สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมช่วยสอน

สำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

นาย ครรชิต ศรีแก้ว

นาย ชำนาญ แซ่ลิ้ม

ปพ.
ค153ป
2535

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

0125372 4X

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา สถิติประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Computer Aided Instruction

for Regression and Correlation Analysis

Mr. Kanshit Srikaew

Mr. Chuan Saesue

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Statistics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

โดย นาย ครรชิต ศรีแก้ว

นาย ชัวน แซ่ลือ

ภาควิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์บุญญสิทธิ์ วรจันทร์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

(อาจารย์ วีรศักดิ์ สุรัตน์) หัวหน้าภาควิชาสถิติประยุกต์

คณะกรรมการปัญหาพิเศษ

ประธานกรรมการ

(อ.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์)

กรรมการ

(อาจารย์ ชูใจ คูหารัตนไชย)

กรรมการ

(อาจารย์ นันทจิต กิตติโชติพาณิชย์)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

นักศึกษา นายครรชิต ศรีแก้ว

นายชัวน แซ่ลือ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์บุญญสิทธิ์ วรจันทร์

ภาควิชา สถิติประยุกต์

ปีการศึกษา 2534

การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับช่วยในการศึกษา วิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์นี้ เป็นการพยายามที่จะนำเอาคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายอยู่แล้ว มาประยุกต์ใช้ เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน สำหรับวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ หรือวิชาที่ต้องมีการฝึกทดสอบทำแบบฝึกหัด เพื่อเกิดการเรียนรู้

ในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ในการที่จะศึกษาบทเรียนต่าง ๆ คือ ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนเมื่อใดและนานเท่าใดก็ได้

2. เพิ่มประสิทธิภาพเรียนการสอน คือ ผู้เรียนมีคิสระที่จะเลือกศึกษาบทเรียนที่ยังไม่เข้าใจได้ โดยไม่ต้องเรียนไปตามลำดับความยากง่ายของบทเรียน

3. ประหยัดค่าใช้จ่าย กล่าวคือ ในการเรียนการสอนบางอย่าง จะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง หรือเสี่ยงต่อความปลอดภัย เช่น การเรียนขับเครื่องบิน เป็นต้น ถ้าเปลี่ยนเป็นสอนโดยวิธีจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ จะประหยัดกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทำงานของโปรแกรมนี้ เป็นการแสดงผลออกทางจอภาพ โดยแสดงผลใน 2 ลักษณะ คือ GRAPHIC MODE และ TEXT MODE

GRAPHIC MODE จะแสดงผลในลักษณะของรูปภาพและกราฟ

TEXT MODE จะแสดงผลในลักษณะของข้อความและตัวอักษรในจอภาพ

รายละเอียดเนื้อหาของบทเรียน จะประกอบด้วย ตัวอักษรภาษาไทย ตัวเลข และตัวอักษรพิเศษ หรือตัวอักษรภาษาอังกฤษ ที่ใช้ในสูตร โดยที่

- ตัวอักษรภาษาไทย จะใช้อธิบายเนื้อหาบทเรียน
- ตัวเลขใช้ในตัวอย่างหรือการคำนวณ
- ตัวอักษรพิเศษ หรือตัวอักษรภาษาอังกฤษ ใช้แสดงสูตร หรือใช้เขียนกำกับชื่อภาษาไทย

ซึ่งตัวอักษรทั้งหมดนี้ บางส่วนเรียกใช้จากไฟล์อักษรของโปรแกรม CU Writer บางส่วนก็สร้างไฟล์อักษรขึ้นมาใหม่ จากขบวนการสร้างตัวอักษรในโปรแกรม CUFONT.EXE ที่เป็นโปรแกรมย่อยของโปรแกรม CU Writer ในการเรียกใช้นั้นจะสร้างโปรแกรมขึ้นมา แยกต่างหากสำหรับเรียกใช้โดยเฉพาะ

สำหรับภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างโปรแกรมนี้ ก็คือ TURBO PASCAL รุ่น 5.5 Borland Internation Corp.

อนึ่ง เนื้อหาที่จะศึกษาจะแบ่งออกเป็นบท ๆ ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเพื่อศึกษาบทใดก็ได้ ในแต่ละบทจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม และมีการทำแบบทดสอบเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Special Project Title	Computer Aided Instruction for Regression and Correlation Analysis.
Name	Mr. Kanshit Srikaew
	Mr. Chuan Saeaue
Special Project Advisor	Mr. Boonyasit Voracharn
Department	Applied Statistics
Acadamic Year	1991

Production of computer's programming to study in regression and correlation is trying to use computer applied to teach student.

Propose of using computer in teaching is

1. To comfort in study each chapters of subject.
2. Free for study in chapter that not understand.
3. Safe the payroll in studuing.

This program show the result on monitor in 2 way.

1. Graphics Mode : To show the result about picture and graph.
2. Text Mode : To show the result in text of character.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Detail of subject compost with Thai character, numeric and special character or English character.

- Thai character show about content of subject.
- Numeric use in example or calculation.
- Special character to show about formular.

This character select from CU Writer or provide from CUFONT.EXE.

This Project use Turbo PASCAL Version 5.5 to write program.

In each chapter can use special skill chapter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษ เรื่อง โปรแกรมช่วยสอน สำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์ ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ก็ด้วยการได้รับความกรุณาช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้าน จากบุคคลต่าง ๆ ดังมีรายนามดังต่อไปนี้

อาจารย์ บุญสิทธิ์ วรจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้แนะนำให้คำปรึกษาเกี่ยวกับ รูปแบบเนื้อหาของโปรแกรมช่วยสอน เทคนิคที่ใช้แสดงบนจอภาพ

อาจารย์ ชูใจ คูหารัตนไชย ให้คำแนะนำทางด้านรายละเอียดในวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

คุณ ศุภมาส สุมโนทยาน และน้อง ๆ อีกหลายท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการใส่ข้อมูล การจัดทำรูปเล่ม

คุณ สาธิต ทองจีน ให้ความช่วยเหลือในด้านการแสดงผลภาษาไทย

เพื่อน ๆ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับทำงานในบางครั้ง

จึงขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ครรชิต ศรีแก้ว

ช้วน แซ่ฮือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
- รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	22
- การทำงานของโปรแกรมช่วยสอนที่สร้างขึ้น	39
- หน้าต่างแสดงชื่อโปรแกรมและชื่อผู้จัดทำ	48
- หน้าต่างแสดงชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	49
- หน้าต่างแสดงคำแนะนำและข้อจำกัดในการใช้โปรแกรม	50
- หน้าต่างแสดงรายการสำหรับเลือกบทเรียน	51
- ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงชื่อบทเรียน	52
- ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงเนื้อหาบทเรียน	54
- ตัวอย่างหน้าต่างที่มีปุ่มสำหรับคำอธิบายเพิ่มเติม	55
- ตัวอย่างหน้าต่างที่มีปุ่มสำหรับการทำแบบทดสอบ	56
- ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงคำอธิบายเพิ่มเติม	57
- ตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงแบบทดสอบ	58
- ตัวอย่างอักขระที่สร้างด้วย CUFONT.EXE	59
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ ITALIC0.FON	61
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ NORMAL0.FON	62
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ SMALL0.FON	63
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ SMALL1.FON	64
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ SMALL2.FON	65
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ SMALL3.FON	66
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ SMALL4.FON	67
- ตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ SMALL5.FON	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก-ข
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ค-ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
บทที่ 3 การสร้างระบบโปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์	31
บทที่ 4 การทำงานของโปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์	38
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	41
ภาคผนวก	
ก.คู่มือการใช้งาน	43
ข.การสร้างอักษรภาษาไทย	59
ค.รายละเอียดของเนื้อหาบทเรียน	69
ง.Program Listing	126
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นและแพร่หลายในเกือบทุกวงการ โดยเฉพาะในวงการการศึกษา ด้วยราคาที่ถูกลงเป็นอย่างมากและมีการเปิดสอนสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ทุกมหาวิทยาลัย จากไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ได้มีการคิดริเริ่มที่จะนำมาใช้ช่วยในการเรียนการสอน เช่น สอนให้รู้จักคอมพิวเตอร์ สอนให้รู้จักกับระบบปฏิบัติการ (Operating System) เพราะสามารถสร้างภาพประกอบคำอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย กระตุ้นให้อยากรู้อยากเรียน และสามารถโต้ตอบในลักษณะคนกับเครื่องได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสาขาวิชาอื่น ๆ ที่ยุ่งยากต่อการเข้าใจ ต้องการภาพประกอบ และเป็นสาขาวิชาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายก็จะเป็นการช่วยส่งเสริมการนำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

วิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์เป็นวิชาหนึ่งซึ่งนับเป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ มีสูตรในการคำนวณมากมาย มีรูปกราฟที่ต้องแสดง เป็นต้น รวมทั้งยังขาดสื่อในการสอนที่ชัดเจนในการแสดงให้เห็นภาพพจน์ของเนื้อหาหรือแนวคิดที่สำคัญ ทำให้เป็นปัญหามากทั้งผู้เรียนและผู้สอน

จุดนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการนำคอมพิวเตอร์ มาช่วยในด้านการเรียนการสอนวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องการถดถอยและสหสัมพันธ์เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งจะรวมทั้งการทำความเข้าใจและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในด้านการเรียนการสอนนี้จะทำให้ผู้เรียนผู้สอนใช้เวลาศึกษาในเนื้อหาวิชาที่ต้องการเมื่อใดก็ได้ จะนานหรือบ่อยครั้งเพียงใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการสร้างโปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

1.2.1 เพื่อเป็นการช่วยเหลือและเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในบทเรียนการถดถอยและสหสัมพันธ์ ให้แก่นักศึกษาและผู้ที่สนใจในบทเรียนดังกล่าว ที่ประสบปัญหาในด้านการเข้าเรียนหรือไม่สามารถเข้าใจในเนื้อหาวิชาภายในขณะเวลาเรียนได้

1.2.2 เพื่อสร้างจุดเริ่มต้นสำหรับงานพัฒนาทางด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 กรณีที่จะศึกษาเพื่อนำสิ่งที่ได้ไปใช้สร้างโปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

1.3.1 ศึกษาเนื้อหาและรายละเอียดวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

1.3.2 ศึกษาแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนต่าง ๆ

1.3.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา PASCAL

1.3.4 ศึกษาการใช้ Graphics เพื่อนำมาประกอบในการทำโปรแกรมช่วยสอน

1.3.5 ศึกษาการใช้ภาษาไทยกับเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักศึกษาสามารถใช้เป็นสื่อช่วยเสริมความเข้าใจ ทบทวนหรือทดสอบ รวมทั้งฝึกฝนความชำนาญในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์ ด้วยแบบฝึกหัดภายในโปรแกรมสำเร็จรูป

1.4.2 เป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงให้เหมาะสมที่จะเป็นสื่อช่วยสอนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาและหาข้อมูลทางด้านเนื้อหาวิชา และทางด้านคอมพิวเตอร์

1.5.2 กำหนดขอบเขตในการออกแบบระบบ

1.5.3 กำหนดการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้

1.5.4 ออกแบบการจัดเก็บข้อมูล

1.5.5 จัดทำโปรแกรมสำเร็จรูป และป้อนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคืออะไร

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Aided Instruction) คือการประยุกต์นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยจะมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเสนอเนื้อหาแบบต่าง ๆ เช่น การนำเสนอแบบติวเตอร์ (Tutorial) แบบจำลองสถานการณ์ (Simulations) หรือ แบบการแก้ไขปัญหา (Problem Solving) เป็นต้น การเสนอเนื้อหาดังกล่าว เป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพหรือแป้นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมวัสดุทางการสอนซึ่งก็คือโปรแกรม โดยปกติจะถูกเก็บในแผ่นดิสก์ หรือหน่วยความจำของเครื่องและพร้อมที่จะเรียกใช้ได้ตลอดเวลา การเรียนในลักษณะนี้บางครั้งผู้เรียนอาจจะต้องพิมพ์เพื่อโต้ตอบหรือตอบคำถามกับคอมพิวเตอร์ในขณะนั้น การตอบสนองแก่ผู้เรียนในบางแง่มุม เช่น การตอบคำถาม จะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจากการประเมินนี้เอง คอมพิวเตอร์จะเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนต่อ ๆ ไป ขบวนการต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

2.2 ประวัติความเป็นมา

ความคิดในเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเริ่มต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1950 ผู้บุกเบิกในเรื่องนี้คือ มหาวิทยาลัยฟลอริดาและมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด

อันที่จริงในวงการศึกษา ความคิดนี้ได้เริ่มมาก่อนหน้านั้นแล้วโดยเฉพาะในการสอบ การรวมคะแนน แต่การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนอันรวมถึงการทบทวนบทเรียน การแนะนำชุดบทเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เพิ่งจะมาเริ่มภายหลัง อย่างไรก็ตามงานติดตามความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของผู้เรียนไปจนถึงการแนะแนวจึงถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของ "การช่วยสอน" ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระยะเริ่มแรกของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการนำคอมพิวเตอร์เครื่องใหญ่ คือ IBM 1500 มาใช้ แต่จัดให้อยู่ในรูปแบบเทอร์มินัล ซึ่งจะโต้ตอบกับผู้เรียนได้ ภาษาที่ใช้เป็นภาษาระดับสูงที่เรียกว่าภาษาเอไอ วิชาที่ทำในตอนเริ่มต้นคือ วิชาฟิสิกส์และสถิติ ซึ่งกำหนดให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียนเมื่อเลือกหน่วยกิต โดยจะไม่มีอาจารย์สอนหน้าชั้นต่อมามีการใช้ภาษาเบสิกแทน ทำให้นักศึกษาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น มีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสาขาวิชาอื่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ส่วนที่มหาวิทยาลัยแสตนฟอร์ดนั้นได้นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ โดยมุ่งพัฒนาทักษะของเด็กมากกว่าหนุ่มสาวระดับมหาวิทยาลัย มีการจัดทำรายวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานซึ่งกำหนดให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดเป็นสำคัญ

เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับความนิยม นักการศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ก็มองเห็นร่วมกันว่า การนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มาใช้กับการสอนแบบโปรแกรมจะทำได้เป็นอย่างดี บริษัทคอมพิวเตอร์ก็รีบให้การสนับสนุนเต็มที่ บริษัทไอบีเอ็มเริ่มพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอันแรกที่ใช้เริ่มต้นด้วยการสอนระบบเลขฐานสอง โดยกำหนดให้ตัวระบบสามารถรับผู้เรียนได้ครั้งละ 32 คน ต่อมาได้มีการส่งเสริมให้มีการทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันขึ้นอย่างมากมาย ไม่นานหลังจากนั้นกล่าวกันว่ามีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขายถึง 1500 เรื่อง ในราว ค.ศ. 1967 ได้มีการจัดสัมมนาให้คนทั่วไปได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านอื่นในวงกว้างออกไปอีก

ต่อมาโครงการของหน่วยงานอื่น ๆ ที่เริ่มทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันบ้างนั้น ได้เน้นเติมความคิดที่ให้มีการรวมคะแนนของผู้เรียน ในการทำแบบฝึกหัดแต่ละตอน เพื่อใช้เป็นตัวตัดสินใจในการเลือกเนื้อหาที่จะเรียนต่อไปด้วย

อย่างไรก็ตามในระยะแรกนี้ คอมพิวเตอร์ยังคงเป็น Mainframe ค่าใช้จ่ายจึงสูงมาก กับทั้งยังมีขีดความสามารถจำกัด

ราวปี ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ประสบความสำเร็จในการทำเทอร์มินัลที่พูดจาโต้ตอบกับผู้เรียนได้ และได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นใหม่ให้ชื่อว่า พลาโต (PLATO) โดยได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล ใช้คอมพิวเตอร์ของบริษัท คอนโทรล ดาต้า ในปัจจุบันเราถือกันว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมนี้เป็นตัวอย่างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

ราว ค.ศ.1971 มหาวิทยาลัยบริกัมยัง และมหาวิทยาลัยเท็กซัส ได้คิดพัฒนาทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้กับมินิคอมพิวเตอร์โดยผสมคอมพิวเตอร์และโทรทัศน์เข้าด้วยกันผลิตออกมาเป็นรายวิชาทางคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โปรแกรมนี้มีชื่อว่า ทิกซิต (TICCIT) ซึ่งย่อมาจาก Time Shared Interactive Computer Controlled Information Television นับว่าเป็นโปรแกรมที่ประสบความสำเร็จมากควร

ประเทศอื่นนอกจากสหรัฐอเมริกาที่สนใจการทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็มี อังกฤษ แคนาดา และญี่ปุ่น ในอังกฤษ มหาวิทยาลัยที่สนใจก็มี ลีดส์ ควีนแมรี เซลซี่ เอดินเบิร์ก นับว่าได้ประสบความสำเร็จเช่นกัน โดยเฉพาะการนำไปใช้ในมหาวิทยาลัยเปิดต่าง ๆ เช่น ควีนส์ คอนคอร์เดีย อัลเบอร์ตาและคัลการี คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศในยุโรปมักจะเป็นที่รู้จักในชื่อว่า ซีเอแอล (CAL) ซึ่งย่อมาจาก Computer Assisted Learning หรือ ซีบีไอ (CBI) ย่อมาจาก Computer Based Instruction โดยทั่วไปแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CBL หรือ CAL ก็มีความหมายเหมือนกันนั่นเอง

ในญี่ปุ่นมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างจริงจังถึงระดับโรงเรียนมัธยม โดยนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยโอซากา ฮอกไกโด กำลังทำการวิจัยกันอย่างจริงจัง

งานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังไม่พัฒนาไปเท่าที่ควร จนกระทั่งไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในโรงเรียน และมหาวิทยาลัย การใช้แป้นพิมพ์และจอภาพ (เทอร์มินัล) ต่อกับคอมพิวเตอร์เมนเฟรม ไม่มีความคล่องตัวเท่ากับการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉะนั้นความคิดในเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในระดับโรงเรียนมัธยม จึงดูมีอนาคตขึ้นมาใหม่

แนวความคิดในเรื่องการหาเครื่องช่วยสอนนั้นเริ่มต้นจากนักจิตวิทยาชื่อ B.F. SKINNER ซึ่งพบว่า บุตรสาวของตนเรียนวิชาบางวิชาไม่รู้เรื่องเพราะครูสอนไม่เป็น เขาจึงคิดหาวิธีการสอนใหม่ โดยใช้อุปกรณ์แบบใหม่เข้าช่วย เครื่องมือของเขาเรียกว่า เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) และใช้วิธีการสอนแบบใหม่ที่เขาเรียกว่า การสอนแบบโปรแกรม (Programmed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction) บทเรียนที่ทำขึ้น เรียกว่า Programed Lesson การใช้เครื่องช่วยสอน และการสอนแบบโปรแกรมนี้เอง เป็นจุดสนใจให้นักคอมพิวเตอร์ทั้งหลายนำแนวคิดไปปรับปรุง และนำมาสร้างเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเวลาต่อมา

2.3 ลักษณะของบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสอนแบบโปรแกรมนี้ คือ ความพยายามที่จะสอน โดยไม่ให้ผู้สอนมีบทบาทโดยตรง บทเรียนและวิธีการมีลักษณะสำคัญ ๆ ดังนี้

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ (From The Known to The Unknown) จัดการสอนให้เนื้อหาเรียงไปตามลำดับ (Linear Sequence) เริ่มจากเรื่องที่ผู้เรียนรู้แล้วไปจนถึงเรื่องใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยรู้ โดยทำเป็นกรอบ(frame) หลาย ๆ กรอบ ผู้เรียนจะเรียนไปทีละกรอบตามลำดับของความง่ายไปสู่ความยาก

2. เนื้อหาที่เพิ่มขึ้นนั้น จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ ค่อนข้างง่ายและมีสาระใหม่ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอันเดียว การแนะความรู้หรือเนื้อหาอะไรใหม่ ๆ ทีละมาก ๆ ทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย

4. ในระหว่างการเรียน ต้องให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนในการทำอะไรตามไปด้วย เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ฯลฯ ไม่ใช่คิดตามอย่างเดียว เพราะจะทำให้เบื่อ

5. การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกลับไปทบทวนกรอบของแบบเรียนเก่าหรือไม่ก็เป็นกรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิด หรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เป็นการเพิ่มเนื้อหาไปด้วยในตัว หรือถ้าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ผู้เรียนก็จะได้เรียนเรื่องใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยและได้รับคำตอบหรือรู้ผลในทันที ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานไปด้วย คำตอบที่ถูกมักได้รับคำชมทำให้มีกำลังใจ ส่วนคำตอบที่ผิด บางทีอาจถูกตำหนิ ซึ่งก็จะไม่มีใครได้ยิน ทำให้ไม่รู้สึกอับอายหรือหมดกำลังใจ

6. การเรียนวิธีนี้ ทำให้ผู้เรียน เรียนได้ตามความเร็วของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียน หรือคิดตอบคำถามแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ ผู้เรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดันด้วยกำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนดเวลาที่จะต้องรอเพื่อนหรือตามเพื่อนให้ทัน

7. การเรียนในลักษณะนี้ เป็นการเรียนโดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคล (Individualized) แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกัน แม้แต่ในวิชาเดียวกัน การเรียนบทเรียนแต่ละบท ก็จะใช้เวลาไม่เท่ากัน บางคนเรียนไวยากรณ์อังกฤษ เข้าใจเรื่อง กาล (Tense) ดี แต่เรื่องบุรพบท (Preposition) ต้องใช้เวลามาก บางคนเรียนเรื่องบุรพบทใช้เวลาน้อย แต่เรื่องกาลใช้เวลามาก

8. ในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละบท จะช่วยให้ผู้เรียนได้วัดผลตนเอง การสรุปนั้นหมายถึงสรุปเนื้อหา และสรุปการติดตามผลของผู้เรียนด้วย ว่าผู้เรียนใช้เวลาเรียนมากน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไร จำเป็นต้องค้นคว้าหรือทำงานอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่ เป็นต้น ในการเรียนในห้องเรียนซึ่งครูทดสอบบ่อยเท่าไหร่การเรียนก็จะยิ่งมีผลเท่านั้นแต่การทดสอบธรรมดา มีปัญหาเรื่องการตรวจยิ่งถ้าผู้เรียนในชั้นเรียนมีมากก็อาจยิ่งเสียเวลามาก ความกระตือรือร้นของผู้เรียนอาจจะค่อย ๆ หมดไป

9. การทำกรอบบทเรียนแต่ละบทนั้นถ้าทำได้ดีเราจะสามารถวิเคราะห์คำตอบไปได้ด้วย ประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคนอาจทำให้คำตอบต่างกันไป เราสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนได้ว่า การที่เลือกตอบข้อนั้น ๆ (ในกรณีที่เป็นการให้เลือกคำตอบที่ถูก) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิด เป็นเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่น ตีความคำถามผิด หรือไม่เข้าใจเลย การทำแบบทดสอบที่ดี ผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นขั้นตอนจริง ๆ ผู้เรียนควรจะทำได้ทั้งหมด แต่การทำถูกไปหมดบางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายก็ได้

10. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้างจะช่วยให้การแบ่งเนื้อหาซึ่งจะต้องเรียนไปตามลำดับ (ดังอธิบายไว้ในข้อ 1) ทำได้ดีขึ้นและไม่ออกนอกลู่นอกทางโดยไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แบ่ง วิธีการและประเภทของงานการสอนออก เป็นดังนี้

2.4.1 การฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด

วิธีนี้เป็นวิธีที่รู้จักกันดีมาตั้งแต่เริ่มแรก โดยมักจะเริ่มต้นด้วยการเตรียมเนื้อหามาให้อ่าน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้หรือความชำนาญ แต่แบบฝึกหัดมักจะเป็นบทเรียนสั้น ๆ ที่นิยมกันมากก็คือ จับคู่ ชี้ว่าถูก/ผิด และเลือกข้อที่ถูกจาก 3-5 ตัวเลือก

