สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโครงสร้างข้อมูล

นายณัฐวุฒิ อดุลสีหวัตต์ รหัส 38054119
นายทรงธรรม ตั้งสัจจะโสภณ รหัส 38054123

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33862
วัน, เดือน, ปี 17 ก.ย. 2542

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Computer Aid Instructions for Data Structure

Mr. Nuttawuth Adulseehawat 38054119

Mr. Songtham Tangsajjasopon 38054123

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Mathematics and Computer Science

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโครงสร้างข้อมูล

ชื่อนักศึกษา 1) นายณัฐวุฒิ อดุลสีหวัตต์ รหัส 38054119

2) นายทรงธรรม ตั้งสัจจะโสภณ รหัส 38054123

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา 1) อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์

2) อาจารย์สิริลักษณ์ อนันต์สถิตย์สิน

ปัญหาพิเศษฉบับนี้กรรมการสอบปัญหาพิเศษได้พิจารณาแล้ว จึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิทยาคอมพิวเตอร์

ประจำปีการศึกษา 2541

(รองศาสตราจารย์ภัคคินี ชิตสกุล)

หัวหน้าภาควิชา

กรรมการโครงงานพิเศษ

(อาจารย์กฤษฎา บุศรา)
ประธานกรรมการ

(อาจารย์นันทิกา เบญจเทพานันท์)
กรรมการ

(อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์)
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สิริลักษณ์ เตียพิริยะกิจ)
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโครงสร้างข้อมูล
นักศึกษา	นายณัฐวุฒิ อดุลสีหวัตต์
	นายทรงธรรม ตั้งสัจจะโสภณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์
	อาจารย์สิริลักษณ์ อนันต์สถิตย์สิน
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2541

บทคัดย่อ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูล ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 4.0 โดยมีวัตถุประสงค์เผื่อให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาโครงสร้างข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น โปรแกรมนี้สร้างขึ้นโดยมีเนื้อหาตามหัวข้อในวิชาโครงสร้างข้อมูล แต่ก็ได้ออกแบบหน้าต่างของบทเรียนให้ผู้ใช้สามารถเลือกข้ามไปเรียนในหัวข้อที่ต้องการได้ เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพดีโปรแกรมควรติดตั้งและใช้งานบน Windows95 และเครื่องคอมพิวเตอร์ควรจะมีการ์ดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Computer Aided Instruction for Data Structure
Name	Mr. Nuttawuth Adulseehawat
	Mr. Songtham Tangsajjasopon
Special Project Advisor	Mr. Veerachai Tanyasit
	Mrs. Siriluck Arnunsatitsinn
Department	Mathematics and Computer Science
Academic Year	1998

ABSTRACT

Computer Aided Instruction for Data Structure for Inspection by Attributes was developed by using Macromedia Authorware. The objective of the present study was to provide a computer software for learning Data Structure. The lessons of this software were also designed as menu windows for interactive use. For more effective operation, this software should be installed on Windows95, and the computer should have a sound card.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีก็เพราะหลายเหตุปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

อาจารย์ วีระชัย ตันยะสิทธิ์

อาจารย์ สิริลักษณ์ อนันต์สถิตย์สิน

ที่ได้ให้แนวทางในการดำเนินงาน ตลอดจนคำปรึกษาอันก่อให้เกิด แนวความคิดที่สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ นอกจากนี้ยังช่วยแนะนำแนวทางในการดำเนินงานและตรวจทานแก้ไขด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่ง

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประศาสน์วิชาความรู้ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติแก่ผู้จัดทำ จนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีทุกประการ และนอกจากนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และให้ความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการจัดทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	
	ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ	1-1
	วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ	1-1
	ขอบเขตของปัญหาพิเศษ	1-2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-2
	ขั้นตอนการดำเนินงาน	1-2
บทที่ 2	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2-1
	ความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2-1
	ประวัติความเป็นมา	2-1
	ลักษณะของบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2-4
	ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2-4
	การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2-7
	มัลติมีเดียคืออะไร	2-8
	มัลติมีเดียช่วยการเรียนการสอน	2-8
	ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2-9
	ข้อดีของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2-10
	ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี	2-10
บทที่ 3	อุปกรณ์และวิธีการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอน	3-1
	ขั้นตอนในการดำเนินงาน	3-1
	คุณลักษณะของโปรแกรมที่จะออกแบบและพัฒนา	3-1
	การพัฒนาโปรแกรมช่วยสอน	3-1
	การกำหนดเนื้อหา	3-2
	โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนนี้	3-2
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม	3-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4	วิธีระบบสำหรับการสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4-1
บทที่ 5	ผลและวิจารณ์	5-1
	การควบคุมการทำงานของโปรแกรม	5-1
	การแสดงผลของโปรแกรม	5-4
บทที่ 6	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	6-1
	บทสรุป	6-1
	ปัญหาและอุปสรรค	6-2
	ข้อเสนอแนะ	6-3
ภาคผนวก ก		
	Macromedia Authorware	
ภาคผนวก ข		
	เนื้อหาวิชาโครงสร้างข้อมูล	
บรรณานุกรม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 5-1 ปุ่ม เข้าสู่บทเรียน	5-1
รูปที่ 5-2 ปุ่ม แบบทดสอบ	5-1
รูปที่ 5-3ปุ่ม Help	5-1
รูปที่ 5-4 ปุ่ม ออกจากโปรแกรม	5-2
รูปที่ 5-5 ปุ่ม Main Menu	5-2
รูปที่ 5-6 ปุ่ม First	5-2
รูปที่ 5-7 ปุ่ม Back	5-2
รูปที่ 5-8 ปุ่ม Next	5-3
รูปที่ 5-9 ปุ่ม ออกจากบทเรียน	5-3
รูปที่ 5-10 Title	5-5
รูปที่ 5-11 แสดงสารบัญหลัก	5-6
รูปที่ 5-12 แสดงสารบัญเลือกบทเรียน	5-7
รูปที่ 5-13 แสดงเนื้อหาของบท Introduction	5-8
รูปที่ 5-14 แสดงเนื้อหาของบท Array	5-9
รูปที่ 5-15 แสดงเนื้อหาของบท Pointer	5-10
รูปที่ 5-16 แสดงเนื้อหาของบท Linklist	5-11
รูปที่ 5-17 แสดงเนื้อหาของบท Stack	5-12
รูปที่ 5-18 แสดงเนื้อหาของบท Queue	5-13
รูปที่ 5-19 แสดงเนื้อหาของบท Sort	5-14
รูปที่ 5-20 แสดงเนื้อหาของบท Search	5-15
รูปที่ 5-21 แสดงแบบทดสอบ	5-16
รูปที่ 5-22 แสดงรายละเอียดการใช้โปรแกรม	5-17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญ / ที่มาของปัญหาพิเศษ

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทและส่วนร่วมมากขึ้นทุกขณะ กิจกรรมต่าง ๆ ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นองค์ประกอบช่วยเหลือ เช่น ทางด้านการออกแบบก็ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (Computer Aided Design หรือ CAD) ทางด้านการผลิตก็ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยบริหารการผลิต(Computer Aided Manufacturing หรือ CAM) ทางด้านการศึกษาก็ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction / Computer Assisted Instruction หรือ CAI) เหล่านี้เป็นต้น การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนถือเป็นนวัตกรรมใหม่ทางการศึกษา (Innovation) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผลของการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกปัจจุบันที่เป็นยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศหรือโลกแห่งการรับรู้ข่าวสาร สังคมสารสนเทศเป็นสังคมแห่งข้อมูลข่าวสาร ที่มีการแข่งขันกันในทุก ๆ ด้านทั้งภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตสินค้าและบริการที่มีคุณภาพ สิ่งต่างๆเหล่านี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาที่มีคุภาพและประสิทธิภาพ ดังนั้นการพัฒนาทางด้านการศึกษาจึงเป็นกลไกสำคัญและปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาสังคมแนวทางหนึ่งของกระบวนการดังกล่าว คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนซึ่งในปัจจุบันสถาบันอุดมศึกษาภายในประเทศหลายแห่งได้นำสื่อดังกล่าวเข้าไปประกอบการเรียนการสอนพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบการศึกษาทางไกล (Tele-Education) สื่อดังกล่าวเข้ามามีบทบาทอย่างมากเป็นการกระจายการศึกษาให้ครอบคลุมและกว้างขวางยิ่งขึ้น ทางโครงงานปัญหาพิเศษจึงได้ริเริ่มจัดทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นโดยได้เลือกวิชาโครงสร้างข้อมูลมาจัดทำเป็นบทเรียน เนื่องจากเป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญของอีกหลายๆ วิชา เช่น วิชาโครงสร้างแฟ้มข้อมูล (File Structure) วิชาฐานข้อมูล (Database) เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1. เพื่อสร้างบทเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยสอน
2. เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) อันจะนำไปสู่แนวทางพัฒนาเนื้อหาบทเรียนแบบโปรแกรม
3 เพื่อศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนซึ่งสามารถใช้ในการสร้างและพัฒนาบทเรียนเรื่องอื่นๆอีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1. นำบทเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูลมาสร้างเป็นบทเรียนสำเร็จรูป
2. เนื้อหาครอบคลุมในส่วนของ อาร์เรย์ พอยน์เตอร์ ลิงค์ลิสต์ สแตก คิว การเรียงลำดับ การค้นหา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำบทเรียนสำเร็จรูปไปเป็นสื่อประกอบการสอนหรือสามารถศึกษาด้วยตัวเองได้
2. กระตุ้นความสนใจให้เกิดการอยากเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียน เพราะเป็นการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาสมัยใหม่เข้ามา ประกอบการกับการติดต่อกับผู้ใช้ด้วยภาพกราฟิกที่สวยงามดึงดูดน่าใช้
3. ในสถานที่ที่ขาดบุคลากร การสอนในเนื้อหาบทเรียนดังกล่าวสามารถนำสื่อดังกล่าวเข้าไปทดแทนได้
4. สามารถทบทวนเนื้อหาบทเรียนซ้ำไปซ้ำมาในบางจุดที่ไม่เข้าใจเพราะมีการติดต่อกับผู้ใช้แบบ interactive
5. เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนเรื่องอื่นๆต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การเตรียมการเบื้องต้น
    1.1 ศึกษาหลักการและทฤษฎีของ CAI
    1.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาโครงสร้างข้อมูล จัดทำเนื้อหาบทเรียนเบื้องต้นขึ้น
    1.3 จัดทำในส่วนรายละเอียดของเนื้อหารวมไปถึงตัวอย่างและแบบฝึกหัด
    1.4 ประเมินผลและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาตัวอย่างและแบบฝึกหัด
2. การพัฒนาโปรแกรม
    2.1 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
    2.2 จัดทำรูปแบบการนำเสนอ
    2.3 ออกแบบ User Interface
    2.4 ออกแบบส่วนแก้ไขฐานข้อมูล
    2.5 เขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 บรรจุเนื้อหา

2.7 ออกแบบ วิธีใช้ คำแนะนำและจัดทำรายงาน

3. การทดสอบและแก้ไข

3.1 ทำการทดสอบตัวโปรแกรมแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหา บทเรียน ตัวอย่างและแบบฝึกหัด

3.2 ปรับแต่งรูปแบบการนำเสนอให้มีความสวยงาม เพิ่มลูกเล่นต่างๆ เช่น มีภาพเคลื่อนไหว มีเสียง

3.3 ปรับแต่งตัวโปรแกรมให้มีความเร็วในการประมวลผล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aided Instruction : CAI) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เอาเนื้อหาต่างๆที่ต้องการนำเสนอ มานำเสนอโดยผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้ เช่น การนำเสนอแบบติวเตอร์ (Tutorial) แบบจำลองสถานการณ์ (Simulations) เป็นต้น โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ในขณะนั้นผ่านทางแป้นพิมพ์และหน้าจอได้ การเรียนในลักษณะนี้บางครั้งผู้เรียนอาจจะต้องพิมพ์เพื่อโต้ตอบหรือตอบคำถามกับคอมพิวเตอร์ในขณะนั้น ซึ่งขบวนการต่างๆเหล่านี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์

ประวัติความเป็นมา

ความคิดในเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเริ่มต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1950 ผู้บุกเบิกในเรื่องนี้ คือ มหาวิทยาลัยฟลอริดา และ มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด อันที่จริงในวงการศึกษา ได้มีความคิดนี้มาก่อนหน้านั้นนานแล้ว โดยเฉพาะในการสอบแล้วรวมคะแนน แต่การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการสอนซึ่งรวมถึงการทบทวนบทเรียน การแนะนำบทเรียนในรูปแบบต่างๆ เพิ่งจะมาเริ่มภายหลังได้ไม่นานนี้ อย่างไรก็ตามการติดตามความก้าวหน้า หรือ พัฒนาการของผู้เรียนไปจนถึงการแนะแนวถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของ " การช่วยสอน " ด้วย

ในระยะเริ่มแรกของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการนำคอมพิวเตอร์เครื่องใหญ่ คือ IBM 1500 มาใช้ แต่จัดให้อยู่ในรูปแบบเทอร์มินอล ซึ่งจะโต้ตอบกับผู้เรียนได้ ภาษาที่ใช้เป็นภาษาระดับสูงที่เรียกว่าภาษา AI. วิชาที่ทำในตอนแรกเริ่มก็คือ ฟิสิกส์ และ สถิติ ซึ่งจะกำหนดให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียนเพื่อเอาหน่วยกิต โดยจะไม่มีอาจารย์สอนหน้าชั้น ต่อมามีการใช้ภาษาเบสิกแทน ทำให้นักศึกษาใช้เครื่องคอมได้ง่ายขึ้น และ ได้มีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสาขาวิชาอื่นๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ส่วนที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดนั้นได้นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ โดยมุ่งพัฒนาทักษะของเด็กมากกว่าหนุ่มสาวระดับมหาวิทยาลัย มีการจัดทำรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน และ วิชาภาษาอังกฤษ ซึ่งกำหนดให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดเป็นสำคัญ เมื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความนิยมมากขึ้น นักศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ก็มองเห็นพ้องร่วมกันว่าการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับการเรียน การสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำได้เป็นอย่างดี บริษัทคอมพิวเตอร์ก็เริ่มให้การสนับสนุนเต็มที่ บริษัท IBM ได้เริ่มพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนที่ใช้อันแรกขึ้น โดยเริ่มต้นด้วยการสอนระบบเลขฐานสอง จะกำหนดให้ระบบสามารถรับผู้เรียนได้ครั้งละ 32 คน ต่อมาได้มีการส่งเสริมให้มีการทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มขึ้นกันอย่างมากมาย จากนั้นได้ไม่นานมีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขายถึง 1500 เรื่อง

ในราว ค.ศ. 1967 ได้มีการจัดสัมมนาให้คนทั่วไปได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านอื่นๆเป็นวงกว้าง ต่อมาโครงการของหน่วยงานอื่นๆก็เริ่มทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันบ้าง ได้มีการเพิ่มความคิดที่ให้มีการรวมคะแนนของผู้เรียนในการทำแบบฝึกหัดแต่ละตอน เพื่อใช้เป็นตัวตัดสินใจในการเลือกเนื้อหาที่จะเรียนต่อไปด้วย อย่างไรก็ตามในระยะแรกนี้ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ก็คือเมนเฟรม ซึ่งค่าใช้จ่ายสูงมากอีกทั้งยังมีขีดความสามารถจำกัดอีกด้วย

ราวปี ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ประสบความสำเร็จในการทำเทอร์มินัลที่สามารถพูดจาโต้ตอบกับผู้เรียนได้ และได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นใหม่ให้ชื่อว่า พลาโต (PLATO) โดยได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล โดยใช้คอมพิวเตอร์ของบริษัท คอนโทรล คาต้า ในปัจจุบันนี้เราถือว่าโปรแกรมนี้เป็นต้นแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ซึ่งประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามโครงสร้างพื้นฐานทั่วไปของระบบ CAI ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก เช่น ระบบปรับตัวเองให้เข้ากับลักษณะความต้องการ หรือ เป้าหมายของผู้เรียนได้ไม่ดีเท่าที่ควร เป็นต้น

ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1970 เป็นต้นมา นักวิจัยหลายคนเริ่มตระหนักถึงข้อจำกัดของเทคโนโลยี CAI ในขณะนั้น จึงได้เริ่มประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหลายๆอย่างเพื่อช่วยผลักดันให้การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น หนึ่งในเทคโนโลยีหลายประการนั้นก็คือ เทคโนโลยีทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) โดยจุดประสงค์หลักก็คือ การหาหนทางทำให้ระบบ CAI มีความสามารถ หรือ ความฉลาดมากขึ้นในด้านช่วยการเรียนการสอน โครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ ซึ่งในขณะนั้นได้รับการขนานนามว่าเป็นระบบ “Intelligent CAI System” (ICAI) มีลักษณะที่สำคัญดังนี้

1. มีโมเดลของปัญหาที่ชัดเจน และ ขณะเดียวกันก็มีโปรแกรมที่มีคุณสมบัติในลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ซึ่งมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลและแก้ปัญหาเหล่านั้น
2. มีโมเดลของนักเรียน (Student Model) ซึ่งสามารถตัดสินได้ว่านักเรียนแต่ละคนที่เรียนรู้ด้วยระบบนี้มีความเข้าใจในระดับใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีโมเดลของการสอน (Tutorial Model) ซึ่งสามารถตระเตรียมบทเรียนการสอนช่วยแก้ไขความผิดพลาดของนักเรียน หรือ ช่วยเสนอเนื้อหาของบทเรียนใหม่ๆที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

จิตวิทยาทางด้านการเรียน การสอน และการทำความเข้าใจ เป็นหัวข้อสำคัญเรื่องหนึ่งที่ได้รับความสนใจในการศึกษาวิจัย เนื่องจากความสำเร็จหรือผลงานในด้านนี้มีผลกระทบโดยตรงต่อความสำเร็จในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ

เดเรค สลีแมน (Derek Sleeman) และ จอหน์ ซีลี บราวน์ (John Seely Brown) ได้ทำการรวบรวมผลการวิจัยทางระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อการเรียนการสอนในยุคบุกเบิก (ผลงานในช่วงทศวรรษที่ 1970) โดยทำหน้าที่เป็นบรรณาธิการรวบรวมผลงานวิจัยทางด้านนี้ (Special Issues) ในวารสาร "International Journal of Man-Machine Studies" (พิมพ์ในปี 1978) ผลงานการวิจัยในช่วงประมาณ 10 ปีแรกนี้ได้ถูกตีพิมพ์อีกครั้งในรูปเล่มหนังสือวิชาการที่ชื่อว่า "Intelligent Tutorial System" (พิมพ์ในปี 1982) หนังสือเล่มนี้นับว่า เป็นเอกสารอ้างอิงที่สำคัญของวิชาการสาขานี้ และ ชื่อหนังสือได้กลายเป็นชื่อที่ยอมรับสำหรับการวิจัยและการพัฒนาทางด้านนี้ ในที่นี้เราอาจจะเรียกว่า "ระบบการติวอย่างมีเชาว์" (Intelligent Tutorial System ซึ่งเรียกสั้นๆว่า ITS)

ในราวปี ค.ศ. 1971 มหาวิทยาลัยบริกคัมยังและมหาวิทยาลัยเท็กซัส ได้คิดค้นพัฒนานำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้กับมินิคอมพิวเตอร์ โดยผสมคอมพิวเตอร์และโทรทัศน์เข้าด้วยกัน ผลิตออกมาเป็นรายวิชาทางคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โปรแกรมนี้มีชื่อว่า ทิกซิต (TICCIT) ซึ่งย่อมาจาก Time Shared Interactive Computer Controlled Information Television นับว่าเป็นโปรแกรมที่ประสบความสำเร็จพอสมควร ประเทศอื่นนอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่สนใจการทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็มี อังกฤษ ญี่ปุ่น และแคนนาดา เช่น ในอังกฤษ มหาวิทยาลัยที่สนใจก็มี ลีดส์ ควีนแมรี เซลซี และ เอดินเบิร์ก นับได้ว่าประสบความสำเร็จเช่นกัน โดยเฉพาะการนำไปใช้ในมหาวิทยาลัยเปิดต่างๆ เช่น ควีนส์ คอนคอร์เดีย อับเบอร์ดา และคัลการี คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศแถบยุโรปมักจะเป็นที่รู้จักในชื่อว่า ซีเอแอล (CAL) ซึ่งย่อมาจาก Computer Asisted Learning หรือ ซีบีไอ (CBI) ซึ่งย่อมาจาก Computer Based Instruction โดยทั่วไปแล้วนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAL หรือ CBI ก็มีความหมายเหมือนกันนั่นเอง

ในญี่ปุ่นนั้นได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันในระดับโรงเรียนมัธยม โดยนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยโอซากาและฮอคไกโด ได้ทำการวิจัยกันอย่างจริงจัง งานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังไม่พัฒนาไปเท่าที่ควร จนกระทั่งไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย การใช้แป้นพิมพ์และจอภาพติดต่อกับคอมพิวเตอร์เมนเฟรมไม่มีความคล่องตัวเท่ากับการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉะนั้นความคิดในเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียนมัธยมจึงดูว่ามีความเป็นไปได้มากขึ้น แนวความคิดในการหาเครื่องช่วยสอนนั้นเริ่มต้นด้วยนักจิตวิทยาชื่อ B.F. Skinner ซึ่งพบว่า บุตรสาวของตนเรียนวิชาบางวิชาไม่รู้เรื่อง เพราะอาจารย์สอนไม่เป็น เขาจึงคิดค้นหาวิธีการสอนใหม่ๆ โดยใช้อุปกรณ์แบบใหม่เข้ามาช่วย เครื่องมือของเขาเรียกว่า "เครื่องช่วยสอน" (Teaching Machine) และใช้วิธีการสอนแบบใหม่ที่เขาเรียกว่า "การสอนแบบโปรแกรม" (Programmed Instruction) บทเรียนที่ทำขึ้นเรียกว่า "Programmed Lesson" การใช้เครื่องช่วยสอนและการสอนแบบโปรแกรมนี้เอง เป็นจุดสนใจให้นักคอมพิวเตอร์ทั้งหลายได้นำแนวความคิดไปปรับปรุงและนำมาสร้างเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเวลาต่อมา

ลักษณะของบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสอนแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้คือ ความพยายามที่จะสอน โดยผู้สอนไม่มีบทบาทโดยตรง ซึ่งบทเรียนและวิธีการมีลักษณะสำคัญๆดังนี้

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้จนไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ (From The Known to The Unknown) จัดการสอนให้เนื้อหาเรียงตามลำดับ (Linear Sequence) หลายๆกรอบ โดยผู้เรียนจะเรียนไปทีละกรอบตามลำดับของความง่ายไปสู่ความยาก
2. เนื้อหาที่เพิ่มนั้น จะต้องเพิ่มทีละน้อยๆ ค่อนข้างง่าย และมีสาระใหม่ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง
3. แต่ละกรอบจะต้องแนะนำความรู้ใหม่เพียงอันเดียว การแนะนำความรู้หรือเนื้อหาอะไรใหม่ๆทีละมากๆ จะทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย
4. ในระหว่างการเรียนจะต้องให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนในการทำอะไรตามไปด้วย เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ฯลฯ ไม่ใช่คิดตามอย่างเดียวเพราะจะทำให้เบื่อ
5. การเรียนด้วยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนนั้น เรียนได้ด้วยความเร็วของตนเอง ในการทบทวนบทเรียน
6. การเรียนในลักษณะนี้เป็นการเรียนที่เน้นความถนัดของแต่ละคน (Individualized) ซึ่งแต่ละคนจะมีความถนัดแตกต่างกันแม้ในวิชาเดียวกันก็ตาม การเรียนบทเรียนในแต่ละบทก็จะใช้เวลาไม่เท่ากันอีกด้วย

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แบ่งวิธีการและประเภทงานของการสอนออกเป็นดังนี้

1. การฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัด

   วิธีนี้เป็นวิธีที่รู้จักกันตั้งแต่เริ่มแรก โดยมักจะเริ่มด้วยการเตรียมเนื้อหามาให้อ่าน แล้วแบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชำนาญ แต่แบบฝึกหัดมักจะเป็นบทเรียนสั้นๆ ที่นิยมกันมากก็คือ จับคู่ จะชี้ว่าถูกหรือผิด และเลือกคำตอบที่ถูกจากตัวเลือกที่มีอยู่3-5ตัวเลือก การสอนในลักษณะนี้จะต้องทำเป็นโปรแกรมบทเรียนคือ ค่อยๆเพิ่มเนื้อหาโดยเริ่มจากง่ายไปหายากการเตรียมคำถามจะต้องเตรียมไว้มากๆ ซึ่งผู้เรียนจะสุ่มเลือกขึ้นมาเองโดยไม่สามารถจำคำตอบ หรือ รู้คำตอบมาก่อนจากการทำในครั้งแรกๆ ซึ่งวิธีนี้แบบฝึกหัดที่ทำจะถูกเรียงข้อต่างกันผู้เรียนจะไม่สามารถจำได้ โปรแกรมที่ดีจะต้องทำให้ผู้สอนสามารถวิจัยได้ว่า ถ้าผู้เรียนตอบคำถามอย่างหนึ่งก็จะให้ผลอย่างหนึ่ง ถ้าตอบอีกอย่างหนึ่งก็จะให้ผลอีกอย่างหนึ่ง ผู้สอนน่าจะมีโอกาสแก้ไขปรับปรุงแบบฝึกหัดให้เข้ากับกลุ่มเรียนที่มีลักษณะพิเศษบางกลุ่มได้ด้วย การเก็บทะเบียนของผู้เรียนมีส่วนสำคัญมาก บางโปรแกรมอาจกำหนดให้ผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดให้ถูกต้องถึง80%จึงจะถือว่าสอบผ่าน

2. การเจรจา (Dialogue)

วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเช่นกัน ถึงแม้วิธีการทำจะค่อนข้างยุ่งยาก กล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้เรียนและผู้สอน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่เปลี่ยนจากเสียงมาเป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนโดยมีการตั้งปัญหาถาม เช่น บทเรียนวิชาเคมีอาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยวิธีใส่ชื่อสารเคมีเป็นคำตอบหรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษา

3. การจำลองสภาพ (Simulation)

วิธีการนี้เป็นการเสนอปรากฏการณ์จำลองมาจากของจริง เพราะบางทีการลงมือทำจริงๆเสี่ยงหรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีขับเครื่องจำลองควรจะลองในเครื่องจำลอง (ด้วยคอมพิวเตอร์) มากกว่า การสอนด้วยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความชำนาญอย่างแท้จริง ความสำเร็จจริงๆอยู่ที่ว่าสามารถจำลองสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด

การจำลองมี 3 ลักษณะคือ

1. การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ
2. การจำลองสภาพแบบการจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น การจำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ในนครหลวงดูว่าจะมีปัญหาอย่างไรหรือไม่ ก่อนที่จะมีการทำจริงบนถนน
3. การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience / Encounter) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดสอบทำงานบางอย่างหรือตัดสินใจบางเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำจริงๆอาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของคนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่าควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และจะรู้ว่ามีความรู้สึกเกี่ยวกับความคิดเห็นต่างๆอย่างไร

4. เกม (Game)

การเรียนจากการเล่นเกมเป็นเรื่องที่ยอมรับกันมานานแล้ว การเล่นเกมเป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนาน และหากเลือกเล่นให้เป็นแล้ว เกมจะช่วยในการเรียนรู้ได้อย่างมาก โรงเรียนบางแห่งอนุญาตให้นำเกมบางเกมมาเล่นที่โรงเรียนได้

เกมมีเป้าหมายที่แน่นอน ผู้เล่นต้องพยายามเล่นให้บรรลุเป้าหมายโดยต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่างๆประกอบด้วยตลอดเวลา ในหลายกรณีเกมจะคล้ายกับการจำลองสภาพที่กล่าวถึงมาแล้ว

เกมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การแข่งขัน จะมองแต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเอง
2. เกมการร่วมมือ มักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเป้าหมายของทุกคน คือ ช่วยกันให้รอดนั่นเอง

เกมมีประโยชน์ทั้งเพื่อความสนุกสนาน และเพื่อการศึกษา ถ้าเป็นการเล่นเพียงคนเดียวก็อาจจะเป็นการฝึกให้ใช้ตาและมือให้สัมพันธ์กัน ถ้าเป็นการแข่งขันก็เป็นการสอนให้รู้จักใช้ปฏิภาณหรือความสามารถเอาชนะคู่ต่อสู้ให้ได้ การเล่นเกมนี้อย่างน้อยก็มีประโยชน์คือ การสร้างความคุ้นเคยในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

เกมที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนได้แก่ เกมประเภทจับคู่ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการสอนศัพท์ เกมวิ่งแข่ง ซึ่งผู้เล่นจะต้องสุ่มเลือกเลขมา 3 ตัว แล้วทำการบวกลบให้ได้ไกลที่สุดเท่าที่จะไปได้โดยไม่ตกบันได หรือถอยหลังไปตั้งต้นใหม่ ซึ่งเป็นการสอนเลขคณิตนั่นเอง

5. การแก้ปัญหาต่างๆ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือน้ำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ

นอกจากนี้ในหลายสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดเลขในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูก การทำเช่นนี้ผู้สอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกต้อง หากยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำด้วย เช่น ถ้าเลือกข้อ ข แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค แปลว่า คำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง แปลว่าไม่เข้าใจเลย ดังนี้เป็นต้น

การแก้ปัญหาบางอันกว่าผู้เรียนจะตอบได้ ต้องใช้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่ซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงไร

6. การค้นพบของใหม่

ให้โอกาสผู้เรียนมีประสบการณ์ในด้านต่างๆ ผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์ของตัวเอง เป็นต้นว่าการคิดภาษาโลโก (LOGO) ซึ่งทำให้เด็กๆสามารถเข้าใจอะไรได้ง่าย เพราะภาษาโลโกเป็นภาษาอิงภาพ ขณะที่เด็กๆได้เรียนการใช้ภาษาต่างๆของภาษาโลโก แล้วลองใช้คำสั่งต่างๆจะทำให้มีภาพเกิดขึ้น เขาก็จะเรียนรู้ไปด้วย ตั้งแต่คำศัพท์และหลักการพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ และเรขาคณิต เช่น การทำมุมต่างๆ เป็นต้น

7. การทดสอบ

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องรวมการทดสอบไว้เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยการทำการทดสอบจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆ ต่อไปนี้

1. การสร้างข้อสอบ
2. การจัดการสอบ
3. การตรวจให้คะแนน
4. การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ
5. การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี

1. ใช้ตัวแปลภาษา เช่น ภาษาปาสคาล ภาษาซี เป็นต้น ข้อดีในการใช้ตัวแปลภาษา คือ สามารถพัฒนาขีดความสามารถของโปรแกรมได้ไม่จำกัด ขึ้นอยู่กับความคิดและความสามารถของผู้พัฒนา แต่มีข้อเสียในการพัฒนาโปรแกรมเป็นไปได้ช้า อีกทั้งผู้ที่จะพัฒนาโปรแกรมจะต้องมีความรู้ทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์และการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างดี จึงจะทำโปรแกรมออกมาน่าสนใจ
2. ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในปัจจุบันในการสร้างบทเรียนช่วยสอน ได้มีการใช้โปรแกรมสำเร็จซึ่งมีอยู่หลายโปรแกรม เช่น พีซีสตอรี่บอร์ด (PC Story Bord), โชว์พาร์ทเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Show Partner), Multimedia Toolbook, Macromedia Director และ Macromedia Authorware ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็มีลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกัน ทำให้ไม่ต้องยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและช่วยลดเวลาในการสร้างบทเรียน

มัลติมีเดียคืออะไร

มัลติมีเดีย คือ การนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาต่อพ่วงกับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลและแสดงผลได้ทั้งภาพเคลื่อนไหวและมีเสียงประกอบด้วย จุดที่ทำให้มีการนำเอาระบบมัลติมีเดียมาใช้นั้นก็คือ การมองเห็นประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำมาใช้ในงานด้านการฝึกอบรม (Training) และการเสนอผลงาน (Presentation) เพราะการนำเอาระบบมัลติมีเดียมาใช้งานทั้ง 2 ชนิดนี้ จะทำให้ได้รับประโยชน์จากคอมพิวเตอร์มากขึ้น และยังเป็นการเอาเสียงและภาพวีดีโอที่เป็นเครื่องมือที่ดีในการดึงดูดผู้ชมหรือผู้ฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพมาใช้ร่วมกัน

มัลติมีเดียช่วยการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำโปรแกรมมัลติมีเดียเข้าไปใช้ในการเรียนการสอนที่เห็นได้ชัดเจน ได้แก่

1. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนการสอน โปรแกรมมัลติมีเดียเป็นโปรแกรมที่อาจออกแบบให้มีทั้งภาพ เสียง และ ภาพเคลื่อนไหว ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการใช้งานมากกว่าโปรแกรมทั่วไป โดยเฉพาะเมื่อเป็นการใช้โปรแกรมในลักษณะที่ให้นักเรียนมีการศึกษาและค้นคว้าด้วยตนเอง การออกแบบโปรแกรมที่เป็นมัลติมีเดียจะทำให้เด็กไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน
2. ความสามารถในการจำลองสถานการณ์หรือการทำงาน โปรแกรมมัลติมีเดียทำให้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีการจำลองการทำงาน มีการเคลื่อนไหวเพื่อเลียนแบบการทำงานของอุปกรณ์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องราวที่เป็นเรื่องของนามธรรม โปรแกรมสามารถจำลองออกมาเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้
3. ใช้ในการฝึกการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ โปรแกรมที่เป็นมัลติมีเดีย อาจจะใช้สร้างเป็นโปรแกรมสำหรับการฝึกหัดใช้อุปกรณ์ต่างๆโดยคอมพิวเตอร์ มีการจำลองวิธีการใช้งานก่อนที่จะใช้งานกับอุปกรณ์จริง เพื่อลดความเสียหายจากการใช้อุปกรณ์โดยที่ยังไม่มีความชำนาญหรือในกรณีที่มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอสำหรับนักเรียน
4. การเรียนภาษา เนื่องจากโปรแกรมมัลติมีเดียสามารถที่จะบันทึกเสียงลงไป ดังนั้นจึงมีประโยชน์มากเมื่อใช้ในการสอนเกี่ยวกับภาษา สามารถทำให้นักเรียนสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านตามได้อย่างถูกต้องและโปรแกรมจะมีความเหมาะสมกว่าสื่อที่เป็นวีดีโอ เนื่องจากนักเรียนสามารถที่จะฟังในจุดที่ยังฟังไม่เข้าใจซ้ำๆกันได้ตามที่ต้องการ

ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การวิเคราะห์เนื้อหา

เป็นขั้นตอนพิจารณาว่าจะทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องใด มีขอบเขตเนื้อหาแค่ไหน เมื่อมีการพิจารณาได้แล้วควรมีการวิเคราะห์เนื้อหาของเรื่องและแบ่งออกเป็นส่วนๆเพื่อง่ายต่อการจัดทำ ซึ่งจะทำให้สามารถจัดทำโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องด้วยเพราะโปรแกรมที่ทำจะมีขนาดใหญ่

2. การออกแบบโปรแกรม

เมื่อได้เรื่องที่ต้องการแล้ว จะทำการแยกเนื้อหาเป็นส่วนๆ พร้อมกับกำหนดความสัมพันธ์ ก็ต้องมาพิจารณาว่าแต่ละส่วนจะต้องมีรูปแบบหน้าตาเป็นอย่างไร ประกอบด้วยรายละเอียดอะไรบ้าง

3. สร้างโฟลว์ชาร์ดควบคุมการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมมีลักษณะคล้ายกับการออกแบบสไลด์ ต่างกันที่ว่าสไลด์แต่ละแผ่นนั้นมีความสัมพันธ์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจมีการกระโดดไปมาระหว่างสไลด์แต่ละแผ่นได้ขึ้นกับผลการใช้งานของผู้ใช้ในการที่จะควบคุมการทำงานของโปรแกรมให้เป็นไปตามความต้องการ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นนี้จะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จะใช้ในแต่ละส่วนของโปรแกรม ซึ่งรวมไปถึงภาพต่างๆ หรือการจัดทำภาพเคลื่อนไหว

5. การจัดทำโปรแกรม

ขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลต่างๆ ที่เก็บรวบรวมมาจากข้อ 4 เข้ามาเรียงให้เป็นเรื่องราวตามที่ต้องการ และการเขียนโปรแกรม

6. การทดสอบโปรแกรม

หลังจากที่สร้างโปรแกรมเสร็จ ขั้นตอนนี้ก็เป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง เพราะโปรแกรมที่สร้างเสร็จบางทียังอาจมีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง ซึ่งจะต้องมีการแก้ไขให้ถูกต้อง

7. การจัดทำคู่มือในการใช้โปรแกรม

ก่อนที่จะมีการนำโปรแกรมไปใช้ ต้องมีการจัดทำคู่มือการใช้งานสำหรับผู้ใช้ เพื่อความสะดวกของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ทำให้การเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น ไม่น่าเบื่อ เพราะจะมีการโต้ตอบกันอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งยังมีทั้งภาพและเสียง
2. สามารถเรียนรู้บทเรียนจากโปรแกรมได้โดยไม่จำกัดเวลา อีกทั้งยังสามารถเรียนรู้บทเรียนซ้ำไปซ้ำมาได้หลายๆครั้งจนกว่าจะเข้าใจ หรือจะข้ามบทเรียนที่เข้าใจแล้วไปก็ได้
3. ช่วยลดค่าใช้จ่ายและช่วยประหยัดเวลา เพราะเพียงทำโปรแกรมออกมาเพียงชุดเดียวก็สามารถนำเอาไปแจกจ่ายให้ผู้ที่สนใจได้อีก
4. ช่วยให้เข้าใจในบทเรียนได้ง่ายขึ้น เพราะในการนำเสนอนั้นจะมีภาพซึ่งจะทำให้เข้าใจบทเรียนนั้นได้ง่าย

ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

1. ใช้งานง่าย โดยผู้ใช้มีพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์เพียงเล็กน้อย หรืออาจจะไม่มีพื้นฐานเลยก็ได้
2. เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้ใช้ เช่น ความสวยงาม ความแปลกใหม่ ความเร็วในการใช้งาน สามารถจำลองสถานการณ์หรือการทำงาน ทำให้ผู้ใช้มีความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น
3. ใช้งานคล่อง เช่น ในการเลือกเมนูต่างๆ สามารถมองเห็นได้ง่าย
4. มีข้อผิดพลาดในการใช้งานให้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอน

ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูล
2. ศึกษาการใช้ Macromedia Authorware version 4.0 เพื่อใช้พัฒนาโปรแกรม
3. ศึกษาการใช้ Software ทางด้าน Multimedia เพื่อช่วยในการพัฒนาโปรแกรม
4. สร้างโปรแกรมเพื่อช่วยในการสอนโครงสร้างข้อมูล
5. ทดสอบการใช้งานโปรแกรม และทำการแก้ไขส่วนที่บกพร่อง
6. จัดเตรียมคู่มือการใช้โปรแกรม

คุณลักษณะของโปรแกรมที่จะออกแบบและพัฒนา

1. สามารถแสดงรูปภาพที่มีสีสันสวยงาม มีทั้งรูปภาพนิ่ง และรูปภาพที่เคลื่อนไหวได้ และคำบรรยายประกอบรูปที่เป็นทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้
2. สามารถแสดงเสียงได้
3. บทเรียนที่จะแสดงจะจัดออกเป็นหัวข้อ แต่ละหัวข้อจะเสนอบทเรียนเรื่องหนึ่งๆ
4. เนื้อหาบทเรียนแต่ละหัวข้อบางเรื่องอาจมีการต่อเนื่องกัน หรือเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทอื่นๆ
5. ง่ายและสะดวกต่อการใช้
6. ง่ายต่อการเข้าใจตัวโปรแกรม สำหรับผู้สนใจที่จะนำไปศึกษาและพัฒนาต่อไป

การพัฒนาโปรแกรมช่วยสอน

1. ศึกษาหลักการทำงานของโปรแกรมช่วยสอนที่เคยมีการพัฒนามาก่อนจากแหล่งต่างๆ
2. นำข้อดีของโปรแกรมที่ศึกษาได้ มาประยุกต์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมช่วยสอนโครงสร้างข้อมูล
3. กำหนดเนื้อหาและเรียบเรียงให้รัดกุมเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้โปรแกรม
4. เลือกระบบคอมพิวเตอร์ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน
5. กำหนดรูปแบบและการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้สร้างรูปภาพเพื่อเพิ่มความน่าสนใจของโปรแกรม
7. ออกแบบและวางรูปแบบให้เหมาะสม
8. สร้างโปรแกรมตามขอบเขตที่วางไว้
9. ทดลองใช้โปรแกรมเพื่อหาข้อบกพร่อง
10. แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมนั้นสมบูรณ์ที่สุด

การกำหนดเนื้อหา

เนื้อหาทั้งหมดได้อ้างอิงจากหนังสือโครงสร้างข้อมูล โดยมีการจัดเนื้อหาให้เหมาะสมแก่การศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. บทนำ
2. อาร์เรย์
3. พอยน์เตอร์
4. ลิงค์ลิสต์
5. สแตก
6. คิว
7. การเรียงลำดับ

โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนนี้

1. Macromedia Authorware version 4.0.3 for windows

   เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับนำมาประพันธ์เรื่องราว และใช้สร้างสรรค์งานมัลติมีเดีย โดยจะเป็นการนำไอคอนที่คุณสมบัติเฉพาะในด้านต่างๆ มาจัดเรียงตามขั้นตอนที่ต้องการในแนวทางของการเขียน Flow Chart

2. Adobe Photoshop version 5.0 for windows

   เป็นโปรแกรมจัดการด้านภาพ ซึ่งเป็นโปรแกรมทางด้าน Graphics ที่มีความสามารถสูง โปรแกรม Photoshop แต่ก่อนนั้นอาจเป็นเพียงแค่ความต้องการด้านความสามารถในการปรับปรุงภาพ เพื่อนำมาเสนอลงบนแผ่นกระดาษ หรือนำเสนอลงบนแผ่นฟิล์ม ซึ่งโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ได้ใช้ความสามารถของ Photoshop ในการสร้างภาพ Graphics ทั้งหมดรวมถึง Background ที่ปรากฏอยู่ภายในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
    1.1 Pentium 133
    1.2 Ram 48 MB
    1.3 Harddisk 1.2 GB
    1.4 ระบบปฏิบัติการ Windows 95 Thai Edition
    1.5 Mouse เพื่อใช้ในการคลิกส์ปุ่ม
    1.6 จอภาพ Super VGA ตั้งความละเอียดไว้ที่ 800*600 pixel
    1.7 CD-ROM 4X ขึ้นไป
    1.8 Sound Card (16 bit หรือ 32 bit)
    1.9 Speaker
2. อุปกรณ์ทางด้านมัลติมีเดีย
    2.1 Sound Card เพื่อใช้ในการใส่เสียงให้กับโปรแกรม
    2.2 เครื่องอ่านเขียน CD-ROM เพื่อใช้ในการบันทึกโปรแกรม
    2.3 Scanner เพื่อใช้ในการนำรูปที่ต้องการมาใช้ภายในโปรแกรม
    2.4 Speaker เพื่อใช้ในการพัฒนาเสียงของโปรแกรม
3. โปรแกรมทางด้านมัลติมีเดียและทางด้านGraphicsต่างๆ
4. แผ่น Diskettes 3.5 นิ้ว และแผ่น CD-ROM เพื่อใช้ในการจัดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 4

วิธีระบบสำหรับการสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การสร้างงานใด ๆ ก็ตาม หากนำวิธีระบบเข้าไปใช้จะช่วยให้งานนั้นดำเนินไปอย่างมีระบบระเบียบเป็นขั้นตอน สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบแต่ละขั้นแต่ละตอนได้ และสามารถปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนได้โดยไม่ต้องไปรื้อโครงสร้างทั้งหมด ด้วยเหตุนี้การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงควรยึดวิธีระบบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกเนื้อหาและกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป

โครงงานปัญหาพิเศษนี้ คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูล ดังนั้นเนื้อหาก็คือเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลและจุดมุ่งหมายทั่วไปก็คือ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถที่จะใช้เพื่อเป็นพื้นฐานของวิชาต่างๆ เช่น วิชาฐานข้อมูล ได้

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ผู้เรียน

ผู้เรียนที่จะเรียนบทเรียนนี้ คือ ผู้ที่สนใจและต้องการที่จะเข้าใจวิชาโครงสร้างข้อมูล ซึ่งบางคนอาจจะมีความรู้เดิมอยู่แล้วก็สามารถที่จะเลือกบทเรียนที่สนใจเป็นพิเศษ หรือ เลือกเรียนบทเรียนที่ตัวเองยังไม่รู้ได้ แต่ถ้าใครที่ยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลเลยก็สามารถที่จะเรียนบทเรียนต่างๆตามลำดับไป ตั้งแต่ต้นจนถึงบทสุดท้าย

ขั้นที่ 3 กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการสร้างบทเรียน ซึ่งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมคือความตั้งใจซึ่งได้แสดงออกมาในรูปของความมุ่งหวังที่จะให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียน หลังจากได้เรียนบทเรียนนั้นๆแล้ว

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ผู้เขียนโปรแกรมช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูล ตั้งขึ้น คือ

1. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถรวบรวมหรือเรียบเรียงความรู้ได้อย่างถูกต้อง
2. การประยุกต์ หมายถึง นำหลักการหรือความรู้ทางด้าน โครงสร้างข้อมูล มาใช้ในทางปฏิบัติได้
3. การวิเคราะห์ เป็นการแยกแยะให้เห็นส่วนประกอบของความรู้หรือหลักการ
4. การสังเคราะห์ เป็นการนำความคิดหรือหลักการต่างๆที่เกี่ยวกับวิชาโครงสร้างข้อมูลมาสร้างซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33862

<u>ขั้นที่ 4</u> วิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นหน่วยย่อย

เราจะแยกเนื้อหาที่เกี่ยวกับวิชาโครงสร้างข้อมูล ออกเป็น 6 บทด้วยกัน ดังนี้

1. บทนำ
2. อาร์เรย์
3. พอยน์เตอร์
4. ลิงค์ลิสต์
5. สแตก
6. คิว
7. การเรียงลำดับข้อมูล

<u>ขั้นที่ 5</u> ออกแบบบทเรียนโปรแกรม

ในบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูล จะประกอบด้วย

1. คำแนะนำหรือชี้แนะผู้เรียน (Help) คือ จะชี้แนะว่าผู้เรียนจะต้องทำอะไรบ้างในบทเรียนนี้ จะต้องโต้ตอบอย่างไร คล้ายๆกับเป็นการแนะนำวิธีการเรียนนั่นเอง
2. ไอคอนแสดงบทเรียนแต่ละบท คือ จะคล้ายกับเมนูเพื่อที่จะให้ผู้เรียนเลือกว่าจะเรียนบทใด โดยจะเลือกบทเรียนใดก็ให้ใช้เมาส์คลิกส์ที่บทเรียนนั้น
3. หน้าจอแสดงองค์ประกอบของแต่ละบทเรียนซึ่งแต่ละบทเรียนจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบย่อย 3 ส่วน คือ 1. เนื้อหา 2. ตัวอย่าง 3. แบบฝึกหัด
    1.) เนื้อหา คือ ตัวเนื้อหาในแต่ละบท ซึ่งจะทำเนื้อหาให้น่าสนใจและครอบคลุมอธิบาย ขยายความในสิ่งที่ควรอธิบาย ตัดตอนบางส่วนที่ไม่สำคัญให้กระชับขึ้น โดยเมื่อเราศึกษาเนื้อหาจบเราอาจจะศึกษาเนื้อหาบทต่อไป หรือว่าอยากดูตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่เรากำลังเรียนอยู่ก็ได้ แล้วแต่ผู้เรียนจะเลือก
    2.) ตัวอย่าง จะเป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในแต่ละบทได้ดีขึ้น โดยจะอธิบายตัวอย่างเพื่อที่จะเข้าใจได้ดีขึ้น และทำให้ผู้เรียนสามารถรู้ว่าตัวอย่างที่กำลังศึกษาอยู่นำไปใช้ประโยชน์อะไรและยังทำให้เข้าใจการทำงานอีกด้วย
    3.) แบบฝึกหัด จะเป็นสิ่งที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าเรียนรู้ในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยแบบฝึกหัดแต่ละข้อนั้นจะให้ข้อมูลย้อนกลับทันที คือ ถ้าตอบคำถามถูกก็จะทำปฏิกิริยาโต้ตอบกลับไปว่าตอบถูก แล้วยังสามารถให้เลือกว่าจะทำแบบฝึกหัดข้อต่อไปหรือเปล่า หรือว่าจะออกจากการทำแบบฝึกหัดเพื่อที่จะไปอ่านเนื้อหาบทต่อไป แต่ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบผิดก็อาจจะแสดงความเสียใจ แล้วอาจจะให้ตอบคำถามข้อเดิมจนกว่าจะถูกก็ได้

ขั้นที่ 6 สร้างบทเรียนโปรแกรมตามแบบ

เมื่อได้รูปแบบของบทเรียนมาแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ ลงมือสร้างตามแบบรูปแบบนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลและวิจารณ์

5.1 การควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ในการทำงานของโปรแกรมจะมีปุ่มที่ช่วยเหลือในการใช้งาน ดังนี้

รูปที่ 5-1 ปุ่ม เข้าสู่บทเรียน

เข้าสู่บทเรียน เป็นปุ่มที่เมื่อคลิกแล้วจะเข้าสู่สารบัญของบทต่างๆ

รูปที่ 5-2 ปุ่ม แบบทดสอบ

แบบทดสอบ เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะเข้าไปทำแบบทดสอบ

รูปที่ 5-3 ปุ่ม Help

Help เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะบอกรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5-4 ปุ่ม ออกจากโปรแกรม

ออกจากโปรแกรม เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะออกจากโปรแกรมหรือเลิกการทำงาน

รูปที่ 5-5 ปุ่ม Main Menu

Main Menu เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะกลับเข้าสู่สารบัญหลัก

รูปที่ 5-6 ปุ่ม First

First เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะกลับไปที่หน้าแรกของบทเรียน

รูปที่ 5-7 ปุ่ม Back

Back เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะกลับไปยังหน้าก่อนหน้าปัจจุบันหนึ่งหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5-8 ปุ่ม Next
Next เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะไปยังหน้าถัดไป

รูปที่ 5-9 ปุ่ม ออกจากบทเรียน
ออกจากบทเรียน เป็นปุ่มเมื่อคลิกแล้วจะออกจากบทเรียนนั้นๆและกลับไปยังเมนูเลือกบทเรียน

อนึ่ง ปุ่มหรือข้อความจะสามารถทำงานได้ ก็ต่อเมื่อทำการเลื่อน mouse ไปวางทับไว้เหนือปุ่มที่ต้องการใช้งาน ซึ่ง cursor ของ mouse จะเปลี่ยนเป็นรูปมือ ปุ่มต่างๆที่สามารถใช้งานได้นั้น จะเกิดการตอบโต้กับผู้ใช้ โดยการเปลี่ยนสีหรือเปลี่ยนขนาด ฯลฯ และในทางตรงกับข้ามปุ่มที่ไม่สามารถใช้งานได้นั้น เมื่อเลื่อน mouse ไปวางไว้บนปุ่มแล้วจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง cursor ของ mouse คือ จะไม่มีการเปลี่ยนเป็นรูปนิ้วมือชี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การแสดงผลของโปรแกรม

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมหลังจากขึ้น Title (รูป 5-10)เสร็จแล้ว จะปรากฏหน้าต่างของการทำงานเหมือนในรูปที่ 5-11 ซึ่งแสดงหน้าสารบัญหลัก เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกว่า

1. จะเข้าไปสู่บทเรียน
2. จะทำแบบทดสอบ
3. ดูรายละเอียดการใช้โปรแกรม (Help)
4. ออกจากโปรแกรม

ถ้าเลือกเข้าสู่บทเรียนก็จะปรากฏหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-12 โดยจะมีปุ่มเพื่อเข้าไปยังบทต่างๆ โดยจะมีบทต่างๆ 6 บทดังนี้

- Introduction โดยจะมีหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-13
- Array โดยจะมีหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-14
- Pointer โดยจะมีหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-15
- Linklist โดยมีหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-16
- Stack โดยจะมีหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-17
- Queue โดยจะมีหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-18
- Sort โดยจะมีหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-19

โดยในหน้าต่างการทำงานของแต่ละบทจะมีปุ่ม Back, Next, First, ออกจากบทเรียน ใช้ควบคุมการทำงานอยู่ ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนบทเรียนไปทันทีโดยไม่ต้องรอให้จบบทเรียนนั้นก่อน โดยการคลิกปุ่มบทเรียนต่างๆที่อยู่ด้านซ้ายมือ

ถ้าเลือกทำแบบทดสอบก็จะปรากฏหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-20 โดยแบบทดสอบจะมีลักษณะเป็นตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดยมีโอกาสเลือกคำตอบได้เพียงหนึ่งคำตอบเท่านั้น โดยเมื่อทำแต่ละข้อแล้วจะให้ดูเฉลยในข้อนั้นเลย

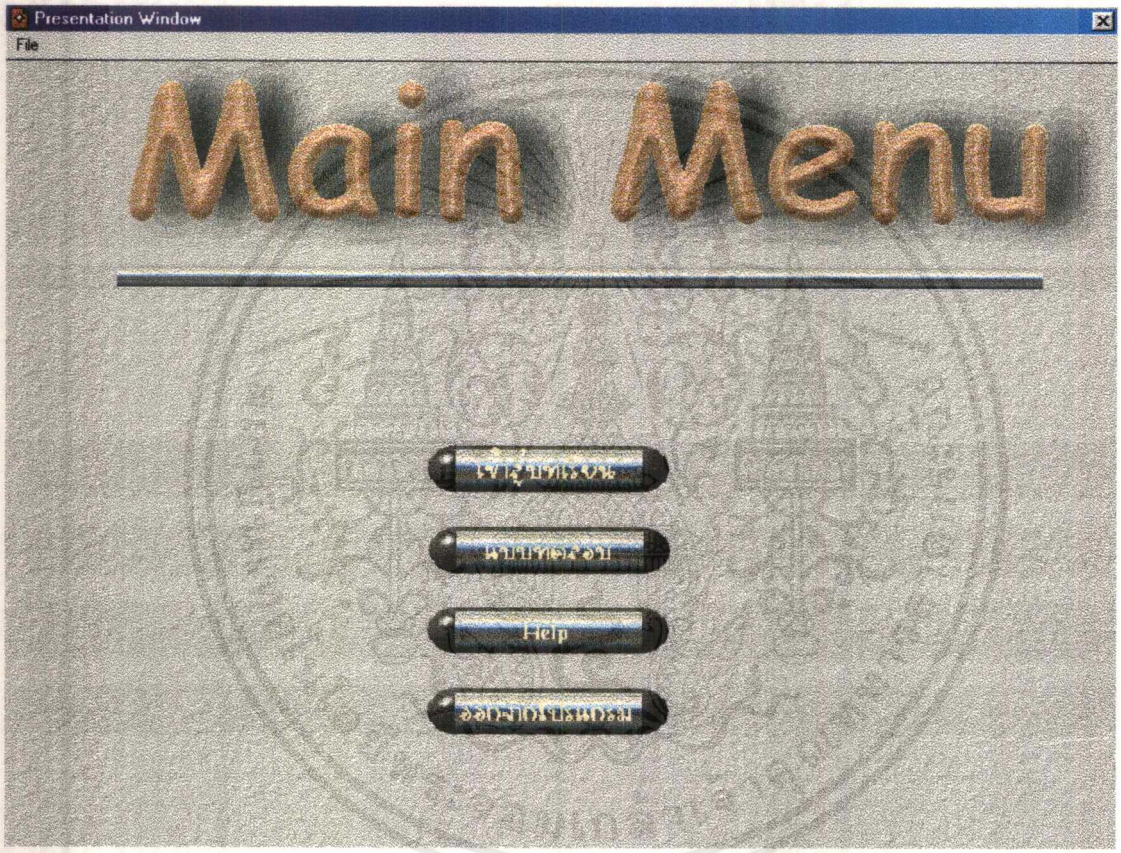
ถ้าเลือกดูรายละเอียดการใช้โปรแกรม (Help) ก็จะปรากฏหน้าต่างการทำงานดังรูป 5-21 ซึ่งจะบอกรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม

ถ้าเลือกออกจากโปรแกรมก็จะออกจากโปรแกรมหรือเลิกการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

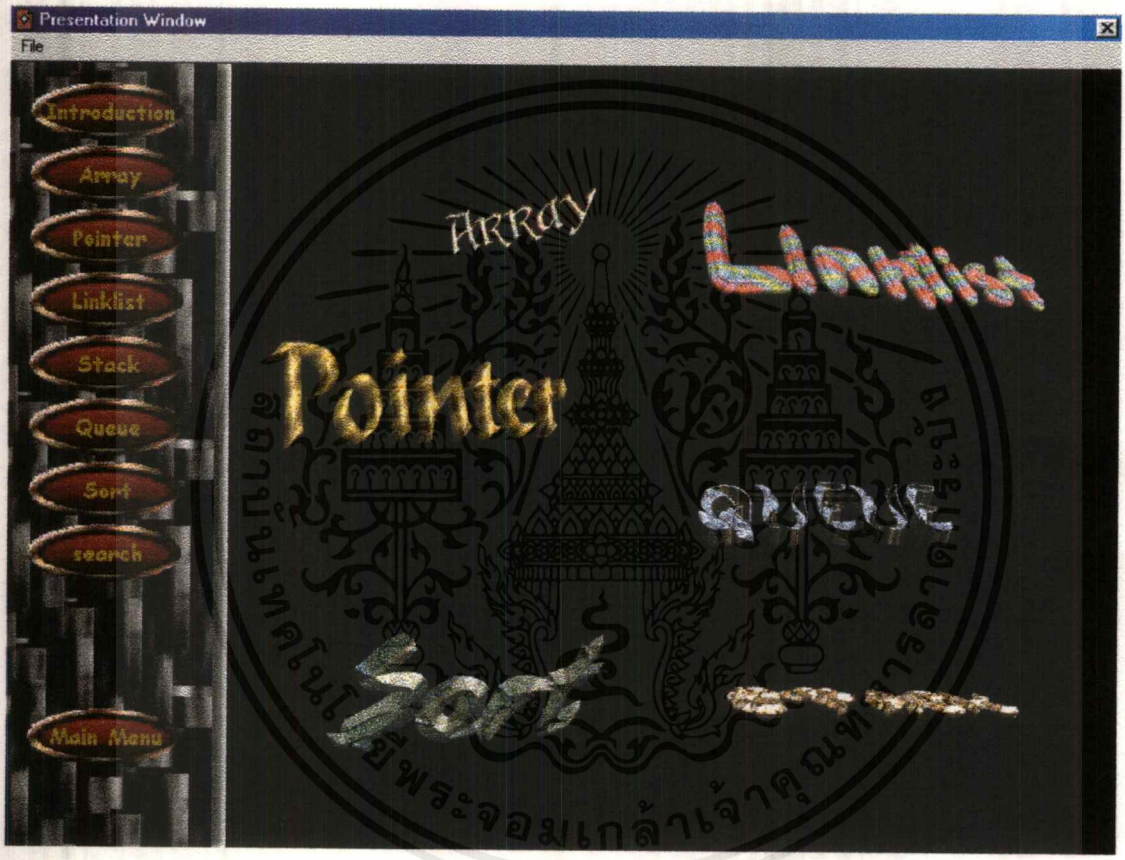
รูปที่ 5-10 Title

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



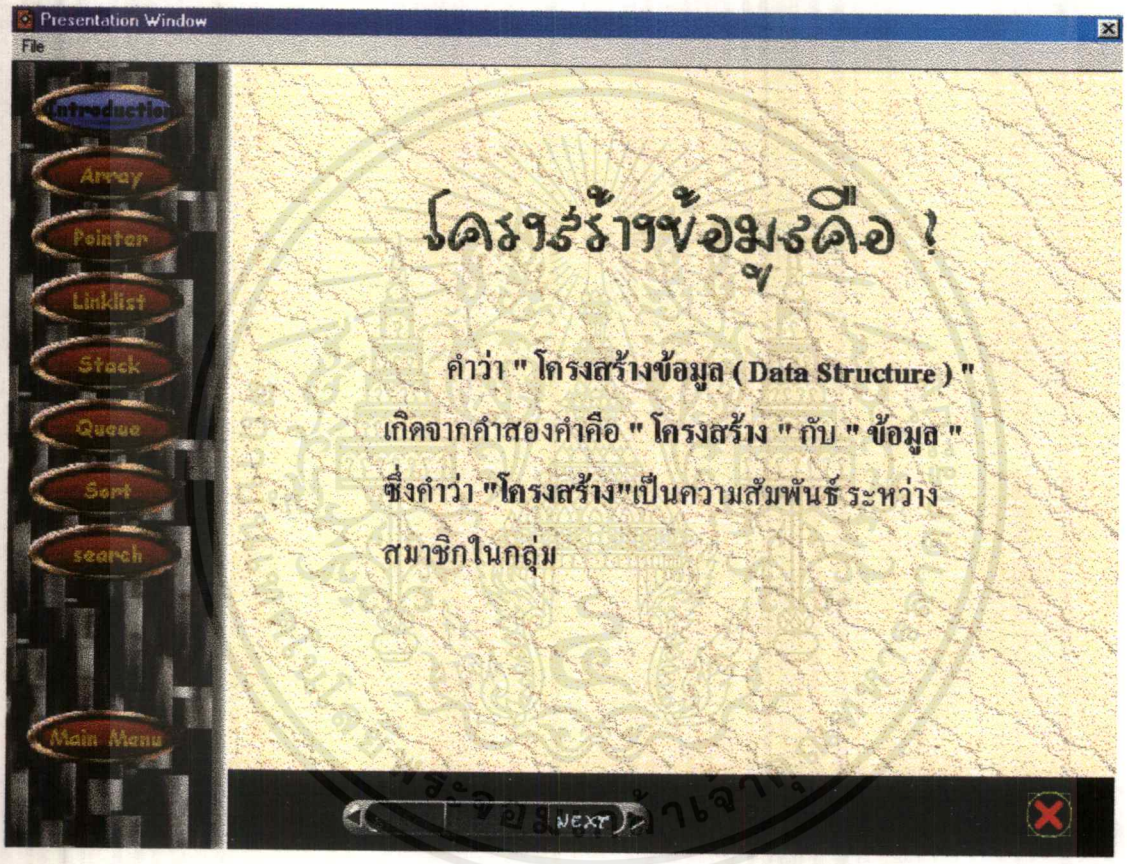
รูปที่ 5-11 แสดงสารบัญหลัก (Main Menu)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



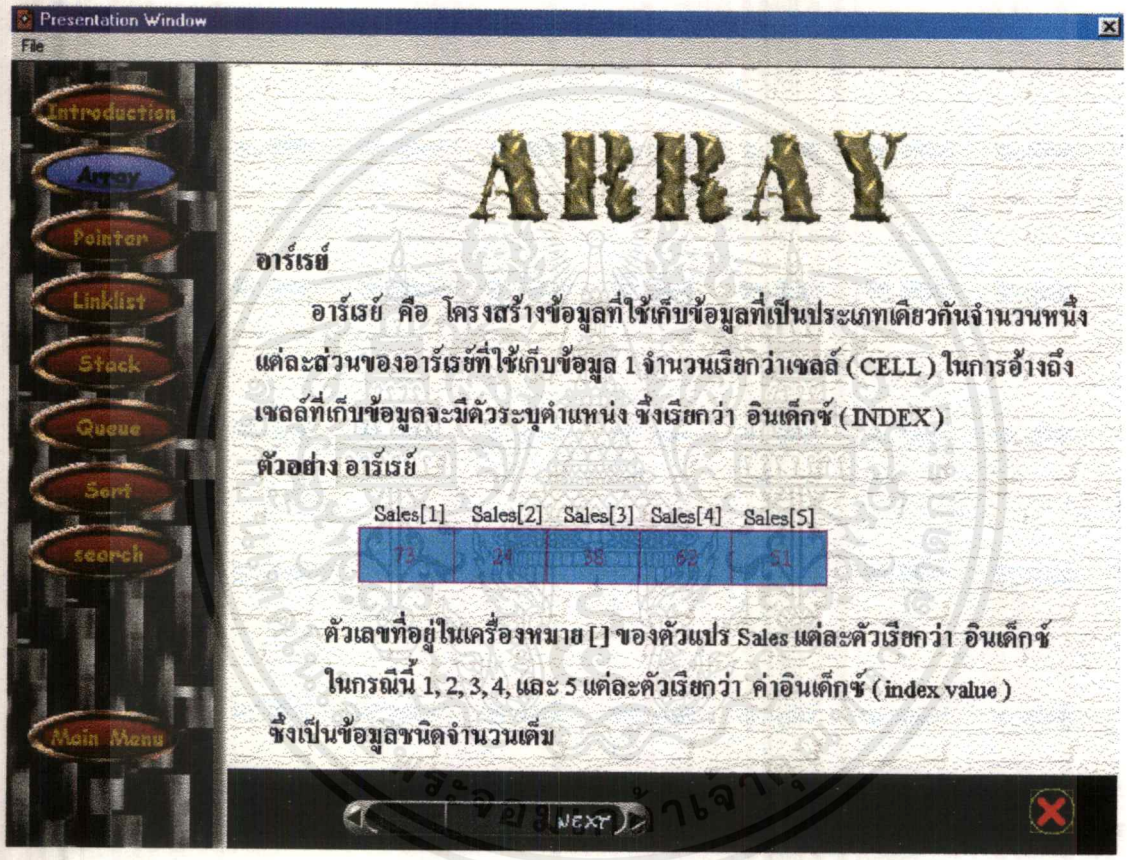
รูปที่ 5-12 แสดงสารบัญเลือกบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



