

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูล
แบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON DATA STRUCTURES
ARRAY RECORD AND STACKS TYPE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

วพ.
2519ม
2547

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-968-017-0

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...50960/
วัน,เดือน,ปี 26 พ.ค. 2547

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคน
๒๓๒๕๑๐๐๐

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON DATA STRUCTURES
ARRAY RECORD AND STACKS TYPE**



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

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน **ISBN 974-968-017-0** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูล

แบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

ชื่อนักศึกษา

นายวิจารณ์ สงกรานต์

รหัสประจำตัว

44064218

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

พ.ศ.

2547

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนา พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี จำนวน 32 คน ได้โดยวิธีการการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.80/81.77 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

Thesis Title	Computer Assisted Instruction On Data Structures Array Record and Stacks Type
Student	Mr. Vijan Songkran
Degree	Master of Science in Science Education
Programme	Science Education (Computer)
Year	2004
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Ravewan Shinatrakool
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Lertlak Klinhom Assistant Professor Peerawut Suwanjan

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and seek for effectiveness of computer assisted instruction on “Data Structures Array Record and Stacks Type”. The hypothesis of this study were the subject of computer assisted instruction on “Data Structures Array Record and Stacks Type” will be conducted base on the efficiency criteria of 80/80.

Thirty-two students from computer department of Rajabhat Muban Chombung institute were randomly selected to participate in Cluster Sampling.

The research revealed that the computer assisted instruction on “Data Structures Array Record and Stacks Type” met the efficiency at 81.80/81.77 level of criterial, which is equally set at 80/80. Media of teaching can use for efficiency learning into assumption.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางรวมทั้งแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ได้แก่ รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม ผศ.กิตติพงศ์ มะโน และผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ได้แก่ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี ดร.ปรีชญนันท์ นิลสุข ผศ.สมชัย แก้วศิริรัตน์ ผศ.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์อำพล ทองระอา และอาจารย์มงคล ภาวักนันท์ ที่กรุณาให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ให้ความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง ในการเก็บข้อมูล และสำนักคอมพิวเตอร์สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่อำนวยความสะดวกอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการทำวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา สามารถนำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

วิจารณ์ สงกรานต์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 วิชาโครงสร้างข้อมูล.....	7
2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	33
2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	42
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	51
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการวิจัย	69
5.2 อภิปรายผล	71
5.3 ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม.....	74
ภาคผนวก.....	78
ภาคผนวก ก	79
ภาคผนวก ข	88
ภาคผนวก ค	91
ภาคผนวก ง	95
ประวัติผู้เขียน	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 โครงการสอนวิชาโครงสร้างข้อมูล	8
2.2 ค่า Precedence ของ Operator	30
2.3 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท Tutorial ไปใช้งาน.....	35
2.4 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทแบบฝึกหัดไปใช้งาน.....	36
2.5 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทสถานการณ์จำลอง.....	37
2.6 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทเกมไปใช้งาน.....	38
2.7 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทการค้นพบไปใช้งาน.....	39
3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้กับนักศึกษา 6 คน.....	56
4.1 ผลคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	66
4.2 ผลคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้.....	67
4.3 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก	67
ก.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก.....	80
ข.1 การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา.....	89
ข.2 การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	90

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของอะเรย์ 1 มิติ	12
2.2 อะเรย์ NUM ขนาด 5 ช่อง	13
2.3 เก็บค่า 75 ในตำแหน่งที่ 3	13
2.4 ลักษณะการเรียงช่องต่าง ๆ ของอะเรย์ A	13
2.5 การหาค่าสูงสุดแบบโครงสร้างเชิงเส้น	14
2.6 อะเรย์ A[1..N] ในพื้นที่หน่วยความจำ	15
2.7 การหาตำแหน่งแอดเดรส	15
2.8 โครงสร้างอะเรย์ 2 มิติ	16
2.9 การหาแอดเดรสแบบ Row major	16
2.10 การหาแอดเดรสแบบ Row major	17
2.11 โครงสร้างเมตริกซ์จัตุรัส	18
2.12 การแทนเมตริกซ์จัตุรัสด้วยเมตริกซ์สามเหลี่ยม	18
2.13 อะเรย์ 1 มิติ ที่ใช้เก็บข้อมูลแทนเมตริกซ์สามเหลี่ยม	18
2.14 ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล	19
2.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ตามเมตริกซ์รูปที่ 2.12	20
2.16 ตัวอย่างของไดกราฟ	20
2.17 อะเรย์ 2 มิติแทนกราฟตามรูปที่ 2.15	21
2.18 อะเรย์ 2 มิติแทนกราฟรูปที่ 2.16	21
2.19 รูปแบบโครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด	22
2.20 โครงสร้างเรคคอร์ดที่ประกอบด้วยฟิลด์ต่าง ๆ	22
2.21 การบันทึกค่า X ลงในเรคคอร์ด	23
2.22 โครงสร้างเรคคอร์ด Person	23
2.23 รูปแบบโครงสร้างข้อมูลเรคคอร์ด Student	24
2.24 ผลลัพธ์การบันทึกค่า 'Dang' สู่อัฒพเร Student ที่ฟิลด์ name	25
2.25 รูปโครงสร้างเรคคอร์ดฟิลด์ Age จากัฒพเร Student	25
2.26 ลำดับการนำข้อมูลเข้าสู่สแตก	26
2.27 ลำดับการนำข้อมูลออกจากสแตก	26
2.28 การนำค่า 8, 102, 16 เข้าสู่สแตก[1..100]	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 การ PUSH ค่า 18 เข้าสู่สแตคชื่อ ST ซึ่งมีที่เก็บค่า 5 ตำแหน่ง	27
2.30 การทำงาน POP ข้อมูลออกจากสแตค	28
2.31 วิธีการหาผลลัพธ์จากนิพจน์ Postfix	31
2.32 รูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial.....	34
2.33 รูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด.....	35
2.34 รูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง.....	37
2.35 รูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม.....	38
ง.1 รายการหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	96
ง.2 รายการย่อยของระบบการเรียน.....	97
ง.3 การป้อนรหัสนักศึกษาและรหัสผ่าน.....	97
ง.4 การกำหนดค่า MyODBC Driver	99
ง.5 การปรับแต่งความเหมาะสมของเสียง.....	100
ง.6 ใต้เค็ลการเข้าสู่บทเรียน.....	100
ง.7 รายการเลือกหลักแต่ละบทเรียนยังไม่สามารถทำงานจนกว่าจะมีการลงทะเบียนเรียน.....	101
ง.8 การลงทะเบียนเรียนด้วยรหัสนักศึกษา 440642180 รหัสผ่าน 269745	101
ง.9 การพักทหายหลังจากลงทะเบียนเรียนสำเร็จ.....	102
ง.10 การแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบก่อนเรียน.....	102
ง.11 การนำเข้าสู่บทเรียน โดยผู้เรียนลงคำตอบที่ตัวเลือก ก	103
ง.12 การนำเข้าสู่บทเรียน โดยผู้เรียนลงคำตอบที่ตัวเลือก ข.....	103
ง.13 บทเรียนคอมพิวเตอร์แสดงเนื้อหาสาระกับผู้เรียน.....	104
ง.14 การให้ผลย้อนกลับทันทีทันทีกับผู้เรียน.....	104
ง.15 ผู้เรียนฝึกคิดหาคำตอบ และตอบคำถาม บทเรียนคอมพิวเตอร์จะให้ผลย้อนกลับ.....	105
ง.16 ชุดท้ายจะมีการสรุปเนื้อหาที่ถูกต้องให้อีกครั้ง.....	105
ง.17 โปรแกรมบทเรียนจะคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ในการที่จะศึกษาเนื้อหาตอนต่อไป.....	106

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.18 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองเหตุการณ์เรียงลำดับข้อมูลแบบ Bubble Sort	106
จ.19 หลังจากศึกษาจากการจำลองเหตุการณ์แล้ว ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้มาตอบคำถาม.....	107
จ.20 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia).....	107
จ.21 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขยายรายละเอียดข้อความ อะเรย์ 1 มิติที่มี 10 ช่อง	108
จ.22 คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	108
จ.23 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	109
จ.24 แจกคะแนนที่สอบได้ให้ผู้เรียนทราบ พร้อมกับบันทึกคะแนนที่สอบได้ในฐานข้อมูล.....	109
จ.25 การออกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	110



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศในภาคการศึกษาของประเทศไทย กำหนดเป้าหมายให้ในปี พ.ศ. 2549 ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของการเรียนการสอนทุกระดับชั้นให้มีการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อประกอบการเรียนการสอน โดยกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบการศึกษา และการสร้างความรู้ ส่งเสริมสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา เร่งรัดจัดหาและพัฒนาสื่อการเรียนรู้อัจฉริยะ (สำนักงานคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ. 2545 : 48) ประกอบกับในปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในสถานศึกษา ทั้งคอมพิวเตอร์เพื่อบริหารการศึกษา และคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน ทำให้รูปแบบของการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนมีการแพร่หลายมากขึ้น มีการพัฒนาสื่อการสอนจากเดิมมาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีนักการศึกษาที่เชื่อว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ได้ และยังเชื่อว่าสิ่งที่ครูสอนให้ผู้เรียนทั้งหลายสามารถใช้คอมพิวเตอร์แทนได้ โดยครูหรือผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างเหมาะสม (บรรพต สุวรรณประเสริฐ. 2544 : 159)

ในการจัดการเรียนการสอนนั้นเป็นกระบวนการในการสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสื่อสาร 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารทางเดียวที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่มีโอกาสโต้ตอบกัน และการสื่อสารแบบสองทางที่ผู้เรียนและผู้สอนมีโอกาสโต้ตอบซึ่งกันและกัน ในการที่ผู้เรียนมีโอกาสโต้ตอบถือว่าการเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้เรียนย่อมมีศักยภาพที่แตกต่างกันทั้งทางร่างกายและความสามารถ จึงมีการพัฒนาการเรียนการสอนให้เป็นเอกภาพตามระดับความสามารถของผู้เรียน เรียกว่าการศึกษาตามเอกภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ (บุรณะ สมชัย. 2538 : 22) ซึ่งสอดคล้องกับความสำคัญของสื่อการสอนนั้นต้องให้ประโยชน์ทั้งผู้เรียนและผู้สอนที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนในระยะเวลาอันสั้น สามารถเกิดความคิดรวบยอดได้รวดเร็ว สื่อการสอนจะกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนเกิดความสนุกไม่เบื่อหน่ายต่อบทเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่ตรงกัน เป็นการเสริมสร้างลักษณะที่ดีในการค้นหาความรู้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 88)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในวงการศึกษาลักษณะการนำเสนอการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอนและผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยประกอบด้วยคุณสมบัติ 4 ประการ คือ สารสนเทศ (Information) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การโต้ตอบ (Interaction) และการให้ผลป้อนกลับทันที (Immediate Feedback) (ถนอมพร (ต้นคิพพัฒน์) เลขาจรสสส. 2541 : 8)

จากคุณสมบัติทั้ง 4 ประการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นคุณสมบัติที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะเด่นที่เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพทั้งด้านการนำเสนอเนื้อหาสาระที่มีการเรียบเรียงเป็นอย่างดีในรูปแบบทั้งทางตรงและทางอ้อม สามารถสื่อออกมาทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลได้มากที่สุดตามระดับสติปัญญาและความสามารถของผู้เรียนที่อิสระในการควบคุมบทเรียนด้านเนื้อหา ลำดับการเรียน การฝึกปฏิบัติและการทดสอบ อีกทั้งยังจัดการนำเสนอเนื้อหาตามความยากง่ายที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน ในด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์นั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุดตามความจริงที่ว่า มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นเกิดจากการมีโอกาสได้ปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน คุณสมบัติในด้านการให้ผลย้อนกลับเป็นสิ่งสำคัญในการเสริมแรงกับผู้เรียนทำให้ทราบถึงการพัฒนาของตนเองเพื่อเกิดความพร้อมในการพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นสื่อทางการศึกษา ที่สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ควรนำไปพัฒนาได้ในวิชาอื่น ๆ หลักสูตรอื่น ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ (สุคนธ์ สุวนพานิช. 45 : 2545)

วิชาโครงสร้างข้อมูล (Data Structures) รหัสวิชา 4122202 เป็นวิชาเฉพาะด้านของนักศึกษาหลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรของสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 จำนวน 3 หน่วยกิต (สำนักงานมาตรฐานการศึกษา. 2543 : 371) เนื้อหาวิชาว่าด้วยการออกแบบโครงสร้างของหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงสู่หน่วยความจำ เนื้อหาล้วนแต่เป็นนามธรรมยากที่ผู้เรียนจะจินตนาการให้เกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ ประกอบกับเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ดและ โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก ของวิชาโครงสร้างข้อมูลนี้ เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญในการเป็นพื้นฐานหลักในการเรียนบทอื่น ๆ ในวิชาโครงสร้างข้อมูล และวิชาอื่น ๆ ในหลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง กับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทุกภาษา (กฤษฎา กรุดทอง. 2536 : 21)

วิชาโครงสร้างข้อมูลประกอบด้วยส่วนที่เป็นทฤษฎีและปฏิบัติ ในส่วนของทฤษฎีนั้น ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย สื่อประกอบการสอนเป็นรูปแบบของเอกสาร ผู้เรียนต้องสิ้นเปลืองเวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหา เนื่องจากข้อจำกัดของเอกสารไม่สามารถแสดงลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุการณ์ต่าง ๆ ตามเนื้อหาบทเรียนได้ จากคุณสมบัติเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก เพื่อให้ได้สื่อที่มีคุณภาพเอื้ออำนวยประโยชน์แก่ผู้เรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบ อะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ซึ่งยึดเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' ที่ประกอบด้วยกระบวนการเรียน การสอนที่ต้องการ 9 เหตุการณ์ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2544 : 46-46) ที่ผู้ทำวิจัยนำมาใช้ออกแบบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 5 เหตุการณ์ คือ

- 1.4.1 บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Informing Learner of Lesson Objective)
- 1.4.2 ให้ความรู้และเนื้อหาใหม่ (Presenting Stimuli with Distinctive Features)
- 1.4.3 กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้ (Eliciting Performance)
- 1.4.4 ให้ผลย้อนกลับ (Providing Informative Feedback)
- 1.4.5 ทดสอบความรู้ (Assessing Performances)

ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูล แบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ซึ่งยึดเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่าง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ระดับปริญญาตรีสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 61 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ระดับปริญญาตรีสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 32 คน โดยการใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

1.5.4 เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1.5.4.1 โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์

- (1) ความหมายของอะเรย์
- (2) การบันทึกข้อมูลในตัวแปรอะเรย์ 1 มิติ
- (3) การบันทึกข้อมูลในตัวแปรอะเรย์ 2 มิติ
- (4) การค้นข้อมูลจากตัวแปรอะเรย์
- (5) การเรียงลำดับข้อมูลจากตัวแปรอะเรย์
- (6) เมตริกซ์สามเหลี่ยม
- (7) กราฟ

1.5.4.2 โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด

- (1) ความหมายของโครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด
- (2) ส่วนประกอบโครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด
- (3) การนิยามโครงสร้างแบบเรคคอร์ด
- (4) การเขียนโปรแกรมแบบเรคคอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4.3 โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก

- (1) ความหมายของสแตก
- (2) การดำเนินการกับสแตก
- (3) การแปลงนิพจน์ Infix เป็นนิพจน์ Postfix
- (4) โปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) หมายถึงกลวิธีที่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เพื่อบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำงานในระบบอินทราเน็ต โดยมีอุปกรณ์รองรับบทเรียน 2 ส่วน ดังนี้

1.6.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายระบบปฏิบัติการ LINUX เป็นแหล่งเก็บข้อมูลคะแนนของผู้เรียนบนฐานข้อมูล MySQL

1.6.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 98 เป็นแหล่งเก็บบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

1.6.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก หมายถึง เนื้อหาส่วนหนึ่งในรายวิชา โครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ที่ทำการวัดผลเฉพาะในเนื้อหาส่วนที่เป็นภาคทฤษฎี ภาษาที่ประกอบในบทเรียนใช้ภาษา Pascal Version 7.0

1.6.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ผลการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ที่วัดจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ และการเรียนทั้งหมดจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 (E_1/E_2)

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งได้มาจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบคำถามถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ในหน่วยย่อย คิดเป็นร้อยละ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งค่าได้จากคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนตอบคำถามถูกจากการทำการวัดผลหลังการเรียนคิดเป็นร้อยละ ไม่ต่ำกว่า 80

1.6.4 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาวิชาเอกคอมพิวเตอร์ศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และวิชาเอกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.5 สาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ หมายถึง วิชาเอกคอมพิวเตอร์ศึกษา หลักสูตร
ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และวิชาเอก
คอมพิวเตอร์ธุรกิจหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ตามหลักสูตรปริญญาตรีสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ผู้วิจัยได้แบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็นหัวข้อดังนี้

- 2.1 วิชาโครงสร้างข้อมูล
- 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิชาโครงสร้างข้อมูล

วิชาโครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 เป็นรายวิชาหนึ่งในกลุ่มวิชาเฉพาะด้านตามหลักสูตรปริญญาตรีสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา และยังเป็นวิชาเลือกในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ตามหลักสูตรของสถาบันราชภัฏทั่วประเทศ พ.ศ. 2543 จำนวน 3 หน่วยกิต ใน 1 สัปดาห์มีจำนวนคาบการเรียน 4 คาบเรียน แบ่งเป็นภาคทฤษฎี 2 คาบเรียน และภาคปฏิบัติ 2 คาบเรียน ใน 1 ภาคเรียนประกอบด้วย 16 สัปดาห์ (สำนักงานมาตรฐานการศึกษา สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ. 2543 : 371) เนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ประกอบด้วย

2.1.1 โครงการสอนวิชาโครงสร้างข้อมูล

วิชาโครงสร้างข้อมูลมีคำอธิบายรายวิชาว่า เพื่อมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูล การประมวลผลข้อมูลสตริง (String Processing) อะเรย์ เรคคอร์ด และพอยน์เตอร์ (Arrays, Records and Pointers) ลิงค์ลิสต์ (Linked Lists) สแตก (Stacks) คิว (Queues) การเวียนเกิด (Recursion) ต้นไม้ (Tree) กราฟและการประยุกต์ใช้ (Graphs and Applications) การเรียงลำดับและการค้นหาข้อมูล (Sorting and Searching)

จากคำอธิบายรายวิชาโครงสร้างข้อมูลนำมากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ทั่วไปและกำหนดเป็นโครงการสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลได้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงการสอนวิชาโครงสร้างข้อมูล

จุดประสงค์ ที่	จุดประสงค์ทั่วไป/เนื้อหา	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	<p>จุดประสงค์</p> <p>เพื่อให้มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูล</p> <p>เนื้อหา</p> <p>1.1 ลักษณะ โปรแกรมแบบมีโครงสร้างที่ดี</p> <p>1.2 การประเมินผล โปรแกรมที่เขียน</p> <p>1.3 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำ</p>	2	2
2	<p>จุดประสงค์</p> <p>เพื่อให้มีความรู้โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์</p> <p>เนื้อหา</p> <p>2.1 ความหมายของอะเรย์</p> <p>2.2 การบันทึกข้อมูลในตัวแปรอะเรย์ 1 มิติ</p> <p>2.3 การบันทึกข้อมูลในตัวแปรอะเรย์ 2 มิติ</p> <p>2.4 การค้นข้อมูลจากตัวแปรอะเรย์</p> <p>2.5 การเรียงลำดับข้อมูลจากตัวแปรอะเรย์</p> <p>2.6 เมตริกซ์สามเหลี่ยม</p> <p>2.7 กราฟ</p>	4	4
3	<p>จุดประสงค์</p> <p>เพื่อให้มีความรู้โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด</p> <p>เนื้อหา</p> <p>3.1 ความหมายของเรคคอร์ด</p> <p>3.2 ส่วนประกอบของเรคคอร์ด</p> <p>3.3 การนิยามโครงสร้างแบบเรคคอร์ด</p> <p>3.4 การเขียนโปรแกรม โครงสร้างแบบเรคคอร์ด</p>	2	2
4	<p>จุดประสงค์</p> <p>เพื่อให้มีความรู้ โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก</p> <p>เนื้อหา</p> <p>4.1 ความหมายของสแตก</p> <p>4.2 การดำเนินการเข้าและออกจากสแตก</p>	2	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ที่	จุดประสงค์ทั่วไป/เนื้อหา	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	4.3 การแปลงนิพจน์ Infix เป็นนิพจน์ Postfix 4.4 การเขียนโปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟ		
5	จุดประสงค์ เพื่อให้มีความรู้โครงสร้างข้อมูลแบบคิว เนื้อหา 5.1 ความหมายโครงสร้างข้อมูลแบบคิว 5.2 การสร้างคิว 5.3 การเข้าและออกจากคิว 5.4 คิววงกลม	2	2
	สอบกลางภาค	2	2
6	จุดประสงค์ เพื่อให้มีความรู้โครงสร้างข้อมูลแบบลิงค์ลิสต์ เนื้อหา 6.1 ความหมายของลิงค์ลิสต์ 6.2 ลิงค์ลิสต์เดี่ยว 6.3 ลิงค์ลิสต์วงกลม 6.4 ลิงค์ลิสต์คู่ 6.5 การแทนกราฟโดยใช้ลิงค์ลิสต์	4	4
7	จุดประสงค์ เพื่อให้มีความรู้โครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ เนื้อหา 7.1 นิยามของโครงสร้างแบบต้นไม้ 7.2 ส่วนประกอบของต้นไม้ 7.3 การแทนโครงสร้างต้นไม้ในคอมพิวเตอร์	4	4
	7.4 ต้นไม้แบบไบนารี 7.5 การเดินเข้าไปในต้นไม้		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ที่	จุดประสงค์ทั่วไป/เนื้อหา	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
8	จุดประสงค์ เพื่อให้มีความรู้การค้นหาข่าวสาร เนื้อหา 8.1 ความเป็นมาในการค้นหาข่าวสาร 8.2 การค้นหาข้อมูลหรือข่าวสารแบบซีควนเชียล 8.3 การค้นหาข่าวสารแบบขจัดครึ่ง 8.4 การพล็อตโหนดจากตารางโครงสร้างต้นไม้ ไบนารีทรี 8.5 แสซซิ่ง	4	4
9	จุดประสงค์ เพื่อให้มีความรู้การเรียงลำดับข้อมูล เนื้อหา 9.1 ประเภทการเรียงลำดับข้อมูล 9.2 การเรียงลำดับข้อมูลแบบ Bubble Sort 9.3 การเรียงลำดับ Insertion Sort 9.4 การเรียงลำดับแบบ Heap Sort 9.5 การเรียงลำดับแบบ Quick Sort 9.6 การเรียงลำดับแบบ Merge Sort 9.7 การเรียงลำดับแบบ Radix Sort 9.8 การเรียงลำดับแบบ Shell Sort	4	4
	รวม	30	30

จากโครงการสอนจำนวน 9 จุดประสงค์นั้นผู้วิจัยได้นำเนื้อหา 3 จุดประสงค์ทั่วไป มาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ

จุดประสงค์ที่ 2 โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์

จุดประสงค์ที่ 3 โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด

จุดประสงค์ที่ 4 โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนทั้ง 3 จุดประสงค์ที่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ เลือกตามความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนรายวิชาโครงสร้างข้อมูล ของสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ด้วยสาเหตุที่เป็นจุดประสงค์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนจุดประสงค์อื่นๆ ในวิชาโครงสร้างข้อมูล และเป็นพื้นฐานความรู้รายวิชาอื่นๆ ของหลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์ เนื้อหาทั้ง 3 จุดประสงค์นี้ประกอบด้วยจุดประสงค์ย่อยดังนี้

จุดประสงค์ที่ 2 โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความหมายของอะเรย์
2. การบันทึกข้อมูลในตัวแปรอะเรย์ 1 มิติ
3. การบันทึกข้อมูลในตัวแปรอะเรย์ 2 มิติ
4. การค้นข้อมูลจากตัวแปรอะเรย์
5. การเรียงลำดับข้อมูลจากตัวแปรอะเรย์
6. เมตริกซ์สามเหลี่ยม
7. กราฟ

จุดประสงค์ที่ 3 โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความหมายของเรคคอร์ด
2. ส่วนประกอบของเรคคอร์ด
3. การนิยามโครงสร้างแบบเรคคอร์ด
4. การเขียน โปรแกรม โครงสร้างแบบเรคคอร์ด

จุดประสงค์ที่ 4 โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความหมายของสแตก
2. การดำเนินการเข้าและออกจากสแตก
3. การแปลงนิพจน์ Infix เป็นนิพจน์ Postfix
4. การเขียน โปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟ

2.1.2 เนื้อหาวิชาโครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

โครงสร้างข้อมูลที่ใช้กันแบบต่างๆ ไป มี 2 แบบใหญ่ ๆ คือแบบที่ใช้เรียงกันไปเช่นอะเรย์ โดยข้อมูลตัวที่ถัดไปต้องเก็บในตำแหน่งความจำที่ติดกัน ส่วนอีกแบบหนึ่งคือข้อมูลที่อยู่ถัดไปเมื่อเก็บในคอมพิวเตอร์แล้ว ไม่จำเป็นต้องอยู่ในตำแหน่งความจำที่อยู่ติดกัน จากพื้นฐานการเก็บข้อมูลนี้ ทำให้ผู้เขียน โปรแกรมต้องเขียน โปรแกรมตามลักษณะการจัดการเก็บของข้อมูล (สุชาย ธนวเสถียร และวิชัย จิวังกูร. 2544 : 11)

2.1.2.1 โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์

โครงสร้างอะเรย์เป็นแบบหนึ่งของโครงสร้างแบบลำดับ ดังที่ สุขชาย ธนเวสทีช และวิรัช จิวังกูร (2544 : 22-36) ได้กล่าวไว้ว่า

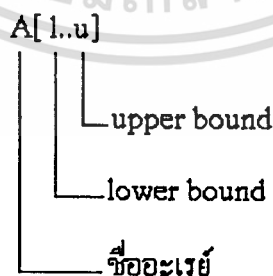
โครงสร้างอะเรย์เป็นแบบหนึ่งของโครงสร้างที่เรียกว่า Linear List ลักษณะของอะเรย์ คือ ตารางที่เป็นช่อง ๆ แต่ละช่องสามารถเก็บข้อมูลได้ 1 หน่วยอาจเป็นตัวเลข 1 ตัว หรือตัวอักษรหลายตัว ช่องทุกช่องต้องเป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน เป็นตัวอักษรล้วน หรือตัวเลขล้วน ขนาดของแต่ละช่องต้องเท่ากันหมด อะเรย์เป็นโครงสร้างที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นที่คุ้นเคยมากที่สุดและเข้าใจง่ายที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างอะเรย์ตรงกับธรรมชาติของข่าวสารข้อมูลหลายประการ เช่นบัญชีการเงิน คะแนนนักเรียนในชั้น บัญชีพนักงานของบริษัท ข้อมูลที่แบ่งเป็นพวกหรือหมวดหมู่ ฯลฯ นอกจากนี้โปรแกรมที่เขียนงานเมตริกซ์ หรือพีชคณิตเชิงเส้น ก็ต้องใช้อะเรย์เป็นที่เก็บตัวเลข นอกจากนี้อะเรย์ยังเป็นโครงสร้างพื้นฐานของโครงสร้างที่สำคัญอื่น ๆ เช่น สแตก, คิว, และคั่นไม้ เป็นต้น