การสอนในลักษณะนี้จะต้องทำเป็นโปรแกรมบทเรียน คือ ค่อย ๆ เพิ่มเนื้อหาโดยเริ่มจากง่ายไปจนถึงยาก

การเตรียมคำถามจะต้องเตรียมไว้มาก ๆ ผู้เรียนควรจะได้สุ่มเลือกขึ้นมาเองโดยไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อน หรือจำได้จากการทำในครั้งแรก วิธีการนี้จะช่วยประกันว่าแบบฝึกหัดที่ทำทุกครั้งจะถูกเรียงข้อต่างกัน ผู้เรียนจะต้องไม่สามารถจำได้ โปรแกรมที่ดีจะต้องทำให้ผู้สอนสามารถวิจัยได้ด้วยว่า ข้อทดสอบแต่ละข้อถ้าผู้เรียนตอบอย่างหนึ่งก็จะให้ผลอย่างหนึ่ง ถ้าตอบอีกอย่างหนึ่งก็จะแสดงผลอีกอย่างหนึ่ง ผู้สอนน่าจะมีโอกาสแก้ไขปรับปรุงตกแต่งแบบฝึกหัดให้เข้ากับกลุ่มเรียนที่มีลักษณะพิเศษบางกลุ่มได้ด้วย

การเก็บทะเบียนของผู้เรียนมีส่วนสำคัญมาก บางโปรแกรมอาจกำหนดให้ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัดทบทวนให้ถูกต้องถึงร้อยละ 80 จึงจะถือว่าสอบผ่าน

2.4.2 การเจรจา (Dialogue)

วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเช่นกัน ถึงแม้วิธีการทำค่อนข้างยุ่งยาก กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้เรียนและผู้สอนโดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่เปลี่ยนจากเสียงมาเป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีเป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การจำลองสภาพ (Simulation)

วิธีการนี้เป็นการเสนอประสบการณ์จำลองมาจากของจริง เพราะบางทีการลงมือทำจริง ๆ เสี่ยงหรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีขับเครื่องบิน ควรจะลองขับในเครื่องจำลอง (ด้วยคอมพิวเตอร์) มากกว่า การสอนด้วยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความชำนาญอย่างแท้จริง ความสำเร็จจริง ๆ อยู่ที่ว่าสามารถจำลองสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด

การจำลองมี 3 ลักษณะ คือ

1. การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

2. การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น การจำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ในนครหลวงดูว่าจะมีปัญหาอย่างไรหรือไม่ ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริง ๆ

3. การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience / Encounter) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่างหรือตัดสินใจบางเรื่อง การทำจริง ๆ อาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่า ประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไรถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่าควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้างและรู้ว่าจะมีความรู้สึกความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างไร

2.4.4 เกม (Game)

การเรียนจากการเล่นเป็นเรื่องที่เป็นที่ยอมรับกันมานานแล้ว การเล่นเกมเป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนาน และหากเลือกเล่นให้เป็นแล้วเกมจะช่วยการเรียนรู้ได้อย่างมาก โรงเรียนบางแห่งอนุญาตให้นำเกมบางเกมมาเล่นในโรงเรียน โดยเห็นว่ามีคุณค่าทางการศึกษา

เกมมีเป้าหมายที่แน่นอน ผู้เล่นต้องพยายามเล่นให้บรรลุเป้าหมายโดยต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ประกอบด้วยตลอดเวลา ในหลายกรณีเกมจะคล้ายกับการจำลองสภาพที่กล่าวถึงมาแล้ว

เกมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การแข่งขันและการร่วมมือ เกมการแข่งขันจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มองแต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเอง ให้อยากพบความสำเร็จ ส่วนเกมการร่วมมือมักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีม เช่น เกมที่นำคนกลุ่มหนึ่งไปทิ้งไว้บนเกาะที่มีทรัพยากรจำกัด ผู้เล่นแต่ละคนจะถูกกำหนดให้มีของติดตัวบางอย่างและมีความสามารถพิเศษเฉพาะตัว เป้าหมายของทุกคนคือร่วมกันให้อยู่รอด

เกมมีประโยชน์ทั้งเพื่อความสนุกสนานและเพื่อการศึกษา ถ้าเป็นการเล่นเพียงคนเดียวก็อาจเป็นการฝึกให้ใช้ตาและมือให้สัมพันธ์กัน ถ้าเป็นการแข่งขันก็เป็นการสอนให้รู้จักใช้ปฏิภาณหรือความสามารถเอาชนะคู่ต่อสู้ให้ได้ เกมเล่นเกมนี้อย่างน้อยก็มีประโยชน์คือการสร้างความคุ้นเคยในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

เกมที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนก็ได้แก่ เกมประเภทจับคู่ซึ่งเป็นการสอนศัพท์ เกมวิ่งแข่งซึ่งผู้เล่นจะต้องสุ่มเรียกเลขมา 3 ตัวแล้วทำการบวกลบให้ไปได้ใกล้ที่สุดเท่าที่จะไปได้โดยไม่ตกบันไดหรือถอยหลังไปตั้งต้นใหม่ ซึ่งเป็นการสอนเลขคณิต

2.4.5 การแก้ปัญหาต่าง ๆ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือน้ำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น การประกวดนางสาวไทย เราอาจให้คอมพิวเตอร์ตัดสินให้ โดยกำหนดเกณฑ์ "ต้อง" และ "ควร" ให้ต่างกันมาก ๆ เป็นต้นว่า ต้องมีความสวย ควรมีมารยาทงาม น้ำหนักของสองข้อนี้ไม่ควรเท่ากันเลย ถ้าคะแนนมารยาทได้ 100 แต่คะแนนความสวยได้ 49 ก็ควรจะ "ตกรอบ" เพราะเกณฑ์ความสวยเป็น "ต้อง" เกณฑ์มารยาทงามเป็น "ควร" อีกคนหนึ่งอาจได้คะแนนความสวยเพียง 70 และคะแนนมารยาทได้ 49 ถ้ามีการประกวด 2 คน คนหลังควรได้เป็นนางสาวไทย เพราะคะแนน "ต้อง" ผ่านคะแนน "ควร" ตก ทั้ง ๆ ที่คนหลังได้คะแนนรวม 119 ส่วนคนแรกได้ถึง 149

นอกจากนั้น ในหลายสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดเลขในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูก การทำเช่นนี้ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกหากยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำด้วย เช่น ถ้าเลือกข้อ ข แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกข้อ ค แปลว่า คำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง แปลว่า ไม่เข้าใจเลย ดังนี้เป็นต้น

การแก้ปัญหาบางอันกว่าผู้เรียนจะตอบได้จะต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่ซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงไร

2.4.6 การค้นพบของใหม่

การให้โอกาสผู้เรียนมีประสบการณ์ในด้านต่าง ๆ มาก ผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์ของตัวเอง เป็นต้นว่าการศึกษาภาษาโลโก (LOGO) ซึ่งจะทำให้เด็ก ๆ สามารถเข้าใจละไรได้ง่ายเพราะภาษาโลโกเป็นภาษาอิงภาพ ขณะที่เด็ก ๆ เรียนการใช้ภาษาต่าง ๆ ของโลโก แล้วลองใช้คำสั่งต่าง ๆ จะทำให้มีภาพเกิดขึ้น เขาก็จะเรียนรู้ไปด้วย ตั้งแต่คำศัพท์ หลักการพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ เรขาคณิต เช่น การทำมุมต่าง ๆ เป็นต้น

2.4.7 การทดสอบ

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องรวมการทดสอบไว้ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยการจัดทำการทดสอบจะต้องคำนึงถึงหลักต่าง ๆ ต่อไปนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ชนิดของบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งตามลักษณะของการเรียนออกเป็น 3 แบบคือ

2.5.1 บทเรียนชนิดเส้นตรง

บทเรียนชนิดนี้มีการจัดเรียงลำดับขั้นของบทเรียนและหน่วยย่อยจากง่ายไปหายาก โดยที่ผู้เรียนจะเริ่มจากหน่วยแรก และค่อยศึกษาไปตามลำดับความก้าวหน้าจนถึงกรอบสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามหน่วยใดหน่วยหนึ่งไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากหน่วยก่อน ๆ จะเป็นพื้นฐานให้หน่วยถัดไป การตอบคำถามส่วนมากจะให้ตอบถูกหรือผิด เติมคำลงในช่องว่าง และให้โอกาสผู้เรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในหน่วยถัดไป แต่จะไม่อธิบายเหตุผลในกรณีที่เรียนตอบผิด

บทเรียนชนิดเส้นตรงเป็นบทเรียนที่พยายามลดจำนวนการตอบผิดของผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่เรียกว่ากรอบ และถ้าผู้เรียนตอบถูกได้มากเท่าไรก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้นตามไปด้วย เพราะคำตอบที่ถูกต้องเปรียบเสมือนกำลังใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะเรียนบทเรียนต่อไป

อย่างไรก็ตามบทเรียนชนิดเส้นตรงที่ดี ไม่ได้ขึ้นอยู่กับอัตราการตอบถูกผิดของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่ปัจจัยอื่นก็มีผลด้วย เช่น แบบของคำถามแต่ละข้อในแต่ละกรอบ ภาษาที่ใช้ กระบวนการถ่ายทอดความรู้ และเทคนิคในการทำบทเรียน ก็มีส่วนในการเรียนรู้อย่างมาก

2.5.2 บทเรียนชนิดสาขา

บทเรียนชนิดนี้ จะมีการวัดลำดับข้อความย่อย ๆ ที่เป็นหลักของบทเรียนไว้ ผู้เรียนอาจข้ามหน่วยย่อยได้จำนวนหนึ่ง แต่หากผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูก ก็จะต้องไปเรียนข้อความย่อยเหล่านั้นก่อนที่จะไปเรียนหน่วยย่อยต่อไป

บทเรียนชนิดสาขาเป็นบทเรียนที่หาความรู้จากที่ผิด และใช้ความรู้นั้นให้เป็นประโยชน์ ผู้เรียนจะต้องพยายามทำตามคำสั่งที่ปรากฏในแต่ละกรอบ การเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายเหมือนบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ผู้เรียนอาจจะย้อนไปย้อนมาในหน้าต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นกับคำถามที่ใช้มักเป็นคำถามเลือกตอบ (Multiple

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Choice) คำถามแต่ละข้อจะนำไปสู่กระบวนการเรียนที่ต่างกัน คำตอบที่ถูกต้อง จะนำไปสู่ข้อความรู้ใหม่ และคำตอบที่ผิดจะจะนำไปสู่กระบวนการเรียนที่แก้ความเข้าใจผิดนั้น แล้วจึงย้อนกลับเข้ามาสู่แนวทางการเรียนเดิม กรอบหนึ่ง ๆ ของบทเรียนชนิดนี้จึงมีความยาวมากกว่าบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

2.5.3 บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดแอ็ดจังทีฟ

เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีลักษณะแบบชนิดสาขา แต่การเสนอเนื้อหาจะมากกว่า และการตอบคำถามจะกระทำในตอนท้ายบท แล้วอาจจะข้ามไปยังหน่วยย่อยอื่นเลย ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงให้รู้ว่ามีความรู้ในส่วนที่ข้ามไปนั้นแล้ว ในปัจจุบัน การจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรมนิยมใช้แบบผสมมากขึ้น ทั้งนี้เพราะแต่ละแบบต่างก็มีจุดเด่นของตนเอง และเมื่อนำจุดเด่นของทุกแบบมารวมกันก็จะได้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ดี

2.6 ข้อดีและข้อเสียของบทเรียนแบบโปรแกรม

ข้อดี

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยปฏิบัติตามคำสั่งหรือคำแนะนำ หรือโปรแกรมที่เขียนไว้

2. ช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนครู

3. ช่วยแบ่งเบาภาระของครู กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียน ครูอาจจะแนะนำให้ค้นบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีอยู่ เป็นการบ้านหรือนอกเวลาเรียนเพื่อทำความเข้าใจให้ทันกับเพื่อนคนอื่น ๆ ในชั้น โดยครูไม่ต้องเสียเวลามาอธิบายใหม่

4. ช่วยในการคุมชั้นเรียน เมื่อนักเรียนคนใดทำงานที่ครูมอบหมายสำเร็จแล้ว ครูอาจจะแนะนำให้นักเรียนค้นบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องต่อไปรุดหน้า นักเรียนจะได้ไม่มีเวลารบกวนคนอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียน เพราะมีการเร้า เมื่อตอบถูกก็ได้รับคำชมเชยจากครู เพื่อนในชั้นเรียนเมื่อตอบผิด

6. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อนก็ต้องใช้เวลาศึกษามากขึ้น นักเรียนที่เรียนเร็วก็มีโอกาสที่จะใช้เวลาที่เหลือไปทำงานอย่างอื่นได้ ไม่ต้องคอยนักเรียนที่เรียนช้า

ข้อเสีย

1. บทเรียนแบบโปรแกรม เหมาะกับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนช้าไม่ทันเพื่อน เพราะโปรแกรมแบบง่าย ๆ และทำซ้ำเพื่อให้เกิดความเข้าใจ นักเรียนที่เรียนเก่งจะไม่ชอบ เพราะดูว่าง่ายไป และช้าไม่ทันใจ

2. ไม่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน นักเรียนไม่เกิดเชาว์ปัญญา เพราะต้องเรียนไปตามโปรแกรมที่วางไว้ ไม่มีสิทธิในการถามปัญหาใด ๆ ทั้งสิ้น

3. บทเรียนแบบโปรแกรม เปรียบเสมือนผู้ช่วยครูหรือเป็นเพียงหนังสืออ่านเพิ่มเติม ไม่สามารถแทนครูได้ตลอด เพราะบางเนื้อหา บางวิชาต้องมีการชี้แจง แนะนำ อธิบาย การตอบปัญหาต่าง ๆ ได้หลายวิธี หลายแบบ และลึกซึ้งกว่าที่เขียนในบทเรียนแบบโปรแกรมได้

4. เนื้อหาวิชาบางวิชา ต้องใช้ทักษะในการพูด ฟัง คิด เขียน เมื่อเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ทักษะที่ใช้มีน้อย และไม่ให้ประโยชน์ต่อการเรียนมากนัก

5. นักเรียนไม่ค่อยสนใจ เบื่อ และต้องทำซ้ำ ๆ กันมาก แต่ก็เป็นเฉพาะนักเรียนบางคนเท่านั้น

6. นักเรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะคำตอบสั้น ๆ เท่านั้น

7. นักเรียนขาดการสังคม ติดต่อซึ่งกันและกัน

8. นักเรียนเรียนได้รวดเร็วจริง แต่ลืมง่าย

9. ส่งเสริมให้ครูที่เกียจคร้านลงไปอีกแล้ว เกียจคร้านการสอนยิ่งขึ้น

10. ครูบางคนไม่เต็มใจนำวิธีนี้มาช่วยในการสอนเพราะมีทัศนคติไม่ดีต่อการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมว่าจะทำให้บทบาทของครูในห้องเรียนมีน้อยลง ซึ่งจะทำให้ครูหมดความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 หลักการและเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.7.1 การศึกษาแนวทาง

ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือที่เรียกกันว่า Instruction Computing Development พอจะแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. การออกแบบ (Instruction Design)

เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานของโปรแกรม โดยเป็นหน้าที่ของหรือผู้สอนที่มีความรอบรู้ในเนื้อหา หลักจิตวิทยา วิธีการสอน การวัดผลประเมินผล ซึ่งการพัฒนาดังนี้

ก. วิเคราะห์เนื้อหา

ผู้สอนจะต้องเป็นการประชุมปรึกษา ตกลง และทำการเลือกเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

- เลือกเนื้อหาที่มีการฝึกทักษะทำซ้ำบ่อย ๆ ต้องมีภาพประกอบ
- เลือกเนื้อหาที่คาดว่าจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม
- เนื้อหาบางอย่างที่สามารถจะจำลองอยู่ในรูปของการสาธิตได้ โดยหากทำการทดลองจริง ๆ อาจจะมีอันตราย หรือต้องใช้วัสดุที่สิ้นเปลืองหรืออุปกรณ์ที่มีราคาแพง

ข. ศึกษาความเป็นไปได้

เรื่องนี้เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีความสามารถเพียงไร แต่ก็มีข้อจำกัดในบางเรื่อง ดังนั้น เมื่อผู้สอนได้เลือกเนื้อหา และวิเคราะห์ออกมาแล้วว่าเนื้อหาตอนใดที่จะทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็จำเป็นที่จะต้องมาปรึกษากับฝ่ายเทคนิคหรือผู้เขียนโปรแกรม โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

- มีบุคลากรที่มีความรู้พอที่จะพัฒนาโปรแกรมได้ตามความต้องการหรือไม่
- จะใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนามากเกินการสอนแบบธรรมดา หรือพัฒนาด้วยสื่อการสอนแบบอื่นได้หรือไม่
- ต้องการอุปกรณ์พิเศษที่ต่อเพิ่มเติมจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่
- มีงบประมาณเพียงพอหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ค. กำหนดวัตถุประสงค์

เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในเรื่องการเขียนโปรแกรมและทุนสนับสนุนแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็เป็นเรื่องของการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรมว่าผู้เรียนควรรู้อะไร

ง. ลำดับขั้นตอนการทำงาน

นำเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานเรียงลำดับวางแนวการเสนอในรูปของ Storyboard และ Flow Chart ซึ่งมีหลักการนำเสนอคล้าย ๆ กับภาพสไลด์โดยมีรายละเอียด เงื่อนไขในการดึงภาพข้ามลำดับ คำถามและคำตอบที่แตกต่างไป โดยเน้นในเรื่องต่อไปนี้

- ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
- ขนาดข้อความน 1 หน้าจอ
- ขนาดของตัวอักษรที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
- คำติ คำชม แรงเสริมต่าง ๆ ในการเรียน
- หลักจิตวิทยา การเรียนรู้ การชี้แนะ
- แบบฝึกหัด การประเมินผลความสนใจ

ในการทำ Storyboard อาจจะใช้เวลาระยะหนึ่ง เมื่อทำจนครบแล้ว จึงนำมาร่วมวิเคราะห์วิจารณ์จนเกิดความพอใจจากกลุ่มครูผู้สอน หากมีขั้นตอนใดจำเป็นต้องแก้ไขหรือตัดทอนเพิ่มเติมก็ต้องทำให้เสร็จก่อน

2. การสร้าง (Instruction Construction)

เป็นการสร้างการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยในส่วนนี้จะเป็นหน้าที่ของนักคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมเมอร์เข้ามาช่วยในการสร้างโปรแกรม ดังนี้

ก. การสร้างโปรแกรม

เป็นการนำเนื้อหาที่อยู่ในรูปของ Storyboard บนกระดาษให้เป็นชุดคำสั่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง หรือโปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนโดยเฉพาะ (Authoring System) โดยต้องมีการตรวจแก้ข้อผิดพลาดเนื่องจากสาเหตุต่อไปนี้

- รูปแบบคำสั่งผิดพลาด (Syntax Error) เป็นการใช้คำสั่งไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษานั้น

- แนวความคิดผิดพลาด (Logical Error) เป็นข้อผิดพลาดเนื่องจากผู้เขียนเข้าใจขั้นตอนการทำงานคลาดเคลื่อน เช่น สูตรที่กำหนดผิด

ข. ทดสอบการทำงาน

หลังจากตรวจข้อผิดพลาดที่เรียกว่า "BUG" ในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ต่อไปก็เป็นการนำโปรแกรมที่สร้างไปตรวจดูความถูกต้องบนจอภาพ อาจมีการแก้ไขโปรแกรมในบางส่วน และนำไปทดสอบกับผู้เรียนในสภาพการใช้งานจริง เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม และหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาปรับปรุงต้นฉบับและแก้ไขโปรแกรมต่อไป

ค. ปรับปรุงแก้ไข

หลังจากทราบข้อบกพร่องจากการนำโปรแกรมไปทดสอบการทำงานแล้ว ก็จะทำการปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงจะต้องเปลี่ยนแปลงที่ตัวต้นฉบับของ Storyboard ก่อน แล้วจึงค่อยตามด้วยตัวโปรแกรม เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำกลับไปทดสอบการทำงานใหม่ แต่ถ้ายังมีข้อบกพร่องก็จะต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไปวนเวียนซ้ำ ๆ เช่นนี้ จนกว่าจะได้โปรแกรมที่พอใจของผู้ออกแบบ จึงนำไปใช้งาน จากนั้นก็จะเป็นเรื่องของการเขียนคู่มือการประกอบการใช้โปรแกรม เพื่อผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้จะได้เตรียมอุปกรณ์ สภาพการทำงานในการใช้งานโปรแกรม โดยคู่มือจะแบ่งเป็น 3 ระดับคือ คู่มือนักเรียน คู่มือครู และคู่มือการใช้เครื่อง

คู่มือนักเรียน

- บอกชื่อเรื่อง ชื่อวิชา หน่วยการสอน ระดับชั้น

- วัตถุประสงค์ทั่วไปของบทเรียน เช่น เพื่อเสริมความรู้ เพื่อทดสอบความรู้ หรือเพื่อใช้สอนแทนครูในชั้นเรียน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บอกวัตถุประสงค์ทั่วไปของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เฉพาะของเนื้อหา
- โครงร่างเนื้อหา หรือบทสรุปของเนื้อหาในบทเรียน
- ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนการเรียน
- แสดงตัวอย่างเฟรมในบทเรียน และคำชี้แจงในส่วนที่จำเป็น
- บอกขั้นตอนกิจกรรม กฎเกณฑ์และข้อเสนอแนะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการทดสอบ
- ประมาณระยะเวลาในการเรียนบทเรียน

คู่มือครู

- โครงร่างของเนื้อหา
- จุดประสงค์ของโปรแกรมที่ใช้สอน
- ใช้สอนวิชาอะไร ตอนไหน สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์หลักอย่างไร ผู้สอนควรมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง
- ให้ตัวอย่างเพื่อชี้แนะให้เห็นว่าโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยได้อย่างไร ช่วงไหน ในวิชานั้น ๆ
- ตัวอย่างการ Input/Output จากผู้เรียน
- เสนอแนะแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากบทเรียน
- เสนอแนะการดำเนินกิจกรรมและเวลาที่ใช้ในการเรียน
- ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเรียน(ถ้ามี) และหลังเรียนพร้อมเฉลยคู่มือการใช้เครื่อง
- ชื่อโปรแกรม ผู้เขียนโปรแกรม ลิขสิทธิ์ วันแก้ไขปรับปรุง
- ภาษาที่ใช้ ไฟล์ต่าง ๆ ขนาดของโปรแกรม
- หน่วยความจำของเครื่อง อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ต้องใช้ หรือส่วนประกอบเพิ่มเติม
- วิธีการใช้เป็นขั้น ๆ เริ่มตั้งแต่การบูตเครื่องเป็นต้นไป
- พิมพ์ Source Code ของโปรแกรมทั้งหมดลงบนกระดาษพิมพ์
- Flow Chart ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวอย่าง Input/Output

- ข้อมูลจากการทดสอบโปรแกรมกับตัวอย่างประชากร

3. การประยุกต์ใช้ (Instruction Implement)

การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและการประเมินผล เป็นขั้นตอนที่นักคอมพิวเตอร์กับผู้สอนจะต้องประสานงานซึ่งกันและกัน เพราะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้างโปรแกรม โดยมีการประเมินผลเป็นลำดับขั้นตอนสุดท้ายของการทำงานร่วมกัน ที่จะตัดสินใจว่าโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร สมควรที่จะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่