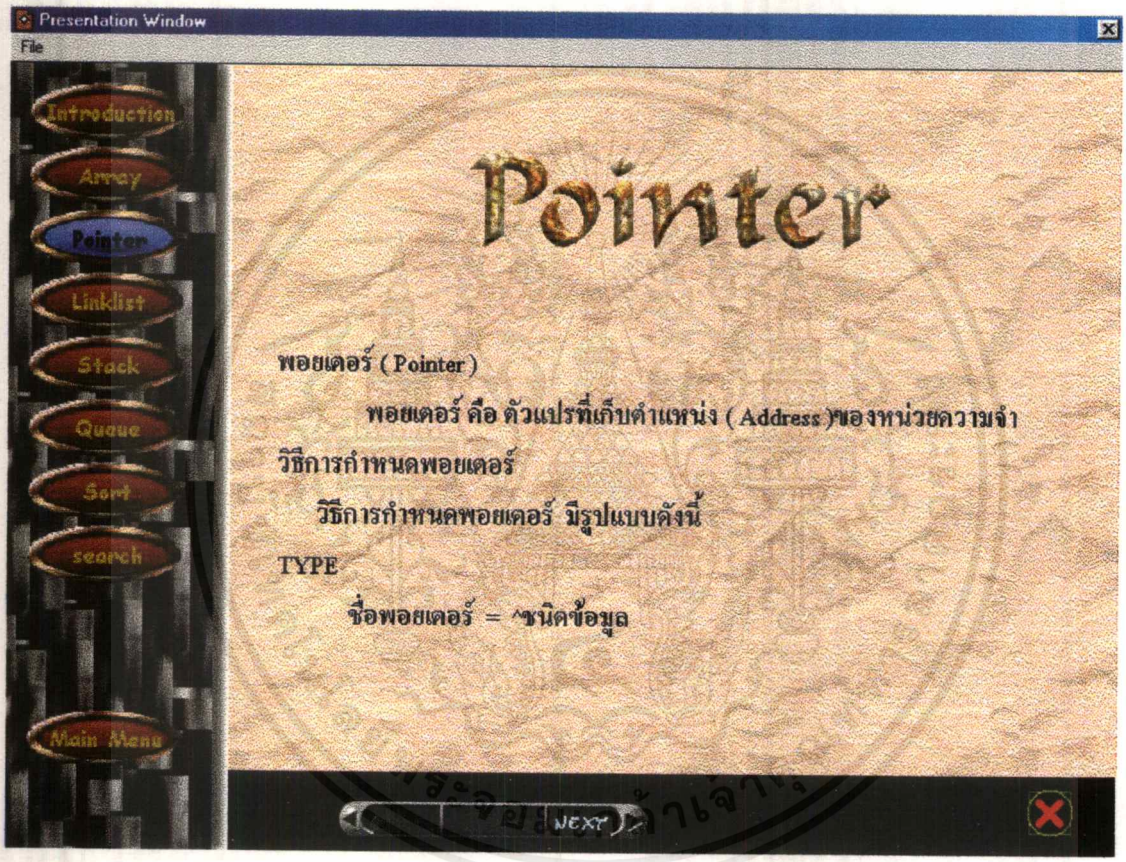
รูปที่ 5-13 แสดงเนื้อหาของบท Introduction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



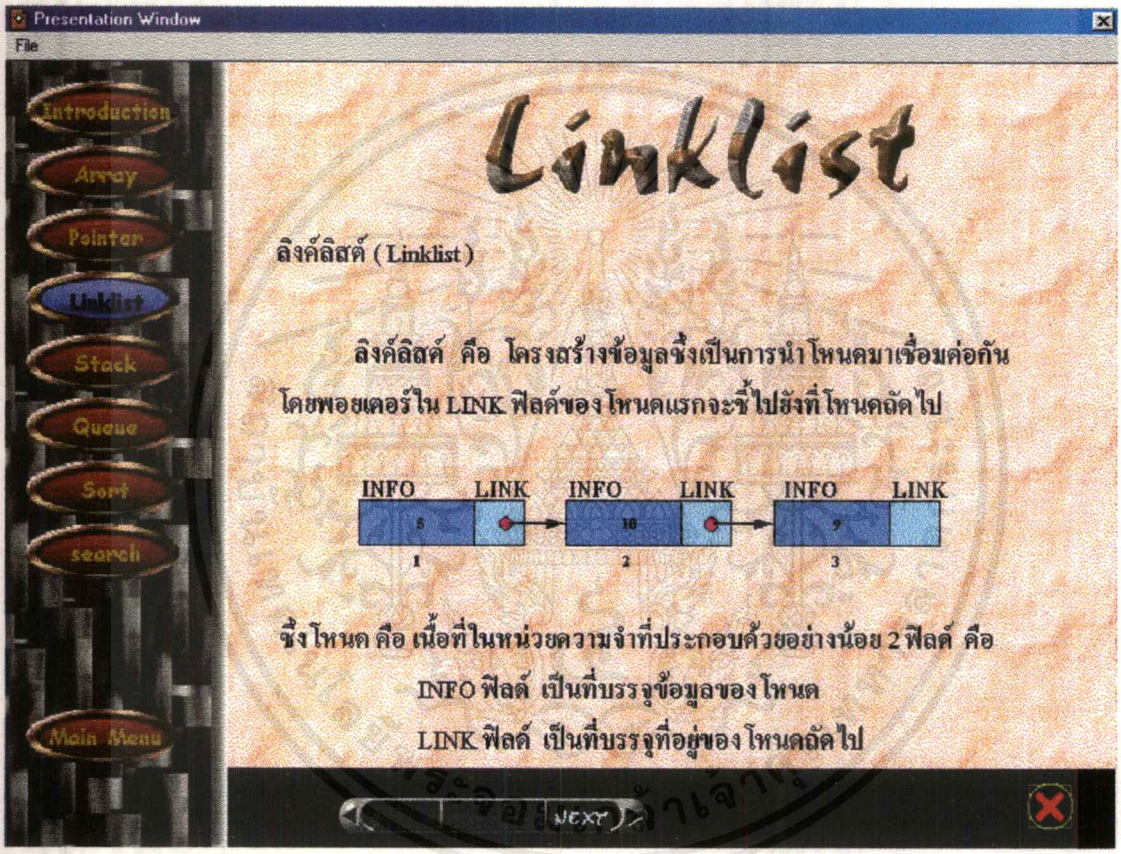
รูปที่ 5-14 แสดงเนื้อหาของบท Array

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-15 แสดงเนื้อหาของบท Pointer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

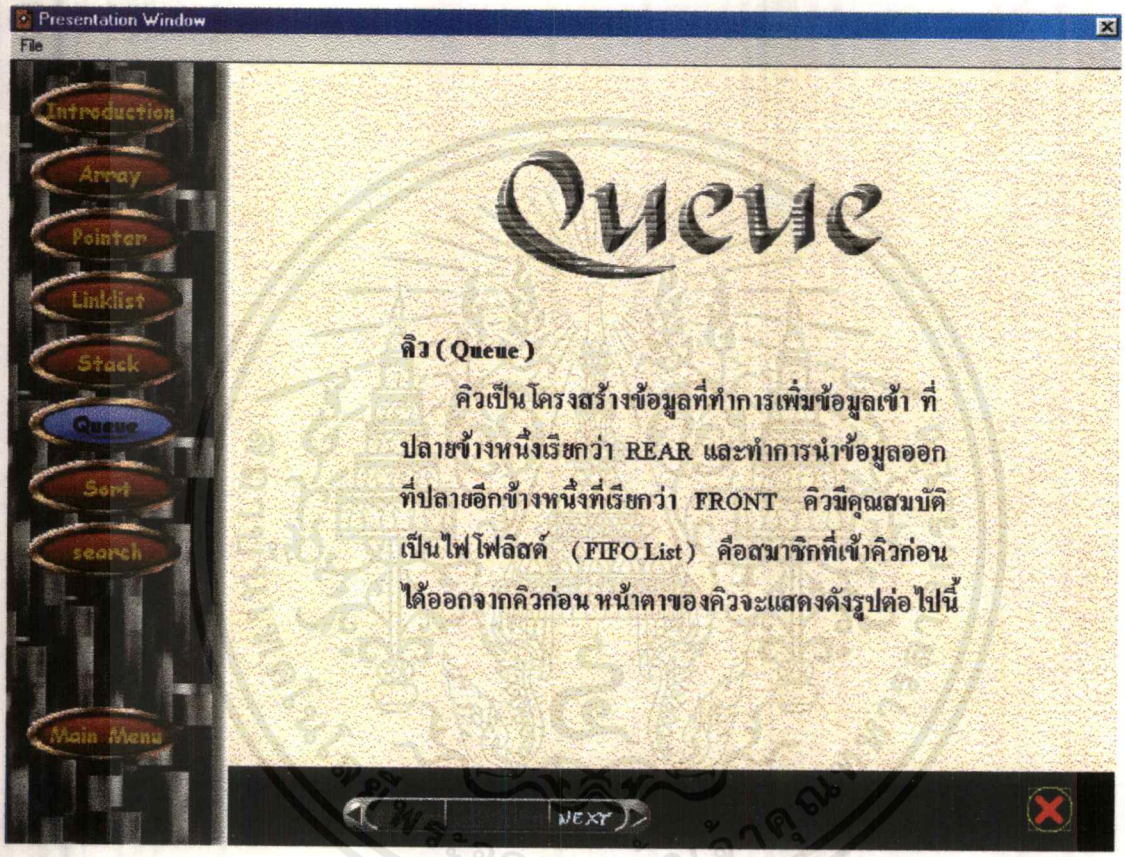


รูปที่ 5-16 แสดงเนื้อหาของบท Linklist

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

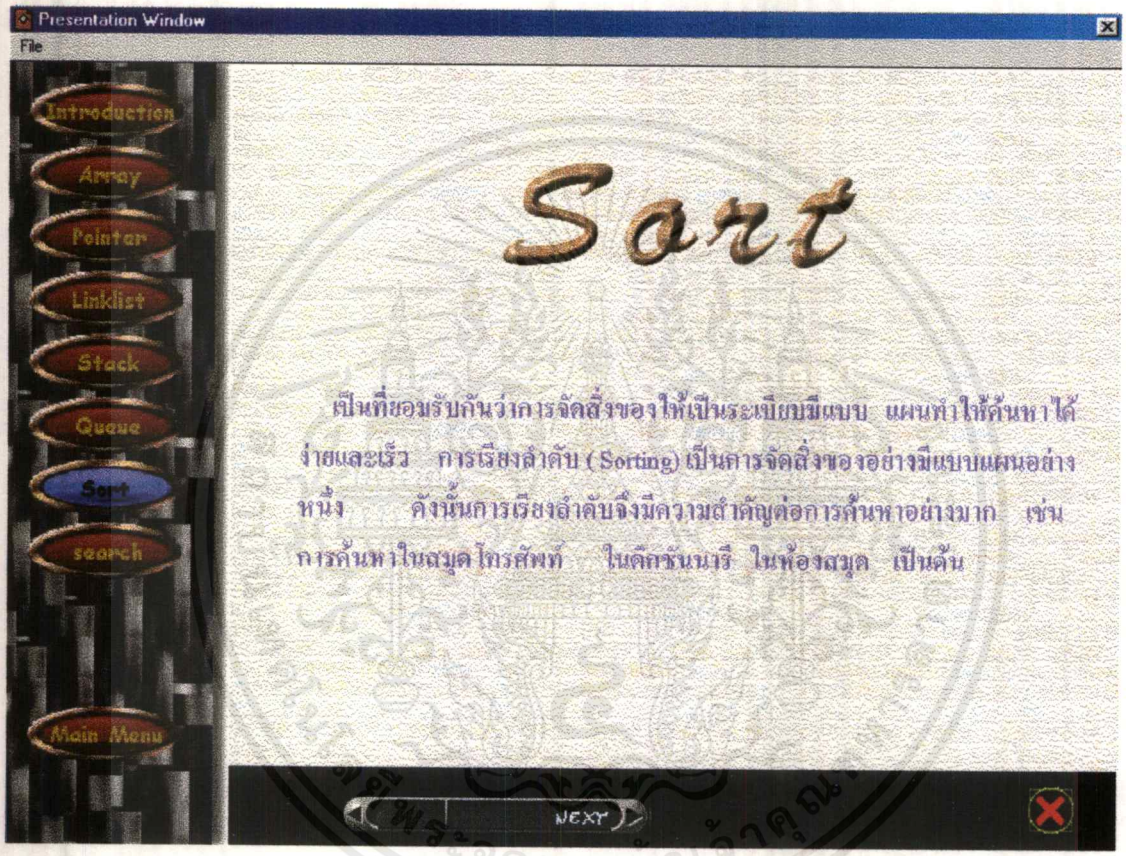
รูปที่ 5-17 แสดงเนื้อหาของบท Stack

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



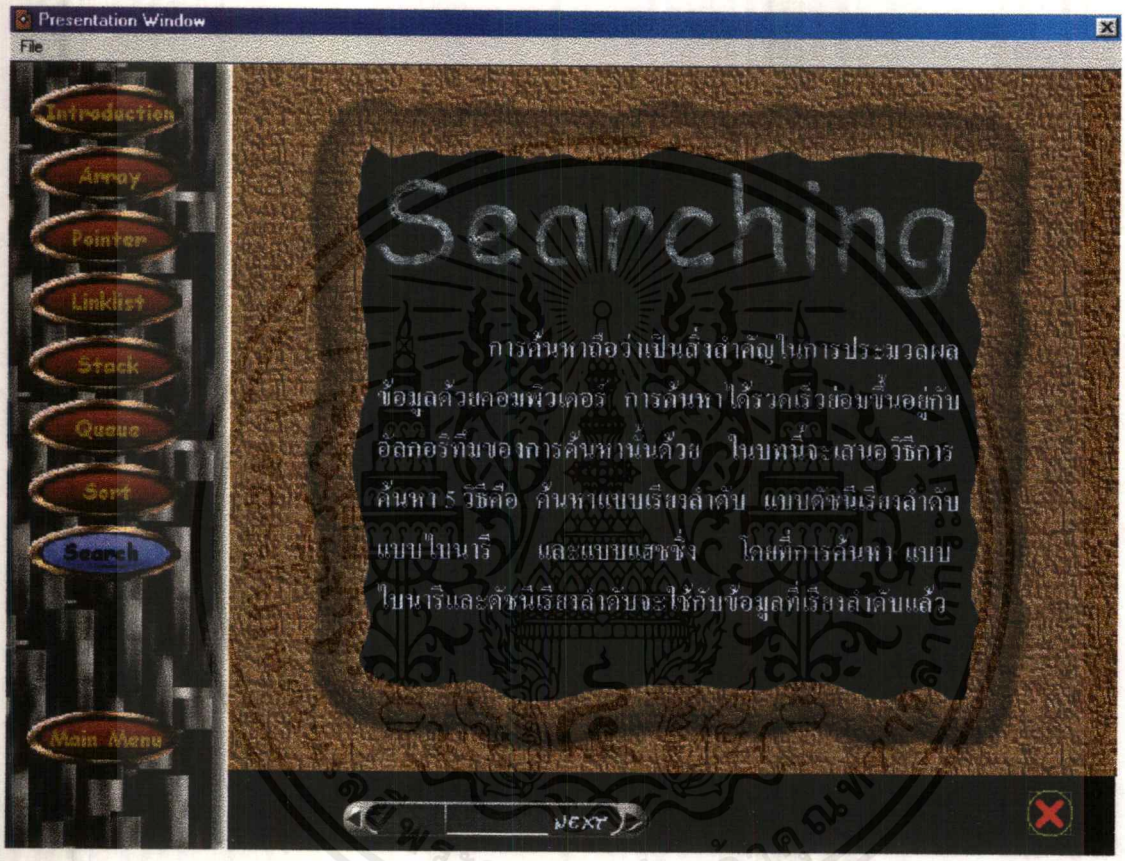
รูปที่ 5-18 แสดงเนื้อหาของบท Queue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



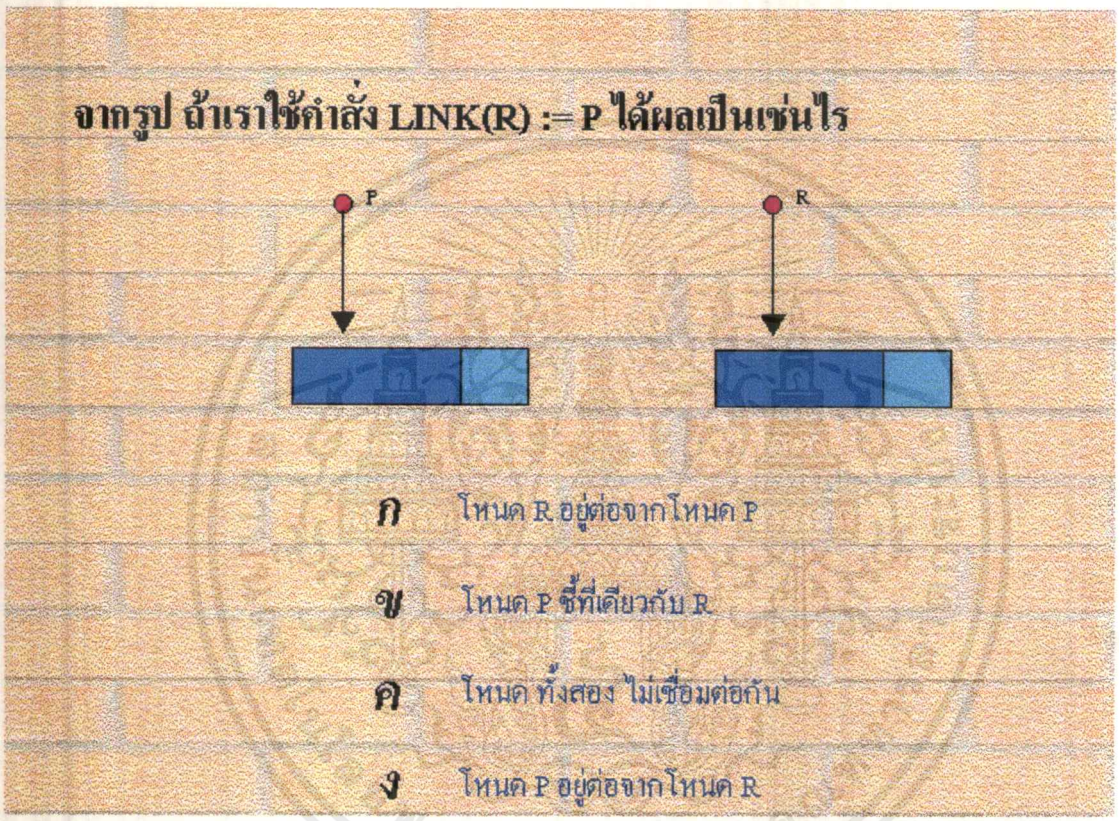
รูปที่ 5-19 แสดงเนื้อหาของบท Sort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



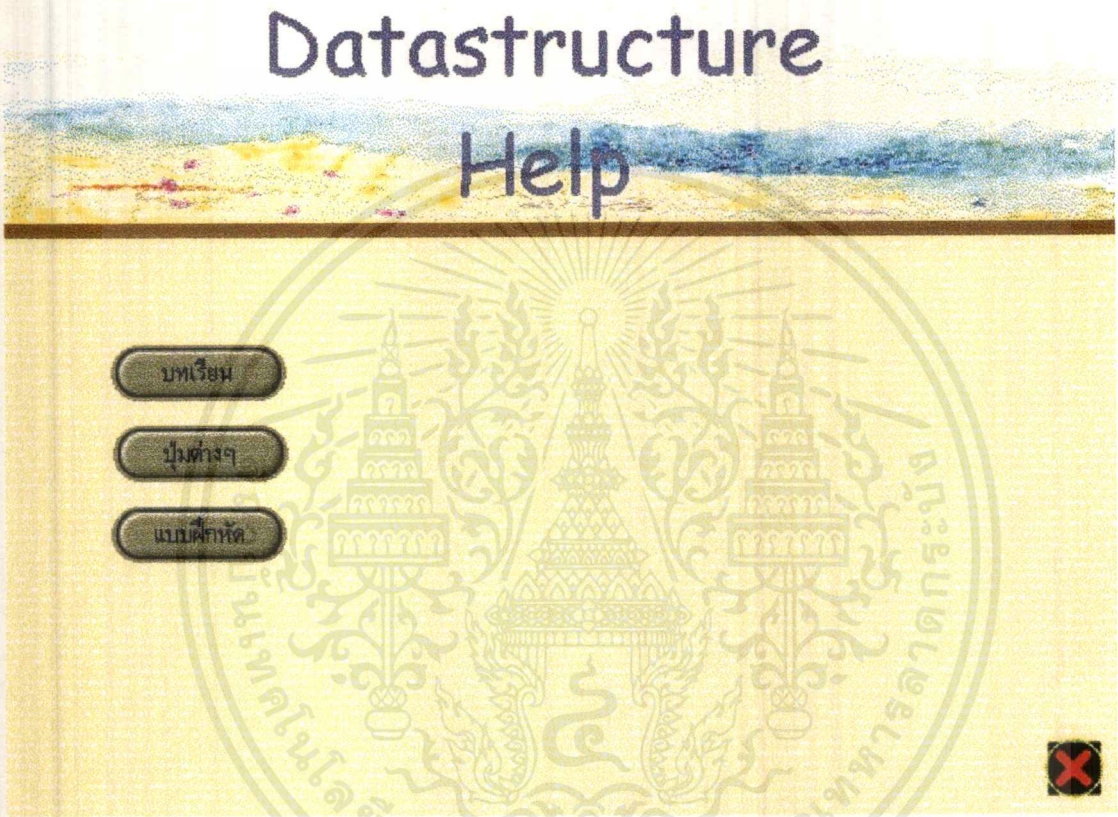
รูปที่ 5-20 แสดงเนื้อหาของบท Serch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-21 แสดงแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-22 แสดงรายละเอียดการใช้โปรแกรม (Help)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