1. โครงสร้างของอะเรย์ โดยสรุป นิยามได้ว่าอะเรย์คือกลุ่มของค่าชนิดเดียวกัน ที่เรียงลำดับกันอย่างมีแบบแผน เราสามารถใช้ค่าต่างๆ ในอะเรย์โดยใช้ตัวห้อยหรือซบสคริปต์ เช่นอะเรย์ A มีขนาด 100 ตำแหน่ง A[5] จะหมายถึงค่าของอะเรย์ตำแหน่งที่ 5 ในอะเรย์นั้น เลข 5 ในวงเล็บเรียกว่าตัวห้อยหรือซบสคริปต์ จำนวนซบสคริปต์ที่ต้องใช้ในการใช้ค่าในอะเรย์ เรียกว่า มิติ หรือ ไคเมนชันของอะเรย์นั้น

2. ลักษณะของอะเรย์ การสร้างอะเรย์ขึ้นใช้นั้น เราต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

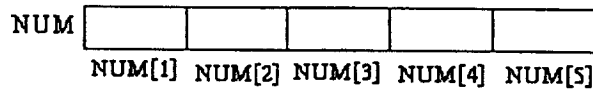
1. ชื่อของอะเรย์
2. ขนาดของอะเรย์แต่ละช่อง และมิติของอะเรย์
3. ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในแต่ละมิติ

สำหรับอะเรย์ 1 มิติ จะมีลักษณะทั่วไปดังนี้



รูปที่ 2.1 ลักษณะของอะเรย์ 1 มิติ

ถ้า เขียนอะเรย์ NUM เป็น NUM[1..5] ในภาษาปาสคาลจะหมายถึงใช้อะเรย์ชื่อ NUM มีขนาด 5 ช่อง ดังนี้



รูปที่ 2.2 อะเรย์ NUM ขนาด 5 ช่อง

ถ้าเขียนคำสั่ง NUM[3] := 75 ค่า 75 จะปรากฏหรือเก็บอยู่ในช่องที่ 3 ดังนี้



รูปที่ 2.3 เก็บค่า 75 ในตำแหน่งที่ 3

จำนวนช่องของอะเรย์ A[1..u] สามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้

จำนวนช่องของ

$$A[1..u] = u + 1 - 1$$

ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาจำนวนช่องของอะเรย์ A[-2..5]

จำนวนช่อง

$$= 5 - (-2) + 1 = 8$$

ลักษณะของการเรียงช่องจะเป็นดังนี้



รูปที่ 2.4 ลักษณะการเรียงช่องต่าง ๆ ของอะเรย์ A

ตัวอย่างที่ 2 จงคำนวณหน่วยขนาดความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ระบุดังนี้

CLASS[-5..5] แต่ละช่องเก็บ 5 ตัวอักษร

จำนวนช่อง $= 5 - (-5) + 1 = 11$

เนื่องจากแต่ละช่องเก็บได้ 5 ตัวอักษร และตัวอักษรแต่ละตัวต้องใช้หน่วยความจำ 8 บิต หรือ 1 ไบต์ ดังนั้นขนาดของพื้นที่หน่วยความจำเท่ากับ $11 \times 5 = 55$ ไบต์

3. การเรียงข้อมูล การเรียงข้อมูลให้ลดหลั่นจากมากไปน้อยหรือจากน้อยไปมากมีความสำคัญในการประมวลข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานมีลักษณะการเรียงข้อมูลหลายวิธีการด้วยกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงการเรียงลำดับข้อมูลแบบ Bubble Sort เพื่อเห็นวิธีการสลับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในตัวแปรอะเรย์ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อได้ลำดับใหม่ตามค่าจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามาก ด้วยความคิดเบื้องต้นของการเปรียบเทียบค่าตำแหน่งปัจจุบันกับตำแหน่งถัดไปเรื่อย ๆ ถ้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการก็ให้ทำการสลับค่า จำนวนครั้งที่ต้องการทำการเปรียบเทียบเท่ากับ $N(N-1)/2$ ครั้ง เช่นอะเรย์มี 10 สมาชิก ต้องการทำการเปรียบเทียบ $10(10-1)/2$ เท่ากับ 45 ครั้ง

4. การค้นข้อมูล ถ้าต้องการค้นว่าข้อมูล X อยู่ในอะเรย์ A[N] หรือไม่ เราต้องเขียนโปรแกรมแบบวงจรมัด แล้วทำการเปรียบเทียบ N ครั้ง จะได้ผลลัพธ์ว่า X อยู่ในอะเรย์ A หรือไม่ การค้นแบบนี้เรียกว่าการค้นแบบเชิงเส้น ลักษณะโปรแกรมจะเป็น

```
for I:= to N do
```

```
begin
```

```
    if X = A[i] then X อยู่ในตำแหน่งที่ i
```

```
end;
```

ตัวอย่างที่ 3 การหาค่าใหญ่ที่สุดในอะเรย์ สมมติกำหนดอะเรย์ A[1..10] มีค่าต่อไปนี้ (21 25 32 14 17 24 36 13 28 27) การหาค่าที่ใหญ่ที่สุดของอะเรย์นี้ จะทำได้ง่ายมากโดยอาศัยการเปรียบเทียบ 9 ครั้ง (หรือ n ครั้งในกรณีทั่วไป)

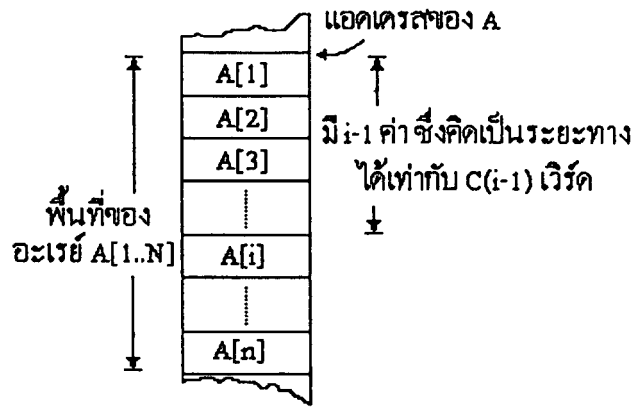


รูปที่ 2.5 การหาค่าสูงสุดแบบโครงสร้างเชิงเส้น

5. การเก็บอะเรย์ในคอมพิวเตอร์

อะเรย์ 1 มิติ ในการใช้อะเรย์ผู้เขียนโปรแกรม สามารถอ้างหรือใช้อะเรย์โดยระบุถึงชื่ออะเรย์นั้น และสามารถใส่ค่าใด ๆ ในอะเรย์นั้นได้โดยใช้ชื่อกับตัวห้อยหรือซบสกริปต์ อะเรย์ A[1..N] หมายถึงอะเรย์ที่มีชื่อ A เก็บได้ N ค่า หรือเป็นตารางแถวเดียวที่มีช่องอยู่จำนวน N ช่อง แต่ละช่องมีชื่อ A[1], A[2], A[3], ..., A[N] ตามลำดับ ในระดับที่ลึกเข้าไปในระบบคอมพิวเตอร์อีก 1 ระดับ ชื่อ A จะเป็นแอดเดรสของอะเรย์ในพื้นที่หน่วยความจำ ถ้าแต่ละช่องกินเนื้อที่ C เวิร์ด ตำแหน่งหรือแอดเดรสของค่าตัวที่ i ในอะเรย์ หรือ A[i] หาได้โดยการนำแอดเดรสตั้งต้นของอะเรย์นั้น (นั่นคือตำแหน่งของ A) บวกเข้ากับระยะทางจากจุดตั้งต้น ไปถึงตำแหน่งที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

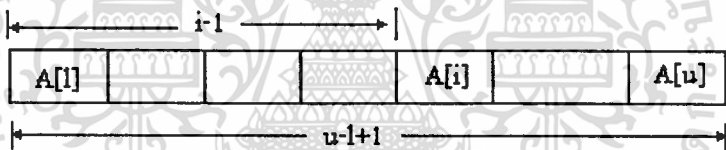


รูปที่ 2.6 อะเรย์ $A[1..N]$ ในพื้นที่หน่วยความจำ

แอดเดรส $A[i]$ เขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\text{แอดเดรส } A[i] = \text{แอดเดรส } A[1] + C(i-1)$$

ในกรณีทั่วไปเมื่ออะเรย์มีค่าต่ำสุดเป็น 1 และค่าสูงสุดเป็น n อะเรย์ทั่วไปจะเป็น $A[1..n]$ ค่าในอะเรย์ทั่วไปจะเก็บตั้งแต่ $A[1]$ จนถึง $A[n]$ ค่า n ต้องมีค่ามากกว่าค่า 1 เสมอ ส่วนค่า 1 จะเป็นค่าจำนวนเต็มบวกหรือลบก็ได้



รูปที่ 2.7 การหาค่าตำแหน่งแอดเดรส

ตัวอย่างที่ 4 จงหาสูตรการคำนวณแอดเดรสของ $A[i]$ สำหรับอะเรย์ซึ่งได้รับการกำหนดดังนี้ อะเรย์ชื่อ A มี 100 ช่อง ขนาดแต่ละช่อง 32 บิตหรือ 4 ไบต์ ตำแหน่งแรกของอะเรย์ $A[1]$ ได้รับการบันทึกที่ตำแหน่งความจำ 5000 ไบต์

$$\begin{aligned} \text{แอดเดรส } A[i] &= 5000 + 4[i-1] \\ &= 4i + 4996 \end{aligned}$$

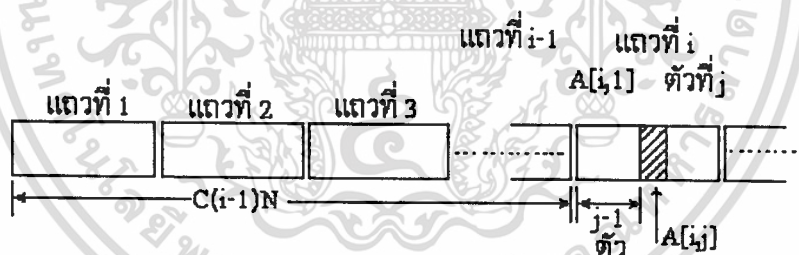
อะเรย์ 2 มิติ รูปแบบของอะเรย์ 2 มิติ จะเป็น $A[1..M, 1..N]$ อะเรย์ 2 มิติจะมี M แถว และแต่ละแถวจะมี N ค่า

A[1,1]	A[1,2]	A[1,3]	-----	A[1,N]
A[2,1]	A[2,2]	-----	-----	A[2,N]
A[3,1]	A[3,2]	-----	-----	-----
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A[M,1]	A[M,2]	-----	-----	A[M,N]

รูปที่ 2.8 โครงสร้างอะเรย์ 2 มิติ

เมื่อเก็บอะเรย์ 2 มิติแบบซีควเอนเชียล อาจเก็บได้ 2 แบบคือ

แบบ Row Major ลักษณะการเก็บจะเป็นแถว ต่อๆ กันไปดังนี้ A[1,1] A[1,2] A[1,3] จนถึง A[1,N] A[2,1] A[2,2] A[2,3] จนถึง A[2,N] A[3,1] จนถึง A[M,1] จนถึง A[M,N] การหาแอดเดรส A[i,j] ในอะเรย์ A[1..M,1..N] จะต้องคิดดังนี้ ชั้นแรกต้องเข้าไป i-1 แถว แต่ละแถวมี N ค่า แต่ละค่ากินเนื้อที่ C ไบต์ นั่นคือเราต้องเข้าไป C(i-1)N ตำแหน่งจาก A[1,1] ตอนนี้เท่ากับเราอยู่ที่ตำแหน่ง A[i,1] ต่อไปจะต้องข้าม j-1 ค่าในแถวที่ i ก็จะถึงตัวที่ j ในแถวที่ i หรือตัว A[i,j]



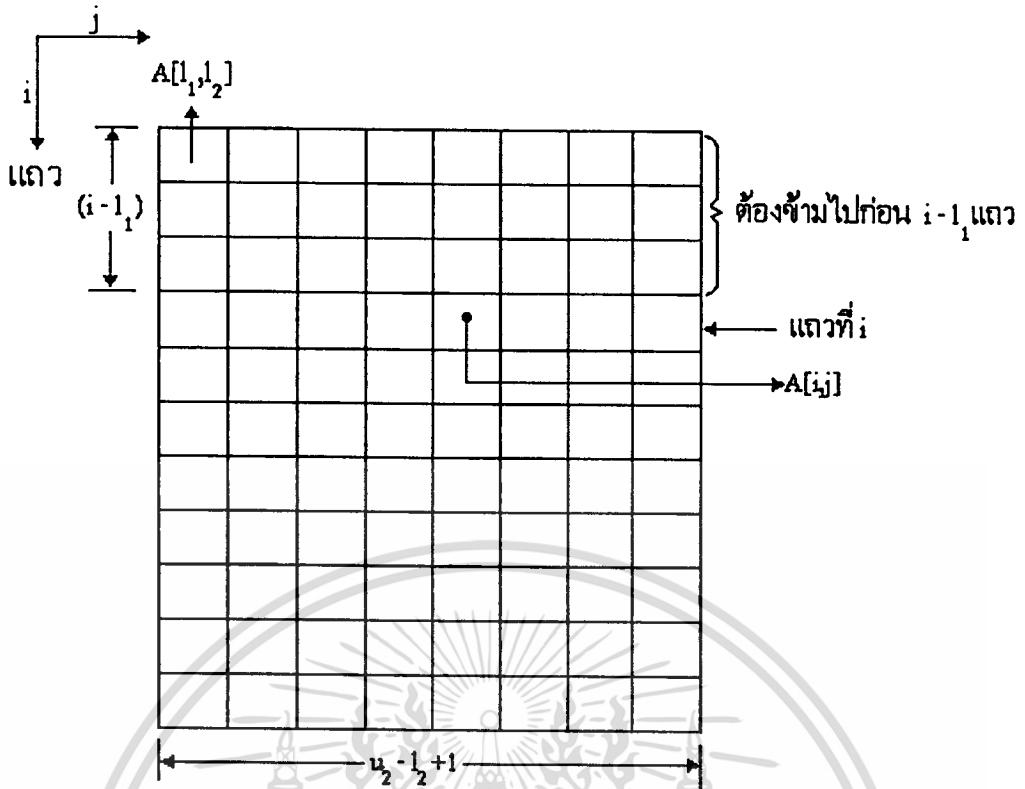
รูปที่ 2.9 การหาแอดเดรสแบบ Row Major

แอดเดรส A[i,j] = แอดเดรส A[1,1] + C(i-1)N + C(j-1)

กรณีทั่วไปอะเรย์ 2 มิติ จะมีรูปร่างเป็น A[l₁..u₁, l₂..u₂]

โดย

l ₁	เป็น	ค่าต่ำสุด	ของมิติที่ 1
u ₁	เป็น	ค่าสูงสุด	ของมิติที่ 1
l ₂	เป็น	ค่าต่ำสุด	ของมิติที่ 2
u ₂	เป็น	ค่าสูงสุด	ของมิติที่ 2



รูปที่ 2.10 การหาแอดเดรสแบบ Row Major

การหาแอดเดรสของ $A[i,j]$ สามารถคิดได้ในทำนองเดียวกันดังนี้ ก่อนที่จะถึงแถว i จะต้องข้ามไป $i-1$ แถว แต่ละแถวมี $u_2 - l_2 + 1$ ค่า แต่ละค่ากินเนื้อที่ C เวิร์ด นั่นคือต้องข้ามไปคิดเป็น $C(u_2 - l_2 + 1)(i-1)$ ตำแหน่ง จากนั้นค่อยข้ามไปอีก $j - l_2$ ค่า (ของแถวที่ i) ก็จะถึงค่า $A[i,j]$ แอดเดรส $A[i,j] = \text{แอดเดรส } A[1,l_2] + C(u_2 - l_2 + 1) + C(j-l_2)$

แบบ Column Major การเก็บอะเรย์ 2 มิติ ในลักษณะนี้ใช้ในภาษาฟอร์แทน เนื่องจากฟอร์แทนเป็นภาษาที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์บางรุ่นในยุคแรก ๆ และเครื่องรุ่นนั้นมีโครงสร้างแอดเดรสซึ่งเหมาะสมกับการเก็บข้อมูลอะเรย์ 2 มิติ อย่างคอลัมน์เมเจอร์ ดังนั้น โปรแกรมแปลภาษาฟอร์แทนจึงกำหนดให้เก็บอะเรย์ 2 มิติด้วยวิธีดังกล่าว ลักษณะการเก็บอะเรย์ 2 มิติ $A[1..M,1..N]$ แบบซีแควนเชียลจะเป็นดังนี้

$$A[1,1] \ A[2,1] \ A[3,1] \ \dots \ A[M,1] \ A[1,2] \ A[2,2] \ \dots \ A[M,2] \ \dots \ A[1,N] \ A[2,N] \ \dots \ A[M,N]$$

6. เมตริกซ์สามเหลี่ยม ถึงแม้ว่านักเขียน โปรแกรมไม่จำเป็นต้องเกี่ยวกับการแปลงค่าที่อยู่ของข้อมูลในอะเรย์ให้เป็นค่าที่อยู่จริงในคอมพิวเตอร์ ในบางครั้งความรู้ที่ว่านี้ก็สามารถนำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่ประหยัดหน่วยความจำได้ ดังเห็นได้จากการแทนเมตริกซ์แบบสามเหลี่ยม ปกติแล้วเมตริกซ์จะถูกใช้งานเพื่อแทนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของสองสิ่ง ถ้า $M[i,j]$ คือเมตริกซ์ที่ว่านี้ เราสามารถเก็บค่าต่าง ๆ ใน $M[i,j]$ โดยใช้อะเรย์แบบ 2 มิติได้ ถ้า $M[i,j]$ เป็น

เมตริกซ์จัตุรัสที่มีขนาด $N \times N$ เราก็สามารถใช้อะเรย์ 2 มิติ $M[N,N]$ แทนเมตริกซ์นี้ได้ เมตริกซ์แบบสามเหลี่ยมที่จะกล่าวถึงนี่คือครึ่งหนึ่งของเมตริกซ์จัตุรัส

เมตริกซ์จัตุรัส

เมตริกซ์สามเหลี่ยม

รูปที่ 2.11 โครงสร้างเมตริกซ์จัตุรัส

ตัวอย่างที่ 5 สมมติว่ามีคน 5 คน แทนด้วยเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มที่หนึ่งคือ [1, 3, 5] และกลุ่มที่สองคือ [2, 4] และกำหนดให้คนภายในกลุ่มเป็นญาติกัน ความสัมพันธ์ที่ว่านี้แทนด้วยเมตริกซ์จัตุรัสได้ดังนี้ ค่าในแต่ละช่อง $M[i,j]$ จะเป็น 1 ถ้า i และ j เป็นญาติกัน นอกจากนี้กำหนดให้ $M[i,i] = 0$ สำหรับค่า i ตั้งแต่ 1 ถึง 5 จะเห็นว่าสามเหลี่ยมล่างและสามเหลี่ยมบนเหมือนกัน ดังนั้นเมตริกซ์จัตุรัสนี้จึงสามารถถูกแทนด้วยเมตริกซ์สามเหลี่ยม

	1	2	3	4	5
1	0	0	1	0	1
2	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0
5	1	0	1	0	0

รูปที่ 2.12 การแทนเมตริกซ์จัตุรัสด้วยเมตริกซ์สามเหลี่ยม

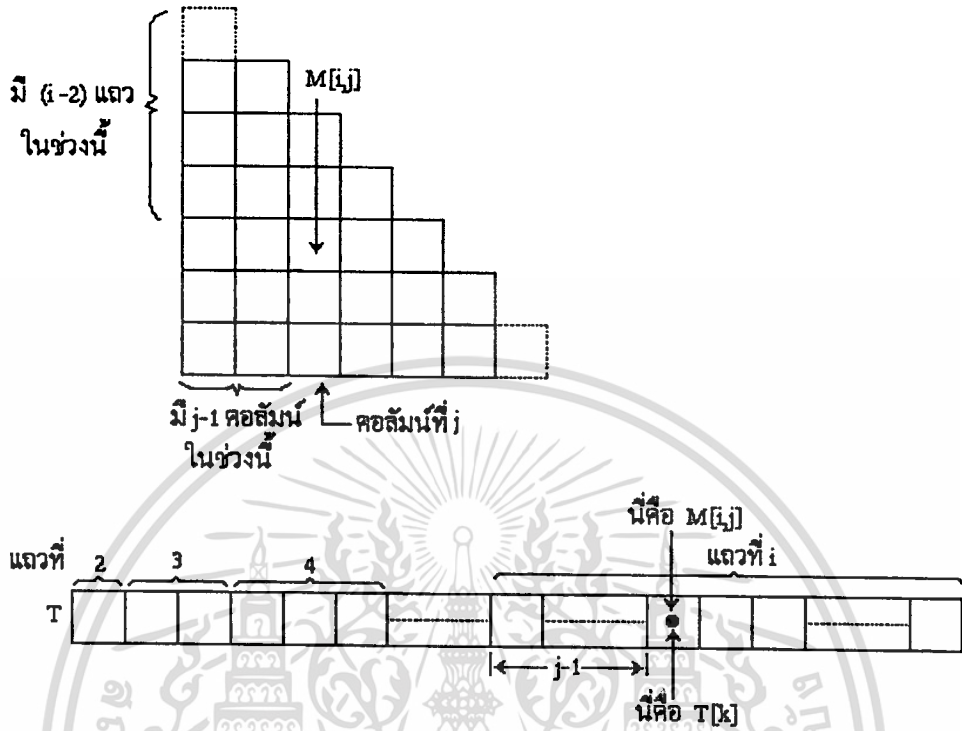
ปัญหาที่ตามมาคือจะเก็บเมตริกซ์ในคอมพิวเตอร์อย่างไร คำตอบคือเก็บโดยใช้อะเรย์ 2 มิติ ซึ่งใช้เนื้อที่ 25 ตำแหน่งโดยจะเสียที่ว่างไม่ใช้เพราะซ้ำซ้อน 15 ตำแหน่ง แต่วิธีที่ดีกว่านี้คือเก็บเมตริกซ์สามเหลี่ยมนี้โดยใช้อะเรย์ 1 มิติที่มี 10 ช่อง

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T[1..10]$	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0

รูปที่ 2.13 อะเรย์ 1 มิติ ที่ใช้เก็บข้อมูลแทนเมตริกซ์สามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแทนแบบนี้เราต้องการหาฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เพื่อจะหาว่า $M[i,j]$ ตรงกับค่าใดในอะเรย์ T ตัวอย่างเช่นฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต้องหาได้ว่า $M[4,2]$ มีค่า 1 ซึ่งตรงกับ $T[5]$



รูปที่ 2.14 ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

$$\begin{aligned} \text{จำนวนแถวก่อนถึงแถว } i &= 1+2+3+\dots+(i-2) \\ &= \frac{(i-2)(i-1)}{2} \end{aligned}$$

$T[k]$ ซึ่งก็คือ $M[i,j]$ สามารถหาได้ในอะเรย์ T โดยคำนวณค่า k ดังนี้
 k คือจำนวนช่องก่อนถึงแถว i + จำนวนช่องถึงคอลัมน์ j ในแถว i

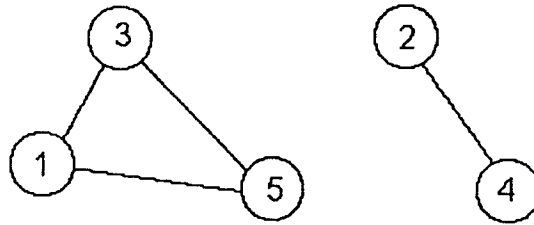
$$= \frac{(i-2)(i-1)}{2} + j$$

ตามตัวอย่างที่ 5 จะเห็นได้ว่า $M[4,2]$ ตรงกับ $T[5]$ ดังนี้

$$\begin{aligned} k &= \frac{(4-2)(4-1)}{2} + 2 \\ &= 3+2 \\ &= 5 \end{aligned}$$

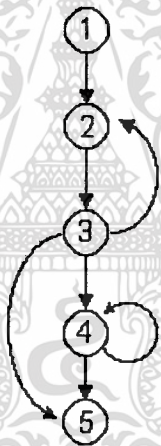
อนึ่ง การใช้สูตรความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนี้ ต้องกำหนดว่า $M[i,j] = 0$ และการคำนวณค่าตำแหน่งของ $M[i,j]$ จะหาได้โดยการคำนวณตำแหน่งของ $M[i,j]$, $i > j$ ใน $T[k]$

4. กราฟ เป็นรูปภาพที่ประกอบด้วยสิ่งสองสิ่งคือ โหนดกับเส้นระหว่างโหนดหรือเอง กราฟมีประโยชน์มากในการแทนความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของสิ่งของ ความสัมพันธ์ของญาติพี่น้องของกลุ่ม (1, 3, 5) และ (2, 4) สามารถแทนได้โดยกราฟดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ตามเมตริกซ์ รูปที่ 2.12

กราฟตามรูปที่ 2.15 เป็นกราฟธรรมดาซึ่งแต่ละเอจระหว่างโหนดไม่มีการระบุทิศทางความสัมพันธ์ เป็นไปทางใดทางหนึ่ง ความสัมพันธ์เป็นไปทั้ง 2 ทาง นอกจากนี้ยังมีกราฟประเภทที่เรียกว่า ไดกราฟ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างโหนดเป็นไปทางเดียว ดังนั้นเส้นระหว่างโหนดจะเป็นลูกศร ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างของไดกราฟ

กราฟทั้งสองแบบนี้สามารถเก็บในคอมพิวเตอร์โดยใช้อะเรย์ 2 มิติ $A[N,N]$ ซึ่งมี N^2 ช่อง ในแต่ละช่องจะมีค่า 0 หรือ 1 ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดดังนี้

$A[i,j]$ เก็บค่า 1 ถ้ามีเอจจาก i ไป j $A[i,j]$

$A[i,j]$ เก็บค่า 0 ถ้าไม่มีเอจจาก i ไป j

	1	2	3	4	5
1	0	0	1	0	1
2	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0
5	1	0	1	0	0

รูปที่ 2.17 อะเรย์ 2 มิติแทนกราฟตามรูปที่ 2.15

	1	2	3	4	5
1	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0
3	0	1	0	1	1
4	0	0	0	1	1
5	0	0	0	0	0

รูปที่ 2.18 อะเรย์ 2 มิติแทนกราฟรูปที่ 2.16

อนึ่งการแทนกราฟด้วยอะเรย์ 2 มิตินี้ ตัวอะเรย์มีชื่ออีกชื่อหนึ่งว่าเมตริกซ์ประชิด

2.1.2.2 โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด

โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ดเป็นโครงสร้างที่สามารถนิยามขึ้นใช้กับภาษาคอมพิวเตอร์บางภาษาเท่านั้น ดังที่ กฤษณา ตะกรุดทอง (2536 : 31-41) กล่าวว่า

เรคคอร์ดเป็นโครงสร้างที่สามารถนิยามขึ้นใช้กับคอมพิวเตอร์บางภาษาเพื่อใช้บันทึกข้อมูลและทำงานประมวลผลข้อมูลนิยมใช้เป็นหน่วยพื้นฐานของการออกแบบโครงสร้างข้อมูลแบบซับซ้อนและที่มีการทำงานแบบพลวัต เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. โครงสร้างเป็นรูปแบบเชิงเส้น
2. โครงสร้างไม่เป็นลำดับ
3. โครงสร้างเป็นแบบตายตัว
4. ข้อมูลทั้งชุดต่างแบบกัน
5. เข้าถึงค่าแบบตรง