ก. ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน

การนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียนการสอนจะต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้โปรแกรม เช่น โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสาธิตการทดลอง ควรให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนเข้าห้องทดลองจริง โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับเสริมการเรียนรู้ ควรจะมีชั่วโมงกิจกรรมสำหรับการใช้โปรแกรม เป็นต้น สำหรับโปรแกรมที่ใช้เป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น อาจจะต้องต่ออุปกรณ์ขยายภาพไปสู่จอขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นชัดทั่วกันทุกคน

ข. ประเมินผล

การประเมินผลเป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นการสนับสนุนผลว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไร สมควรจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ การประเมินผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

-ส่วนแรก ประเมินว่าหลังจากนักเรียนใช้โปรแกรมนี้แล้ว บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ การประเมินผลส่วนนี้จะทำโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน วัดความเข้าใจในเนื้อหา ถ้าผลการทดสอบออกมาติดลบหรืออัตราการทำผิดสูงเกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของโปรแกรมบทเรียนหนึ่ง ๆ แสดงว่าผู้เรียนไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติม เป็นอันว่าต้องมีการปรับปรุงต้นแบบ (Storyboard) หรือวัตถุประสงค์กันใหม่ เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

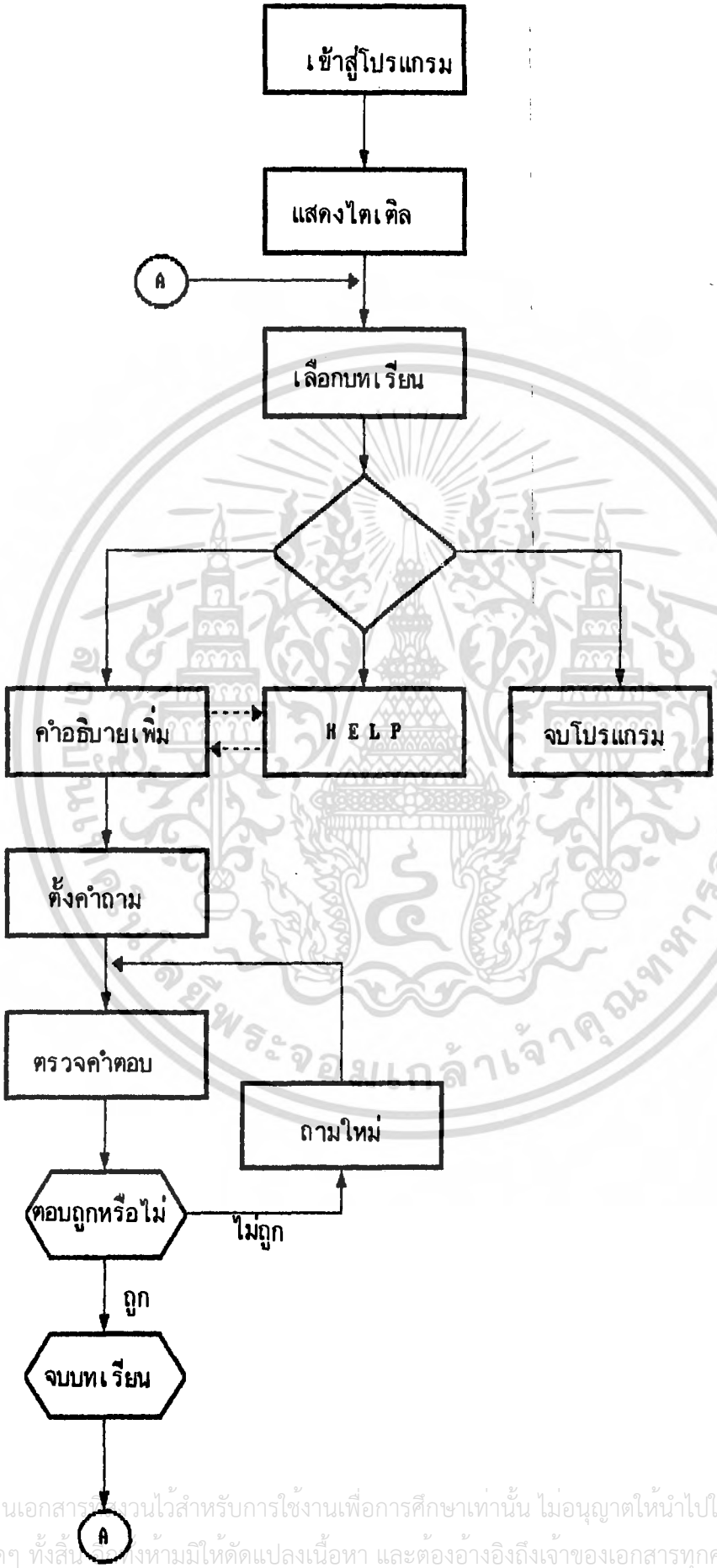
โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไม่สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

-ส่วนที่สอง ประเมินในส่วนของโปรแกรมและการทำงานว่า การใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชานี้เหมาะสมหรือไม่ ทัศนคติของผู้เรียนต่อการใช้โปรแกรมเป็นอย่างไร วิธีการใช้โปรแกรมยากง่ายอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียน ความถูกต้องของเนื้อหา เอกสารประกอบหรือคู่มือ และการติดต่อกับผู้เรียนเป็นอย่างไร การประเมินผลส่วนนี้ใช้แบบสอบถาม(Questionair)

2.7.2 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีแนวทางหลากหลาย ในการนำเสนอรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น Drills, Pactice, Simulation และ Game เป็นต้น รูปแบ่บที่ใช้ได้ดีสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและไม่ยากเกินไปที่จะพัฒนาขึ้นมาใช้งานดังรูปในหน้า 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 ความสมบูรณ์ของ CAI

เมื่อนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โปรแกรมบทเรียนที่ต้องพัฒนาขึ้นควรประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของการนำเสนอเนื้อหา และส่วนของการเก็บข้อมูลเชิงวัดผล

1. นำเสนอเนื้อหา ในการนำเสนอเนื้อหาในรูปของโปรแกรมบทเรียนมีหลายลักษณะ เช่น

- เสนอเนื้อหาวิชาอย่างเดียว
- เสนอเนื้อหาประกอบการทดสอบ
- เสนอแบบทดสอบล้วน ๆ โดยคำถามที่ใช้ในโปรแกรมอาจจะออกแบบเป็น คำถามแบบสุ่ม หรือแบบคงที่ ในกรณีที่ตอบคำถามผิดพลาด อาจจะมีการให้ผู้เรียนสามารถตอบได้มากกว่า 1 ครั้ง และข้อความที่โต้ตอบกับผู้เรียนก็ควรจะเลือกตอบสนองในหลายกรณีด้วย

2. เก็บข้อมูลเชิงวัดผล ในตัวบทเรียน CAI ที่ดี ควรจะเก็บข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้เรียนและระยะเวลาในการเรียน เช่น

- ชื่อ-นามสกุล
- เลขประจำตัว
- เวลาที่เริ่มศึกษา
- เวลาที่ทำแบบทดสอบ
- เวลาที่ทำเสร็จ
- ตัวเลือกที่นักเรียนตอบ

ข้อมูลเหล่านี้ จะช่วยให้ผู้พัฒนา CAI สามารถนำไปใช้วิเคราะห์หาข้อสรุปในเรื่องการพัฒนาบทเรียนด้วยตนเอง อีกทั้งเป็นการวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนและวัดความเข้าใจของผู้เรียนด้วย

2.7.4 หัลคิดและเทคนิคการสร้างบทเรียน

จากลำดับขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวมาแล้ว สำหรับผู้เริ่มต้นอาจจะยังไม่มีประสบการณ์ แต่ก็พอมีแนวทางและคำแนะนำ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเรียนเกี่ยวกับสื่อ

- ศึกษาผลงานที่มีคนทำไว้ก่อนแล้วว่ามีอะไรบ้าง

- ทดลองใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของคนอื่น และพยายามหาจุดดีและจุดเสียของโปรแกรม

- ทดลองสร้างโปรแกรมสั้น ๆ เพื่อหาประสบการณ์

- ปรึกษาผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในเนื้อหาในเรื่องที่จะเขียนบทเรียน

- ควรจะรู้ข้อจำกัดและความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้

- เลือกภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมและมีความถนัด

2. การวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน

- เลือกหัวข้อหรือวิชาที่ผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอน

- เขียนวัตถุประสงค์ในการสอนอย่างชัดเจน โดยแยกเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- ควรร่างขั้นตอนการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

- ลองสอนจริงในชั้นเรียนในลักษณะปกติแล้ว เก็บรวบรวมข้อมูลที่อาจเป็นประโยชน์ในการเขียนโปรแกรม เช่น บันทึกไว้ว่าผู้เรียนสงสัยตรงไหนบ้าง มีคำถามอะไรบ้าง ขั้นตอนเหมาะสมหรือไม่

- ความยาวบทเรียนหนึ่ง ๆ ต้องไม่ทำให้ผู้เรียนเหนื่อยล้าเกินไป

- ในหน่วยบทเรียน ควรมีความคิดรวบยอดเพียงความคิดเดียว

- ทดสอบหลังเรียน หาความเหมาะสมของคำถามว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่

3. รูปแบบของการเขียน

- ใช้ภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาพูด แต่อย่าให้เหมือนจนเกินไป

- ข้อความสั้นกะทัดรัดได้ใจความ ใช้คำที่เป็นรูปธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้คำที่อ่านแล้วให้ความรู้สึก ให้ความเคลื่อนไหวและกระตุ้นความคิด

- การใช้คำศัพท์ สีลาการเขียน ต้องแสดงแนวความคิด โปรดระลึกเสมอว่าโปรแกรมบทเรียนไม่ใช่หนังสือเรียนธรรมดา

- ใช้คำที่เป็นกันเองกับผู้เรียน ในการถามคำถามหรือเสนอเนื้อหา

- ทำให้ข้อความเด่นขึ้น โดยใช้ช่องว่างหรือเทคนิคอื่น ๆ ให้เหมาะสม

- ไม่ควรใช้คำแสลง หรือศัพท์อื่น ๆ ที่ไม่แน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนจะเข้าใจ

- อย่าให้เนื้อหามากเกินไปใน 1 จอภาพ

- ข้อความในแต่ละจอภาพควรมี 2 ลักษณะคือ ลักษณะที่หนึ่งเสนอความรู้หรือเนื้อเรื่องและลักษณะที่สองเป็นแบบที่ผู้เรียนจะสนองตอบ

- มีการบอกใบ้ (Cueing) ช่วยให้ผู้เรียนได้ตอบตามแนวทางที่ต้องการ เช่น การขีดเส้นใต้คำที่เป็นคำตอบถูก

- การปูพื้น (Prompt) เป็นการนำทางให้ผู้เรียนควรจะตอบสนองอย่างไร เช่น อาจจะยกตัวอย่างโดยใช้รูปภาพ กราฟิก แทนการใช้ข้อความซ้ำ ๆ กลับไปกลับมา

- ความสวยงามในการจัดจอภาพมีอิทธิพลต่อการอ่านของผู้เรียน เช่น ตัวหนังสือแน่นเกินไปหรือไม่ชัดเจน เป็นต้น

4. การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์

- จัดทำคู่มือบอกวิธีใช้โดยใช้ภาษาที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

- คัดลอกข้อความบนจอเฉพาะส่วนที่ผู้เรียนควรจะได้ทราบล่วงหน้าลงในคู่มือ

- ควรมีทางเลือก (Options) หรือบอกวิธีออกจากโปรแกรม เช่น Esc = เลิกการทำงาน เป็นต้น

- ทุกโปรแกรมควรจะ Load และ Run โดยอัตโนมัติ

- ออกแบบให้ Input จากผู้เรียนปรากฏในตำแหน่งเดิม

- มีการชี้แนะ (Cueing) ข้อความสำคัญ เช่น ขีดเส้นใต้ กระพริบเว้นช่องว่างใช้สีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกัน

- หากมีเนื้อหามากและต้องการเสนอในเฟรมเดียวกันควรแบ่งเสนอเป็นช่วง ๆ โดยกดคีย์ใด ๆ เมื่อจบช่วง

- หากเป็นโปรแกรมสำหรับเด็กเล็ก ควรให้ตัวอักษรใหญ่ มีรูปแบบง่าย

- การลอกแบบ กราฟิกควรอยู่ในส่วนกลางจอ และเว้นขอบไว้ให้มากพอ

- การเปลี่ยนเฟรมไม่ควรใช้วิธีการเลื่อนขึ้น ควรลบทีเดียวทั้งจอ

- ใช้เสียงในการเร้าความสนใจ แต่ไม่ควรพร่ำเพรื่อ

- ไม่ควรใช้คำย่อ

- ใช้ภาพเคลื่อนไหวตามความเหมาะสม ภาพที่เคลื่อนไหวช้าเสียเวลานานอาจทำให้เบื่อง่าย

- ควรมีประโยคหรือคำพูดที่เชื่อมโยงเนื้อหาจากเฟรมหนึ่งไปยังอีกเฟรมหนึ่ง

- ไตเติ้ล เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับบทเรียน ผู้ออกแบบควรทำให้น่าสนใจโดยใช้ กราฟิก เสียงและสีเข้าช่วย

- หากเป็นจก Monocrome การใช้สีพื้นหนาบางไม่เท่ากันช่วยให้น่าสนใจมากขึ้น

- การใช้กราฟและชาร์ท (Chart) หากเหมาะสมกับเนื้อหาควรพิจารณาใช้อย่างยิ่ง

- ควรมีเมนูให้ใช้เลือกบทเรียน ไว้ที่ตอนต้นและตอนท้ายของโปรแกรม

- หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนเฟรมใด ๆ อัตโนมัติ

5. การป้อนข้อความ (Input)

- ใช้รูปแบบที่พบเห็นทั่วไป เช่น "Yes" หรือ "Y" หากใช่ และ "No" หรือ "N" หากไม่ใช่ ไม่ควรใช้ "1" ถ้าใช่ "2" ถ้าไม่ใช่

- หากมีการป้อนข้อความในลักษณะ "Yes" และ "No" ไม่ควรเขียนโปรแกรมประเมินว่า "Y" เป็น "Yes" และตัวอื่น ๆ เป็น "No" เพื่อป้องกันปัญหาในกรณีที่คำตอบมีมากกว่า 2 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การกดแป้นพิมพ์ครั้งเดียวในการป้อนข้อความเป็นสิ่งที่ง่ายและสดวกที่สุด แต่บางครั้งอาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์มากกว่า 1 ครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงความจำเจ เช่น ให้พิมพ์คำสั้น ๆ เป็นต้น

- ความผิดพลาดระหว่าง 1 และ I หรือ O และ O ควรได้รับการยกเว้น

6. การตอบสนองและการเร้าความสนใจ

- ไม่ควรใช้คำโต้ตอบกลับ (feedback) ที่ซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง เช่น Wrong Try Again หรือ Correct

- แสดงคำถามและคำตอบของผู้เรียนไว้ในจอเดียวกัน ก่อนการให้ใช้คำ feedback

- หากให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้ง feedback ไม่ควรบอกแค่ถูกหรือผิด เช่น ถ้าตอบครั้งที่ 3 แล้วนั่งจะถูก feedback ควรเป็น "Good, You finally got it," แทนที่จะบอกเพียงว่า "Great"

- หากต้องการใช้เสียงประกอบในการให้ feedback ควรสั้น และไม่ควรให้เสียงที่ต่างกัน นอกจากจะมีวัตถุประสงค์เฉพาะ

- ลบคำตอบเดิมก่อนที่ผู้เรียนจะพิมพ์คำตอบใหม่

- พิจารณาการบอกใบ้ (Hint) ถ้าสมควร โดยแสดงเป็นข้อความสั้น ๆ

- เทคนิคการต่อภาพ ต่อคำ ต่อโน๊ตเพลง ควรนำมาใช้ในการให้ feedback

- พยายามให้คำตอบที่ถูกต้องนั้นมีความสมบูรณ์มากที่สุด และถือว่าคำตอบผิดเป็นโอกาสให้ผู้เรียนได้รับคำอธิบายเนื้อหาที่ถูกต้องมากกว่าที่จะเป็นอุปสรรค์ในการที่จะหยุดยั้งการเรียนรู้

- หากเป็นลักษณะของการให้คะแนน ผู้ตอบควรจะเห็นบนจอว่าคะแนนของตนเองเป็นเท่าไร เพราะการได้เฉลยและการรู้คำตอบทันทีจะทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปด้วย

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไม่ได้สร้างมาเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเตาของผู้เรียน

- ในการยกตัวอย่างหรือถามปัญหาในโปรแกรมบทเรียน พยายามให้ผู้เรียนตอบ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยการเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิมของเขา

2.7.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ในการพัฒนา CAI ช่วยสอน จุดหนึ่งที่ผู้พัฒนาและออกแบบโปรแกรมต้องคำนึงอยู่เสมอ ก็คือ ผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น อาจเป็นผู้ที่ไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์เลย หรือมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์น้อย ดังนั้นจึงต้องเน้นในเรื่องปรัชญาการใช้งานง่ายในแง่ของ Human Interface ดังนี้

- ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้น้อย มีคำอธิบายการใช้งานตลอดจนคำแนะนะและใช้งานควรออกแบบให้ผู้เรียนได้กดแป้นพิมพ์ที่น้อยครั้งที่สุด

- ใช้งานได้คล่องและรวดเร็ว แป้นพิมพ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ผู้เรียนใช้ ต้องเลือกเป็นแป้นพิมพ์ที่กดง่าย เช่น การใช้ระบบเมนูเข้ามาช่วย ใช้แป้นลูกศรให้เลือกคำตอบ เป็นต้น

- มีข้อผิดพลาดของการใช้น้อย ในการใช้งานเมื่อผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ผิดพลาดจะต้องไม่เกิดข้อผิดพลาดในโปรแกรม

- สร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ ในเรื่องของแรงจูงใจเสริม ผลตอบสนองรวดเร็ว สีสันพอเหมาะ

ถ้าเรามองในด้าน Human Interface แล้ว โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต่างประเทศพัฒนา เขาใช้ระบบสัมผัสแทนการกดแป้นพิมพ์ ซึ่งก็จำเป็นที่ต้องใช้อุปกรณ์ที่ออกแบบโดยเฉพาะ มีสื่อภาพและเสียงที่สมบูรณ์ แต่สำหรับในประเทศไทยแล้ว เครื่องมือที่จะมาช่วยพัฒนาโปรแกรมบทเรียนคงมีเพียงสื่อกราฟิกและเสียงเท่านั้น เครื่องมือที่จะช่วยพัฒนาโปรแกรมบทเรียนนั้นจะมี 2 ลักษณะ คือ

1. ภาษาคอมพิวเตอร์ หลาย ๆ ภาษามีคำสั่งให้ผู้พัฒนาโปรแกรมเขียนภาพกราฟิก และข้อความตลอดจนกำหนดเสียงต่าง ๆ เช่น เสียงดนตรี ภาษาคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุน เช่น

ภาษา Basic เช่น โปรแกรม Gwbasic, Turbo Basic, Quick Basic ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษา Pascal เช่น โปรแกรม Turbo Pascal, Microsoft Pascal ฯลฯ

ภาษา C เช่น โปรแกรม Turbo C, Microsoft C

2. โปรแกรมสำเร็จรูป เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ในเรื่องของการสร้างภาพกราฟิกและเสียง แต่ในบางครั้งหากผู้พัฒนาต้องการเพิ่มเติมบางสิ่งที่นอกเหนือจากโปรแกรมที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะทำไม่ได้ โปรแกรมที่สนับสนุนในส่วนนี้ เช่น

- VITAL (Videotext INtergrated Teaching And Learning) ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ซึ่งได้ร่วมพัฒนากับมหาวิทยาลัยกูลแอล์ ประเทศแคนาดา เป็นระบบที่ค่อนข้างสมบูรณ์ที่สุดในขณะนี้ แต่เป็นลิขสิทธิ์ของมสธ. โปรแกรมที่เป็นตัวสร้างบทเรียนที่เรียกกันว่า Authoring System ไม่ได้เผยแพร่ แต่ทางมสธ. ยินดีให้บริการในการสร้างบทเรียน (Courseware) โดยคิดค่าบริการ

- PC Storyboard Plus และ Show Partner ซอฟต์แวร์ทั้ง 2 เป็นโปรแกรมที่ออกแบบเพื่องาน Presentation ทำสไลด์โชว์ มีความสามารถในการสร้างภาพกราฟิกได้สวยงาม มีเครื่องมือในการวาดที่ง่ายต่อการเขียนรูป ยังให้ผู้ใช้ได้ออกแบบตัวอักษรเองอีกด้วย ผู้พัฒนาอาจจะสร้างอักษรภาษาไทย แต่ไม่ค่อยสะดวก เวลานำมาใช้พิมพ์เป็นข้อความเพราะตัวอักษร 1 ตัว คือ ภาพ 1 ภาพ เวลาพิมพ์จะไม่มีการจัดระดับอักษรให้ อีกทั้งไม่มีคำสั่งที่จะช่วยในการรวมคะแนนของผู้เรียนเหมาะในการสร้างภาพแสดงผลการทำงานในรูปสไลด์โชว์

- Fantavision เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปจากต่างประเทศ ที่ออกแบบมาในส่วนการสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation Picture) ได้ดีมาก เหมาะที่จะนำไปทำภาพยนตร์เพื่อการศึกษา ตัวโปรแกรมไม่สนับสนุนในเรื่องการรวมผลคะแนนหรือการคำนวณใด ๆ

- ตารา เป็นโปรแกรมที่ ดร.ทวีศักดิ์ กออนันตกูล ร่วมกับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้พัฒนาขึ้นมาใช้เป็นเครื่องมือ ในการสร้างภาพผสมข้อความวิจิตรที่มีความละเอียดในจอโมโนโครมชนิด 720x702 โดยใช้ Display Card ที่ออกแบบมาพิเศษคือของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทลบิช ไทยชิสเต็มทู โปรแกรมตาราจะเป็นโปรแกรมอ่ายบทภาพยนตร์ที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้นและควบคุมบทภาพยนตร์ บทภาพยนตร์ที่เขียนขึ้นก็คือข้อความและคำสั่งที่เราต้องการให้ปรากฏบนจอภาพนั่นเอง คำสั่งของโปรแกรมตารา เช่น Circle 100, 200, 63 หมายถึงวาดรูปวงกลม 100, 200 รัศมี 63 จุด มีความสามารถในการเชื่อมต่อกันกับภาษา Pascal ได้ในกรณีที่ผู้พัฒนาต้องการเขียนฟังก์ชันเพิ่มเติมนับว่าเป็นโปรแกรมที่น่าสนใจ แต่มีข้อจำกัดก็คือการพัฒนาจำเป็นต้องอาศัยฮาร์ดแวร์พิเศษ ทำให้ไม่สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาแล้วไปใช้กับเครื่องอื่นที่ไม่มีฮาร์ดแวร์ดังกล่าวได้

- ไทยโชว์ เป็นโปรแกรมกราฟิกที่พัฒนาโดย อาจารย์อาจหาญ สัตยารักษ์ โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง โปรแกรมตัวนี้มีความสามารถในเชิงกราฟิก ที่คิดรูปแบบการแสดงผลได้ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างกราฟิก แสดงข้อความ การทำแบบทดสอบ การคิดคะแนนผู้เรียนค่อนข้างสมบูรณ์ โดยโปรแกรมตัวนี้ผู้เขียนบอกว่าต้องการพัฒนาให้เป็นสาธารณสมบัติของชาติไทย มีความคิดปรุงสูงในการที่จะนำไปพัฒนาโปรแกรมบทเรียน พัฒนาบนจอ VGA ก็ไปใช้บนจอโมโนโครมได้อย่างสบาย ๆ และอีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจ คำสั่งที่ใช้เป็นภาษาไทยทั้งหมด เช่น คำสั่ง เส้นตรง (200, 100, 300, 300, สี, ค่าหน่วงเวลา) และมีคู่มือการใช้งานที่สมบูรณ์อีก 1 เล่ม

การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการใหม่ ๆ ทางการศึกษาอย่างหนึ่ง เชื่อถือว่าเป็นงานหนักที่จะต้องอาศัยเทคนิคและศิลปะในการสื่อสาร ผู้พัฒนาจึงต้องศึกษาและฝึกฝนอย่างมาก เพื่อให้เกิดทักษะและควรทำงานร่วมกันหลาย ๆ คน เพราะปกติคน ๆ เดียวจะมีความสามารถในงานทุกอย่างนั้น เป็นไปได้ยากนอกจากจะเป็นบุคคลชั้นอัจฉริยะเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การสร้างระบบโปรแกรมช่วยสอน สำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

1. ศึกษาหลักการของงานโปรแกรมช่วยสอน ที่เคยมีการพัฒนามาก่อนจากแหล่งต่าง ๆ

2. นำข้อดีของโปรแกรมที่ศึกษาได้มาประยุกต์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์

3. กำหนดเนื้อหาและเรียบเรียงให้รัดกุมเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้โปรแกรม

4. กำหนดรูปแบบและการจัดเก็บข้อมูล

5. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้สร้างรูปภาพเพื่อเพิ่มความน่าสนใจของโปรแกรม

6. สร้างโปรแกรมตามขอบเขตที่วางไว้

3.2 การกำหนดเนื้อหา

เนื้อหาวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์ที่นำมาเป็นบทเรียนสำหรับโปรแกรมช่วยสอนนี้จะมีการแบ่งออกเป็นบท ๆ ซึ่งแต่ละบทมีเนื้อหาดังนี้ (ส่วนรายละเอียดของเนื้อหาของแต่ละบทจะมีอยู่ในภาคผนวก ค)

บทที่ 1 บทนำ (Introduction) ประกอบด้วยเนื้อหา

- ความหมายของการถดถอย
- การแบ่งลักษณะของตัวแปรหรือปัจจัยที่ใช้ในการถดถอย
- แผนภาพกระจาย
- เส้นการถดถอยและสมการการถดถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว (Simple Linear Regression)

ประกอบด้วยเนื้อหา

- การศึกษาการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว ในกรณีที่ข้อมูลเป็นข้อมูลประชากร
- การศึกษาการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว ในกรณีที่ข้อมูลเป็นข้อมูลตัวอย่าง
- การหาสมการถดถอยโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด
- การหาสมการถดถอยโดยการปรับตัวเลขด้วย X และ Y
- การหาสมการถดถอยในกรณีที่ต้องใช้ตัวเลข
- การตีความหมายของค่า a และ b
- ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณ
- สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด
- ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวคาดคะเน
- ช่วงความเชื่อมั่นของการคาดคะเนค่าพารามิเตอร์
- การทดสอบสมมุติฐาน
- การทดสอบความแปรปรวน
- ทัศนมุติฐานในการวิเคราะห์สมการการถดถอย

บทที่ 3 สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว (SIMPLE LINEAR CORRELATION)

- ความหมายของสหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว
- ลักษณะของข้อมูลที่ต้องวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์
- สูตรที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว
- คุณสมบัติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว
- การทดสอบสมมุติฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว
- สหสัมพันธ์แบบจัดอันดับ
- การทดสอบสมมุติฐานของสหสัมพันธ์แบบจัดอันดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน (Multiple Linear Regression)

- ตัวแบบของการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน
- การคาดคะเนสมการการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อนโดยวิธีมีชคณิต
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมการการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน
- สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด
- ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของตัวคาดคะเน
- ช่วงความเชื่อมั่นของการคาดคะเนค่าพารามิเตอร์
- การทดสอบสมมุติฐาน
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน

บทที่ 5 สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงซ้อน (Multiple Linear Correlation) ประกอบด้วยเนื้อหา

- ความหมายของสหสัมพันธ์เชิงซ้อนและสหสัมพันธ์บางส่วน
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน
- การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน
- การทดสอลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน

บทที่ 6 วิธีเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุด (Selecting The Best Regression Equation) ประกอบด้วยเนื้อหา

- การพิจารณาความเหมาะสมของสมการการถดถอย
- การเปรียบเทียบตัวแบบของสมการการถดถอย
- การเลือกตัวแปรอิสระ
- วิธี All Possible Regression

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธี The Backward Elimination Procedure
- วิธี The Forward Selection Procedure
- วิธี The Stepwise Regression Procedure

บทที่ 7 การถดถอยเส้นโค้ง (Curvilinear Regression)

- Double Log Model
- Exponential Model
- Semi Log Model
- Reciprocal Model
- การวิเคราะห์สมการการถดถอยแบบเส้นโค้ง
  1. วิธีแปลงรูป (Transformed)
  2. วิธีสมมุติค่า (Redefind)
- Polynomial Regression
- การทดสอบสมมุติฐาน

บทที่ 8 ตัวแปรดัมมี่ (Dummy Variables) ประกอบด้วยเนื้อหา

- ในกรณีสมการการถดถอยเชิงเดียว
- ในกรณีสมการการถดถอยเชิงซ้อน

บทที่ 9 Autocorrelation ประกอบด้วยเนื้อหา

- สาเหตุของการเกิด Autocorrelation
- ผลกระทบของ Autocorrelation
- การทดสอบ Autocorralation
- วิธีแก้ปัญหาของ Autocorrelation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แฟ้มข้อมูลที่ใช้ในระบบ

1. แฟ้มข้อมูลที่แสดงรายละเอียดของเนื้อหาบทเรียนทั้งหมด 9 แฟ้มข้อมูล ได้แก่

- DATA1.CHP
- DATA2.CHP
- DATA3.CHP
- DATA4.CHP
- DATA5.CHP
- DATA6.CHP
- DATA7.CHP
- DATA8.CHP
- DATA9.CHP

โดยที่แต่ละแฟ้มข้อมูลจะเก็บเนื้อหาของแต่ละบทไว้ ลักษณะของแฟ้มข้อมูลนี้จะเป็นแฟ้มอักขระ (Text File) ที่สร้างมาจากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CU WRITER จัดเก็บข้อมูล

2. แฟ้มแบบทดสอบและคำอธิบายเพิ่มเติมบทเรียนทั้งหมด 9 แฟ้มข้อมูลได้แก่

- HELP1.CHP
- HELP2.CHP
- HELP3.CHP
- HELP4.CHP
- HELP5.CHP
- HELP6.CHP
- HELP7.CHP
- HELP8.CHP
- HELP9.CHP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งลักษณะการเก็บเหมือนกับแฟ้มข้อมูลเนื้อหา

3. แฟ้มตัวอักษรที่ใช้แสดงข้อความบนจอภาพคอมพิวเตอร์มีทั้งหมด 8 แฟ้มข้อมูลได้แก่

- NORMAL0.FON
- SMALL1.FON
- SMALL2.FON
- SMALL3.FON
- SMALL4.FON
- SMALL5.FON
- NORMAL02.FON
- LCHR3569.FON

3.4 ขอบเขตของระบบ

1. ผลการทำงานเกือบทั้งหมดจะแสดงออกทางจอภาพ ซึ่งจะแสดงเฉพาะหน้าจอ Monochrome โดยข้อมูลที่แสดงจะเป็นข้อมูลของเนื้อหาวิชา, แบบทดสอบ, คำอธิบายเพิ่มเติม รวมถึงรายการสำหรับเลือก

2. ผู้ที่จะศึกษาควรมีพื้นฐานทางสถิติมาบ้างพอสมควร

3.โปรแกรมนี้ใช้ภาษา PASCAL Version 5.5 ของ Borland Internation Corporation. ในการพัฒนา

4.โปรแกรมนี้ได้ใช้รูปภาพที่สร้างมาจากโปรแกรม PrintMaster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Output)

การแสดงผลออกทางจอภาพจะใช้การแสดงผล 2 แบบร่วมกัน คือ

1. การแสดงผลแบบ Text Mode

ซึ่งใช้สำหรับแสดงข้อความที่จะแสดงออกทางหน้าจอจะใช้รหัสตัวอักษรที่ดึงมาจากแฟ้มตัวอักษรและแฟ้มตัวอักษรใหม่ที่ดัดแปลงแล้ว ซึ่งเป็นแฟ้มตัวอักษรของ CU Writer

2. การแสดงผลแบบ Graphic Mode

จะใช้แสดงผลสำหรับ รูปภาพและกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

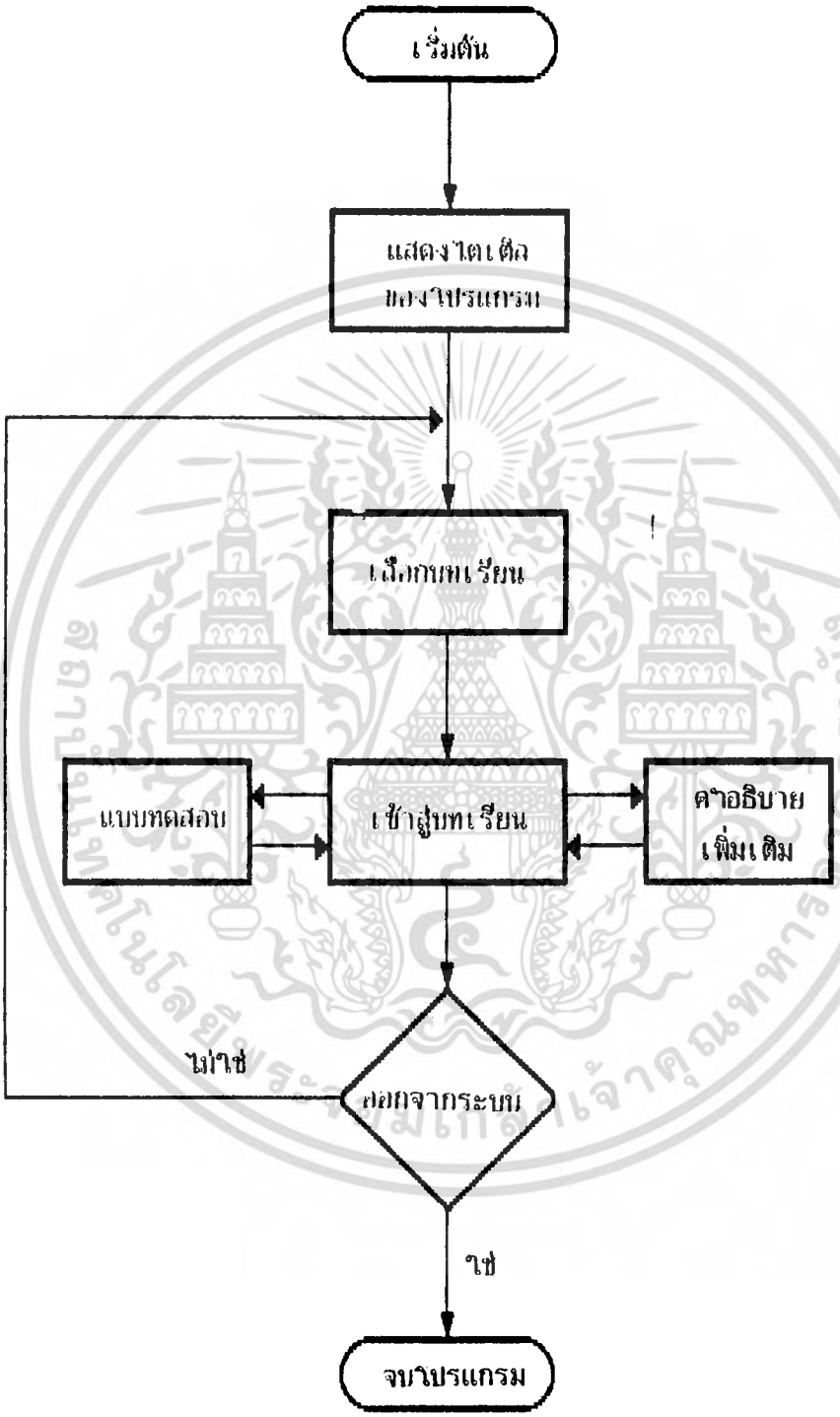
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมช่วยสอนนี้ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ตระกูล IBM PC จอภาพที่ใช้ต้องเป็นแบบโมโนโครมกราฟฟิค และควรมีฮาร์ดดิสก์เพื่อความรวดเร็วในการทำงานของโปรแกรม ถ้าต้องการใช้แผ่นดิสก์ในการเก็บโปรแกรม ควรใช้แผ่นดิสก์ที่มีขนาด 600,000 ไบท์ขึ้นไป

ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม

1. แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมช่วยสอน และชื่อผู้จัดทำ
2. แสดงชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
3. คำแนะนำในการใช้โปรแกรม
4. เข้าสู่บทเรียนโดยเลือกบทเรียนตามหัวข้อเรื่องที่ต้องการ
5. ในแต่ละบทเรียนจะมีคำอธิบายเพิ่มเติม และแบบทดสอบ
6. การเปลี่ยนลำดับการทำงานจะมีรายการบอกคีย์ที่ใช้
7. การทำงานแต่ละบทเรียนเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมโปรแกรมหรือการทำงานของคีย์ต่าง ๆ

ในไตเติ้ล

Spac Bar	ทำงานตามลำดับขั้นต่อไป
Esc	ออกจากโปรแกรม

ในเมนู

Up Arrow	ไปยังตัวเลือกก่อนหน้านี้
Down Arrow และ Space Bar	ไปยังตัวเลือกต่อไป
Return	เลือกบทเรียน
Esc	ออกจากโปรแกรม

ในบทเรียน

PgUp	ไปยังหน้าที่แล้ว
PgDn หรือ Space Bar	ไปยังหน้าถัดไป
Esc	ออกจากบทเรียน กลับเข้าสู่เมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทำงาน

เนื่องจากวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์เป็นวิชาที่ค่อนข้างยากต่อการทำความเข้าใจ ดังนั้น การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการศึกษาจึงเป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่ง โดยการสร้างโปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชานี้ขึ้นมา ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความรวดเร็ว ประสิทธิภาพและทักษะในการเรียนการสอนเพราะว่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุก ไม่เบื่อหน่าย และมีความตื่นตัวที่จะเรียน

สำหรับการทดลองสร้างโปรแกรมช่วยสอนเรื่องการถดถอยและสหสัมพันธ์ในครั้งนี้ ได้เกิดปัญหาในระหว่างการพัฒนา ดังนี้

1. เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลเป็นฟลอปปี้ดิสก์ ทำให้การเรียกใช้ข้อมูลเป็นไปอย่างล่าช้า ดังนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ฮาร์ดดิสก์ในการเก็บข้อมูลแทน

2. เนื่องจากเนื้อหาของวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์มีมาก และมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาในการศึกษาของผู้เรียน เพื่อป้องกันความเบื่อหน่าย ดังนั้นจึงได้ตัดเนื้อหาบางส่วนให้เหมาะสมกับเวลา

3. เนื่องจากระยะเวลาในการพัฒนาโปรแกรมมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ไม่สามารถหาข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาได้อย่างเต็มที่

แต่โดยสรุปแล้วผลที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจพอสมควร จึงจะควรที่เป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงและพัฒนางานด้านโปรแกรมช่วยสอนที่ดีต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์ให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม ควรจะพิจารณาในด้าน ๆ ต่าง ดังนี้

1. เนื่องจากโปรแกรมช่วยสอนนี้เป็นภาษาไทย ต้องมีการเรียกใช้แป้นตัวอักษรอยู่ตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่แสดงข้อความบนจอภาพ ทำให้การทำงานของโปรแกรมช้า จึงควรที่สร้างรูปแบบการใช้ภาษาไทยที่ดีกว่าเดิม

2. เนื่องจากแบบทดสอบที่ใช้ ลักษณะคำตอบเป็นแบบมีตัวเลือกให้เลือก ทำให้การวัดผลมีประสิทธิภาพน้อยกว่าแบบการเติมคำตอบ ควรพัฒนาแบบทดสอบให้มีการทดสอบแบบการเติมคำตอบ เพื่อที่จะได้มีการตรวจสอบคำตอบเป็นลำดับ ซึ่งจะทำให้สามารถหาข้อผิดพลาดได้ง่าย

3. เนื่องจากโปรแกรมนี้ไม่สามารถใช้กับจอภาพ EGA VGA ได้จึงควรพัฒนาโปรแกรมให้ใช้กับจอภาพเหล่านี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้งาน

1. การติดตั้ง

เนื่องจากโปรแกรมช่วยสอนสำหรับวิชาการถดถอยและสหสัมพันธ์ เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปแบบหนึ่ง ดังนั้นการติดตั้งจึงไม่ยุ่งยากเท่าไร เพียงแค่เก็บบันทึกลงในสื่อสำหรับเก็บข้อมูลเท่านั้น ก็สามารถที่จะเรียกขึ้นมาใช้ได้ แต่ก็มีข้อแม้ทางด้านอุปกรณ์อยู่บ้าง กล่าวคือ เพื่อความสมบูรณ์ของตัวโปรแกรม ควรใช้กับอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

ก. สื่อบันทึกข้อมูล เพราะว่าโปรแกรมช่วยสอนนี้มีขนาดของข้อมูลประมาณ 600,000 byte ดังนั้น ควรใช้สื่อบันทึกข้อมูลประเภท diskett ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. Floppy Disk
2. Hard Disk

แต่ทั้งนี้ เพื่อความรวดเร็วในการทำงานของโปรแกรม ควรใช้สื่อบันทึกข้อมูลแบบ Hard Disk หรือ ถ้าไม่มี Hard Disk ก็ควรใช้ Floppy Disk ที่มีขนาดความจุ มากกว่า 600,000 byte

ข. จอภาพ เนื่องจากโปรแกรมนี้มีการใช้งานภาษาไทย และแสดงรูปภาพ กราฟฟิก จึงมีข้อจำกัดทางด้านจอภาพอยู่บ้าง สำหรับโปรแกรมช่วยสอนนี้ควรใช้ จอภาพแบบ CGA Monochrome เท่านั้น

2. การทำงาน

หลังจากติดตั้งโปรแกรมลงสื่อบันทึกข้อมูลเรียบร้อย และมีอุปกรณ์ที่ใช้กับโปรแกรมพร้อมแล้ว ก็จะเริ่มทำงานโดยการเรียกไฟล์ ชื่อ Project.exe มาสใช้ ซึ่งการเรียกใช้ทำได้ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตรวจสอบดูว่า ชุดของโปรแกรมช่วยสอนอยู่ที่ Disk Drive ใด จากนั้นก็เปลี่ยนไปอยู่ Disk Drive นั้น ในที่นี้สมมุติว่าอยู่ Drive C ซึ่งเป็นสื่อบันทึกข้อมูลแบบ Hard Disk

C:\>

2. ถ้ามีการสร้าง Subdirectory สำหรับเก็บชุดของโปรแกรมช่วยสอนไว้ ก็ให้เข้าสู่ Subdirectory นั้นด้วย เช่น มีการสร้าง Subdirectory ชื่อ CAIRAC ขึ้น เพื่อเก็บชุดของโปรแกรมช่วยสอนไว้ ก็จะเข้าสู่ Subdirectory CAIRAC โดยใช้คำสั่งดังนี้

C:\>CD CAIRAC

จะได้ C:\CAIRAC>

3. เรียกไฟล์โปรแกรม Project.exe มาใช้ โดยใช้คำสั่ง

C:\CAIRAC>PROJECT

หลังจากเรียกใช้ Project.exe แล้ว ก็จะเป็นการเริ่มต้นการทำงานที่แท้จริง โดยการทำงานของโปรแกรม จะแสดงจอภาพเป็นหลาย ๆ หน้าต่าง ดังมีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อเรียกใช้ Project.exe แล้ว จะปรากฏหน้าต่าง ซึ่งมีรายละเอียด ต่อไปนี้

หน้าต่างที่ 1 แสดง ชื่อโปรแกรมและชื่อผู้จัดทำ ดังแสดงในรูปที่ 1

หน้าต่างที่ 2 แสดง ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดังแสดงในรูปที่ 2

หน้าต่างที่ 3 แสดง คำแนะนำและข้อจำกัดในการใช้โปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ การควบคุมการทำงานของโปรแกรมในช่วงนี้ จะมีรายการ (Menu) ปรากฏอยู่ที่ด้านล่างของแต่ละหน้าต่าง ซึ่งจะมีปุ่มควบคุมดังนี้

1. Space Bar ใช้สำหรับ เลื่อนหน้าต่างให้เป็นหน้าต่างถัดไป

2. Esc ใช้สำหรับออกจากระบบ (หมายถึงการยกเลิกการทำงานของโปรแกรม)

หมายเหตุ ก. ไม่สามารถทำการเลื่อนหน้าต่างให้ไปหน้าต่างก่อนหน้านี้ได้

ข. เมื่อกดปุ่ม Esc แล้ว คอมพิวเตอร์จะเข้าสู่การทำงานของ DOS

2. หลังจากแสดงรายละเอียดทั่วๆ ไป เกี่ยวกับตัวโปรแกรมเสร็จแล้ว ก็จะเป็น หน้าต่างที่ 4 ซึ่งจะเป็นรายการ (Menu) สำหรับให้เลือก บทเรียนที่จะทำการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 4

การควบคุมการทำงานในหน้าต่างที่ 4 นี้ จะมีรายการ(Menu) สำหรับควบคุมปรากฏอยู่ที่ด้านล่างของหน้าต่าง โดยมีปุ่มควบคุม ดังนี้

1. ลูกศรชี้ลง ( ) ใช้สำหรับเลื่อนแถบสีลงด้านล่าง

2. Space Bar ใช้สำหรับเลื่อนแถบสีลงด้านล่าง

3. ลูกศรชี้ขึ้น ( ) ใช้สำหรับเลื่อนแถบสีขึ้นด้านบน

อนึ่ง ในการเลื่อนแถบสี เมื่อเลื่อนจนถึงตำแหน่งบนสุด และกดปุ่มลูกศรชี้ขึ้น ( ) อีกครั้ง แถบสีจะไปปรากฏที่ตำแหน่งต่ำสุดด้านล่าง หรือเมื่อเลื่อนตำแหน่งไปจนถึงตำแหน่งต่ำสุดและกดปุ่ม Space Bar (หรือปุ่มลูกศรชี้ลง ( )) อีกครั้ง แถบสีก็จะไปปรากฏที่ตำแหน่งบนสุด

4. Return ใช้สำหรับเลือกบทเรียนที่ต้องการศึกษา

5. Esc ใช้สำหรับออกจากระบบหรือยกเลิกการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อเลือกบทเรียนแล้ว หน้าต่างต่อไปจะเป็นหน้าต่างที่แสดงชื่อบทเรียน ซึ่งจะแสดงตัวอย่างในรูปที่ 5 ส่วนหน้าต่างถัด ๆ ไป จะแสดง เนื้อหาของบทเรียนที่เลือกมาศึกษา ดังตัวอย่างในรูปที่ 6 ซึ่งหน้าต่างเหล่านี้จะมีปุ่มควบคุม ปรากฏอยู่ที่ด้านล่างของแต่ละหน้าต่าง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. Esc ใช้สำหรับออกจากบทเรียน (ซึ่งเมื่อออกจากบทเรียนแล้ว โปรแกรมจะกลับไปทำงานที่ รายการสำหรับเลือกบทเรียน ซึ่งก็คือ หน้าต่างที่ 4 และเมื่อจะออกจากระบบก็กดปุ่ม Esc อีกครั้ง)

2. PgDn ใช้สำหรับเลื่อนหน้าต่างไปหน้าต่างถัดไป

3. PgUp ใช้สำหรับเลื่อนหน้าต่างก่อนหน้านี้

อนึ่ง เมื่อเลื่อนหน้าต่างไปถึงหน้าสุดท้าย และถ้ากดปุ่ม PgDn อีกครั้ง โปรแกรมจะกลับไปทำงานที่รายการสำหรับเลือกบทเรียน (หน้าต่างที่ 4)

