่มความสามารถโดยการเพิ่ม Parity bit ดังรูปที่ 2 โดยระบบสื่อสารนี้ส่ง data 4 byte ซึ่งแต่ละ byte จะรวม Parity bit ไว้เช่นเดียวกันทั้งด้าน Horizontal line และ Vertical line ดังรูป



รูปที่ 2 Original Data Bit และผลของ Horizontal และ Vertical Parity Bit

ระบบสื่อสารสามารถพัฒนา Parity bit ในทิศทาง Vertical ได้เช่นเดียวกันสำหรับแต่ละตำแหน่ง bit ในแต่ละ byte มันถูกเรียกว่า Horizontal and Vertical Parity bit โดย Vertical bits จัดไว้เพื่อเป็น Cross-Checking และสามารถเพิ่ม data bits ที่ Check เป็น Group (Error-check group) เรียกว่า Check Sum ค่าโศกข์ของ 8 Parity bits จัดให้มีความสามารถสูงในการ Error Detection ดังแสดงในรูป 3

byte 1	0	1	1	1	1	0	1	1	→	①
Byte 2	1	0	1	1	0	1	1	0	→	0
Byte 3	1	0	0	0	0	0	1	1	→	0
Byte 4	1	1	0	1	0	1	0	0	→	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
	①	①	①	0	①	①	0	1		

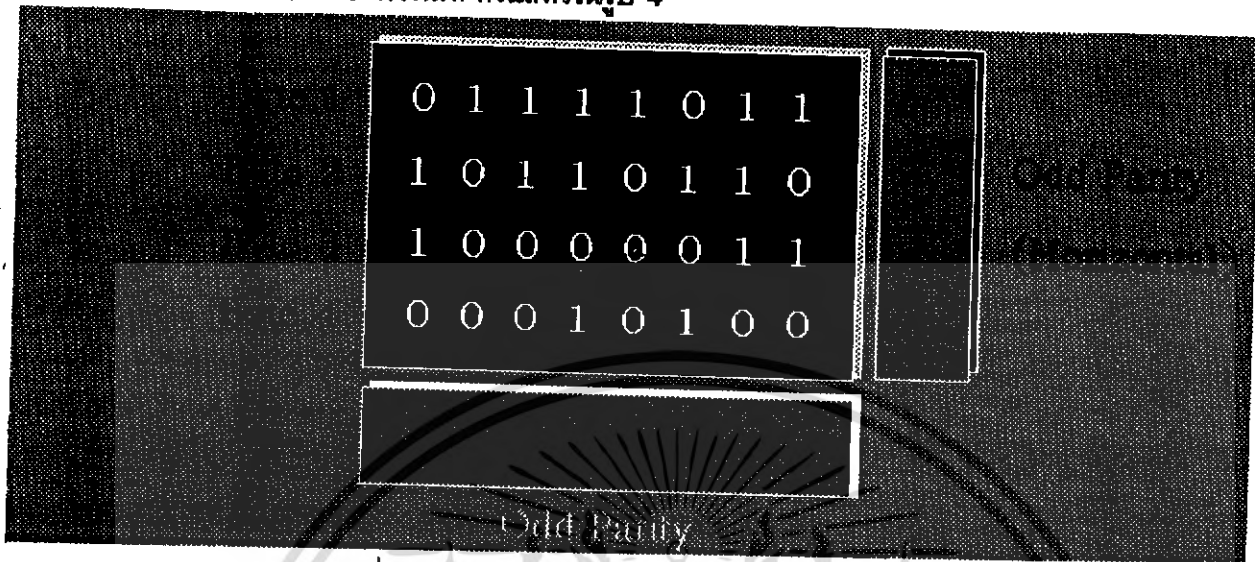
x แสดง Bit ที่แตกต่างจากเดิม

⊗ แสดงว่า parity bit มีการเปลี่ยนแปลงไป

⊗ แสดงว่า parity bit ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก มี bit error เป็นคู่

รูปที่ 3 data bits error horizontal parity ไม่สามารถแสดงได้ว่า มี error แต่ทาง Vertical สามารถตรวจสอบได้

Error ที่เกิดขึ้นบางส่วน Horizontal Parity bits มีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้ว่า error มีจำนวนคู่ สามารถแสดงได้โดย Horizontal byte แต่บางครั้ง Vertical Parity ก็ไม่สามารถ Detect error ที่เป็นได้ทั้งหมด ดังแสดงในรูป 4



รูปที่ 4 บางที Vertical bit ไม่สามารถตรวจสอบ error ได้

### Parity Circuitry

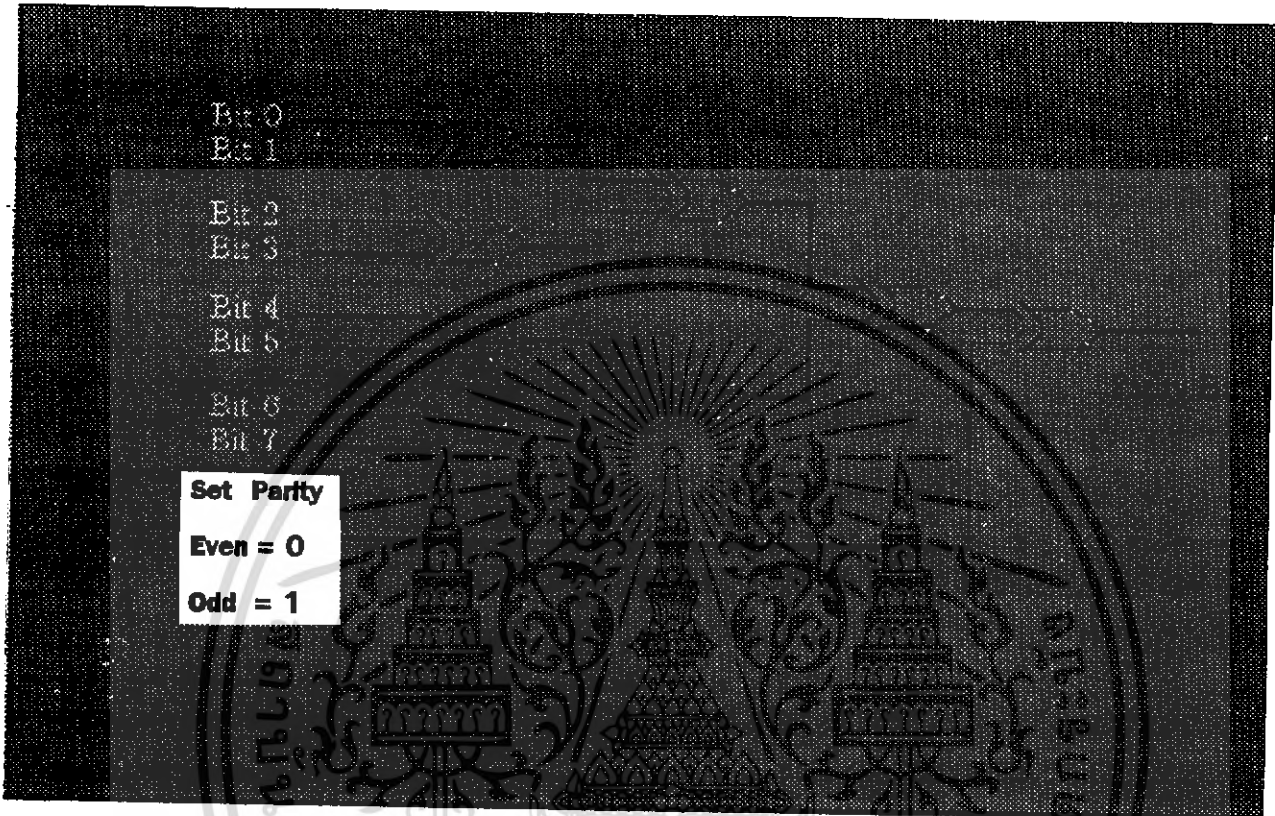
วงจรถติคอลที่จำเป็นในการ generate logic gate สร้างจากความสัมพันธ์ของ Combination ของ Boolean logic ง่าย ๆ ดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นวงจรถอง 4 data bit โดยมี Single



รูปที่ 5 Digital gate สามารถใช้สร้าง Parity bit โดยใช้ Exclusive OR-gate

Control line เป็นตัวเลือกใช้ Parity แบบไหนเป็น Odd หรือ Even logic gate จะนำ input data bit แล้วสร้าง Parity bit data bit และ Parity bit จะถูกส่งไปไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด (Serial, Parallel, หรืออื่น ๆ) ไปยังเครื่องรับ

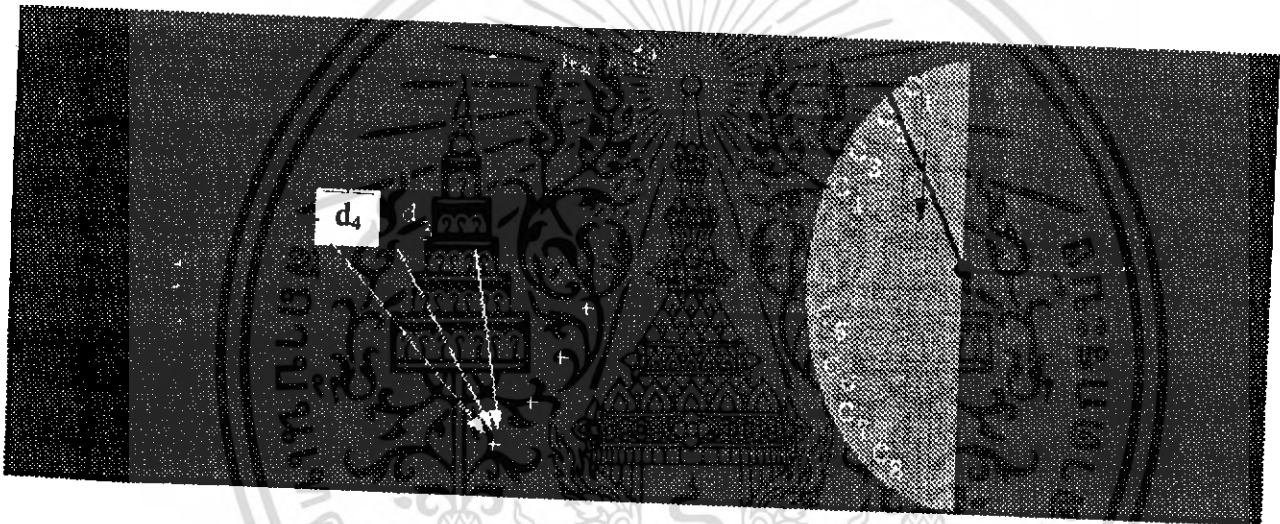
ที่ด้านรับจะมีวงจรมีวงจรมี data bit มาสร้าง Parity bit อีกครั้งแล้วเอาไป Compare Parity ที่รับได้ ถ้ามันเหมือนกัน นั่นคือไม่มี Parity error ถ้าต่างกัน แสดงว่ามี Parity error เกิดขึ้น วงจรรทางด้านรับถูกกำหนดให้สร้าง Parity error bit สำหรับระบบการรับ error bit equal to "1" แสดงว่า Parity error และถ้า "0" หมายถึงไม่ error



รูปที่ ๑ วงจรสร้าง Parity bit สำหรับ Data ขนาด 8 bit

## รหัสลิเนียร์บล็อก (Linear Block Codes)

เป็นรหัสที่ข้อมูล 1 block จำนวน  $K$  bit ถูกลงรหัสให้เป็นคำรหัส (Code word) ที่มีความยาว  $N$  bit ( $N > K$ ) ดังรูปที่ 1 โดยการเติม bit ตรวจสอบ (Check bit)  $N-K$  บิตที่ได้  $K$  bit ข้อมูลประสิทธิภาพของการลงรหัส (Coding Efficiency) คือ  $K/N$



รูปที่ 1 เครื่องลงรหัสสำหรับรหัสบล็อก

ให้คำรหัส (Code Word) มีความยาว  $n$  bit คือ  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_N$  และให้คำข้อมูล (data word) ประกอบด้วย  $K$  bit คือ  $D_1, D_2, D_3, \dots, D_K$  จากรูปที่ 1 ได้ Output ดังนี้

c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
----	----	----	----	----	----	----	----

โดย c1 c2 c3 c4 เป็นข้อมูล D1 D2 D3 D4 ตามลำดับ ส่วน c5 c6 c7 c8 เป็นการรวมกันเชิงเส้นของ D1, D2, D3, D4 เป็น Parity-Check bits

ในกรณีนี้

D มีถึง  $D_K$   
 C มีถึง  $C_N$

เขียนเป็น Row Matrix ได้ดังนี้

$$C = (C_1, C_2, C_3, \dots, C_N)$$

$$D = (D_1, D_2, D_3, \dots, D_K)$$

จะได้

$$C_1 = D_1$$

$$C_2 = D_2$$

$$C_3 = D_3$$

$$C_K = D_K$$

$$C_{K+1} = H_{11}D_1 + H_{21}D_2 + \dots + H_{K1}D_K$$

$$C_{K+2} = H_{12}D_1 + H_{22}D_2 + \dots + H_{K2}D_K$$

$$C_{K+3} = H_{13}D_1 + H_{23}D_2 + \dots + H_{K3}D_K$$

$$C_N = H_{1,N-K}D_1 + H_{2,N-K}D_2 + \dots + H_{K,N-K}D_K$$

หรือ

$$C = DG \quad \text{①}$$

G คือ เมตริกซ์ตัวกำเนิดของรหัส (Generator Matrix)

$$G = \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & h_{11}d_1 & h_{12}d_2 & h_{13}d_3 & \dots & h_{k1}d_k \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & h_{11}d_1 & h_{12}d_2 & h_{13}d_3 & \dots & h_{k1}d_k \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & h_{11}d_1 & h_{12}d_2 & h_{13}d_3 & \dots & h_{k1}d_k \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & h_{11}d_1 & h_{12}d_2 & h_{13}d_3 & \dots & h_{k1}d_k \end{array}$$

$I_k(k \times k)$

$P(k \times n-k)$

ซึ่งแยกเป็นเมตริกซ์เอกลักษณ์  $I$  (Identity Matrix) ขนาด  $k \times k$  และ เมตริกซ์  $P$  ขนาด  $k \times k$  ( $r=n-k$ )



ตัวอย่าง 1 Parity Check bits ของ (8,4) รหัสบล็อกกำเนิดจาก

$$\begin{aligned} C5 &= D1 + D2 + D4 \\ C6 &= D1 + D2 + D3 \\ C7 &= D1 + D3 + D4 \\ C8 &= D2 + D3 + D4 \end{aligned}$$

โดยที่  $D_1, D_2, D_3, D_4$  เป็น bit ข้อมูล

- จงหา 1. Generator Matrix  
2. Code Vector ทั้งหมดของรหัสนี้

วิธีทำ ความยาวของ Code word  $n = 8$   
ขนาดของ Block ข้อมูล  $K = 4$

$$\begin{aligned} h_{11} &= 1, h_{21} = 1, h_{31} = 0, h_{41} = 1 \\ h_{12} &= 1, h_{22} = 1, h_{32} = 1, h_{42} = 0 \\ h_{13} &= 1, h_{23} = 0, h_{33} = 1, h_{43} = 1 \\ h_{14} &= 0, h_{24} = 1, h_{34} = 1, h_{44} = 1 \end{aligned}$$

จาก  $G = [k | P]_{k \times n}$

เมตริกซ์ตัวกำเนิด  $G =$

1	0	0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1
0	0	1	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1

เนื่องจาก  $K = 4$  จึงมี Block ข้อมูลเท่ากับ 16 ดังนี้

0000 ไปตาม Binary จนถึง 1111

ถ้า Block ข้อมูลคือ D = 1111 จะได้ Code word

$$C = DG$$

$$= [1111] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & | & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & | & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & | & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & | & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= 11111111 \text{ (Code word)}$$

D ตัวอื่น ๆ ก็หาได้ทำนองเดียวกัน ทำให้ได้รหัส Vector ตามตารางที่ 1

คำข้อมูล	รหัสเวกเตอร์	น้ำหนัก
0000	00000000	0
0001	00011011	4
0010	00100111	4
0011	00111100	4
0100	01001101	4
0101	01010110	4
0110	01101010	4
0111	01110001	4
1000	10001110	4
1001	10010101	4
1010	10101001	4
1011	10110010	4
1100	11000011	4
1101	11011000	4
1110	11100100	4
1111	11111111	8

ตารางที่ 1

## การถอดรหัส Linear Block

อยู่ทางด้านภาครับเมตริกซ์ที่ใช้ถอดรหัสบล็อก (n,k) เรียกว่า Parity Check Matrix : H

$$H = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{21} & \dots & H_{k1} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ H_{12} & H_{22} & \dots & H_{k2} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ H_{13} & H_{23} & \dots & H_{k3} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ H_{1,N-k} & H_{2,N-k} & \dots & H_{k,N-k} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

-  $[P^T]_{(N-k)(N-k) \times N}$

เมตริกซ์ที่ใช้ในการตรวจสอบว่า Code word C นี้กำเนิดโดย Generator Matrix G  
-  $[I_k P]$  หรือไม่

โดยใช้ C ซึ่งเป็น Code word ของ Block code (n,k) ก็ต่อเมื่อ

$$CH^T = 0 \quad \textcircled{2}$$

โดย  $H^T$  คือ ทรานซ์โพซของ เมตริกซ์ H

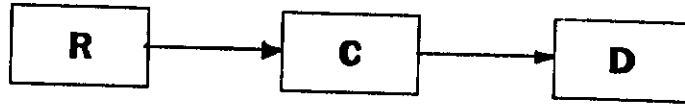
ถ้าให้ C เป็นรหัสเวกเตอร์ที่ถูกส่งผ่านช่องสื่อสารที่มีเสียงรบกวน

R เป็นเวกเตอร์ที่มีเสียงรบกวน รบกวนอยู่ที่รับได้

เวกเตอร์ R คือ ผลรวมของรหัสเวกเตอร์เดิม C และรหัสผิดพลาด (Error Vector) E

$$R = C + E \quad \textcircled{3}$$

เครื่องรับจะไม่รู้จักรหัส C และ E หน้าที่ของมันคือถอดรหัส C จาก R และถอด Block ข้อมูล D จาก C ดังบล็อกไดอะแกรม



เครื่องรับทำการถอดรหัสโดยการกำหนดเวกเตอร์  $S$  ที่มีขนาด  $(n-k)$  โดย

$$S = R H^T \quad (4)$$

เวกเตอร์  $S$  นี้เรียกว่าซินโดรมความผิดพลาด (Error Syndrome) ของ  $R$  เขียนสมการ  $S$  ใหม่

$$S = [C + E] H^T$$

$$= C H^T + E H^T$$

$$S = E H^T$$

(เพราะ  $C H^T = 0$ )

$S = 0$  ถ้า  $R$  เป็น Vector ที่ถูกต้อง

$S \neq 0$  ถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างการส่ง

เครื่องจะถอดรหัสใช้  $S$  ในการตรวจสอบ (Detect) และแก้ไข (Correct) ความผิดพลาด ดังตัวอย่าง

ถ้า data word 1 0 0 0 จากตารางที่ 1 Code word คือ 1 0 0 1 1 1 0 และเสียงรบกวนในช่องสื่อสารทำให้มี bit ที่ได้รับ เกิดความผิดพลาดที่ bit ที่ 3

$$R = (1 0 1 0 1 1 1 0)$$

$$C = (1 0 0 0 1 1 1 0)$$

$$\text{จาก } R = C + E$$

$$E = 0 0 1 0 0 0 0 0 \text{ (เกิดจาก } C \text{ XOR } R)$$

และซินโดรมของ  $R$  คือ

$$S = E H^T$$

จาก  $G, H = [P^T \quad I_{(n-k)}]_{(n-k) \times n}$  จะได้

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & | & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & | & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & | & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & | & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = [001000000] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = 0111$$

จะเห็นว่าซินโดรม S มีความผิดพลาดที่ bit ที่ 3 ซึ่งตรงกับ row ที่ 3 ของเมตริกซ์ HT

### ความสามารถในการตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดของ Linear Block Code

ความสามารถในการตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล Linear block code ว่าตรวจสอบแก้ไขได้ที่ bit ต้องใช้ Hamming Weight และ Hamming Distance เพื่อวัดความสามารถดังกล่าว

Hamming Weight ของคำรหัส คือ จำนวน bit คำรหัสที่ไม่ใช่ "0"

Hamming Distance ของคำรหัส คือ จำนวน bit คำรหัสที่ไม่ใช่ "0" ของผลต่างของคำรหัสทั้งสอง (จำนวน bit "1" ของผลการ XOR กัน ของคำรหัส 2 คำ

ระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance) ของรหัสบล็อกคือ ระยะทางที่น้อยที่สุดระหว่างคู่ของคำรหัสในรหัสบล็อก จากตารางที่ 1 นำหนักแอมมิ่ง คือ 4 และระยะทางแอมมิ่งคือ 4

ตัวรหัสลิเนียร์บล็อกที่มีระยะทางน้อยที่สุด =  $d_{min}$

ใน 1 คำรหัสสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ =  $(d_{min} - 1) / 2$

ตรวจสอบความผิดพลาดได้ =  $d_{min} - 1$

โดย  $(d_{min} - 1) / 2$  ต้องเป็นเลขจำนวนที่มีค่าน้อยกว่าค่าจริงของ  $(d_{min} - 1) / 2$

## การพิสูจน์

ให้  $R$  เป็นคำรหัสที่รับได้

$C$  เป็นคำรหัสที่ส่ง

$C'$  เป็นคำรหัสอื่น

$d(C,C')$  เป็นระยะทางแฮมมิงระหว่างคู่ของคำรหัส  $C$  และ  $C'$

ระยะทาง  $d(C,R)$  และ  $d(C',R)$  จะมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$d(C,R) + d(C',R) \geq d(C,C')$$

เนื่องจาก

$d(U,V)$  เท่ากับน้ำหนักของผลบวกหรือผลต่างของคำรหัส  $U$  และ  $V$

ผลบวกของ  $d(C,R)$  และ  $d(C',R)$  จึงมากกว่าระยะทางน้อยที่สุด  $C$  และ  $C'$  เสมอ

ถ้ามีการผิดพลาดไป  $t$  bit ระยะทางแฮมมิงระหว่างคำรหัสที่ส่ง  $C$  และคำรหัสที่รับได้  $R$

คือ

$$d(C,R) = t$$

สมมติให้รหัสมีระยะทางน้อยที่สุดเป็น  $d_{\min}$

จะได้

$$d(C,C') \geq d_{\min}$$

$$d(C,R) = t$$

$$d(C',R) \geq d_{\min} - t$$

เครื่องถอดรหัส จะถอดรหัส  $C$  เป็นรหัสที่ส่งถ้า

$$d(C,R) < d(C',R)$$

จำนวน bit ที่ผิด  $t$  ย่อมน้อยกว่าระยะทางที่น้อยที่สุดของผลบวกของ  $d(C,R)$  และ  $d(C',R)$

$$t < d_{\min} / 2$$

ให้  $(d_{\min} - 1) / 2$  เป็นตัวเลขจำนวนเต็มมีค่าน้อยกว่าค่าจริง  $(d_{\min} - 1) / 2$  เขียนใหม่ได้เป็น

$$t \leq [(d_{\min} - 1) / 2]$$

จะเห็นว่าลิเนียร์บล็อกที่มีระยะทาง  $d_{\min}$  สามารถแก้ไข bit ที่ผิดได้  $t$  bit ถ้า

$$t \leq [(d_{\min} - 1) / 2]$$

รหัสลิเนียร์บล็อก  $(n,k)$  มีเวกเตอร์ซินโดรม  $m$  บิต ( $m = n-k$ ) จึงมี  $2^m - 1$  เวกเตอร์ที่ไม่ซ้ำกันที่สามารถแก้ไข Pattern ที่ผิดเพียง 1 bit (Single Error Pattern) ได้  $2^m - 1$

Pattern เพราะว่าในรหัสลิเนียร์บล็อก  $(n,k)$  มี Pattern ที่ผิดเพียง 1 bit ได้  $n$  Pattern ฉะนั้น Pattern ที่ผิดทั้งหมดสามารถแก้ไขได้ถ้า

$$2^m - 1 \geq n$$

$$2^{n+k} - 1 \geq n$$

$$2^{n-k} = n + 1$$

$$\log_2 2^{n-k} = \log_2(n + 1)$$

$$n - k = \log_2(n + 1)$$

ถ้าทราบขนาดความยาวของ Block ว่าเท่ากับ  $k$  เราสามารถหาความยาวที่น้อยที่สุด  $n$  ของคำรหัสได้จาก

$$n \geq k + \log_2(n + 1)$$

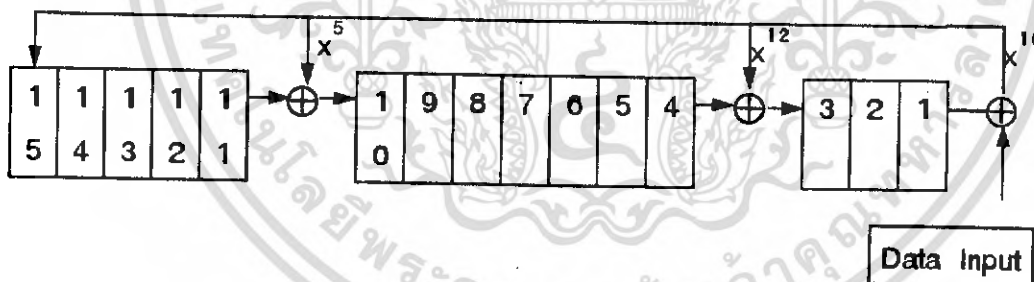


## CRC : CYCLIC REDUNDANCY CHECK

### หลักการ

วิธีการทำ error detection วิธีนี้ใช้กันมากและ ได้ผลดีวิธีหนึ่ง เทคนิคของวิธีนี้คือนำ Message ที่จะส่งถูกทำให้มีจำนวน binary ยาวเพิ่มขึ้น แล้วนำ Binary นี้มาหาร ด้วย Unique prime number (จำนวนที่ไม่สามารถแยกตัวประกอบได้ คือ จำนวนที่หารได้เพียงตัวมันเองและ 1) แล้วนำเศษที่เหลือเกาะติดไปกับ frame ที่ถูกส่ง เมื่อทางด้านรับ รับ frame ได้ ก็ทำการหารด้วย number ตัวที่เหมือนกับทางด้านส่ง แล้วทำการเปรียบเทียบระหว่าง remainder ที่คำนวณได้กับ remainder ที่รับได้ใน frame ที่ใช้กันทั่วไปนั้น จะใช้ divisor 17 bit ซึ่งจะทำให้เกิด remainder 16 bit และ divisor 33 bit ซึ่งทำให้ได้ remainder 32 bit