โปรแกรมช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลได้พัฒนาขึ้น โดยการใช้โปรแกรม Macromedia Authorware โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นสื่อในการศึกษาวิชาโครงสร้างข้อมูล ภายในโปรแกรมได้ทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บท ได้แก่ บทนำ, อาร์เรย์, พอยน์เตอร์, ลิงค์ลิสต์, สแตก, คิว และการเรียงลำดับ

เนื้อหาภายในโปรแกรมมีการจัดเรียงหัวข้อตามหนังสือวิชาโครงสร้างข้อมูลทั่วๆไป และได้มีการเพิ่มเติมและตกแต่งเนื้อหาบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมต่อการศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่บทนำจนถึงการเรียงลำดับ โปรแกรมได้ออกแบบหน้าต่างของบทเรียนในลักษณะเป็นปุ่มให้เลือก ซึ่งจะปรากฏให้เห็นในทุกหน้าของบทเรียน โดยผู้ที่ทำการศึกษาสามารถเลือกเรียนในหน้าต่อไปหรือกลับไปเรียนหน้าที่ผ่านมาแล้วได้ หรือแม้แต่จะทำการออกจากบทเรียนหนึ่งไปสู่อีกบทเรียนหนึ่งก็จะกระทำได้ง่าย และยังสามารถที่จะเลิกการทำงานของโปรแกรมได้อีกด้วย ในบทเรียนแต่ละบทเรียนจะมีภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบการเรียนเพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น

โปรแกรมได้ออกแบบให้ติดตั้ง และใช้งานบน Windows95 และคอมพิวเตอร์ที่มีการ์ดเสียง และเนื่องจากมีการสร้างภาพเคลื่อนไหวจึงจำเป็นต้องใช้พื้นที่จัดเก็บโปรแกรมมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องบันทึกโปรแกรมทั้งหมดลงบนแผ่น CD เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้และติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ปัญหาและอุปสรรค

สำหรับการสร้างโปรแกรมช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลนี้ เกิดปัญหาระหว่างการสร้างดังนี้

1. เนื่องจากโปรแกรมนี้ใช้เนื้อที่ในการทำงานมาก ทำให้การเคลื่อนย้ายโปรแกรมนั้นเป็นไปได้อย่างยากลำบาก จึงทำให้การเผยแพร่โปรแกรมทำได้ไม่ค่อยสะดวกนัก อาจจะทำให้โปรแกรมถูกใช้ในวงที่จำกัด
2. เนื่องจากระยะเวลาในการพัฒนาโปรแกรมมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ไม่สามารถหาข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมได้อย่างครบถ้วน
3. เนื่องจากโปรแกรม Macromedia Authorware ยังเป็นโปรแกรมที่ยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก ทำให้มีหนังสือในการศึกษาค้นคว้าน้อยมาก โดยหนังสือที่มีทั่วไปนั้นจะมีเนื้อหาไม่ครบทุกเรื่อง ทำให้ยากแก่การศึกษาโปรแกรม Macromedia Authorware จึงทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโปรแกรม Macromedia Authorware ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างโปรแกรมช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลครั้งนี้ ผู้จัดทำได้พบข้อสังเกตบางประการที่จะเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ในการใช้โปรแกรมช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลนี้ ผู้ที่เรียนควรที่จะมีความรู้พื้นฐานของวิชาโครงสร้างข้อมูลมาพอสมควร
2. การสร้างบทเรียนโปรแกรมช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลนี้ เป็นงานที่ยุ่งยาก ซับซ้อน ต้องอาศัยเครื่องมือที่มีราคาค่อนข้างแพง เช่น คอมพิวเตอร์เป็นต้น จึงต้องอาศัยเวลาในการเตรียมการพอสมควร
3. ในการเลือกเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นโปรแกรมช่วยสอนนั้น ควรพิจารณาให้รอบคอบว่าจะใช้ประโยชน์จากจุดเด่นของโปรแกรม Macromedia Authorware ได้อย่างไร ให้มีประสิทธิภาพเต็มที่ จึงจะทำให้โปรแกรมช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง
4. ควรทำการศึกษา วิจัย ความคิดเห็น ทัศนคติ ของผู้ที่ใช้โปรแกรมช่วยสอนนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
5. ควรทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนจากโปรแกรมช่วยสอนนี้ กับนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนที่อยู่ในรูปของสื่ออื่นๆ เช่น หนังสือ เป็นต้น โดยอยู่ภายในเนื้อหาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ออเทอร์แวร์ (Authorware)

ออเทอร์แวร์ (Authorware) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างงานที่เรียกว่า " พรีเซ็นเตชั่น " (Presentation) หรือการนำเสนอรายงาน ซึ่งคล้ายกับโปรแกรม Microsoft PowerPoint แต่มีประสิทธิภาพมากกว่าและสร้างงานได้หลากหลายรูปแบบกว่า นอกจากนั้นโปรแกรม Authorware ยังได้รับการออกแบบมารองรับกับเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นตามลำดับนั่นก็คือ " อ๊อบเจ็คออเร็นเต็ด " (Object Oriented)

ความสามารถของ Authorware

- สร้างงานมัลติมีเดียเพื่อโต้ตอบผู้ใช้

Authorware มีความสามารถสร้างงานที่เป็นลักษณะมัลติมีเดีย (Multimedia) ซึ่งการแสดงผลอาจจะเป็นข้อความ รูปภาพ กราฟฟิก การเคลื่อนไหว หรือภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบ และสามารถแสดงผลได้พร้อมๆกันด้วย นอกจากนั้นยังสามารถสร้างการ โต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive) ได้อย่างเหมาะสมกับชิ้นส่วนและเนื้อหาของข้อมูล เช่น การแสดงผลการเลือกคำตอบว่าถูกหรือผิด เป็นต้น

- เหมาะสมกับผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์

ลักษณะของ Authorware ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมที่ต้องการสร้างโครงงานไม่จำเป็นต้องเรียนรู้การ Coding ในภาษาโปรแกรมมิ่งใดๆ เพียงแต่มีความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์บ้าง เช่น การใช้งานคอมพิวเตอร์, ชนิดของไฟล์ข้อมูล เป็นต้น Authorware เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับครู อาจารย์ หรือนักวิชาการ ในการสร้างงาน เพื่อการเรียนการสอนและการอบรม

- ปฏิบัติงานหลายแพลตฟอร์ม

Authorware ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถสร้างสรรค์งานใดๆได้หลายแพลตฟอร์ม (Platform) อันได้แก่ Windows 95/NT, Windows 3.x และ Macintosh โครงงานที่ทำการสร้างบนแพลตฟอร์มหนึ่งสามารถนำไปรันบนแพลตฟอร์มอื่นได้ เช่น การสร้างโครงงานบน Windows 3.x สามารถนำไปรันบน Macintosh ได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอภาพของ Authorware

จอภาพของ Authorware ประกอบด้วย Menu, Toolbar, Icon, Palette, Design Window และ Presentation Window ซึ่งในส่วนของ Presentation Window ในครั้งแรกที่มีการเข้าสู่โปรแกรม Authorware จะยังไม่ปรากฏจนกว่าจะมีการ Run โปรแกรม จึงจะปรากฏ Presentation Window มาให้

Icon Palette

Authorware 4.0 จัดเตรียม Icon Palette ไว้ให้ 15 ชนิด แต่ละไอคอนจะใช้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยที่ผู้เขียนโปรแกรมจะเลือกไอคอนต่างๆ เพื่อนำไปวางบน Flowline ตามจุดประสงค์ของการสร้างโปรแกรม

ความหมายของแต่ละไอคอน แสดงดังต่อไปนี้

Display — ใช้สำหรับแสดงกราฟฟิก ข้อความหรือรูปภาพ ที่สร้างขึ้นด้วยเครื่องมือภายใน Authorware

Motion — ใช้สำหรับสร้างการเคลื่อนที่ให้กับวัตถุที่แสดงอยู่ใน Presentation Window โดยการระบุตำแหน่งปลายทาง หรือสร้างเป็นเส้นทางสำหรับการเคลื่อนที่

Erase — ใช้สำหรับลบวัตถุที่ได้สร้างขึ้นหรือ Icon ที่ได้แสดงผลไปแล้ว สามารถกำหนดรูปแบบการลบวัตถุได้หลายลักษณะจาก Transition Effect

Wait — ใช้สำหรับหน่วงเวลาการนำเสนอเป็นการชั่วคราว (Pause) หรือหยุดเวลาการนำเสนอในเวลาที่กำหนด นอกจากนั้นยังกำหนดเงื่อนไขการหยุดรอได้ด้วย

Navigate — ใช้สำหรับสร้างการเชื่อมโยงระหว่างชิ้นส่วนที่อยู่ภายใน Icon Framework โดยไอคอน Navigate จะมีหลาย Option ให้เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Framework	ใช้สร้างโครงสร้างหลักให้กับชิ้นส่วนต่างๆ มีลักษณะที่คล้ายกับเมนูที่มีทางเลือกอยู่ภายใน มีส่วนควบคุมสำหรับ Paging, Navigate
	Decision	ใช้สำหรับสร้างเส้นทางเลือกสำหรับการตัดสินใจและการประเมินผล
	Interaction	ใช้สำหรับตรวจสอบการตอบสนองจากผู้ใช้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยที่โปรแกรมจะทำตามที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนดไว้ เช่น การคลิกเม้าส์
	Calculation	ใช้สำหรับสร้าง Script โดย Script อาจเป็นสมการ ฟังก์ชัน หรือการตรวจสอบค่าของตัวแปร
	Map	ใช้สำหรับจัดกลุ่มให้กับไอคอนต่างๆบน Flowline โดยการจัดกลุ่มไอคอนนี้จะไม่ผลกระทบต่อการทำงานและลำดับการปฏิบัติงาน
	Movie	ใช้สำหรับการควบคุมการแสดงผลในส่วนที่เป็น Digital Movie และภาพเคลื่อนไหวตามรูปแบบของไฟล์ข้อมูล เช่น QuickTime, Video for Window และ Mpeg
	Sound	ใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลของ Sound แบบดิจิตอลที่ได้บันทึก หรือแก้ไขด้วยโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับ Sound
	Video	ใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลของเฟรมแต่ละเฟรมของวีดีโอภายนอกที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยควบคุมให้แสดงผลบน Monitor ของคอมพิวเตอร์ หรือ แสดงผลที่ Monitor ภายนอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Start Flag & Stop Flag ใช้สำหรับกำหนดการทำงาน (Run) โปรแกรมเฉพาะในส่วน หรือช่วงที่ต้องการใน Flowline โดยกำหนด Start Flag สำหรับกำหนดจุดเริ่มต้น ส่วน Stop Flag สำหรับกำหนดจุดสิ้นสุด

Color Palette ใช้สำหรับกำหนดสีให้กับไอคอนต่างๆ ที่วางอยู่บน Flowline เพื่อเน้นไอคอนที่ต้องการให้เด่นขึ้น ทำให้สะดวกและง่ายต่อการค้นหา ปกติจะมีสีขาวกับดำ

การทำงานในจอภาพ Design Window

Design Window เป็นจอภาพใช้สำหรับออกแบบงานที่ต้องการนำเสนอ ซึ่งการออกแบบข้อมูลทำได้โดยการเลือกไอคอนที่ต้องการมาวางบน Flowline เท่านั้น ส่วนรายละเอียดของข้อมูลต้องไปสร้างในจอภาพของ Presentation Window เรียกการออกแบบในจอภาพนี้ว่า " การออกแบบโครงสร้าง (Outline) "

การตั้งชื่อให้ไอคอน

การตั้งชื่อไอคอนบน Flowline จะต้องให้สอดคล้องกับสิ่งที่ได้ออกแบบไว้เพื่อง่ายแก่การจดจำและสะดวกในการค้นหา นอกจากนั้นในแต่ละไอคอนควรตั้งชื่อไม่ให้ซ้ำกันเพื่อสะดวกในการนำไปใช้อ้างอิงในกรณีที่ต้องการประยุกต์กับฟังก์ชันการคำนวณ " Calculation "

การย้ายตำแหน่งไอคอนบน Flowline

- ย้ายทีละไอคอนโดยการ Drag and Drop
- ย้ายครั้งละมากกว่า 1 ไอคอน

การย้ายทีละหลายๆไอคอน นั้นจะต้องเลือกไอคอนที่ต้องการก่อน ซึ่งการเลือกไอคอนมากกว่า 1 ไอคอนทำได้ 2 วิธี คือ

<u>วิธีที่ 1</u> กดปุ่ม Shift ค้างไว้ และคลิกเม้าส์ตรงไอคอนที่ต้องการ ซึ่งจะปรากฏเป็นแถบสว่าง (Highlight) ที่ไอคอนที่เลือกไว้เหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีที่ 2</u> เคลื่อนเม้าส์ไปยังไอคอนแรกซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น กดปุ่มทางซ้ายค้างไว้แล้วลาก (Drag) Mouse ไปยังไอคอนสุดท้าย จะปรากฏรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคลุมไอคอนที่เลือกไว้ ปล่อย Mouse จะมีแถบสว่างที่ไอคอนเหล่านั้น

หากว่าต้องการไอคอนที่เหมือนกันหลายๆชุด ไม่จำเป็นต้องการสร้างไอคอนใหม่ทุกครั้ง ให้ใช้คำสั่ง Copy มาช่วย จะได้รายละเอียดเหมือนกับต้นแบบทุกประการ แต่วิธีนี้จะใช้ไม่ได้กับส่วนใดส่วนหนึ่งภายในไอคอน Framework, ไอคอน Decision หรือไอคอน Interaction

การจัดกลุ่มไอคอน (Grouping Icons)

จอภาพของ Design Window นั้นไม่มี Scroll Bar สำหรับให้เลื่อนจอภาพลงมายังด้านล่างได้อีก ดังนั้นหากมีไอคอนจำนวนมากจะไม่สามารถวางบน Flowline ได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องมีวิธีในการจัดกลุ่มไอคอนเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่ง Authorware ได้ใช้ไอคอน " Map " เข้ามาช่วยในการจัดกลุ่ม

การทำงานใน Presentation Window

Presentation Window เป็นจอภาพสำหรับการสร้าง, การแก้ไขรายละเอียดของการนำเสนอข้อมูลและการแสดงผล โดยใน Presentation Window จะแสดงให้เห็นรูปภาพข้อความหรือการโต้ตอบที่ได้มีการสร้างไว้

การเรียกใช้งาน Presentation Window จะแบ่งเป็นดังนี้

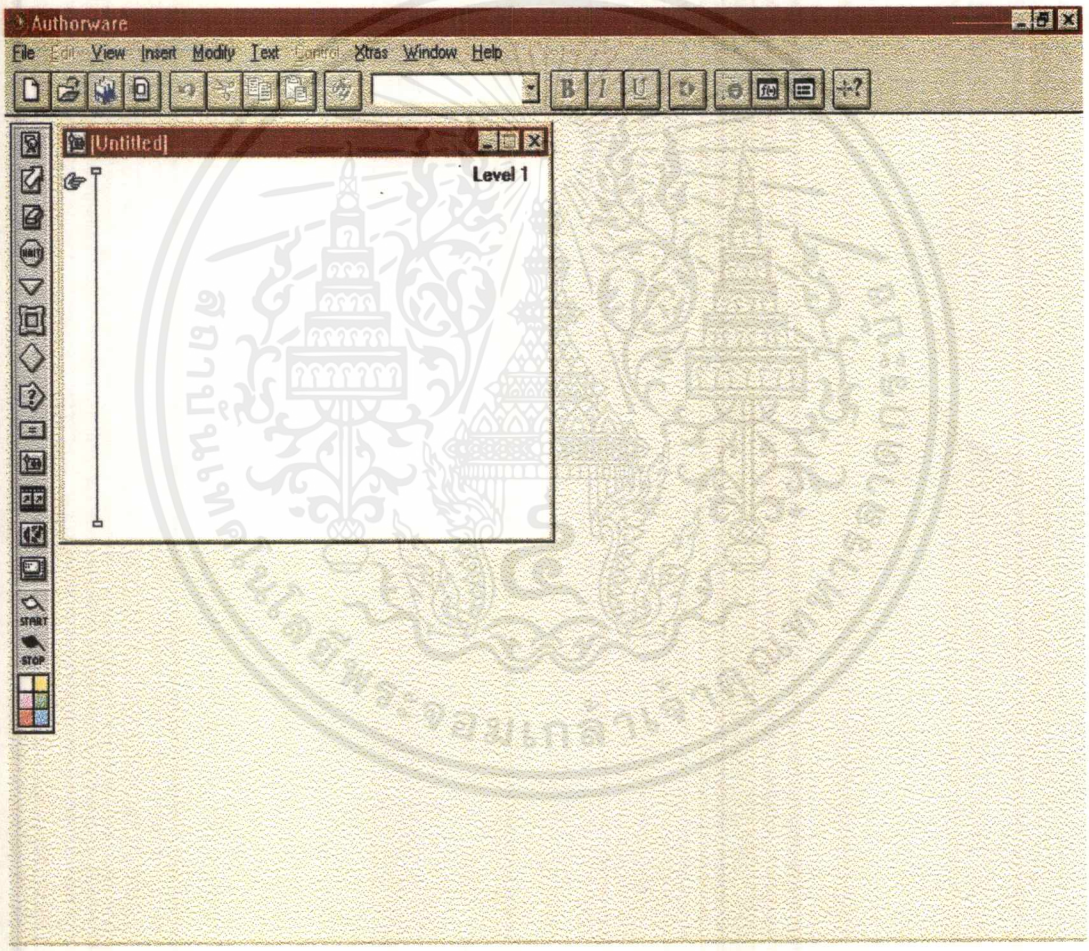
1. สร้างหรือแก้ไขข้อมูล โดยการ Double Click ที่ไอคอน
2. ดูแลการทำงานทั้งโปรแกรม โดย Run จากจุดเริ่มต้นบน Flowline จนจบ
   - ใช้คำสั่ง Control, Restart
3. ดูผลการทำงานของโปรแกรมเฉพาะส่วน (Zoom In) ด้วยการกำหนดจากไอคอน Start ไอคอน Stop
   - เลือกไอคอน Start ลากมาวางตรงจุดที่ต้องการให้เริ่ม Run บน Flowline
   - เลือกไอคอน Stop ลากมาวางตรงจุดสิ้นสุดการ Run โปรแกรม
   - เลือกคำสั่ง Control, Restart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานกับไฟล์ข้อมูล

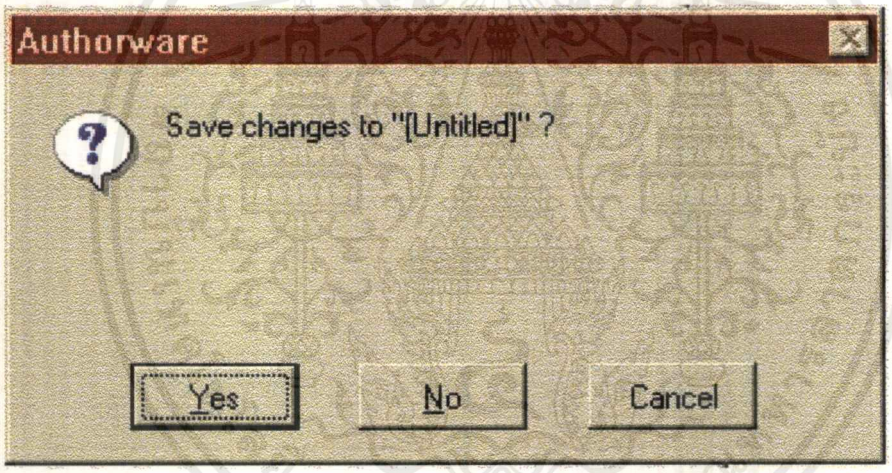
1. การสร้างไฟล์ข้อมูลใหม่

ลักษณะของโปรแกรม Authorware ก็เหมือนกับโปรแกรม Microsoft Office หรือโปรแกรมอื่นๆทั่วไป คือ เมื่อเข้าโปรแกรมจะได้จอภาพว่างๆ ขนาดไม่ใหญ่มาก พร้อมกับเมนูคำสั่ง และ Toolbar ขึ้นมาให้ เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการทำงาน ดังนั้นเมื่อเข้าโปรแกรม Authorware จะได้จอภาพดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้ามีการใช้คำสั่ง File, New เพื่อสร้างไฟล์ใหม่อีกไฟล์หนึ่ง นั่นหมายความว่าเราต้องปิดไฟล์ที่ใช้งานอยู่ปัจจุบันเสียก่อน จึงจะสามารถสร้างไฟล์ใหม่ได้ หรือเรียกไฟล์เก่าที่มีอยู่แล้วขึ้นมาใช้งานได้ เนื่องจากโปรแกรม Authorware ไม่สามารถเปิดไฟล์พร้อมๆกันได้มากกว่า 1 ไฟล์ โดยทุกครั้งจะมีข้อความเตือนขึ้นมาก่อนที่จะเปิดไฟล์ใหม่ ดังรูป