สำหรับหน้าต่างที่แสดงบทเรียนบางหน้าต่างจะมีปุ่มสำหรับแสดงคำอธิบายเพิ่มเติม และปุ่มสำหรับการทำแบบทดสอบ ปรากฏอยู่ภายในแต่ละหน้าต่าง ปุ่มควบคุมเหล่านี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละหน้าต่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7-8

เมื่อกดปุ่มสำหรับแสดงคำอธิบายเพิ่มเติมแล้ว จะปรากฏหน้าต่างสำหรับคำอธิบายซ้อนกับหน้าต่างเดิม ดังแสดงไว้ในรูปที่ 9 ในหน้าต่างสำหรับแสดงคำอธิบายเพิ่มเติมนี้จะมีปุ่มควบคุมปรากฏอยู่ทางด้านล่างของหน้าต่างเดิม ซึ่งได้แก่

ปุ่ม Esc ใช้สำหรับออกจากหน้าต่างแสดงคำอธิบายเพิ่มเติม (เมื่อกดปุ่ม Esc โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างบทเรียนหน้าต่างเดิม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหน้าต่างของแบบทดสอบ เมื่อกดปุ่มสำหรับทำแบบทดสอบจะปรากฏหน้าต่างทับกับหน้าต่างแสดงบทเรียนหน้าต่างเดิม ดังแสดงไว้ในรูปที่ 10 ซึ่งการควบคุมสำหรับหน้าต่างของแบบทดสอบ จะปรากฏคู่ที่ด้านล่างของหน้าต่าง ประกอบด้วย รายการให้เลือกสำหรับเลือกตัวเลือก (Choice) และปุ่ม Esc สำหรับออกจากการทำแบบทดสอบ ซึ่งเมื่อออกจากแบบทดสอบโปรแกรมจะกลับไปทำงานที่หน้าต่างแสดงบทเรียนหน้าต่างเดิม

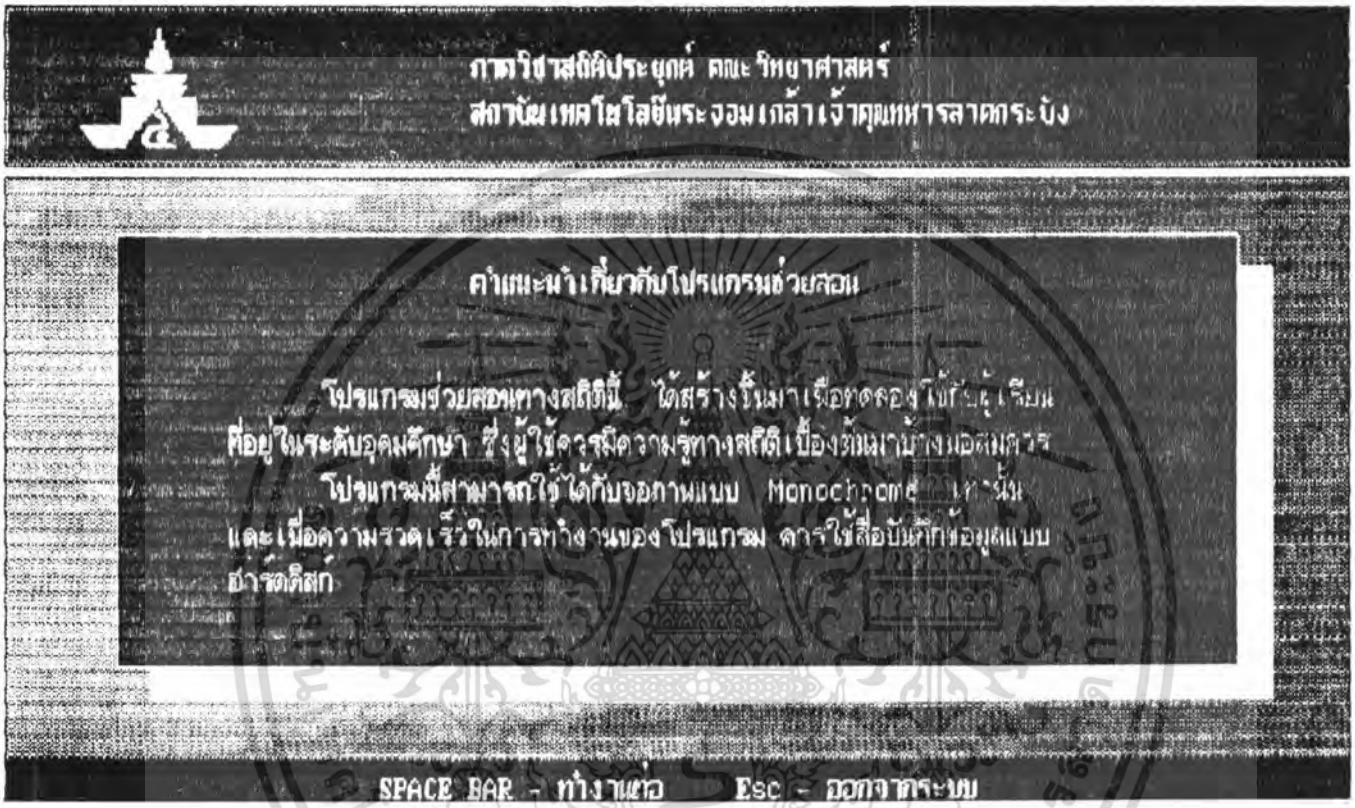
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 แสดงชื่อโปรแกรมและผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

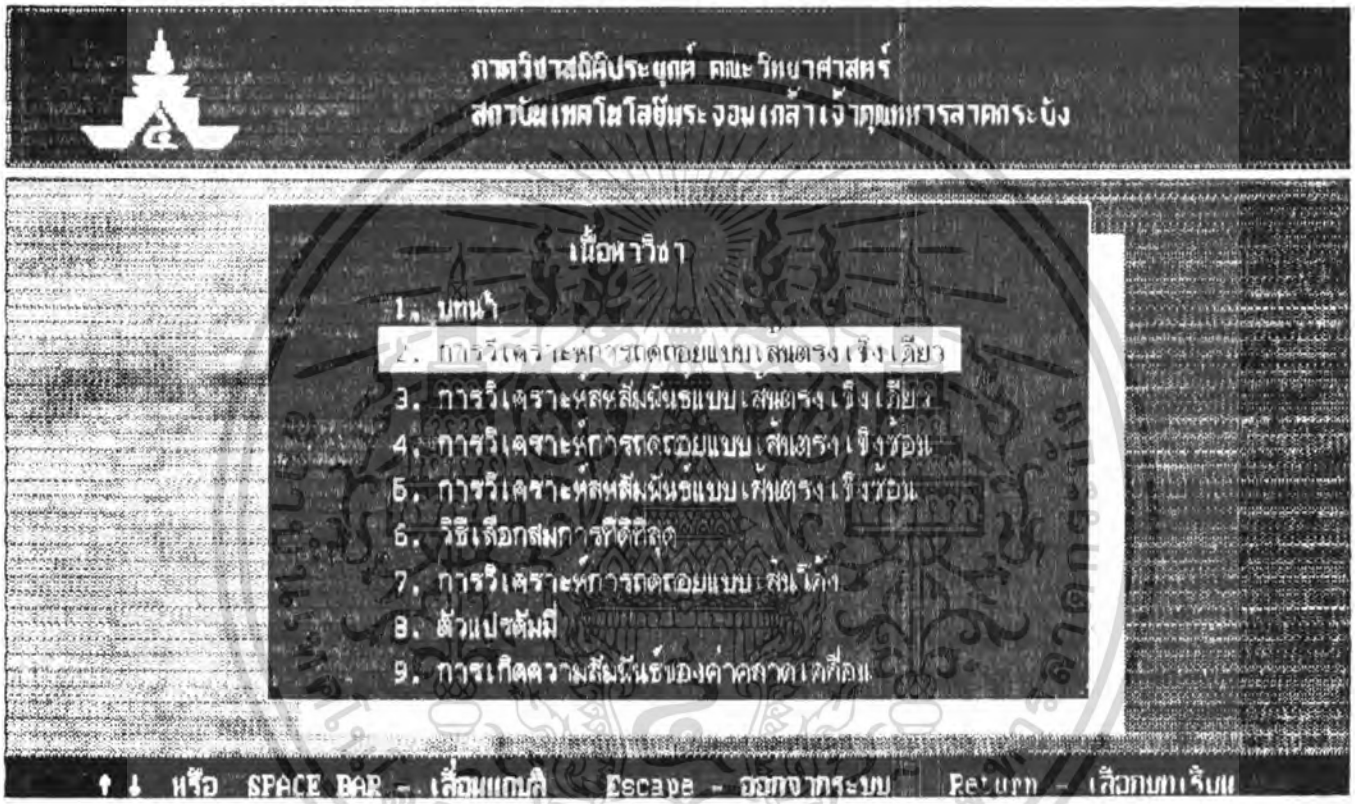
รูปที่ 2 แสดงชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



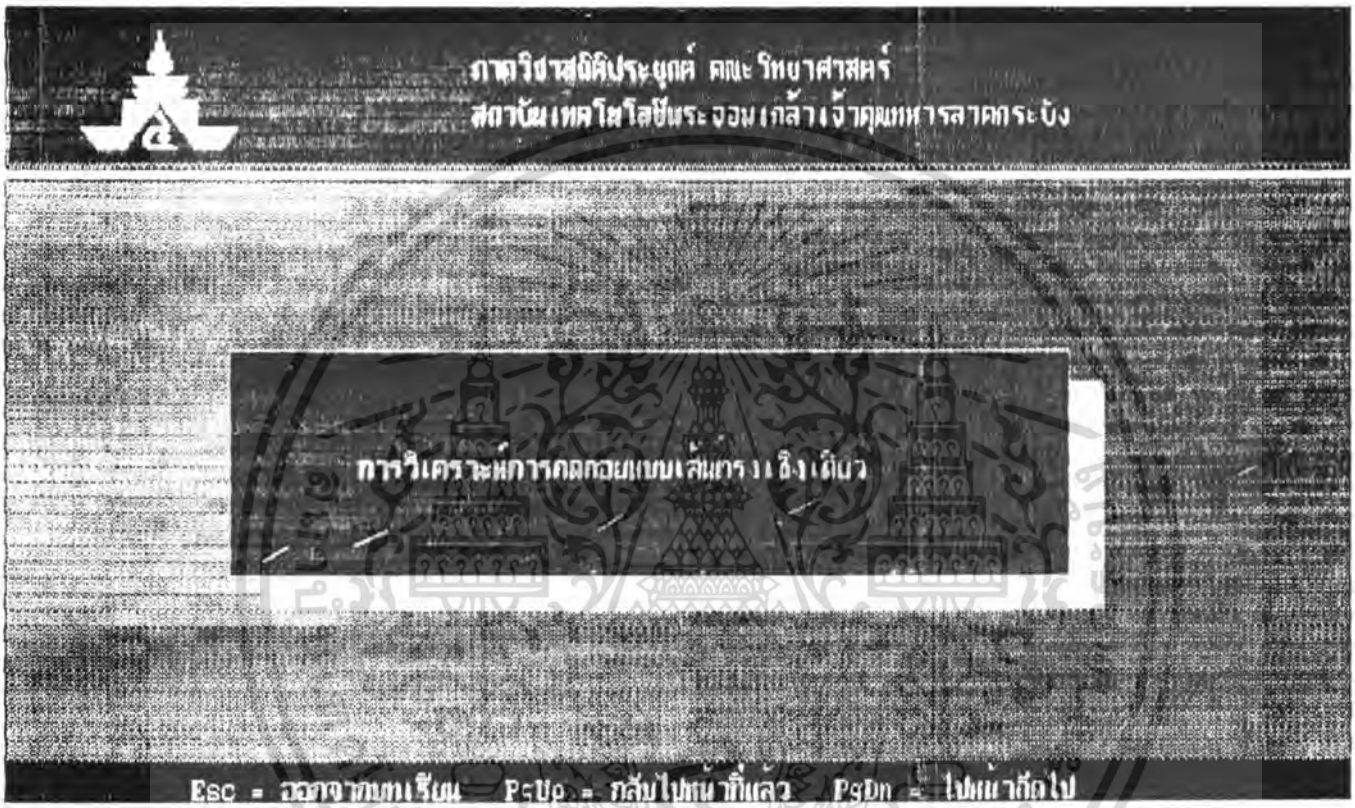
รูปที่ 3 แสดงคำแนะนำและขั้นตอนในการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



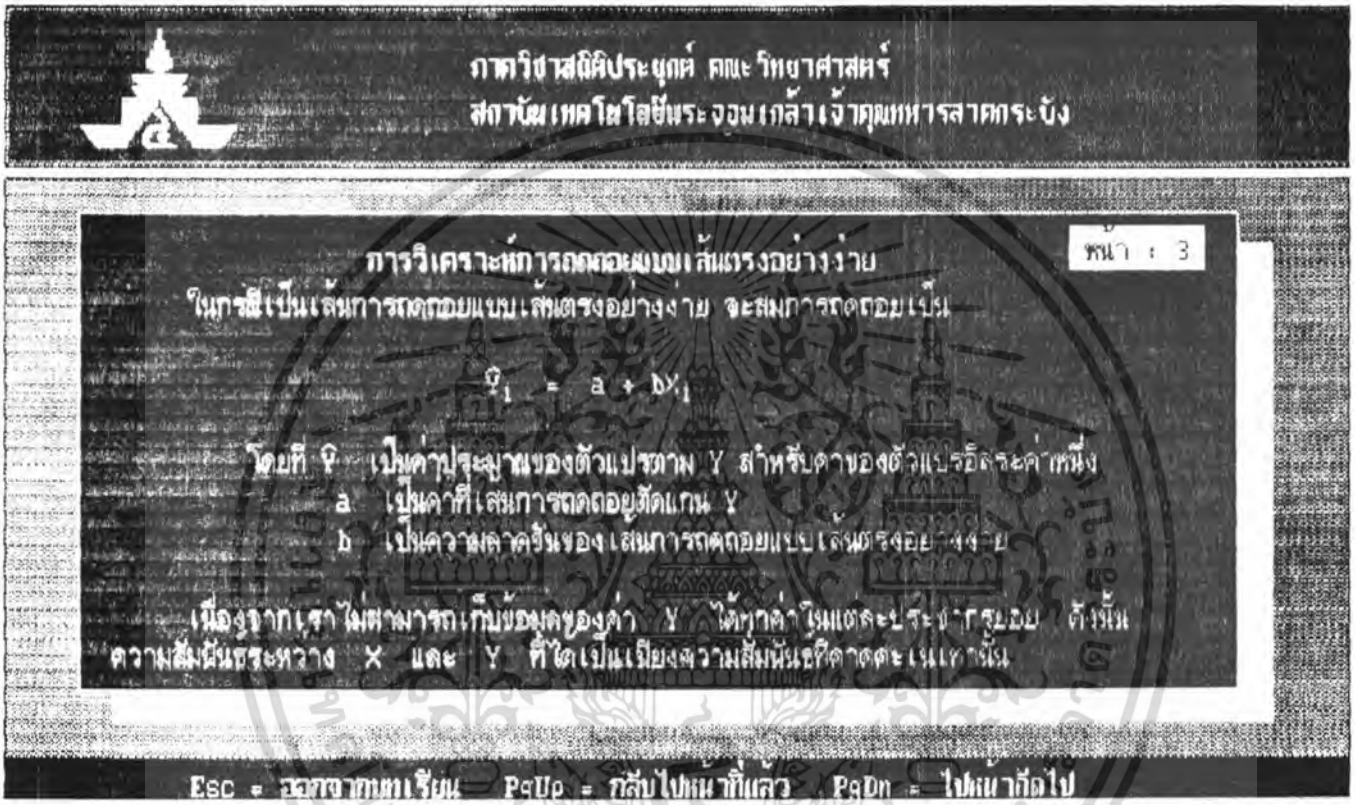
รูปที่ 4 แสดงรายการสำหรับเลือกบทเรียนที่จะทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



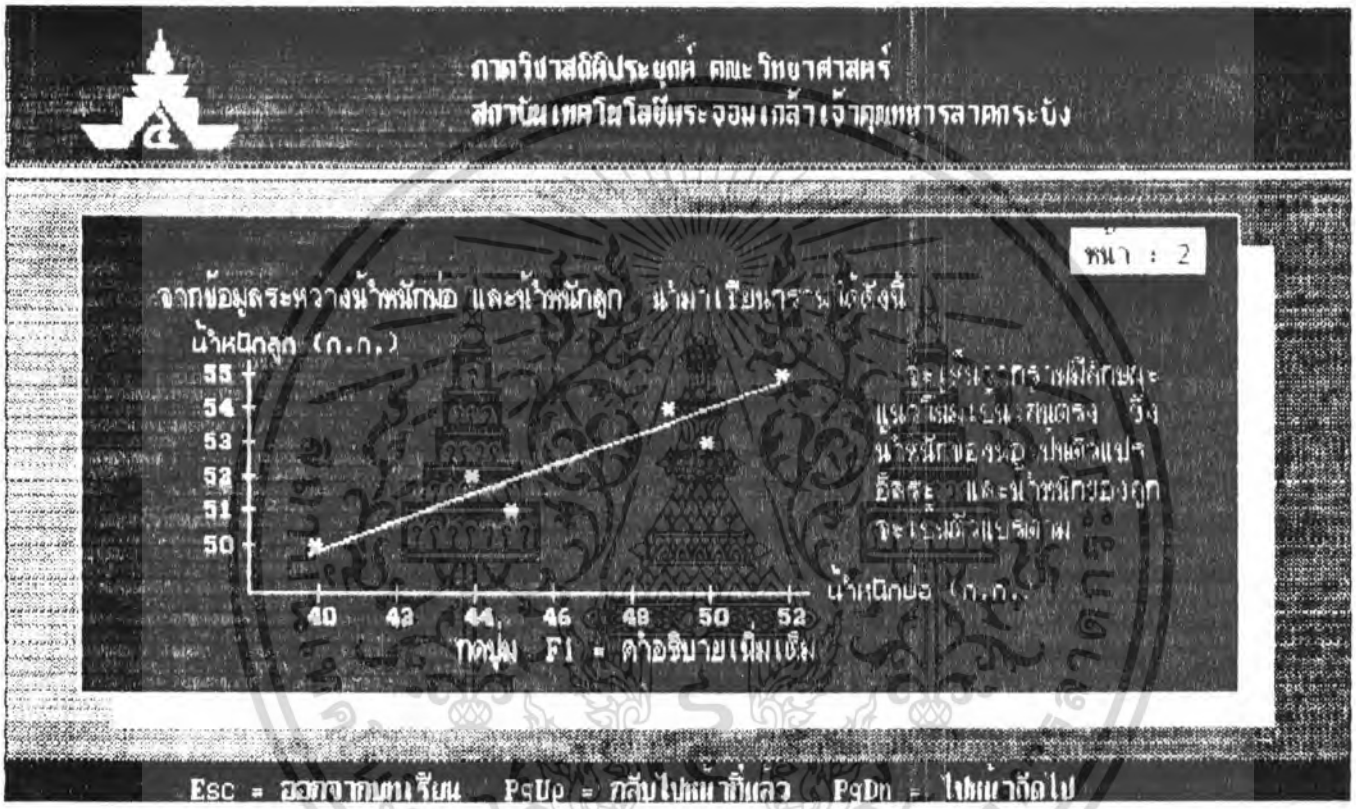
รูปที่ 5 แสดงหน้าจอภาพต่างที่แสดงชื่อบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



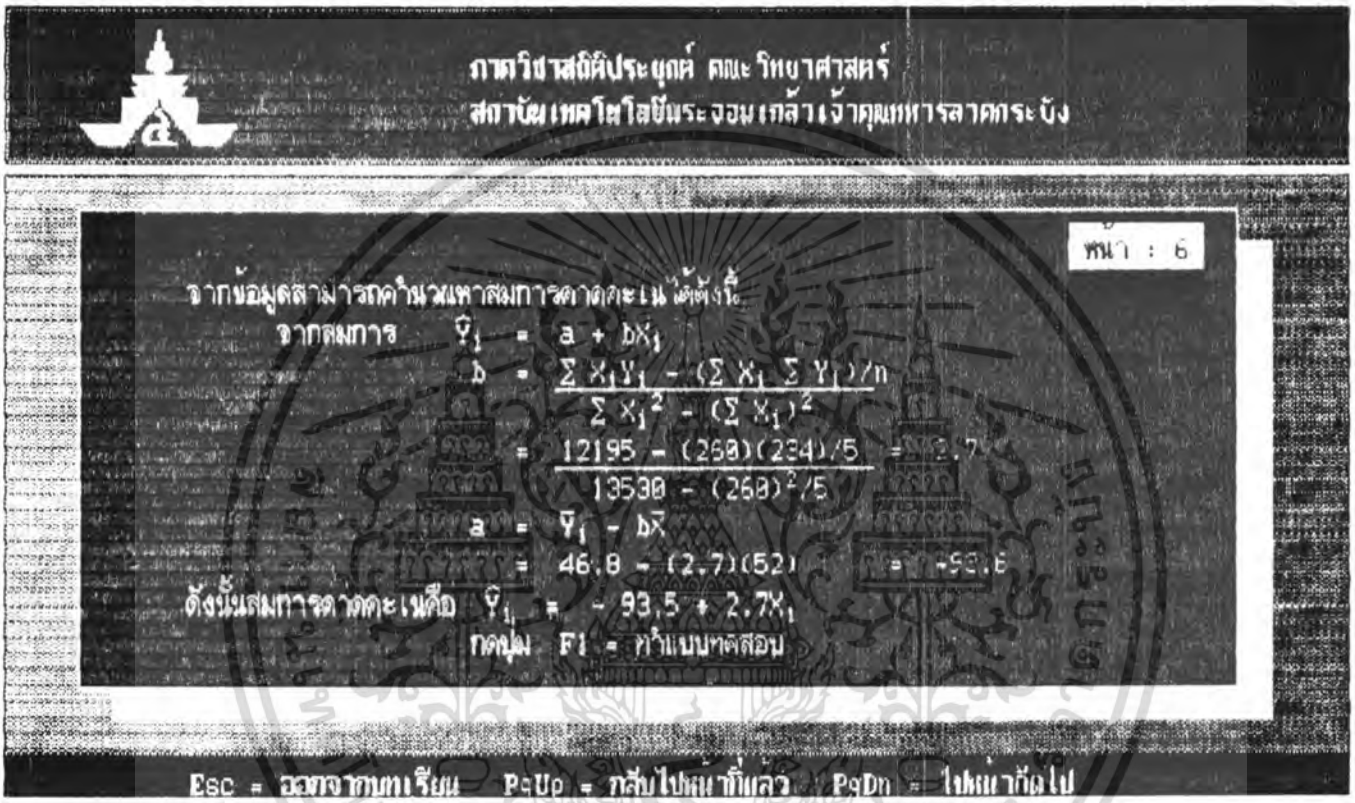
รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงเมื่อเข้าสู่บทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