ในการคำนวณ CRC นี้ฝ่ายส่งจะมี Block Check Character (BCC) ซึ่งประกอบด้วย Multisection Shift Register และ exclusive or gate ตามตำแหน่งที่กำหนดในโพลีโนเมียลของ CRC แบบต่างๆ เช่น CRC-CCITT มี generator polynomial เป็น  $X^{16}+X^{12}+X^5+1$  ก็จะมี XOR อยู่ที่  $X^{16}, X^{12}, X^5$  และ 1 ดังรูปที่ 1 เมื่อส่งข้อมูลออกไปโดยผ่าน BCC register นี้มันคำนวณไปเรื่อยๆ จนสุดท้ายจะได้ CRC code บรรจุอยู่ที่ BCC register นี้เองซึ่งก็ถูกส่งตามออกไปเป็นส่วนท้ายของข้อมูล เมื่อถึงฝ่ายรับก็จะมี BCC register ในลักษณะเดียวกัน ซึ่งจะคำนวณ และได้ CRC-Code และเปรียบเทียบกับ CRC code ที่รับเข้ามาถ้าเหมือนกันแสดงไม่มีการผิดพลาด



รูปที่ 1 Block Check Character

ขบวนการต่างๆดังกล่าว สามารถอธิบายได้ด้วยคณิตศาสตร์ง่ายๆ คือ ให้  $n$  เป็นจำนวนบิตของ message ทั้งหมดที่ส่ง และ  $K$  เป็นจำนวนเฉพาะบิตข้อมูล ดังนั้น  $n-K$  คือจำนวนบิตใน BCC register ให้  $P(x)$  เป็น generator polynomial ที่กำหนดตามมาตรฐานของ

CRC แบบต่างๆ เช่น CRC-CCITT ดังนั้นยกตัวอย่างเป็น  $X^{16}+X^{12}+X^5+1$  ให้  $G(x)$  เป็น message polynomial ที่มีจำนวนบิตของข้อมูลเป็น  $K$  จาก  $G(x)$  และ  $P(x)$  เราจะได้  $F(x)$  คือ Code message polynomial ซึ่งเป็นชุดข้อมูลทั้งหมดที่จะส่งมีจำนวนบิตเป็น  $n$  นั่นเอง ในที่นี้  $P(x)$  คือตัวหารซึ่งจะให้เศษเหลือเป็น  $C(x)$  ซึ่งก็คือ ข้อมูลที่จะอยู่ใน BCC register และสังเกตว่า BCC นี้ จะมีจำนวนบิตน้อยกว่า  $P(x)$  อยู่ 1 บิตเสมอ

ขั้นตอนในการคำนวณหา  $F(x)$  ให้ทำดังนี้

- 1 คูณ Message  $G(x)$  ด้วย  $X^{n-k}$  สังเกตว่า  $n-k$  นี้คือจำนวนบิตที่อยู่ใน BCC
- 2 นำผลคูณที่ได้  $X^{n-k} [G(x)]$  มาหารด้วย generator polynomial  $P(x)$
- 3 ไม่ต้องสนใจผลหารให้นำเฉพาะเศษที่เหลือ  $C(x)$  มาบวกกับผลคูณในขั้นแรกจะได้

Code message polynomial  $F(x)$  เป็น  $X^{n-k} [G(x)] + C(x)$

ตัวอย่าง การคำนวณ CRC แบบง่ายๆ คือ ใช้จำนวนบิตน้อยกว่าที่กำหนดกันตามมาตรฐานเพื่อความสะดวกในการศึกษา

ให้ message polynomial  $G(x) = 110011 (X^5+X^4+X^1+X^0)$

ให้ generator polynomial เป็น  $P(x) = 11001 (X^4+X^3+X^0)$

สังเกตว่า  $P(x)$  นั้นมี 5 บิต ดังนั้นจะให้ BCC เป็น 4 บิต นั่นคือ  $n-k = 4$  ซึ่งเราจะเอา  $X^{n-k}$  นี้มากคูณกับ message  $G(x)$  ได้เป็น

$$\begin{aligned} X^{n-k} [G(x)] &= X^4(X^5+X^4+X^1+X^0) \\ &= X^9+X^8+X^5+X^4 \end{aligned}$$

ผลคูณที่ได้คือ 1100110000 เป็นเลข 10 บิต นำผลที่ได้นี้มาหารด้วย generator polynomial  $P(x)$  ได้เป็น



## ERROR CORRECTION CODE

ในที่นี้จะกล่าวถึงที่ใช้กันมากในระบบการสื่อสาร

### FORWARD ERROR CORRECTION (FEC)

FEC เป็นวิธีการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลที่ส่งมาโดยทางด้านรับ จะทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดทางด้านรับโดยตรง ไม่จำเป็นต้องเรียกกลับไปให้ทางด้านส่ง ส่งข้อมูลใหม่มาอีกครั้ง (Retransmission) หรือบางครั้งเรียก Automatic Request for Transmission (AQR)

วิธีการของ FEC คือ จะเติม bit เข้าไปในข้อมูลข่าวสารที่จะส่งซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลคือ ใช้รหัสของ Hamming Code โดยจำนวน bit ที่เติมเข้าไปในข้อมูล (Data Character) จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ต่อไปนี้ คือ

$$2^n \geq m + n + 1 \quad \text{①}$$

โดยที่  $n$  เป็นจำนวนของ Hamming bit

$m$  เป็นจำนวน bit ในข้อมูลที่ส่ง Data Character

ตัวอย่าง ในการส่งข้อมูล 12 bit คือ 1 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 นั้นจะต้องเติมจำนวน Hamming bit กี่ตัว และพิสูจน์ว่าการเข้ารหัส Hamming code จะสามารถ Detect ความผิดพลาดของข้อมูลได้

จากสมการ ①

$$2^n \geq m + n + 1$$

สมมติให้  $n = 4$

$$2^4 \geq 12 + 4 + 1$$

$$16 < 17$$

จะเห็นว่าถ้า  $n = 4$  จะไม่เป็นจริงตามกฎของสมการที่ ①  
สมมติให้  $n = 5$

$$2^5 \geq 12 + 5 + 1$$

ถ้า  $k = 5$  จะเป็นจริงตามกฎของสมการที่ ①

ดังนั้น Hamming bit ที่สร้างขึ้นมาทั้งหมดจึงเท่ากับ 5 bit และใส่ Hamming bit ทั้ง 5 bit ลงไปใน data ที่ตำแหน่งใดก็ได้ เช่น

bit Position	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	H	1	0	1	H	1	0	0	H	H	0	1	0	H	0	1	0

หา Logic ("0" หรือ "1") ของ Hamming bit โดยอาศัยตำแหน่งของ bit data ที่เป็น "1" แล้วเอา X-OR กัน ในที่นี้ bit ที่เป็น "1" มี bit ที่ตำแหน่ง 2, 6, 12, 14, 16

bit Position	Binary number
2	00010
6	00110
X-OR	00100
12	01100
X-OR	01000
14	01110
X-OR	00110
16	10000
X-OR	10110

ผลลัพธ์สุดท้ายคือ ค่าของ Hamming Code = 10110

นั่นคือ  $H_{b17} = 1$ ,  $H_{b13} = 0$ ,  $H_{b9} = 1$ ,  $H_{b8} = 1$ ,  $H_{b4} = 0$  ( $H_{bx}$  คือ Hamming Bit ตำแหน่งที่ x)

ดังนั้นทั้ง 17 bit ที่ได้หลังจากการเข้ารหัสแล้วกลายเป็น

1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0

(ที่ขีดเส้นใต้ แบบคู่ คือ Hamming Bit)

สมมุติว่าระหว่างการส่งเกิด Error ใน bit ที่ 14 data ที่ด้านรับก็จะกลายเป็น

1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0

(ที่ขีดเส้นใต้คือ Bit ที่ผิดพลาด)

ที่ทางด้านรับจะทำการหาตำแหน่งของ bit ที่เกิด Error โดยการนำ Hamming bit มา X-OR กับตำแหน่งที่เป็น Binary Code ของ bit ที่มี Logic เป็น "1"

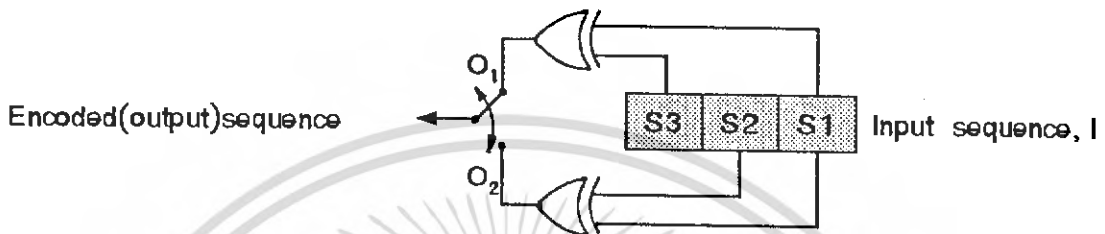
bit Position	Binary number
Hamming Code	1 0 1 1 0
2	0 0 0 1 0
X-OR	1 0 1 0 0
6	0 0 1 1 0
X-OR	1 0 0 1 0
12	0 1 1 0 0
X-OR	1 1 1 1 0
16	1 0 0 0 0
X-OR	0 1 1 1 0

ผลลัพธ์สุดท้ายคือ ค่าของ Error bit ซึ่งจะเป็นเลข Binary = 1 0 1 1 0 คือ bit ที่ 14

## CONVOLUTION CODES

เป็นการเข้ารหัสที่จะทำให้ทางด้านรับสามารถแก้ไข bit ที่ผิดพลาดได้เอง (Forward Error Correction : FEC) โดยการเพิ่ม bit Output จาก Input ซึ่ง bit Output ที่ได้ต้องขึ้นอยู่กับ bit Input และ bit ก่อนหน้านั้นด้วย

### Encoding

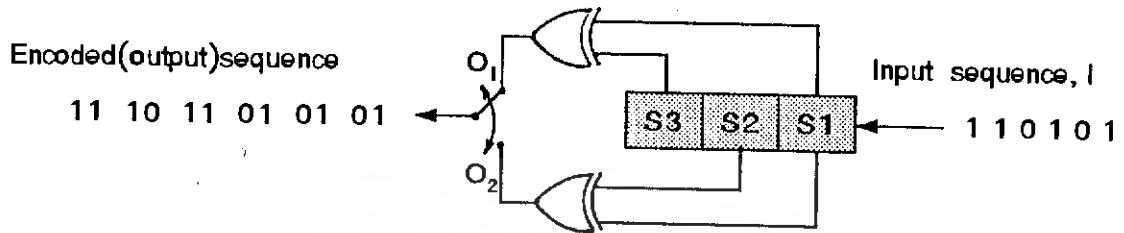


เป็นวงจรการเข้ารหัส Convolutional ที่มี  $1/2$  ( $k/n$ ) หมายถึง Input เข้ามา 1 bit ได้ Output 2 bit ซึ่งวงจรประกอบด้วย 3 bit Shift Register และ X-OR 2 ตัว

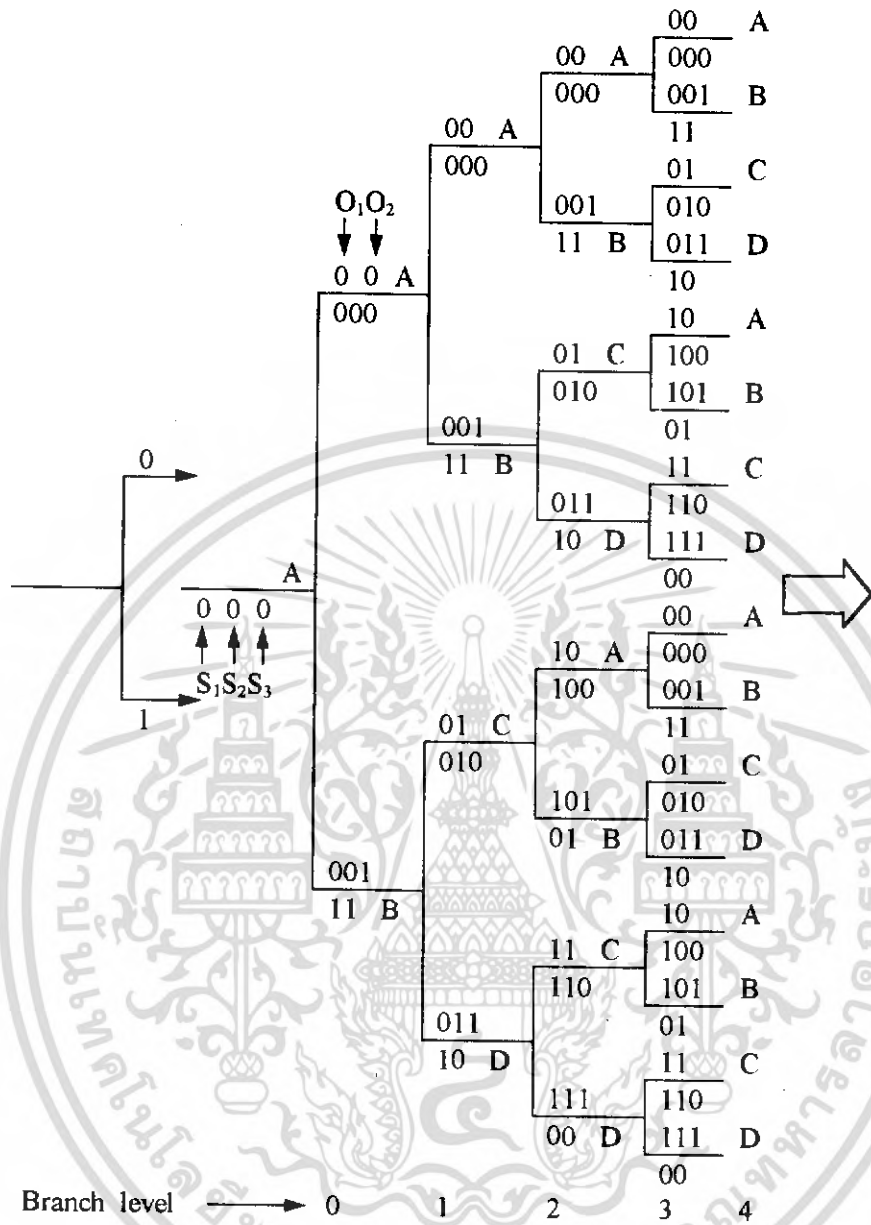
เนื่องจากการใช้ Memory ด้วย มันจึงจำเป็นต้องมีการให้ความหมายการเกิด Output Sequence เมื่อมี Input Sequence เข้ามา ซึ่งมีอยู่ 3 เทคนิคด้วยกัน คือ Tree Diagram, State Diagram, Trellis Diagram วิธี Trellis Diagram ในทางปฏิบัติถูกใช้มากที่สุด เพราะมันสามารถแสดงให้เห็นได้ชัดเจนตอน Decoding แต่ตอนนี้นำมาใช้วิธีการของ Tree Diagram ก่อน

ตัวอย่าง

สมมติ Information (Input Sequence : I) เป็นดังนี้คือ 1 1 0 1 0 1 ให้หา Output Sequence ที่ Encode แล้ว

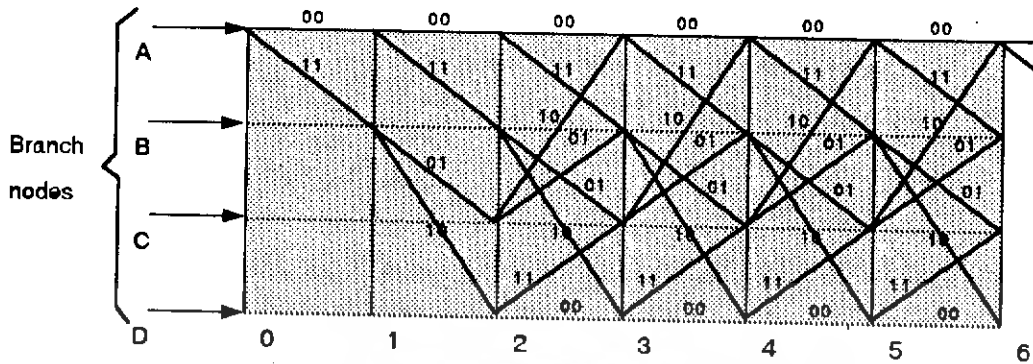


Input Sequence (I)	Shift Register Content			Output Sequence	
	S1	S2	S3	O1	O2
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	1



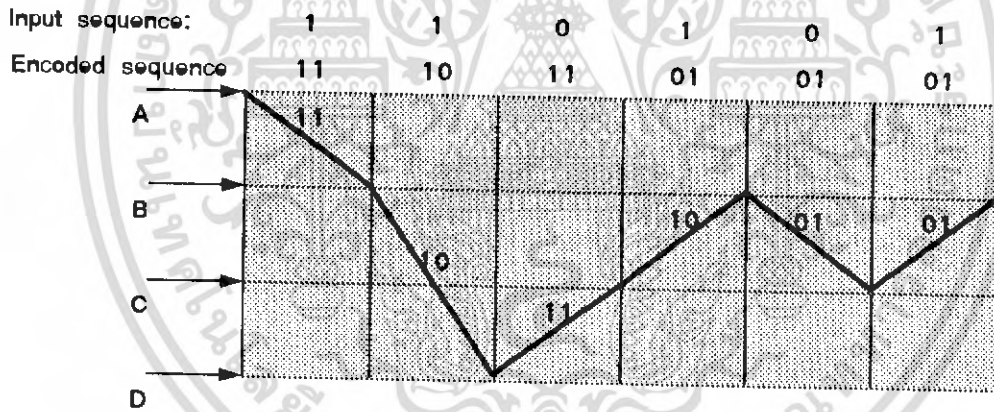
แต่ละ Node จะแยกเป็น 2 Branches โดยจาก Node ถ้า Input "1" เข้ามาจะลง Branch ล่าง แต่ถ้า Input "0" เข้ามาจะขึ้น Branch บน

จาก Tree Diagram มาเขียนเป็น Trellis Diagram



จาก Node A ในตอนเริ่มต้น S1,S2,S3 จะเป็น 0 0 0 ตามลำดับ ถ้า Input Sequence bit แรกเข้าเป็น "1" ทำให้ Output :O<sub>1</sub>,O<sub>2</sub> = 1 1 (ถ้า Input Sequence bit แรก '0'จะได้ Output Sequence : O<sub>1</sub>,O<sub>2</sub> = 0 0)

จากตัวอย่างเขียน Trellis diagram ได้เป็นดังรูป



## Decoding

จุดประสงค์ของ Decode เพื่อหา bit Stream ที่ได้รับให้เหมือน Output Sequence ที่ทางด้านส่งมากที่สุด

วิธีการ Decode จะใช้วิธีการเปรียบเทียบ Sequence ที่รับได้กับ Sequence ที่เป็นไปได้ทั้งหมด แล้วเลือกใช้เส้นทางที่มี Hamming Distance น้อยที่สุด ซึ่งเป็นเส้นทางสำหรับข้อมูลที่ต้องการ Decode

## ตัวอย่าง

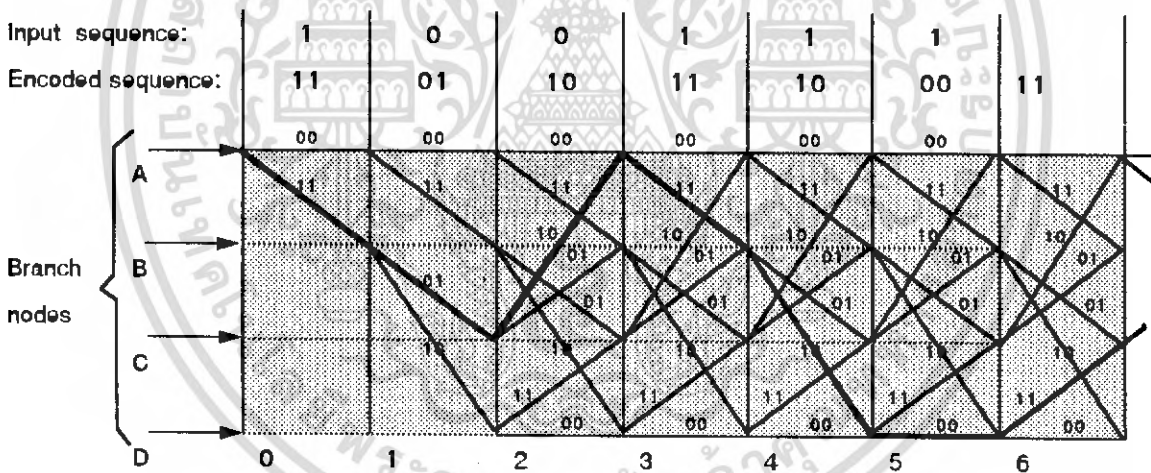
สมมุติว่า Message Sequence ที่ต้องการส่งคือ 1 0 0 1 1 1 0 หลังจากเข้ารหัสแล้ว ทำให้ได้ Output Sequence ดังนี้

11 01 10 11 10 00 11

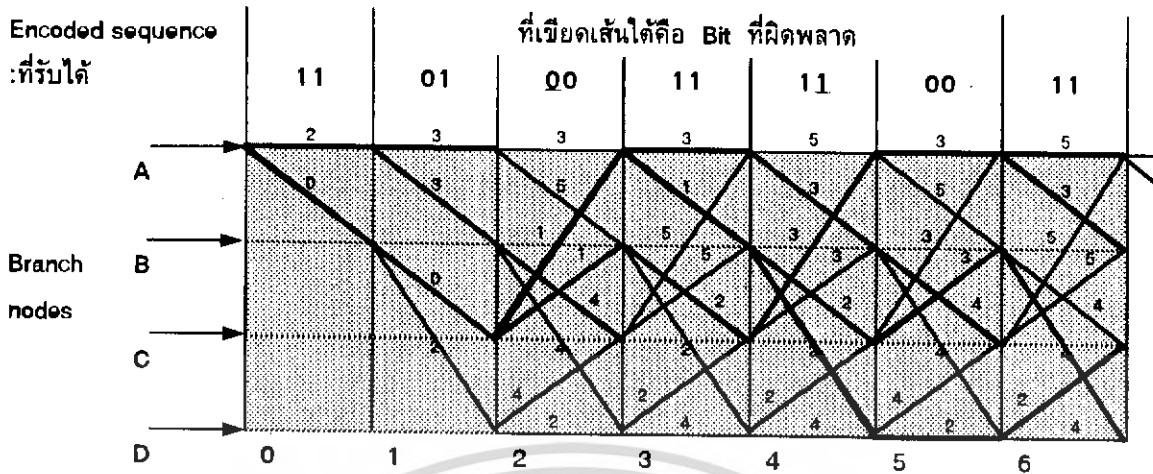
สมมุติมี Error เกิดขึ้นในระหว่างการส่ง ทำให้ Sequence ที่รับได้เป็นดังนี้

11 01 00 11 11 00 11 (ที่ขีดเส้นใต้คือ Bit ที่ผิดพลาด)

ใช้ Viterbi Algorithm หา Sequence ที่ใกล้เคียงกับ Output Sequence ที่ส่งมาจริงมากที่สุด



รูป (a) จะแสดง Path ใน Trellis ที่สอดคล้อง Output จากการ Encode



รูป (b) จะแสดง Path ที่เป็นไปได้ทางรับ

ตัวเลขต่าง ๆ ที่บนแต่ละ Branch Hamming Distance ระหว่าง Sequence ที่รับได้จริง กับ Sequence ประจำ Path นั้น แล้วบวกเพิ่มเรื่อย ๆ จนมา Node ที่ 2 Path มารวมกันแล้วจึง นำผลบวกของ Hamming Distance ที่มีค่าน้อย มาบวก Hamming Distance ที่เกิดขึ้นใหม่

ตามตัวอย่าง เริ่มต้นพิจารณาที่ Node A ที่ Branch Level 0 จะเห็นว่า Sequence ที่รับได้คือ 11 Hamming Distance ที่เกิดขึ้น คือ 2 ที่ Path 00 และ 0 ที่ Path 11 และค่า Distance 2 ค่านี้ (2 และ 0) จะถูกเพิ่มขึ้นไปอีก เมื่อ Path กระจายไปจาก Node เหล่านั้น ดังนั้นที่ Branch Level 1 มี 2 Path ออกจาก Node A มี Hamming Distance เป็น 1 สำหรับ Path 00 และเป็น 1 สำหรับ Path 11 ดังนั้น Distance สะสมมาจาก Path ก่อนด้วยจึงได้เป็น  $2 + 1 = 3$  สำหรับ Path 00 และ  $2 + 1 = 3$  สำหรับ Path 11