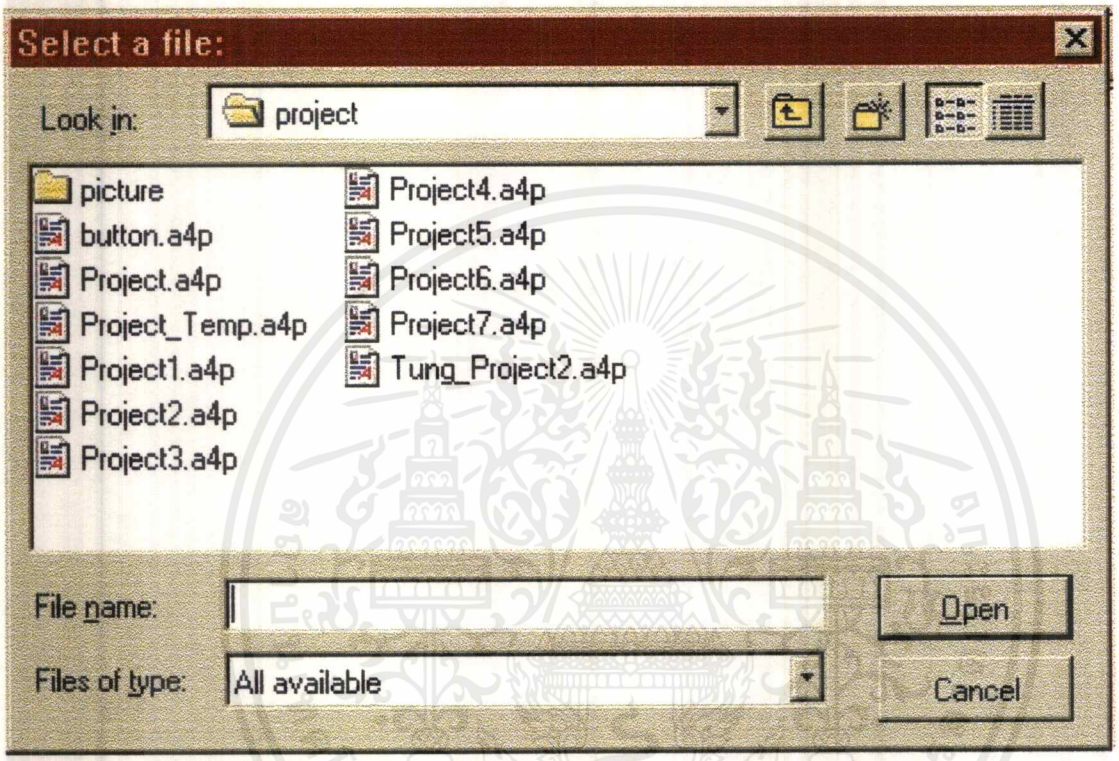


2. การเปิดไฟล์ข้อมูล

- **การเรียกไฟล์ขึ้นมาใช้งานโดยใช้คำสั่งจากเมนู**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกคำสั่ง File, Open, File จะปรากฏจอภาพสำหรับให้เลือก Drive และ Folder ที่ใช้ในการเก็บ ไฟล์ข้อมูล ดังรูป



2. เลือกชื่อไฟล์ที่ต้องการ โดยการคลิกที่ชื่อไฟล์ เลือก " Open " หรือดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อไฟล์ก็ได้
3. จากนั้นทำการแก้ไข เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมข้อมูลได้ และอย่าลืม Save ข้อมูลไว้ด้วย

- การเรียกไฟล์ขึ้นมาใช้งานโดยใช้คำสั่งจาก Toolbar

1. คลิกที่สัญลักษณ์ " Open " ใน Toolbar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกชื่อไฟล์ที่ต้องการ เลือก " OK "

3 การ Save ไฟล์

คือการเก็บข้อมูลที่สร้างเสร็จแล้วไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ (Harddisk) หรือเก็บไว้ในแผ่นดิสเก็ต เพื่อนำมาใช้งานในครั้งต่อไป โดยไม่ต้องสร้างใหม่ โดยในโปรแกรม Authorware จะมีคำสั่งในการ Save ข้อมูลให้เลือกหลายรูปแบบ

- เมื่อเลือกคำสั่ง File จะมีคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการ Save ข้อมูลให้เลือกดังนี้

File, Save	ในการสร้างไฟล์ใหม่ทุกครั้ง ต้องใช้คำสั่ง File, Save เพื่อตั้งชื่อไฟล์ โดยไฟล์ที่ได้จะมีนามสกุล (A4P)
File, Save As	ในกรณีที่มีการเรียกไฟล์เก่าขึ้นมาใช้งาน เมื่อมีการแก้ไขข้อมูลและต้องการ Save เป็นไฟล์ใหม่
File, Save and Compact	เป็นการ Save ข้อมูลแต่เป็นการใช้จำนวนเนื้อที่น้อยกว่า การใช้คำสั่ง File, Save หรือ File, Save As
File, Save All	เหมือนกับการใช้คำสั่ง File, Save และหากมีการเรียกไฟล์เก่าขึ้นมาใช้งาน แล้วเลือกคำสั่งนี้โปรแกรมจะทำการ Save ข้อมูลทุกอย่างลงในไฟล์เดิม โดยไม่มีการเตือนว่า " ชื่อไฟล์นี้มีแล้วจะ Save ทับหรือไม่ "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โครงสร้างข้อมูลคืออะไร

คำว่า " โครงสร้างข้อมูล (Data Structure) " เกิดจากคำสองคำคือ " โครงสร้าง " กับ " ข้อมูล " ซึ่งคำว่า "โครงสร้าง"เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มดังนั้น โครงสร้างข้อมูลจึงหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่อยู่ในโครงสร้างนั้นๆ สิ่งพื้นฐานในการประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ก็คือ ข้อมูล (Data) ดังนั้น การศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลจึงมีความสำคัญอย่างมากในศาสตร์คอมพิวเตอร์(Computer Science)

การแทนที่ข้อมูลในหน่วยความจำ

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าขณะประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจะถูกเก็บในหน่วยความจำหลัก (Memory) ดังนั้นเมื่อเราต้องใช้โครงสร้างข้อมูลและหน่วยความจำหลักจึงต้องมีการแทนที่ข้อมูลในหน่วยความจำหลักด้วย ซึ่งการแทนที่ข้อมูลในหน่วยความจำหลักมีอยู่ 2 วิธีคือ

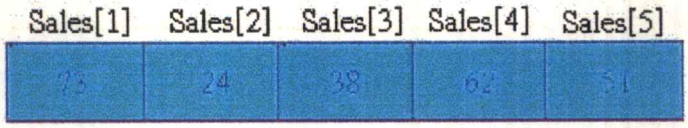
1. สแตติก (Static Storage Allocate) หรือการจองที่แน่นอนโครงสร้างข้อมูลในภาษาโปรแกรมมิ่งคือ Array ซึ่งข้อเสียของวิธีการนี้ คือ ใช้เนื้อที่หน่วยความจำที่จองไว้ได้ไม่คุ้มค่า เพราะต้องกำหนดขนาดที่แน่นอนจึงจองเผื่อเอาไว้
2. ไดนามิก (Dynamic Storage Allocate) การแทนที่ข้อมูลลักษณะนี้มีในภาษาโปรแกรมมิ่งบางภาษาเท่านั้นเช่น ปาสคาล ซี ข้อดีของการแทนที่ข้อมูลแบบนี้ คือ สามารถเรียกใช้เนื้อที่หน่วยความจำได้ในขณะทำงาน (Run program) ไม่ต้องจองไว้ก่อนซึ่งเป็นการประหยัดเนื้อที่หน่วยความจำ เนื่องจากไม่ต้องจองเอาไว้มากจนเหลือ คือได้ใช้เนื้อที่เท่าที่ต้องการใช้ ประเภทของข้อมูลในการขอใช้เนื้อที่หน่วยความจำอย่างไดนามิกนี้ คือ พอยเตอร์ (Pointer)

อาร์เรย์ (ARRAY)

อาร์เรย์ คือ โครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นประเภทเดียวกันจำนวนหนึ่งแต่ละส่วนของอาร์เรย์ที่ใช้เก็บข้อมูล 1 จำนวนเรียกว่าเซลล์ (CELL) ในการอ้างถึงเซลล์ที่เก็บข้อมูลจะมีตัวระบุตำแหน่ง ซึ่งเรียกว่า อินเด็กซ์ (INDEX)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง อาร์เรย์



ตัวเลขที่อยู่ในเครื่องหมาย [] ของตัวแปร Sales แต่ละตัวเรียกว่า อินเด็กซ์

ในกรณีนี้ 1, 2, 3, 4, และ 5 แต่ละตัวเรียกว่า ค่าอินเด็กซ์ (index value) ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม

วิธีการกำหนดอาร์เรย์

การกำหนดอาร์เรย์มีรูปแบบดังนี้

```
TYPE
        ชื่อ อาร์เรย์ = ARRAY[ค่าอินเด็กซ์แรก..ค่าอินเด็กซ์สุดท้าย] OF ชนิดข้อมูล
```

ตัวอย่าง

```
TYPE
    IntegerArray =      ARRAY[0..10000] OF Integer;
```

มีความหมายว่า

IntegerArray เป็นประเภทของข้อมูล ที่มีโครงสร้างข้อมูลแบบอาร์เรย์ ซึ่งมีขนาด 10001 เซลล์ (รวม อินเด็กซ์ 0 ด้วย) ที่ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นจำนวนเต็ม

```
VAR
        Sales : ARRAY [ 1..5 ] OF Integer;
```

Sales เป็นตัวแปร ที่มีโครงสร้างแบบอาร์เรย์

การอ้างถึงแต่ละเซลล์ของอาร์เรย์

การอ้างถึงแต่ละเซลล์ของอาร์เรย์ ทำได้โดยเขียนชื่ออาร์เรย์และค่าอินเด็กซ์

ตัวอย่าง

```
VAR  Freqs : ARRAY [1..100] OF Integer;
```

การอ้างถึงเซลล์ที่6 ได้แก่ Freqs [6]

การกำหนดค่าให้ Freqs[6] เป็น 49 ทำได้ดังนี้

```
        Freqs[6] := 49;
```

ซึ่งเหมือนกับว่า Freqs[6] เป็นตัวแปรตัวหนึ่ง ที่เป็นประเภทจำนวนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เรย์ชนิด 2 มิติ

วิธีการกำหนดอาร์เรย์ชนิด 2 มิติ

TYPE

TempData = ARRAY [1..3,1..2] OF Real;

มีความหมายว่า

TempData เป็นประเภทของข้อมูล ที่มีโครงสร้างข้อมูลแบบอาร์เรย์ 2 มิติ ซึ่งมีขนาดแนวนอน 3 ขนาดแนวตั้ง 2 โดยจะมีเซลล์ทั้งหมด 3x2 = 6 เซลล์ที่ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นประเภทจำนวนจริง

VAR

TodayTemp : TempData ;

TodayTemp จะเป็นตัวแปรแบบเดียวกับ TempData ซึ่งก็คือมีคุณสมบัติแบบที่ได้ประกาศไว้ด้านบน

การอ้างถึงอาร์เรย์ชนิด 2 มิติ

ทำได้โดยระบุค่าอินเด็กซ์ของอาร์เรย์นั้นทั้ง 2 มิติ

ตัวอย่าง

TodayTemp [1,2]

เป็นการอ้างถึงอาร์เรย์ชื่อ TodayTemp ที่แถวที่ 1 หลักที่ 2

ซึ่งก็เช่นเดียวกับอาร์เรย์หนึ่งมิติ คือเราจะมองเหมือนกับว่า TodayTemp [1,2] เป็นตัวแปรตัวหนึ่ง ที่เป็นประเภทจำนวนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอยเตอร์ (Pointer)

พอยเตอร์ คือ ตัวแปรที่เก็บตำแหน่ง (Address)ของหน่วยความจำ

วิธีการกำหนดพอยเตอร์

วิธีการกำหนดพอยเตอร์ มีรูปแบบดังนี้

```
TYPE
    ชื่อพอยเตอร์ = ^ชนิดข้อมูล
```

ตัวอย่าง

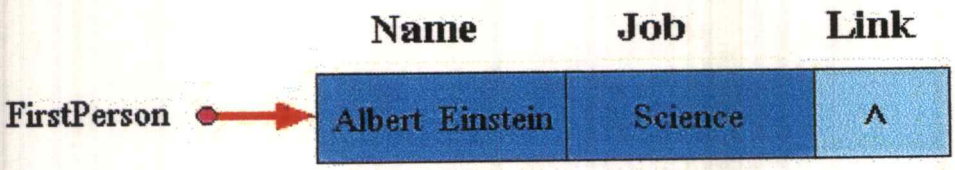
```
TYPE
    PersonPointer  =  ^PersonRecord;
    PersonRecord   =  RECORD
                Name : STRING[50];
                Job  : STRING[40];
                Link : PersonPointer;
                END;
VAR
    FirstPerson : PersonPointer;
```

หมายความว่า PersonPointer เป็นพอยเตอร์(ดูจากเครื่องหมาย ^) ที่เก็บตำแหน่งของโครงสร้างข้อมูลที่เป็น เรคคอร์ดชื่อ PersonRecord ซึ่งมี 3 ฟิลด์ คือ Name(เป็น String 50อักษร) , Job (เป็น String 50อักษร), Link (เป็น PersonPointer)

การอ้างถึงและการกำหนดค่าให้พอยเตอร์ ทำได้โดยใช้เครื่องหมาย ^ ต่อท้ายตัวแปรพอยเตอร์

ตัวอย่าง

```
FirstPerson^.Name  := 'Albert Einstein';
FirstPerson^.Job   := 'Science';
FirstPerson^.Link  := Nil;
```



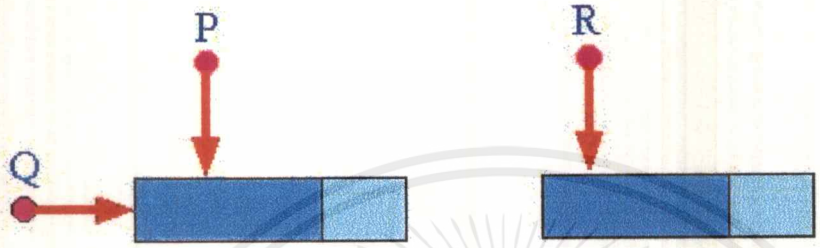
Nil หมายถึงพอยเตอร์นั้นไม่มีที่อยู่ของโหนดถัดไป หรือหมายถึงไม่ชี้ไปยังโหนดใดนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเซตค่าพอยเตอร์

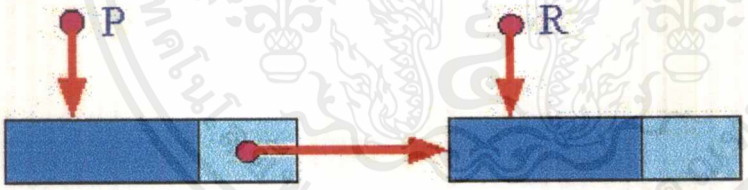
ให้ P และ R เป็นพอยเตอร์ชี้ไปยังโหนด และ Q เป็นพอยเตอร์อีกตัวหนึ่งและถ้าต้องการให้ Q ชี้ไปโหนดเดียวกับที่ P ชี้อยู่ จะใช้คำสั่ง

Q := P (หมายความว่า Q ชี้ไปที่ P ชี้อยู่) ซึ่งจะได้ผลดังรูป



ถ้าต้องการให้โหนด R เชื่อมให้อยู่ถัดจากโหนด P ให้เปลี่ยนใน LINK ฟิลด์ของโหนด P ให้เป็นค่าที่อยู่ในพอยเตอร์ R นั่นเอง ดังนั้นการเชื่อมโหนดทั้งสองให้ใช้คำสั่ง

P^.LINK := R (หมายความว่า LINK ฟิลด์ของ P ชี้ที่ R ชี้อยู่) และจะได้ผลดังรูป



พอยเตอร์ในปาสคาล

ในปาสคาลมีชนิดข้อมูลอยู่ชนิดหนึ่งที่ช่วยให้ ผู้ใช้ หรือ โปรแกรมเมอร์สามารถขอใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำแบบไดนามิกได้ ข้อมูลชนิดนั้นก็คือ พอยเตอร์ (Pointer type) สัญลักษณ์ที่ใช้คือ ^ แทน

ฟังก์ชันที่ใช้กับพอยเตอร์

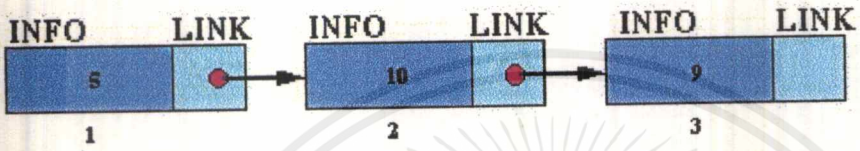
NEW(pointer) ทำหน้าที่ขอใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำ และให้ชี้ด้วยพอยเตอร์ที่เป็นพารามิเตอร์ เช่น NEW(P) หลังจากนั้นควรที่จะสั่งให้ P^.Link = nil ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DISPOSE(pointer) คือ การคืนเนื้อที่หน่วยความจำหลักที่พอยเตอร์นั้นชี้อยู่ให้กับระบบปฏิบัติการ แต่ว่าตัวแปรพอยเตอร์นั้นไม่ได้ถูกคืนไปด้วย เรายังสามารถใช้พอยเตอร์นั้นได้อยู่

ลิงค์ลิสต์ (Linklist)

ลิงค์ลิสต์ คือ โครงสร้างข้อมูลซึ่งเป็นการนำโหนดมาเชื่อมต่อกัน โดยพอยเตอร์ใน LINK ฟิลด์ของโหนดแรกจะชี้ไปยังที่โหนดถัดไป

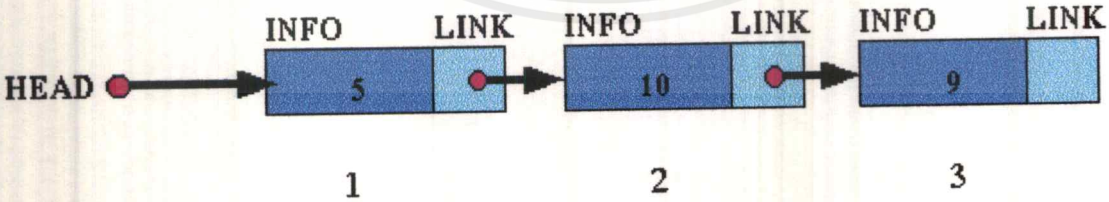


ซึ่งโหนด คือ เนื้อที่ในหน่วยความจำที่ประกอบด้วยอย่างน้อย 2 ฟิลด์ คือ

INFO ฟิลด์ เป็นที่บรรจุข้อมูลของโหนด

LINK ฟิลด์ เป็นที่บรรจุที่อยู่ของโหนดถัดไป

ซึ่งถ้ารู้ที่อยู่ของโหนดแรกในลิงค์ลิสต์ เราก็สามารถเข้าถึงข้อมูลทุกตัวในลิงค์ลิสต์ได้ เพราะในแต่ละโหนดจะมีพอยเตอร์ชี้ไปยังโหนดถัดไป ดังนั้น ลิงค์ลิสต์จึงจำเป็นต้องมี พอยเตอร์ที่ชี้ไปที่โหนดแรกของลิงค์ลิสต์ ให้ชื่อว่า HEAD



จากรูป HEAD เป็นพอยเตอร์ชี้ที่โหนดแรกของลิงค์ลิสต์

HEAD^.INFO = 5

HEAD^.LINK คือโหนดที่อยู่ถัดจากโหนดที่ชี้ด้วย HEAD คือโหนดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างลิงค์ลิสต์

การสร้างลิงค์ลิสต์ คือ การเพิ่มข้อมูลเข้าลิงค์ลิสต์ ณ ตำแหน่งสุดท้ายจนกว่าข้อมูลจะหมด เช่น ลิสต์ L = (5,6,7) เมื่ออยู่ในโครงสร้างลิงค์ลิสต์ จะมีหน้าตาดังรูป

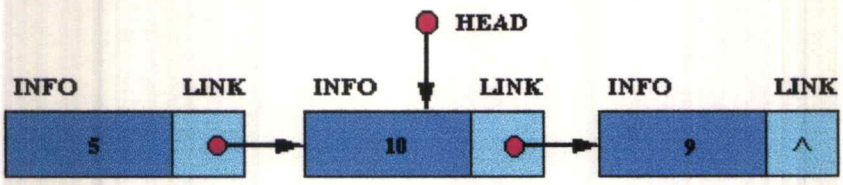
เพื่อความสะดวกในการสร้างลิงค์ลิสต์ต้องอาศัยพอยเตอร์อีกตัวหนึ่งชี้ที่โหนดสุดท้ายของลิงค์ลิสต์ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อมีข้อมูลจะเข้ามาเก็บในลิงค์ลิสต์ก็จะทำการเชื่อมเข้าที่โหนดสุดท้ายได้เลย

การท่องไปในลิสต์

การท่องไปในลิสต์ เป็นการเข้าถึงสมาชิกในลิสต์แต่ละตัวตั้งแต่ตัวแรกเป็นต้นไป อาจจะเพื่อจุดประสงค์บางอย่าง เช่น ต้องการพิมพ์ข้อมูลในลิสต์ เพื่อนับจำนวนข้อมูลในลิสต์ หรือเพื่อค้นหาข้อมูลในลิสต์ เป็นต้น โดยที่เราจะไม่สามารถไปยังสมาชิกตัวที่ n ใดๆ ในลิงค์ลิสต์โดยไม่ผ่านสมาชิกตัวที่ 1 ถึง n-1 ได้ ซึ่งจะแตกต่างจากอาร์เรย์ที่สามารถเข้าถึงสมาชิกตัวใดๆได้ง่าย อย่างไรก็ตามถ้าต้องการค้นหาข้อมูลจะต้องทำตั้งแต่สมาชิกตัวแรกเหมือนกัน