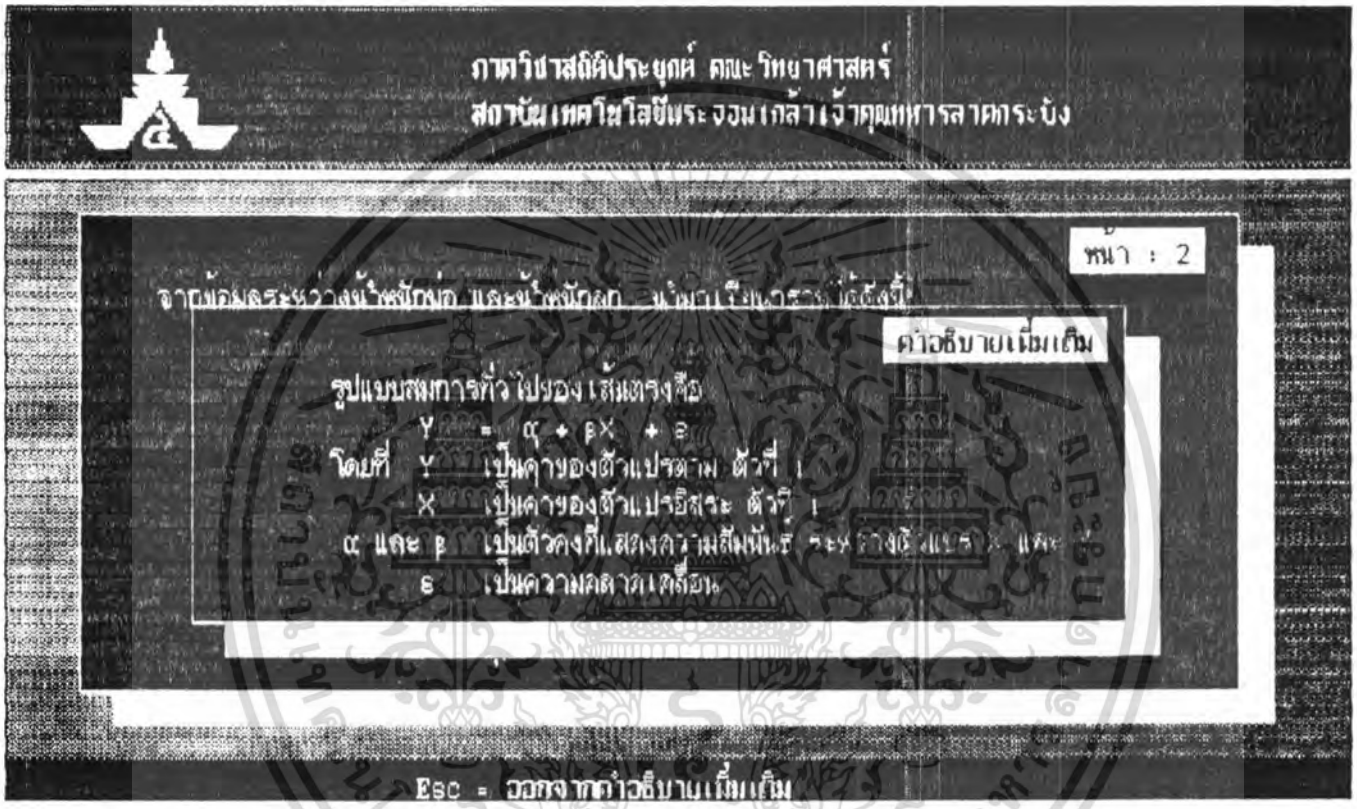
รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างหน้าต่างที่มีคำอธิบายเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



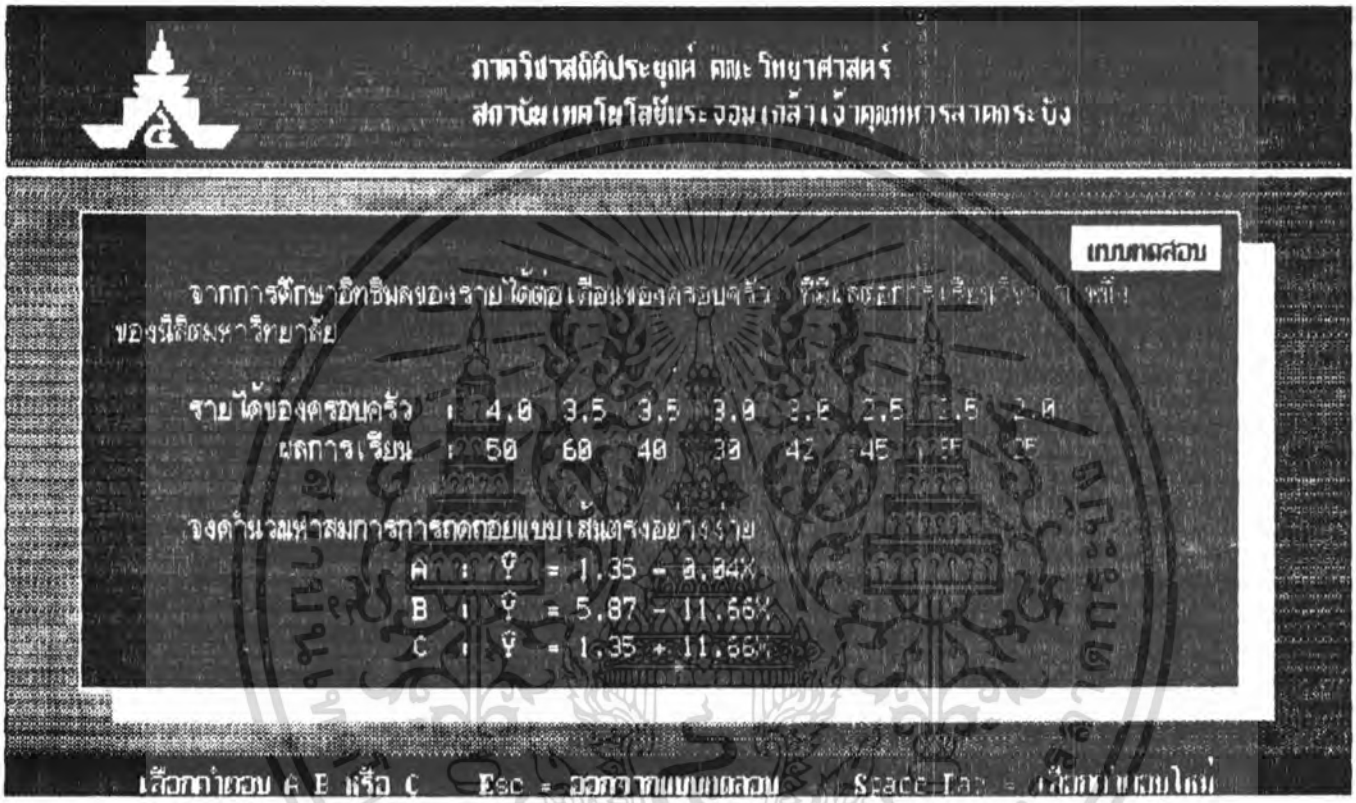
รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างหน้าต่างที่มีการทำแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงคำอธิบายเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงตัวอย่างหน้าต่างที่แสดงแบบทดสอบ

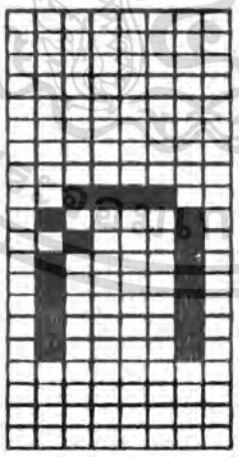
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การสร้างอักษรภาษาไทย

โปรแกรมช่วยสอนนี้จะแสดงผลลอกทางจอภาพ ซึ่งมีทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และสัญญลักษณ์พิเศษต่าง การแสดงอักขระภาษาไทยนั้นเป็นการแสดงลอกใน GRAPHICS MODE โดยจะอาศัยรูปร่างอักขระที่มีคู่แล้วของโปรแกรมภาษาไทย CU WRITER โดยการอ่านแฟ้มข้อมูล normal.fon และแฟ้มข้อมูล italic.fon เพื่อนำมาสร้างอักษรใช้เอง โดยที่แฟ้มข้อมูล normal.fon ใช้สำหรับตัวอักษรตัวปกติ ส่วนแฟ้มข้อมูล italic.fon ใช้สำหรับตัวอักษรตัวเอียง และใช้ไฟล์ cufont.exe เมื่อต้องการแก้ไขปรับปรุงรูปร่างของตัวอักษร

การสร้างอักขระภาษาไทยโดยใช้ cufont.exe จะใช้จำนวนจุดขนาด 8 x 20 จุด โดยขนาดของแนวตั้งมีทั้งหมด 8 จุด ส่วนขนาดของแนวนอนมีทั้งหมด 20 จุด ถ้าลองพิจารณาการสร้างตัวอักษร ก ดังรูปที่ 1 ซึ่งจะเว้นด้านบนไว้ 8 แถว สำหรับสระบน ส่วนด้านบนซึ่งจะเว้นไว้ 4 แถว สำหรับสระล่าง ด้านบนจะเว้นไว้ 6 แถว สำหรับสระบน และจะเว้นขอบด้านหน้าไว้ 1 คอลัมน์ ส่วนด้านหลังเว้นไว้ 2 คอลัมน์ เพื่อเป็นช่องว่างระหว่างตัวอักษร สำหรับการแสดงเป็นข้อความทางหน้าจอภาพ



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างอักขระ ก ที่สร้างด้วยไฟล์ cufont.exe

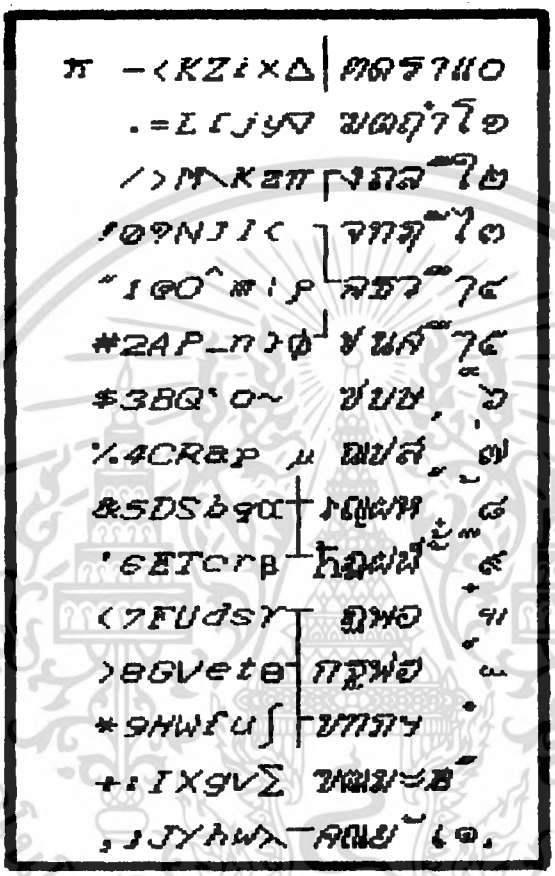
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสร้างอักษรด้วย cufont.exe ครบทุกตัวแล้ว ถ้าต้องการใช้งานทำได้โดยเปลี่ยนชื่อจาก normal.fon เป็นชื่ออื่น ๆ ที่เราต้องการเพราะ cufont.exe จะดึงได้เฉพาะแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ normal.fon สำหรับตัวอักษรปกติเท่านั้น

แฟ้มข้อมูลตัวอักษาที่ใช้ในโปรแกรมช่วยสอนนี้ จะใช้แฟ้มข้อมูล italico.fon สำหรับตัวอักษรตัวเอียง และแฟ้มข้อมูล normalo.fon,narmali.fon,small1.fon,..., smalli.fon สำหรับตัวอักษาตัวปกติ ซึ่งแต่ละแฟ้มข้อมูลจะมีลักษณะของตัวอักษรแตกต่างกันไป แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน

ลักษณะของตัวอักษาจากแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ จะแสดงดังรูปที่ 2 - รูปที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

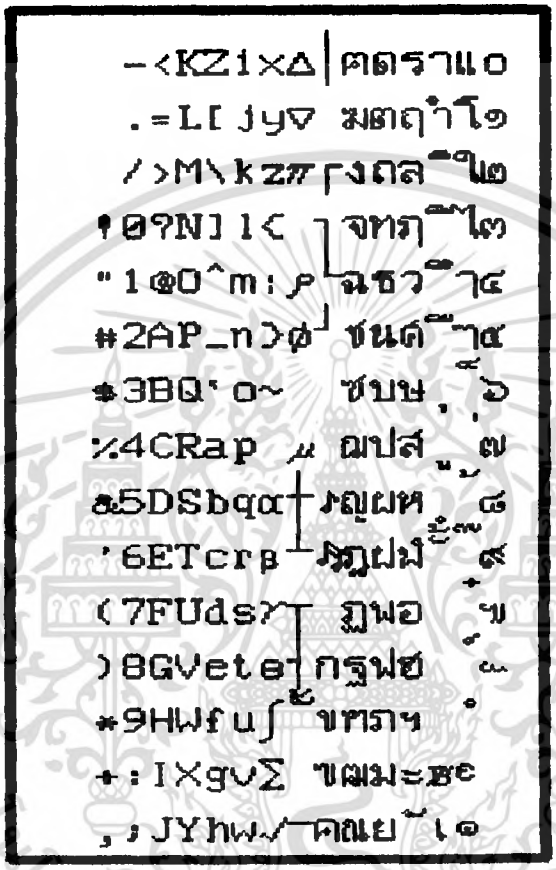


รูปที่ 2 ลักษณะตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ italic0.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 ลักษณะตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ normal0.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

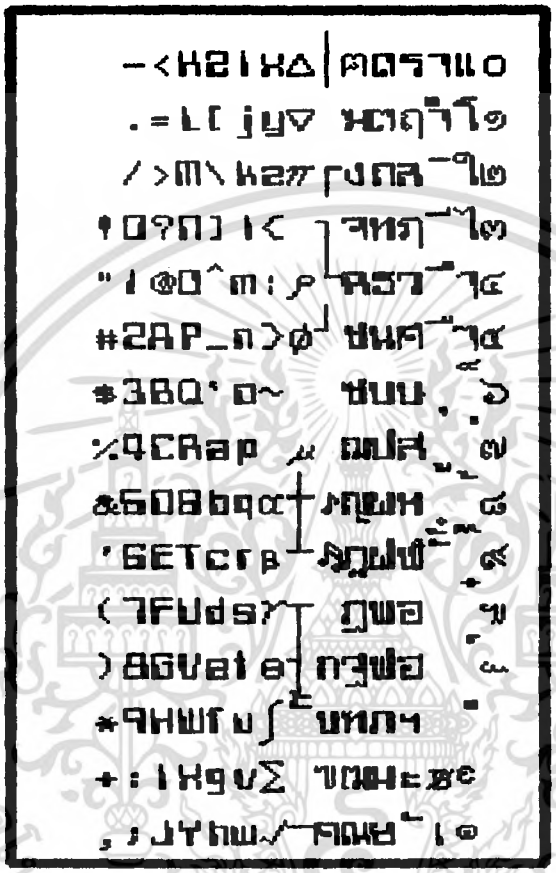


รูปที่ 4 อักษรและตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ small0.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

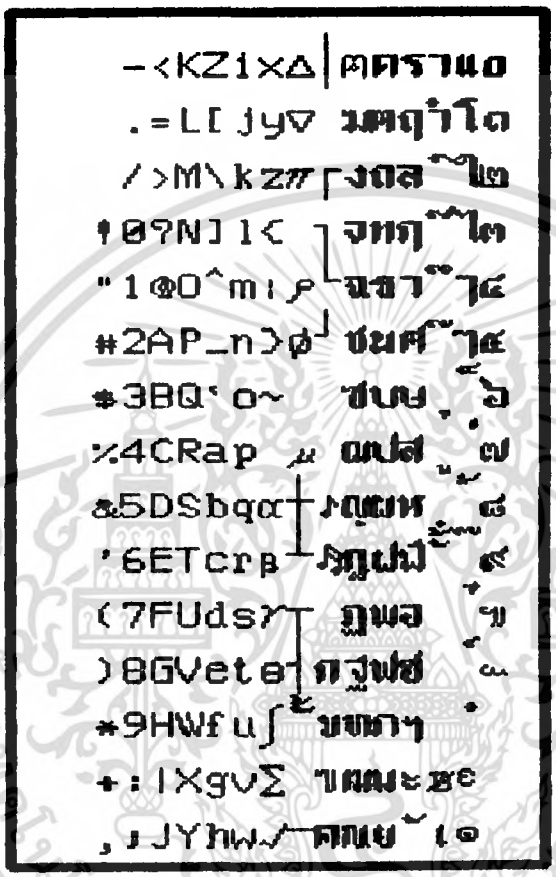
รูปที่ 5 ลักษณะตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ small1.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 ลักษณะตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ small2.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

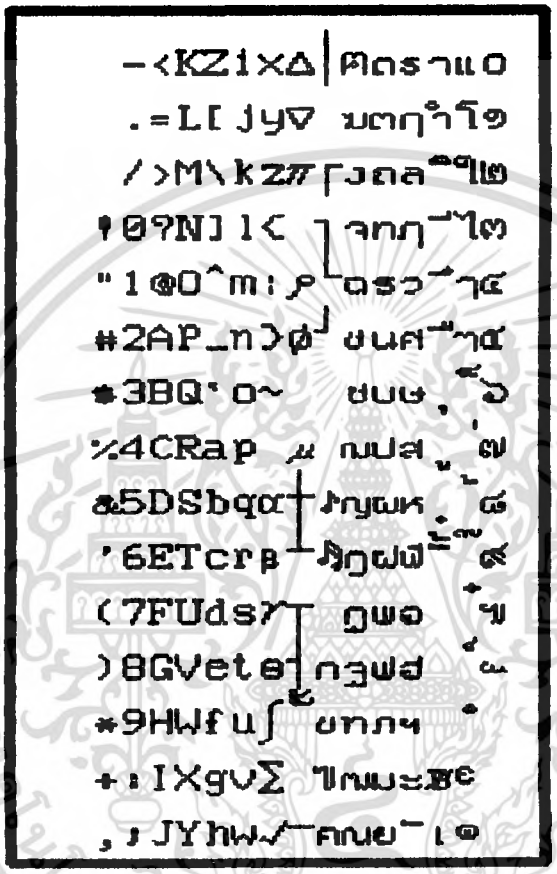


รูปที่ 7 ลักษณะตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ small3.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8 ลักษณะตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ small4.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 ลักษณะตัวอักษรที่เก็บอยู่ในไฟล์ small5.fon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายละเอียดของเนื้อหาบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 การถดถอย

การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติอย่างหนึ่งที่ใช้ในการตรวจหา หรือตรวจสอบลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ว่าจะนำลักษณะความสัมพันธ์อันนี้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในอนาคต ยกตัวอย่างเช่น

ก. ความสูงของลูกที่เกิดมาจะสูงต่ำเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับความสูงของพ่อ ซึ่งถ้าจะเขียนเป็นฟังก์ชันก็จะได้ว่า

ความสูงของลูก = f (ความสูงของพ่อ)

ข. จากความรู้ทางด้านการเกษตรทราบว่า ผลผลิตทางการเกษตรจะให้ได้ผลต่อไร่มากน้อยแค่ไหนย่อมขึ้นอยู่กับ ปริมาณปุ๋ยที่ใส่, ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ เป็นต้น เขียนเป็นฟังก์ชันได้

ผลผลิตต่อไร่ = f (ปริมาณปุ๋ย, ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ)

ตัวแปรหรือปัจจัยทางด้านซ้ายมือของแต่ละฟังก์ชันคือ ความสูงของลูก, ผลผลิตต่อไร่ เป็นปัจจัยที่มีลักษณะจะต้องขึ้นอยู่กับอีกปัจจัยหนึ่ง เรียกปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยตาม หรือตัวแปรตาม (Dependent Variable) ซึ่งปกติใช้สัญลักษณ์ Y แทน ส่วนตัวแปรหรือปัจจัยทางด้านขวามือของแต่ละฟังก์ชัน คือ ความสูงของพ่อ, ปริมาณปุ๋ย, ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่ใช้ควบคุมหรือมีผลกระทบต่อตัวแปรตาม เรียกปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยอิสระหรือตัวแปรอิสระ 1(Independent Variable) โดยปกติใช้สัญลักษณ์ X แทน

จากตัวอย่างที่ยกมาจะเห็นได้ว่า ในการศึกษาการถดถอยนั้นต้องอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาพิจารณาว่าตัวแปรหรือปัจจัยใดควรเป็นปัจจัยตาม และปัจจัยใดควรเป็นปัจจัยอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความหมายของการถดถอยแบบต่างๆ

การถดถอยเชิงเดียวเป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชุดเท่านั้น โดยชุดหนึ่งเป็นปัจจัยตาม และอีกชุดหนึ่งเป็นปัจจัยอิสระ หรืออาจกล่าวได้ว่าการถดถอยเชิงเดียวนั้นเป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่พิจารณาให้มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวเท่านั้น เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของพ่อกับความสูงของลูก โดยเขียนเป็นรูปฟังก์ชันได้ว่า

$$Y = f(X)$$

การถดถอยเชิงซ้อนเป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 3 ชุดขึ้นไป โดยตัวแปรชุดหนึ่งเป็นปัจจัยตาม ส่วนตัวแปรอื่น ๆ จะเป็นปัจจัยอิสระ เช่น การศึกษาความสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$Y = f(X_1, X_2, X_3)$$

ส่วนรูปฟังก์ชันทั่ว ๆ ไปของการถดถอยเชิงซ้อน กรณีที่มีตัวแปรอิสระ k ตัว คือ

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_k)$$

ในการศึกษาหาความสัมพันธ์ของตัวแปรไม่ว่าจะเป็นการถดถอยแบบเชิงเดียว หรือแบบเชิงซ้อนก็ตาม อาจมีความสัมพันธ์ได้ทั้งเส้นตรงและเส้นโค้ง ถ้าความสัมพันธ์ที่หาได้เป็นรูปเส้นตรงก็เรียก การถดถอยที่ศึกษาได้นั้นว่าเป็นการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว (Simple Linear Regression) หรือการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน (Multiple Linear Regression) แต่ลักษณะของข้อมูลที่ศึกษาบางประเภทอาจจะไม่เป็นเส้นตรงก็ต้องศึกษาในรูปเส้นโค้ง ซึ่งเรียกว่า การถดถอยแบบเส้นโค้ง (Non Linear Regression) ดังนั้นการศึกษาการถดถอยแบบเส้นโค้ง จึงมีการศึกษาทั้งที่เป็นแบบเชิงเดียวและเชิงซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 แผนภาพกระจาย, เส้นการถดถอยและสมการการถดถอย

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้น สิ่งที่นำมาใช้เป็นหลักในการศึกษาก็คือข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับตัวแปรนั้น ๆ นั่นเอง ข้อมูลเหล่านี้อาจได้มาจากการเก็บรวบรวมหรือสอบถามก็ได้ เมื่อได้มาแล้วจำต้องนำข้อมูลเหล่านี้มาพิจารณาอย่างคร่าว ๆ เสียก่อนว่า ตัวแปรเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และสัมพันธ์กันในรูปใด ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรอย่างง่าย ๆ นิยมนำข้อมูลมาพล็อตในแผ่นกราฟ โดยให้แกนตั้งแทนตัวแปรตามและแกนนอนแทนตัวแปรอิสระ ซึ่งเรียกในภาษาการถดถอยว่า พล็อตแผนภาพกระจาย (plot scatter diagram)

จากแผนภาพกระจายจะทำให้มองเห็นลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ว่า น่าจะมีความสัมพันธ์เป็นรูปใด จากจุดที่พล็อตได้บนแผนภาพกระจาย ถ้าลากเส้นผ่านจุดเหล่านี้ก็จะได้เส้นซึ่งถือได้ว่าเป็นตัวแทนที่แสดงลักษณะหรือแนวโน้มของความสัมพันธ์ เส้นนี้เรียกว่าเส้นการถดถอย (regression line) เส้นการถดถอยจะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งหรือไม่นั้นย่อมแล้วแต่ลักษณะจุดที่พล็อตได้บนแผนภาพกระจาย

จากเส้นการถดถอย ถ้าให้ α เป็นค่าตัดแกน Y (Y-intercept) และให้ β เป็นความลาดชัน (slope) ของเส้นตรง ในทางคณิตศาสตร์สามารถเขียนสมการเส้นตรงแทนเส้นการถดถอยแบบเส้นตรงได้ว่า

$$\mu_{Y.X} = \alpha + \beta X,$$

เมื่อ $\mu_{Y.X}$ คือค่า Y บนเส้นการถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์กับค่า X ต่าง ๆ สมการนี้เรียกว่า สมการการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว (Simple linear regression equation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การวิเคราะห์สมการการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว

เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ว่าจะมีลักษณะเป็นอย่างใด เช่น ในการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของน้ำหนักของพ่อกับน้ำหนักของลูก ด้วยข้อมูลจำนวน 6 คู่ดังนี้

น้ำหนักของพ่อ (กิโลกรัม) :	50	51	52	53	54	55
น้ำหนักของลูก (กิโลกรัม) :	40	45	44	50	49	52

จากข้อมูลจะพบว่าน้ำหนักของพ่อเป็นตัวแปรอิสระ และน้ำหนักของลูกจะเป็นตัวแปรตาม ทั้งนี้เพราะตามความเป็นจริงน้ำหนักของลูกที่มีน้ำหนักของพ่อเท่ากันย่อมมีน้ำหนักต่างกันไปบ้าง

จากข้อมูลระหว่างน้ำหนักพ่อ และน้ำหนักลูก นำมาเขียนกราฟได้ดังนี้

จะเห็นว่ากราฟมีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นตรง ซึ่งน้ำหนักของพ่อเป็นตัวแปรอิสระ และน้ำหนักของลูกจะเป็นตัวแปรตาม

ในกรณีเป็นเส้นการถดถอยแบบเส้นตรงอย่างง่าย จะสมการถดถอยเป็น

$$Y_i = a + bX_i$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Y เป็นค่าประมาณของตัวแปรตาม Y สำหรับค่าของตัวแปรอิสระค่าหนึ่ง

a เป็นค่าที่เส้นการถดถอยตัดแกน Y

b เป็นความลาดชันของเส้นการถดถอยแบบเส้นตรงอย่างง่าย

เนื่องจากเราไม่สามารถเก็บข้อมูลของค่า Y ได้ทุกค่าในแต่ละประชากรย่อย ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y ที่ได้เป็นเพียงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนเท่านั้น

จากสมการการถดถอยแบบเส้นตรงอย่างง่าย คือ

$$Y_i = a + bX_i$$

สามารถคำนวณหา a และ b ได้ดังนี้

$$b = \frac{\Sigma X_i Y_i - (\Sigma X_i \Sigma Y_i)/n}{\Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2}$$

$$a = Y - bX$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง จากข้อมูลแสดงน้ำหนักของพ่อและน้ำหนักของลูก จำนวน 5 คู่ ดังนี้

น้ำหนักของพ่อ (X)	และน้ำหนักของลูก (Y)	X^2	XY
50	40	2500	2000
51	46	2601	2346
52	44	2704	2288
53	55	2809	2915
54	49	2916	2646
รวม 260	234	13,530	12,195

จากข้อมูลสามารถคำนวณหาสมการคาดคะเนได้ดังนี้

จากสมการ $Y_i = a + bX_i$

$$b = \frac{\Sigma X_i Y_i - (\Sigma X_i \Sigma Y_i)/n}{\Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2}$$

$$= \frac{12195 - (260)(234)/5}{13530 - (260)^2 / 5} = 2.7$$

$$a = Y_i - bX_i$$

$$= 46.8 - (2.7)(52) = -93.6$$

ดังนั้นสมการคาดคะเนคือ $Y_i = -93.5 + 2.7X_i$

การหาสมการการถดถอยโดยการปรับด้วยค่าเฉลี่ย X และ Y ทำเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการคำนวณสมการการถดถอย เพราะตัวเลขของข้อมูลจะน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า a และ b สามารถคำนวณหาได้ดังนี้

ให้ $x_i = X_i - \bar{X}$

$y_i = Y_i - \bar{Y}$

ดังนั้นจะได้ $b = \Sigma x_i y_i / \Sigma x_i^2$

$a = \bar{Y} - b\bar{X}$

ตัวอย่าง ข้อมูลแสดงน้ำหนักของพ่อ และน้ำหนักของลูก

หนักของพ่อ (X_i)	และน้ำหนักของลูก (Y_i)	x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$
50	40	-2	-6.8	4	13.6
51	46	-1	-0.8	1	0.8
52	44	0	-2.8	0	0.0
53	55	1	8.2	1	8.2
54	49	2	2.2	4	4.4
260	234	0	0	10	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลสามารถคำนวณหาสมการคาดคะเนได้ดังนี้

$$b = \Sigma x_i y_i / \Sigma x_i^2$$

$$= 27 / 10$$

$$= 2.7$$

$$a = Y - bX$$

$$= 46.8 - (2.7)(52)$$

$$= -93.6$$

ดังนั้นสมการการถดถอยคือ $Y_i = -93.6 + 2.7X_i$

การคำนวณสมการถดถอยโดยวิธีโค้ดเป็นตัวเลข จะใช้ในกรณีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ พ.ศ. เดือน หรือค่าที่มีช่วงห่างเท่า ๆ กัน

เพื่อความสะดวกในการที่ข้อมูลเป็นจำนวนคี่ จะโค้ดข้อมูลตรงกึ่งกลางให้เท่ากับศูนย์ และข้อมูลแต่ละตัวห่างกัน 1 หน่วย และถ้าข้อมูลเป็นจำนวนคู่ จะโค้ดข้อมูลแต่ละตัวห่างกัน 2 หน่วย เพราะจะทำให้ง่ายต่อการหาค่า a และ b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การโค๊ดตัวเลขกรณีที่ข้อมูลเป็นจำนวนคี่ เช่น ถ้ามีข้อมูล 5 พ.ศ. จะสามารถโค๊ดตัวเลขได้ดังนี้

พ.ศ.	X-Code	Y
2521	2	154
2522	1	154
2523	0	160
2524	1	162
2525	2	165

ตัวอย่าง การโค๊ดตัวเลขกรณีที่ข้อมูลเป็นจำนวนคู่ เช่น ถ้ามีข้อมูล 6 พ.ศ. จะสามารถโค๊ดตัวเลขได้ดังนี้

พ.ศ.	X-Code	Y
2521	5	154
2522	3	154
2523	1	160
2524	-1	162
2525	-3	165
2526	-5	166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาสมการถดถอยโดยวิธีโค้ดตัวเลข จะเหมือนกับการหาสมการถดถอยแบบทั่ว ๆ ไป คือ

$$Y_i = a + bX_i$$

การคำนวณค่า a และ b นิยมใช้วิธีลบด้วยค่าเฉลี่ยของ X และ Y คือ

$$b = \Sigma x_i y_i / \Sigma x_i^2$$

$$a = Y - bX_i$$

เส้นการถดถอยที่นำไปคาดคะเนค่า Y ในอนาคตนั้นจะถูกต้องแค่ไหนขึ้นอยู่กับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ ว่าจะกระจายไปจากเส้นการถดถอยมากน้อยเพียงใด

ให้ $S_{y \cdot x}$ เป็นความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า Y บน X

ให้ $S^2_{y \cdot x}$ เป็นความแปรปรวนของการประมาณค่า Y บน X

ดังนั้นจะได้ $S_{y \cdot x} = \Sigma (Y_i - Y_i)^2 / (n-2)$

$$S^2_{y \cdot x} = \Sigma (Y_i - Y_i)^2 / (n-2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการกะประมาณ ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

X	Y	$Y_i = -93.6 + 2.7X_i$	$Y - Y$	$(Y - Y)^2$
50	40	41.40	-1.4	1.96
51	46	44.10	1.9	3.61
52	44	46.80	-2.8	7.84
53	55	49.50	5.5	30.25
54	49	52.20	-3.2	10.24

จากข้อมูลสามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้ดังนี้

จาก $S_{y \cdot x} = \Sigma (Y_i - Y_i)^2 / (n-2)$

$\Sigma (Y_i - Y_i)^2 = 53.9$

$S_{y \cdot x} = 53.9 / (5-2)$

$= 4.24$

ค่า r^2 จะแสดงถึง

- อิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม
- แสดงแนวโน้มของข้อมูลบนแผนภาพการกระจาย
- ความใกล้ชิดระหว่างเส้นการถดถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว

3.1 สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว

ในบางกรณีที่ไม่สามารถแยกตัวแปรที่ต้องการศึกษาออกเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม เช่น - ความสูงกับน้ำหนัก

- คะแนนวิชาภาษาอังกฤษกับคะแนนคณิตศาสตร์

ซึ่งจะถือว่า ความสูง, น้ำหนัก, คะแนนภาษาอังกฤษ, คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตามหรือตัวแปรอิสระก็ได้

ในกรณีเช่นนี้จึงนิยมศึกษาว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ซึ่งก็คือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรง นั่นเอง

ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนวิชาภาษาไทยกับคะแนนวิชาสังคมของนักเรียน 5 คน ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

นักเรียนคนที่	1	2	3	4	5	
คะแนนวิชาภาษาไทย	2	5	3	7	8	คะแนน
คะแนนวิชาสังคม	3	4	4	8	9	คะแนน

จากข้อมูลพบว่า ไม่สามารถบอกได้ว่าคะแนนวิชาภาษาไทยกับคะแนนวิชาสังคม ตัวใดเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม ดังนั้นจึงต้องวัดความสัมพันธ์ด้วยสหสัมพันธ์

3.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ในการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยสหสัมพันธ์นี้ เราจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นตัววัดขนาดของความสัมพันธ์ โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

X,Y แทน ตัวแปรตัวแรก และ ตัวแปรตัวที่ 2 ค่าที่ i ใด ๆ

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ได้ $$r = \frac{\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y / n}{\sqrt{[\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2/n]\,[\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2/n]}}$$

ตัวอย่างการคำนวณ จากข้อมูลคะแนนวิชาภาษาไทยกับคะแนนวิชาสังคมของนักเรียน 5 คน ในตัวอย่างที่แล้ว

ให้ X แทน คะแนนวิชาภาษาไทย

Y แทน คะแนนวิชาสังคม

สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ดังทางขวามือ

i	X	Y	XY	X2	Y2
1	2	3	6	4	9
2	5	4	20	25	16
3	3	4	12	9	16
4	7	8	56	49	64
5	8	9	72	64	81
	25	28	166	151	186

นำค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้ใส่แทนลงในสูตร

ทำให้ $$r = \frac{(166)-(25)(28)/5}{\sqrt{[\,151-(25)^2/5\,]\,[\,186-(28)^2/5\,]}}$$

$r = 0.94$

จากค่า r = 0.94 นี้ มีความหมายความว่า คะแนนวิชาภาษาไทย (X) กับคะแนนวิชาสังคม (Y) มีระดับความสัมพันธ์กันถึง 0.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คุณสมบัติของค่า r

r จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1

โดย ถ้า r เป็น + หมายความว่า ตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

ถ้า r เป็น - หมายความว่า ตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกัน

ถ้า r เป็น 0 หมายความว่า ตัวแปร 2 ตัว ไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือมีความสัมพันธ์ไม่เป็นเส้นตรง

3.4 การทดสอบสมมุติฐาน

ให้ ρ เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในการทดสอบจะแยกการทดสอบออกเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ทดสอบว่า $\rho = 0$ (ทดสอบว่าตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่)

โดยที่ $H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

กรณีที่ 2 ทดสอบว่า $\rho = \rho_0$ (ทดสอบว่าตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันที่ ρ_0 จริงหรือไม่)

โดยที่ $H_0 : \rho = \rho_0$

$H_1 : \rho \neq \rho_0$

3.4.1 การทดสอบ $\rho = 0$

ก. ใช้การกระจายแบบที (t-test) ทดสอบ

<u>ตัวอย่าง</u> สุ่มหญิงและชายที่เป็นพี่น้องกันมาทั้งหมด 10 คู่ คำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของพี่และน้อง (r) ได้เท่ากับ 0.7 ให้ทดสอบว่า $\rho = 0$ หรือไม่ โดยใช้ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ H_0 : $\rho = 0$ (น้ำหนักของพี่และน้องไม่มีความสัมพันธ์กัน)

H_1 : $\rho \neq 0$ (น้ำหนักของพี่และน้องมีความสัมพันธ์กัน)

ใช้ค่าสถิติทดสอบ คือ $t = \dfrac{r}{\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}}$

จะได้ค่า t คำนวณ $= \dfrac{0.7}{\sqrt{(1-0.7^2)/(10-2)}}$

$= 2.772$

แล้วเปรียบเทียบกับ ค่า t ที่เปิดจากตาราง t ที่ $\alpha/2$ และ $d.f = n-2$

ถ้าค่า t ที่คำนวณจากสูตร $\geq$ ค่า t ที่เปิดจากตารางจะปฏิเสธ HO

เมื่อเปิดตาราง t พบว่า

ค่า t จากตาราง ที่ $t_{(0.025,\ d.f = 8)} = 2.306$

ดังนั้น

เพราะ ค่า t คำนวณ $>$ ค่า t จากตาราง จึง ปฏิเสธ H_0

สรุป

แสดงว่าน้ำหนักของพี่และน้องมีความสัมพันธ์กันจริง

ข. ใช้ตาราง r

ตาราง r เป็นตารางสำเร็จที่ใช้เป็นค่าสำหรับตัดสินใจว่า r จะต้องมีค่าต่ำที่สุดเท่าใด จึงจะถือว่า $\rho \neq 0$ ซึ่งค่าจากตารางนี้ใช้ทดสอบได้ทั้งกรณี สหสัมพันธ์เชิงเดียวและเชิงซ้อน

<u>ตัวอย่าง</u> จากตัวอย่างที่แล้ว ได้ $d.f = 8$ จากตาราง r ดูช่องที่มีตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 พบว่า ถ้าใช้ $\alpha = .05$ ค่า r ต่ำสุดที่ทำให้ยอมรับว่า $\rho \neq 0$ คือ $r = 0.632$

นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $r > 0.632$ จะไม่ยอมรับ H_0 แสดงว่า $\rho \neq 0$

$r <= 0.632$ จะยอมรับ H_0 แสดงว่า $\rho = 0$

ในที่นี้ตามตัวอย่างคำนวณค่า $r = 0.7$ แสดงว่า จะไม่ยอมรับ H_0 ที่ระดับ $\alpha = .05$

3.4.2 การทดสอบ $\rho \neq 0$

ในการทดสอบ $\rho \neq 0$ นั้น พบว่า การกระจายของค่า r ไม่มีลักษณะเป็นการกระจายแบบที จึงใช้ทีสำหรับทดสอบไม่ได้ ดังนั้น จึงต้องแปลงค่า r ให้เป็นค่า Z_r โดยใช้

สูตร $$Z_r = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}$$

$$= \frac{1}{2}(2.3026) \log \frac{1+r}{1-r}$$

เมื่อเป็นเช่นนี้ การทดสอบ $\rho \neq 0$ จึงใช้ทดสอบแบบมาตรฐานเป็นหลัก โดยค่า Z ของ Z_r คำนวณได้ตามสูตร $$Z = \frac{z_r - z_\rho}{\sigma_r}$$

โดยที่ $$z_\rho = \frac{1}{2} \ln \frac{1+\rho}{1-\rho} = \frac{1}{2}(2.3026) \log \frac{1+\rho}{1-\rho}$$

และ $$\sigma_r = \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง สุ่มตัวอย่างขนาด 12 คำนวณค่า $r = 0.7$ ให้ทดสอบว่า $\rho = 0.5$ หรือไม่ โดยใช้ $\alpha = .01$

$H_0 : \rho = 0.5$

$H_1 : \rho \neq 0.5$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Z จากตาราง = 2.58

ค่านวณ Z ของ Z_r = 0.954

สรุป

ยอมรับ HO นั่นคือ ρ = 0.5 จริง

หมายเหตุ สำหรับการแปลงค่า r ให้เป็น Zr นั้น ทางปฏิบัติให้เปิดดูจากตาราง transformation of r to Zr ได้

3.5 สหสัมพันธ์แบบจัดอันดับ

ในกรณีที่ตัวแปรทั้งสองที่จะนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ไม่ได้กำหนดว่ามีการกระจายเป็นแบบโค้งปกติ จึงได้มีการดัดแปลงวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขึ้นมาซึ่งเรียกว่า สหสัมพันธ์แบบจัดอันดับ (rank correlation)

โดยใช้สูตร คือ r_r = สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์แบบจัดอันดับ(rank correlation coefficient)

$$r_r = 1 - \frac{6\Sigma D^2}{n(n^2-1)}$$

โดยที่ D = ผลต่างระหว่างอันดับของตัวแปรทั้งสอง

ตัวอย่างที่ 1 สุ่มนิสิตมา 5 คน สอบถามคะแนนวิชาพีชคณิตที่เรียนในระดับ ม.ศ. 5 (X) กับวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนในมหาวิทยาลัย (Y) เพื่อจะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวิชาทั้งสอง

X	Y	อันดับของ X	อันดับของ Y	D = X-Y	D^2
85	93	2	1	1	1
60	75	4	3	1	1
73	65	3	4	-1	1
40	50	5	5	0	0
90	80	1	2	-1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูล คำนวณ $\Sigma D^2 = 4$ แทนค่าลงในสูตร $r_r = 1 - \frac{6\Sigma D^2}{n(n2-1)}$

จะได้ $r_r = 1 - \frac{6(4)}{5(5^2-1)} = 0.8$

แสดงว่าคะแนนวิชาฟิสิคมิตในระดับ ม.ศ.5 และคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัย มีความสัมพันธ์กัน 0.80

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อมีอันดับตำแหน่ง (rank order) ของข้อมูลซ้ำกัน

ให้ X = คะแนนคณิตศาสตร์ , Y = คะแนนภาษาอังกฤษ

X	Y	อันดับของ X	อันดับของ Y	D	D^2
50	45	8	9	-1	1.00
70	60	4	6.5	-2.5	6.25
40	60	9	6.5	2.5	6.25
70	65	4	5	-1	1.00
30	40	10	10	0	0.00
90	70	1	4	-3	9.00
65	80	6	2	4	16.00
70	75	4	3	1	1.00
60	50	7	8	-1	1.00
80	90	2	1	1	1.00

จากข้อมูล คำนวณ $\Sigma D2 = 42.5$ แทนค่าลงในสูตรได้ $r_r = 1 - \frac{6(42.5)}{10(10^2-1)}$

$= 0.743$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายจากตาราง

ในข้อมูลของ X มีคะแนน 70 ซ้ำกันอยู่ 3 ค่า ซึ่งถ้าพิจารณา ลำดับตำแหน่ง ของ X = 70 แล้ว จะได้อันดับที่ 3 จึงใช้วิธีเฉลี่ยเลข กล่าวคือเมื่อมี X = 70 อยู่ 3 ค่า ให้เรียงอันดับเป็น 3,4,5 แล้วนำอันดับ 3,4,5 มาหาอันดับเฉลี่ยจะได้เท่ากับ 4.0 ดังนั้น X = 70 ทุกตัวจึงมีค่าลำดับตำแหน่ง = 4.0 คะแนนของ x ถัดไปต้องมีลำดับตำแหน่ง กระโดดไปเป็น 6 ซึ่งในกรณีของข้อมูล Y ก็เช่นเดียวกัน

3.6 การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบจัดอันดับ

ก. ในกรณีที่ n มาก ๆ (n >30)

เมื่อ n มีค่ามากการแจกแจงของ r_s จะมีลักษณะใกล้เคียงกับโค้งปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย (μ) = 0 และมีค่าความแปรปรวน ($\sigma_{r_s}^2$) = 1/(n-1) กล่าวคือ

ดังนั้น สมมุติฐาน คือ $H_0 : \rho_s = 0$

$H_1 : \rho_s \neq 0$

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$Z = \frac{r_s}{\sigma_{r_s}}$$

ตัวอย่าง สมมุติข้อมูลมี n = 50 ค่า $r_s = 0.60$ จงทดสอบ $\rho_s = 0$

$H_0 : \rho_s = 0$

$H_1 : \rho_s \neq 0$

$$z = \frac{r_s}{\sigma_{r_s}} = r_s \cdot (n-1) = (0.6)(50-1)$$

$$= 4.20$$

จากตาราง Z_0 : $Z_{(.025)} = 1.96$, $Z_{(.005)} = 2.58$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

Z คำนวณ > Z ตาราง ดังนั้น ปฏิเสธ H0 นั่นคือ ρr 0

ข. ในกรณีที่ n มีค่าน้อย (n < 30)

เมื่อ n<=30 การทดสอบ $\rho_{..}$ = 0 ให้เปรียบเทียบดูจาก ตาราง r ซึ่งเป็นตารางสำเร็จที่ใช้เป็นค่าสำหรับตัดสินใจว่า r จะต้องมีค่าต่ำที่สุดเท่าใดจึงจะถือว่า $\rho_{..}$ 0 (เหมือนการทดสอบสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์แบบธรรมดา)

3.7 ข้อน่าสังเกต

การคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบจัดลันดับ นั้นมีความถูกต้องสู้การคำนวณสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์แบบธรรมดาไม่ได้ เพราะค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์แบบจัดลันดับจะให้ค่าใกล้เคียงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์สมการ
การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน

เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามที่มีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นตรงโดยที่ตัวแปรอิสระจะมีหลายค่าด้วยกัน เช่น การศึกษาถึงผลผลิตข้าวต่อไร่จะเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยเพียงใด ก่อนขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยที่ใช้ ปริมาณน้ำฝน หรือระดับอุณหภูมิ

จะเรียกการศึกษาการถดถอยในกรณีที่มีตัวแปรอิสระหลาย ๆ ค่า ว่าการถดถอยแบบเชิงซ้อน (Multiple Regression Analysis)

1. การคาดคะเนสมการการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน

ในกรณีข้อมูลที่นำมาคำนวณสมการการถดถอยเป็นข้อมูลตัวอย่าง จะได้สมการคาดคะเนดังนี้

$$Y_i = a + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \ldots + b_kX_{ki}$$

โดยที่ a เป็นค่าที่เส้นการถดถอยตัดแกน Y

b เป็นความลาดชันของเส้นการถดถอย

2. การคาดคะเนสัมประสิทธิ์ในสมการการถดถอยเชิงซ้อนโดยวิธีนี้ชคลิด

ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว จะได้ในสมการปกติจำนวน k + 1 สมการ ดังนี้คือ

$$\Sigma Y_i = na + b_1\Sigma X_{1i} + b_2\Sigma X_{2i} + \ldots + b_k\Sigma X_{ki}$$

$$\Sigma X_{1i}Y_i = a\Sigma X_{1i} + b_1\Sigma X_{1i}^2 + b_2\Sigma X_{2i}X_{2i} + \ldots + b_k\Sigma X_{1i}X_{ki}$$

$$\Sigma X_{2i}Y_i = a\Sigma X_{2i} + b_1\Sigma X_{1i}X_{2i} + b_2\Sigma X_{2i}^2 + \ldots + b_k\Sigma X_{2i}X_{ki}$$

$$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$$

$$\Sigma X_{ki}Y_i = a\Sigma X_{ki} + b_1\Sigma X_{1i}X_{2i} + b_2\Sigma X_{2i}X_{ki} + \ldots + b_k\Sigma X_{ki}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการข้างต้นเราสามารถหาค่า b_1, b_2, b_3, ..., b_k โดยวิธีนีชคณิต และหาค่า a จาก $a = Y - b_1X_1 - b_2X_2 - \ldots - b_3X_3$

<u>ตัวอย่าง</u> การคาดคะเนสมการการถดถอย โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีนีชคณิต โดยมีข้อมูลดังนี้คือ

X_1	X_2	Y	X_1^2	X_1X_2	X_1Y	X_1^2	X_2Y	Y^2
4	1	7	16	4	28	1	7	49
7	2	12	49	14	84	4	24	144
9	5	17	81	45	153	25	85	289
12	8	20	144	96	240	64	160	400
32	16	56	290	159	505	94	270	862