ทำนองเดียวกัน ที่ Node B, Level 1 แยกไปเป็น 2 Path มี Hamming Distance เป็น 0 สำหรับ Path 01 และ 2 สำหรับ Path 10 ทำให้ได้ Distance สะสมเป็น  $0 + 0 = 0$  และ  $0 + 2 = 2$  ตามลำดับ แล้ววิธีการเดียวกันหา Distance สะสมในแต่ละ Path ที่ออกจากทุก Node ใน Branch Level 2 ก็จะได้ค่าต่าง ๆ ดังรูป b

ที่ Branch Level 3 เป็นต้นไปจะเป็นการเริ่มต้นเลือกเส้นทาง จากในตัวอย่าง ที่ Level 3 มี Path มาพบกันที่ Node A มี Distance สะสมเป็น 3 (AAAA) และ 1 (ABCA) ซึ่ง Path หลังนี้ จะถูกเลือกเพื่อหา Path ที่เหลือต่อไป และทำนองเดียวกันใช้วิธีนี้กับ Node B, C และ D

ที่ Node C Distance สะสมมาเท่ากันคือ 4 ในกรณีนี้ในเลือก Path บนคือ A - A - B - C หลังจากผ่านขบวนการเลือกไปแล้ว ทุก Subsegment Distance การคำนวณหา Distance สะสมก็ให้บวกต่อไปจากเส้นทางที่เลือก

หลักการเลือก Path ที่ให้เหมือน Path ของ Output Sequence(ที่ส่งมาจริง ๆ) มากที่สุด มีดังนี้คือ

1. เลือก Path ที่ต่อเนื่องกัน จากตัวอย่างที่ 4 Path คือ

A	B	C	A	B	C	B	D	4
A	B	C	A	B	D	D	C	2
A	B	C	B	C	A	A	A	5
A	B	C	B	C	A	A	B	3

(ตัวเลขที่ขีดเส้นใต้คือ Hamming Distance สะสม)

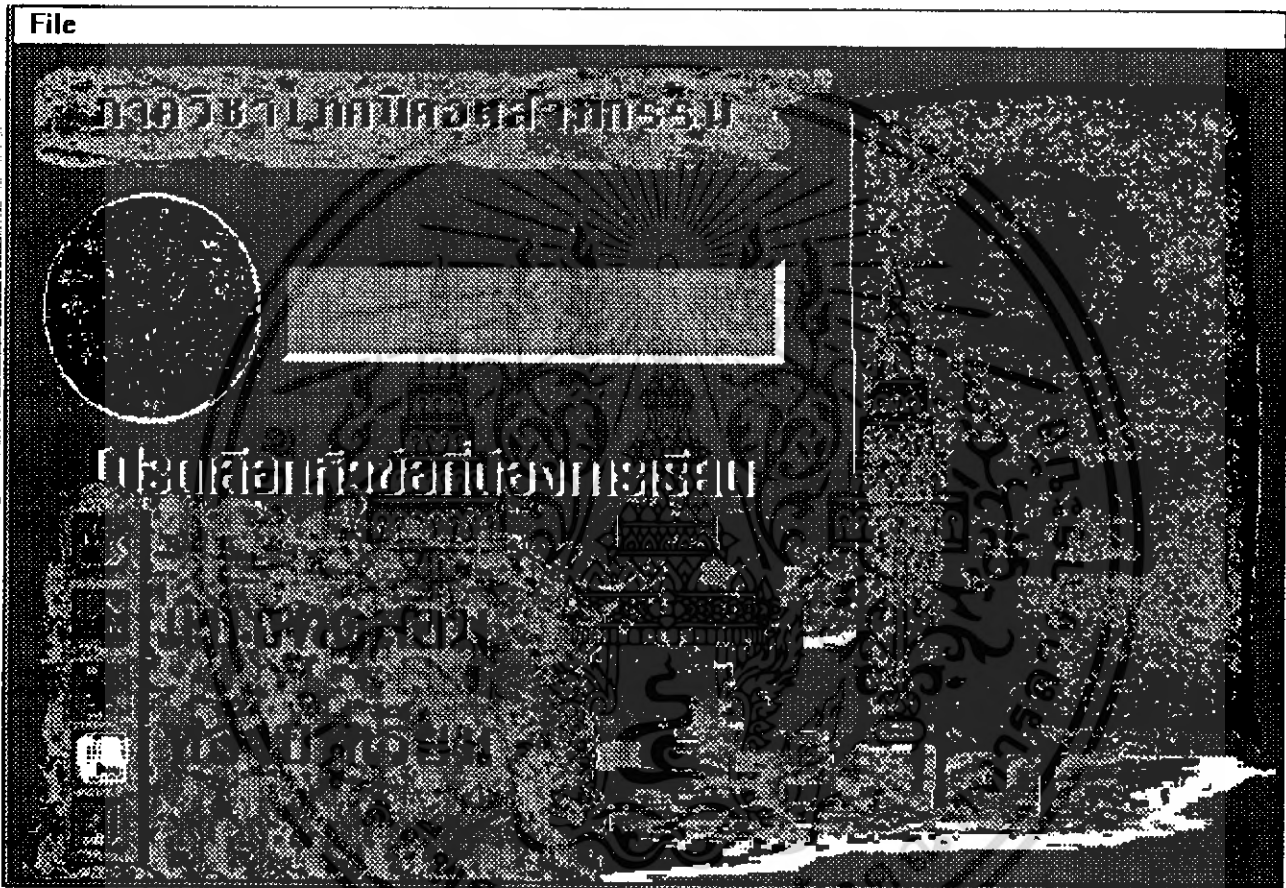
2. เลือก Path ที่มี Hamming Distance สะสมน้อยที่สุด

จากตัวอย่าง นั้นคือ Path A B C A B D D C จะถูกเลือก จะเห็นได้ว่า Sequence บน Path นี้ คือ 11 01 10 11 10 00 11 ซึ่งสอดคล้องกับ Original Encoded Sequence (Output Sequence) แล้วก็นำ Sequence เหล่านี้ไปหาเอา Message จริง ซึ่งทางด้านรับได้สร้าง Message ที่เป็นไปได้ไว้เรียบร้อยแล้ว

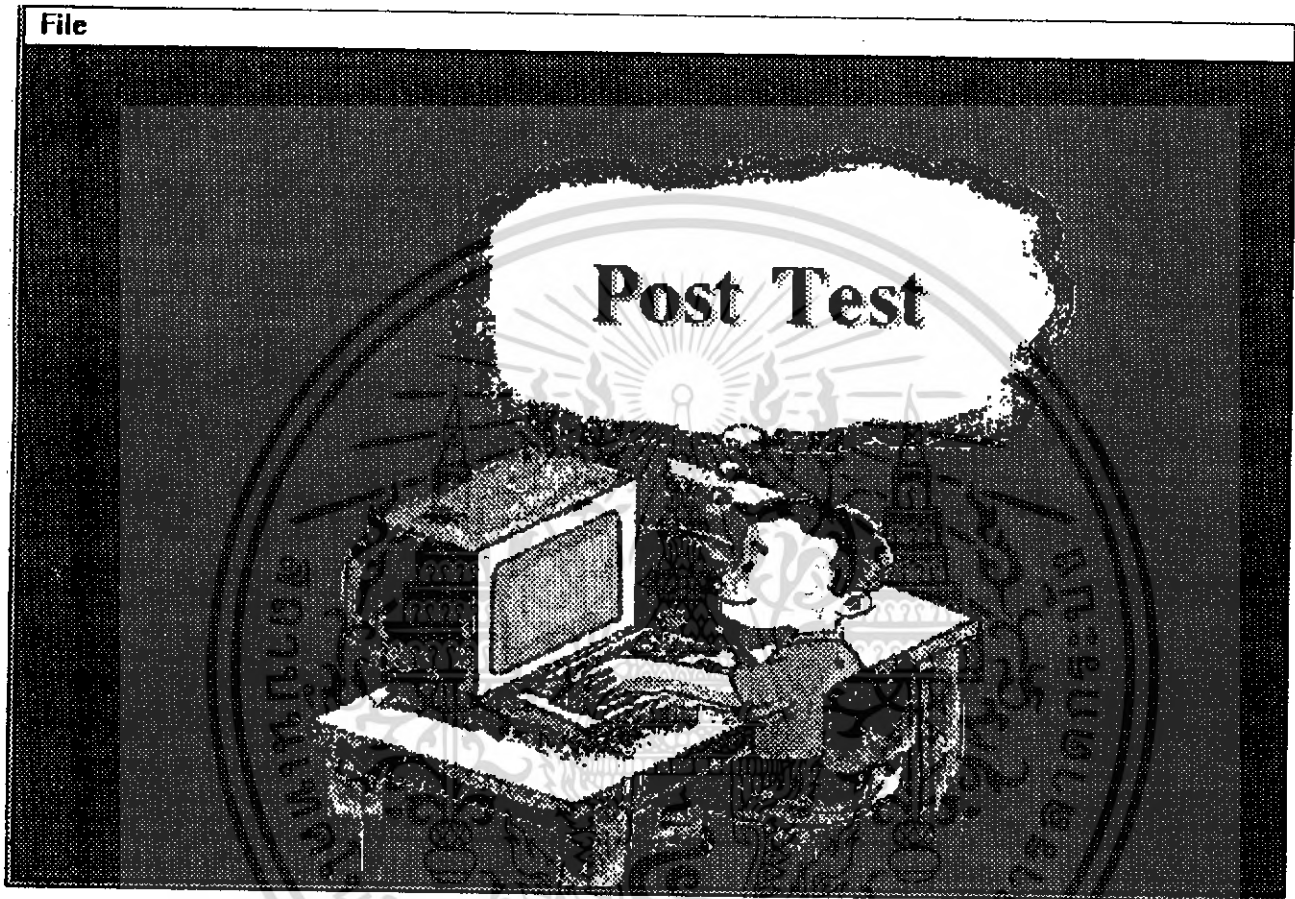
## การเข้าสู่การทดสอบบทเรียนท้ายบท

มีลำดับขั้นดังนี้

1. จากเมนูหลัก ใช้เมาส์ คลิกที่กล่องที่ 4 นับจากบน โปรแกรมจะบอกว่าเป็นแบบทดสอบหลังบทเรียนดังรูป



2. ใช้ เม้าส์ คลิกที่ กล้องเดิม จะพบกับไตเติลของ Post Test ดังรูป จากนั้น โปรแกรมจะไปสู่การทดสอบข้อที่แรก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบหลังบทเรียน

1. ไทป์โค้ดตัว (Line Guide) คืออะไร ?



การวางเส้นขอบเขตตั้งชื่อแนวทแยงมุมของหน้าเอกสาร



การสร้างสีถาดของสไลด์แต่ละสไลด์

การกำหนดขนาดหน้ากระดาษ

การวางตำแหน่งของตัวอักษรในแต่ละย่อหน้า

การวางรูปแบบสีของตัวอักษรให้เป็นสีเดียวกัน



ข้อใดที่ถูกต้อง

3. ใช้ เม้าส์ คลิก ข้อ ก, ข, ค หรือ ง ข้อใดข้อหนึ่ง เพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง  
เสร็จแล้วโปรแกรมจะบอกว่า ถูกหรือผิด แล้วก็เปิดข้อทดสอบถัดไปออกมา
4. เมื่อทดสอบจนครบทุกข้อ โปรแกรมจะคำนวณคะแนนให้ผู้เรียน
5. ใช้ เม้าส์ คลิก ที่ปุ่มล่างขวา ก็จะออกไปที่ เมนูหลัก

## การออกจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง BASEBAND SYSTEM

มีลำดับขั้นดังนี้

1. จากเมนูหลัก ใช้เมาส์ คลิกที่กล่องล่างสุด โปรแกรมจะบอกว่าเป็นทางออกจากโปรแกรมดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ 202 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้ เมาส์ คลิก ที่กล่องเดิมอีกครั้ง โปรแกรมจะให้ผู้เรียนยืนยันการออกจากโปรแกรม โดยหน้าจอจะแสดงดังรูป



3. เมื่อต้องการออกจริงๆ ก็ตอบตกลง โดยใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม ตกลง ถ้ายังไม่การที่ออกก็ให้ใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม ยกเลิก

## เอกสารอ้างอิง

1. Shammugn, K.S., "Digital and Analog Communication System".John Wily & Son, 1979
2. William L. Schweber, "DATA Communication",McGraw Hill, 1988
3. Martin S. Roden ,“Analog and Digital Communication System”,Prentice - Hill , 1991
4. Peyton Z. Peebles, JR.,Ph.D,“Digital Communication System”, Prentice/Hall International,1987
5. บัญญัติ โรจน์อารยานนท์, “หลักการไฟฟ้าสื่อสาร”, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2536
6. ถวิล กิ่งทอง ,“เทคโนโลยีการส่งสัญญาณดิจิทัล”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2534
7. กนก เจนจิระพงศ์เวช ,“เอกสารประกอบการเรียนวิชาเทคโนโลยีดาวเทียม”, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
8. ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ,“หลักการระบบสื่อสาร”, ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น, 2537
9. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ,“เอกสารประกอบการฝึกอบรมมาตรฐานการสื่อสารคอมพิวเตอร์ระบบเปิด”
10. กฤดากร กล่อมการ,“เอกสารประกอบการวิชา DATA COMMUNICATION”



# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Authorware Professional

Authorware Professional นับเป็นวิวัฒนาการอีกขั้นหนึ่งของโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ด้วยการออกแบบการทำงานในลักษณะแผนภูมิ ที่ทำให้แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษาโปรแกรม Authorware Professional มีคุณสมบัติสามประการที่สนับสนุนงาน สร้าง ออกแบบแอปพลิเคชัน รวมทั้งการกระจายไปยังผู้ใช้ ได้แก่

**Object Authoring** ด้วยการออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring ทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรม หรือผู้ที่ไม่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตามสามารถทุ่มเท ความสนใจไปยังรายละเอียดของเนื้อหา และวิธีการโต้ตอบของผู้ใช้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การใช้สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงได้อย่างง่ายดาย โดยภายในแต่ละ Application ที่สร้างโดย Authorware สามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ไอคอน

**Multimedia Tools** ในโปรแกรม Authorware Professional ประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดียอย่างพร้อมมูล ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชัน ที่ประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ เข้าด้วยกัน ทำให้เป็นแอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียนการสอน การอ้างอิง จำลองการทำงานในการนำเสนอสินค้า และการโฆษณา

การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้ได้หลายระบบ ทำให้ผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่อง Macintosh หรือภายใต้ระบบ Microsoft Windows ที่อยู่บนเครื่อง PC มีการทำงานที่เหมือนกัน และสามารถที่จะติดต่อไปยังทรัพยากรภายนอก ระบบไม่ว่า การใช้ระบบฐานข้อมูลหรือระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย คำสั่งในการทำงานต่าง ๆ ไม่ว่าเป็นในเครื่อง Macintosh หรือเวอร์ชันที่ทำงานภายใต้ Windows ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก ยกเว้นในส่วนของมัลติมีเดีย และการทำงานของโปรแกรมในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

## Object Authoring™

กล่าวได้ว่าส่วนหนึ่งที่ทำให้โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมที่ใช้ง่าย ก็คือการทำออกแบบคำสั่งต่าง ๆ อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ (Icon) การสร้างโปรแกรมทำได้ด้วยการวางไอคอน เรียงไว้บนเส้นโฟลว์งานด้วยวิธีนี้จึงไม่มีความจำเป็นต้องเรียนรู้การใช้คำสั่งเป็นลักษณะภาษาโปรแกรม

## การทำงานด้วยการใช้สัญลักษณ์

คำสั่งใน Authorware ถูกออกแบบไว้ในลักษณะที่เป็นสัญลักษณ์จำนวนสิบเอ็ดตัว ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละตัวจะใช้แทนคำสั่งในการพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งมีความง่ายในการใช้งานเมื่อเลือกสัญลักษณ์ หรือคำสั่งใดคำสั่งหนึ่ง โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดหรือคำสั่งเพิ่มเติมที่จำเป็นในการทำงานของสัญลักษณ์นั้น ๆ ให้เลือกไม่ว่าเป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับลอจิกของโปรแกรม หรือคำสั่งในที่ทำงานเป็นมัลติมีเดีย

## การพัฒนาโปรแกรม

ลักษณะการทำงานประกอบด้วยไอคอน ที่จะเรียงลงบนเส้นโฟลว์งาน เป็นการกำหนดลอจิกในการทำงานโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีคำสั่งที่เป็นเมนูเพื่อกำหนดรายละเอียดของการทำงาน สามารถกำหนดรายละเอียดของโปรแกรม เช่น ขนาด หรือรูปแบบของ Presentation Window เลือกลักษณะการทำงานของโปรแกรมว่าให้ทำต่อจากที่ค้างไว้ หรือเริ่มต้นใหม่ทุกครั้งที่ยกกรวมทั้งสามารถกำหนดชื่อของโปรแกรม

คำสั่ง "Try It" ทำให้ผู้ที่พัฒนาโปรแกรมสามารถทดสอบโปรแกรมได้โดยง่าย คำสั่ง Start Flag, Stop Flag ช่วยให้การทดสอบและแก้ไขโปรแกรมในส่วนต่าง ๆ ได้รวมทั้งการเลือกทดสอบโปรแกรมแต่ละส่วน

คำสั่ง Package ช่วยในการจัดเตรียมแอปพลิเคชันสำหรับ ผู้ใช้โดยไม่ต้องติดตั้ง System ไปด้วยทำให้การกระจายแอปพลิเคชันเป็นไปอย่างสะดวก หรือในกรณีที่ต้องการลดขนาดของแอปพลิเคชันลงก็สามารถทำได้ แต่ในการเรียกใช้งานต้องเรียกผ่าน System ของ Authorware เอง

## ขณะที่ผู้อำนวยในการทำงานของโปรแกรม

1. สามารถทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมได้ในเวลาเดียวกัน
2. ความสามารถในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงลอจิกของโปรแกรมได้โดยตรง ทำให้ง่ายต่อการพัฒนาและบำรุงรักษา โปรแกรม อีกทั้งโครงสร้างของโปรแกรมสามารถเปลี่ยนแปลงและนำกลับมาใช้ได้
3. สามารถกำหนดวิธีการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ถึงสิบวิธีได้แก่ ด้วยการป้อนข้อความผ่านคีย์บอร์ด สร้างปุ่มกดบนจอภาพ กำหนดพื้นที่บนจอภาพที่ตอบสนองเมื่อกดปุ่มเมาส์ ด้วยการเลื่อนภาพไปยังตำแหน่งที่กำหนดเป็นเมนูตรวจเช็คคีย์บอร์ด ด้วยการกำหนดเงื่อนไขการทำงานกำหนดจำนวนครั้งที่ผิด กำหนดวัตถุบนจอภาพที่ตอบสนองเมื่อกดปุ่มเมาส์ หรือกำหนดเวลาในการทำงาน
4. คุณสมบัติที่ผู้อำนวยอื่น ๆ ได้การผสมผสานสื่อต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมทั้งคำแนะนำการใช้ที่ติดอยู่ในแต่ละคำสั่ง

## Library สนับสนุนการทำงาน

1. มี Library อันได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟฟิกส์ ภาพจากวิดีโอ เสียงและอื่น ๆ
2. มีไฟล์โครงสร้างที่ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ประกอบด้วยตัวอย่างโปรแกรมอย่างเช่น ระบบ Pull Down Menu สมุดโน้ต โปรแกรมบันทึกการทำงาน ขั้นตอนในการทำงาน ข้อเสนอแนะทางเทคนิค และยูติลิตี้
3. ผู้ใช้สามารถสร้างโมเดลการทำงานที่สามารถนำกลับไปใช้ได้

## ตัวแปรและฟังก์ชัน

Authorware Professional มีตัวแปรระบบ และฟังก์ชันสนับสนุนการทำงานมากกว่า 200 ตัว เป็นการเพิ่มความสามารถในการ เก็บค่า แก้ไข หรือแสดงข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งการควบคุมการทำงานของโปรแกรม ซึ่งมีข้อดีในการทำงานได้แก่

1. ความสามารถในการใช้ตัวแปรทำให้สามารถติดตามการใช้โปรแกรม และเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสมเพื่อตอบสนองการทำงานของผู้ใช้ รวมทั้งการเก็บข้อมูลสำหรับการทำงาน
2. มีคำสั่งสำหรับดูรายละเอียดของฟังก์ชันและตัวแปร รวมทั้งสามารถคัดลอกตัวแปร และฟังก์ชันไปยัง Calculation Icon, Option Slot และ Presentation Windows
3. สามารถควบคุมฟอร์แมตการแสดงผลของตัวแปรได้ ช่วยให้สามารถทดสอบระดับความรู้พื้นฐานของผู้ใช้ได้

## การทำเอกสารกำกับโปรแกรมโดยอัตโนมัติ

1. ทำดัชนีของโปรแกรมโดยมีไอคอนหรือไม่ก็ได้
2. พิมพ์ Presentation Windows ที่มีอยู่ทั้งหมดออกมาได้
3. ทำตารางอ้างอิงการใช้ตัวแปร

## Multimedia Tools

Authorware Professional มีอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องมือในการที่จะสร้างแอปพลิเคชันที่เป็นมัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งความสามารถในการเรียกใช้ และแก้ไข Media ที่สร้างมาจากโปรแกรมอื่น

1. ข้อความ
  - 1.1. สามารถใช้ตัวอักษรหลายแบบผสมกันได้ รวมทั้งสีและขนาด
  - 1.2. สามารถกำหนดตัวอักษรเป็น Outline, หนา, ตัวเอียง และขีดเส้นใต้
  - 1.3. ฟอร์แมตข้อความให้มีการตัดคำ ตั้งแนบทั้งข้อความ และตัวเลข รวมทั้งกำหนดกรอบ
  - 1.4. จัดคำให้ชิดซ้าย, ขวา หรืออยู่กลางได้
  - 1.5. สามารถใช้ตัวอักษรมาตรฐานของวินโดวส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน 208 การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. กราฟฟิกส์

- 2.1. มีคำสั่งในการวาดรูปวงกลม วงรี สี่เหลี่ยมและลากเส้น รวมทั้งแสดงเส้นตาราง
- 2.2. คำสั่งลากเส้นสามารถลากเส้นตั้ง, เส้นนอน, เส้นเอียง 45 องศา รวมทั้งใส่ลูกศร และกำหนดความหนาของเส้นได้ 5 ระดับ
- 2.3. สามารถกำหนด Fill Pattern ได้ทั้งหมด 36 แบบ
- 2.4. กำหนดการแสดงผลของภาพได้เป็นชั้น สามารถที่จะรวมภาพเข้าด้วยกันและแก้ไขภาพเป็นกลุ่มได้
- 2.5. สามารถขอลูกภาพก่อนที่จะนำมาใช้ได้
- 2.6. ไฟล์กราฟฟิกส์ที่จะนำมาใช้ทั้งที่เป็น TIF, PIC, PNT, WMF, EPS BMP, DIB, RLE, PCX, PICT และ Paint ของเครื่อง Macintosh รวมทั้ง Windows Meta File

## 3. เสียง

- 3.1. ควบคุมการเล่นซ้ำ เริ่ม และหยุดได้
- 3.2. สามารถเล่นไฟล์ PCM ของ Macintosh, ไฟล์ WAV ของวินโดวส์ และเล่น MIDI โดยผ่าน Microsoft's Multimedia Extensions
  - 3.2.1. สามารถเรียกใช้ไฟล์เสียงของ Macintosh โดยผ่านโปรแกรม SoundWave หรือ Macromedia's SoundEdit
  - 3.2.2. การใส่เสียงให้กับโปรแกรมต้องมี Sound Card ที่เล่นภายใต้วินโดวส์ได้

## 4. Animation

- 4.1. กำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้หลายแบบเป็น Scaled Path, Fixed Destination, Fixed Path, Linear Scale และ Scale X/Y
- 4.2. กำหนดทิศทาง, เวลา และความเร็วได้
- 4.3. ควบคุมจำนวนเฟรม, ความเร็ว และจำนวนรอบของการเล่น Movie File ได้
- 4.4. กำหนดชั้นในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ในกรณีที่มีวัตถุมากกว่าหนึ่ง เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งที่ซ้อนกัน

## 5. Video

- 5.1. สามารถเล่นได้ทั้ง Still และ Motion Video
- 5.2. แสดงผลวิดีโอเต็มจอได้
- 5.3. สามารถเปลี่ยนขนาด ย้ายวินโดวส์ได้
- 5.4. ควบคุมการเล่น และหยุดภาพได้
- 5.5. เลือกรูปได้
- 5.6. ปรับความเร็วในการเล่นได้
- 5.7. ควบคุมสัญญาณออกวิดีโอได้สองแชนแนลแยกจากช่องสัญญาณวิดีโอ
- 5.8. ผู้ใช้สามารถควบคุมวิดีโอจากจอภาพได้ • ต้องมี Video Card ที่ทำงานภายใต้ Windows ได้

## 6. Effects

- 6.1. ควบคุมการเล่นวิดีโอ เสียง และ Animation ได้เป็น Concurrent, Perpetual และ Wait until done
- 6.2. สามารถใช้สีเป็น 4 หรือ 8 บิตได้
- 6.3. แสดงผลข้อความ และกราฟฟิกส์ได้เป็น Opaque, Transparent, Inverse, Matted และ Erase