คุณสมบัติของโครงสร้างแบบเรคคอร์ด เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยสมาชิกเรียงเข้าด้วยกันเป็นเชิงเส้น สมาชิกแต่ละหน่วยเรียกว่าฟิลด์ ฟิลด์ทุกฟิลด์บันทึกหน่วยข้อมูลที่มีค่าต่างแบบกันได้กรรมวิธีทางข้อมูลหลักประกอบด้วยการบันทึกค่าและการอ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

field 1	field 2	field i	field n
ElementType 1	ElementType 2	X	ElementType n

รูปที่ 2.21 การบันทึกค่า X ลงในเรคคอร์ด

2. แบบกรรมวิธีการอ่านค่า การอ่านค่าจากโครงสร้างเรคคอร์ดที่นิยามไว้ให้เป็นการอ่านค่า X จากฟิลด์ i จะใช้คำสั่ง `Writeln(R.i);`
การนิยามแบบโครงสร้างของเรคคอร์ด แบบโครงสร้างของเรคคอร์ดนิยามได้จากชื่อฟิลด์ใดๆ และแบบของข้อมูล โดยอยู่ในส่วนของ Type ของโปรแกรมดังรูปแบบ

เช่น

```

TYPE RecordType = Record
    filed 1 : ElementType1;
    filed 2 : ElementType2;
    ..... : .....;
    filed n : ElementType n;
End;

TYPE Person = Record
    name : string[10];
    sex : char;
    age : integer;
    grade : real;
    pass : bool;
End;

```

จากการนิยามแถวลำดับข้างต้นจะได้โครงสร้างเรคคอร์ดชื่อ Person เป็นแบบแถวลำดับตามตัวอย่าง

NAME	SEX	AGE	GRADE	PASS
string[10]	char	integer	real	bool

รูปที่ 2.22 โครงสร้างเรคคอร์ด Person

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบโครงสร้างข้อมูลเรคคอร์ดชื่อ Person นี้ สามารถนำไปประกาศเป็นข้อมูลแก่ตัวแปรได้ในส่วนของ VAR ได้ดังรูปแบบการประกาศข้อมูลแบบเรคคอร์ดแก่ตัวแปร

```
VAR VarName = RecordType;
```

เมื่อ VarName เป็นตัวแปรแบบเรคคอร์ด RecordType เป็นแบบโครงสร้างแบบเรคคอร์ด เมื่อโปรแกรมเมอร์ต้องการประกาศให้ตัวแปร Student มีข้อมูลแบบ Person เพื่อบันทึกประวัติของนักศึกษาสามารถดำเนินการได้ โดยประกาศแบบข้อมูล Person ให้แก่ตัวแปร Student ดังนี้

```
Var Student : Person;
```

Student เป็นตัวแปรที่มีโครงสร้างแบบเรคคอร์ดเช่นเดียวกับ Person โดยมีรูปแบบข้อมูลตามภาพ

student.name	student.sex	student.age	student.grade	student.pass
string[10]	char	integer	real	bool

รูปที่ 2.23 รูปแบบข้อมูลโครงสร้างเรคคอร์ด Student

การนิยามแบบกรรณวิธีการบันทึกค่าสู่เรคคอร์ด จะนิยามในส่วนของ Procedure หรือ Function ของโปรแกรมดังนี้

```
PROCEDURE Assign(Student:RecordType;i:field i;X:elementType i);
BEGIN
    Student.i := X;
END;
```

เช่น เมื่อต้องการบันทึกค่า 'Dang' ลงบน Student.name สามารถดำเนินการด้วย Procedure Assign ตามตัวอย่าง

```
BEGIN
    Assign(Student,'Dang');
END;
```

ผลที่เกิดขึ้นเมื่อบันทึกค่า 'Dang' ลงบนตัวแปร Student ที่ฟิลด์ Name ดังรูปที่ 2.4

Name	Sex	Age	Grade	Pass
Dang	char	integer	real	bool

รูปที่ 2.24 ผลลัพธ์การบันทึกค่า 'Dang' สู่อัฒแปร Student ที่ฟิลด์ Name

กรรมวิธีการอ่านค่าข้อมูลออกมาจากโครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด ด้วย Procedure หรือ Function ตามรูปแบบดังนี้

```
PROCEDURE Retrieve(student:RecordType;i;field i;X:elementType i);
```

```
BEGIN
```

```
Student.i := X;
```

```
END;
```

เช่นต้องการอ่านข้อมูลบน Student.age สามารถดำเนินการด้วย Function Retrieve

```
BEGIN
```

```
X:= Retrieve(student.age);
```

```
END;
```

ผลที่เกิดขึ้นคืออ่านค่า 10 ของตัวแปร Student บนฟิลด์ Age

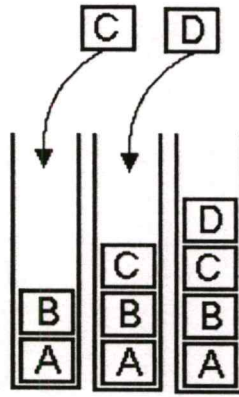
Name	Sex	Age	Grade	Pass
Dang	char	10	real	bool

รูปที่ 2.25 รูปโครงสร้างเรคคอร์ดฟิลด์ Age จากตัวแปร Student

2.1.2.3 โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก

สแตกเป็นโครงสร้างข้อมูลแบบหนึ่งที่ใช้พื้นที่หน่วยความจำคอมพิวเตอร์ในส่วนของแอสตคเซกเมนต์ สแตกเป็นโครงสร้างข้อมูลที่สามารถใช้ได้กับ โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์บางภาษาเท่านั้น เช่น ภาษาแอสเซมบลี ภาษาซี และภาษาปาสคาล สุชาย ธนวุฒิสถียร และวิชัย จิวังกูร (2544 : 37-54) กล่าวถึงโครงสร้างข้อมูลแบบสแตกว่า

สแตกเป็นโครงสร้างข้อมูลที่มีคุณสมบัติที่ว่า การนำข้อมูลเข้าสู่สแตก และการนำข้อมูลออกจากสแตก สามารถทำได้ทีละปาด้านหนึ่งของลิสต์ที่แทนสแตกเท่านั้น การนำข้อมูลที่แทนด้วย C และ D เข้าในสแตกที่มีข่าวสาร B และ A อยู่แล้ว แสดงถึงการนำข้อมูลออกจากสแตก จะเห็นว่าข้อมูลที่นำเข้าสู่สแตกก่อนจะออกมาทีหลัง ส่วนข้อมูลที่ใส่เข้าทีหลังจะถูกนำออกมาก่อน

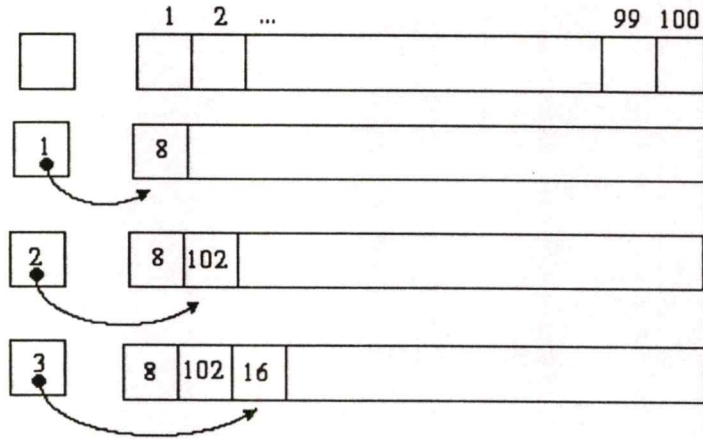


รูปที่ 2.26 ลำดับการนำข้อมูลเข้าสู่สแตก



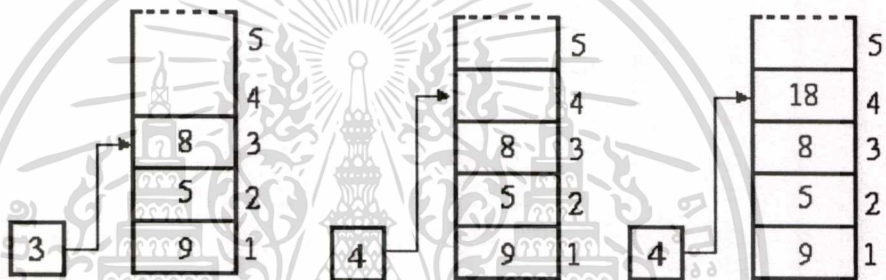
รูปที่ 2.27 ลำดับการนำข้อมูลออกจากสแตก

คุณสมบัติข้อนี้ของสแตกทำให้เราเรียกสแตกว่าเป็น โครงสร้างแบบ LIFO หรือ Last-In First-Out ประโยชน์ของสแตกมีมากมายหลายประการ เช่น เป็นกลไกสำคัญในการสร้างภาษาโปรแกรมที่อนุญาตให้เขียนโปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟในระบบอินเตอร์พรีต ของคอมพิวเตอร์ เป็นกลไกสำคัญในการเขียนโปรแกรมที่ต้องเดินเข้าไปในโครงสร้างแบบต้นไม้ ในการดำเนินการกับสแตกนั้น โครงสร้างสแตกประกอบด้วยสแตกซึ่งคล้ายกับการใช้อะเรย์แทน มีตัวที่ระบุว่าค่าที่อยู่ปากของสแตกคือค่าใด คือสแตกพอยน์เตอร์ นอกจากนี้ยังต้องการโปรแกรมย่อยอีก 2 โปรแกรมเพื่อ นิยามกิริยา POP และ PUSH สำหรับสแตก สแตกพอยน์เตอร์จะเขียนย่อๆว่า SP โครงสร้างของสแตก มีปลายเปิดข้างเดียวจำเป็นต้องมี SP ซึ่งชี้ค่าที่อยู่บนสุดของสแตก เราจะกำหนดให้ SP ชี้ไปยังค่าบนสุดของสแตก ถ้าเราสร้างสแตกด้วยอะเรย์ 100 ตำแหน่ง กำหนดให้อะเรย์นี้ชื่อว่า STACK และค่าที่เก็บในสแตกเป็นตัวเลข ตามลำดับเมื่อนำค่า 8, 102, 16 ไปเก็บในสแตก



รูปที่ 2.28 การนำค่า 8, 102, 16 เข้าสู่สแตค STACK[1..100]

การ PUSH เป็นการกระทำที่นำข้อมูลเข้าสู่สแตคได้เราต้องให้ SP ชี้ไปยังช่องว่างถัดไปก่อน จากนั้นจึงสามารถนำข่าวสารเข้าสู่สแตคตำแหน่งที่ SP ได้

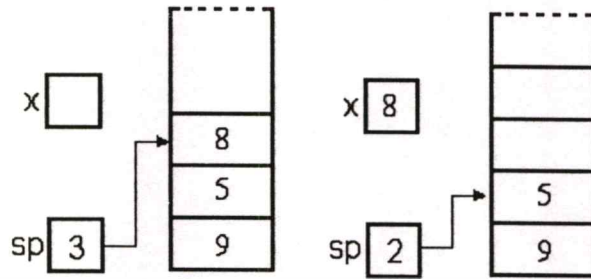


รูปที่ 2.29 การ PUSH ค่า 18 เข้าสู่สแตคชื่อ ST ซึ่งมีที่เก็บค่า 5 ตำแหน่ง

หลังจากค่า 18 เข้าสู่สแตคแล้ว สแตค ST ยังมีที่เก็บค่าได้อีก 1 ตำแหน่ง สมมติว่าจะ PUSH ค่า 21 และ 13 เข้าสู่สแตค ค่า 21 เข้าไปที่ช่อง ST[5] ค่า 13 เข้าไปไม่ได้เนื่องจากสแตคเต็มแล้ว ถ้าพยายาม PUSH ข้อมูลเข้าสู่สแตคที่เต็มจะเกิดผิดพลาด ที่เรียกว่า Overflow ในกรณีที่ว่านี้เราจะให้โปรแกรมพิมพ์ข้อความออกมาว่า “สแตคไม่มีที่ว่าง” ดัง Procedure ดังนี้

```
PROCEDURE PUSH(X);
BEGIN
  IF SP = 100 THEN บอกผู้ใช้ว่าสแตคไม่มีที่ว่าง
  ELSE
    SP = SP+1;
    STACK[SP] = X;
  END;
END;
```

POP เป็นกริยาที่ทำต่อสแตคเพื่อให้ข้อมูลที่อยู่บนสุดของสแตคออกมา ตามรูปที่ 2.29 สแตคพอยน์เตอร์ชี้ไปยัง 8 หลังจาก POP แล้ว SP จะชี้ไปยัง 5 (ตำแหน่งที่ 2) ส่วนค่าที่ถูก POP ออกมา 18 จะไปอยู่ใน X



รูปที่ 2.30 การทำงาน POP ข้อมูลออกจากสแตค

โปรแกรมย่อย POP จะนำค่าบนสุดของสแตคไปเก็บไว้ในตัวแปร X สิ่งที่ต้องระวังคือไม่สามารถ POP ค่าออกจากสแตคที่ว่างเปล่าได้ ถ้าเราพยายามจะ POP ในสภาวะนี้จะเกิด Error ที่เรียกว่า Underflow ได้ ถ้าเกิดขึ้นต้องแจ้งให้ผู้ใช้ทราบ

```

PROCEDURE POP(X);
  IF SP = 0 THEN “สแตคว่างเปล่า”
  ELSE
  BEGIN
    X = STACK[SP];
    SP = SP-1;
  END;
END;

```

โปรแกรมย่อย POP ต้องตรวจสอบว่าสแตคว่างหรือไม่ โดยทดสอบค่าของ SP ถ้า SP ไม่เท่ากับ 0 แสดงว่าสแตคมีค่าเก็บอยู่

การแปลงนิพจน์ Infix ให้เป็นนิพจน์ Postfix เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการออกแบบโปรแกรมแปลภาษามาก ปกติแล้วคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถสร้างรหัสหรือชุดคำสั่งจากนิพจน์คณิตศาสตร์ที่เราป้อนเข้าเครื่อง เช่น $A+B$ ตัวคอมพิวเตอร์ต้องแปลงนิพจน์เป็น $AB+$ เสียก่อนแล้วค่อยแปลชุดคำสั่งของเครื่องอีกต่อหนึ่ง นิพจน์ที่เราเขียนแบบปกติเราเรียกว่านิพจน์ Infix ทั้งนี้เนื่องจาก Operator อยู่ระหว่างสัญลักษณ์ที่แทนค่าตัวเลข ส่วนนิพจน์ $AB+$ เรียกว่านิพจน์ Postfix เนื่องจากสัญลักษณ์คณิตศาสตร์อยู่หลัง Operand สองตัวที่ต้องใช้ Operator ดังนั้นการแปลงนิพจน์ Infix เป็นนิพจน์ Postfix นั้น เราต้องใช้กลไกของสแตคเป็นตัวช่วย นอกจากนี้เราต้องนิยามความสำคัญหรือลำดับก่อนหลังของ Operator คณิตศาสตร์เราจะเริ่มโดยพิจารณาถึง Operator 5 ตัว คือ + (บวก), - (ลบ), * (คูณ), / (หาร) และ ^ (ยกกำลัง) การหาผลลัพธ์ของนิพจน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณิตศาสตร์ดังนี้ ถ้านิพจน์ประกอบด้วยตัวกระทำที่มี Precedence เท่ากัน ให้ทำการหาผลลัพธ์จากซ้ายไปขวา

$A+B-C$	เท่ากับ	$(A+B)-C$
$A*B*C$	เท่ากับ	$(A*B)*C$
$A*B/C$	เท่ากับ	$(A*B)/C$
$A/B*C$	เท่ากับ	$(A/B)*C$

หลักข้อนี้จะไม่จริงเมื่อนิพจน์ประกอบด้วยตัวกระทำแบบยกกำลัง ในกรณีนี้ให้ทำจากขวาไปซ้าย ดังนี้

A^B^C	เท่ากับ	$A^{(B^C)}$
เช่น 2^3^2	เท่ากับ	$2^9 = 512$

ซึ่งตีความเป็น $(2^3)^2$ จะเท่ากับ 64 ซึ่งผิดข้อที่ตกลงไว้ วงเล็บเป็นตัวบ่งบอกว่านิพจน์ภายในวงเล็บต้องได้รับการหาผลลัพธ์เสียก่อนดังที่เข้าใจกันทั่วไป อัลกอริทึมการแปลงนิพจน์ Infix เป็นนิพจน์ Postfix อาศัยการพิจารณาสัญลักษณ์ในนิพจน์ Infix ที่ละตัวตามลำดับจากซ้ายไปขวา ขั้นตอนซึ่งได้มาซึ่งนิพจน์ Postfix มี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ถ้าอินพุตเป็นตัว Operand ให้นำไปไว้ที่ Output
2. ถ้าอินพุตเป็น Operator ให้ทำดังนี้

2.1 นำ Operator ตัวนั้นเข้าสู่สแตคตัวหนึ่งถ้าสแตคนั้นว่างเปล่า

2.2 ถ้าสแตคไม่ว่างเปล่าซึ่งแสดงว่ามี Operator อยู่ในสแตคนั้นให้เปรียบเทียบ Precedence ของ Operator ที่อินพุต กับ Precedence ของ Operator ที่อยู่ในสแตค ถ้า Precedence ของ Operator ที่อินพุต น้อยกว่าหรือเท่ากับ Precedence ของ Operator ที่อยู่บนสุดของสแตค ก็ให้นำ Operator ตัวที่อยู่บนสุดของสแตคไปไว้ที่เอาต์พุต จากนั้นก็เปรียบเทียบแบบเดิมอีก ระหว่างอินพุตตัวนั้นกับ Operator ที่อยู่บนสุดของสแตคด้วยหลักการเดิม ให้ทำเช่นนี้ไปจนกระทั่ง Precedence ของ Operator ที่เป็นอินพุตมีค่ามากกว่า Precedence ของ Operator ที่อยู่บนสุดของสแตค หรือทำงานกว่า สแตคจะว่างเปล่า หรือทำงานกว่าจะพบเครื่องหมายวงเล็บเปิด

3. ถ้าอินพุตเป็นเครื่องหมายวงเล็บเปิด “(“ ก็ให้ PUSH “(“ ลงสู่สแตค แต่ถ้าอินพุตเป็นเครื่องหมายวงเล็บปิด “)” ก็ให้ POP สแตคจนกว่าจะพบเครื่องหมายวงเล็บเปิดใหม่แล้วทิ้งเครื่องหมายวงเล็บปิดเปิดคู่เดิม Operator ที่ POP ออกมาให้ไปต่อไว้ที่เอาต์พุตตามลำดับที่ออกมา

4. ถ้าอินพุตหมด ให้ POP สแตค นำ Operator ออกไปไว้ที่เอาต์พุตให้หมด

ตารางที่ 2.2 ค่า Precedence ของ Operator

เครื่องหมาย	Precedence เมื่ออยู่ในสแตก	Precedence เมื่ออยู่ที่อินพุต
\wedge	3	4
$*, /$	2	2
$+, -$	1	1
$($	0	4

ตัวอย่างการแปลงนิพจน์ Infix เป็นนิพจน์ Postfix

ตัวอย่างที่ 1 จงแปลง $A+B/C*D-E$ เป็นนิพจน์ Postfix

อินพุต	เอาต์พุต (Postfix String)	Operator Stack
A	ว่างเปล่า	ว่างเปล่า
+	A	ว่างเปล่า
B	A	+
/	AB	+
C	AB	+ /
*	ABC	+ /
D	ABC/	+ *
-	ABC/D	+ *
E	ABC/D*+	-
ว่างเปล่า	ABC/D*+ E	-
	ABC/D*+ E-	ว่างเปล่า

ตัวอย่างที่ 2 จงแปลง $A+B*(C^D*E/F)-G$ เป็นนิพจน์ Postfix

อินพุต	เอาต์พุต (Postfix String)	Operator Stack
A	ว่างเปล่า	ว่างเปล่า
+	A	ว่างเปล่า
B	A	+
*	AB	+
(AB	+ *
C	AB	+ *(

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

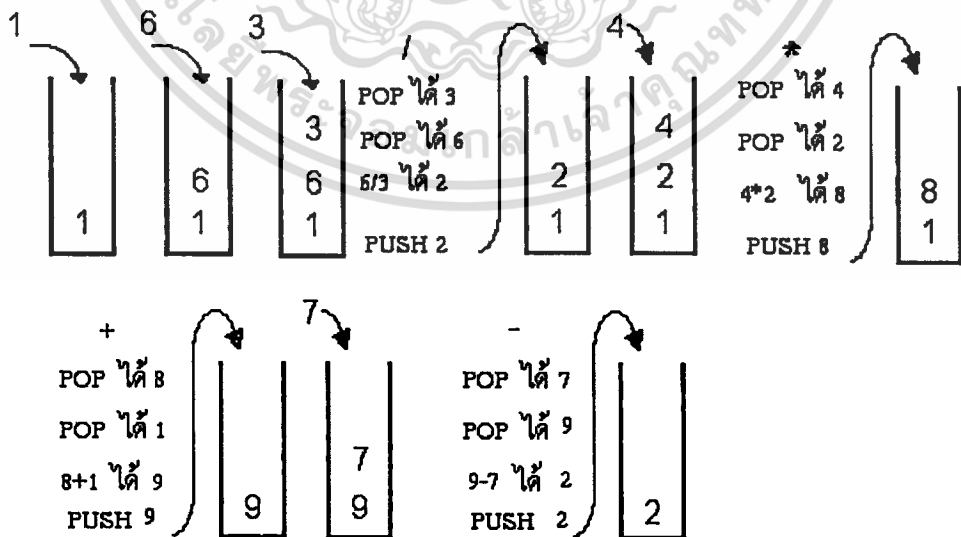
ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

อินพุต	เอาต์พุต (Postfix String)	Operator Stack
^	ABC	+*(
D	ABC	+*(^
*	ABCD	+*(^
E	ABBCD^	+*(*
/	ABBCD^E	+*(/*
F	ABBCD^E*	+*(/*
)	ABBCD^E*F	+*(/*
-	ABBCD^E*F/	+*
G	ABBCD^E*F/*+	-
ว่างเปล่า	ABBCD^E*F/*+G-	ว่างเปล่า

การหาค่าทางคณิตศาสตร์จากนิพจน์ Postfix มีขั้นตอนใหญ่ ๆ 2 ขั้นตอนคือ

1. ถ้าเป็น Operand ให้ PUSH เข้าสู่สแตค

2. ถ้าเป็น Operator ให้ POP ค่า 2 ค่า จากสแตค แล้วทำการรวมโดยใช้ Operator ตัวนั้น ในกรณีนี้ให้ใช้ค่าตัวแรกที่ได้จากสแตคเป็น Operand ตัวที่ 2 จากนั้นเก็บค่าผลลัพธ์ไว้ในสแตค จากโจทย์ $A+B/C*D-E$ กำหนดให้ $A=1, B=6, C=3, D=4$ และ $E=7$ สามารถมีนิพจน์ infix เป็น $1+6/3*4-7$ ซึ่งนิพจน์ Postfix ได้เป็น $163/4**+7-$ การหาค่านิพจน์นี้มีวิธีการดังนี้ เราจะอินพุตตัวเลขหรือสัญลักษณ์จากนิพจน์ Postfix ทีละตัวจากซ้ายไปขวา



รูปที่ 2.31 วิธีการหาผลลัพธ์จากนิพจน์ Postfix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนโปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟ ปกติแล้วการเขียนโปรแกรมที่มีส่วนที่ต้องทำซ้ำซ้อนสามารถทำการซ้ำซ้อนด้วย DO LOOP หรือ DO WHILE หรือคำสั่งอื่นๆ ในลักษณะเดียวกัน การเขียนโปรแกรมแบบนี้เรียกว่าการวนซ้ำหรือ Iterative Programming อย่างไรก็ตามในบางครั้งการเขียนโปรแกรมแก้ปัญหาจะสะดวกกว่ามากเมื่อเขียนในรูปของการ โปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟ เราไม่สามารถใช้โปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟกับภาษาฟอร์แทนหรือเบสิก ภาษาที่มีคำสั่งช่วยเรื่องนี้ได้แก่ ภาษา C ภาษา PL/1 และภาษา Pascal เมื่อหลังการเขียนโปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟคือหลักการที่วารีเคอร์ชัน ซึ่งหมายถึงการนิยามปัญหาในรูปตัวปัญหาเองหรือนิยามสูตรคณิตศาสตร์ของสิ่งหนึ่งโดยใช้ตัวมันเอง ตัวอย่างที่ใช้บ่อยคือ นิยามของแฟกทอเรียลฟังก์ชัน (Factorial Function – n!) โดยสามารถนิยามเป็นแบบวนซ้ำได้ดังนี้

$$n! = n(n-1)(n-2)...3*2*1$$

ส่วนนิยามแบบรีเคอร์ซีฟจะเป็น

$$n! = n*(n-1)!$$

ถ้าให้ FACT(n) แทนฟังก์ชันที่คำนวณหาแฟกทอเรียลของ n เราจะเขียนได้ว่า

$$FACT(n) = n*FACT(n-1)!$$

ถ้าเรานิยามนี้เพื่อหา FACT(5) จะต้องผ่านการคำนวณดังนี้

$$FACT(5) = 5*FACT(4)$$

$$FACT(4) = 4*FACT(3)$$

$$FACT(3) = 3*FACT(2)$$

$$FACT(2) = 2*FACT(1)$$

$$FACT(1) = 1*FACT(0)$$

และ FACT(0) ได้รับการนิยามไว้ว่าเท่ากับ 1 ดังนั้นจะทำให้เราหาค่า FACT(1) ได้จากค่า FACT(1) ก็จะทำให้ได้ค่า FACT(2) ได้ เป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าจะหาค่า FACT(5) ได้ดังนี้

$$FACT(1) = 1*1 = 1$$

$$FACT(2) = 2*1 = 2$$

$$FACT(3) = 3*2 = 6$$

$$FACT(4) = 4*6 = 24$$

$$FACT(5) = 5*24 = 120$$

ตัวอย่างโปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟเพื่อการคำนวณแฟกทอเรียล n จะเป็นดังนี้

```

PROCEDURE FACT(N)
BEGIN
    IF N= 0 THEN
        RETURN(1)
    ELSE
        Y = FACT(N-1)
        RETURN(N*Y)
    END;
END;

```

การติดตามการทำงานของโปรแกรมนี้ใช้หลักว่าทุกครั้งที่โปรแกรมเรียกตัวเองให้ทำงานเหมือนกับว่าระบบสร้างก๊อปปี้ใหม่ของโปรแกรมนั้นแล้วเริ่มทำงานใหม่โดยใช้ค่าชุดใหม่ที่ได้จากโปรแกรมที่เรียกใช้ก๊อปปี้นั้น หนึ่งในระบบที่อนุญาตให้เขียนโปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟ ในขณะประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์เมื่อโปรแกรมเรียกใช้ตัวเอง ระบบเพียงแต่เก็บค่าปัจจุบันของตัวแปรต่างๆ ไว้และบันทึกภาวะแวดล้อมของการทำงานของโปรแกรมเอาไว้จากนั้นก็สร้างภาวะแวดล้อมใหม่สำหรับการทำงานของโปรแกรมก๊อปปี้ใหม่ สำหรับการทำงานของโปรแกรมก๊อปปี้ใหม่ นั่นคือจะไม่มีก๊อปปี้ใหม่ แต่มีภาวะแวดล้อมที่เหมือนหนึ่งก๊อปปี้ใหม่

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร (ตันติพิพัฒน์)เลาหจรัสแสง (2541 : 8) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นสื่อการศึกษาทางคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยคุณลักษณะ 4 ประการ คือ