จากรูป HEAD ชี้ที่โหนดแรก ถ้าจะเลื่อน HEAD ไปชี้ที่โหนด 2 โดยคำสั่ง

HEAD := HEAD^.LINK ; จะได้ผลดังนี้

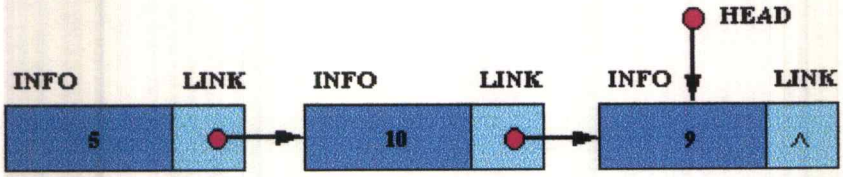


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น HEAD^.INFO = 10

HEAD^.LINK คือโหนดที่ 3

ถ้าเลื่อน HEAD ไปยังโหนดถัดไปอีก



HEAD^.INFO = 9

HEAD^.LINK = ^

ลองพิจารณาดูว่า ถ้า HEAD อยู่ที่โหนดสุดท้ายของลิสต์แล้ว เราจะสามารถท่องไปในลิงค์ลิสต์นี้ได้อีกหรือไม่

คำตอบ คือ ไม่ได้แล้ว เพราะ HEAD ไม่ได้ชี้ที่ต้นลิสต์แล้ว วิธีการแก้ปัญหาข้อนี้ คือ ต้องใช้พอยเตอร์อีกตัวหนึ่งเป็นพอยเตอร์เพื่อใช้ท่องไปในลิสต์ เพื่อให้ HEAD ชี้ที่ต้นลิสต์ตลอดเวลา ในที่นี้จะให้ TRAV เป็นพอยเตอร์เพื่อใช้ท่องไปในลิสต์

คำสั่ง TRAV := HEAD;

(เป็นการให้ TRAV ชี้ที่เดียวกับ HEAD ชี้อยู่)

ถ้าจะเลื่อน TRAV ไปยังโหนดถัดไปจะใช้คำสั่ง

TRAV := TRAV^.LINK;

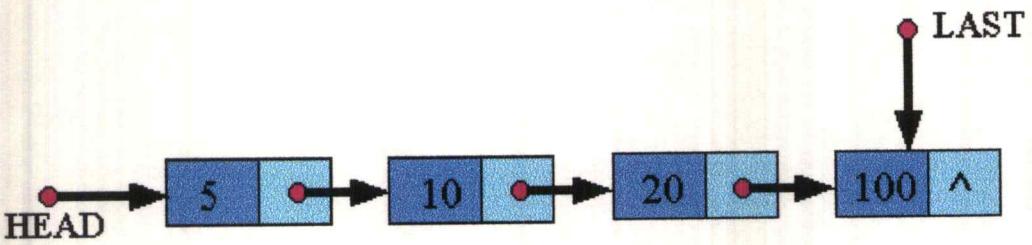
การค้นหาข้อมูลในลิงค์ลิสต์

การค้นหาข้อมูลในลิงค์ลิสต์มีความจำเป็นมากเนื่องจากการที่จะเพิ่มข้อมูลเข้าไปในลิงค์ลิสต์จะต้องทำการหาว่าข้อมูลนี้ควรที่จะอยู่ ณ ตำแหน่งใด การค้นหาจะใช้วิธีใช้พอยเตอร์ท่องไปในลิงค์ลิสต์เพื่อเปรียบเทียบค่าในลิงค์ลิสต์ กับ ค่าที่จะเพิ่มเข้าไป

การจะแทรกข้อมูลเข้าลิงค์ลิสต์นั้นจะต้องแทรกเข้าหลังโหนดที่ระบุ คือต้องรู้ตำแหน่งของโหนดที่อยู่ก่อนหน้าโหนดที่ต้องการเพิ่มเข้า จะต้องใช้พอยเตอร์สองตัวท่องไปในลิสต์ เช่นถ้าต้องการเพิ่มข้อมูล 15 ที่บรรจุในโหนด R ในลิสต์ที่มี HEAD ชี้ต้นลิสต์ โดยที่เมื่อเพิ่มแล้วยังคงให้ลิสต์นี้เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมากอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่าต้องเพิ่มเข้าหลังโหนดที่บรรจุเลข 10 และก่อนโหนดที่บรรจุเลข 20



การที่จะเชื่อมโหนดบรรจุเลข 15 เข้าลิสต์ได้ก็ต้องรู้ตำแหน่งโหนดที่ บรรจุเลข 10 ซึ่งจะรู้ได้ก็โดยการท่องจากต้นลิสต์ไป

ถ้าเรามีอัลกอริทึมดังข้างล่างนี้ โดยมี T1 เป็นพอยเตอร์สำหรับท่องไปในลิสต์

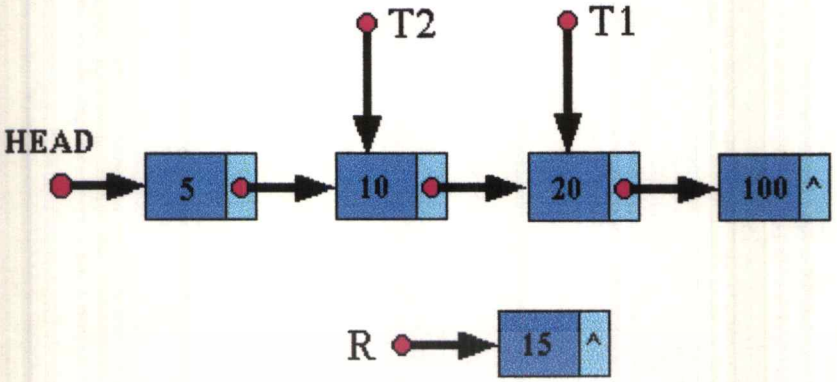
```
T1 := head;
While r^.info > T1^.info Do
    T1 := T1^.link;
```

เมื่อดูรูปประกอบ อัลกอริทึมนี้จะหยุดเมื่อ r^.info ไม่มากกว่า T1^.info คือ เมื่อT1 ชี้ที่โหนดบรรจุ 20 แต่เมื่อต้องการเพิ่มข้อมูล 15 เข้าลิสต์ พอยเตอร์ที่ชี้โหนดบรรจุเลข 10 ได้ผ่านเลยไปแล้ว

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีพอยเตอร์อีกตัวหนึ่งใช้ท่องตามพอยเตอร์ T1 นี้ ให้เป็นพอยเตอร์ T2 อัลกอริทึมจะเปลี่ยนเป็น

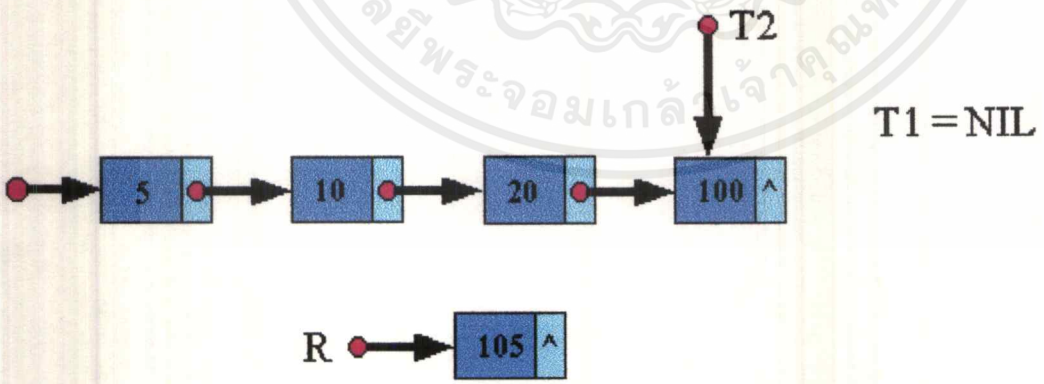
```
T1 := head;
T2 := NIL;
While r^.info > T1^.info Do
        BEGIN
            T2 := T1;
            T1 := T1^.link;
        END;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จะเห็นว่า T2 จะท่องตาม T1 ตลอดเวลา จะหยุดเมื่อ T2 ชี้ที่โหนดบรรจุเลข 10 ดังรูป ดังนั้น ก็สามารถทำการเพิ่มโหนดใหม่หลังโหนดที่ชี้ด้วย T2 ได้ทันที

จากปัญหาเดิม คือ ต้องการเพิ่มเลข 15 เข้าลิสต์ที่เรียงลำดับอยู่แล้ว อัลกอริทึมเดิมจะไม่สมบูรณ์ ตรงที่ว่าในระหว่างที่ r^.info > T1^.info เป็นจริง จะให้ T1 ท่องไปในลิสต์เรื่อยๆ จนกระทั่งตกลิสต์ไป ซึ่งค่า T1 := Nil ทำให้เมื่อตรวจสอบครั้งต่อไป ทำให้โปรแกรม ERROR เนื่องจากไม่สามารถอ้างถึง info ฟิลด์ของโหนดที่ชี้ด้วย Nil ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแก้ไขให้อัลกอริทึมทำงานถูกต้องสมบูรณ์ ต้องเป็นระหว่างที่ T1<> Nil และ r^.info > T1^.info ให้ท่องไปเรื่อยๆ ดังนี้

```
T1 := head;
T2 := Nil;
While ( T1 <> Nil ) and ( r^.info > T1^.info ) Do
    Begin
        T2 := T1;
        T1 := T1^.link;
    END;
```

ในกรณีนี้ ใน While...Do นี้จะไม่เป็นจริงเมื่อ T1 := Nil คือ T1 และ T2 จะหยุดท่องไปเมื่อ T1 ชี้ตกลิสต์ไป ส่วน T2 จะชี้โหนดสุดท้ายของลิสต์

การเพิ่มข้อมูลและการลบข้อมูลในลิงค์ลิสต์

โอเปอร์เรชันพื้นฐานในลิงค์ลิสต์มี 2 อย่างคือ การเพิ่มข้อมูล และ การลบข้อมูล ซึ่งจะสามารถทำได้ 3 ประการ

1. การเพิ่มข้อมูลหรือการลบข้อมูลที่ต้นลิสต์
2. การเพิ่มข้อมูลหรือการลบข้อมูลที่ปลายลิสต์
3. การเพิ่มข้อมูลหรือการลบข้อมูลระหว่างลิสต์

การเพิ่มข้อมูลที่ต้นลิสต์ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. NEW^.link := HEAD ;
2. HEAD := NEW ;

การเพิ่มข้อมูลระหว่างลิสต์ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. NEW^.LINK := T2^.LINK;
2. T2^.LINK := NEW;

การเพิ่มข้อมูลที่ท้ายลิสต์ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. LAST^.LINK := NEW;
2. LAST := NEW;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลบข้อมูลที่ท้ายลิสต์ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. HEAD := T1^.LINK;
2. DISPOSE (T1) ;

การลบข้อมูลที่ระหว่างลิสต์ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. T2^.LINK := T1^.LINK;
2. DISPOSE (T1) ;

การลบข้อมูลที่ท้ายลิสต์ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. LAST := T2 ;
2. T2^.LINK := NIL ;
3. DISPOSE (T1) ;

การแทรกข้อมูลเข้าในลิงค์ลิสต์

การแทรกข้อมูลเข้าในลิงค์ลิสต์จะเป็นการแทรกแบบเรียงลำดับ ซึ่งต้องทำการค้นหาตำแหน่งที่ต้องการไปแทรกก่อน และลิงค์ลิสต์ที่จะถูกแทรกจะต้องเรียงลำดับอยู่แล้ว โดยตำแหน่งที่จะแทรกนั้นจะมีอยู่ 3 กรณี ซึ่งแต่ละกรณีจะใช้วิธีการแทรกที่ต่างกัน

- ข้อมูลที่จะแทรก น้อยกว่า ค่าที่ต้นลิงค์ลิสต์ จะทำการแทรกที่ต้นลิงค์ลิสต์
- ข้อมูลที่จะแทรก มากกว่า ค่าที่ท้ายลิงค์ลิสต์ จะทำการแทรกที่ท้ายลิงค์ลิงค์
- ข้อมูลที่จะแทรก อยู่ระหว่าง ค่าที่ต้นลิงค์ลิสต์ และท้ายลิงค์ลิสต์ จะทำการแทรกที่ต้นลิงค์ลิสต์

ใน 2 กรณีแรกนั้นไม่ค่อยมีปัญหานัก ปัญหาจะเกิดขึ้นที่กรณีที่ 3 เพราะการจะแทรกข้อมูลเข้าลิงค์ลิสต์นั้น จะต้องแทรกเข้าหลังโหนดที่ระบุ คือต้องรู้ตำแหน่งของโหนดที่อยู่ก่อนหน้าโหนดที่ต้องการเพิ่มเข้า จะต้องใช้พอยเตอร์สองตัวท่องไปในลิสต์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแทรกข้อมูลเข้าในลิงค์ลิสต์ เขียนเป็นภาษาปาสคาลได้ดังนี้

```
BEGIN
        T1  := Head;
        T2  := NIL;
        New(R);
        R^.link := NIL;
        WHILE ( R^.info > T1^.info ) AND ( T1 <> NIL )  DO
                Begin
                        T2  := T1 ;
                        T1  := T1^.link ;
                End;
                If  T2 = NIL  Then
                        Begin
                                R^.link  := Head  ;
                                Head     := R  ;
                        End
                Else If  T2 = Last  Then
                        Begin
                                T2^.link  :=  R ;
                                Last := R  ;
                        End
                Else    Begin
                                R^.link  := T2^.link;
                                T2^.link := R ;
                        End;
END;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลบข้อมูลออกจากลิงค์ลิสต์ เขียนเป็นภาษาปาสคาลได้ดังนี้

```
BEGIN
        T1 := Head;
        T2 := NIL;
        WHILE ( X <> T1^.info ) AND ( T1 <> NIL ) DO
                Begin
                        T2 := T1 ;
                        T1 := T1^.link ;
                End;
        If  T2 = NIL  Then
                Begin
                        Head := T1^.link ;
                        DISPOSE (T1) ;
                End
        Else If  T2 = Last  Then
                Begin
                        Last := T2 ;
                        Last^.link := NIL;
                        DISPOSE (T1) ;
                End
        Else    Begin
                        T2^.link := T1^.link;
                        DISPOSE (T1);
                End;
END;
```

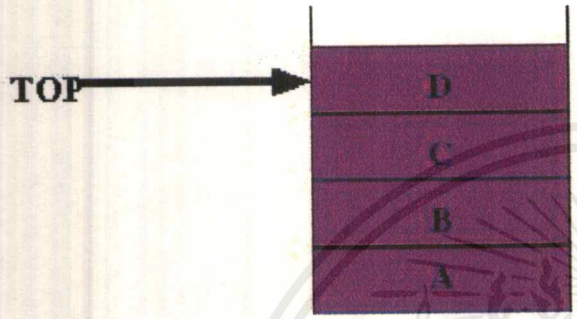
สแตก (Stack)

สแตก เป็นโครงสร้างข้อมูลที่มีคุณสมบัติที่ว่าเมื่อทำการเพิ่มข้อมูล หรือ ลบข้อมูลในสแตกจะกระทำที่ปลายข้างเดียวกัน ปลายข้างนั้นเรียกว่า ท๊อปของสแตก (Top of Stack) ซึ่งคุณสมบัตินี้เรียกว่า ไลโฟลิสต์ (LIFO List) คือสมาชิกที่เข้าลิสต์ทีหลังสุดจะได้ออกจากลิสต์ก่อนตัวอย่างของสแตกที่เห็นง่ายๆ และมักจะถูกอ้างเป็นตัวอย่าง บ่อยครั้งที่สุด คือ จานที่ตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้อนกัน เมื่อใช้จานก็ต้องหยิบจากใบบนสุด และถ้าจะนำจานมาไว้ ก็ต้องวางทับไว้บนสุด การเพิ่มข้อมูลเข้าสแตกเรียกว่า พูชชิ่ง (pushing) การนำข้อมูลออกจากสแตกเรียกว่า ป๊อปปิ้ง (popping) การเพิ่มหรือการลบข้อมูลในสแตกจะทำที่ท๊อปของสแตก ท๊อปของสแตกนี้เอง เป็นตัวชี้สมาชิกตัวสุดท้ายของสแตก

รูปนี้แสดงหน้าตาของสแตก ซึ่งมีสมาชิก 4 สมาชิก คือ A, B, C และ D



ซึ่งมี ท๊อป ชี้สมาชิกตัวบนสุดเมื่อ push สแตก ท๊อปจะเลื่อนขึ้นหนึ่งตำแหน่ง ถ้า pop สแตก ท๊อปจะเลื่อนลงหนึ่งตำแหน่ง

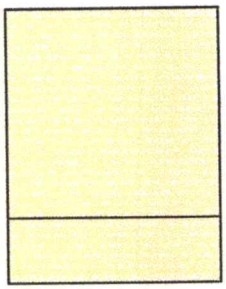
ขบวนการพื้นฐานที่ทำกับสแตก

- การเพิ่มข้อมูลในสแตก (pushing stack)
- การดึงข้อมูลออกจากสแตก (popping stack)
- ถามว่าสแตกว่างหรือไม่

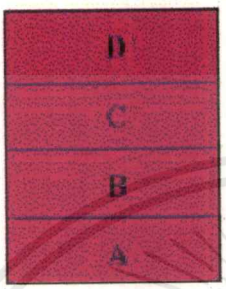
ขบวนการ pushing

การเพิ่มข้อมูลเข้าสแตก หมายถึงการเพิ่มข้อมูลเข้าในสแตก โดยใส่ทับข้อมูลสุดท้าย ในสแตกจะสามารถเพิ่มข้อมูลเข้าได้เรื่อยๆ จนกว่าจะเต็มสแตก ความหมายของคำว่า สแตกเต็ม คือ ท๊อปของสแตกชี้ที่เนื้อที่สุดท้ายของสแตกแล้ว เช่นถ้าขอเนื้อที่ให้กับสแตกไว้ N จะสามารถ บรรจุสมาชิกในสแตกได้ N ตัว เมื่อสแตกว่าง ค่าท๊อปเป็นศูนย์ เมื่อสแตกเต็ม ค่าท๊อปเป็น N ดังนั้นเมื่อค่าท๊อปเป็น N จะไม่สามารถ push ข้อมูลลงสแตกได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงสแตกว่าง



รูปแสดงสแตกเต็ม

นิยาม push (S,X)

ถ้าให้ S เป็นสแตก และ X เป็นข้อมูล ขบวนการ push (S,X) หมายถึง การ push ข้อมูล X ลงสแตก S

นิยาม empty(S)

ถ้า S เป็นสแตก ฟังก์ชัน empty(S) จะส่งผลเป็นจริง (true) เมื่อสแตกว่าง และส่งผลเป็นเท็จ (false)เมื่อสแตกไม่ว่าง

ขบวนการ poping

การดึงข้อมูลออกจากสแตก หมายถึงการนำข้อมูลที่อยู่บนสุดในสแตกหรือที่ชี้ด้วยท๊อปออกจากสแตกจะสามารถ pop สแตกได้เรื่อยๆจนกว่าสแตกจะว่าง

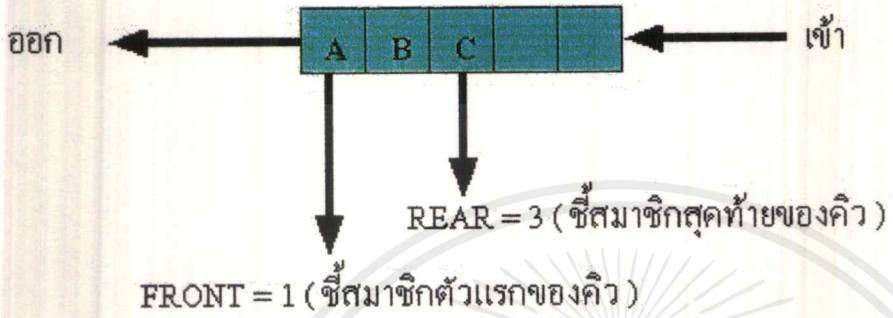
นิยาม pop(S)

ถ้า S เป็นสแตก การ pop (S) คือการนำข้อมูลบนสุดในสแตกออกจากสแตก และให้ค่าเป็นข้อมูลที่นำออกจากสแตก ดังนั้นถ้านำคำสั่ง X = pop(S) ก็คือการนำข้อมูลที่ท๊อปของสแตกมาและใส่ค่าไว้ที่ X หรือเป็นการเซตค่า X ให้เท่ากับข้อมูลที่ดึงออกจากสแตกนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิว (Queue)

คิว เป็นโครงสร้างข้อมูลที่ทำการเพิ่มข้อมูลเข้า ที่ปลายข้างหนึ่งเรียกว่า REAR และทำการนำข้อมูลออกที่ปลายอีกข้างหนึ่งที่เรียกว่า FRONT คิวมีคุณสมบัติเป็นไฟโฟลิสต์ (FIFO List) คือสมาชิกที่เข้าคิวก่อนได้ออกจากคิวก่อน หน้าตาของคิวจะแสดงดังรูปต่อไปนี้