## สถาปัตยกรรมในการออกแบบที่ใช้ได้ในหลายระบบ

1. **Flexible Environment**
  - 1.1. สามารถกระจายแอปพลิเคชันที่ทำแล้วในหลายสื่อไม่ว่าเป็น ฟลอปปีดิสก์, ฮาร์ดดิสก์, CD-ROMs หรือไฟล์เซิร์ฟเวอร์ของระบบเน็ตเวิร์ก
  - 1.2. สามารถกระโดดไปใช้แอปพลิเคชัน หรือไฟล์อื่นเพื่อใช้ข้อมูลร่วมกันได้
  - 1.3. แอปพลิเคชันที่เสร็จแล้วสามารถใช้ได้ไม่ว่าเป็นเครื่องเดี่ยว ๆ หรือเน็ตเวิร์ก
  - 1.4. สามารถขยายความสามารถโดยเรียกใช้ Dynamic Link Librariesของวินโดวส์ได้ (DLLs)
2. **Cross-Platform Compatibility**
  - 2.1. แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authorware Professional for Macintosh สามารถที่จะแก้ไขปรับปรุง ได้ภายใต้ระบบวินโดวส์
  - 2.2. มีการเปรียบเทียบตัวอักษรระหว่างระบบของ Windows และ Macintosh เพื่อใช้แทนกันในกรณีที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน
3. **Complementary Products**
  - 3.1. Clipmedia for Windows
  - 3.2. Windows Player
4. **Other Complementary Products**
  - 4.1. Fonts: Adobe Type 1, Bitstream Fontware, ZSofttype, และอื่น ๆ
  - 4.2. Graphics: Computer Support Corp. Arts and Letters, CorelDRAW, Image-In Color, Micrographix Designer, ZSoft PC Paintbrush และ Publisher's Paintbrush.
  - 4.3. Animation: Autodesk Animator Pro, Multimedia Extensions Animation Player
  - 4.4. Sound: Multimedia Extensions ที่ใช้กับฮาร์ดการ์ดต่อไปนี้ Creative Labs Sound Blaster, IMAudio, Media Vision Pro, Audio Spectrum และ Meridian Data soundByte.
  - 4.5. Video Adapters: EGA, VGA, Super, VGTA, XGA รวมทั้งอื่น ๆ ที่สามารถใช้ได้ภายใต้ระบบวินโดวส์
  - 4.6. Video Capture/Overlay ได้แก่ IBM M-Motion, New Media Graphics super Video Windows, VideoLogic DVA/4000, Viseomail VmC-1E
  - 4.7. Video Device: Pioneer LDV 4200A, 6000/6000A, และ 8000; Sony 1200/1250, 1400/1450, 1500/1550P, 1550/1550P, 2000, 3200 และ 3600D อุปกรณ์วีดีโอรวมทั้ง Overlay Card อื่น ๆ สามารถติดต่อได้โดยผ่าน DLLs
  - 4.8. CD-ROMs ใช้ได้กับ CD-ROMs ทุกตัวที่ทำงานใต้วินโดวส์

## ระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้กับ Application ที่สร้างจาก Authorware

คุณสมบัติของเครื่องที่จะนำแอปพลิเคชันไปใช้งาน อย่างน้อยต้องเป็นเครื่อง 286 มีความเร็ว 10 MHz หน่วยความจำ 2 MB การ์ดแสดงผล VGA/EGA 16 สี (หรือ 256 สี โดยติดตั้งจากการ์ด ในกรณีที่จะใช้กับจอ EGA จะต้องพัฒนาโปรแกรมบนจอ EGA เช่นกัน) แต่แนะนำให้ใช้เครื่องที่มีความเร็วมากกว่า 16 MHz

### ในแพคเกจประกอบด้วย

1. Authoring Software
2. Delivery Software
3. Utilities สำหรับควบคุม Media Device ทั้งภาพ และเสียง
4. คำสั่งสำหรับเรียกใช้ ภาพ เสียง และ Animation ที่มาจาก Macintosh
5. Product Library ประกอบด้วยตัวอย่าง และโมเดลที่นำมาใช้งานได้
6. Clipmedia Collection ประกอบด้วย ภาพ เสียง และ Animation ทำงานร่วมกับ Microsoft Multimedia Extensions for Windows

### ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ต้องการ

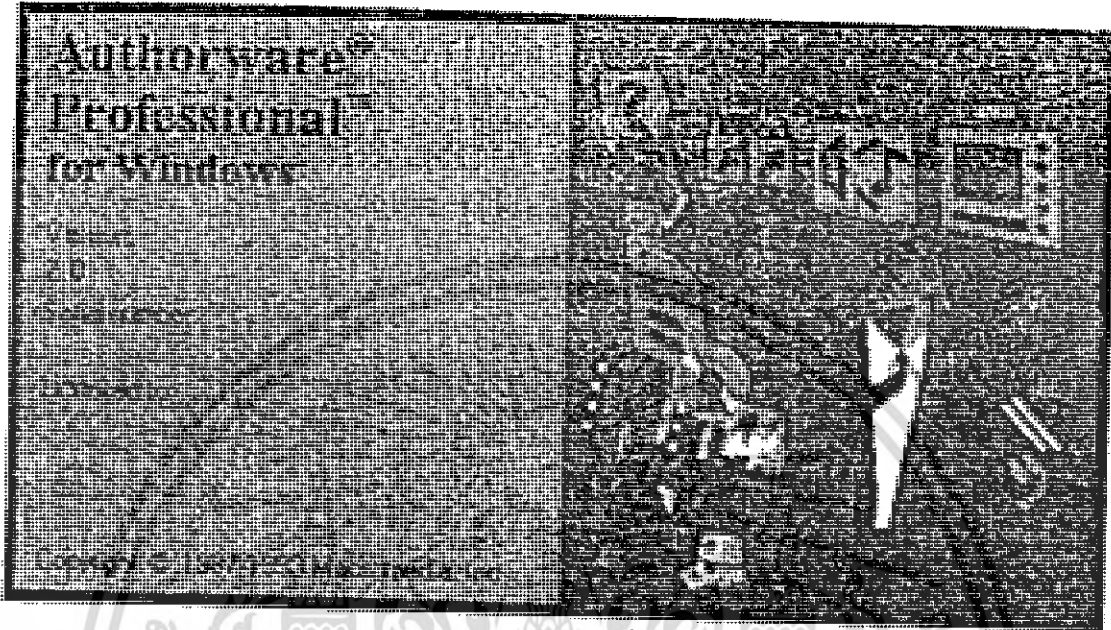
1. CPU 80386, 80486 หรือสูงกว่า
2. Monitor EGA, VGA
3. RAM อย่างน้อย 2 Mb
4. Mouse เป็นไมโครซอฟต์เมาส์หรืออื่นๆ
5. Hard Disk มีที่ว่างอย่างน้อย 80 Mb
6. Sound Card เมื่อต้องการเสียง
7. DOS เวอร์ชัน 3.3 เป็นต้นไป
8. MS-Windows โปรแกรม Authorware ทำงานภายใต้วินโดว 3.0 ขึ้นไปซึ่ง Run ในโหมด Standard หรือ 386-Enhanced เท่านั้น

### การติดตั้ง Authorware Professional

1. เข้าโปรแกรมวินโดวมาอยู่ที่โปรแกรมเมนเจอร์
2. นำแผ่น Authorware Professional ใส่ในไดรฟ์ B
3. คลิกเมาส์เลือกคำสั่ง File แล้วเลือกคำสั่ง Run
4. พิมพ์ B:\INSTALL แล้วตอบ OK หรือกด Enter
5. รอจนกระทั่งเสร็จเรียบร้อย

## การเริ่มเข้าโปรแกรม Authorware

1. เข้าโปรแกรมวินโดว์จะปรากฏโปรแกรมเมเนเจอร์
2. ดับเบิลคลิกที่กลุ่มไอคอนของ Authorware
3. ดับเบิลคลิกที่ไอคอนของ Authorware



ภาพที่ 1 Authorware Professional

หมายเหตุ ถ้าเป็นการรันในครั้งแรก Authorware จะถามชื่อผู้ใช้และบริษัทก่อนเสมอ

## การออกจาก Authorware

การออกจาก Authorware ทำได้หลายวิธีดังนี้

1. คลิกที่ Control Menu Box แล้วเลือกคำสั่ง Close
2. ดับเบิลคลิกที่ Control Menu Box ของ Authorware
3. คลิกที่เมนู File แล้วเลือกคำสั่ง Quit
4. กดคีย์ CTRL-Q

# สัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม Authorware



## Display Icon

เป็นคำสั่งสำหรับทำงานกราฟฟิกส์ในคำสั่งนี้จะมีคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการวาดรูป การอ่านแฟ้มข้อมูลกราฟฟิกส์ จากภายนอกเข้ามา รวมทั้งการแสดงผลข้อความ โดยมี Special effect ต่าง ๆ



## Animation Icon

เป็นคำสั่งทำภาพเคลื่อนไหว ด้วยการกำหนดภาพที่จะเคลื่อนที่ปลายทาง ความเร็ว จำนวนรอบที่จะแสดงผลภาพ



## Erase Icon

ใช้สำหรับลบภาพ หรือข้อความออกจากจอ โดยสามารถกำหนด Special effect ได้



## Wait Icon

ใช้หยุดการทำงานของโปรแกรม อาจเป็นการหยุดโดยกำหนดระยะเวลา หรือหยุดจนกว่าผู้ใช้จะให้ทำงานต่อ



## Decision Icon

ประกอบด้วยคำสั่งควบคุมการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการทำงานตามลำดับขั้น การทำงานแบบสุ่ม หรือการทำงานโดยการกำหนดขั้นตอนด้วยค่าของตัวแปร



## Interaction Icon

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดวิธีการติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งอาจกำหนดเป็น ปุ่มกด, เป็น Pull-down Menu และอีกหลายแบบ รวมทั้งกำหนดทิศทางการทำงานของของโฟลว์งาน



## Calculation Icon

เมื่อต้องการที่จะใส่ตัวแปรเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรม ใช้ฟังก์ชันพิเศษเรียกใช้โปรแกรมภายนอก หรือเรียกไปยังแอปพลิเคชันอื่น



## Map Icon

เป็นคำสั่งควบคุมลจจการทำงานโปรแกรม สามารถทำงานในลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าหนึ่งระดับ ด้วยการทำงานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ



### Start Icon

เป็นไอคอนงเริ่มต้น สำหรับการ Run โปรแกรมเป็นส่วน ๆ โดยใช้คำสั่ง Run from flag ในส่วนของ Try it บน Menu bar



### Stop Icon

เป็นไอคอนงหยุด สำหรับการ Run โปรแกรมเป็นบางส่วน โดยใช้ร่วมกับธง Start



### Movie Icon

เป็นคำสั่งควบคุมการเรียกไฟล์ที่เป็น Animation จากภายนอกเข้ามาใช้



### Sound Icon

ใช้เรียงเพิ่มข้อมูลเสียงเข้ามาเพื่อใช้งาน

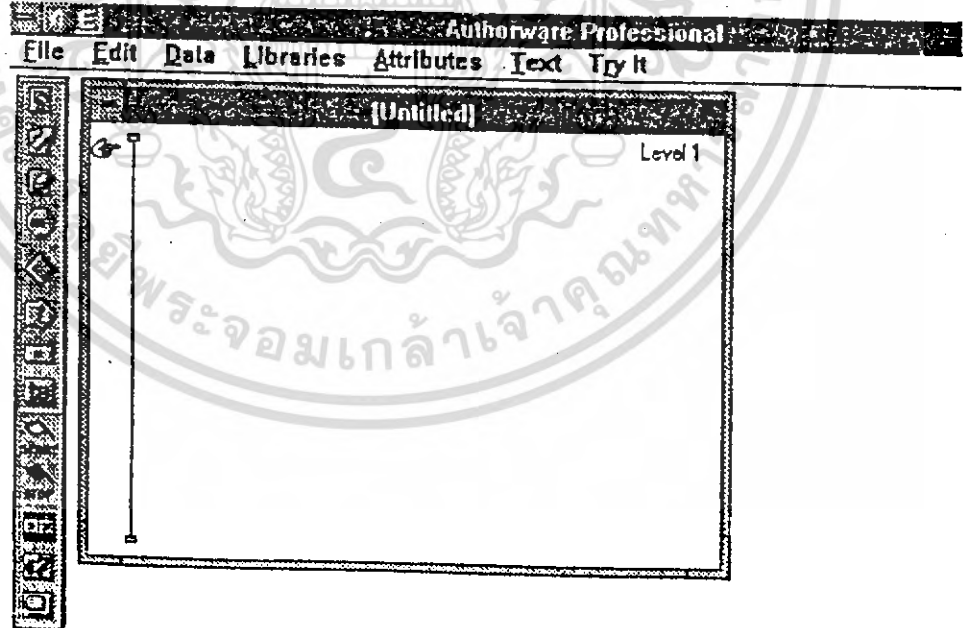


### Video Icon

ควบคุมการเล่นวิดีโอ จากโปรแกรม

## การสร้าง Application ใหม่

1. เลือกคำสั่ง New จากเมนู File
2. พิมพ์ชื่อ File ใหม่ที่ต้องการแล้วตอบ OK จะได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบของ Design Window

Beginning of File	ตำแหน่งเริ่มต้น File
Flowline	เส้นลำดับการทำงาน
End of File	ตำแหน่งจบ File
Paste Pointer	ตัวชี้ตำแหน่งในการทำ Icon Palette มาแปะ
Design Window	วินโดว์สำหรับออกแบบ

## การสร้าง Application

1. การนำไอคอนมาแปะที่ Flowline เลือกตัวชี้ไปยัง Icon Palette แล้วเลือกไอคอนที่ต้องการโดยกดปุ่มเมาส์ค้างไว้ที่ไอคอนนั้น จากนั้นลากไอคอนไปยัง Flowline แล้วปล่อยไอคอน ก็จะแปะลงบน Flowline ในตำแหน่งนั้นทันที
2. การยกเลิกไอคอนบน Flowline ถ้าไอคอนยังถูกเลือกอยู่ให้กด Backspace หรือ Delete
3. การแทรกไอคอน เป็นการแทรกไอคอนระหว่างไอคอนเดิม, ด้านบน, ด้านล่างที่กำหนดไว้แล้ว ทำได้โดยลากไอคอนใหม่ไปปล่อยลงในตำแหน่งที่ต้องการ ไอคอนใหม่จะแทรกลงไป และไอคอนเดิมจะถอยร่นไปโดยอัตโนมัติ
4. การเลื่อนไอคอนบน Flowline ลากไอคอนจากตำแหน่งเดิมแล้วนำไปปล่อยในตำแหน่งที่ต้องการซึ่งอาจจะเลือกเพียงไอคอนเดียวหรือหลาย ๆ ไอคอนก็ได้
5. การคัดลอกไอคอน หรือกลุ่มไอคอนไปยังตำแหน่งใหม่
  - 5.1. เลือกไอคอน หรือกลุ่มไอคอน (การเลือกกลุ่มไอคอนทำได้โดยเลื่อนตัวชี้ไปด้านบนของไอคอนที่ต้องการ จากนั้นลากเมาส์เพื่อติกรอบสี่เหลี่ยมคลุมไอคอนที่ต้องการเลือกเป็นกลุ่ม)
  - 5.2. เลือกคำสั่ง Copy จากเมนู Edit
  - 5.3. เลื่อนตัวชี้ไปคลิกยังตำแหน่งใหม่ที่ต้องการแปะ
  - 5.4. เลือกคำสั่ง Paste จากเมนู Edit

## Display Icon

วัตถุประสงค์ของ Display Icon

1. สร้างกราฟฟิกส์แสดงรายละเอียด อธิบายขั้นตอนสำคัญต่าง ๆ
2. นำเข้าข้อความหรือรูปภาพกราฟฟิกส์จากโปรแกรม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ
3. กำหนดตำแหน่งในการแสดงข้อมูลบนจอภาพ
4. แสดงข้อความคงที่หรือเปลี่ยนแปลงบนจอภาพ กำหนดแบบตัวอักษรชนิดของฟอนต์และขนาดต่าง ๆ
5. กำหนดมาตราส่วนของข้อความ และกราฟฟิกส์โดยอัตโนมัติ
6. กำหนดกริดเพื่อสะดวกในการจัดข้อความและกราฟฟิกส์บนจอ
7. เคลื่อนย้ายข้อความ และกราฟฟิกส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการบนจอภาพ

Editing Handles

### ภาพที่ 3 Presentation Window

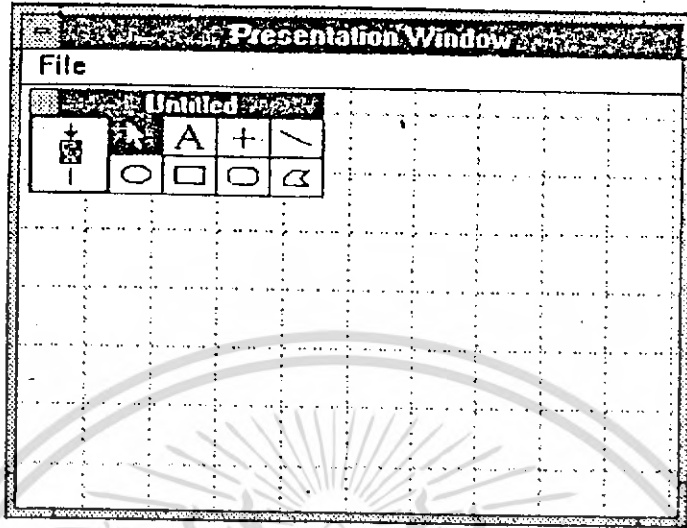
Toolbox	คือกล่องเครื่องมือที่ใช้สร้างและแก้ไขข้อความหรือกราฟฟิกส์
Icon Type	คือ Icon ที่กำลังเปิดอยู่ในขณะนั้น
Title	คือ ชื่อข้อความหรือรูปภาพที่กำลังอยู่ในขณะนั้น
Editing Handles	คือ ตัวแสดงขอบเขตของภาพหรือข้อความที่ถูกเลือก

### การแก้ไข Display Icon

1. ถ้า Presentation กำลังทำงานอยู่ให้ดับเบิลคลิกที่ภาพหรือข้อความที่ต้องการ หรือถ้า Presentation ไม่ได้กำลังทำงานให้คลิกที่ภาพหรือข้อความที่ต้องการ
2. จะปรากฏ Editing Handles
3. แก้ไขให้เหมาะสมตามต้องการ

## การกำหนดเส้นกริดโดยอัตโนมัติ

1. เลือกคำสั่ง Show Grid จากเมนู Attributes เมื่อต้องการให้แสดง (ถ้ายกเลิกให้เลือก Hide Grid)
2. เลือกคำสั่ง Snap to Grid เมื่อต้องการให้ Cursor เลื่อนระหว่างจุดแต่ละจุดของเส้นกริด



ภาพที่ 4 แสดงเส้นกริดที่เกิดจากการใช้คำสั่ง Show Grid

## การใช้กราฟฟิกส์ทูลบ็อก (Using the Graphics Toolbox)

การสร้างข้อความใหม่หรือกราฟฟิกส์ต่างๆบางครั้งจำเป็นต้องใช้กราฟฟิกส์ทูลบ็อก เพื่อใช้กำหนดรายละเอียดตามแบบที่ต้องการ ในกราฟฟิกส์ทูลบ็อกจะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ



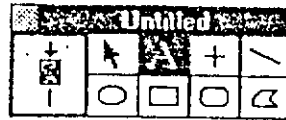
ภาพที่ 5 Graphics Toolbox

## การเรียกใช้กราฟฟิกส์ทูลบ็อก

เมื่อต้องการเรียกใช้กราฟฟิกส์ทูลบ็อกสามารถทำได้ 4 วิธีดังนี้

1. ในขณะที่ใช้คำสั่ง Run จากเมนู Try it กราฟฟิกส์ทูลบ็อกจะปรากฏให้เห็นโดยอัตโนมัติ
2. ดับเบิลคลิกที่ข้อความ หรือกราฟฟิกส์ต่าง ๆ ในขณะที่กำลังรันไฟล์ หรือแก้ไขการแสดงรูปแบบต่าง ๆ
3. ดับเบิลคลิกที่ Display Icon
4. เลือก Edit Display จากทางเลือกในไดอะล็อกบ็อกโต้ตอบในขณะที่ใช้คำสั่ง

## การใช้ Text Tool



เป็นทูลสำหรับสร้างชิ้นส่วนของข้อความต่าง ๆ ซึ่งสามารถพิมพ์ในส่วนที่ต้องการได้

### ขั้นตอนการใช้

1. คลิกที่ Text Tool จะสังเกตเห็นว่าตัวชี้เมาส์จะกลายเป็นเส้นตามแนวตั้งมีลักษณะเป็น I-beam
2. เลื่อน I-beam ไปยังจุดเริ่มต้นที่ต้องการพิมพ์ข้อความแล้วคลิก 1 ครั้ง
3. เส้นบอกความกว้างของข้อความพร้อม Cursor จะปรากฏให้เห็นดังรูป



ภาพที่ 6 เส้นบอกความกว้างของข้อความ

## การกำหนดย่อหน้า (Tabs)

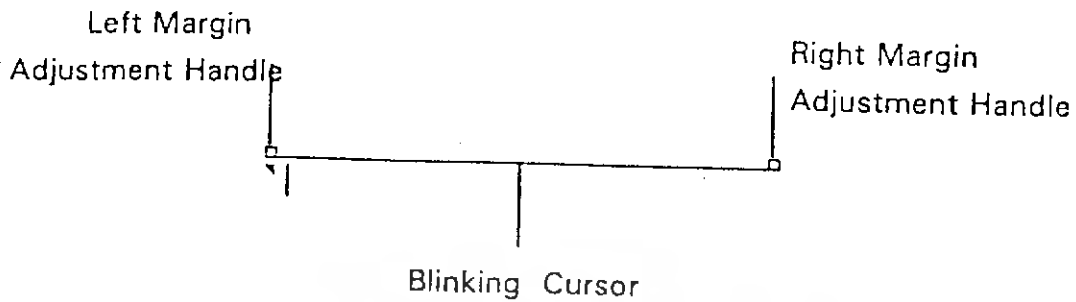
บางครั้งข้อความมีลักษณะเป็นตารางก็สามารถกำหนดระยะ Tab สำหรับแบ่งข้อความในการพิมพ์เป็นคอลัมน์ได้

### ขั้นตอนการกำหนด Tab

1. คลิกที่เส้นบอกความกว้างข้อความจะปรากฏสามเหลี่ยมที่เล็ก ๆ ขึ้นมา ซึ่งสามารถใช้เป็น Tab สำหรับข้อความทั่วไป และ Tab สำหรับเลขทศนิยม
2. กดปุ่มเมาส์ลากสามเหลี่ยมไปทางซ้าย หรือขวาไปปล่อยในตำแหน่งที่ต้องการใช้เป็นจุดเริ่มต้นของคอลัมน์
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนระหว่าง Tab สำหรับข้อความทั่วไปกับ Tab สำหรับเลขทศนิยมให้กด ALT ค้างไว้แล้วคลิกที่สามเหลี่ยมเล็ก ๆ ในตำแหน่งนั้น ๆ

## การกำหนด Margins

เป็นการกำหนดระยะขอบซ้าย (Left Margin) และระยะขอบขวา (Right Margin) ของเส้นบอกความกว้างข้อความ (Text Width Line)



ภาพที่ 7 การกำหนด Margins

### ขั้นตอนการกำหนด Margin

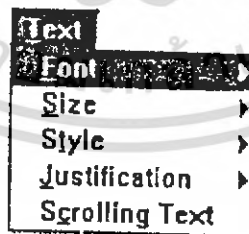
1. จากรูปเลื่อนตัวชี้เมาส์ไปไว้ที่สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ซึ่งเป็นตัวปรับระยะของขอบซ้ายหรือขวา
2. กดปุ่มเมาส์ค้างไว้ แล้วลากไปทางซ้ายหรือขวาตามต้องการ
3. บปล่อยปุ่มเมาส์ ถ้ามีข้อความอยู่ก็จะถูกปรับระยะใหม่ตามระยะขอบซ้ายหรือขอบขวาที่เปลี่ยนไป

## การกำหนดสไตล์ของข้อความ (Styling Text)

ข้อความสามารถกำหนดผสมกันได้ตามรูปแบบของฟอนต์, สไตล์ และขนาด

### ขั้นตอนการกำหนดสไตล์

1. ในขณะที่ใช้ Text Tool ให้เลื่อนตัวชี้ไปยังจุดเริ่มต้นของข้อความที่ต้องการกำหนดสไตล์
2. กดปุ่มเมาส์ลากเพื่อเลือกข้อความไปถึงจุดสุดท้ายของข้อความที่ต้องการ
3. เลือกฟอนต์, สไตล์ และขนาดจาก Text Menu โดยมีรายละเอียดดังรูป



ภาพที่ 8 Text Menu

## การแก้ไขข้อความ (Editing Text)

ข้อความที่ผิดพลาดสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ซึ่งการแก้ไขทำได้ตามมาตรฐาน การแก้ไขข้อความสำหรับโปรแกรมใช้งานบนวินโดวส์ทั่วไปดังนี้