2.2.1.1 สารสนเทศ หมายถึงเนื้อหาสาระที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วอย่างดีทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สร้างกำหนดไว้ การนำเสนออาจเป็นทางตรงหรือทางอ้อม

2.2.1.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคล บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางด้านสติปัญญา บุคลิกภาพ ความสนใจ และพื้นฐาน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดีที่สุด ที่ต้องมีความยืดหยุ่นมากพอ ที่ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน ทั้งทางด้านเนื้อหา ด้านลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ และควบคุมการฝึกปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

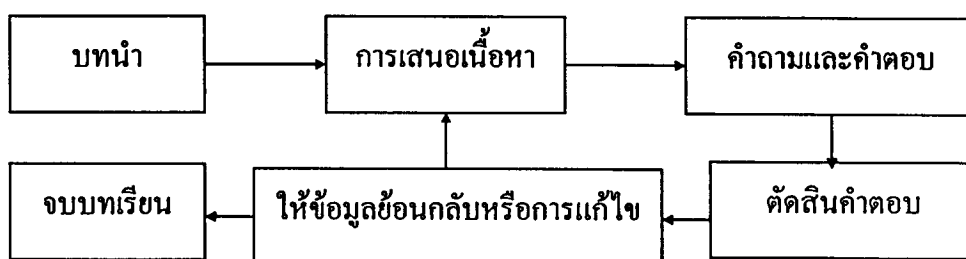
2.2.1.3 การโต้ตอบ การปฏิสัมพันธ์ผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเรียนการสอนที่เป็นรูปแบบที่ดี ในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด มนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดถ้ามีการปฏิสัมพันธ์ ผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องวิเคราะห์ให้ได้มาซึ่งกิจกรรมการเรียน หรืองานที่ก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับบทเรียนและเชื้ออำนาจต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1.4 การให้ผลป้อนกลับทันที ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ต้องมีแบบประเมินความเข้าใจของผู้เรียน ที่สามารถตรวจสอบผลการเรียนของตนเองได้ ผลป้อนกลับที่ดีควรเป็นผลป้อนกลับในลักษณะพร้อมคำอธิบาย สามารถอธิบายให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนทำถูกหรือผิด หากผิด ผิดอย่างไร เพราะอะไร (ถนอมพร (ตันติพิพัฒน์)เลาหจรัสแสง. 2541 : 74) สอดคล้องกับแนวคิดของ Ross and Morrison (1993 : 177-195) เสนอแนะว่า การให้ผลย้อนกลับเป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการสอน ที่ต้องปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ครูต้องรู้ถึงความแตกต่างผู้เรียนแต่ละคนเป็นพื้นฐาน จึงสามารถตอบสนองตรงตามความต้องการได้

2.2.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในวงการศึกษามีหลายรูปแบบ โดยแยกตามลักษณะการใช้งาน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกรูปแบบต่าง ๆ ดังที่ กิดานันท์ มลิทอง (2535 : 187-191) กล่าวถึงประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

2.2.2.1 ประเภท Tutorial Instruction เป็นแบบการสอนที่นำเสนอเนื้อหาความรู้ เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม คำตอบของผู้เรียนจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีกก็จะมีมาให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะเรียนเนื้อหาในบทเดิมหรือบทต่อไป ดังรูปที่ 2.32 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เป็นบทเรียนที่เหมาะสมกับเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงเพื่อการเรียนรู้ด้านกฎเกณฑ์ หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 2.3



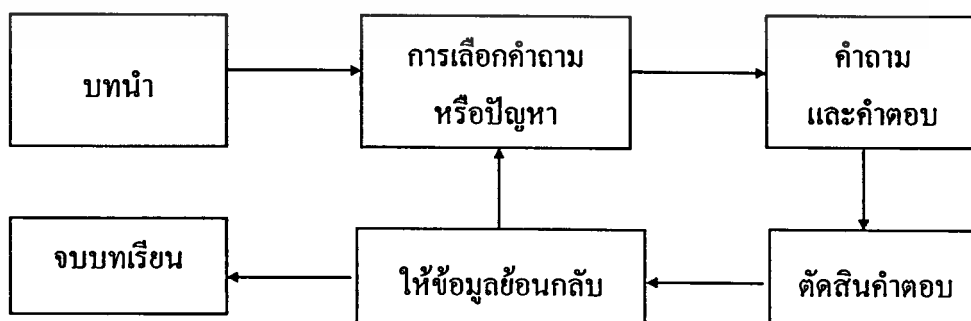
รูปที่ 2.32 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท Tutorial ไปใช้งาน

ลักษณะ	บทบาทผู้สอน	บทบาทคอมพิวเตอร์	บทบาทผู้เรียน	การนำไปใช้
-การนำเสนอข้อมูลใหม่	-เลือกเนื้อหาบทเรียน	-เสนอข้อมูล -ตั้งปัญหา	-ตอบสนองต่อเครื่อง	-อบรมเจ้าหน้าที่ -ธุรการพนักงาน
-สอนความคิดรวบยอด	-คัดแปลงการสอนให้เหมาะสม	-ตรวจคำตอบ -ให้ข้อมูลย้อนกลับ	-คู่มือลัพท์ -ตอบคำถาม	-ธนาคาร -การสอนวิชา
-กฎเกณฑ์ต่าง ๆ	-เป็นผู้ทบทวน	-เพื่อการแก้ไข	-ถามคำถาม	-วิทยาศาสตร์
-ให้การทบทวนเนื้อหา		-สรุปจุดสำคัญของเนื้อหา -บันทึกการเรียน		-การวิเคราะห์ทางการแพทย์ -ศึกษาไบเบิล

2.2.2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (Drills and Practice) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีคำแนะนำเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ ด้วยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบ แล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยัน หรือแก้ไข พร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีก จนกว่าผู้เรียนจะตอบปัญหาหรือคำถามจนเป็นที่น่าพอใจ ดังรูปที่ 2.33 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดนี้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจเรื่องกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อน จึงสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นได้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกหัดนี้สามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชา ทั้งด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ การแปลภาษา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนมีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนโดยไม่ต้องเสียเวลาการอธิบายของครูอีก ดังรายละเอียดตามตารางที่ 2.4



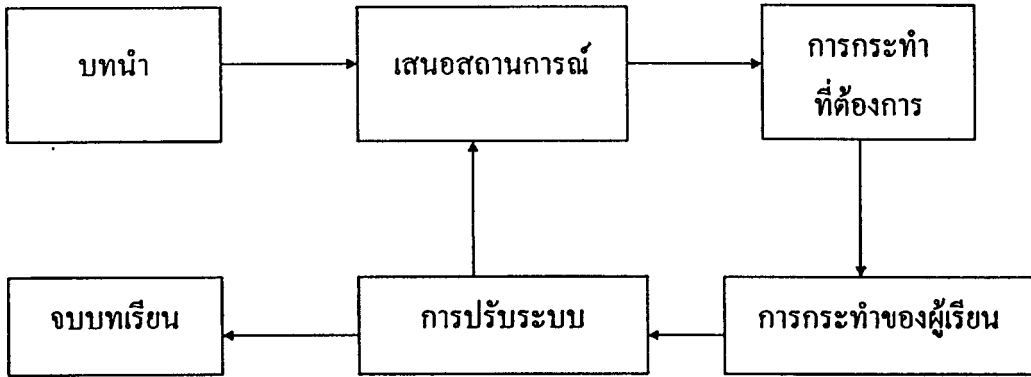
รูปที่ 2.33 รูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทแบบฝึกหัดไปใช้งาน

ลักษณะ	บทบาทผู้สอน	บทบาทคอมพิวเตอร์	บทบาทผู้เรียน	การนำไปใช้
<ul style="list-style-type: none"> -ผู้เรียนต้องทราบเนื้อหามาก่อนอย่างดี - ทบทวนคำศัพท์และข้อเท็จจริง 	<ul style="list-style-type: none"> -ทบทวนจากเนื้อหาที่สอนไปแล้ว -เลือกคำถามตามเนื้อหา 	<ul style="list-style-type: none"> -เสนอคำถาม -ประเมินคำตอบของผู้เรียน -ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 	<ul style="list-style-type: none"> -ต้องทบทวนเนื้อหา -หามา ก่อน -ตอบคำถาม -รับการยืนยันคำตอบและการแก้ไข 	<ul style="list-style-type: none"> -เติมคำศัพท์ให้สมบูรณ์ -การคิดเลข การฝึกทางบัญชี
<ul style="list-style-type: none"> - ให้คำถามมากมายในรูปแบบต่าง ๆ - ให้คำถาม/คำตอบซ้ำไปมาถ้าจำเป็น 	<ul style="list-style-type: none"> -เลือกการฝึกหัดให้เหมาะสมกับผู้เรียน -ตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน 	<ul style="list-style-type: none"> -บันทึกความก้าวหน้าของผู้เรียน 	<ul style="list-style-type: none"> -เลือกเนื้อหาและระดับความยากง่ายเพื่อ ฝึกหัดต่อไป 	

2.2.2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทจำลอง (Simulation) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่เป็นสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัย หรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลองประกอบด้วยคำแนะนำความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญและความคล่องแคล่ว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.34 ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้ หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองจะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมสาธิต (Demonstration) ซึ่งเป็นการเสนอความรู้แล้วให้ผู้เรียนทำกิจกรรม ดังรายละเอียดตามตารางที่ 2.5

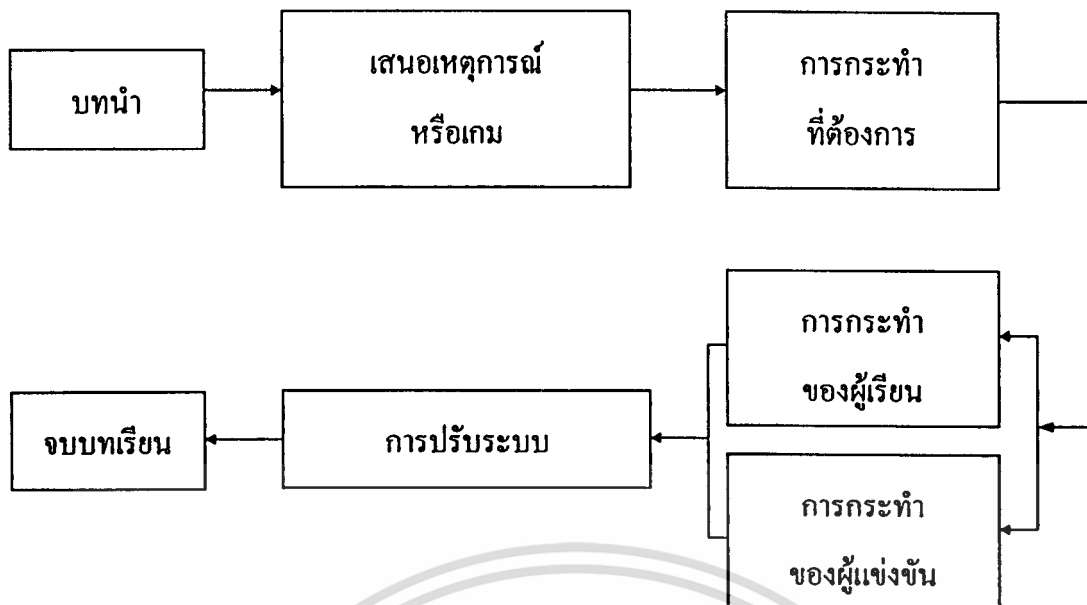


รูปที่ 2.34 รูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง

ตารางที่ 2.5 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทสถานการณ์จำลองไปใช้งาน

ลักษณะ	บทบาทผู้สอน	บทบาทคอมพิวเตอร์	บทบาทผู้เรียน	การนำไปใช้
- สร้างสถานการณ์ที่เหมือนชีวิตจริง	- แนะนำเรื่องราวของสถานการณ์จำลอง	- แสดงบทบาทส่งผลการตัดสินใจของผู้เรียน	- ฝึกการตัดสินใจสร้างทางเลือก	- การซ่อมอุปกรณ์
- มีแบบจำลองที่ขึ้นกับความเป็นจริง	- เสนอภูมิหลังของเรื่องราว	- ให้สถานการณ์และข้อมูล	- รับผลของการตัดสินใจ	- การวินิจฉัยโรค
- ใช้กับผู้เรียนบุคคลหรือกลุ่มย่อย	- ให้คำแนะนำย่อ ๆ		- ประเมินผลการตัดสินใจ	- การทดลองในห้องปฏิบัติการ
				- การจัดการธุรกิจ

2.2.2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม(Instruction Games)เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ได้ง่าย สามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่น เนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวกับกฎเกณฑ์แบบแผนของระบบกระบวนการทดลองจนทักษะต่างๆ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมจะช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้นทำให้ผู้เรียนต้องตื่นตัวอยู่เสมอ ดังรูปที่ 2.35 รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมประกอบด้วย บทนำ การนำเสนอเหตุการณ์หรือเกม การกระทำที่ต้องการของผู้เรียน และการกระทำของคู่แข่งกัน และการปรับระบบ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 2.6



รูปที่ 2.35 รูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม

ตารางที่ 2.6 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมไปใช้งาน

ลักษณะ	บทบาทผู้สอน	บทบาทคอมพิวเตอร์	บทบาทผู้เรียน	การนำไปใช้
- การแข่งขัน	- ตั้งกฎเกณฑ์	- เป็นเครื่องช่วยใน	- เรียนรู้ข้อเท็จจริง	- เกมการนับ
- ฝึกปฏิบัติในรูปแบบของสิ่งเร้า	- ข้อจำกัด	- การแข่งขัน	- วิธีการ / ทักษะ	- เกมหัดสะกดคำ
- ใช้กับผู้เรียนรายบุคคล หรือกลุ่ม	- ควบคุม	- เป็นกรรมการตัดสิน	- ประเมินทางเลือก	- พิมพ์ดีด
	- กระบวนการ	- เป็นผู้เก็บคะแนน	- แข่งขันกับเครื่อง	
	- ตรวจสอบผลลัพธ์			

2.2.2.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการค้นพบ (Discovery) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกโดยวิธีจitterระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เพื่อช่วยในการค้นพบจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

ตารางที่ 2.7 การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการค้นพบไปใช้งาน

ลักษณะ	บทบาทผู้สอน	บทบาทคอมพิวเตอร์	บทบาทผู้เรียน	การนำไปใช้
-การทำงานกับข้อมูล	-ตั้งปัญหา	-เสนอปัญหา	-จำกัดความของปัญหา	-ด้านธุรกิจ
-จัดระเบียบสารสนเทศ	-ตรวจสอบผลลัพธ์	-จัดข้อมูล	-ปัญหา	-การสร้างสรรค์
-แสดงการคำนวณอย่างรวดเร็วและถูกต้อง		-เสนอฐานข้อมูล	-คิดวิธีแก้ปัญหา	-คณิตศาสตร์
		-ให้ผลย้อนกลับ	-จัดการกับตัวแปรต่างๆ	-การแก้ไขต่างๆ
			-ลองผิดลองถูก	

2.2.3 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพบูลย์ เกียรติโกมล และสิริลักษณ์ ศีรณชนากุล (2541 : 8) กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ๆ คือ การเลือกหัวข้อ การวิเคราะห์การออกแบบโครงสร้าง การพัฒนาบทเรียน การผลิต การประเมินผลบทเรียน การเผยแพร่บทเรียน และการติดตามผล ประกอบด้วยการดำเนินการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยละเอียด 16 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.2.3.1 ขั้นตอนการเลือกหัวข้อ (Topic Selection) เป็นขั้นตอนการพิจารณาการเลือกหัวข้อบทเรียนใดที่สมควรนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

(1) เลือกวิชาที่มีเนื้อหาสาระที่มีความเหมาะสมในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(2) เลือกเนื้อหาสาระวิชาที่พัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าสามารถพัฒนาเป็นบทเรียนที่สมบูรณ์ได้หรือไม่

(3) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผลิตนั้นต้องดีกว่าบทเรียนธรรมดาที่ใช้อยู่ในสาระวิธีการสอน และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

(4) เลือกสาขาวิชาที่สนับสนุนผู้ใช้จำนวนมาก

2.2.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

(1) สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart)

(2) สร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart) นำจากแผนภูมิระดมสมองมาทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของทฤษฎีหลักการและเหตุผลความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างละเอียด อาจมีการตัด-เพิ่มหัวข้อเรื่องตามเหตุผลและความเหมาะสมได้เป็นแผนภูมิหัวข้อเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

(3) สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) นำหัวข้อเรื่องต่างๆ จากแผนภูมิ หัวข้อสัมพันธ์มาเขียนเป็นโครงข่าย โดยคำนึงถึงความก่อน-หลังต่อเนื่องหรือขนานกันตามหลักการเทคนิคโครงข่าย แล้วทำการวิเคราะห์เหตุผลความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis) เป็นโครงข่ายเนื้อหา

2.2.3.3 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างของบทเรียน (Design) ขั้นตอนนี้คำนึงถึงการกำหนดแผนกลยุทธ์ของการนำเสนอแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดวิธีการนำเสนอเนื้อหาอย่างไรเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ตลอดจนการแบ่งเนื้อหาบทเรียนเป็นตอนย่อย

(1) การกำหนดกลวิธีการนำเสนอและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Strategic Presentation Plan VS Behavior Objective) โดยเริ่มจากนำแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา มาพิจารณากลุ่มหัวข้อที่สามารถจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้ ภายใต้กรอบเวลาที่กำหนดไว้ดีเป็นกรอบๆ ไว้จนครบหัวข้อโครงข่ายเนื้อหา จากนั้นกำหนดเป็นหน่วยๆ และกำหนดอันดับไว้เขียนกำกับด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอนให้ชัดเจน จากนั้นนำกรอบหน่วย (Module) มาลำดับการนำเสนอตามอันดับและความสัมพันธ์แนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา จะได้ผลเป็นแผนภูมิบทเรียน (Course Flow Chart)

(2) สร้างแผนภูมิกำหนดการสอนในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) ซึ่งเป็นการออกแบบการสอน (Instructional Design) จะต้องออกแบบลำดับการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามหลักการสอนจริง

2.2.3.4 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Development) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

(1) เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยเขียนเป็นกรอบๆ จะต้องเขียนให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์

(2) จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboards Development) เป็นการนำเนื้อหาที่เขียนเป็นสคริปต์มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้เป็นรูปแบบเอกสารสิ่งพิมพ์

(3) นำเนื้อหาที่ยังเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ตรวจสอบความถูกต้อง (Content Correctness) อาศัยผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้นๆ (Subject Specialist) เป็นผู้ตรวจสอบ จากนั้นจะต้องนำเนื้อหาไปทดลองหาค่า Content Validity และ Reader Reliability โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง

(4) การสร้างแบบทดสอบส่วนต่างๆ นำมาหาค่าความยากง่ายอำนาจจำแนก ความเที่ยง และความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบ เพื่อปรับปรุงให้สมบูรณ์ ผลที่ได้ทั้งหมดทั้งเนื้อหาที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดอยู่ใน โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว และแบบทดสอบต่างๆ รวมกันจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

2.2.3.5 ขั้นตอนการผลิต (Implementation) เป็นขั้นตอนที่ประกอบด้วย

(1) การเลือก Software หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้ เป็นตัวจัดการนำเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

(2) การจัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอ หรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้พร้อมที่จะใช้งาน สร้างไว้เป็นแฟ้มๆ

(3) นำ Courseware เข้าในโปรแกรม (Coding) ด้วยความปราณีตด้วยทักษะที่ดี ทำการ Edit ภาพ เสียง VDO ให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งจะได้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามที่ต้องการ

2.2.3.6 ขั้นตอนการประเมินคุณภาพ(Evaluation) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้

(1) ประเมินจากกลุ่มเล็กเพื่อตรวจสอบคุณภาพของ Package เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของ Package เพื่อปรับปรุงให้สมบูรณ์

(2) ประเมินจากกลุ่มเล็ก (Small Group Rehearsal Testing) เป็นขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(3) ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Efficiency Evaluation (E₁/E₂)) หมายถึงผลการเรียนระหว่างเรียนและผลการเรียนหลังการเรียน

(4) สร้างคู่มือประกอบบทเรียน (Presentation of User's Manual) เพื่อประโยชน์การเผยแพร่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถศึกษาวิธีการจากคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นคู่มือที่มีความสมบูรณ์

2.2.3.7 ขั้นตอนการเผยแพร่ (Publication) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.3.8 ขั้นตอนการติดตามผล (Follow-Up) หลังจากการมีการเผยแพร่บทเรียนระยะหนึ่ง ควรมีการติดตามผลเพื่อตรวจสอบความสำเร็จเพื่อพัฒนาปรับปรุงส่วนต่าง ๆ ที่เป็นปัญหา

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร (ต้นดิพิพัฒน์)เถาหงรัสแสง (2541 : 51-56) กล่าวถึงหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ต้องพิจารณาถึงโดยให้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์อันประกอบด้วย

2.3.1 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของมนุษย์เกิดควบคู่กันในเวลาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามทฤษฎีพฤติกรรมนิยมจะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเส้นตรง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้มีการออกแบบให้ผู้เรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จึงสามารถเรียนจุดประสงค์ต่อไปได้

2.3.2 ทฤษฎีปัญญานิยมที่มองมนุษย์ว่ามีความรู้สึกรู้จักคิด มีอารมณ์ มีจิตใจที่แตกต่างกันออกไป การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์จึงควรคำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ด้วย แนวคิดการแบ่งประเภทความรู้มี 3 ลักษณะ คือลักษณะเป็นขั้นตอน ลักษณะเป็นการอธิบาย และลักษณะเป็นเงื่อนไข บทเรียนมีลักษณะอิสระโดยผู้เรียนควบคุมการเรียนของตนเอง โครงสร้างบทเรียนจะแตกเป็นสาขา ผู้เรียนได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกัน ในทฤษฎีปัญญานิยมพยายามชี้จากภาพรวมเป็นหลักมีความเชื่อว่าความรู้เกิดจากสิ่งที่มีมนุษย์ต้องสร้างขึ้นและเป็นทฤษฎีที่มุ่งกระบวนการ สอดคล้องกับ สุกกรี รอดโพธิ์ทอง (2544 : 45-55) ได้กล่าวถึงขั้นตอน 2 ประการในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ ประการแรกต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าบทเรียนนั้นๆ ต้องการให้ผู้เรียนได้รับผลการเรียนรู้ทักษะใด ประการที่สองต้องกำหนดกลวิธีการออกแบบบทเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่ต้องการตามกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' ที่ประกอบด้วยเหตุการณ์ดังนี้

2.3.2.1 ได้รับความสนใจ (Gaining Attention) การเรียนรู้ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับการกระตุ้นใจให้เกิดความสนใจและต้องการเรียนเนื้อหานั้นนาน ๆ บทเรียนจึงควรเริ่มต้นด้วยลักษณะการใช้ภาพ สี เสียงประกอบกันหลาย ๆ อย่าง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อได้รับความสนใจของผู้เรียนควรคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

(1) ใช้กราฟิกอธิบายส่วนเนื้อหาควรให้มีขนาดใหญ่และไม่ซ้ำซ้อน

(2) ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อแสดงการเคลื่อนไหว ควรเป็นภาพที่เคลื่อนไหวสั้น ๆ เข้าใจง่าย

(3) ใช้สีเข้ามาช่วย และพยายามหลีกเลี่ยงคู่สีที่ไม่เข้ากันเช่น แดงกับเขียว เหลืองกับม่วง

(4) ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิกและเนื้อหาบทเรียน

(5) กราฟิกควรค้างไว้บนจอ จนกว่าผู้เรียนกดเมาส์หรือคีย์บอร์ด การออกแบบให้มีการลบกราฟิกออกโดยอัตโนมัติสามารถทำได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบ

(6) กราฟิกควรบอกชื่อบทเรียนและระบุนหน่วยการเรียนด้วย

(7) ควรใช้กราฟิกที่แสดงผลได้เร็วและกระชับ

(8) กราฟิกที่นอกเหนือจากเนื้อหาบทเรียน ต้องให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Informing Learner of Lesson Objective) การนำเสนอวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนจะรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา คำโครงของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหา ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น การนำเสนอวัตถุประสงค์ของบทเรียนกระทำได้หลายแบบ อาจจะเป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

- (1) ใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย
- (2) หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่รู้จัก
- (3) ไม่ควรกำหนดจุดประสงค์หลายข้อเกินไป
- (4) ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าจะนำความรู้จากบทเรียนไป

ใช้อย่างไร

(5) หากมีบทเรียนย่อย ๆ หลายบทเรียน หลังการนำเสนอวัตถุประสงค์กว้างๆ แล้ว ควรตามด้วยเมนูบทเรียนย่อย ต่อจากนั้นเป็นการนำเสนอวัตถุประสงค์ย่อยของบทเรียน

- (6) การกำหนดวัตถุประสงค์ควรปรากฏหน้าจอละข้อ
- (7) ใช้กราฟิกง่าย ๆ เช่นกรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจ
- (8) ใช้การตั้งคำถามแทนการนำเสนอวัตถุประสงค์ได้

2.3.2.3 ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Knowledge)

ในการสอนเนื้อหาผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ ๆ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว การทบทวนความรู้เดิมไม่จำเป็นต้องทดสอบเสมอไป ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรคำนึงถึงหลักการออกแบบเพื่อทบทวนความรู้ผู้เรียนดังนี้

- (1) ไม่ควรคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ก่อนการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการให้ความรู้หรือทดสอบ เพื่อเป็นการทบทวน
- (2) การทดสอบทบทวนต้องมีความกระชับและตรงจุด
- (3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจาก การทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
- (4) หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว
- (5) การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบ คำบรรยายทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.4 ให้ความรู้และเนื้อหาใหม่ (Presenting Stimuli With Distinctive Features) เนื้อความรู้ที่นำเสนอควรมีกลยุทธ์ออกแบบวิธีนำเสนอให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น อาจเสนอเป็นภาพ ข้อความ หรือคำอธิบายที่ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจต้องคำนึงสิ่งต่อไปนี้

- (1) ใช้ภาพประกอบเนื้อหาโดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาที่สำคัญ
- (2) ใช้แผนภูมิแผนภาพ ตาราง สถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
- (3) การนำเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ควรมีการเน้นในส่วน of ข้อความสำคัญ ซึ่งอาจขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น
- (4) ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- (5) จัดรูปแบบของข้อความให้น่าอ่าน หากเนื้อหาควรจัดแบ่งข้อความเป็นตอน ๆ
- (6) ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย เหมาะสมกับผู้เรียน
- (7) เปรียบเทียบการสอนปกติไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา
- (8) ควรให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์สม่ำเสมอ แทนที่จะจดจดมาหรือคีย์บอร์ดอย่างเดียว

2.3.2.5 ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guiding Learning) ผู้เรียนจะเข้าใจและจำเนื้อหาได้คือหากจัดระบบการนำเสนอที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน วิธีที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายคือการวิเคราะห์และตีความเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือพยายามหาเทคนิคที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ และหาวิธีที่ทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจ่างชัดเจนเท่าที่จะทำได้ บางเนื้อหาอาจใช้หลักการของการคิดหาเหตุผลค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงการออกแบบดังนี้

- (1) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่อะไร
- (2) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาใหม่กับเนื้อหาที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว
- (3) พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไป เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่
- (4) พยายามให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) การเสนอเนื้อหาที่ยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่
ที่เป็นนามธรรม