โอเปอร์เรชันในคิว

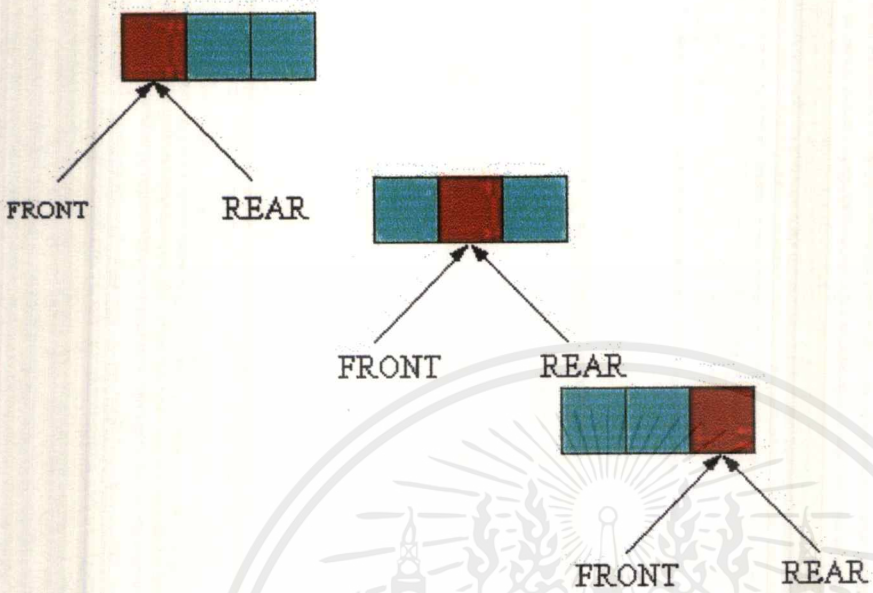
โครงสร้างข้อมูลคิวมีโอเปอร์เรชันพื้นฐาน คือ มีการเพิ่มข้อมูล (insertion) เข้าคิว และมีการดึงข้อมูล(deletion) จากคิว มีการกระทำที่ซับซ้อนเนื่องจากจะต้องจัดการกับตัวชี้ FRONT และ REAR ให้ถูกต้องตัวนั้นจึงขอแสดงหน้าตาและค่าของ FRONT และ REAR ในแต่ละกรณีเสียก่อนโดยสมมติว่าคิวนี้สามารถบรรจุสมาชิกได้ 3 สมาชิก

กรณีที่ 1 เมื่อคิวว่าง (empty Queue)

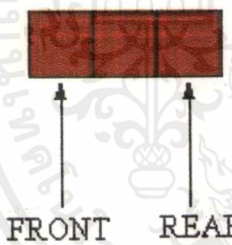
FRONT = 0 REAR = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 เมื่อคิวมีสมาชิกเดียว



กรณีที่ 3 เมื่อคิวเต็ม (Full Queue)



ถ้า insert(Q,X) เป็นฟังก์ชันทำการเพิ่มข้อมูล X เข้าคิว Q และ delete(Q) เป็นฟังก์ชันนำข้อมูลออกจากคิว Q ต่อไปนี้จะแสดงการเพิ่มข้อมูลเข้า เริ่มต้นจากเมื่อคิวว่างมี FRONT และ REAR เป็นศูนย์ และให้คิวนี้จองเนื้อที่ทั้งหมดเท่ากับ 3

เมื่อพิจารณาขั้นตอนในการ insert และ delete จะสรุปได้ว่า

1. การเพิ่มข้อมูลเข้า ซึ่งจะต้องเข้าที่ REAR ของคิว ต้องเพิ่มค่า REAR ที่เป็นตัวชี้สมาชิกตัวสุดท้ายของคิวอีก 1 เพื่อให้ชี้เนื้อที่ถัดไปสำหรับเตรียมข้อมูลไปใช้

2. การนำข้อมูลออกจากคิว ทำที่ FRONT ของคิว ซึ่ง FRONT ชี้สมาชิกตัวแรกของคิวอยู่แล้ว ดังนั้นจึงนำข้อมูลที่ FRONT ชี้อยู่ออกได้เลย หลังจากนั้นเปลี่ยนให้ FRONT ไปชี้สมาชิกตัวถัดไปโดยเพิ่มค่าFRONT อีก 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียงลำดับ (Sort)

เป็นที่ยอมรับกันว่าการจัดสิ่งของให้เป็นระเบียบมีแบบแผนทำให้ค้นหาได้ง่ายและเร็ว การเรียงลำดับ (Sorting) เป็นการจัดสิ่งของอย่างมีแบบแผนอย่างหนึ่ง ดังนั้นการเรียงลำดับจึงมีความสำคัญต่อการค้นหาอย่างมาก เช่น การค้นหาในสมุดโทรศัพท์ ในดิกชันนารี ในห้องสมุด เป็นต้น

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเรียงลำดับอยู่ 5 วิธี

1. การเรียงลำดับด้วยการแทรก (Sorting by Insertion)
2. การเรียงลำดับด้วยการเลือก (Sorting by Selection)
3. การเรียงลำดับด้วยการแลกเปลี่ยน (Sorting by Exchange)
4. การเรียงลำดับด้วยวิธีควิคซอร์ท (Quick Sort)
5. การเรียงลำดับด้วยวิธีเชลซอร์ท (Shell Sort)

การเรียงลำดับด้วยการแทรก

การเรียงลำดับด้วยการแทรกเป็นวิธีการที่แทบทุกคนเคยใช้ เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดไม่ซับซ้อน เช่น ในขณะเล่นไพ่ เรามักจะจัดเรียงไพ่ตามเลขโดยการหยิบมาแทรก เช่น เลขชุดหนึ่งเป็น 5 20 7 10 13 2 30 มีจำนวนหมายเลขอยู่ 7 (n = 7) วิธีการเรียงลำดับด้วยวิธีแทรกมีขั้นตอนดังนี้ โดยที่ข้อมูลชุดนี้แทนข้อมูลในอาร์เรย์ a ที่เป็น ARRAY[0..n]

```
procedure insert;
begin
   for i := 2 downto n do
   begin
        x := a[i];
        a[0] := x;
        j := i-1;
        while x < a[j] do
        begin
                a[j+1] := a[j];
                j := j -1;
        end;
        a[j+1] := x;
    end;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียงลำดับด้วยการเลือก

การเรียงลำดับด้วยวิธีนี้ มีหลักการดังนี้

1. เลือกค่าที่มากที่สุด
2. และนำมาแลกเปลี่ยนกับค่าใน a[n]

หลังจากนั้นก็กระทำตามหลักการทั้ง 2 กับข้อมูลที่เหลือ คือในครั้งที่ 2 ค่า a[n-1] ถูกแลกเปลี่ยนกับค่าที่เลือก แล้วค่ามากที่สุดในลิสต์ a[1]..a[n-2] และในครั้งที่3ถูกแลกเปลี่ยนกับค่าที่มากที่สุดใน a[3]..a[n-3] และเรื่อยไปจนเหลือสมาชิกในลิสต์สองค่าคือ a[1] และ a[2] ดังนั้นจำนวนรอบในการกระทำเป็น n-1 รอบ

```
procedure select_sort;
var max : integer;
begin
        for i := n to 2 do
        begin
                k := i;
                max := a[i];
                for j := 1 to i-1 do
                        if a[j] > max then
                        begin
                                k := j;
                                max := a[j];
                        end;
                a[k] := a[i];
                a[i] := max;
        end;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียงลำดับด้วยการแลกเปลี่ยน

การเรียงลำดับด้วยการแลกเปลี่ยนเป็นที่รู้จักกันมาก คือ บับเบิลซอร์ท (Bubblesort) หลักเกณฑ์ของการเรียงลำดับด้วยวิธีนี้ คือ เปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนสมาชิกในลิสต์ที่อยู่ติดกัน จนกว่าชุดของข้อมูลในลิสต์ถูกเรียงลำดับ จำนวนรอบของการเปรียบเทียบ และแลกเปลี่ยน จึงเป็น n-1 รอบ (ถ้าข้อมูลทั้งหมดมี n) และในรอบต่อไปจำนวนค่าที่ต้องเปรียบเทียบเพื่อแลกเปลี่ยน จะน้อยลง 1 ทุกรอบไป

```
procedure bubble_sort;
var temp : integer;
    exchange : boolean;
begin
        i := 2 ;
        exchange := true;
        while exchange and ( i < n ) do
                begin
                        exchange := false;
                        for j := n downto i do
                                if a[j] < a[j-1] then
                                begin
                                        exchange := true ;
                                        temp := a[j];
                                        a[j] := a[j-1];
                                        a[j-1] := temp;
                                end;
                        i := i+1 ;
                end;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควิคซอร์ท

มีหลักการใหญ่ๆดังนี้ คือ การแบ่งชุดข้อมูลที่ต้องการเรียงลำดับออกเป็นสองส่วนสมมติว่าที่ตำแหน่งที่ K ที่ทำให้ a[1], a[2], a[3],...a[K-1] <= a[K] <= a[K+1], a[K+2],....,a[n]

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลของการแบ่งข้อมูลจะได้ข้อมูลสองชุด ชุดแรกทุกตัวมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ a[K] และในชุดที่สองทุกตัวมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ a[K] และจะทำเช่นเดียวกันนี้กับข้อมูลทั้งสองชุดนี้อีกเรื่อยๆไปจนแต่ละชุดข้อมูลมีสมาชิกเหลือเพียงตัวเดียว ซึ่งทำให้ชุดข้อมูลเรียงลำดับ

การแบ่งส่วน

การแบ่งส่วนมีขั้นตอนดังนี้ ให้มีอินเด็กซ์ i และ j ชี้สมาชิกด้านซ้ายสุด และ ขวาสุดตามลำดับ เลือกสมาชิกตัวกลาง X = a[(i+j) div 2] เปรียบเทียบ สมาชิก a[i] กับค่าตัวกลาง x ในระหว่างที่ a[i] น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า x อินเด็กซ์ i จะเพิ่มค่าครั้งละ 1 ทำนองเดียวกันกับค่าอินเด็กซ์ j ในระหว่างที่ค่า x มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ a[j] ค่าอินเด็กซ์ j จะลดลง 1 หลังจากนั้นสลับค่า a[i] กับ a[j] และดำเนินการแบบเดิมไปจนกระทั่ง i > j ซึ่งเป็นการจบขั้นตอนการแบ่งส่วน 1 ครั้ง ซึ่งทำให้สมาชิกทุกตัวก่อนหน้า x (หรือ a[K]) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ x และสมาชิกที่อยู่หลัง x มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ x

```
procedure partition(l,r : integer);
var w : integer;
begin
        i := l;
        j := r;
        x := a[(l+r) div 2];
        repeat
                while a[i] < x do  i := i + 1;
                while x < a[j] do  j := j - 1;
                if i <= j then
                begin
                        w := a[i];
                        a[i] := a[j];
                        a[j] := w;
                        i := i + 1;
                        j := j - 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end;
        until i > j;
        if l < j then partition(l,j);
        if i < r then  partition(i,r);
end;
```

Shell Sort

วิธีการของ Shell Sort คือจะแบ่งข้อมูลทั้งชุดเหล่านี้ออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วเรียงส่วนย่อยๆ เหล่านั้นโดยใช้อัลกอริทึมของ insertion sort จากชุดข้อมูลที่กำหนดให้ จะทำการแบ่งข้อมูลเป็นลิสต์ย่อย ด้วยการ กำหนดค่า h เป็นระยะห่างระหว่างค่า 2 ค่าใดๆ ของข้อมูลที่อยู่ในลิสต์ย่อย โดยค่า h จะมีค่าแล้วแต่ความเหมาะสม ในที่นี้ใช้ h = n/3 + 1 (n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด) เมื่อทำการเรียงในแต่ละลิสต์ย่อยครบทุกลิสต์ย่อยแล้ว ก็จะต้องหาค่า h ใหม่ โดยหาได้จาก h = h/3 + 1 จากนั้นก็จะทำการเรียงในแต่ละลิสต์ย่อยด้วย insertion sort อีกทำจนกระทั่งค่า h = 1

```
procedure shellsort(n : integer);
var k,m,s,q : integer;
begin
        h[1] := 4;
        h[2] := 2;
        h[3] := 1;
        for q := 1 to 3 do
        begin
                k := h[q];
                for i := k+1 to n do
                begin
                        x := a[i];
                        j := i-k;
                        while (x<a[j]) and (j>0) and (j<=n) do
                        begin
                                a[j+k] := a[j];
                                j := j-k;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    end;
                    a[j+k] := x;
                end;
            end;
end;
```

การค้นหา (Searching)

การค้นหาถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ การค้นหาได้รวดเร็วย่อมขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมของการค้นหานั้นด้วย ในบทนี้จะเสนอวิธีการค้นหา 5 วิธีคือ ค้นหาแบบเรียงลำดับ แบบดัชนีเรียงลำดับ แบบไบนารี และแบบแฮชชิ่ง โดยที่การค้นหาแบบ ไบนารีและดัชนีเรียงลำดับจะใช้กับข้อมูลที่เรียงลำดับแล้ว

การค้นหาแบบซีเควนเชียล (Sequential Search)

การค้นหาแบบซีเควนเชียลเป็นการค้นหาตั้งแต่ข้อมูลรายการแรกไปตามลำดับจนกระทั่งพบข้อมูลนั้นๆ หรือจนกระทั่งจบข้อมูลชุดนั้น วิธีการนี้ใช้ได้กับข้อมูลทั้งที่มีการเรียงลำดับและข้อมูลที่ไม่มีการเรียงลำดับ

หลักการ

เริ่มต้นที่ข้อมูลตัวแรก และเปรียบเทียบดูว่าใช้ข้อมูลที่ต้องการค้นหาหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะไปเปรียบเทียบกับข้อมูลตัวต่อไปอีก ทำแบบนี้จนกระทั่งพบข้อมูลที่ต้องการค้นหา หรือจนหมดข้อมูล

การค้นหาแบบซีเควนเชียลนี้ทำได้ โดยการนำข้อมูลที่ต้องการค้นหาไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ทุกตัว สำหรับข้อมูลที่ไม่เรียงลำดับจะต้องใช้วิธีการค้นหาแบบซีเควนเชียลเพียงแบบเดียวเท่านั้น

การค้นหาแบบไบนารี (Binary Search)

การค้นหาแบบไบนารีเป็นการค้นหาที่ใช้ได้กับชุดของข้อมูลที่มีการเรียงลำดับไว้แล้วเท่านั้น หลักการค้นหาเริ่มด้วย การนำข้อมูลที่ต้องการค้นหาไปเปรียบเทียบกับค่าในตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลชุดนั้น ถ้าค่าของข้อมูลที่ต้องการค้นหา "มีค่าน้อยกว่าค่าในตำแหน่งกึ่งกลาง" ก็จะนำข้อมูลที่ต้องการค้นหานี้ ไปเปรียบเทียบกับค่าในตำแหน่งกึ่งกลางของครึ่งชุด ข้อมูลที่มีค่าน้อยถ้าถ้าค่าของข้อมูลที่ต้องการค้นหามี "ค่ามากกว่าค่าในตำแหน่งกึ่งกลาง" ก็จะนำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องการค้นหานี้ ไปเปรียบเทียบกับค่าในตำแหน่งกึ่งกลางของครึ่งชุดข้อมูลที่มีค่ามากกว่า ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆไป จนพบข้อมูลที่เท่ากับข้อมูลที่ต้องการค้นหา หรือจนกระทั่งหมดข้อมูลที่จะเปรียบเทียบ

ตัวอย่าง

สมมติให้ข้อมูลชุดหนึ่งเป็น 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ถ้าต้องการค้นหา 4 จากข้อมูลชุดนี้จะมีลำดับขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 นำ 4 ไปเปรียบเทียบกับค่าในตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลชุดนี้ คือ 5 ปรากฏว่า 4 น้อยกว่า 5

ขั้นที่ 2 นำ 4 ไปเปรียบเทียบกับค่าในตำแหน่งกึ่งกลางของครึ่งชุดข้อมูล ที่มีค่าน้อยซึ่งประกอบไปด้วย 1 2 3 4 ค่าในตำแหน่งกึ่งกลาง คือ 2 ปรากฏว่า 4 มากกว่า 2

ขั้นที่ 3 นำ 4 ไปเปรียบเทียบกับค่าในตำแหน่งกึ่งกลางของครึ่งชุดข้อมูลที่มีค่ามาก ซึ่งประกอบด้วย 3 และ 4 ค่าในตำแหน่งกึ่งกลางคือ 3 ปรากฏว่า 4 มากกว่า 3

ขั้นที่ 4 นำ 4 ไปเปรียบเทียบกับค่าในตำแหน่งกึ่งกลางของครึ่งชุดข้อมูลที่มีค่ามาก ซึ่งประกอบด้วย 4 ค่าในตำแหน่งกึ่งกลางคือ 4 ปรากฏว่า 4 เท่ากับ 4 ดังนั้นจึงพบข้อมูลที่ต้องการ

การค้นหาแบบดัชนีเรียงลำดับ (Index)

เป็นวิธีการค้นหาที่ใช้กับข้อมูลที่เรียงลำดับแล้ว แต่ปรับปรุงให้มีดัชนีเพื่อทำการค้นหาแบบเรียงลำดับกับช่วงหนึ่งๆของข้อมูลทั้งหมดเท่านั้น โดยไม่ต้องค้นหาแบบเรียงลำดับกับข้อมูลทั้งชุดโดยมีตารางหรืออาร์เรย์อยู่ 2 ตารางคือตารางดัชนี(T) และ อาร์เรย์(a) ที่บรรจุข้อมูลอยู่ ซึ่งตารางดัชนีจะมี 2 ฟิลด์คือฟิลด์ระบุข้อมูลสูงสุดของช่วงข้อมูล (ให้ชื่อว่า val) และพอยเตอร์ (ให้ชื่อว่า ptr) จะระบุตำแหน่งในอาร์เรย์ที่บรรจุ T [i] . val

ตัวอย่าง

ถ้าต้องการค้นหา 590 ว่ามีอยู่หรือไม่ ? เริ่มต้นไปค้นหาในตารางดัชนีอย่างเรียงลำดับจนถึง T[2] ซึ่งค่า 590 < T[2].val หมายความว่า ค่า 590 ควรอยู่ในช่วงที่ 2 ของอาร์เรย์ a นั่นเอง คือจะอยู่ในช่วง a[8]..a[14] หลังจากนั้นก็ไปค้นหาอย่างเรียงลำดับในอาร์เรย์ a เฉพาะช่วง a[8]..a[14] เห็นได้ว่าตารางดัชนีจะช่วยลดการค้นหา คือ ไม่ต้องค้นหาแบบเรียงลำดับ ทุกข้อมูลนั่นเอง วิธีค้นหาแบบนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีจำนวนมากๆเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นหาด้วยวิธีแฮชชิ่ง

การค้นหาด้วยวิธีแฮชชิ่ง เป็นวิธีการที่ทำการแปลงข้อมูลที่ต้องการค้นหาให้เป็นตำแหน่งข้อมูลในตารางข้อมูล โดยใช้ฟังก์ชันอันหนึ่ง ที่เรียกว่า ฟังก์ชันแฮช (Hashing Function)ซึ่งค่าที่ได้จากการผ่าน Hashing Function นี้จะเป็นตำแหน่งในตารางแฮช

แฮชชิ่งฟังก์ชัน

ฟังก์ชันที่ใช้เป็นแฮชชิ่งฟังก์ชันที่อยู่ด้วยกันหลายฟังก์ชันแต่ที่นิยมกันมากก็คือวิธีมอดดูโล (การหารแล้วเอาเศษของผลหารเป็นผลลัพธ์) เช่น ค่าข้อมูล เป็น 23 เมื่อผ่าน แฮชชิ่งฟังก์ชัน วิธีมอดดูโล สมมติ mod ด้วย 9 แล้วจะได้ผลลัพธ์เท่ากับ5 ซึ่งจะเป็นตำแหน่งในตารางแฮช

ตัวอย่าง

ถ้าชุดของข้อมูลเป็นเลข 1, 2,...10 ถ้าเรามอดด้วย 10 ข้อมูลแต่ละตัวเมื่อผ่านแฮชชิ่งฟังก์ชัน ได้เป็น 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 หลังจากจัดที่ให้ข้อมูลแต่ละตัวอยู่ที่แอดเดรสที่กำหนดโดยแฮชชิ่งฟังก์ชันแล้ว หลังจากนั้นก็จะสามารถค้นหาข้อมูลได้ เช่น ถ้าต้องการค้นหาข้อมูล 3 ว่ามีในชุดข้อมูลนี้หรือไม่ ก็ต้องนำข้อมูลที่ต้องการค้นหาผ่านแฮชชิ่งฟังก์ชัน ซึ่งต้องเป็นฟังก์ชันเดิมกับที่จัดแอดเดรสให้กับข้อมูลชุดนี้ ผลการแปลงเลข 3 ให้เป็นแอดเดรสได้ 3 เมื่อได้ค่าแอดเดรสระบุตำแหน่งในตารางแล้ว ไปค้นหาที่ตำแหน่งนั้นได้ทันที จะมีข้อมูล 3 อยู่ในแอดเดรสนั้นหรือไม่ ต้องเปรียบเทียบกันเสียก่อน เปรียบเทียบว่าข้อมุลที่ต้องการค้นหากับข้อมูลที่บรรจุอยู่ที่ตำแหน่งนี้เท่ากันหรือไม่ ถ้าเท่ากันหมายถึงค้นพบข้อมูล 3 แต่ถ้าไม่เท่ากันจะแปลว่าไม่มีข้อมูล 3 อยู่ในข้อมูลชุดนี้ สรุปได้ว่าแฮชชิ่งฟังก์ชันถูกใช้งานสองอย่าง คือ

1. กำหนดแอดเดรสให้กับชุดข้อมูล
2. บอกแอดเดรสที่ต้องไปค้นหาเมื่อระบุ

ข้อมูลที่ต้องการค้นหาซึ่งทั้งสองข้อนี้ก็จะเป็นการแปลงข้อมูลให้เป็นแอดเดรสเหมือนกันนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ผศ.นิศาชล โตอดิเทพย์. โครงสร้างข้อมูล. กรุงเทพ : โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์ 2537
2. ดร.สุชาย ธนวเสถียร, วิชัย จิวังกูล. โครงสร้างข้อมูล. หจก. เอส-เอน การพิมพ์ 2535
3. Joseph Ganci. Authorware 3
4. Seymour Lipschutz. Data Structures. แมคกรอ-ฮิล 2540
5. Ellis Horowitz, Sartaj Sahni. Data Structures in Pascal. Computer Science Press, Inc. 1984
6. Robert L. Kruse. Programing with Data Structures. Prentice-Hall, Inc. 1989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้