- 1 ลบตัวอักษรทีละตัว
  - 1.1 กดคีย์ Backspace เพื่อลบตัวอักษรหน้า Cursor
  - 1.2 กดคีย์ Del เพื่อลบอักษรในตำแหน่งที่ Cursor อยู่
- 2 การแทรกตัวอักษร
  - 2.1 เลื่อน I-beam ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแทรก
  - 2.2 คลิก 1 ครั้ง
  - 2.3 พิมพ์ข้อความที่ต้องการแทรก
- 3 การเปลี่ยนค่าหรือลบค่า
  - 3.1 ดับเบิลคลิกที่ค่าที่ต้องการเปลี่ยนจะปรากฏเป็นแถบแสงให้เห็น
  - 3.2 พิมพ์ข้อความที่ต้องการเปลี่ยน หรือกด Backspace เพื่อลบออกไป
- 4 การเปลี่ยนข้อความหรือลบข้อความ
  - 4.1 เลื่อน I-beam ไปยังจุดเริ่มต้นข้อความที่ต้องการ
  - 4.2 กดปุ่มเมาส์ลากผ่านข้อความที่ต้องการซึ่งจะมีแถบแสงแสดงให้เห็น
  - 4.3 พิมพ์ข้อความที่ต้องการเปลี่ยน หรือกด Backspace เพื่อลบข้อความนั้น
- 5 การย้ายตำแหน่งข้อความ
  - 5.1 เลือกข้อความที่ต้องการ
  - 5.2 เลือกคำสั่ง Cut จากเมนู Edit
  - 5.3 เลื่อน I-beam ไปคลิกในตำแหน่งที่ต้องการ
  - 5.4 เลือกคำสั่ง Paste จาก Edit Menu
- 6 การคัดลอกข้อความ
  - 6.1 เลือกข้อความที่ต้องการ
  - 6.2 เลือกคำสั่ง Copy จาก Edit Menu
  - 6.3 เลื่อน I-beam ไปยังคลิกในตำแหน่งที่ต้องการ
  - 6.4 เลือกคำสั่ง Paste จากเมนู Edit

## การจัดรูปแบบของตัวเลข (Formatting Variable Data)

ตัวเลขซึ่งประกอบอยู่ในส่วนของข้อความสามารถกำหนดรูปแบบใหม่ได้ตามต้องการ

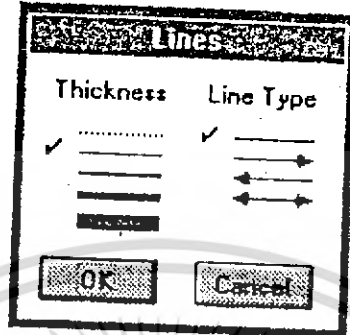
ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบตัวเลข

1. เลือกตัวเลขที่ต้องการจัดรูปแบบในขณะนั้น
2. เลือกคำสั่ง Number Format จากเมนู Data จะปรากฏรายละเอียดดังนี้

## การเลือกชนิด และความหนาของเส้น

เพื่อความเหมาะสมกับงานที่ต้องใช้ เราสามารถเลือกชนิดของเส้นและความหนาของเส้นได้  
ขั้นตอนการเลือก

1. ดับเบิลคลิกที่ Line Tool แบบใดแบบหนึ่ง หรือใช้คำสั่ง Lines จาก Attributes Menu จะปรากฏรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 10 แสดงชนิดของ Lines

2. เลือกความหนา (Thickness) และชนิดของเส้น (Line Type) ที่ต้องการ
3. ตอบ OK

## การย้ายตำแหน่งของเส้น

เส้นที่ลากไว้สามารถย้ายไปไว้ในตำแหน่งที่ต้องการได้  
ขั้นตอนการย้ายเส้น

1. เลือก Pointer Tool
2. เลือกเส้นที่ต้องการย้ายโดยคลิกปุ่มเมาส์ที่เส้นนั้น
3. กดปุ่มเมาส์ค้างไว้แล้วลากไปปล่อยในตำแหน่งที่ต้องการ

## การเขียนวงรี (Drawing Oval)



ใช้สำหรับเขียนวงรี และวงกลมตามความเหมาะสมของงาน

ขั้นตอนการใช้

1. เลือก Oval Tool
2. เลื่อนตัวชี้ไปยังจุดเริ่มต้นในการเขียน
3. กดปุ่มเมาส์ลากเขียนวงกลม หรือวงรีตามขนาด และตำแหน่งที่ต้องการถ้าต้องการวงกลมที่สมบูรณ์แบบในขณะเขียนให้กด Shift ค้างไว้

## การย้ายตำแหน่งวงรีหรือวงกลม

1. เลือกวงรีหรือวงกลมที่ต้องการ
2. กดปุ่มเมาส์ค้างไว้แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการแล้วปล่อยปุ่มเมาส์

## การกำหนดขนาดใหม่

1. คลิกปุ่มเมาส์เลือกวงกลม หรือวงรีที่ต้องการกำหนดขนาดใหม่ ซึ่งจะมีสี่เหลี่ยมเล็กล้อมกรอบรูปนั้น
2. เลื่อนตัวชี้เมาส์ไปยังตำแหน่งสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ที่ต้องการด้านใดด้านหนึ่ง
3. กดปุ่มเมาส์ลาก เพื่อขยายหรือลดขนาดใหญ่ตามต้องการ

## การกำหนดเส้นสำหรับวงกลม และวงรี

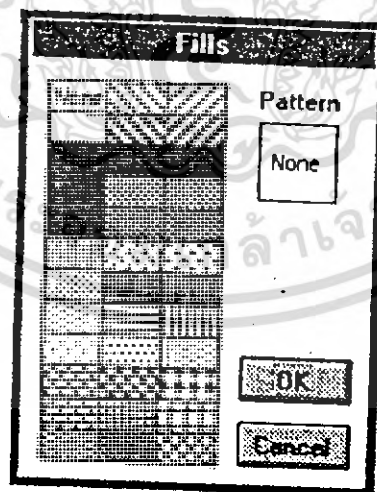
ขั้นตอนการใช้

1. เลือกวงกลมหรือวงรีที่ต้องการกำหนดสไตล์ของเส้น
2. ดับเบิลคลิกที่ Line Tools หรือเลือกคำสั่ง Lines จาก Attributes Menu
3. เลือกชนิดของเส้น (Line Type) และความหนา (Thickness) ที่ต้องการ
4. ตอบ OK

### การแรเงาพื้นที่วงกลม และวงรี

ขั้นตอนการใช้

1. เลือกรูปร่างวงกลมหรือวงรีที่ต้องการกำหนดสไตล์
2. ดับเบิลคลิกที่ Ovals Tool หรือเลือกคำสั่ง Fills จากเมนู Attributes



ภาพที่ 11 แสดง Pattern ใน Fills

3. เลือก Pattern โดยคลิก
4. เลือกลักษณะของ Pattern จาก Pattern Box
5. ตอบ OK

## การเขียนรูปสี่เหลี่ยม (Drawing Rectangles)

การเขียนรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมเป็นมุมฉากและสี่เหลี่ยมที่มีมุมโค้งมน ดังรูป



Rectangle Tool = สี่เหลี่ยมมุมฉาก



Rounded Corner Rectangle Tool = สี่เหลี่ยมมุมโค้งมน

ขั้นตอนการใช้

1. เลือก Tools ตามรูปที่ต้องการ
2. เลื่อน Cursor ไปยังมุมแรกที่ต้องการ
3. กดปุ่มเมาส์ค้างไว้แล้วลากสร้างรูปสี่เหลี่ยมตามต้องการ แล้วปล่อยปุ่มเมาส์  
หมายเหตุ การย้ายตำแหน่งหรือการเปลี่ยนขนาดใหม่ทำได้เช่นเดียวกับรูปอื่น ๆ

## การเขียนรูปหลายเหลี่ยม (Drawing Polygons)



Drawing Polygons

ขั้นตอนการเขียนรูปหลายเหลี่ยม

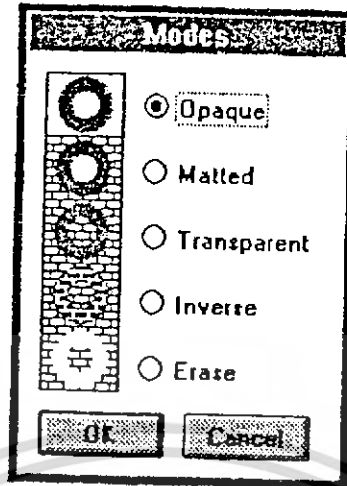
1. เลือก Polygons Tool
2. เลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งเริ่มต้น แล้วลากเส้นตามต้องการ
3. เลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งอื่น ๆ แล้วคลิกจนได้รูปตามต้องการ การย้ายตำแหน่ง, การกำหนดขนาด, การแรเงา และการแก้ไขทำได้เช่นเดียวกับรูปอื่น ๆ

## การกำหนดโหมดการเขียน (Drawing Modes)

เป็นการกำหนดโหมดในการเขียนเพื่อให้มีผลกระทบต่อดีด ข้อความ หรือกราฟฟิกส์ซึ่งมีให้เลือกหลาย ๆ แบบ

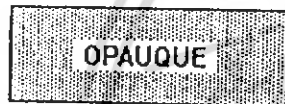
ขั้นตอนการใช้

1. ดับเบิลคลิกที่ Pointer Tool หรือใช้คำสั่ง Modes จากเมนู Attributes จะมีรายละเอียดของ Drawing Modes ดังนี้



ภาพที่ 12 โหมดการเขียน

2. เลือกโหมดที่ต้องการดังนี้



Opaque Mode

วัตถุทึบ ไม่สามารถมองผ่านวัตถุได้



Matted

ขอบนอกของวัตถุที่เป็นสีขาวจะโปร่งมองเห็นสีพื้น



Transparent Mode

บริเวณที่เป็นสีขาวทั้งหมดของวัตถุจะโปร่งสามารถมองเห็นสีพื้นได้



Inverse Mode

สีของวัตถุจะเปลี่ยนเป็นสีตรงกันข้ามในกรณีที่มีสีพื้นหรือวัตถุที่อยู่เบื้องหลัง



Erase Mode

บริเวณใดที่วัตถุวางอยู่ในบริเวณนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีพื้น

3. ตอบ OK

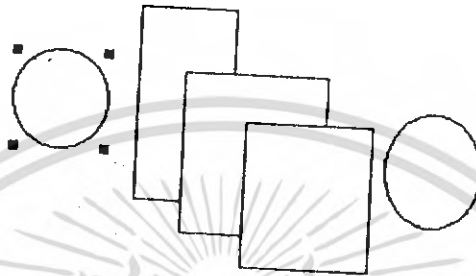
# การแก้ไขวัตถุหลายอย่าง (Editing Multiple Objects)

การเลือกวัตถุทำได้ดังนี้

1. คลิกที่วัตถุแรกที่ต้องการ
2. กด Shift ค้างไว้แล้วคลิกที่วัตถุอื่น ๆ ที่ต้องการอีก

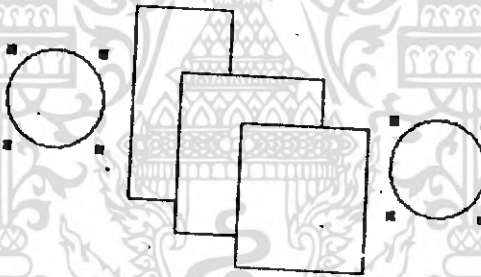
ตัวอย่าง สมมติว่าต้องการระบายวงกลม 2 วง มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. คลิกที่วงกลมใหญ่ด้านซ้ายมือดังภาพที่ 13



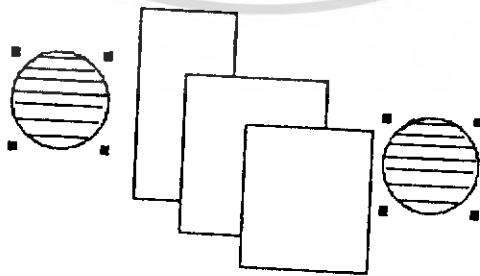
ภาพที่ 13 การเลือกวัตถุ 1 วัตถุ

2. กด Shift ค้างไว้แล้วคลิกที่วงกลมเล็กด้านขวามือดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การเลือกวัตถุมากกว่าหนึ่ง

3. เลือกคำสั่ง Fills จาก Attributes Menu แล้วเลือก Pattern ที่ต้องการ วงกลมทั้ง 2 จะถูกระบายพื้นที่ดังภาพที่ 15



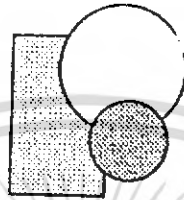
ภาพที่ 15 การเปลี่ยน Pattern ของวัตถุ

## การเลือกวัตถุทั้งหมด

บางครั้งต้องการเลือกวัตถุทั้งหมดก็ทำได้โดยเลือกคำสั่ง Select All จาก Edit Menu หรือกด Ctrl+A

## การนำภาพมาแสดงด้านหน้า (Bring to Front)

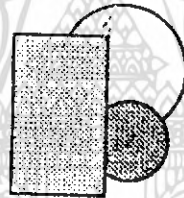
เป็นการนำภาพที่ซ้อนทับกันมาแสดงด้านหน้า จากภาพที่ 16 จะเห็นสี่เหลี่ยมปรากฏอยู่ด้านหลังของวงกลมทั้ง 2 รูป และวงกลมโปร่งจะปรากฏด้านหลังของวงกลมที่มีการระบาย ต้องการนำรูปสี่เหลี่ยมมาไว้ด้านหน้า



ภาพที่ 16 ภาพก่อนทำการ Bring to Front

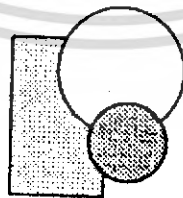
ขั้นตอนการใช้

1. เลือกรูปสี่เหลี่ยม
2. เลือกคำสั่ง Bring to Front จากเมนู Attributes จะได้ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ภาพหลังทำการ Bring to Front

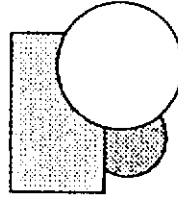
## การนำภาพด้านหน้าไปไว้ด้านหลัง (Send to Back)



ภาพที่ 18 ภาพก่อนทำการ Send to Back

## ขั้นตอนการใช้

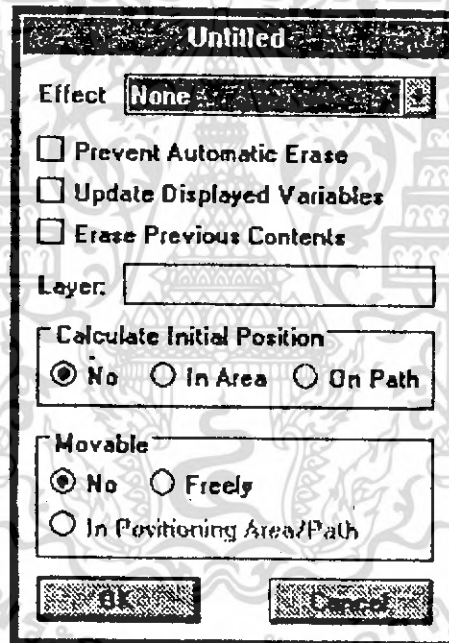
1. เลือกรูปที่ต้องการ
2. เลือกคำสั่ง Send to Back จากเมนู Attributes



ภาพที่ 19 ภาพหลังทำการ Send to Back

## Display Effects

1. สร้างรูปกราฟิกหรือข้อความบน Presentation Windows
2. เลือกรูปภาพกราฟิกหรือข้อความที่ต้องการ
3. เลือกคำสั่ง Effect จากเมนู Attributes จะปรากฏรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 20 แสดง Effect ของการแสดง Graphics

4. คลิกในบรรทัดของ Drop-Down Listbok หลัง Effect จากปรากฏรายละเอียดดังนี้
  - None ไม่มีผลกระทบ
  - Mosaic นำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประติดประต่อกันเป็นภาพหรือข้อความ
  - Pattern ภาพหรือข้อความเริ่มจากสีจางแล้วเข้มขึ้นไปเรื่อย ๆ

- Spiral ภาพหรือข้อความบิดเป็นเกลียวจากด้านนอกเข้าด้านใน
  - Build up ภาพหรือข้อความจะแสดงจากด้านล่างขึ้นด้านบน
  - Build Down ภาพหรือข้อความจะแสดงจากด้านบนลงด้านล่าง
  - Build to Right ภาพหรือข้อความจะแสดงจากทางซ้ายไปทางขวา
  - Build to Left ภาพหรือข้อความจะแสดงจากทางขวาไปซ้าย
  - Ins In ภาพหรือข้อความจะแสดงจากขอบนอกเข้าด้านใน
  - Iris Out ภาพหรือข้อความจะแสดงจากขอบในสู่ด้านนอก
  - Venetian Blind ภาพหรือข้อความจะแสดงทีละน้อย ๆ จนเต็มภาพตามแนวอน
  - Vertical Blind ภาพหรือข้อความจะแสดงทีละน้อย ๆ จนเต็มภาพตามแนวตั้ง
  - Barn Door Close ภาพหรือข้อความจะเหมือนปิดประตู 2 บาน
  - Barn Door Open ภาพหรือข้อความจะเหมือนเปิดประตู 2 บาน
5. เลือกแบบของ Effect ตามต้องการ ภาพหรือข้อความจะแสดงตาม Effect ที่เลือกทันที
  6. Layer เป็นการกำหนดชั้นของภาพที่จะแสดง โดยกำหนดค่า Layer เป็นค่าบวกหรือค่าลบก็ได้ ซึ่ง Layer ที่มีค่าน้อยจะอยู่ด้านใน และ Layer ที่มีค่ามากกว่าจะอยู่หน้า
  7. Prevent Automatic Erase เป็นการกำหนดการป้องกันการลบภาพที่อยู่ภายใน Display Icon นี้ แต่สามารถลบได้โดยใช้ Erase Icon
  8. Update Displayed Variables กำหนดค่าของตัวแปรที่แสดงให้มีการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเป็นจริงอยู่เสมอตลอดเวลา
  9. Erase Previous Contents กำหนดให้ลบภาพทุกภาพที่ผ่านมาก่อนทำการแสดงภาพใน Display Icon นี้
  10. ตอบ OK

## การใช้ Multimedia Icons

การพัฒนา Authorware ให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ Multimedia ได้ ทำให้ผลงานออกมามีประสิทธิภาพสูง การสร้างและนำไปใช้สามารถทำได้โดยง่ายซึ่งมี Icon หลักที่สำคัญสำหรับการทำงานในลักษณะของ Multimedia อยู่ 3 Icon ได้แก่ Sound, Movie และ Video

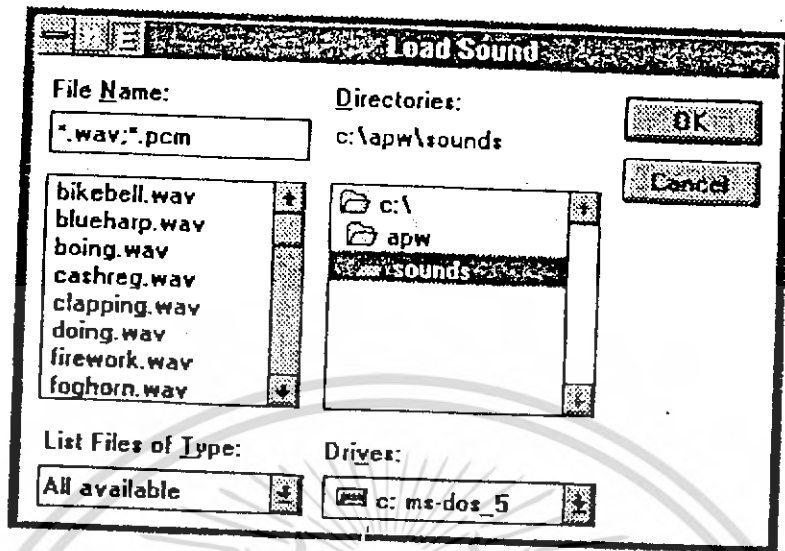
## การใช้ Sound Icon

การออกแบบผลงานใด ๆ ที่ต้องการให้มีเสียงประกอบ ก็สามารถทำได้โดยง่ายไม่ว่าจะเสียงพูด เสียงดนตรี ที่บันทึกไว้ในลักษณะของไฟล์สกุล WAV (Wave Sound File) สิ่งที่สำคัญเมื่อใช้ Sound Icon

1. Sound Card เป็นอุปกรณ์ที่ต้องมีและจะต้องเป็น Card ที่สนับสนุนโปรแกรม Authorware ด้วย โดยทั่วไปที่อยู่ในมาตรฐาน MPC จะใช้ได้
2. Sound Driver ซึ่งจะติดตั้งเพื่อเชื่อมการทำงานไปยัง Sound Card

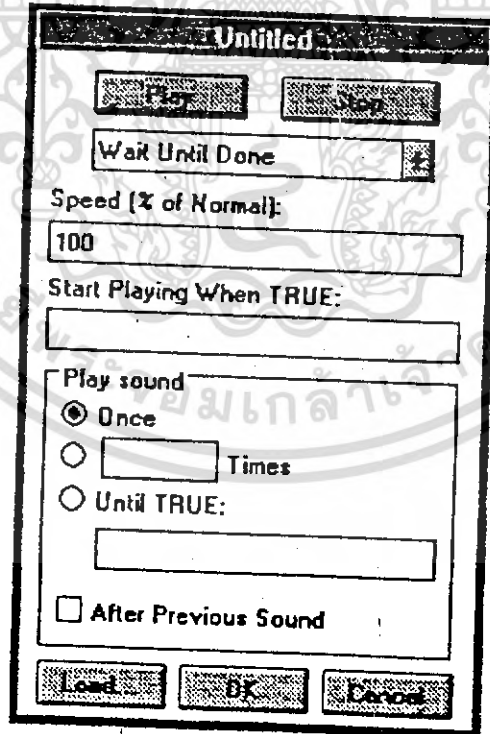
## ขั้นตอนการใช้ Sound Icon

1. เปิด Sound Icon ที่ Flowline
2. ดับเบิลคลิกที่ Sound Icon จะมีรายละเอียดดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แสดงการโหลดไฟล์เสียง

3. เลือก File สกุล WAV ที่ต้องการ
4. กำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ใน Dialog Box ดังนี้



ภาพที่ 22 แสดง Sound Dialog Box

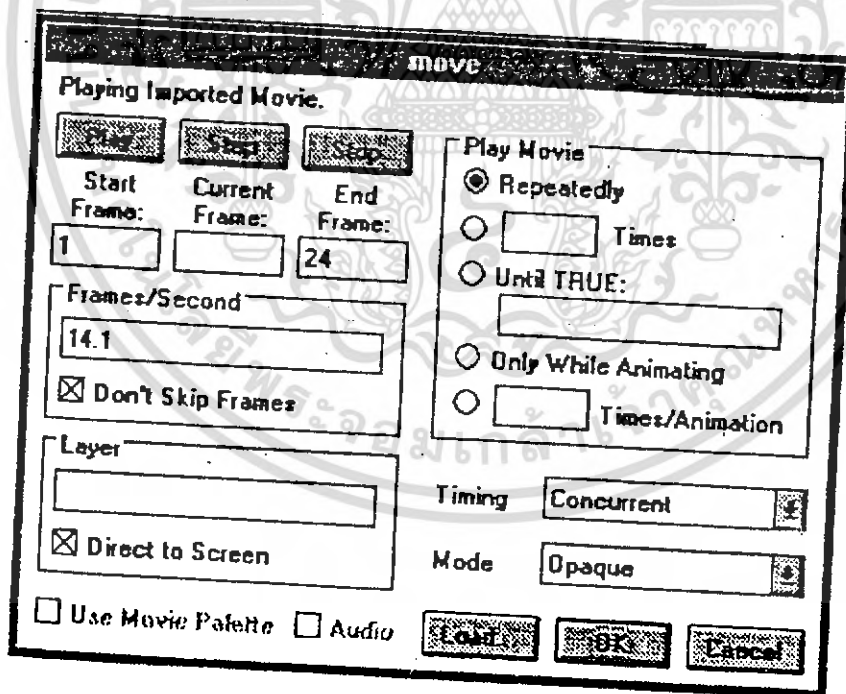
- Play ปุ่มเริ่มแสดงเสียงจากไฟล์ที่เปิด
- Stop ปุ่มหยุดการแสดงผลเสียง
- Concurrency ทางเลือกในการแสดงว่าจะให้ต่อเนื่อง
- Speed กำหนดเปอร์เซ็นต์ของความเร็วเสียงปกติ
- Start Playing When True เริ่มแสดงเสียงตามเงื่อนไข
- Play Sound กำหนดจำนวนครั้ง
- Load ปุ่ม Load ใช้เปิด File สกุล WAV ใหม่

## การใช้ Movies Icon

ใน Authorware ไม่สามารถสร้างไฟล์สกุล .MOV หรือ Movie ได้ แต่สามารถนำไฟล์ประเภทนี้จากโปรแกรมอื่น ๆ มาใช้ได้เช่น Macintosh Authorware Movie Editor, Macromind Director, Studio/1 ซึ่งต้องศึกษาในรายละเอียดของโปรแกรมเหล่านั้น ในการทำ Movie ได้ บน Authorware Professional จะมีไฟล์ประเภท MOV มาให้เพื่อใช้เป็นตัวอย่างซึ่งอยู่ในไดเรกทอรีของ Movies สามารถนำมาใช้ได้ทันที

ขั้นตอนการใช้ Movies Icon

1. เปิด Movies Icon ที่ Flowline
2. ดับเบิลคลิกที่ Movies Icon แล้วเปิด File สกุล .MOV ในไดเรกทอรี Movies ที่ต้องการจะมี Dialog Box ดังภาพที่ 23



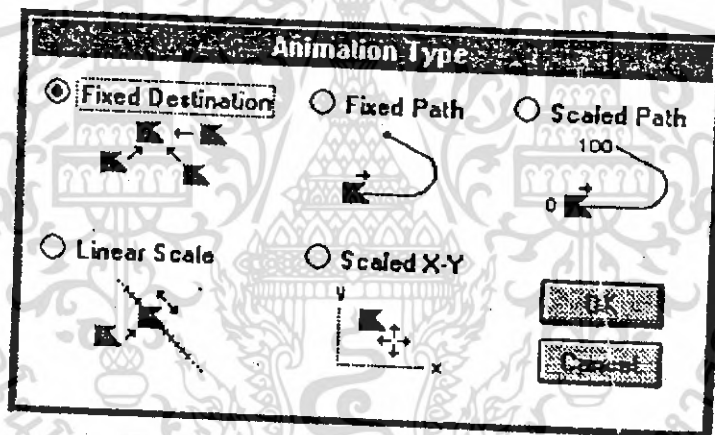
ภาพที่ 23 แสดง Movies Dialog Box

- Play ปุ่มเริ่มทำงาน
- Step ปุ่มบอกบอกตำแหน่ง Frame ปัจจุบัน
- Stop หยุดการแสดง
- Start Frame ช่อง Frame เริ่มต้น
- Current Frame ช่องบอก Frame ปัจจุบัน
- End Frame ช่องบอก Frame สุดท้าย
- Frame Per Second เวลาในการแสดงตามจำนวน Frame ที่กำหนด
- Layer การซ้อนภาพหลาย ๆ ภาพตามลำดับของ Layer
- Play Movies จำนวนครั้งในการแสดง
- Load เปิดไฟล์ Movies ใหม่