(6) กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

2.3.2.6 กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้ (Eliciting Performance)

การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนมีโอกาสร่วมคิดร่วมทำกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอย่างเข้าใจและเรียนรู้ได้ดีกว่าเรียนโดยการอ่านหรือคัดลอกข้อความเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม การโต้ตอบกับเครื่อง กิจกรรมเหล่านี้ผู้เรียนจะไม่เบื่อเมื่อมีส่วนร่วมในการคิด จึงควรออกแบบบทเรียนดังนี้

(1) พยายามให้ผู้เรียนตอบสนองด้วยวิธีการใดวิธีหนึ่ง

(2) พยายามให้ผู้เรียนมีโอกาสมิพีคำตอบหรือข้อความสั้น ๆ

เพื่อเรียกความสนใจตามความเหมาะสม

(3) ถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม

(4) ระวังความคิดจินตนาการด้วยคำถาม

(5) ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือคำถามเดียวแต่ตอบ

ได้หลายคำตอบ

(6) ควรหลีกเลี่ยงการตอบสนองหลาย ๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิด

ควรให้ผลย้อนกลับและเปลี่ยนกิจกรรมอย่างอื่น

(7) ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนกรอบเดียวกันกับ

คำถาม และการให้ผลย้อนกลับควรอยู่กรอบเดียวกัน

2.3.2.7 ให้ผลย้อนกลับ(Providing Informative Feedback) บทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียน โดยบอกเป้าหมายที่ชัดเจน หลักการให้ผลย้อนกลับมีดังนี้

(1) ให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีที่ผู้เรียนตอบสนอง

(2) บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด และตอบถูกต้อง

ผิดเพราะเหตุผลใด

(3) แสดงคำถามคำตอบและป้อนกลับในเฟรมเดียวกัน

(4) หลีกเลี่ยงการให้ผลป้อนกลับที่ตื่นตาหากผู้เรียนทำผิด

2.3.2.8 ทดสอบความรู้(Accessing Performances)บทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนแบบโปรแกรม การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างเรียนและการทดสอบช่วงท้ายบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเป็นการเก็บคะแนนหรือทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ค่าสุด เพื่อตรวจสอบผู้เรียนศึกษาเนื้อหาต่อไปได้หรือไม่ ซึ่งการทดสอบนอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนแล้วยังมีผลต่อการจำระยะยาวของผู้เรียนอีกด้วยข้อสอบจึงควรวางเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนข้อเสนอแนะในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบความรู้

(1) ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่วัดตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน

(2) ข้อทดสอบ คำตอบ และผลป้อนกลับอยู่บนเฟรมเดียวกัน

และขั้นตอนอย่างรวดเร็ว

(3) หลีกเลี่ยงให้ผู้สอบพิมพ์ข้อความที่ยาวเกินไป

(4) ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม หาก 1 คำถามมี

คำถามย่อยอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลาย ๆ ข้อ

(5) แนะนำวิธีการตอบคำถาม

(6) คำนึงถึงความถูกต้องแม่นยำและความเชื่อถือได้ของ

แบบทดสอบ

(7) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการทดสอบให้คล้ายจริง

มากที่สุดเช่นเข้าไปทำข้ออื่นก่อน หรือการกลับมาแก้ไขคำตอบ

2.3.2.9 การจำและนำความรู้ไปใช้ (Enhancing Retention and Learning Transfer) ในการเตรียมการสอนในขั้นตอนสุดท้ายเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ เป็นขั้นตอนการแนะนำความรู้ใหม่ไปใช้

2.3.3 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ เชื่อว่ามนุษย์นำความรู้ใหม่ ๆ ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมซึ่งมนุษย์รวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัตถุ ลำดับเหตุการณ์รายการกิจกรรมต่าง ๆ เอาไว้ และการรับข้อมูลไม่สามารถเกิดขึ้นได้ถ้าหากขาดโครงสร้างความรู้ เพราะการรับความรู้เป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม

2.3.4 ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา ที่เชื่อว่าความรู้แต่ละองค์ความรู้นั้นมีโครงสร้างที่แน่นชัดและสลับซับซ้อนมากขึ้นแตกต่างกัน แนวคิดเรื่องความยืดหยุ่นทางปัญญาส่งผลต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ตอบสนองต่อโครงสร้างขององค์ความรู้ที่แตกต่างกัน คือแนวคิดการออกแบบบทเรียนแบบสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ที่อนุญาตให้ผู้เรียนมีความอิสระในการควบคุมบทเรียนของตนตามความสนใจ ความถนัด และพื้นฐานความรู้

ถนอมพร (ต้นดิพิพัฒนา) เลขาจรสแสง (2541 : 56) เสนอแนะว่าการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นไม่จำเป็นต้องยึดทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง แต่ควรผสมผสานให้เหมาะสมตามลักษณะเนื้อหาและโครงสร้างขององค์ความรู้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุทธิพงศ์ ฉายากุล (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่องตัวต้านทาน ที่สร้างขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนทดสอบก่อนเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์และช่างไฟฟ้าของโรงเรียนเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 41 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.88/80.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีความแตกต่างของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน กับหลังเรียน โดยทดสอบค่าที (t-test) ปรากฏว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อนุชา บุญแสนแผน (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องแมคนเนติกคอนแทคเตอร์ ที่สร้างขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับวิชาชีพ ปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ทดลองหาประสิทธิภาพจำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน กลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนการสอนตามปกติจำนวน 20 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ได้ค่าประสิทธิภาพ 88.5/85.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสนอ มากขุนทด (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการพยาบาลผู้ป่วยเด็ก โรค ไคเน โพรติคซิน โดรม เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนระหว่างกลุ่มเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มการเรียนการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรธานี จำนวน 70 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ได้แก่กลุ่มหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนปกติ พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 86.00/81.67 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.16 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.50 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนด้วยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 มีค่า t เท่ากับ 7.64 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการพยาบาลผู้ป่วยเด็กโรคไดเนโฟรติกซินโดรม สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

ปิยะนง เจริญลาด (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องพื้นฐานทางชีวภาพของพฤติกรรมมนุษย์ เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับ การเรียนด้วยการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาการพิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 20 คน กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนตามปกติเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หากจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Independent Samples t-test พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 84.17/81.50 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าการเรียนการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวียงศิริ ไกรเกตุ (2545 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาภาษาอังกฤษ เรื่องคำกริยา ที่สร้างขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดโดนด เขตภาษาเจริญ กรุงเทพมหานคร พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่องคำกริยา มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี และกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรางคณา พระลัทธิรักษา (2541 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องคำศัพท์ในรายวิชาภาษาอังกฤษอ่าน-เขียน (อ 022) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนนครขอนแก่น ตำบลบ้านกุ่ม อำเภอมือเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เพื่อสอนคำศัพท์ในรายวิชาภาษาอังกฤษอ่าน-เขียน(อ 022) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพ 94.12/85.23 มีค่าดัชนีประสิทธิผล .65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนมี

ความคิดเห็นที่ดีและพึงพอใจมากต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

ปีทมา กัณหาโยธิน (2545 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พัญชนะในภาษาอังกฤษ ที่สร้างขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนในรายวิชาสหศาสตร์ประยุกต์ เรื่องเสียงพัญชนะ ในภาษาอังกฤษ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาภาษาอังกฤษ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากจากนักศึกษาจำนวน 60 คน ให้ได้ 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาสหศาสตร์ประยุกต์ เรื่องเสียงพัญชนะในภาษาอังกฤษ มีประสิทธิภาพเท่ากับ $84.33/82.00$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ $80/80$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอลวิส โคตรชมภู (2543 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษเทคนิค 1 เรื่อง "เครื่องมือช่าง" ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษเทคนิค 1 เรื่อง "เครื่องมือช่าง" มีประสิทธิภาพ $88.80/86.80$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นเรศ คำเสียง (2543 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาไทย เรื่องคำราชาศัพท์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาไทย เรื่องคำราชาศัพท์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับการสอนแบบปกติ และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองคูอวอย อำเภอปรังค์กู จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 60 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดมีค่า $79.11/77.76$ นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่

เรียนด้วยการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่เรียนด้วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความคิดเห็นที่ดีกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อุบลรัตน์ วัฒนวงศ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มทักษะ
ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการใช้ตัวสะกด เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนกับ
หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และความคิดเห็นของผู้ใช้บทเรียน
ที่มีผลต่อการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนวัดบางแสม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาภาษาไทยต่ำกว่าร้อยละ 70 จากการวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 20 คน
พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าที (t-test) เท่ากับ 2.46 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่ชอบที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก สาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง พุทธศักราช 2543 ผู้วิจัย ได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ระดับปริญญาตรีสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 61 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ระดับปริญญาตรีสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 32 คน ได้โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือต่างๆ ดังนี้

3.2.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด

และสแตก

ในส่วนของพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชา โครงสร้างข้อมูล และเนื้อหาบทเรียน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ดและสแตก ประกอบด้วย 3 บทเรียนดังนี้

บทเรียนที่ 1 โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์

บทเรียนที่ 2 โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด

บทเรียนที่ 3 โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก

ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมดังนี้

บทเรียนที่ 1 โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์

มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

- 1.1 บอกความหมายตัวแปรแบบอะเรย์ได้
- 1.2 บอกวิธีการบันทึกข้อมูลสู่ตัวแปรอะเรย์ 1 มิติได้
- 1.3 บอกวิธีการบันทึกข้อมูลสู่ตัวแปรอะเรย์ 2 มิติได้
- 1.4 บอกวิธีการค้นหาข้อมูลการค้นหาข้อมูลจากตัวแปรอะเรย์
- 1.5 บอกวิธีการเรียงลำดับข้อมูลแบบ Bubble Sort ได้
- 1.6 บอกหลักการประยุกต์ใช้อะเรย์กับเมตริกซ์สามเหลี่ยมได้
- 1.7 บอกหลักการประยุกต์อะเรย์กับกราฟได้

บทเรียนที่ 2 โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด

มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

- 2.1 บอกความหมายของโครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ดได้
- 2.2 บอกส่วนประกอบของโครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ดได้
- 2.3 บอกการนิยามโครงสร้างแบบเรคคอร์ดได้
- 2.4 เขียนโปรแกรมแบบเรคคอร์ดได้

บทเรียนที่ 3 โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก

มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

- 3.1 บอกความหมายโครงสร้างข้อมูลแบบสแตกได้
- 3.2 บอกการดำเนินการกับสแตกได้
- 3.3 แปลงนิพจน์ Infix เป็นนิพจน์ Postfix ได้
- 3.4 เขียนโปรแกรมแบบรีเคอร์ซีฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 ร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก เพื่อนำมากำหนดเป็นรายละเอียดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการพัฒนาบทเรียนนี้ใช้โปรแกรมनिपुण्ठथरिण Authorware version 6.0 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.3 เสนอแบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อการปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.4 แก้ไขแบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

3.2.1.5 พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

3.2.1.6 เสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบแก้ไข

3.2.1.7 ทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดังนี้

- (1) แก้ไขเสียง Effect ที่ปุ่มโต้ตอบเป็นเสียงเดียวกัน
- (2) แก้ไขภาพและข้อความบางส่วนให้ชัดเจน
- (3) แก้ไขเนื้อหาและคำถามให้ถูกต้องชัดเจน
- (4) สร้างปุ่มโต้ตอบในการปิดและเปิดเสียงให้เป็นไปตามความต้องการของผู้เรียนได้
- (5) ปรับอักษรข้อความให้ขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อความชัดเจน

3.2.1.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพ ดังรายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

1. ผศ.กิติพงศ์ มะโน รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์
ประจำภาคภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- | | |
|---------------------------|--|
| 2. ผศ.สมชัย แก้วศิริรัตน์ | ประธาน โปรแกรมวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง |
| 3. อาจารย์อำพล ทองระอา | รองคณบดีฝ่ายสารสนเทศ และอาจารย์
ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ให้ข้อเสนอแนะการจัดลำดับเนื้อหาควรลำดับจากง่ายไปหายาก ผู้วิจัยได้นำข้อแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มาปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

3.2.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพ ดังรายชื่ของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี | หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข | ภาควิชาคอมพิวเตอร์และ
อิเล็กทรอนิกส์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม |
| 3. อาจารย์มิ่งกล ภาวังคนันท์ | โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์
สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง |

ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 รายละเอียดดังในภาคผนวก ข นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะให้แก้ไขปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อผู้เรียนลงทะเบียนเรียนสำเร็จแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการทักทายผู้เรียนด้วยเสียงบรรยาย หรือข้อความ
2. ปรับปรุงรายการเลื่อนไป-กลับแต่ละหน้าให้มีความชัดเจน ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาพัฒนาแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก
3. ใช้เคอร์เซอร์ทำหน้าที่เป็นตัวชี้ไปยังบทเรียนที่ต้องศึกษาต่อไป
4. หัวเรื่องควรมีสัตว์อักษรชัดเจน และใช้สีแตกต่างกับฉากหลัง
5. ปุ่มในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นภาษาอังกฤษ ควรปรับเป็นภาษาไทยทั้งหมดเช่นปุ่ม Reset, OK, Cancel
6. เมื่อเรียนจบเนื้อหาแต่ละตอน ควรแนะนำผู้เรียนว่าควรเรียนต่อเนื้อหาเรื่องใด และเมื่อขึ้นเรื่องใหม่ควรมีการบ่งบอกให้ชัดเจนว่าจบเนื้อหาหรือแสดงให้เห็นว่าจะขึ้นเนื้อหาใหม่

ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

3.2.1.10 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพรายบุคคล (Individual try-out) กับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูลมาก่อน จำนวน 3 คน ที่มีผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน โดยสุ่มจากกลุ่มคะแนนเฉลี่ยต่อไปนี้

สูงกว่า 3.0	จำนวน 1 คน
2.5 -2.99	จำนวน 1 คน
ต่ำกว่า 2.5	จำนวน 1 คน

จากการทดลอง พบปัญหาเรื่องปุ่มการควบคุมบทเรียนปุ่มต่อไปและปุ่มย้อนกลับบางครั้งไม่สะดวก ผู้ทำวิจัยทำการแก้ไข

3.2.1.11 ทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80/80 กับกลุ่มเล็ก (Small Group try-out) กับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูลมาก่อน จำนวน 6 คน ที่มีผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 2 คน โดยสุ่มจากกลุ่มคะแนนเฉลี่ยต่อไปนี้

สูงกว่า 3.0	จำนวน 2 คน
2.5 -2.99	จำนวน 2 คน
ต่ำกว่า 2.5	จำนวน 2 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

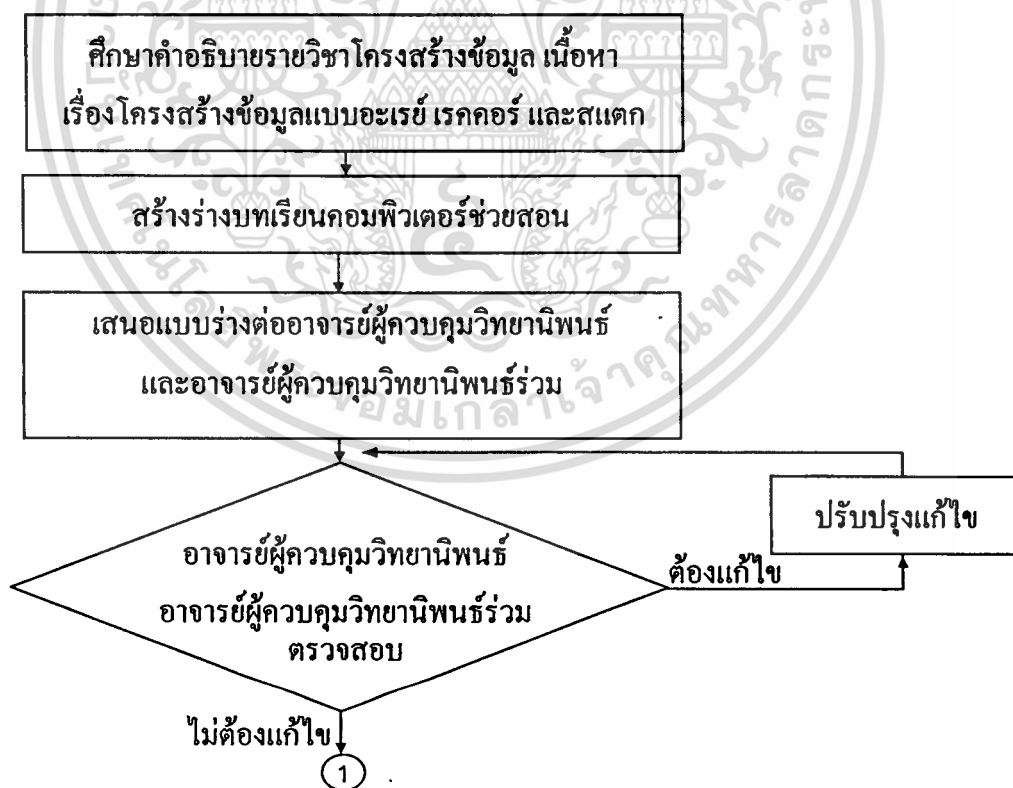
จากการทดลอง พบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้กับนักศึกษา 6 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบ ท้ายหน่วยการเรียนรู้	6	40	32.67	81.67	80
คะแนนแบบทดสอบ หลังการเรียนรู้	6	30	24.33	81.11	80

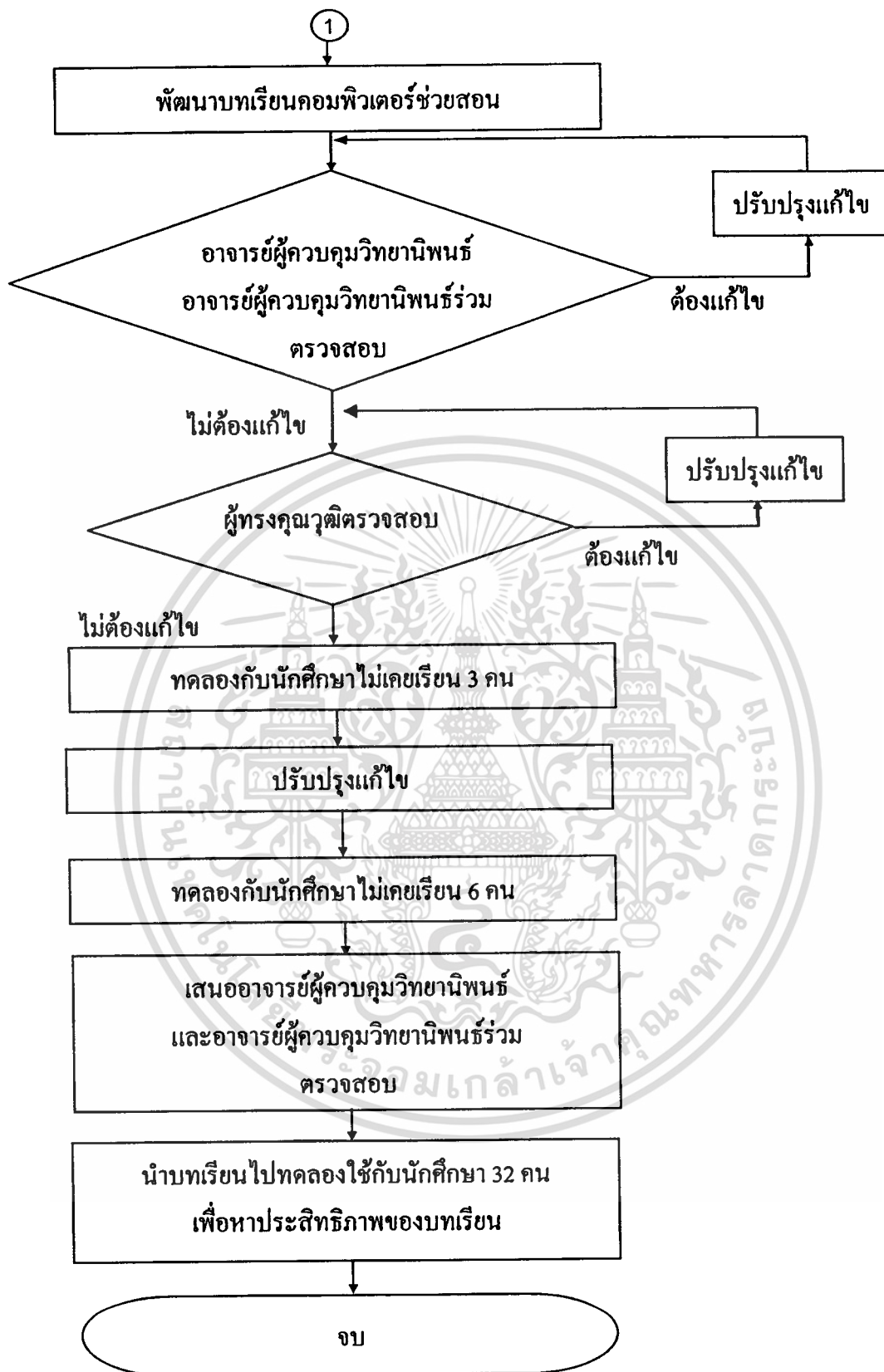
3.2.1.12 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ต่อไป

สำหรับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก มีรายละเอียดดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่จัดทำขึ้นเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.2.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและครอบคลุมเนื้อหา

3.2.2.2 สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และกำหนดข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบเป็น 0 คะแนน แล้วนำไปปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

3.2.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปหาค่าความตรงของเนื้อหา โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. ผศ.กิติพงศ์ มะโน | รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
และผู้ช่วยศาสตราจารย์
ประจำภาควิชาวิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. ผศ.สมชัย แก้วศิริรัตน์ | ประธานโปรแกรมวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง |
| 3. อาจารย์อำพล ทองระอ่า | รองคณบดีฝ่ายสารสนเทศ และอาจารย์
ประจำภาควิชาวิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

ในการพิจารณานั้นกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

คะแนน 1 มีความเห็นว่าแบบทดสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 มีความเห็นว่าแบบทดสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ กำหนดเกณฑ์ว่าผลรวมของคะแนนเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบข้อนั้นสอดคล้อง กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2538 : 83-89) คำนวณจากสูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความถี่เห็นผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา

ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากจำนวน 40 ข้อ ได้ผลดังนี้

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่มีค่าเท่ากับ 1 มีจำนวน 35 ข้อ

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่มีค่าเท่ากับ 0.7 มีจำนวน 5 ข้อ

3.2.2.4 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ตามข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ดังต่อไปนี้

(1) ให้ตรวจสอบคำ "สเกลาร์" ผู้ทำวิจัยเปลี่ยนแปลงเป็นคำว่า "ข้อมูล เดี่ยว" แทน

(2) เรียงลำดับแบบทดสอบตามจุดประสงค์ที่ง่ายไปหายาก

หลังจากนั้นนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแก้ไข อีกครั้ง

3.2.2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักศึกษา สถาบันราชภัฏ หมู่บ้านจอมบึง ที่ผ่านการเรียนรายวิชาโครงสร้างข้อมูล มาแล้วจำนวน 30 คน ทำการทดสอบ

3.2.2.6 นำผลการทดสอบมาหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนกรายข้อ (r) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย 0.2-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้งานจริงจำนวน 30 ข้อ มีสูตรดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

$$r = \frac{f_H + f_L}{N_H} \quad (3.3)$$

- เมื่อ p แทน คำนวณความยากง่ายของแบบทดสอบ
 r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
 f_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 f_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
 N_L แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ขอบเขตของค่าความยากง่ายและความหมาย

- 0.80-1.0 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
 0.60-0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
 0.40-0.59 เป็นข้อสอบที่ง่ายพอเหมาะ
 0.20-0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
 0.00-0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกและความหมาย

- | | | |
|-------------|-----------------------|------------------------|
| 0.40 ขึ้นไป | อำนาจจำแนกสูง | คุณภาพข้อสอบ ดีมาก |
| 0.30-0.39 | อำนาจจำแนกปานกลาง | คุณภาพข้อสอบ ดี |
| 0.20-0.29 | อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | คุณภาพข้อสอบ พอใช้ |
| 0.00-0.19 | อำนาจจำแนกต่ำ | คุณภาพข้อสอบ ใช้ไม่ได้ |

ค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับคือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของข้อสอบและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบพบว่าค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้ออยู่ระหว่าง 0.20–0.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20–0.67 เลือกข้อสอบที่นำไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้จำนวน 30 ข้อ รายละเอียดคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังภาคผนวก ก

3.2.2.7 หากความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงของแบบทดสอบ ซึ่งได้จากการ

วิเคราะห์ผลของข้อมูลการทำแบบทดสอบที่ได้ จากกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน (ข้อ 3.2.2.5) ใช้สูตรการคำนวณ KR-20 ของ Kuder-Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142)

$$r_a = \left[\frac{K}{(K-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right] \quad (3.4)$$

- เมื่อ r_a แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 K แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด
 P แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 Q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1-p$)
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ผลการหาความเชื่อมั่นแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก มีค่าเท่ากับ 0.82

3.2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ดและสแตก

3.2.3.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมิน

3.2.3.2 สร้างแบบประเมินจำนวน 2 ชุด

ชุดที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ด้านเนื้อหา ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เพื่อประเมินความถูกต้องทางด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชุดที่ 2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อประเมินเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของแบบประเมินทั้ง 2 ชุด มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

5 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

4 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

3 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับ

ปานกลาง

2 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมาย

- ระดับ 4.50-5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- ระดับ 3.50-4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
- ระดับ 2.50-3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
- ระดับ 1.50-2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
- ระดับ 1.00-1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

3.2.3.3 นำแบบประเมินที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม

3.2.3.4 ปรับปรุงแบบประเมิน ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และจัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลต่อไป

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1 ประสานงานกับประธานโปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง เพื่อขออนุญาตในการทำวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

3.3.2 เตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 2 ของสำนักคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องลูกข่ายจำนวน 32 ชุด ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 98 ทำการติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ดและสแตก และติดตั้ง MyODBC Driver เพื่อทำหน้าที่ติดต่อยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายทุกเครื่อง และประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง เป็นระบบปฏิบัติการ LINUX ติดตั้งโปรแกรม MySQL และสร้าง Table ชื่อ Student เพื่อเก็บคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ทุกคน จากนั้นทำการเพิ่มรายชื่อของนักศึกษา รหัสนักศึกษา และรหัสผ่านนักศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4 หาประสิทธิภาพกระบวนการ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน โดยเรียนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก และทดสอบ ทำหน่วยงานเรียนย่อย ตามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ผู้วิจัยเก็บผลคะแนนของการทำแบบทดสอบของทำยบทเรียนของกลุ่มตัวอย่างทุกคน จำนวน 4 ครั้ง ดังนี้

3.3.4.1 วันที่ 29 มิถุนายน 2546 เวลา 13.00-16.00 น. เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์

3.3.4.2 วันที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 เวลา 13.00-16.00 น. เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ (ต่อ) และทำแบบทดสอบทำยหน่วยงานเรียนย่อยเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ ด้วยแบบทดสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในส่วนเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์

3.3.4.3 วันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 เวลา 13.00-16.00 น. เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด และทำแบบทดสอบทำยหน่วยงานเรียนย่อยเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด ด้วยแบบทดสอบปรนัย จำนวน 10 ข้อ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด

3.3.4.4 วันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 เวลา 13.00-16.00 น. เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก และทำแบบทดสอบทำยหน่วยงานเรียนย่อยเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก ด้วยแบบทดสอบปรนัย จำนวน 10 ข้อ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก

3.3.5 หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างเดิม ในวันที่ 3 สิงหาคม 2546 เวลา 13.00-14.00 น. ด้วยแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ดและสแตก ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 (ชัยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2534 : 136) ใช้สูตร E_1/E_2

$$E_1 = \frac{\sum X/N}{A} \times 100 \quad (3.5)$$

$$E_2 = \frac{\sum F/N}{B} \times 100 \quad (3.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนครบทุกบทเรียน
	ΣX	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
	ΣF	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกบทเรียน
	N	แทน	จำนวนของผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกบทเรียนรวมกัน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกบทเรียน

3.4.2 วิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบ
อะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

3.4.2.1 ด้านเนื้อหา

3.4.2.2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 164)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} \quad (3.7)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

Σ แทน ผลรวมของคะแนน

X แทน คะแนนแต่ละจำนวน

n แทน จำนวนข้อมูล

ใช้สูตรการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (3.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	แทน	จำนวนข้อมูล
	X	แทน	ค่าคะแนนของแต่ละคน
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก รายวิชา โครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 โดยนำเนื้อหาทั้งหมดมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรม Authorware Version 6.0 หลังจากพัฒนาเสร็จแล้วทำการ Package File เพื่อเป็นรูปแบบ Execute File เพื่อให้บทเรียนสามารถทำงานได้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง บรรจุในแผ่นซีดี โดยมีแฟ้มทำงานอัตโนมัติ เพื่อให้บทเรียนทำการอัตโนมัติ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ใช้เนื้อที่ทั้งสิ้น 132 Mb ในการติดตั้งบทเรียนครั้งแรกนั้นต้องทำสำเนาแฟ้มข้อมูลทุกแฟ้มในโฟลเดอร์ชื่อ Structure จากแผ่นซีดีบทเรียนลงสู่ Drive C ก่อน โดยใช้ชื่อโฟลเดอร์ Structure อย่างเดิม เมื่อสร้างเสร็จแล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี จำนวน 32 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.1 - 4.3

ตารางที่ 4.1 ผลคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

รายการทดสอบ ท้ายหน่วยการเรียนรู้	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่สอบได้	ร้อยละ	เกณฑ์ ร้อยละ
โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์	32	20	16.66	83.30	
โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ด	32	10	8.09	80.90	
โครงสร้างข้อมูลแบบสแตก	32	10	7.97	79.70	
รวม		40	32.72	81.80 (E ₁)	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลการทดสอบการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก คะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 32.72 คิดเป็นร้อยละ 81.80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.2 ผลคะแนนที่นักศึกษาทดสอบหลังการเรียนรู้

รายการทดสอบ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่สอบได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก	32	30	24.53	81.77 (E ₂)	80

จากตารางผลการทดสอบหลังการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก คะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 24.53 คิดเป็นร้อยละ 81.77 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

รายการทดสอบ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่สอบได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
ทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก	32	40	32.72	81.80 (E ₁)	80 (E ₁)
ทดสอบหลังการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก	32	30	24.53	81.77 (E ₂)	80 (E ₂)

จากตารางผลการทดสอบการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้ย่อยคะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 32.72 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.80 และการทดสอบหลังการเรียนรู้ คะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 24.53 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.77 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.80/81.77 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80) ดังนั้นบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากนั้นนำไปทดลองกับนักศึกษาสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 61 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ระดับปริญญาตรีสาขาวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูล รหัสวิชา 4122202 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 32 คน ได้โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ดและสแตก
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ดและสแตก

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดัดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก จำนวน 32 เครื่อง และติดตั้ง MyODBC Driver เพื่อทำหน้าที่ติดต่อกับฐานข้อมูลผู้เรียนยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และติดตั้งคอมพิวเตอร์แม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง โดยใช้ระบบปฏิบัติการ LINUX หลังจากนั้นติดตั้งฐานข้อมูล MySQL แล้วสร้าง Table ชื่อ Student เพื่อเก็บคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนย่อยและคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 2 สำนักคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
2. เก็บข้อมูลประสิทธิภาพของกระบวนการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน โดยเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทำแบบทดสอบของท้ายหน่วยการเรียนทุกหน่วย

3. เก็บข้อมูลประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน อีก 1 ครั้ง โดยทำแบบทดสอบหลังการเรียนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก จากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก วิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน และคะแนนทำแบบทดสอบหลังบทเรียน โดยใช้เกณฑ์ 80/80

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามขั้นตอน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้
ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก ได้ค่าประสิทธิภาพ 81.80/ 81.77 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก สามารถอภิปรายผลประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ดังนี้

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ค่าประสิทธิภาพ 81.80/ 81.77 รายละเอียดประสิทธิภาพของกระบวนการ ผลสัมฤทธิ์ในการทำแบบทดสอบย่อยท้ายหน่วยการเรียนนั้น เนื่องจากผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียน ที่มีการออกแบบประกอบด้วยขั้นตอนการบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การให้ความรู้ใหม่ มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้ การให้ผลย้อนกลับ และการทดสอบความรู้ ประกอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ค่าประสิทธิภาพ 81.80 เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ มาจากคะแนนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้ผ่านผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบ มีการนำไปหาค่าความยากง่าย และทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าประสิทธิภาพ 81.77 เป็นไปตามเกณฑ์ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ที่สร้างขึ้นสามารถให้ความรู้กับผู้เรียนตามหลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์ ในระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยะนง เจริญฉลาด (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องพื้นฐานทางชีวภาพของพฤติกรรมมนุษย์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มีประสิทธิภาพ 84.17/81.50 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมา กัณหาโยธิน (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพยัญชนะในภาษาอังกฤษ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มีประสิทธิภาพ 84.33/82.00 และสอดคล้องกับ ชัยขงค์ พรหมวงศ์ (2521 : 136-142) กล่าวถึงการที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนพิจารณาตามความพอใจ ตามปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าแปรปรวนร้อยละ 2.5-5

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ที่สร้างขึ้น พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าเฉลี่ยมากกว่าประสิทธิภาพของผลลัพ์ ซึ่งอาจเกิดจากผลความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้วทำแบบฝึกหัดทันที จึงตอบคำถามได้เพราะเป็นความจำระยะสั้น ส่วนค่าประสิทธิภาพของผลลัพ์ที่มีค่าน้อยกว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ อาจเกิดจากการลืมของกลุ่มตัวอย่าง ดังที่ ขนิษฐา วิเศษสาธิต (169 : 2540) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างเรียนมากขึ้นยิ่งจำบทเรียนเก่าได้น้อยลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก ที่พัฒนาขึ้นทำการออกแบบในการการคิดต่อกับฐานข้อมูลของคะแนนผู้เรียนแต่ละคน โดยบันทึกคะแนนแต่ละหน่วยการเรียนด้วยฐานข้อมูล MySQL ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ LINUX ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังต่อไปนี้

1. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยไม่จำเป็นต้องติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL แต่การเก็บผลการทดสอบเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่ต้องติดตามจาก

คอมพิวเตอร์ของผู้เรียนแต่ละเครื่อง ในกรณีนี้ ผู้เรียนต้อง Login ด้วยรหัสนักศึกษา และชื่อนักศึกษา ตามข้อมูลของผู้เรียน

2. ในกรณีที่ต้องการให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีการจัดเก็บผลการทดสอบของผู้เรียนในฐานข้อมูลนั้น จำเป็นต้องมีคอมพิวเตอร์แม่ข่าย LINUX พร้อมกับลงฐานข้อมูล MySQL พร้อมกับสร้าง Table เพื่อเก็บข้อมูลผู้เรียนล่วงหน้าในการกำหนดสิทธิ์ผู้เรียน ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนแต่ละเครื่องต้องทำการติดตั้ง MyODBC Driver จากแฟ้ม MyODBC-3.51.03.EXE ที่บรรจุอยู่ใน ซีดี บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทำหน้าที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย รายละเอียดดังกล่าวจะกล่าวถึงใน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทอื่นๆ ในวิชาโครงสร้างข้อมูล เช่น เรื่องลิงค์ลิสต์, คิว, การเรียงลำดับข้อมูล และโครงสร้างแบบต้นไม้ เป็นต้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

2. ควรทำวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภท CMI (Computer Management Instruction) โดยบูรณาการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับฐานข้อมูลผู้เรียน เพื่อสร้างเป็นระบบการติดตามด้านความก้าวหน้าของการเรียนของผู้เรียน

บรรณานุกรม

- กฤษดา กรุดทอง. 2536. โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม. กรุงเทพฯ : การศาสนา.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2535. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอ็ดดิสัน เพรส โพรดักส์.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- ขนิษฐา วิเศษสาทร. 2540. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถนอมพร (ตันติพิพัฒน์) เถาหงษ์แสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ดวงกมลโปรดักชัน.
- นเรศ คำเสียง. 2543. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาภาษาไทย เรื่องคำราชาศัพท์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นฤต กระจาย. 2521. การเขียนโปรแกรมและประมวลผลข้อมูลด้วยเทอร์โบปาสคาล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. 2544. การพัฒนาหลักสูตรโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย.
- บัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 2542. คู่มือเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2542. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โครงการตำราและเอกสารสิ่งพิมพ์.
- บุญเชิด ภิญโญนนต์พงษ์. 2538. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปัทมา กัณหาโยธิน. 2545. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเสียงพยัญชนะ ในภาษาอังกฤษ." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- ปิยะชนก เจริญฉลาด. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พื้นฐานทางชีวภาพของ พฤติกรรมมนุษย์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ไพบุลย์ เกียรติโกมล และสิริลักษณ์ ศิริธนากุล. 2543. "การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน IMMCI." ครุศาสตร์อุตสาหกรรม. ฉบับที่ 4. หน้า 5-17.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. การทำวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ที.พี.พรินท์.
- วรางคณา พระลัษัทยา. 2541. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องคำศัพท์ในรายวิชาภาษาอังกฤษอ่าน-เขียน (อ. 022) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1." วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย ขอนแก่น.
- เวียงศิริ ไกรเกตุ. 2545. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาภาษาอังกฤษ เรื่องคำกริยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดโดนด กรุงเทพมหานคร." วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2544. Online Available : <http://www.moe.go.th/main2/plan/p-r-b42-01.htm>.
- สำนักงานคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ. 2544. แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารของประเทศไทย พ.ศ. 2545-2549. กรุงเทพฯ : จีระการพิมพ์.
- สำนักงานมาตรฐานการศึกษาสำนักงานสภานโยบาย. 2543. หลักสูตรสถาบันราชภัฏ ปีพุทธศักราช 2543. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานการศึกษาสำนักงานสภา สถาบันราชภัฏ.
- สำนักวางแผนและพัฒนา สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. 2544. สารสนเทศสถาบันราชภัฏ หมู่บ้านจอมบึง. ราชบุรี : สำนักวางแผนและพัฒนาสถาบัน.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2544. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : กรุสภา ลาดพร้าว.
- สุคนธ์ สุนพานิช. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบสุริยะ วิชากลุ่มเสริมสร้าง ประสพการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4." วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุชาย ธนเสถียร และวิชัย จิวังกูร. โครงสร้างข้อมูล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุทธิพงษ์ ฉายากุล. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวต้านทาน." วิทยานิพนธ์
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาทางการอาชีวะ
และเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. 2542. การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- เสนอ มากขุนทด. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การพยาบาลผู้ป่วยเด็กโรคไต
เนโฟรติกซินโดรม." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา
เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อนุชา บุญแสนแผน. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แมคเนติกคอนแทคเตอร์."
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการ
อาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.
- อภิชาติ อนุกุลเวช. 2544. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า."
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการ
อาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.
- อุบลรัตน์ วัฒนวงศ์. 2540. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การใช้ตัวสะกด
สำหรับนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เอลวิส โคตรชมภู. 2543. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษเทคนิค 1."
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการ
อาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.
- Anne Castling. 1996. **Competence-base Teaching and Training.** London : Macmillan Press.
- Chauhan S.S. 1979. **Innovations in Teaching-Learning Process.** New Delhi :
Vikas Publishing House.
- Leestma Sanford and Nyhoof Larry. 1993. **Pascal Programming and Problem Solving.**
Newyork : Macmillan Publishing.
- Merrill David. 2001. "A Knowledge Object and Mental Model Approach to a Physics Lesson."
Education Technology. 41(1) : 36.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MySQLAB. 2003. **MySQL Database Server**. [Online]. Available :

<http://www.mysql.com/downloads/index.html>.

MySQLAB. 2003. **Connector ODBC-MySQL ODBC Driver**. [Online]. Available :

<http://www.mysql.com/downloads/index.html>.

Ross, S.M. and Morrison, G.R. 1993. **Using Feedback to Adapt instruction for Individuals**.

New Jersey : Education Technology Publication.

The Boeing Company. 2003. **Computer Managed Instruction**. [Online]. Available :

<http://www.boeing.com/defense-space/aerospace/training/instruct/cmi.htm>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก แสดงดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ข้อสอบ	IOC	p	r
1. ตัวแปรแบบอะเรย์ต่างกับตัวแปรเดี่ยวอย่างไร ก. ตัวแปรอะเรย์เก็บค่าในฮาร์ดดิสก์ ตัวแปรเดี่ยวเก็บค่าใน RAM ข. ตัวแปรอะเรย์เก็บค่าแบบ Numeric ตัวแปรเดี่ยวเก็บค่าแบบ String ค. ตัวแปรอะเรย์เก็บค่าคงที่ ตัวแปรเก็บค่าเปลี่ยนแปลงได้ ✓ ง. ตัวแปรอะเรย์เก็บค่าได้หลายค่า ตัวแปรข้อมูลเดี่ยวเก็บค่าได้เพียงค่าเดียว	1.0	0.53	0.40
2. ประกาศตัวแปร A : array[1..20] of integer; ตัวแปรอะเรย์ชุดที่ประกาศนี้สามารถเก็บค่าได้ทั้งหมดกี่ค่า ก. 1 ค่า ข. 19 ค่า ✓ ค. 20 ค่า ง. 21 ค่า	1.0	0.77	0.20
3. J : array[1..100,1..5] of Integer; ตัวแปรอะเรย์ J ประกอบด้วยสมาชิกกี่ค่า ก. 5 ข. 100 ค. 50 ✓ ง. 500	1.0	0.57	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r
<p>4. ข้อใดคือความหมายของ โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์</p> <p>✓ ก. กลุ่มข้อมูลที่มีค่าชนิดเดียวกัน</p> <p>ข. กลุ่มข้อมูลที่เป็นตัวเลขเท่านั้น</p> <p>ค. กลุ่มข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน</p> <p>ง. กลุ่มข้อมูลที่มีการลดความซ้ำซ้อน</p>	1.0	0.30	0.20
<p>5. ถ้าประกาศตัวแปรอะเรย์ดังนี้ Data : array[1..5] of integer; ข้อมูลใดไม่สามารถเก็บในอะเรย์ชุดนี้ได้</p> <p>✓ ก. 500 20 40 25 2.5</p> <p>ข. 601 2 0 13 100</p> <p>ค. 1 0 0 0 1</p> <p>ง. 0 0 0 0 0</p>	1.0	0.53	0.27
<p>6. การประกาศตัวแปรอะเรย์เพื่อใช้งานต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง</p> <p>ก. ชื่ออะเรย์ ชนิดข้อมูล</p> <p>ข. ชื่ออะเรย์ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ชนิดข้อมูล</p> <p>✓ ค. ชื่ออะเรย์ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด มิติของอะเรย์ ชนิดข้อมูล</p> <p>ง. ชื่ออะเรย์ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด มิติของอะเรย์ ชนิดข้อมูล จำนวนสมาชิก</p>	1.0	0.47	0.27
<p>7. ประกาศตัวแปรอะเรย์ ดังนี้ Mark : array[1..10,1..5] of integer; ข้อใดที่อธิบายถึงส่วนประกอบของอะเรย์ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. Mark หมายถึง ชนิดของข้อมูล</p> <p>✓ ข. 1..10,1..5 หมายถึง มิติของอะเรย์</p> <p>ค. integer หมายถึง ชื่ออะเรย์</p> <p>ง. 1..5 หมายถึง Upper</p>	1.0	0.77	0.40
<p>8. ถ้าอะเรย์ z มี 25 สมาชิก ถ้าต้องการบันทึกค่า 1, 2, 3.. 25 ใน สมาชิก ที่ 1, 2, 3 ถึง 25 ตามลำดับตามตำแหน่งอะเรย์นั้น ๆ ใช้หลักในข้อใด</p> <p>✓ ก. for i:= 1 to 25 do z[i] := I;</p> <p>ข. for z:= 1 to 25 do z[i] := I;</p> <p>ค. for z:= 1 to I do z[i] := I;</p> <p>ง. for i:= 1 to 25 do z[i] := 1..25;</p>	1.0	0.63	0.47

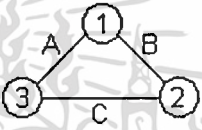
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r
9. ตัวแปร $M : \text{array}[1..10]$ of integer; คำสั่งใดเป็นการเก็บค่า ในตัวแปรอะเรย์ ก. $M := 20$; ข. $\text{Read}(m)$; ✓ ค. $\text{Readln}(m[i])$; ง. $\text{Readln}(m[i]) := 20$;	1.0	0.37	0.20
10. ถ้าประกาศตัวแปรอะเรย์ดังนี้ $A : \text{array}[1..20]$ of integer; ข้อใดต่อไปนี้เป็นกรบันทึกค่าเก็บในตัวแปรอะเรย์ A ได้ถูกต้อง ก. $A := 50$; ข. $50 := A$; ค. $A[50] := 50$; ✓ ง. $A[20] := 2$;	1.0	0.50	0.20
11. ถ้าประกาศตัวแปรอะเรย์ดังนี้ $B : \text{array}[1..4, 1..20]$ of integer; ข้อใดเป็นวิธีการบันทึกค่าสู่ตัวแปรอะเรย์ B ได้ถูกต้อง ก. $B := 50$; ข. $B[4] := 50$; ✓ ค. $B[1,1] := 50$; ง. $B[20,4] := 50$;	1.0	0.57	0.60
12. $\text{St}[1..4, 1..20]$ of integer; พิจารณาคำสั่งเพื่อเก็บข้อมูลในตัวแปร St ควรแก้ปัญหาคำสั่งที่บรรทัดใด For $i := 1$ to 4 do (บรรทัด 1) Begin (บรรทัด 2) For $j := 1$ to 20 do (บรรทัด 3) Readln(St[i]); (บรรทัด 4) End; ก. บรรทัด 1 แก้ไขเป็น For $I := 1$ to 20 do ข. บรรทัด 3 แก้ไขเป็น For $j := 1$ to 4 do ✓ ค. บรรทัด 4 แก้ไขเป็น Readln(St[I,j]); ง. บรรทัด 4 แก้ไขเป็น Readln(St[j,i]);	1.0	0.70	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	P	r																																				
<p>13. จากเมตริกซ์สามเหลี่ยมจากภาพ เขียนในรูปอะเรย์ได้อย่างไร</p> <table style="border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table>		1	2	3	4	5	1						2	0					3	1	0				4	0	1	0			5	1	0	1	0		0.7	0.47	0.53
	1	2	3	4	5																																		
1																																							
2	0																																						
3	1	0																																					
4	0	1	0																																				
5	1	0	1	0																																			
<p>✓ ก. 1, 2, 5 และ 3, 4 ข. 1, 2 และ 3, 4, 5 ค. 1, 3, 5 และ 2, 4 ง. 1, 4, 5 และ 2, 3</p>																																							
<p>14. พิจารณาส่วนประกอบของกราฟจากภาพ ข้อใดระบุส่วนประกอบของกราฟถูกต้อง</p> <div style="text-align: center;">  </div>	0.7	0.23	0.33																																				
<p>ก. 1, 2, 3 เป็น node A, B, C เป็น Vertex ✓ ข. 1, 2, 3 เป็น node A, B, C เป็น Edge ค. 1, 2, 3 เป็น edge A, B, C เป็น Vertex ง. 1, 2, 3 เป็น edge A, B, C เป็น Node</p>																																							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r																									
<p>15. จากเมตริกซ์ประชิดดังตาราง</p> <p>เขียนเป็นกราฟแบบมีทิศทางได้ตามข้อใด</p> <table style="margin-left: 100px;"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>ก.</p> <p>ข.</p> <p>✓ ก.</p> <p>ง.</p>		1	2	3	4	1	0	1	0	0	2	1	0	0	1	3	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0.7	0.37	0.47
	1	2	3	4																								
1	0	1	0	0																								
2	1	0	0	1																								
3	0	0	0	1																								
4	1	0	0	0																								
<p>16. ในแต่ละเรคคอร์ดประกอบด้วยส่วนย่อยที่เรียกว่าอะไร</p> <p>✓ ก. Field</p> <p>ข. File</p> <p>ค. Folder</p> <p>ง. Name of file</p>	1.0	0.73	0.27																									
<p>17. ข้อใดไม่ใช่ฟิลด์ของเรคคอร์ดพนักงานบริษัท</p> <p>ก. ชื่อพนักงาน</p> <p>ข. เงินเดือนพนักงาน</p> <p>ค. ที่อยู่พนักงาน</p> <p>✓ ง. ผลรวมเงินเดือนพนักงานทั้งหมด</p>	1.0	0.77	0.20																									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r
18. โครงสร้างข้อมูลแบบเรคคอร์ดมีคุณสมบัติอย่างไร ก. เป็นกลุ่มข้อมูลที่สามารถเก็บข้อมูลที่เป็นประเภทข้อความเท่านั้น ข. เป็นกลุ่มข้อมูลที่สามารถเก็บข้อมูลที่เป็นชนิดเดียวกันเท่านั้น <input checked="" type="checkbox"/> ค. เป็นกลุ่มข้อมูลที่สามารถเก็บข้อมูลที่มีชนิดของข้อมูลแตกต่างกันได้ ง. เป็นกลุ่มข้อมูลที่ต้องเก็บข้อมูลที่มีชนิดของข้อมูลแตกต่างกันเท่านั้น	1.0	0.70	0.33
19. การออกแบบส่วนประกอบใดของข้อมูลแบบเรคคอร์ดที่ต้องคำนึงถึงประเภทข้อมูล (Data Type) เป็นหลัก ก. File ข. Record <input checked="" type="checkbox"/> ค. Field ง. Index	1.0	0.57	0.47
20. คำสั่งการทำงานแบบเรคคอร์ด <code>Readln(Student.Snum);</code> <code>Snum</code> หมายถึงสิ่งใด ก. ชื่อเพิ่มข้อมูล ข. การระบุตำแหน่งเรคคอร์ด <input checked="" type="checkbox"/> ค. ชื่อฟิลด์ ง. เรคคอร์ด <code>Sname</code> จากเพิ่ม <code>Student</code>	1.0	0.50	0.47
21. โครงสร้างข้อมูลแบบ Record ชื่อ <code>Person</code> ประกอบด้วยฟิลด์ <code>Code</code> <code>Name</code> และ <code>Salary</code> ถ้าต้องการบันทึกค่า 12000 สูฟิลด์ <code>Salary</code> ต้องใช้คำสั่งใด ก. <code>Record.Person.Code Name Salary := 12000;</code> ข. <code>Person. Code Name Salary := 12000;</code> <input checked="" type="checkbox"/> ค. <code>Person.Salary := 12000;</code> ง. <code>Salary := 12000;</code>	1.0	0.77	0.20

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r
22. ข้อมูลในแสดกประกอบด้วย S, T, A, H, K ต้องการกระทำให้เป็น S, T, A, C, K ต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง ก. Pop H, Push C , Pop K ข. Pop H, Pop K, Push C, Push K ✓ ค. Pop, Pop, Push C, Push K ง. Push, Push, Pop, Pop	1.0	0.40	0.27
23. Stack Pointer มีประโยชน์อย่างไร ✓ ก. ทำหน้าที่ชี้ตำแหน่งสมาชิกตัวบนสุดของสแตก ข. ทำหน้าที่เก็บจำนวนค่าทุกค่าที่เข้าสู่สแตก ค. ทำหน้าที่เก็บ address ของค่าแรกเพื่อเชื่อมโยงไปค่าสุดท้ายของสแตก ง. ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างสแตกอื่น ๆ เข้าด้วยกัน	1.0	0.60	0.27
24. สแตกเดิมเก็บค่า 45, 84, 78 ถ้ามีการดำเนินการด้วย Push 84 มีผลอย่างไร ก. 45, 84, 78 ข. 45, 84, 84, 78 ✓ ค. 45, 84, 78, 84 ง. 45, 84, 78	1.0	0.70	0.20
25. จากข้อมูลในสแตก 25, 34, 18, 45 เมื่อมีการดำเนินการ ข้อมูลในสแตกมีค่าเป็น 25, 34, 45, 18 แสดงว่ามีการดำเนินการใด ✓ ก. Pop, Pop, push, 45, Push 18 ข. Pop 45, Pop 18, Push, 45, Push 18 ค. Pop 18, Pop 45 , Push, 45, Push 18 ง. Pop18 , Pop 45, Push, 18, Push 45	1.0	0.20	0.40

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r
<p>26. จากสตริงค์ $A+B-C(A^D)/(E+F)$ จัดกลุ่มเป็น Operator และกลุ่ม Operand ได้ตามข้อใด</p> <p>ก. $A+B-C$ เป็น Operators $(A^D)/(E+F)$ เป็น Operands</p> <p>ข. $ABC(AD)(EF)$ เป็น Operators $+ - ^ / +$ เป็น Operands</p> <p>✓ค. $+ - (^) / (+)$ เป็น Operators $A B C A D E F$ เป็น Operands</p> <p>ง. $+ - ^ / +$ เป็น Operators $A B C (A D) (E F)$ เป็น Operands</p>	1.0	0.67	0.27
<p>27. ข้อใดเป็นการเรียงลำดับความสำคัญของ Operator เมื่ออยู่ในสแตกได้ถูกต้อง</p> <p>✓ก. $* ^ / + - ($</p> <p>ข. $^ (/ * + -$</p> <p>ค. $^ * / + - ($</p> <p>ง. $(^ * / + -$</p>	1.0	0.27	0.40
<p>28. การแปลงอินฟิกซ์เป็นโพสฟิกซ์ ถ้านิพจน์ที่ประกอบด้วย Operator ที่มี Precedence เท่ากันให้หาผลลัพธ์จากซ้ายไปขวา ยกเว้นเหตุการณ์ใดที่ต้องทำจากขวาไปซ้าย</p> <p>ก. $2+3-4$</p> <p>ข. $2/3*4$</p> <p>ค. $2*3/4$</p> <p>✓ง. 2^3^4</p>	1.0	0.70	0.20
<p>29. การแปลงอินฟิกซ์เป็นโพสฟิกซ์ ถ้าอินพุตเป็น Operand ต้องทำอย่างไร</p> <p>✓ก. นำไว้ที่เอาต์พุต</p> <p>ข. เก็บไว้ในสแตก</p> <p>ค. ถ้ามีความสำคัญกว่าค่าบนสุดของสแตก ดำเนินการ Pop</p> <p>ง. ถ้ามีความสำคัญกว่าค่าบนสุดของสแตก ดำเนินการ Push</p>	1.0	0.67	0.53
<p>30. แปลง $A+B/C*D-E$ เป็นนิพจน์ Postfix</p> <p>ก. ABC/D^*E+-</p> <p>✓ข. ABC/D^*+E-</p> <p>ค. $AB/C+D^*E-$</p> <p>ง. AB/C^*D^*+E</p>	1.0	0.70	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ



การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ดและสแตก ด้านเนื้อหา

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์	4.33	0.58	ดี
1.3 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง	4.33	0.58	ดี
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.5 ลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.6 ความชัดเจนการอธิบายเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
รวม	4.39	0.42	ดี
2. แบบฝึกหัด			
2.1 ความชัดเจนของคำถาม	4.33	0.58	ดี
2.2 ความสะดวกในการทำแบบฝึกหัด	4.67	0.67	ดีมาก
รวม	4.50	0.50	ดีมาก
รวมทั้งฉบับ	4.42	0.38	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. ด้านการจัดบทเรียน			
1.1 การนำเสนอชื่อเรื่องหลักของบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 การนำเสนอชื่อเรื่องย่อยของบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความง่ายในการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เมาส์ การใช้แป้นพิมพ์	4.33	0.58	ดี
1.4 ความสะดวกคล่องตัวในการใช้บทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ความชัดเจนของคำสั่งในการใช้บทเรียน	4.33	1.15	ดี
1.6 การออกแบบจอภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
1.7 วิธีการโต้ตอบบทเรียน	4.33	0.58	ดี
รวม	4.52	0.33	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของตัวอักษรและสี			
2.1 รูปแบบตัวอักษรที่นำเสนอ	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ขนาดตัวอักษรที่ใช้	4.33	0.58	ดีมาก
2.3 สีของตัวอักษร	4.33	0.58	ดีมาก
2.4 พื้นหลังบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.58	0.38	ดีมาก
3. แบบทดสอบ			
3.1 วิธีการโต้ตอบกับแบบทดสอบ	4.33	0.58	ดี
3.2 วิธีการรายงานผลแบบทดสอบ	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.50	0.50	ดีมาก
รวมทั้งฉบับ	4.54	0.34	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตก

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

ชื่อผู้ประเมินวันที่

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์
1.3 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา
1.5 ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา
1.6 ความชัดเจนการอธิบายเนื้อหา
2. แบบฝึกหัด
2.1 ความชัดเจนของคำถาม
2.2 ความสะดวกในการทำแบบฝึกหัด

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

แบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

ชื่อผู้ประเมิน วันที่

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
1. ด้านการจัดบทเรียน					
1.1 การนำเสนอชื่อเรื่องหลักของบทเรียน
1.2 การนำเสนอชื่อเรื่องย่อยของบทเรียน
1.3 ความง่ายในการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เมาส์ การใช้แป้นพิมพ์
1.4 ความสะดวกคล่องตัวในการใช้บทเรียน
1.5 ความชัดเจนของคำสั่งในการใช้บทเรียน
1.6 การออกแบบจอภาพ
1.7 วิธีการโต้ตอบบทเรียน
2. ความเหมาะสมของตัวอักษรและสี					
2.1 รูปแบบตัวอักษรที่นำเสนอ
2.2 ขนาดตัวอักษรที่ใช้
2.3 สีของตัวอักษร
2.4 พื้นหลังบทเรียน
3. แบบทดสอบ					
3.1 วิธีการโต้ตอบกับแบบทดสอบ
3.2 วิธีการรายงานผลแบบทดสอบ

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง

โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตก

และ

ตัวอย่างบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเริ่มต้นใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ด และสแตกจะมีส่วนการจำลองการทำงานของโปรแกรมภาษารวมอยู่ด้วย การเริ่มต้นใช้บทเรียนครั้งแรกต้องทำสำเนาเพิ่มทุกเพิ่มในโฟลเดอร์ "Structure" จากแผ่น ซีดีของบทเรียน ลงสู่ Drive C: โดยใช้ชื่อโฟลเดอร์ "Structure" อย่างเดิม และการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์เรคคอร์ดและสแตกที่บรรจุในแผ่น ซีดีนั้นสามารถทำงาน 2 กรณี คือ

1.1 กรณีที่ไม่ต้องใช้ฐานข้อมูล โดยผู้เรียนต้องพิมพ์รหัสนักศึกษาเป็น "440642180" และรหัสผ่านเป็น "269745" เท่านั้น ก็สามารถเข้าสู่บทเรียนได้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เข้าสู่โปรแกรม

ขั้นที่ 2 จากรายการหลัก เลือกรายการ "เริ่มต้นใช้บทเรียน" ดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 รายการหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นที่ 3 จะปรากฏรายการย่อยต่าง ๆ ดังรูปที่ ง.2



รูปที่ ง.2 รายการย่อยของระบบการเรียน

ขั้นที่ 4 เลือกรายการย่อยที่ 2 ลงทะเบียนเรียน จะปรากฏการลงทะเบียนดังรูปที่ ง.3 ป้อนรหัสนักศึกษา "440642180" และรหัสผ่าน "269745" หลังจากนั้นจึงสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตกได้



รูปที่ ง.3 การป้อนรหัสนักศึกษาและรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ในกรณีที่ต้องการใช้ฐานข้อมูล MySQL ทำหน้าที่จัดเก็บผลการทดสอบของผู้เรียนแต่ละคน จะต้องดำเนินการ 2 ขั้นตอนคือ

1. การสร้าง Table
2. การติดตั้ง ODBC Driver

การสร้าง Table เป็นการใช้ข้อมูลร่วมกันจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เรียนทุกคนจึงต้องสร้าง Table ที่คอมพิวเตอร์ Server LINUX ด้วยโปรแกรม MySQL โดยมีโครงสร้างไฟล์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Table Name : Student

Item	Fields Name	Type	Width	Description
1	ID	varchar	9	รหัสนักศึกษา
2	NAME	varchar	45	ชื่อ นามสกุลนักศึกษา
3	TestAr	vchar	2	คะแนนหลังการเรียน
4	PreAr	vchar	2	คะแนนทำขบทเรียนเรื่องอะเรย์
5	PreRec	vchar	2	คะแนนทำขบทเรียนเรื่องเรคคอร์ด
6	PreSt	vchar	2	คะแนนทำขบทเรียนเรื่องสแตก
7	PassW	varchar	6	รหัสผ่าน

การติดตั้ง ODBC Driver นั้นมีความจำเป็นต้องติดตั้งให้กับคอมพิวเตอร์ทุกข่ายทุกเครื่อง เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางการเชื่อมต่อระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับฐานข้อมูล MySQL โดยบรรจุเพิ่มที่จำเป็นในการติดตั้งในแผ่น ซีดี ชื่อเพิ่ม MyODBC-3.51.03.EXE เมื่อทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วต้องกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ดังรูปที่ ๔.4

MySQL ODBC 3.51 Driver - DSN Configuration

This dialog helps you in configuring the ODBC Data Source Name, that you can use to connect to MySQL server

DSN Information

Data Source Name:

Description:

MySQL Connection Parameters

Host/Server Name(or IP):

Database Name:

User:

Password:

Port (if not 3306):

SQL command on connect:

OK Cancel Options >> Test Data Source Help

รูปที่ 4.4 การกำหนดค่า MyODBC Driver

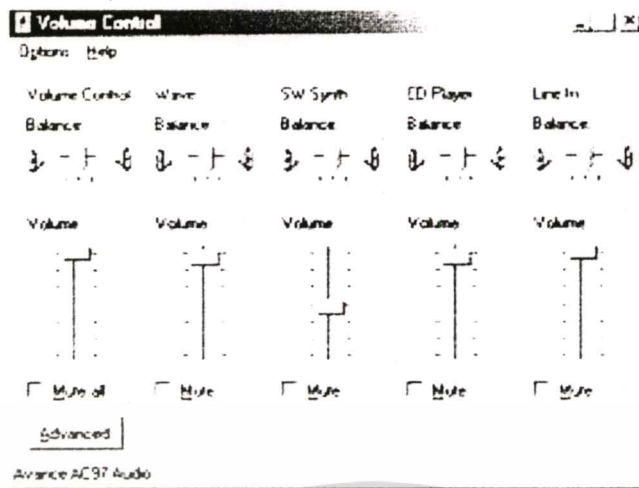
รายละเอียดและความหมายของการกำหนดค่าเป็นดังนี้

Data Source name :	ชื่อของ Server	กำหนดเป็น	Datastructure
Host/Server Name (or IP) :	IP Address ของ Server	กำหนดเป็น	192.168.30.16
Database name :	ชื่อของฐานข้อมูล MySQL	กำหนดเป็น	test
User :	ชื่อ User	กำหนดเป็น	vijan
Password :	รหัสผ่านในการเข้าถึง database	กำหนดเป็น	vijan
Port (if not 3306) :	เป็นค่า Default ของ Port MySQL	กำหนดเป็นค่าเดิม	
SQL command on connect :	คำสั่ง MySQL เมื่อมีการ Connect	ไม่มีการกำหนด	

ในการกำหนดค่าต่าง ๆ ใน MyODBC Driver นั้นต้องประยุกต์ไปตามการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ Server แต่ละเครื่อง แต่สิ่งที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้คงต้องใช้ค่าเดิมคือ Data Source Name, User และ Password เพราะเป็นค่าคงที่กำหนดไว้ในตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ดและสแตก

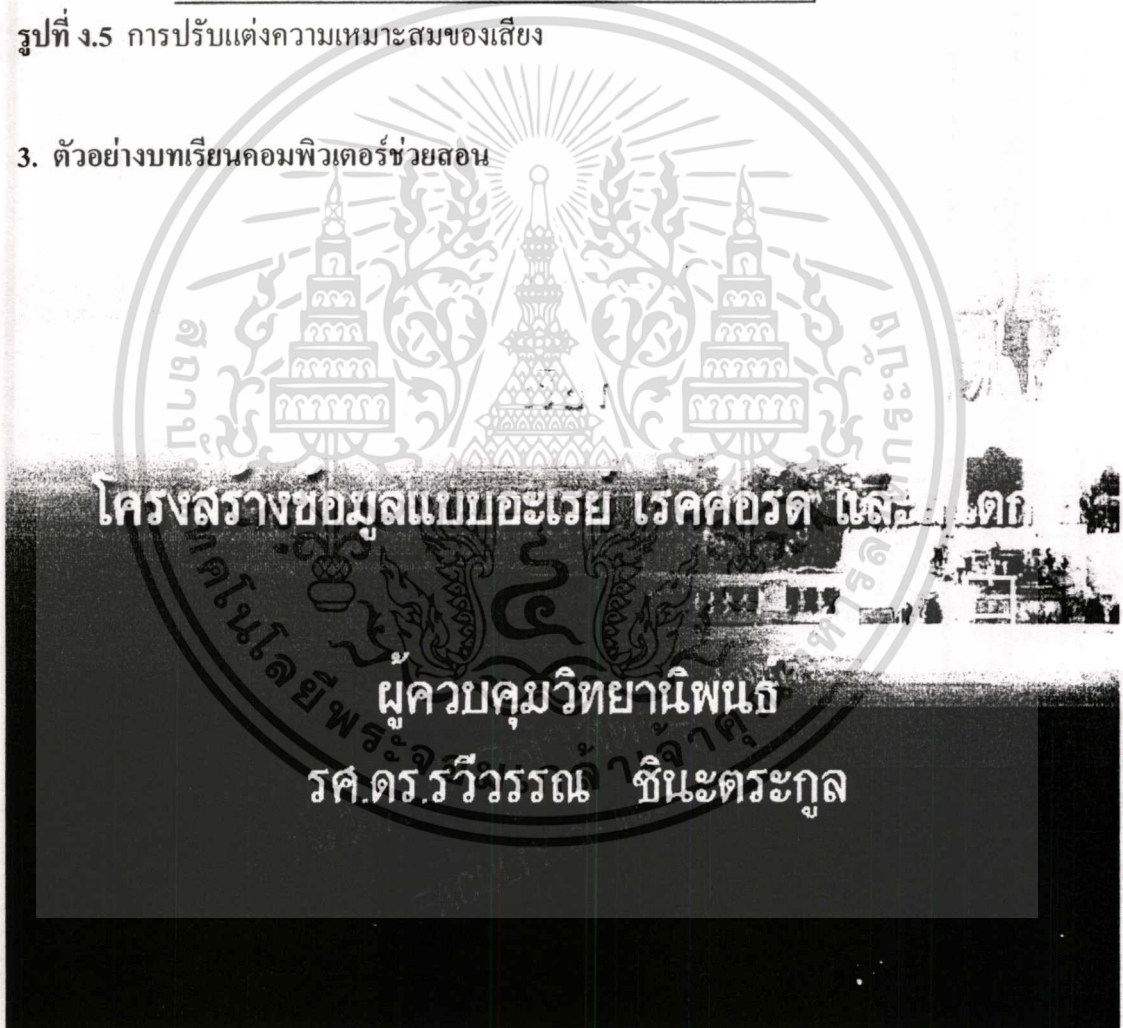
2. การจัดระบบเสียงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การบรรยายเสียงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องโครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแตกนี้ ผู้วิจัยได้แยกเสียงการบรรยาย และเสียงดนตรีประกอบเป็นอิสระจากกันผู้ใช้บทเรียนสามารถปรับแต่งความเหมาะสมของเสียงใน Volume Control จาก Taskbar



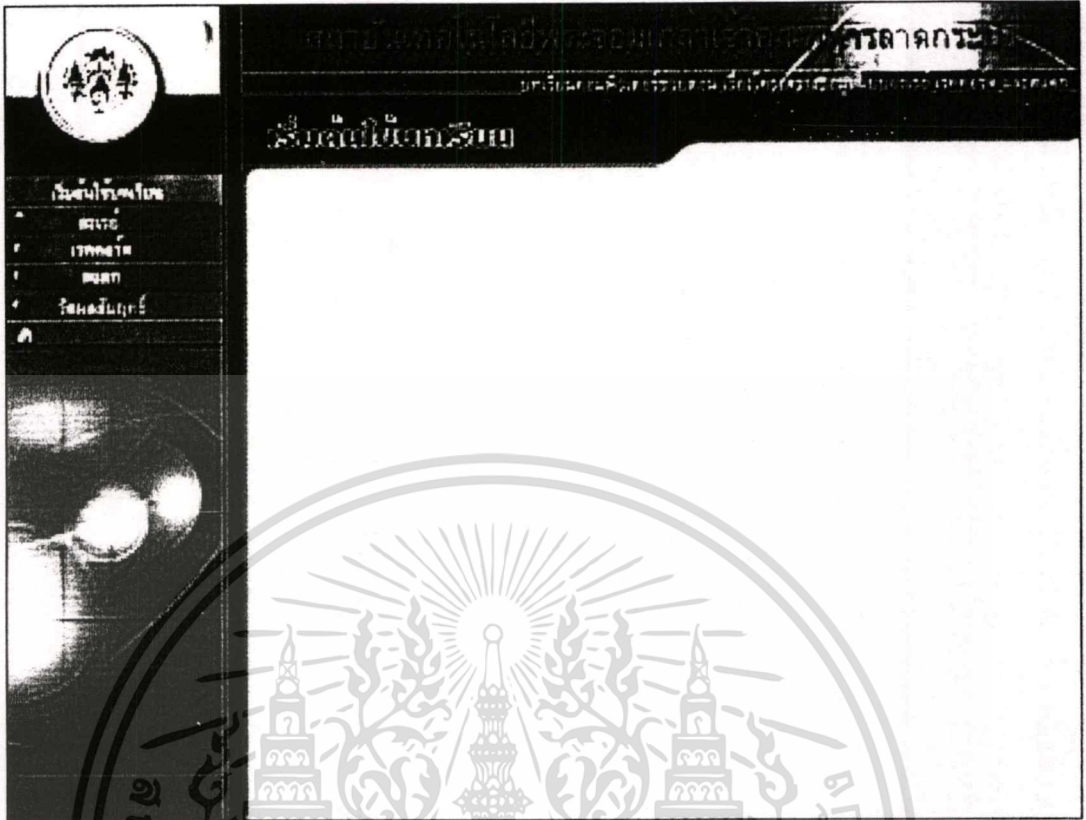
รูปที่ ง.5 การปรับแต่งความเหมาะสมของเสียง

3. ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

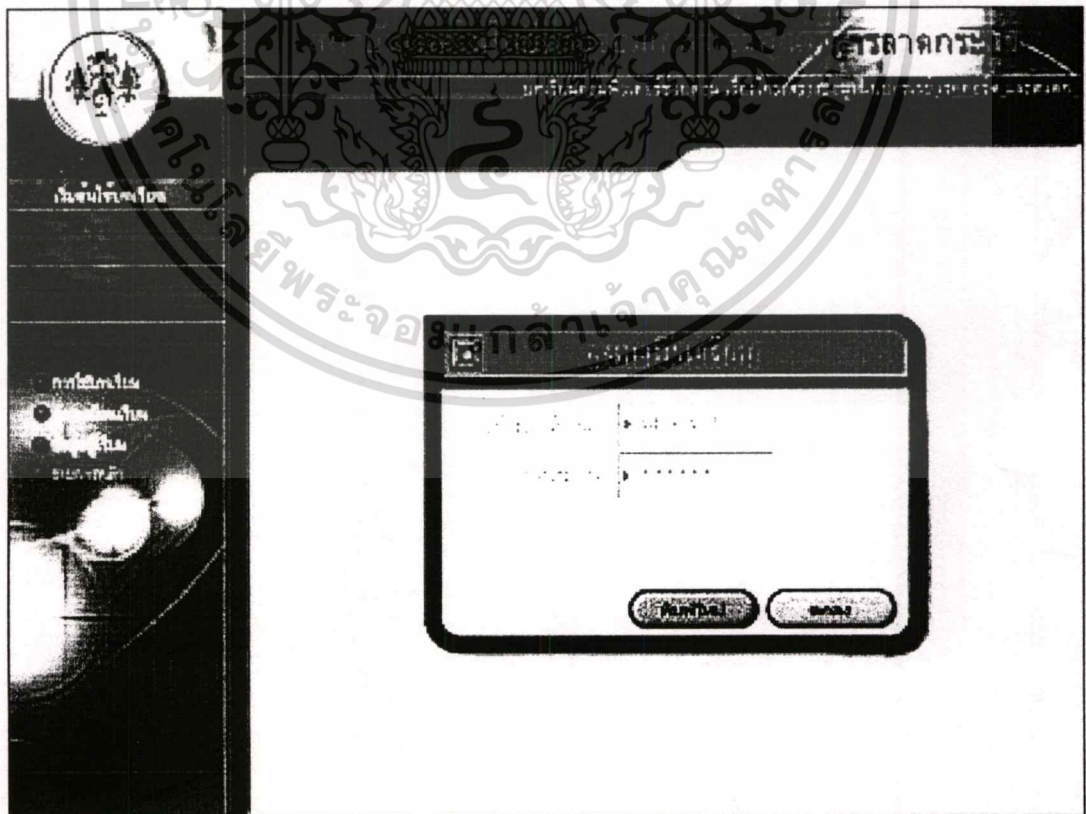


รูปที่ ง.6 ใต้เต็ลการเข้าสู่บทเรียน

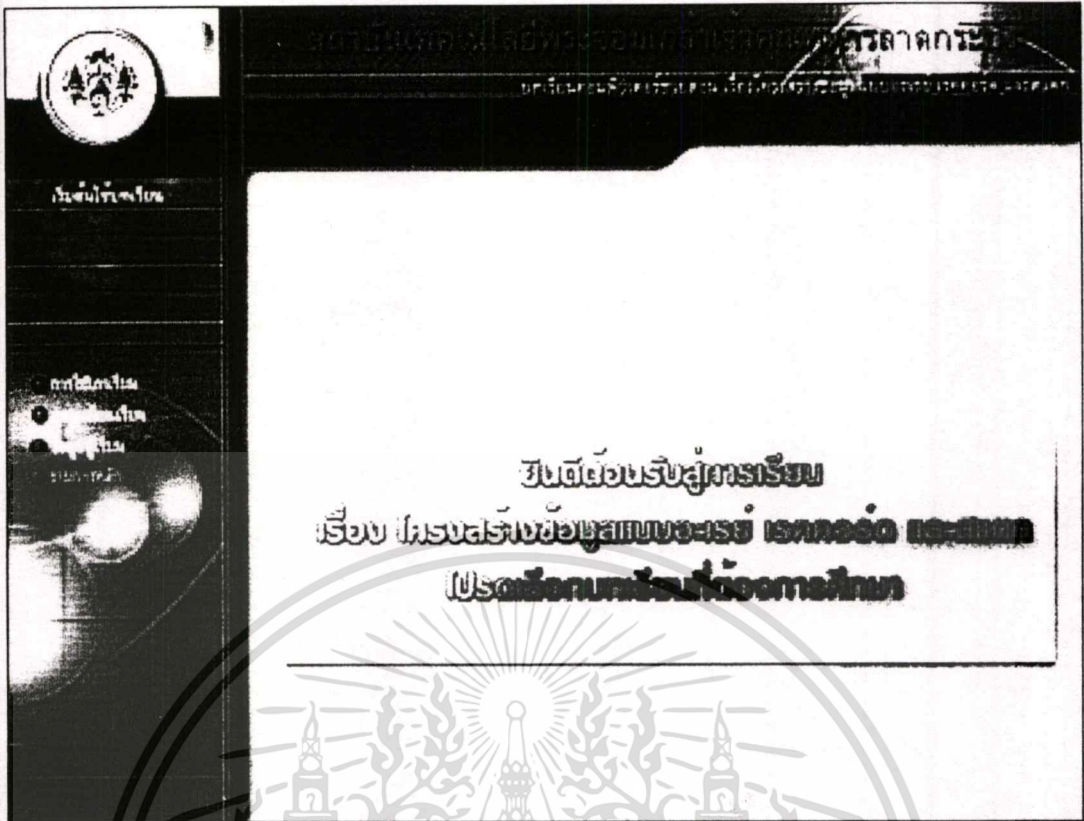
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



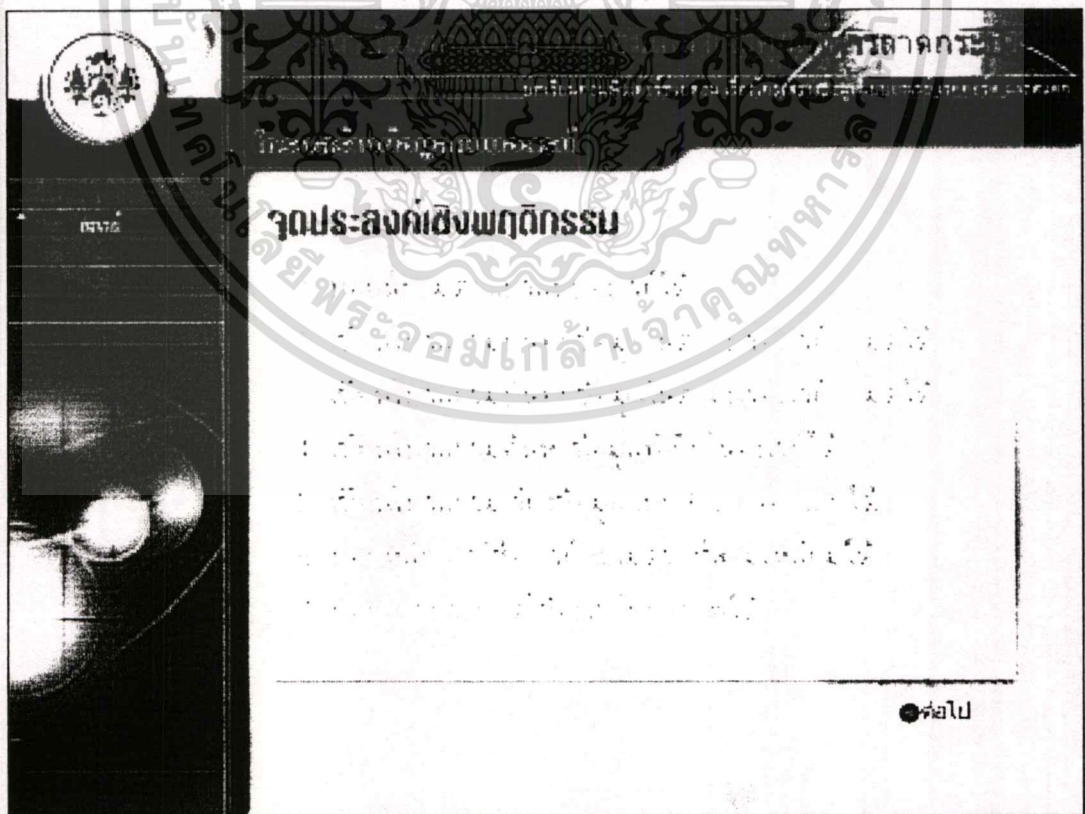
รูปที่ ง.7 รายการเลือกหลักแต่ละบทเรียนยังไม่สามารถทำงานจนกว่ามีการลงทะเบียนเรียน



รูปที่ ง.8 การลงทะเบียนเรียนด้วยรหัสนักศึกษา 440642180, รหัสผ่าน 269745 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