3. กำหนดรายละเอียดที่ต้องการ
4. กด OK เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว

## การใช้ Animation Icon

ในโปรแกรม Authorware Professional สามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้



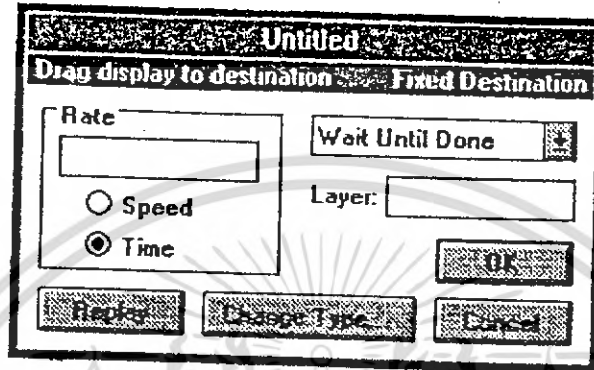
ภาพที่ 24 ชนิดของการเคลื่อนที่

1. Fixed Destination
2. Fixed Path Animation
3. Scaled Path Animation
4. Linear Scale Animation
5. Scaled X-Y Animation

## Fixed Destination Animations

Animation ประเภทนี้จะง่ายและไม่ซับซ้อนเป็นการเคลื่อนย้ายวัตถุจากที่หนึ่งไปยังที่ใหม่ซึ่งเป็นเป้าหมาย ขั้นตอนการสร้าง

1. เปิด Display Icon ที่ Flowline แล้วสร้างภาพ หรือวัตถุที่ต้องการให้เคลื่อนไหวแล้วลากไปไว้ในตำแหน่งที่ต้องการให้เป็นจุดเริ่มต้น
2. เปิด Animation Icon ที่ Flowline แล้วดับเบิลคลิกที่ Animation Icon จะปรากฏรายละเอียดดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 Fixed Destination

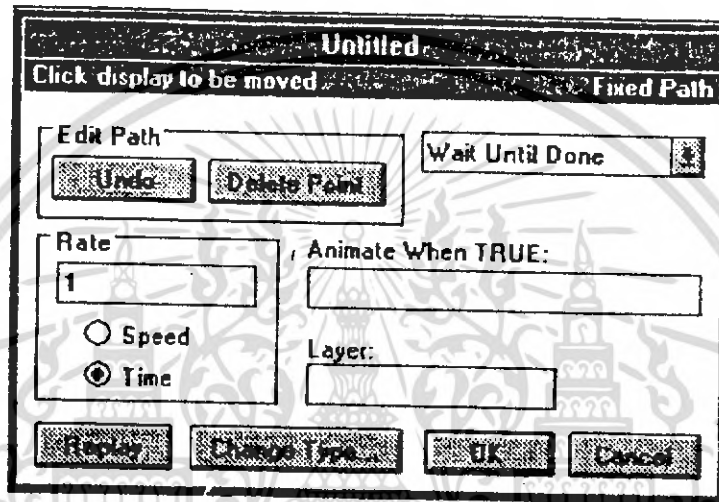
- Rate คือทางเลือกสำหรับกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ ถ้าค่าน้อยจะเคลื่อนที่เร็วถ้าค่ามากจะเคลื่อนที่ช้า
  - Replay เป็นปุ่มที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ของภาพ
  - Change Setup ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนประเภทของ Animation
  - Concurrency ทางเลือกในการทำงานต่อมี 2 ทางเลือกดังนี้
  - Wait until done แสดงรายละเอียดที่ละ Icon
  - Concurrent แสดงหลาย ๆ Icon พร้อมกัน
  - Layer เป็นการกำหนดทางเลือกว่า จะมีอะไรเกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปซ้อนทับกับวัตถุอื่น ๆ
3. เลื่อนเมาส์ไปที่ภาพที่ต้องการแล้วกดปุ่มเมาส์ลากภาพไปไว้ในตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการ
  4. ทดลองคลิกที่ปุ่ม Replay เพื่อทดสอบการเคลื่อนไหวของภาพจะเห็นว่าภาพจะเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นเป็นเส้นตรงไปยังจุดสุดท้ายที่ต้องการ
  5. กำหนด Layer, Concurrent และ Rate ตามต้องการ
  6. ตอบ OK

## Fixed Path Animations

เป็นการกำหนดการเคลื่อนที่ของวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังเป้าหมาย โดยสามารถกำหนดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงหรือแนวเส้นโค้งได้ คล้ายกับ Fixed Destination ต่างกันที่ในการลากภาพให้เคลื่อนที่จะเกิดเส้นตามแนวการเคลื่อนที่ซึ่งง่ายในการกำหนดเส้นทาง

ขั้นตอนการสร้าง

1. เปิด Display Icon ที่ Flowline ตั้งชื่อตามต้องการแล้วสร้างภาพหรือ วัตถุที่ต้องการให้เคลื่อนที่ในตำแหน่งเริ่มต้นที่ต้องการ
2. เปิด Animation Icon โดยลาก Icon มาไว้ที่ Flowline แล้วดับเบิลคลิกที่ Animation Icon จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Change Setup แล้วเลือก Fixed Path แล้วตอบ OK

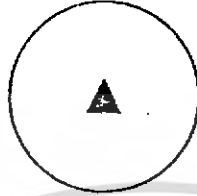


ภาพที่ 26 Fixed Path

- Edit Path ใช้ในการแก้ไขเส้นทางที่กำหนด
- Delete Point ลบจุดที่เลือก
- Undo ยกเลิกการ Edit Path ครั้งสุดท้าย
- Rate คือทางเลือกสำหรับกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ ถ้าค่าน้อยจะเคลื่อนที่เร็วถ้าค่ามากจะเคลื่อนที่ช้า
- Replay เป็นปุ่มที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ของภาพ
- Change setup ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนประเภทของ Animation
- Concurrency ทางเลือกในการทำงานต่อมี 3 ทางเลือกดังนี้
  - Wait until done แสดงรายละเอียดทีละ Icon
  - Concurrent แสดงหลาย ๆ Icon พร้อมกัน
  - Perpetual ใช้ในการทำงานร่วมกับ Animation

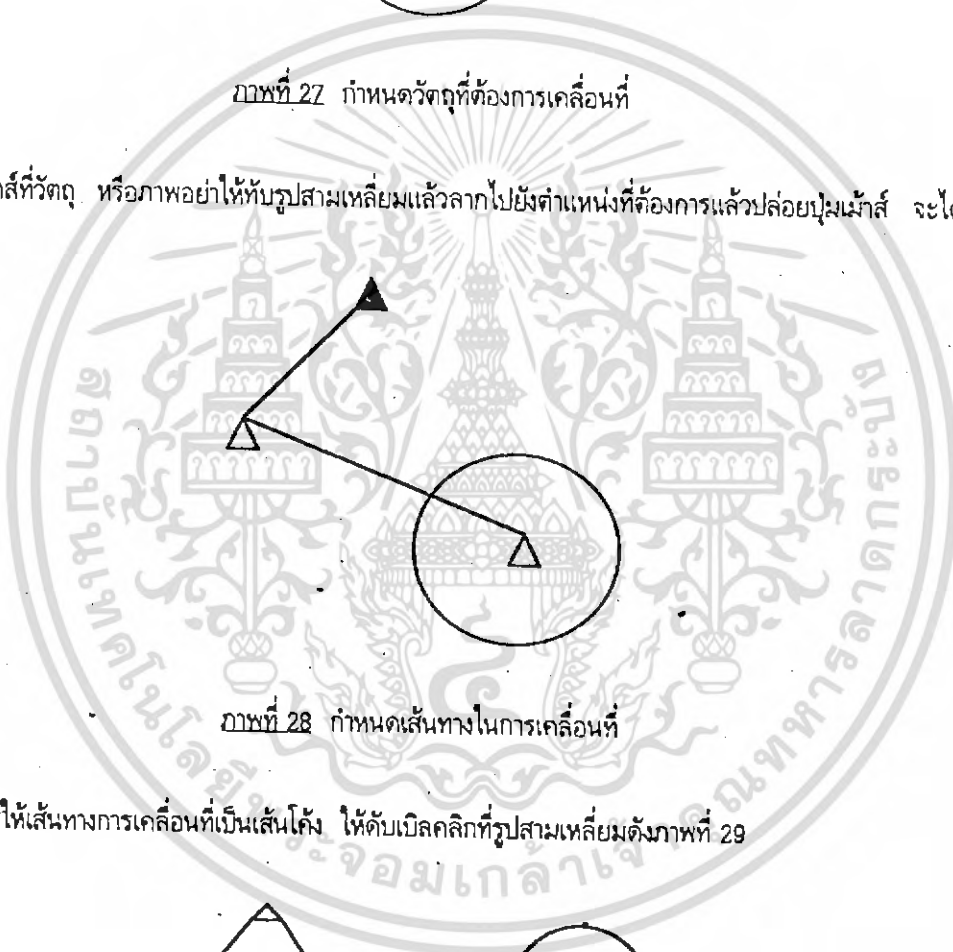
- When TRUE คือจะทำงานทุกครั้งที่เราเลือกเป็นจริง
  - Animate When TRUE: เงื่อนไข ถ้าเป็นจริงจึงจะเคลื่อนที่
  - Layer เป็นการกำหนดทางเลือกว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเมื่อวัตถุที่เคลื่อนที่ไปซ้อนทับวัตถุอื่น ๆ

3. คลิกปุ่มเมาส์ที่ภาพหรือวัตถุที่ต้องการ จะปรากฏสามเหลี่ยมเล็ก ๆ บนรูปภาพหรือวัตถุดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 กำหนดวัตถุที่ต้องการเคลื่อนที่

4. กดปุ่มเมาส์ที่วัตถุ หรือภาพอย่าให้ทับรูปสามเหลี่ยมแล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการแล้วปล่อยปุ่มเมาส์ จะได้ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 กำหนดเส้นทางในการเคลื่อนที่

5. ถ้าต้องการให้เส้นทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง ให้ดับเบิลคลิกที่รูปสามเหลี่ยมดังภาพที่ 29



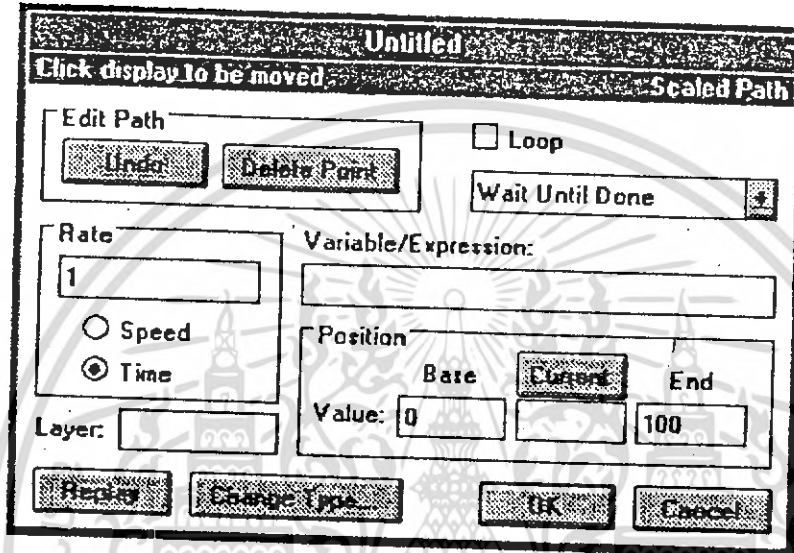
ภาพที่ 29 เปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง

## Scaled Path Animations

เป็นการกำหนดการเคลื่อนที่ของภาพหรือวัตถุจากจุดฐาน (Base Point) ไปยังจุดสุดท้าย (End Point) ซึ่งการเคลื่อนที่จะมีการคำนวณจุดแต่ละจุดให้ตามอัตราส่วน (Scale) โดยอัตโนมัติ

ขั้นตอนการสร้าง

1. เปิด Display Icon ที่ Flowline แล้วสร้างภาพหรือวัตถุตามต้องการ
2. เปิด Animation Icon แล้วกำหนดประเภทเป็น Scaled Path Animation จะปรากฏรายละเอียดดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 Scaled Path

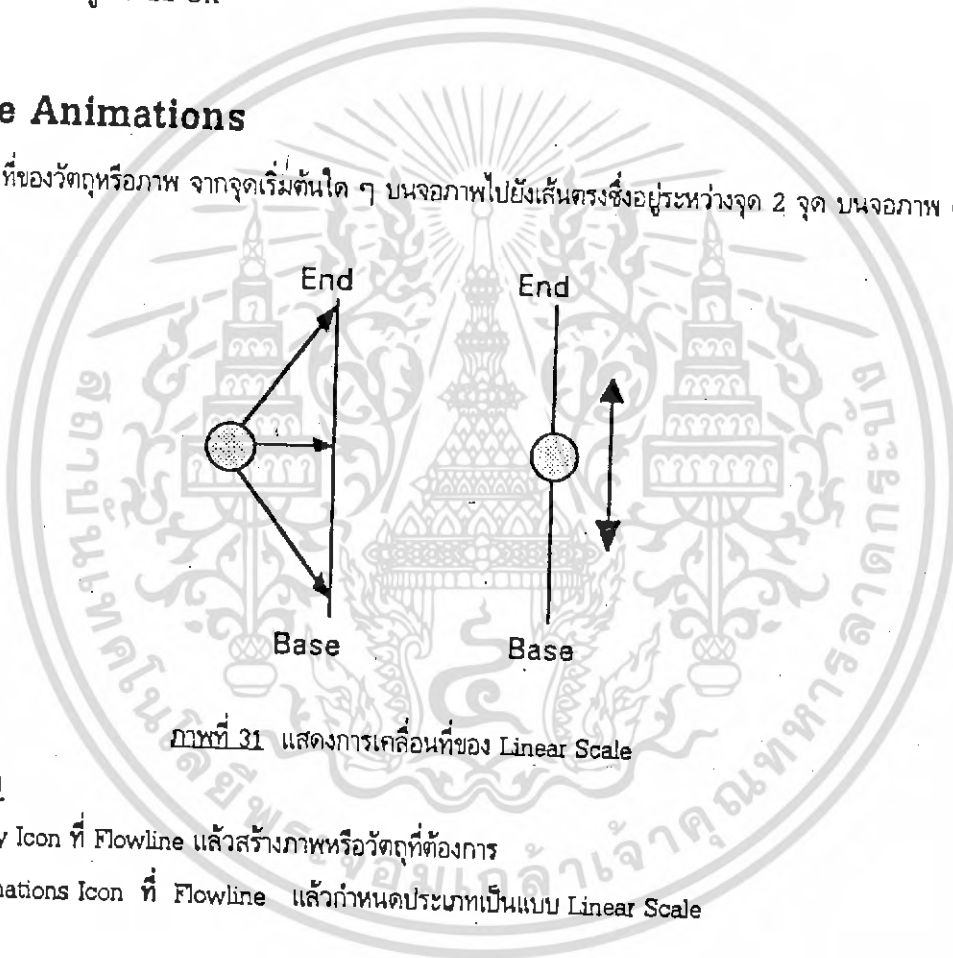
- Edit Path Editing ใช้แก้ไข Path มี 2 ปุ่มคือ
- Undo เคลียวัตถุหรือภาพกลับทีละขั้น
- Delete Point ลบ Path ที่เลือกไว้
- Rate ใช้กำหนด (Time) หรือความเร็ว (Speed)
- Layer ใช้กำหนดลำดับภาพว่าจะให้ภาพโดยอยู่ด้านหน้าหรือด้านหลัง
- Loop การวนรอบในการคำนวณในกรณีที่มีค่าในช่วง Variable/Expression เกินค่าจุดฐานและจุดจบ
- Concurrency ทางเลือกในการทำงานต่อมี 3 ทางเลือกดังนี้
  - Wait until done แสดงรายละเอียดทีละ Icon
  - Concurrent แสดงหลาย ๆ Icon พร้อมกัน
  - Perpetual ใช้ในการทำงานร่วมกับ Animation When TRUE คือจะทำงานทุกครั้งที่เงื่อนไขเป็นจริง

- Variable/Expression เป็นค่าที่จะนำไปใช้ในการคำนวณจุดในการเคลื่อนที่แต่ละจุด
- Positioning กำหนดค่าจุดฐาน (Base Point) จุดปัจจุบัน (Current) และจุดจบ (End Point)
- Replay เป็นปุ่มที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ของภาพ
- Change setup ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนประเภทของ Animation

3. กำหนดค่าจุดฐาน (Base Point) และจุดจบ (End Point) ซึ่งอาจจะเป็นค่าบวกหรือลบก็ได้
4. กำหนดค่า Variable หรือ Expression ที่ต้องการซึ่งจะเป็นค่าที่ถูกนำไปคำนวณหาตำแหน่งที่จะใช้ในการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือภาพต่อไป
5. กำหนดรายละเอียดอื่น ๆ เช่น Time, Speed, Loop, Layer และ Concurrency ตามต้องการ
6. ทดลองโดยเลือกปุ่ม Replay
7. ถ้าทุกอย่างใช้ได้สมบูรณ์ตอบ OK

## Linear Scale Animations

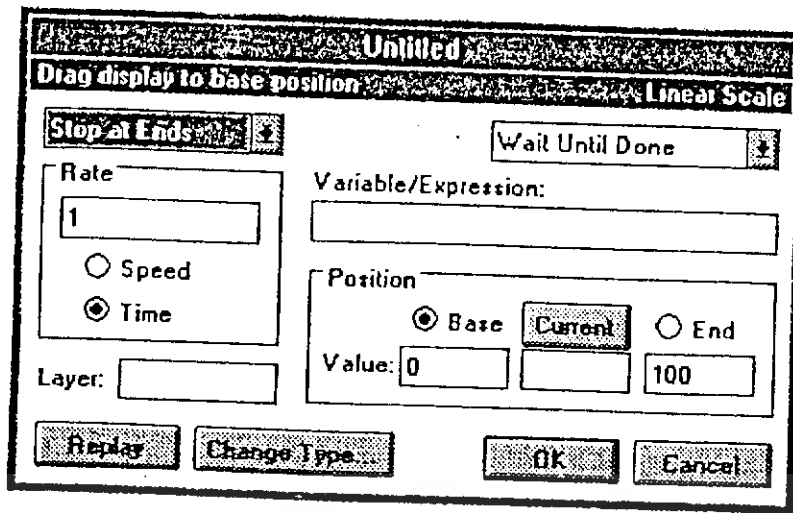
เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือภาพ จากจุดเริ่มต้นใด ๆ บนจอภาพไปยังเส้นตรงซึ่งอยู่ระหว่างจุด 2 จุด บนจอภาพ ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 แสดงการเคลื่อนที่ของ Linear Scale

ขั้นตอนการสร้าง

1. เปิด Display Icon ที่ Flowline แล้วสร้างภาพหรือวัตถุที่ต้องการ
2. เปิด Animations Icon ที่ Flowline แล้วกำหนดประเภทเป็นแบบ Linear Scale



ภาพที่ 32 Linear Scale

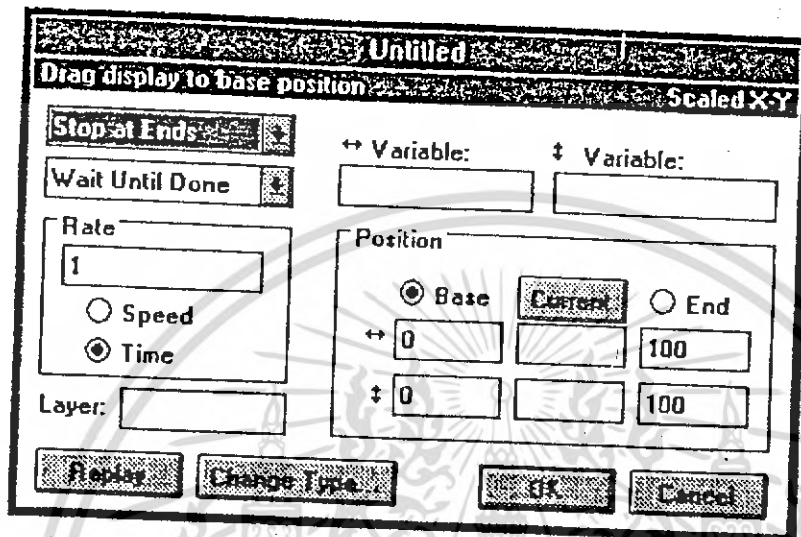
- Destination ภายไม่มีทางเลือก 3 ทาง ซึ่งจัดการเกี่ยวกับการกำหนดจุดปลายทางของตัวแปรใน Variable/expression ที่ออกนอกขอบเขตที่กำหนด
    - Stop at ends จะเคลื่อนที่ไปยังค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของค่าจุดฐานและจุดจบที่กำหนด
    - Loop ค่าที่เกินมาจะถูกส่งกลับมาเริ่มนับต่อที่จุดฐานจนครบค่าที่ต้องการ
    - Go past ends จะสามารถเคลื่อนที่เกินขอบเขตที่กำหนดได้
  - Rate ใช้กำหนด (Time) หรือความเร็ว (Speed)
  - Layer ใช้กำหนดลำดับภาพว่าจะให้ภาพโดยอยู่ด้านหน้าหรือด้านหลัง
  - Concurrency ทางเลือกในการทำงานต่อมี 3 ทางเลือกดังนี้
    - Wait until done แสดงรายละเอียดที่ละ Icon
    - Concurrent แสดงหลาย ๆ Icon พร้อมกัน
    - Perpetual ใช้ในการทำงานร่วมกับ Animation
  - When TRUE คือจะทำงานทุกครั้งที่เงื่อนไขเป็นจริง
    - Variable/Expression เป็นค่าที่จะนำไปใช้ในการคำนวณจุดในการเคลื่อนที่แต่ละจุด
    - Positioning กำหนดค่าจุดฐาน (Base Point), จุดปัจจุบัน (Current) และจุดจบ (End Point)
    - Replay เป็นปุ่มที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ของภาพ
    - Change setup ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงประเภทของ Animation
3. กำหนดจุดฐาน (Base Point) โดยคลิกที่ Base แล้วทำการลากรูปภาพหรือวัตถุไปยังตำแหน่งของจุดฐานที่ต้องการบนจอแล้วป้อนค่าเริ่มต้นในช่วง Base Value ที่ต้องการ
  4. กำหนดจุดจบ (End Point) โดยคลิกที่ End แล้วลากรูปภาพหรือวัตถุไปยังตำแหน่งจุดจบ (End Point) ที่ต้องการแล้วป้อนค่าสุดท้าย (End Value) ที่ต้องการ
  5. คลิกที่ปุ่ม Replay เพื่อทำการทดสอบ

## การสร้าง Scaled X-Y Animations

เป็นการเคลื่อนที่ภาพหรือวัตถุตามอัตราส่วน ทางแนวนอน (Horizontal) หรือแกน X และแกนตั้ง (Vertical) หรือแกน Y

ขั้นตอนการสร้าง

1. เปิด Display Icon ที่ Flowline แล้วสร้างภาพหรือวัตถุตามต้องการ
2. เปิด Animations Icon ที่ Flowline แล้วกำหนดประเภทเป็น Scaled X-Y ดังภาพที่ 33



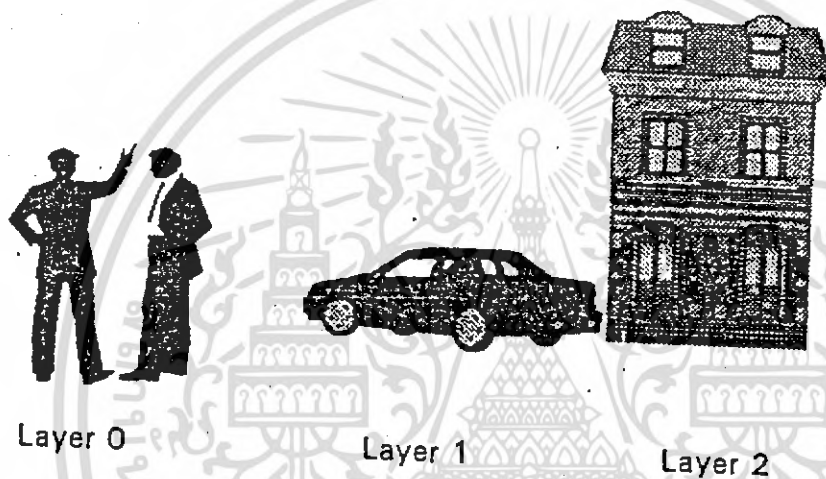
ภาพที่ 33 Scaled X-Y

- Rate ใช้กำหนด (Time) หรือความเร็ว (Speed)
- Layer ใช้กำหนดลำดับภาพว่าจะให้ภาพใดอยู่ด้านหน้าหรือด้านหลัง
- Destination ภายมีทางเลือกวิธีทางซึ่งจัดการเกี่ยวกับการกำหนดจุดปลายทางของตัวแปรใน Variable/expression ที่ออกนอกขอบเขตที่กำหนด
  - Stop at ends จะเคลื่อนที่ไปยังค่าที่ใกล้เคียงที่สุดของค่าจุดฐานและจุดจบที่กำหนด
  - Loop ค่าที่เกินมาจะถูกกับมาเริ่มนับต่อจากที่จุดฐานจนครบค่าที่ต้องการ
  - Go past ends จะสามารถเคลื่อนที่เกินขอบเขตที่กำหนดได้
- Variable slot เป็นค่าที่จะนำไปใช้ในการคำนวณจุดในการเคลื่อนที่ แต่ละจุดทั้งในทางแนวนอนและแนวตั้ง
- Positioning กำหนดค่าจุดฐาน (Base Point), จุดปัจจุบัน (Current) และจุดจบ (End Point) ทั้งแนวตั้งและแนวนอน
- Replay เป็นปุ่มที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ของภาพ
- Change setup ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนประเภทของ Animation

3. กำหนดค่า Variable ทางแกน X และแกน Y ตามต้องการ
4. กำหนดจุดฐาน (Base) โดยเลือก Base แล้วคลิกที่ภาพหรือวัตถุลากไปที่ตำแหน่งที่ต้องการแล้วพิมพ์ค่าลงในช่องแนวตั้งและแนวนอนตามต้องการ
5. กำหนดจุดจบ (EndPoint) โดยเลือก End แล้วคลิกที่ภาพหรือวัตถุลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการจากนั้นไปป้อนค่าลงในช่องแนวตั้งและแนวนอนตามต้องการ

## การกำหนด Layer สำหรับ Animation Icon

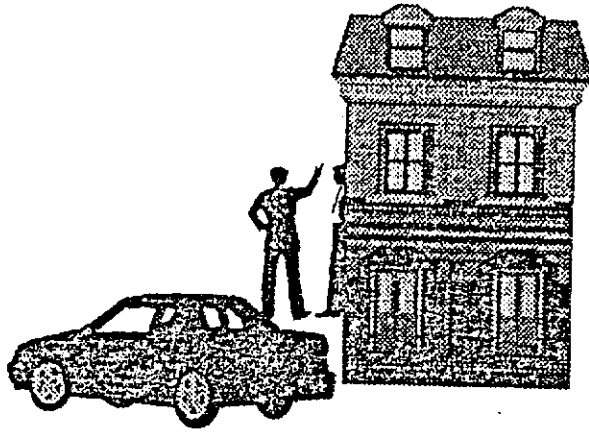
เป็นการกำหนดทางเลือกว่าจะให้ภาพหรือวัตถุหลายชิ้นที่กำลังเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดเป้าหมายว่าถ้ามีการซ้อนทับกันจะให้ภาพใดอยู่ด้านหน้า และภาพใดอยู่ด้านหลัง โดยกำหนดค่า Layer เป็นค่าบวกเท่านั้น ซึ่ง Layer ที่มีค่าน้อยจะอยู่ด้านใน และ Layer ที่มีค่ามากกว่าจะอยู่หน้าตามตัวอย่างดังภาพ 34



ภาพที่ 34 ภาพคนเป็น Layer 0 ภาพรถเป็น Layer 1 และบ้านเป็น Layer 2



ภาพที่ 35 แสดงคนยืนเคลื่อนที่ผ่าน layer 1 ภาพรถจะอยู่บน

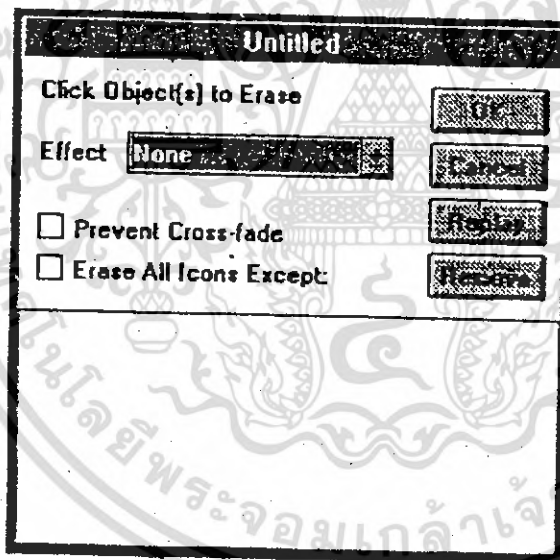


ภาพที่ 36 แสดงภาพคน Layer 0 ผ่านบ้าน Layer 2

## การใช้ Erase Icon

ใช้สำหรับลบภาพหรือวัตถุที่ไม่ต้องการให้แสดงค้างอยู่บนจอ มีขั้นตอนการใช้ดังนี้

1. เปิด Erase Icon ที่ Flowline
2. ดับเบิลคลิกที่ Erase Icon จะปรากฏรายละเอียดดังภาพที่ 37

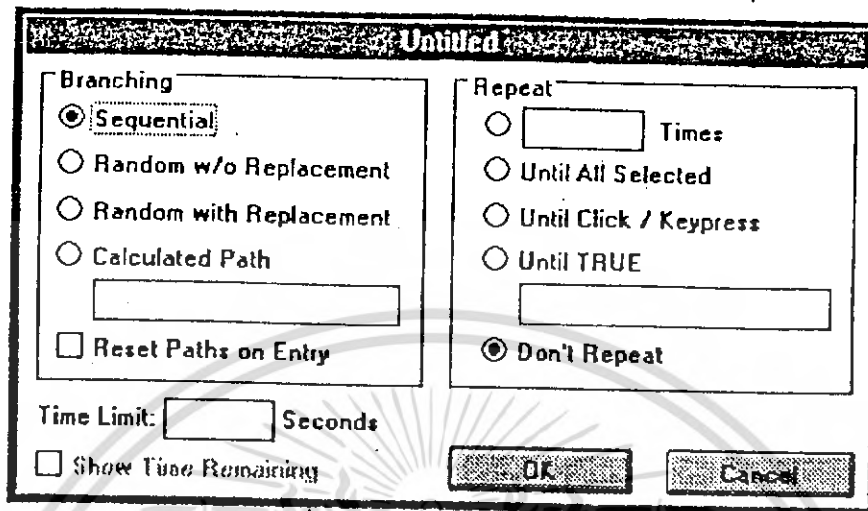


ภาพที่ 37 คำอธิบายใน Erase Icon

3. กำหนดผลในการลบตามแบบที่ต้องการโดยเลือกจากรายการในช่อง Effect
4. คลิกที่รูปภาพที่ต้องการลบ สามารถลบรูปหลาย ๆ รูปได้ตามต้องการ
5. เมื่อลบรูปตามต้องการแล้วตอบ OK

## การใช้ Decision Icon

เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม โดยอาจให้มีการทำงานตามลำดับ (Sequence) ให้สุ่ม (Random) หรือควบคุมลำดับโดยใช้ตัวแปร

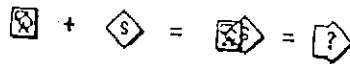


ภาพที่ 38 คำอธิบายใน Decision Icon

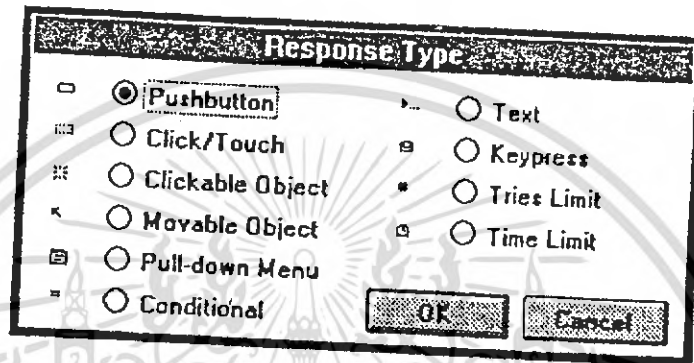
- Branching เป็นการกำหนดวิธีการหารเส้นทางในการทำงานซึ่งภายในแบ่งออกเป็น 4 วิธีคือ
  - Sequential ให้เรียงลำดับไปจากซ้ายไปขวา
  - Random w/o Replacement ให้ทำการสุ่มเส้นทางขึ้นมาโดยแต่ละครั้งจะไม่ซ้ำเส้นทางเดิม
  - Random with Replacement ให้ทำการสุ่มเส้นทางขึ้นมาโดยแต่ละครั้งจะสามารถซ้ำเส้นทางเดิมได้
  - Calculated Path เส้นทางที่เลือกขึ้นอยู่กับตัวแปรที่นำมาใส่ ถ้าตัวแปรนั้นเท่ากับ 1 จะไปเส้นทางแรก, 2 จะไปเส้นทางที่สอง, 3 จะไปเส้นทางที่สาม ต่อไปตามลำดับ หากค่าตัวแปรเป็นลบ หรือเกินขอบเขตเส้นทางที่มีอยู่จริงก็จะผ่านไป
- Reset Paths on Entry เป็นการรีเซ็ตเส้นทางที่เคยผ่านมาแล้ว
- Repeat เป็นการกำหนดวิธีในการทำงานซ้ำใน Decision Icon
  - Time จำนวนครั้งที่ต้องการซ้ำ
  - Until All Selected ซ้ำจนครบทุกเส้นทาง
  - Until Click / Keypress ซ้ำจนมีการกดคีย์ใด ๆ หรือมีการคลิกเมาส์
  - Until TRUE ซ้ำจนเงื่อนไขเป็นจริง
- Don't Repeat ไม่ต้องซ้ำ
- Time Limit ซ้ำจนครบเวลาที่กำหนด หน่วยเป็นวินาที
- Show Time Remaining แสดงนาฬิกาของเวลาที่ตั้งโดย Time Limit

## การใช้ Interaction Icon

รูปร่างของ Interaction Icon มีลักษณะคล้ายลูกศร ซึ่งก็คือผลรวมของ Display Icon และ Decision Icon

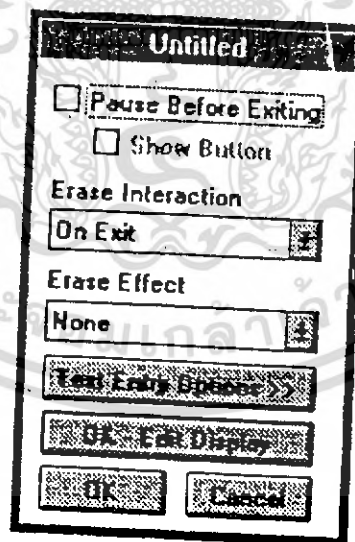


ใช้ในการแสดงภาพเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ โดยสามารถกำหนดเส้นทางการทำงานโดยตัวผู้ใช้งาน ในการติดต่อกับผู้ใช้นั้นทำได้ 10 วิธีคือ



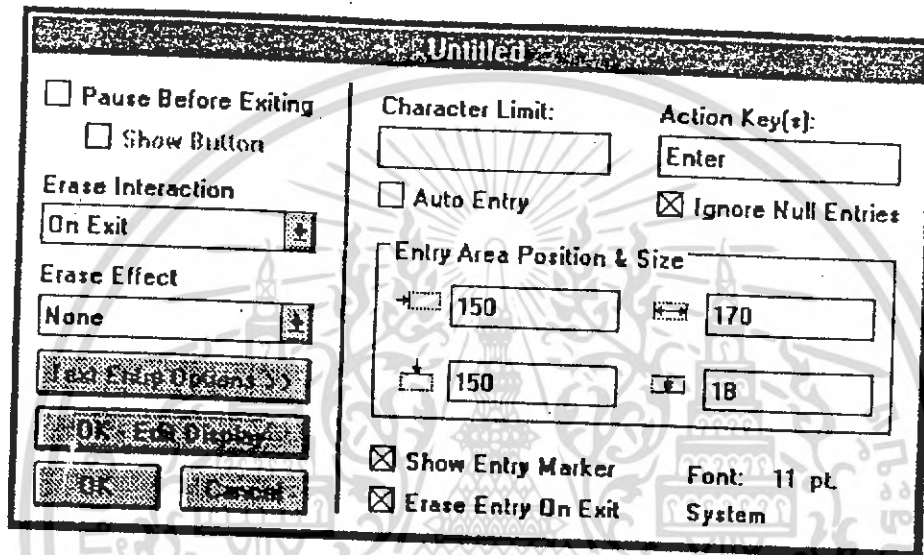
ภาพที่ 39 แสดงวิธีในการติดต่อกับผู้ใช้

ดับเบิลคลิกที่ Interaction Icon จะปรากฏดังภาพที่ 40



ภาพที่ 40 Interaction Option

- Pause Before Exiting หยุดรอการกดคีย์ หรือกดปุ่ม ก่อนออก
- Show Prompt ให้แสดงปุ่มกด
- Erase Interaction ใช้ในการลบภาพใน Interaction Icon
  - Upon Exit ลบตอนออกจาก Interaction Icon
  - After Each Entry ลบก่อนที่เข้าไปในเส้นทางที่เลือก
  - Don't Erase ไม่ต้องลบ เราสามารถลบได้โดยใช้ Erase Icon
  - Erase Effect กำหนดรูปแบบในการลบภาพ
- Text Entry Option ใช้กำหนดรูปแบบการรับตัวอักษร มีผลกับรูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้โดยการรับตัวอักษรทางคีย์บอร์ดเท่านั้น

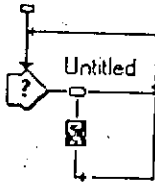


ภาพที่ 41 กำหนดรูปแบบการรับตัวอักษร

- Character Limit จำนวนตัวอักษรที่กำหนด
- Action key(s) จะทำงานเมื่อมีการกดคีย์ที่ระบุเท่านั้น
- Auto Entry เมื่อเติมตัวอักษรครบตามกำหนดจะทำงานทันที
- Ignore Null Entries ห้ามเว้นว่าง ต้องป้อนเสมอ
- Entry Area Position & Size กำหนดตำแหน่งที่จะรับตัวอักษร
- Show Entry Maker แสดงเครื่องหมาย ณ ตำแหน่งที่จะรับตัวอักษร
- Erase Entry On Exit ลบอักษรที่ป้อนก่อนออก
- OK -- Edit display ใช้ในการเข้าไปแก้ไขภาพใน Interaction Icon

# การใช้ Pushbutton

เป็นการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ปุ่มกด



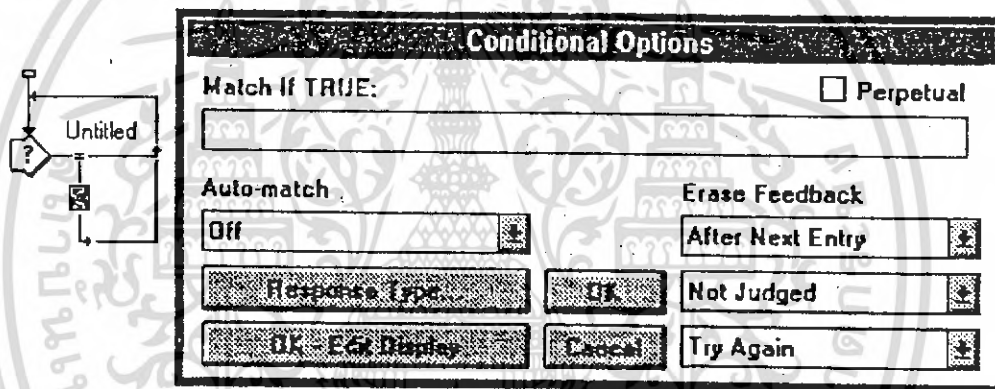
ภาพที่ 42 Pushbutton Options

- Title                   ข้อความที่แสดงบนปุ่มกด
- Optional Key(s)   คีย์ที่ใช้กดในกรณีที่ใช้คีย์บอร์ดแทนเมาส์
- Active If TRUE   ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด
- If Inactive           สภาพของเมื่อปุ่มกดเมื่อไม่ทำงาน สามารถกำหนดได้ 2 แบบ
  - Dim   ตัวหนังสือบนปุ่มกดจะจางลง
  - Hide   ปุ่มกดจะถูกซ่อน
- Perpetual           ใช้ในการทำงานร่วมกับ Active If TRUE ก็จะทำานทุกครั้งที่ยังเงื่อนไขเป็นจริง
- Button Type       ชนิดของปุ่มที่ใช้
  - Stand   ปุ่มแบบปกติทั่วไป
  - Outlined   มีกรอบล้อมปุ่ม ซึ่งสามารถใช้คีย์ Enter ในการทำงานได้เมื่อกรอบอยู่ที่ปุ่มนั้น ๆ
- Position & Size   เป็นการกำหนดตำแหน่ง และขนาดของปุ่มกด
- Erase Feedback   เป็นการกำหนดชนิดของการลบ หลังจากทำงานในไอคอนนั้น ๆ เสร็จซึ่งมี 4 ชนิด
  - After Next Entry   ถูกลบเมื่อมีการติดต่อกับผู้ใช้อีกครั้ง
  - Before Next Entry   ถูกลบเมื่อออกจากไอคอนที่เลือก
  - Upon Exit           ลบเมื่อออกจาก Interaction Icon
  - Don't Erase         ไม่ต้องลบ ถ้าต้องการลบให้ใช้ Erase Icon
- Response Status   คือผลจากการเลือก เพื่อวัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

- Not Judged ไม่มีผลใด ๆ
- Correct Response ถูกต้อง
- Wrong Response ผิด
- Feedback Branching เป็นการกำหนดทิศทางหลังจากทำงานเสร็จ โดยมีให้เลือก 4 แบบ
  - Try Again กลับไปที่ Interaction Icon อีกครั้ง
  - Continue กลับขึ้นไปทำงานในส่วนถัดไป
  - Exit Interaction ออกจาก Interaction Icon
  - Return กลับไปยังตำแหน่งเดิมที่กระโดดมา
- Response Type ใช้เปลี่ยนลักษณะการตอบสนองกับผู้ใช้
- OK-Edit Display ใช้แก้ภาพในกรณีที่เป็น Graphics Icon หรือ Interaction Icon

## การใช้ Conditional

ใช้ในการทำงานเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด

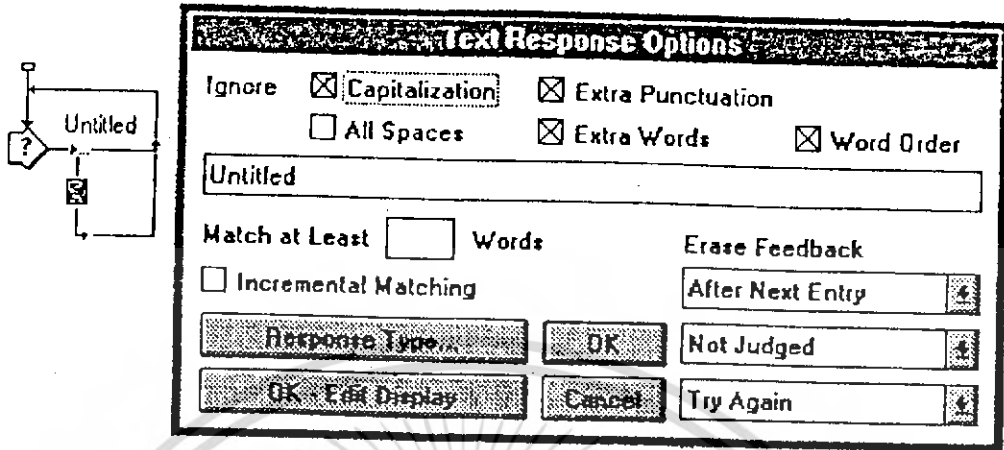


ภาพที่ 43 Conditional Options

- Match If TRUE เงื่อนไขที่กำหนดขึ้น ถ้าเป็นจริงก็จะทำงาน
- Auto-Match กำหนดแนวทางการทำงานแบ่งได้ 3 แบบ
  - Off จะทำงานได้เมื่อมีการตอบสนองการทำงานภายใน Interaction Icon อื่นก่อน แล้วจึงพิจารณาตามเงื่อนไข
  - When True เมื่อทำงานมาถึง Interaction Icon ก็จะพิจารณาตามเงื่อนไขและพร้อมที่จะทำงานทันที
  - On False to True จะทำงานเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจากเท็จเป็นจริง

# การใช้ Text

ใช้ในการรับตัวอักษร หรือข้อความมาเปรียบเทียบกับข้อความที่กำหนด ถ้าเหมือนกันตามที่กำหนดก็จะทำงาน

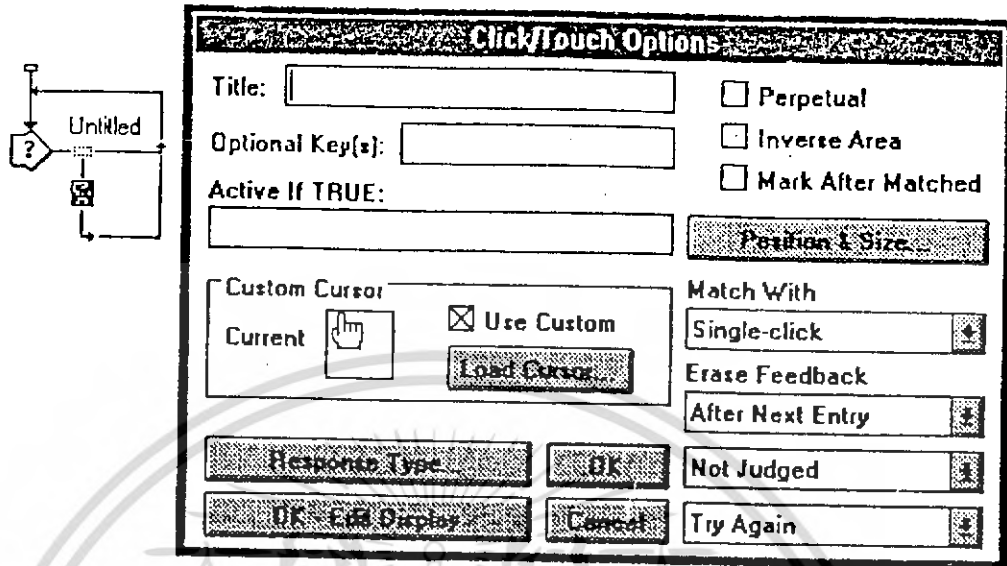


ภาพที่ 44 Text Options

- ช่องว่าง คือที่ใส่ประโยค หรือคำที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบ
- Ignore คือการวิธีการเปรียบเทียบข้อความที่รับเข้ามากับข้อความอ้างอิง โดยแยกได้ดังนี้
  - Capitalization ตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวพิมพ์เล็กถือเป็นตัวเดียวกัน เช่น a = A
  - Extra Punctuation ไม่สนใจเครื่องหมายพิเศษใด ๆ เช่น A@ = A/
  - All Spaces ไม่สนใจขนาดของช่องว่างระหว่างคำ เช่น a car = a car
  - Extra Words ประโยคที่ป้อนตรงกับคำที่ระบุอย่างน้อย 1 คำ
  - Word Order คำในประโยคที่ป้อนสามารถสลับตำแหน่งกันได้
- Match at Matching ประโยคที่ป้อนต้องมีคำที่ตรงกับประโยคที่กำหนดอย่างน้อยที่สุดตามที่ระบุ
- Incremental Matching รับเข้ามาทีละคำจนครบประโยคตามที่กำหนด

# การใช้ Click/Touch

ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้โดยคลิกบริเวณที่กำหนดก็จะทำงาน

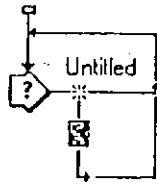


ภาพที่ 45 Click/Touch Option

- Title ชื่อบริเวณที่ต้องการคลิก
- Optional Key(s) คีย์ที่ใช้กดในกรณีที่ใช้คีย์บอร์ดแทนเมาส์
- Active If TRUE ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด
- Custom Cursor ใช้ในการเปลี่ยน Cursor เป็นรูปที่ต้องการ
- Perpetual ใช้ในการทำงานร่วมกับ Active If TRUE คือจะทำงานทุกครั้งที่เงื่อนไขเป็นจริง
- Inverse Area บริเวณที่คลิกจะเปลี่ยนเป็นสีตรงกันข้าม
- Mark After Matched บริเวณที่คลิกจะถูกระบายสีทับ
- Position & Size เป็นการกำหนดตำแหน่ง และขนาดของบริเวณที่สามารถคลิก

# การใช้ Clickable Object

ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้โดยคลิกวัตถุที่กำหนดก็จะทำงาน

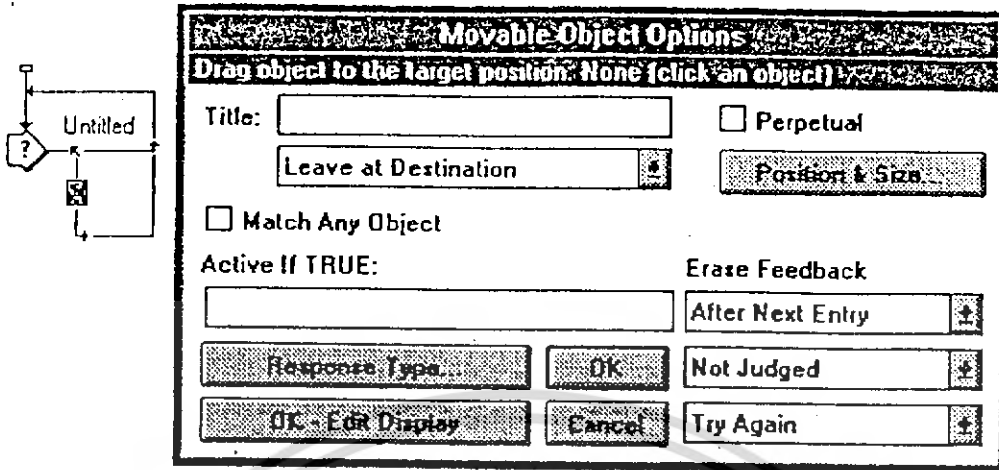


ภาพที่ 46 Clickable Object Options

- Title ชื่อบริเวณของวัตถุที่ต้องการคลิก
- Optional Key(s) คีย์ที่ใช้กดในกรณีที่ใช้คีย์บอร์ดแทนเมาส์
- Active If TRUE ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด
- Custom Cursor ใช้ในการเปลี่ยน Cursor เป็นรูปที่ต้องการ
- Perpetual ใช้ในการทำงานร่วมกับ Active If TRUE คือจะทำงานทุกครั้งที่เงื่อนไขเป็นจริง
- Inverse Object วัตถุที่คลิกจะเปลี่ยนเป็นสีตรงกันข้าม