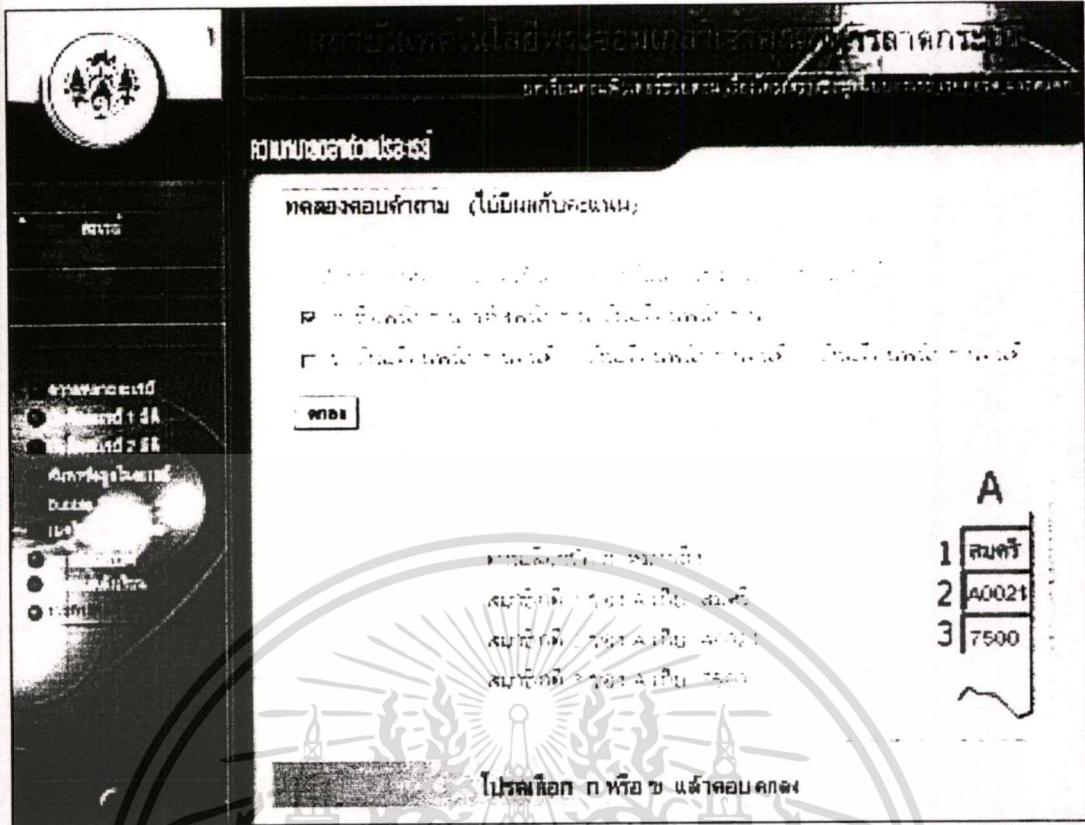


รูปที่ ง.9 การถ่ายภาพหลังจากลงทะเบียนเรียนสำเร็จ

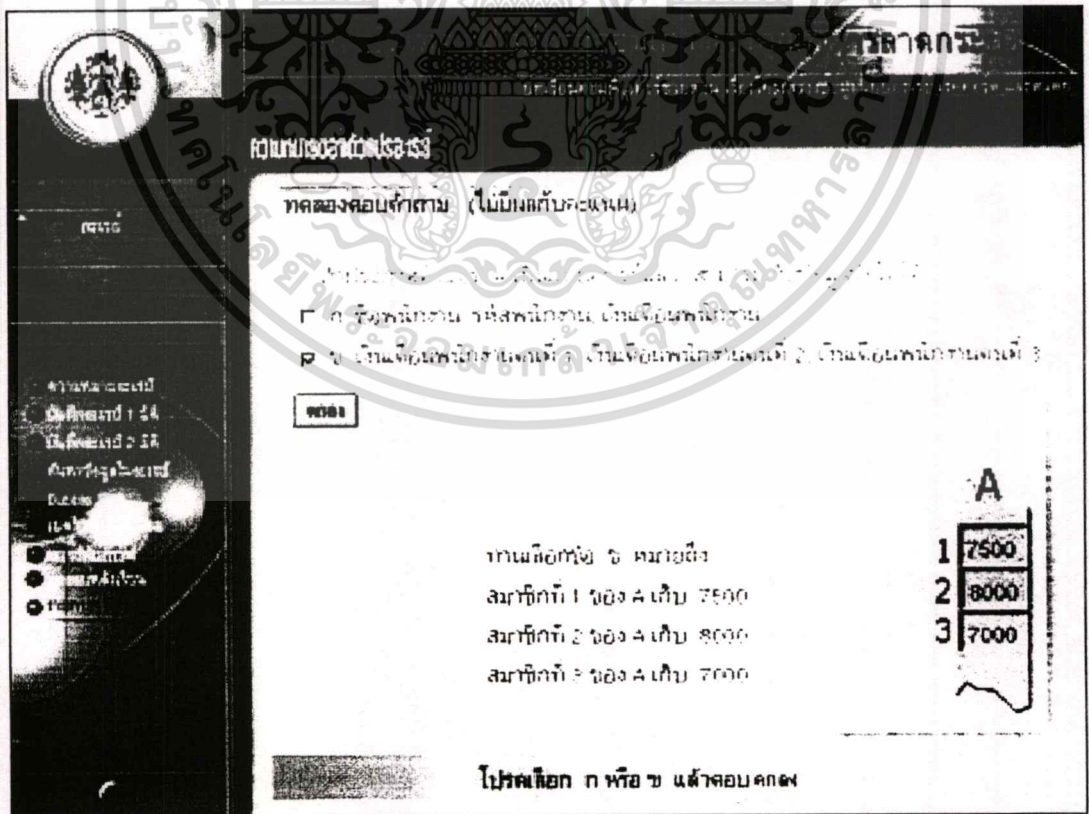


รูปที่ ง.10 การแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

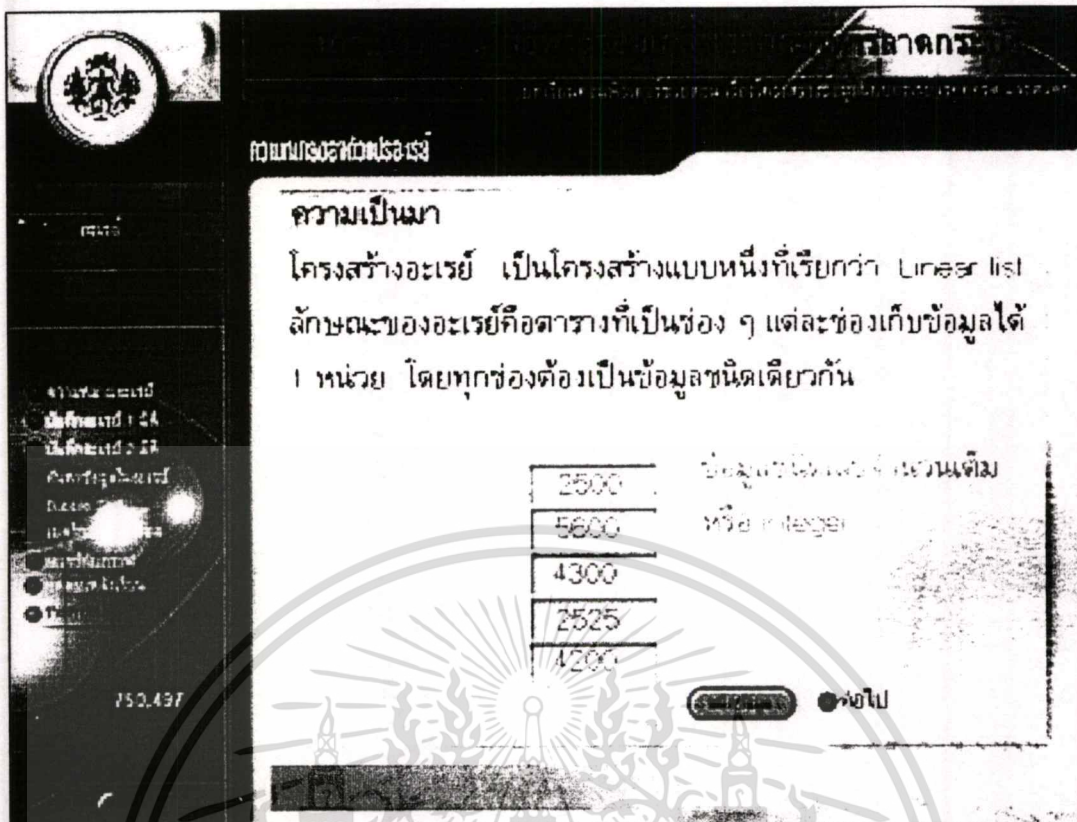


รูปที่ ง.11 การนำเข้าสู่บทเรียน โดยผู้เรียนลองตอบคำถามที่ตัวเลือก ก

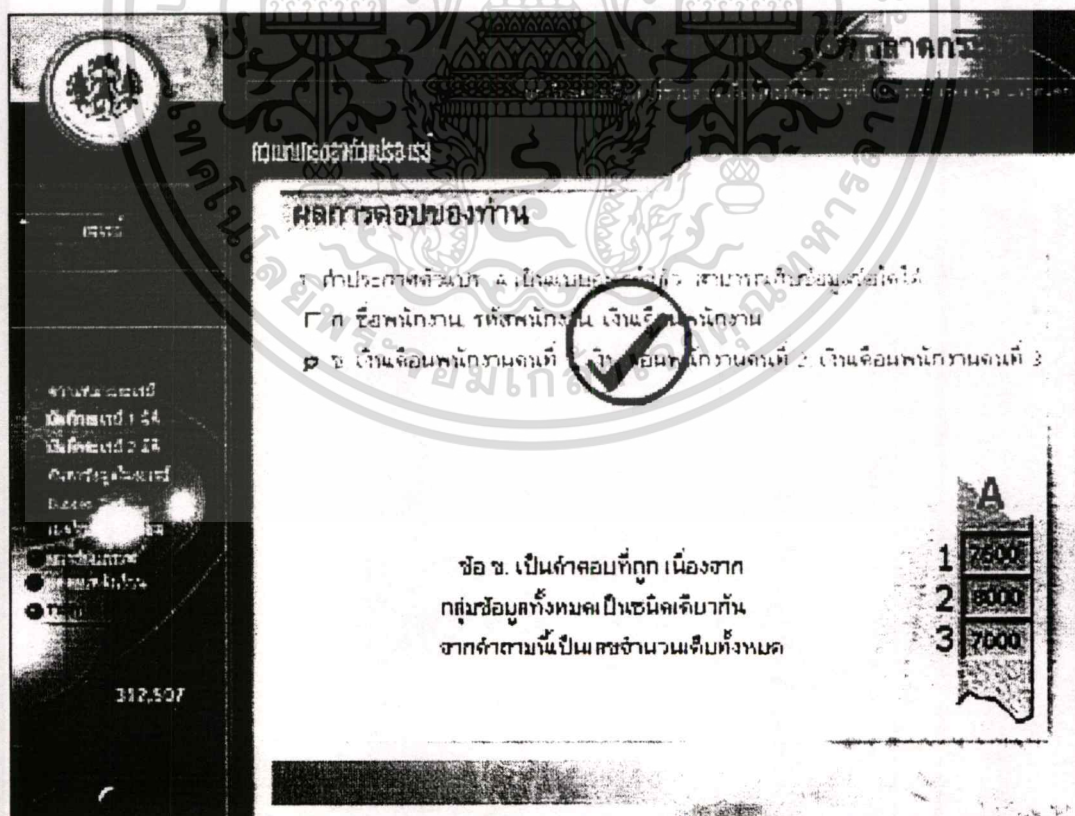


เอกสารนี้รูปที่ ง.12 การนำเข้าสู่บทเรียน โดยผู้เรียนลองตอบคำถามที่ตัวเลือก ข

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.13 บทเรียนคอมพิวเตอร์แสดงเนื้อหาสาระกับผู้เรียน



รูปที่ ง.14 การให้ผลย้อนกลับทันทีทันใดกับผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแต็ก

ความหมายของตัวแปร

สรุปลักษณะสมบัติตัวแปรเดี่ยว

```

Program Test1;
Var Data : integer;
Begin
  Data := 87;
  Data := 21;
  Writeln(Data);
End.
    
```

ตัวแปร Data จะเก็บค่า 21 ที่มีการกำหนดครั้งสุดท้าย

การจำลองการเก็บข้อมูลตัวสเกลาร์

Data | 21

รูปที่ ง.15 ผู้เรียนฝึกคิดหาคำตอบ และตอบคำถาม บทเรียนคอมพิวเตอร์จะให้ผลย้อนกลับ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างข้อมูลแบบอะเรย์ เรคคอร์ด และสแต็ก

ความหมายของตัวแปร

คุณสมบัติตัวแปรเดี่ยว

แสดงถึงตัวแปรสเกลาร์ Data ที่เก็บข้อมูลได้ 1 ค่าเท่านั้น

```

โปรแกรม
Program Test1;
Var Data : integer;
Begin
  Data := 87;
  Data := 57;
  Writeln(Data);
End.
    
```

ส่วนการตอบคำถามของผู้เรียน

ผลการ Run โปรแกรม ตัวแปร Data เก็บค่าได้ไว้ 57.....

ตอบ 1 ครั้ง เป็นคำตอบที่ถูกต้อง 1 ครั้ง

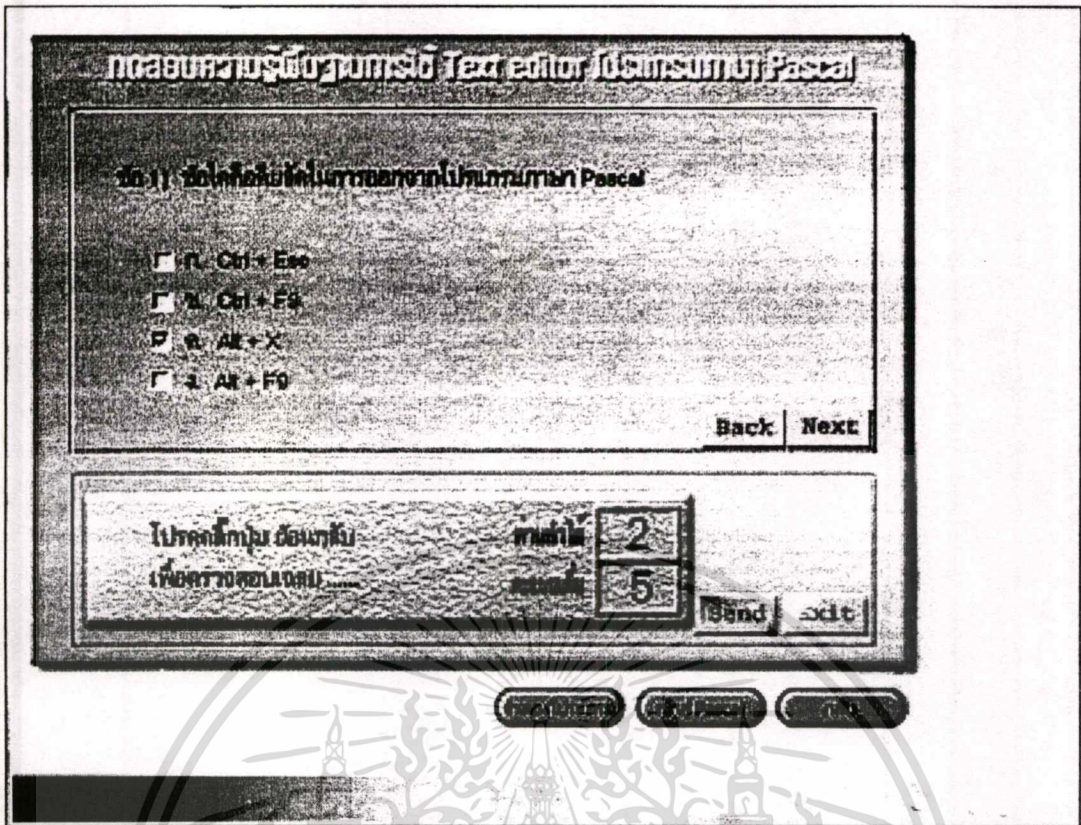
●ต่อไป

ผลการตอบ ถูกเพราะ : 57 เป็นค่าสุดท้ายที่บันทึกในตัวแปร Data

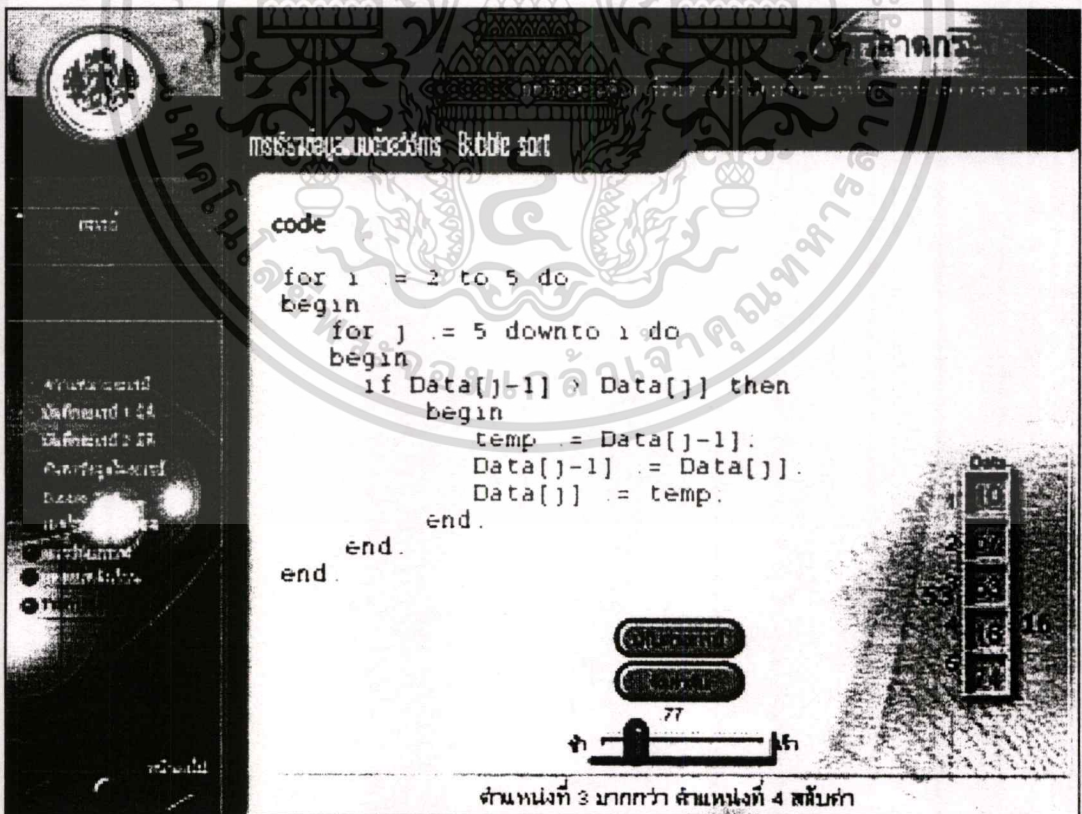
โปรดตอบคำถามจากโปรแกรมตัวอย่าง

รูปที่ ง.16 สุดท้ายจะมีการสรุปเนื้อหาที่ถูกต้องให้อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.17 โปรแกรมบทเรียนจะคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ในการที่จะศึกษาเนื้อหา
ต่อไป



รูปที่ ง.18 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองเหตุการณ์เรียงลำดับข้อมูลแบบ Bubble Sort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบความเข้าใจ Bubble sort

```

for i = 2 to 5 do
begin
for j = 5 downto i do
begin
if Data(j-1) > Data(j) then
begin
temp = Data(j-1)
Data(j-1) = Data(j)
Data(j) = temp
end
end
end
end
    
```

เรียงลำดับแบบ Bubble sort ตามตัวอย่างต้องเปรียบเทียบค่าเพื่อทำการสับตำแหน่ง จำนวนทั้งสิ้น 11 ครั้ง

โปรดคลอบคำถาม

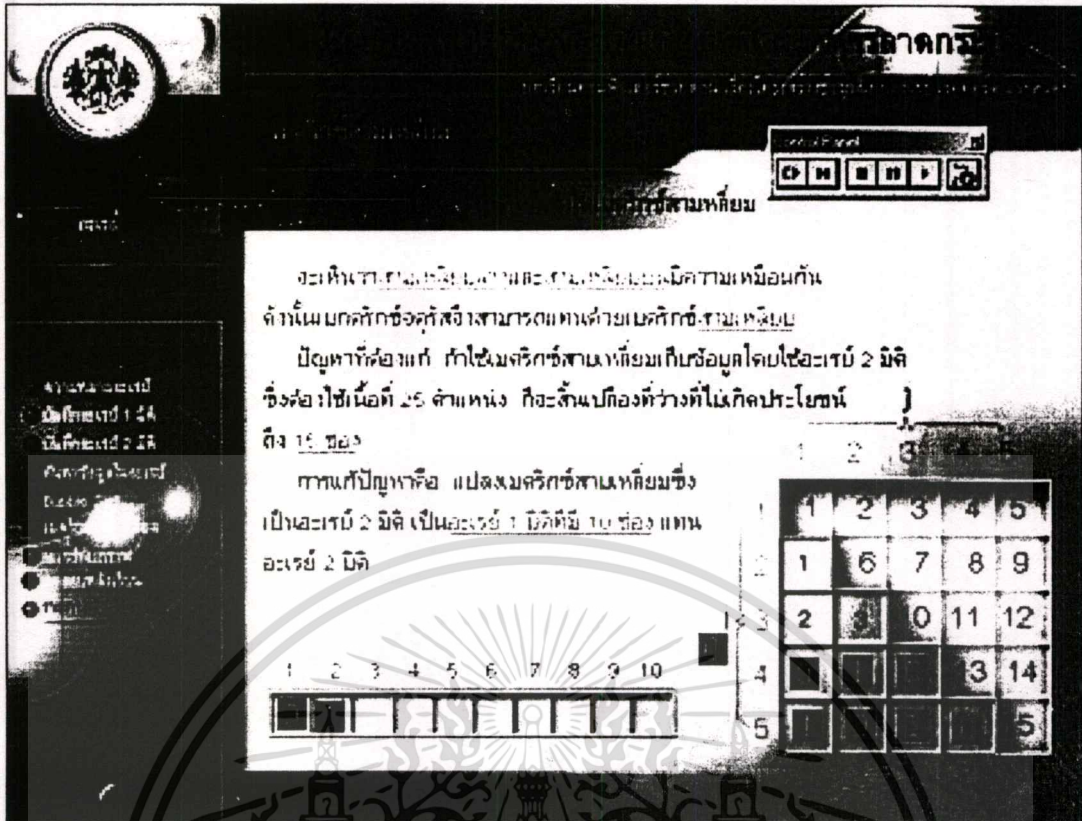
รูปที่ ง.19 หลังจากศึกษาจากการจำลองเหตุการณ์แล้ว ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้มาตอบคำถาม

จะให้เราสามเหลี่ยมด้านซ้ายและสามเหลี่ยมด้านขวาเหมือนกัน
 ดังในแบบกริดที่ข้อสุดท้ายเราสามารถหาค่าในแบบกริดที่สามเหลี่ยม
 ปัญหาที่ข้อแรก ถ้าใช้เมทริกซ์สามเหลี่ยมเก็บข้อมูลโดยใส่เลข 2 มิติ
 ซึ่งคือใช้เนื้อที่ 25 ตำแหน่ง ก็จะสิ้นเปลืองที่วางที่ไม่เกิดประโยชน์
 ถึง 10 ช่อง
 กับการแก้ปัญหาคือ แปลงเมทริกซ์สามเหลี่ยมซึ่ง
 เป็นเลข 2 มิติ เป็นเลข 1 มิติที่มี 10 ช่อง แทน
 เลข 2 มิติ

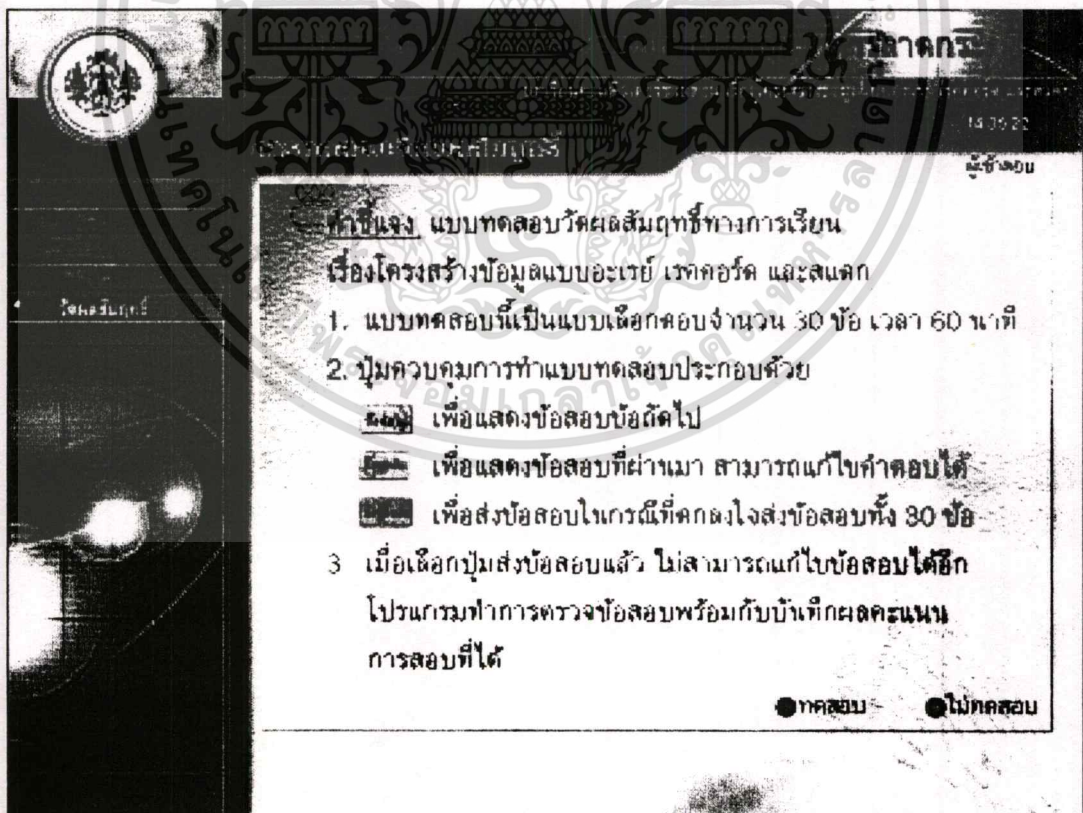
1	2	3	4	5
0	6	7	8	9
1	0	0	11	12
0			3	14
1	0			5

รูปที่ ง.20 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

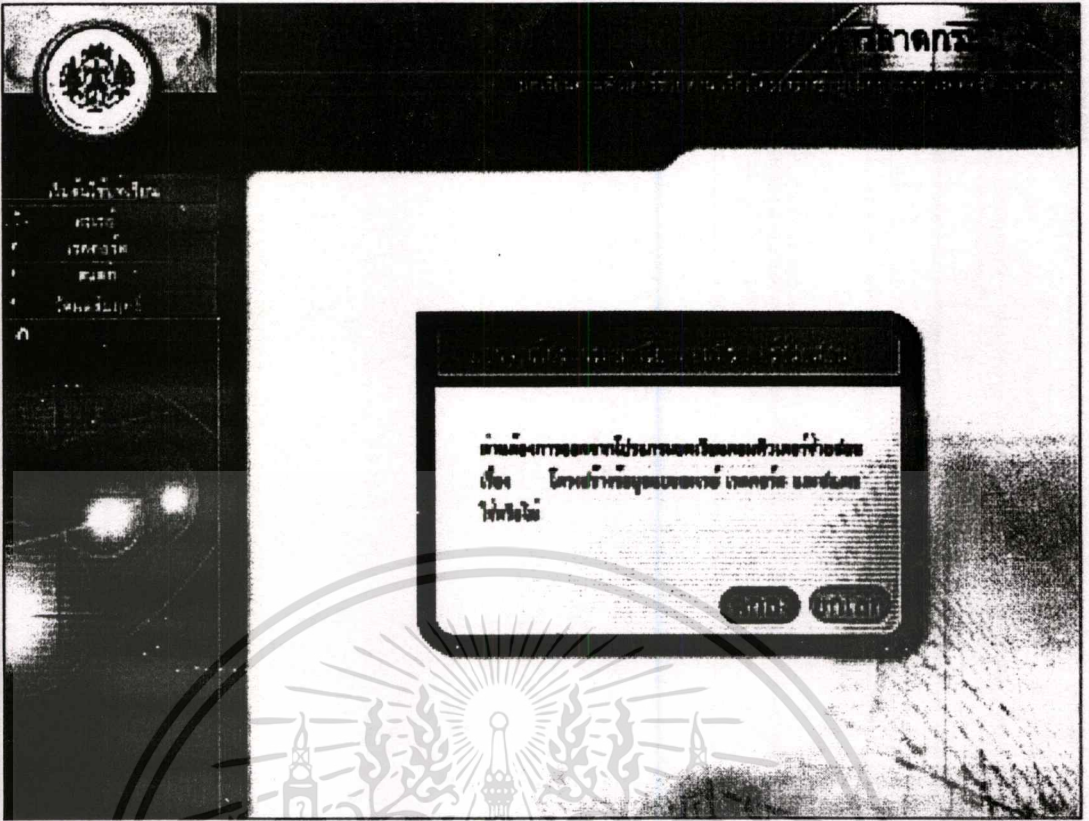


รูปที่ ง.21 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขยายรายละเอียดข้อความ อะเรย์ 1 มิติที่มี 10 ช่อง



รูปที่ ง.22 คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.25 การออกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายวิจารณ์ สงกรานต์
วัน เดือน ปีเกิด	26 กรกฎาคม 2497
สถานที่เกิด	อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	12/10 ซอยวิเศษเสนานิคม ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี
สถานที่ทำงาน	สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี
ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2524 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกพลศึกษา จากสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคอมพิวเตอร์ศึกษา จากสถาบันราชภัฏเพชรบุรี ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้