# การใช้ Moveable Object

ให้ผู้ใช้นำวัตถุที่ถูกต้องไปยังตำแหน่งที่กำหนด จึงจะทำงาน

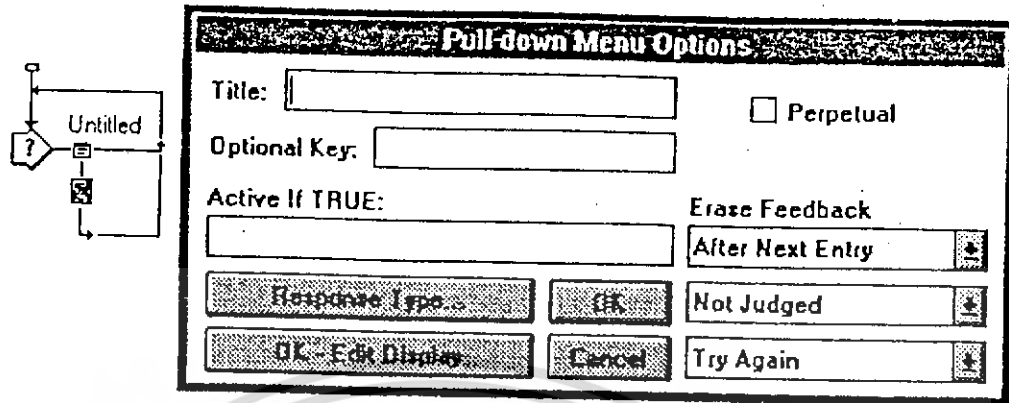


ภาพที่ 47 Moveable Object Options

- Title ชื่อบริเวณที่จะนำวัตถุที่ไปวาง
- Object Destination คือผลหลังจากที่การนำวัตถุไปวาง ณ ตำแหน่งที่กำหนด
  - Leave at Destination วัตถุจะอยู่ ณ ตำแหน่งที่วาง
  - Put Back วัตถุจะกลับไปยังตำแหน่งเดิม
  - Snap to Center วัตถุจะถูกขยับเข้ากึ่งกลางของบริเวณที่กำหนด
- Match Any Object จะมีผลกับวัตถุทุกชิ้นที่สามารถจับเคลื่อนได้
- Active If TRUE ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด
- Perpetual ใช้ในการทำงานร่วมกับ Active If TRUE คือจะทำงานทุกครั้งที่เงื่อนไขเป็นจริง
- Position & Size เป็นการกำหนดตำแหน่ง และขนาดของบริเวณที่จะนำวัตถุไปวาง

# การใช้ Pull-down Menu

ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้โดยผ่านทาง Pull-down Menu

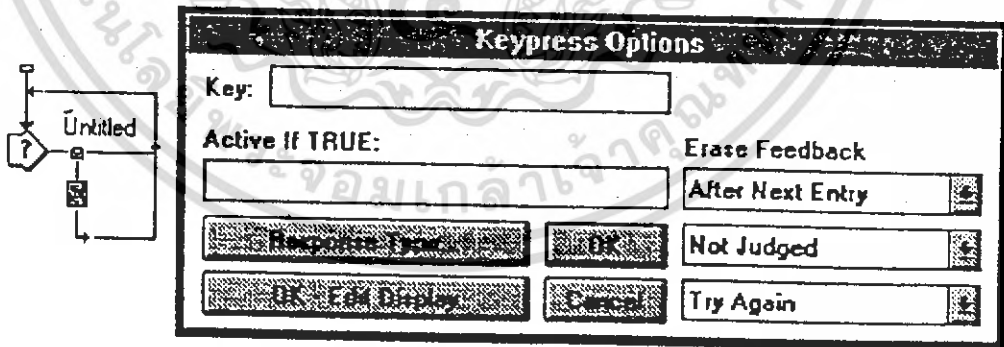


ภาพที่ 48 Pull-down Menu

- Title ชื่อคำสั่งในเมนู
- Optional Key(s) คีย์ที่ใช้กดในกรณีที่ใช้คีย์บอร์ดแทนเมาส์
- Active If TRUE ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด
- Perpetual ใช้ในการทำงานร่วมกับ Active If TRUE ต้องทำงานทุกครั้งที่เงื่อนไขเป็นจริง

# การใช้ Keypress

ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้โดยผ่านทางแป้นพิมพ์ที่กำหนดก็จะทำงาน

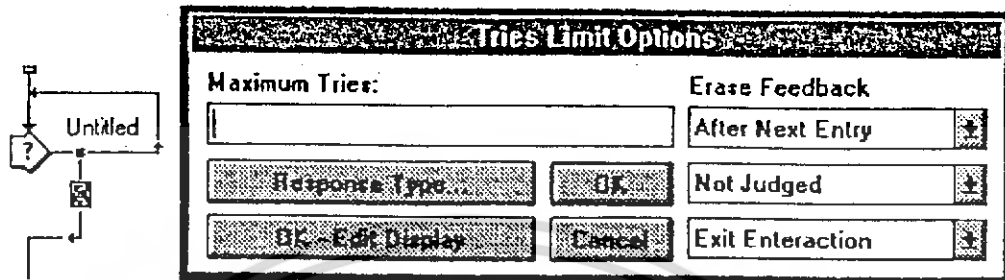


ภาพที่ 49 Keypress Options

- Key ชื่อคีย์ที่ใช้ในกักต
- Active If TRUE ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด

## การใช้ Tries Limit

ใช้ตรวจสอบการทำผิด หากผิดมากตามที่กำหนดก็จะทำงาน

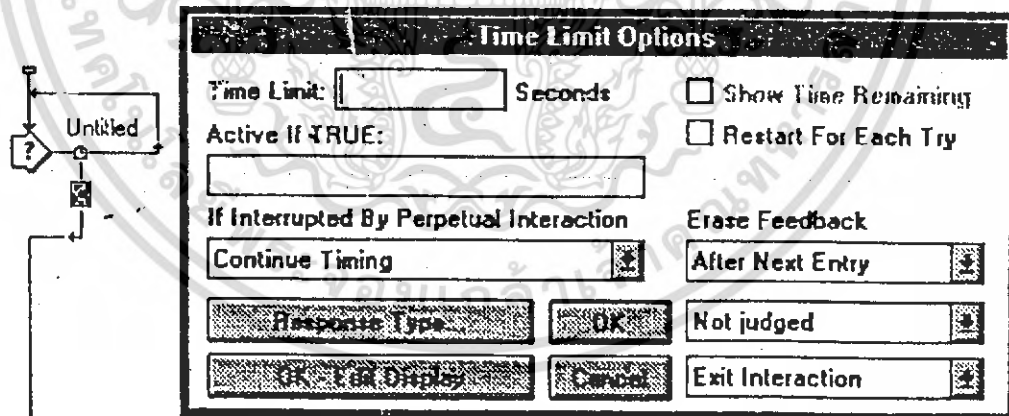


ภาพที่ 50 Tries Limit Options

- Maximum Tries จำนวนสูงในการวนกลับมาทำงาน
- Active If TRUE ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด

## การใช้ Time Limit

จะทำงานเมื่อถึงเวลาที่กำหนด

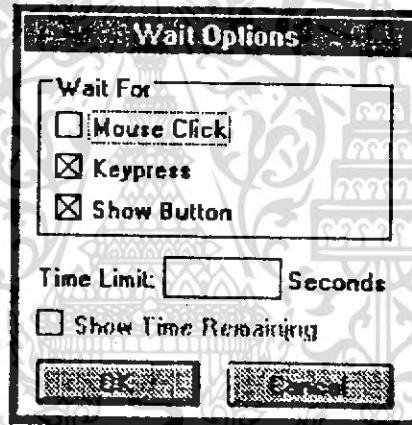


ภาพที่ 51 Time Limit Options

- Time Seconds เวลาที่กำหนด หน่วยเป็นวินาที
- Active If TRUE ปุ่มกดนี้จะมีผลเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงตามที่กำหนด
- If Interrupted By Perpetual Interaction กำหนดลักษณะการจับเวลาเมื่อมีการถูกขัดจังหวะโดย Interaction Icon อื่นที่เซตเป็นแบบ Perpetual
  - Continue Timing จับเวลาต่อไปเรื่อย ๆ
  - Pause, Resume On Return หยุด และเมื่อเลิกทำ Perpetual นั้นแล้วให้กลับมาจับเวลาต่อจากที่หยุดเดิม
  - Pause, Restart On Return หยุด และเมื่อเลิกทำ Perpetual นั้นแล้วให้กลับมาเริ่มจับเวลาใหม่
- Show Time Remaining แสดงนาฬิกาจับเวลา
- Restart For Each Try เวลาจะเริ่มนับใหม่เมื่อมีการ Feedback กลับไปอีกครั้ง

## การใช้ Wait Icon

ใช้สำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรมจนกว่าผู้ใช้จะกดคีย์ หรือเมาส์ หรืออาจกำหนดระยะเวลาที่ให้หยุดก็ได้



ภาพที่ 52 Wait Options

- Wait ใช้ในการกำหนดรูปแบบการหยุด
- Mouse Click หยุดรอจนมีการคลิกเมาส์
- Keypress หยุดรอจนมีการเคาะคีย์ใด ๆ
- Show Button ให้งดปุ่มกดเมื่อต้องการทำงานต่อไป
- Time Limit ใส่จำนวนเวลาที่ต้องการหยุดรอ หน่วยเป็นวินาที
- Show Time Remaining ให้แสดงนาฬิกาจับเวลาที่ตั้งโดย Time Limit

## การใช้ Map Icon

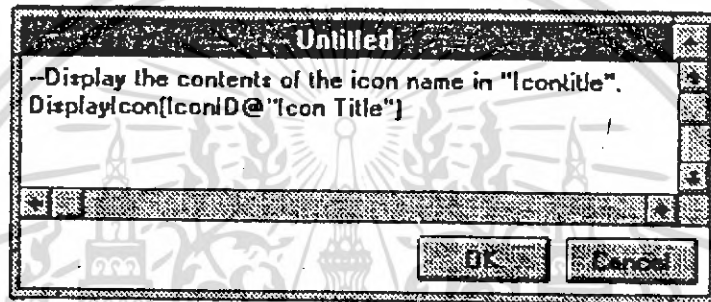
ทำหน้าที่ควบคุมลोजิกของโปรแกรม ทำให้พัฒนาโปรแกรมในลักษณะที่เป็นโปรแกรมโครงสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าหนึ่งระดับ

ขั้นตอนการใช้

1. ลาก Map Icon จาก Icon Palette มาไว้บน Flowline ในตำแหน่งที่ต้องการ
2. ดับเบิลคลิกที่ Map Icon บน Flowline ซึ่งสามารถนำไอคอนมาวางบนเส้น Flowline ใน Map Icon ได้เหมือนปกติ เพียงแต่เป็นการรวมไอคอนย่อย ๆ เป็นกลุ่มไว้ใน Map Icon เท่านั้น

## การใช้ Calculation Icon

เป็นไอคอนที่ใช้เมื่อต้องการใส่ Function หรือตัวแปรในโปรแกรมโดยการเขียนเป็น Script Command หากต้องการใส่คำอธิบาย (Comment) ให้ใส่เครื่องหมาย -- นำหน้าข้อความนั้นเสมอ



ภาพที่ 53 ภายใน Calculation

ตัวแปรใน Authorware

ตัวแปรใน Authorware แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ตัวแปรที่ผู้ใช้ประกาศขึ้นเอง (Custom Variable) คือตัวแปรที่ผู้ใช้สร้างขึ้นเอง โดยชื่อตัวแปรต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น
2. ตัวแปรระบบ (System Variable) คือตัวแปรที่ Authorware สร้างขึ้นมาเรียบร้อยแล้วสามารถนำมาใช้งานได้เลย โดยมีชื่อแตกต่างกันกับตัวแปรที่ผู้ใช้ประกาศขึ้นเองกับตัวแปรระบบ คือตัวแปรระบบจะมีการ Update ตัวเองอยู่ตลอดเวลา

## ตัวแปรระบบ (System Variable)

1. MouseDown เป็นตัวแปรชนิดตรรก ถ้ามีการกดปุ่มเมาส์ด้านซ้าย MouseDown = 1 ในกรณีอื่น MouseDown = 0
2. KeyNum เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม KeyNum จะเท่ากับโค้ดประจำคีย์สุดท้ายที่กด
3. ControlDown เป็นตัวแปรชนิดตรรก ControlDown = 1 ถ้ามีการกดคีย์ Ctrl ในกรณีอื่นเป็น 0
4. Within เป็นตัวแปรชนิดตรรก Within@'ชื่อไอคอน' = 1 ถ้าทำงานอยู่ในชื่อไอคอนที่ระบุชื่อ ในกรณีอื่นจะเป็น 0
5. Sound Playing เป็นตัวแปรชนิดตรรก SoundPlaying = 1 ถ้า Sound Icon กำลังเล่นเสียง (.WAV)
6. Movable เป็นตัวแปรชนิดตรรก Movable@'ชื่อไอคอน' = 1 ถ้ารูปภาพในชื่อไอคอนที่ระบุสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยผู้ใช้และสามารถกำหนดค่าให้กับตัวแปรนี้เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้หรือไม่ได้ เช่น ถ้าไม่ต้องการให้ Display Icon ชื่อ Football เคลื่อนที่ จะใช้รูปแบบดังนี้ Movable @'Football' := 0
7. Hour เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุก่าเวลาในปัจจุบันเฉพาะเลขชั่วโมงเท่านั้นคือเลข 0 ถึง 23
8. Minute เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุก่าเวลาในปัจจุบันเฉพาะเลขนาที่เท่านั้น (0-59)
9. Sec เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุก่าเวลาในปัจจุบันเฉพาะเลขวินาทีเท่านั้น(0-59)
10. FullTime เป็นตัวแปรชนิดตัวอักษร บรรจุก่าเวลาปัจจุบัน ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบที่เลือกใน Control Panel คือ แสดงแบบ 12 ชม. (4:55:56 PM) หรือแบบ 24 ชม. (16:55:56) เวลาที่แสดงเป็นดังนี้ ชั่วโมง/นาที่/วินาที
11. Time เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุก่าเวลาปัจจุบันคล้ายกับ FullTime แต่จะแสดงเพียง ชั่วโมงและนาที่ (4:15 PM หรือ 16:15)
12. Date เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุกวันที่ เช่น 02/08/93
13. Day เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุกวันที่ปัจจุบันอยู่ระหว่าง 1-31
14. DayName เป็นตัวแปรชนิดตัวอักษร บรรจุกชื่อของวันปัจจุบันของหนึ่งสัปดาห์ (Monday)
15. Month เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุกของเดือนปัจจุบันอยู่ระหว่างคือ 1-12
16. Year เป็นตัวแปรชนิดเลขจำนวนเต็ม บรรจุกปีปัจจุบัน
17. FileLocation เป็นตัวแปรชนิดตัวอักษร บรรจุกชื่อ Path ของไดเรกทอรีปัจจุบัน

## ฟังก์ชันใน Authorware

1. Random จะส่งค่าระหว่าง min และ max คูณกับ units

รูปแบบ Number := Random (min,max,units)

2. SubStr จะส่งอักษรตั้งแต่ตำแหน่งที่ first ถึง last ของข้อความ String

รูปแบบ String := Substr(string,first,last)

3. Goto ใช้เมื่อกระโดดไปยังไอคอนที่อ้างโดย IconTitle

รูปแบบ Goto(IconID@'IconTitle')

4. JumpFileReturn ใช้ในการเรียกไฟล์ของ Authorware มาทำงานพร้อมทั้งส่งค่าตัวแปรไปทำงานในไฟล์ที่เรียกได้ด้วย และเมื่อต้องการกลับสู่ไฟล์เดิมใช้ฟังก์ชัน Quit(0)

รูปแบบ JumpFileReturn('filename','variable1,variable2...')

5. JumpOutReturn ใช้ในการเรียก Application อื่น ๆ และเมื่อทำงานเสร็จก็จะกลับสู่ไฟล์เดิม

รูปแบบ JumpOutReturn("program")

6. Quit ใช้ในการออกจากโปรแกรมที่กำลังทำงาน

รูปแบบ Quit(option)

option คือ ลักษณะการออกจากโปรแกรมแบ่งได้ดังนี้

- 0 ออกจากโปรแกรมกลับไปยังโปรแกรมแม่ที่เรียกมา หรือออกไปยัง Program Manager
- 1 ออกไป Program Manager
- 2 ออกไปดอส (DOS)

## สรุปคำสั่งใน MenuBar

สามารถเลือกได้เมื่อต้องการใช้โดยมีรายการคำสั่ง



ภาพที่ 54 MenuBar

1. คลิกเมาส์ที่คำสั่งที่ต้องการ จากนั้น จะมีคำสั่งย่อยแสดงให้เห็นตรงด้านล่างของคำสั่งนั้น
2. คลิกที่คำสั่งย่อยที่ต้องการ ถ้าคำสั่งใดมี... ต่อท้ายแสดงว่ามีไดอะล็อกบ็อกให้เติมหรือกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ต่อไป

# การใช้คำสั่งไฟล์ (File Menu)

<b>File</b>	
<b>New File</b>	
Open File...	Ctrl+O
Import Graphics...	
Close	
Save	Ctrl+S
Save As...	
File Setup...	
Video Setup...	
Package...	
Page Setup...	
Print...	
Print Screen	
Exit	Alt+F4
About Authorware...	

ภาพที่ 56 File MenuNew File

ในเมนูคำสั่ง File จะมีรายการคำสั่งต่าง ๆ ซึ่งแต่ละคำสั่งจะทำหน้าที่แตกต่างกันไปดังนี้

คำสั่ง	รายละเอียด
New File	เป็นคำสั่งใช้สำหรับเปิด File ใหม่
Open File	เป็นคำสั่งใช้สำหรับเปิด File เก่าที่สร้างไว้แล้ว
Import Graphics	ใช้อ่านไฟล์ประเภทกราฟฟิก หรือรูปภาพ
Close	ใช้ปิดไฟล์ที่กำลังเปิดอยู่ในขณะนั้น
Save	บันทึกเก็บรายละเอียดที่สร้างหรือแก้ไขลงไฟล์ทันที
Save as	บันทึกโดยจะถามชื่อไฟล์ใหม่เสมอ
File Setup	กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ Authorware
Video Setup	กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องเล่น Video
Package	คอมไพล์ไฟล์ที่เปิดอยู่เป็นสกุล .APP หรือ .EXE ที่สามารถทำงานได้โดย ไม่ต้องมี Authorware
Print Setup	กำหนดเครื่องพิมพ์ และทางเลือกในการจัดรูปแบบของหน้า
Print	พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์
Print Screen	พิมพ์ภาพของจอในขณะนั้นออกทางเครื่องพิมพ์
Exit	ออกจาก Authorware (Ctrl+F4) พร้อมทั้งปิด File
About Authorware	บอกรายละเอียดของ Authorware

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของ File menu

# การใช้คำสั่งใน Edit menu

Edit	
Undo	Ctrl+Z
Cut	Ctrl+X
Copy	Ctrl+C
Paste	Ctrl+V
Clear	Del
Group	Ctrl+G
Ungroup	Ctrl+U
Select All	Ctrl+A
Find/Change...	
Find Again	FG
Get Info...	

ภาพที่ 56 Edit Menu

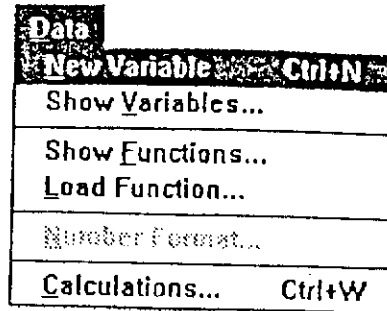
คำสั่งส่วนใหญ่ในเมนูนี้จะใช้ในการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ มีรายละเอียด คำสั่งต่อไปนี้

คำสั่ง	รายละเอียด
Undo	ยกเลิกคำสั่งในรายการที่กำลังทำอยู่ในขณะนี้
Cut	ตัดภาพหรือวัตถุที่เลือกลง Clipboard
Copy	ทำสำเนาภาพหรือวัตถุที่เลือกลง Clipboard
Paste	แปะภาพ หรือวัตถุใน Clipboard ลงในเอกสาร
Clear	ลบภาพวัตถุ หรือไอคอน
Group	รวมไอคอนหลาย ๆ ไอคอนไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน
Ungroup	ยกเลิก Group
Select all	เลือกภาพหรือวัตถุทั้งหมด
Find/Change	ใช้ในการค้นหาอักษร หรือค่าเป็นชื่อไอคอน หรือข้อความ ที่สร้างใน Display Icon
Find Again	ค้นหาต่อไป
Get Info	ใช้แสดงรายละเอียดของไอคอนนั้น ๆ

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดคำสั่งใน Edit Menu

## การใช้ Data menu

เป็นเมนูคำสั่ง ที่ใช้สำหรับสร้างตัวแปรและฟังก์ชันต่าง ๆ

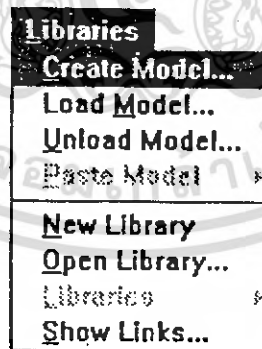


ภาพที่ 57 Data Menu

คำสั่ง	รายละเอียดคำสั่ง
New Variable	การสร้างตัวแปรใหม่
Show variables	แสดงรายชื่อตัวแปรที่สร้างไว้
Show Function	แสดงรายชื่อฟังก์ชันสำหรับใช้งานทั้งหมด
Load Function	เรียกรายชื่อฟังก์ชันมาเพื่อเชื่อมโยงเข้า Authorware File
Number Format	รูปแบบของตัวเลขที่จะให้แสดง
Calculations	รวมไอคอน Calculation กับไอคอนอื่น ๆ

ตารางที่ 3 ตารางแสดงรายละเอียดของคำสั่ง

## การใช้ Libraries Menu



ภาพที่ 58 Libraries Menu

คำสั่ง	รายละเอียด
Create Model	การสร้าง Models ใหม่จากการเลือกไอคอน
Load Model	เรียก Models ที่บันทึกไว้มาไว้ใน Paste Model Heading
Unload Model	ยกเลิก Model จากเมนู
Paste model	ใช้ Copy Model ที่สร้างไว้ไปไว้ใน Authorware

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดของคำสั่งต่าง ๆ

## การใช้ Text Menu

ใช้สำหรับเลือก Font ตัวอักษรแบบต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งมีทั้ง Font ภาษาอังกฤษ และภาษาไทย คำสั่ง Style ใช้กำหนดแบบของข้อความ ตำแหน่งในการพิมพ์และขนาดของตัวอักษรซึ่งขึ้นอยู่กับ Font ที่เลือก

คำสั่ง	รายละเอียดคำสั่ง
Plain	ตัวปกติ
Bold	ตัวหนา
Italic	ตัวเอียง
Underline	ตัวขีดเส้นใต้
Superscript	ตัวยกกำลัง

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดในคำสั่ง Style

Subscript	ตัวห้อย
Left Justify	จัดข้อความชิดซ้าย
Center	จัดข้อความตรงกลาง
Right Justify	จัดข้อความชิดขวา

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดในคำสั่ง Justification

## การใช้ Attributes Menu

คำสั่ง	รายละเอียด
Effects	ผลที่จะให้เกิดขึ้นกับภาพหรือวัตถุ
Lines	ใช้กำหนดความหนา (Thickness) และชนิดของเส้น
Fills	ใช้สำหรับระบบแรเงาภาพวงกลม สีเหลี่ยม
Modes	กำหนดโหมดในการแสดงภาพหรือวัตถุ
Color	กำหนดสีให้กับวัตถุหรือภาพ
Bring to Front	ส่งภาพด้านหลังไปไว้ด้านหน้า
Bring to back	ส่งภาพด้านหน้าไปไว้ด้านหลัง
Show grid	แสดงเส้นกริดเพื่อให้ดูตำแหน่งบนจอได้สะดวก
Snap to grid on	การเลือกเคอร์เซอร์ตาม Step ของเส้นกริด

ตารางที่ 7 แสดงรายละเอียดของ Attributes Menu

## การใช้ Try it Menu

Try It	
Run	Ctrl+R
Run from Flag	Ctrl+F
Proceed	Ctrl+P
Show Current Icon	Ctrl+I
Jump to Display	Ctrl+J

ภาพที่ 59 Try it Menu

คำสั่ง	รายละเอียดคำสั่ง
Run	เริ่มต้นทำตามคำสั่งของไฟล์ APW
Run from flag	เริ่มต้นตามคำสั่งตั้งแต่ Start Flag
Pause	หยุดการทำงานชั่วคราว
Proceed	เริ่มทำงานต่อเดิมที่หยุดโดยคำสั่ง Pause
Show current icon	แสดงไอคอน ที่กำลังทำงานในขณะนั้น
Jump to icon	ออกจากการทำงานไปยังไอคอน ของไฟล์ APW

ตารางที่ 8 แสดงรายละเอียดของ Try it Menu