จากข้อมูลมีตัวแปรอิสระ 2 ตัวคือ X_1 และ X_2 จะได้สมการปกติ 3 สมการคือ

$$\Sigma Y_i = na + b_1\Sigma X_{1i} + b_2\Sigma X_{2i}$$

$$\Sigma X_{1i}Y_i = a\Sigma X_{1i} + b_1\Sigma X_{1i}^2 + b_2\Sigma X_{1i}X_{2i}$$

$$\Sigma X_{2i}Y_i = a\Sigma X_{2i} + b_1\Sigma X_{1i}X_{2i} + b_2\Sigma X_{2i}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าตัวแปรในสมการได้ดังนี้

$$56 = 4a + 32b_1 + 16b_2$$

$$505 = 32a + 290b_1 + 159b_2$$

$$276 = 16a + 159b_1 + 94b_2$$

คำนวณหาค่า a, b_1 และ b_2 โดยวิธีนีชคณิตได้ดังนี้

$$a = 38 / 59$$

$$b_1 = 98 / 59$$

$$b_2 = 1 / 59$$

ดังนั้นจะได้สมการการถดถอยได้ดังนี้

$$Y_i = 38/59 + 98/59X_{1i} + 1/59X_{2i}$$

3. การคำนวณสมการการถดถอยโดยการปรับค่าด้วยค่าเฉลี่ย X และ Y

การหาค่า a และ b ด้วยการปรับด้วยค่าเฉลี่ย X และ Y จะทำให้สมการปกติที่ใช้คำนวณน้อยลง เช่นถ้ามีตัวแปรอิสระ 2 ตัว จะเหลือสมการปกติเพียง 2 สมการเท่านั้นคือ

$$\Sigma x_{1i}y_i = b_1\Sigma x_{1i}^2 + b_2x_{1i}x_{2i}$$

$$\Sigma x_{2i}y_i = b_1\Sigma x_{1i}x_{2i} + b_2x_{2i}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ค่าต่าง ๆ คำนวณได้ดังนี้

$$\Sigma x_{1i}y_i = \Sigma X_{1i}Y_i - (\Sigma X_{1i}\Sigma Y_i) / 2n$$

$$\Sigma x_{1i}^2 = \Sigma X_{1i}^2 - (\Sigma X_{1i}^2) / n$$

$$\Sigma x_i x_j = \Sigma X_i X_j - (\Sigma X_i \Sigma X_j) / n$$

$$i = j$$

4. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ให้ $S^2_{Y\cdot 123\cdots k}$ เป็นค่าความแปรปรวนของสมการการถดถอยหลายชั้นที่มีตัวแปรอิสระ k ตัว

$$S^2_{Y\cdot 123\cdots k} = \Sigma(Y_i - Y_i)^2 / (n - k - 1)$$

<u>ตัวอย่าง</u> จงหาค่าความแปรปรวนของสมการ $Y_i = 38/59 + 98/59X_{1i} + 1/59X_{2i}$

X_{1i}	X_{2i}	Y_i	Y_i	$Y_i - Y_i$	$(Y - Y_i)^2$
4	1	7	7.3051	- 0.3051	0.0931
7	2	12	12.3051	- 0.3051	0.0931
9	5	17	15.6780	1.3220	1.7477
12	8	20	20.7119	- 0.7119	0.5068
				รวม	2.4407

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลคำนวณค่าความแปรปรวนได้ดังนี้

$$S^2_{Y \cdot 12} = \Sigma (Y_i - Y_i)^2 / (n - k - 1)$$

$$= 2.4407 / (4 - 2 - 1)$$

$$S_{Y \cdot 12} = 1.5628$$

5. ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด

ให้ $R^2_{Y \cdot 123 \cdots k}$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดในการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน

$$R^2_{Y \cdot 123 \cdots k} \quad (\Sigma_{j=1}^{k} b_j (\Sigma_{i=1}^{n} x_{ji} y_i)) / \Sigma y_i$$

ตัวอย่าง จงหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดจากสมการ

$$Y_i = 38/59 + 98/59X_{1i} + 1/59X_{2i}$$

X_{1i}	X_{2i}	Y_i	Y_i	$Y_i - Y_i$	$(Y - Y_i)^2$
4	1	7	7.3051	- 0.3051	0.0931
7	2	12	12.3051	- 0.3051	0.0931
9	5	17	15.6780	1.3220	1.7477
12	8	20	20.7119	- 0.7119	0.5068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลคำนวณได้ดังนี้

$$R^2_{y \cdot 12} = (\Sigma\, b_j(\Sigma\, x_{j1}y_j)) \,/\, \Sigma\, y_1^2$$

$$= 95.5593 \,/\, 98$$

$$= 0.9751$$

สรุปได้ว่า X_1 และ X_2 รวมกันแล้วจะมีอิทธิพลต่อ Y ถึง 97.51%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน

สหสัมพันธ์เชิงซ้อน หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มากกว่า 2 ตัวขึ้นไป เช่น ถ้าสมมติให้ Y, X_1, X_2,...,X_n เป็นตัวแปรที่สนใจแล้ว ความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับกลุ่มของ X_1, X_2,...,X_n ก็จะเรียกว่า สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Correlation)

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X ใด ๆ ($i = 1,2,...,k$) ในขณะที่ X ตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่ เรียกว่า สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Correlation)

5.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน

ในการวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัวกับตัวแปรอิสระที่เจาะจงอีก 1 ตัว โดยที่ให้ตัวแปรอื่น ๆ มีค่าคงที่ จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน (Coefficient of Partial Correlation) วัด

สำหรับการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนนั้นหาได้จากสูตร

$$r_{Y1.23...n} = \frac{r_{Y1.34...n} - r_{Y2.34...n} \cdot r_{12.34...n}}{\sqrt{(1-r^2_{Y2.34...n})(1-r^2_{12.34...n})}}$$

เมื่อ $r_{Y1} = \dfrac{\pm X_1 Y - \pm X_1 \pm Y/n}{\sqrt{[\pm X^2 - (\pm X_1)^2/n][\pm Y^2 - (\pm Y)^2/n]}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในกรณีที่ i j จะได้

$$r_{ij} = r_{ji} = \frac{\Sigma X_i X_j - \Sigma X_i \Sigma X_j / n}{\sqrt{[\Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2/n]\,[\Sigma X_j^2 - (\Sigma X_j)^2/n]}}$$

โดยที่ $r_{y1.23\ldots n}$ เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง Y กับ X_1 ในขณะที่ $X_2,\ldots,X_n$ คงที่

r_y เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเดียวระหว่าง Y กับ X ($i = 1,2,\ldots,k$)

r_{ij} และ r_{ji} เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเดียวระหว่าง X_i กับ X_j

<u>ตัวอย่าง</u> ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนัก (Y) ความสูง (X_1) และอายุ (X_2) สุ่มตัวอย่างขนาด n = 12 ได้ข้อมูลดังนี้

Y :	64	71	53	67	55	58	77	57	56	51	76	68
X_1:	57	59	49	62	51	50	55	48	52	42	61	57
X_2:	8	10	6	11	8	7	10	9	10	6	12	9

คำนวณค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

$\Sigma Y = 753$, $\Sigma X_1 = 643$, $\Sigma X_2 = 106$

$\Sigma Y^2 = 48139$, $\Sigma X_1^2 = 34843$, $\Sigma X_2^2 = 976$

$\Sigma X_1 Y = 40830$, $\Sigma X_2 Y = 6796$, $\Sigma X_1 X_2 = 5779$

ก) หา r_{y1}, r_{y2}, r_{12}

แทนค่าที่คำนวณได้ลงในสูตร ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$r_{y1} = 0.8196$

$r_{y2} = 0.7698$

$r_{12} = 0.7984$

ข) หา $r_{y1.2}$, $r_{y2.1}$, $r_{12.y}$

$$r_{y1.2} = \frac{r_{y1} - r_{y2} \cdot r_{12}}{(1-r^2_{y2})(1-r^2_{12})} = \frac{0.8196-(0.7698)(0.7984)}{[1-(0.7698)^2][1-(0.7984)^2]} = 0.5334$$

แสดงว่าที่อายุ(X2)เท่ากัน ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก(Y) กับความสูง(X1) เป็น 0.5334

$$r_{y2.1} = \frac{r_{y2} - r_{y1} \cdot r_{12}}{(1-r^2_{y1})(1-r^2_{12})} = \frac{0.7698-(0.8196)(0.7984)}{[1-(0.8196)^2][1-(0.7984)^2]} = 0.3346$$

แสดงว่าที่ความสูง(X1)เท่ากัน ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ(Y) กับน้ำหนัก(X2) เป็น 0.3346

$$r_{12.y} = \frac{r_{12} - r_{y1} \cdot r_{y2}}{(1-r^2_{y1})(1-r^2_{y2})} = \frac{0.7984-(0.8196)(0.7698)}{[1-(0.8196)^2][1-(0.7698)^2]} = 0.4580$$

แสดงว่าที่น้ำหนัก(Y)เท่ากัน ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง(X1) กับอายุ(X2) เป็น 0.4580

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน

สำหรับการวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามที่สนใจกับตัวแปรอิสระที่เหลือทั้งหมดจะใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อนวัด ซึ่งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อนนี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 มาก ก็แสดงว่า มีความสัมพันธ์เชิงเส้นมาก

ให้ $r_{Y.12\ldots n}$ เป็นสัญลักษณ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่าง Y กับ X_1, $X_2,\ldots,X_n$ ซึ่งหาได้จากการถอดรากที่สองของค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($R^2_{Y.12\ldots n}$) ซึ่งได้กล่าวถึงไปแล้วในบทที่ 4

$$r_{Y.12\ldots n} = R^2_{Y.12\ldots n} = \frac{\Sigma bj(\Sigma XjY - \Sigma Xj\Sigma Y/n)}{\Sigma Y_i^2 - (\Sigma Y_i)^2/n}$$

โดยที่ bj คือ ตัวประมาณค่าของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ Xj แต่ละตัวที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของค่า Y ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า Xj 1 หน่วย ในขณะที่ ตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่ สำหรับวิธีการหาค่า bj นี้ได้กล่าวถึงแล้วในบทที่ 4

<u>ตัวอย่าง</u> จากตัวอย่างที่แล้ว แทนค่าที่คำนวณได้ลงสมการปกติได้เป็น

$$12a + 643b_1 + 106b_2 = 753$$

$$643a + 34843b_1 + 5779b_2 = 40830$$

$$106a + 5779b_1 + 976b_2 = 6796$$

คำนวณค่า a, b_1, b_2 ได้ดังนี้

$$a = 3.6512 \ , \ b_1 = 0.8546 \ , \ b_2 = 1.5063$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่า b_1, b_2 ไปหา $R^2_{Y.12}$ ได้

$$R^2_{Y.12} = \frac{(0.8546)[40830-(643)(753)/12] + (1.5063)[6796-(106)(753)/12]}{48139 - (753)^2/12}$$

$$= 0.7085$$

ดังนั้น $r_{Y.12} = 0.7085$

$$= 0.8418$$

5.3 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน

ให้ $\rho_{Y1.2...n}$ (i j k) คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนในกรณีที่เป็นข้อมูลประชากร

สมมุติฐานในการทดสอบ คือ $H_0 : \rho_{Y1.2...n} = 0$

$H_1 : \rho_{Y1.2...n} \neq 0$

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบคือ

$$t_{Y1.2...n} = r_{Y1.2...n} \frac{n-k-1}{1-r^2_{Y1.2...n}}, \quad d.f = n-k-1$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ t คำนวณ > t ตาราง

<u>ตัวอย่าง</u> สมมุติ $r_{Y1.2} = 0.6124$ ต้องการทดสอบว่า $\rho_{Y1.2} = 0$ หรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05

$H_0 : \rho_{Y1.2} = 0$

$H_1 : \rho_{Y1.2} \neq 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t_{y1.2} = r_{y1.2}\sqrt{\frac{n-k-1}{1-r^2_{y1.2}}} = (0.6124)\sqrt{\frac{12-3}{1-(0.6124)^2}} = 2.32$$

เปิดค่า t จากตาราง ที่ d.f = 12-2-1 = 9 ได้

$t_{0.005} = 3.250$

$t_{0.025} = 2.262$

สรุป ยอมรับ H_0 ที่ $\alpha = .01$ และ ปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = .05$

5.4 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน

ให้ $\rho_{y.12...n}$ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์เชิงซ้อน ในกรณีที่ข้อมูลเป็นข้อมูลประชากร

สมมติฐานในการทดสอบ คือ $H_0 : \rho_{y.12...n} = 0$

$H_1 : \rho_{y.12...n} \neq 0$

ค่าสถิติในการทดสอบ คือ

$$t_{y.12...n} = r_{y.12...n}\sqrt{\frac{n-k-1}{1-r^2_{y.12...n}}}, \quad d.f = n-k-1$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ t คำนวณ $>$ t ตาราง

ตัวอย่าง จงทดสอบว่า $\rho_{y.12} = 0$ หรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อ $R^2_{y.12} = 0.8481$ และ $n = 25$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H_0 : \rho_{Y.12} = 0$$

$$H_1 : \rho_{Y.12} \neq 0$$

$$r_{Y.12} = 0.8481 = 0.92$$

$$t_{Y.12} = r_{Y.12}\sqrt{\frac{n-k-1}{1-r^2_{Y.12}}} = (0.92)\sqrt{\frac{25-3}{1-(0.92)^2}} = 10.99$$

เปิดค่า t จากตาราง ที่ d.f = 25-2-1 = 22 ได้

$$t_{0.005} = 2.819$$

สรุป ปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = .05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
วิธีเลือกสมการที่ดีที่สุด

6.1 การพิจารณาความเหมาะสมของสมการการถดถอย

ในการศึกษาการถดถอยของข้อมูลชุดใด ๆ ก็ตาม สมการการถดถอยที่ดีจะมีลักษณะดังนี้

ก. มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (r^2) สูง

ข. ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย (b_i) ต้องแตกต่างจากค่าศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นสูง

ค. ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย (b_i) ต้องมีขนาดและเครื่องหมาย สอดคล้องกับทฤษฎี เช่น ค่า b_i ของฟังก์ชันการบริโภค ควรเป็นบวก และมีค่าไม่เกิน 1.0

6.2 การเปรียบเทียบตัวแบบของสมการการถดถอย

ในกรณีที่ข้อมูลสามารถกำหนดลักษณะแนวโน้มได้หลายตัวแบบ (Model) และเมื่อต้องการหาตัวแบบที่ดีที่สุดสำหรับข้อมูลชุดหนึ่ง ในทางปฏิบัตินิยมสร้างตัวแบบหลาย ๆ แบบ แล้วนำแต่ละตัวแบบที่สร้างไว้ มาพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. พิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการถดถอย ($S_{y.x}$) ถ้าตัวแบบใดมีค่า $S_{y.x}$ ต่ำ ตัวแบบนั้นจะเหมาะสมกับข้อมูลที่สุด

2. พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (r^2) ถ้าตัวแบบใดมีค่า r^2 สูงสุด ตัวแบบนั้นจะเหมาะสมกับข้อมูลที่สุด

6.3 การเลือกตัวแปรอิสระ

ในการวิเคราะห์การถดถอยที่มีตัวแปรอิสระหลาย ๆ ตัวนั้น บางครั้งทำให้เกิดความยุ่งยากทั้งในด้านการคำนวณ การนำไปใช้ประโยชน์ และยังทำให้เสียต้นทุนสูงอีกด้วย ทั้งนี้เพราะ ตัวแปรอิสระบางตัวที่ใส่เข้าไปในสมการอาจไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเลยก็ได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงหาทางกำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดตัวแปรอิสระที่ไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามทิ้ง แล้วจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรอิสระที่เหลือ ซึ่งวิธีการกระทำดังกล่าว มีหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง 4 วิธี ต่อไปนี้ คือ

1. All Possible Regression
2. The Backward Elimination Procedure
3. The Forward Selection Procedure
4. The Stepwise Regression Procedure

วิธีที่ 1. All Possible Regression

เป็นวิธีที่นำตัวแปรอิสระทุกตัวที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม แล้วใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (r^2) เป็นตัวตัดสิน ซึ่งการวิเคราะห์มีขั้นตอน ดังนี้

1. ใส่ตัวแปรอิสระทุกตัวที่คาดว่า จะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามลงในสมการ โดยใส่ตัวแปรอิสระลงไปทีละ 1 ตัว ให้เป็น 1 สมการก่อน เมื่อได้ชุดสมการที่มีตัวแปรอิสระสมการละ 1 ตัว ต่อไปก็สร้างชุดสมการที่มีตัวแปรอิสระสมการละ 2 ตัว ทำการสลับกลุ่มตัวแปรให้ตัวแปรทุกตัวมีโอกาสได้อยู่ในสมการเดียวกัน ต่อไปก็สร้างชุดสมการที่มีตัวแปรอิสระสมการละ 3 ตัว (ทำเหมือนชุดสมการที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว) ทำดังนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงสมการสุดท้ายที่มีตัวแปรอิสระครบทุกตัว

<u>ข้อสังเกต</u> ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว จะมีสมการที่จะศึกษาจำนวน 2^n-1 สมการ

2. หาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (r^2) ของแต่ละสมการในทุกชุดสมการ ต่อจากนั้นก็เลือกค่า r^2 ที่สูงที่สุดของแต่ละชุดสมการมาพิจารณา ดังต่อไปนี้

ก. ถ้าค่า r^2 ของแต่ละชุดแตกต่างกันมาก ก็เลือกชุดสมการที่มีค่า r^2 มากที่สุด

ข. ถ้าค่า r^2 ของแต่ละชุดแตกต่างกันไม่มาก ก็เลือกชุดสมการที่มีตัวแปรอิสระน้อยที่สุด

สมการที่ถูกเลือกจะเป็นสมการที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวอย่าง</u> สมมุติว่าข้อมูลชุดหนึ่งซึ่งมีตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือ X_1, X_2, X_3 และมีตัวแปรตาม คือ Y สามารถหาสมการถดถอยได้ 3 ชุด เป็นจำนวน $2^3-1 = 7$ สมการ คือ

ชุดที่ 1 ซึ่งมีตัวแปรอิสระ 1 ตัว ได้แก่สมการ

$Y = f(X_1) = -0.32179 + 0.30491X_1$, $r^2_{Y1} = 0.9843$

$Y = f(X_2) = -0.32918 + 0.31398X_2$, $r^2_{Y2} = 0.9791$

$Y = f(X_3) = 15.12586 - 0.009997X_3$, $r^2_{Y3} = 0.9791$

ชุดที่ 2 ซึ่งมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ได้แก่สมการ

$Y = f(X_1, X_2) = -0.25009 + 1.03444X_1 - 0.75353X_2$, $r^2_{Y.12} = 0.9893$

$Y = f(X_1, X_3) = 0.19226 + 0.30206X_1 - 0.00042X_3$, $r^2_{Y.13} = 0.2157$

$Y = f(X_2, X_3) = 0.18683 + 0.31096X_2 - 0.00043X_3$, $r^2_{Y.23} = 0.2165$

ชุดที่ 3 ซึ่งมีตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือสมการ

$Y = f(X_1, X_2, X_3) = 0.35239 + 1.03999X_1 - 0.7677X_2 - 0.00049X_3$,

$r^2_{Y.123} = 0.9895$

จากวิธี All Possible Regression เลือกค่า r2 ที่สูงที่สุดในแต่ละชุดมาพิจารณาดังนี้

ชุดสมการที่	สมการ	r2
1	$y = f(X_1)$	98.43%
2	$y = f(X_1, X_2)$	98.93%
3	$y = f(X_1, X_2, X_3)$	98.95%

จากการพิจารณาพบว่า สมการ $Y = f(X_1, X_2)$ เป็นสมการการถดถอยที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2. The Backward Elimination Procedure

วิธีนี้ปรับปรุงมาจาก วิธี All Possible Regression โดยทำการกำจัดตัวแปรอิสระที่ไม่สำคัญออกไปทีละตัว จนเหลือแต่ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้ 1. สร้างสมการการถดถอย ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรอิสระทุกตัว

2. ใช้ partial F-test ทดสอบตัวแปรอิสระแต่ละตัวแล้วพิจารณาว่า ค่า F ใดมีค่าต่ำสุดก็นำค่า F นั้นไปเปรียบเทียบกับค่า F ในตาราง ถ้า F คำนวณ > F ตาราง ก็นำตัวแปรอิสระนั้นใส่ไว้ในสมการ แต่ถ้า F คำนวณ < F ตาราง ก็ตัดตัวแปรอิสระนั้นออกไป ต่อจากนั้นก็เริ่มทำตามขั้นตอนที่ 1 ใหม่ โดยสร้างสมการจากตัวแปรอิสระที่เหลือ แล้วทดสอบโดยวิธี partial F-test ตามขั้นตอนที่ 2 แล้วดูค่า F และจะกระทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่ง ค่า F ตัวที่ต่ำที่สุดของสมการนั้นมีค่ามากกว่า ค่า F ในตาราง

<u>ตัวอย่าง</u> จากข้อมูลเดิม จงหาสมการการถดถอยที่ดีที่สุด โดยวิธี The Backward Elimination Procedure

ขั้นที่ 1 สร้างสมการการถดถอยของตัวแปรอิสระทุกตัว ได้ดังนี้

$$Y = 0.35239 + 1.03999X_1 - 0.7677X_2 - 0.00049X_3$$

ขั้นที่ 2 ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ ค่า F

ตาราง ANOVA

sources	d.f	SS	MS	F
Reg. on $X_1X_2X_3$	3	178.88507	59.62836	344.79017 = F1
due to X_1X_2	2	178.85742		
due to X_3/X_1X_2	1	0.02765	0.02765	< 1 = F2
due to X_1X_3	2	177.99857		
due to X_2/X_1X_3	1	0.88650	0.88650	5.12603 = F3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

due to X_2X_3	2	175.31854		
due to X_1/X_2X_3	1	3.56653	3.56653	20.62281 = F4
Error	11	1.90235	0.172941	
TOTAL	14	180.78742		

เปิดตาราง F ที่ α = .05 และ d.f = 1,11 ได้ F ตาราง >= 4.84

จากตาราง ANOVA พบว่า ค่า F2 ต่ำที่สุดและน้อยกว่า F ตาราง เพราะฉะนั้นตัด X_3 ออกและเริ่มทำขั้นตอนที่ 1 ใหม่

ขั้นที่ 3 สร้างสมการถดถอย ได้ดังนี้ $Y = -0.25009 + 1.03444X_1 - 0.75352X_2$

ขั้นที่ 4 ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ ค่า F

ตาราง ANOVA

sources	d.f	SS	MS	F
Reg. on X_1X_2	2	178.85742	89.42871	556.04495 = F1
due to X_2	1	177.01668		
due to X_1/X_2	1	1.84074	1.84074	11.44525 = F2
due to X_1	2	177.93549		
due to X_2/X_1	1	0.92193	0.92193	5.73233 = F3
Error	12	1.93000	0.16083	
TOTAL	14	180.78742		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดตาราง F ที่ α = .05 และ d.f = 1,12 ได้ F ตาราง >= 4.75

จากตาราง ANOVA พบว่า ค่า F3 ต่ำที่สุดแต่มากกว่า F ตาราง แสดงว่า F ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น สมการที่ดีที่สุด คือ $Y = -0.25009 + 1.03444X_1 - 0.75352X_2$

วิธีที่ 3. The Forward Selection Procedure

เป็นวิธีที่ใส่ตัวแปรอิสระลงไปในสมการการถดถอยทีละตัว ซึ่งตัวแปรอิสระตัวแรกที่ใส่ลงในสมการนั้น จะมีอิทธิพลกับตัวแปรตามมากที่สุด และตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ ก็จะมีอิทธิพลลดหลั่นลงมา การวิเคราะห์มีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทุกตัวแปรอิสระที่มีตัวแปรตาม แล้วเลือกตัวแปรอิสระที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด ใส่ลงในสมการเป็นตัวแรก คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดระหว่าง ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระตัวแรก แล้วทดสอบโดยใช้ partial F-test ดูว่าสมการนี้มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้ามีก็กระทำขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่มีก็ยุติเพียงแค่นี้

2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่เหลือ โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระตัวแรกที่ใส่ลงในสมการเป็นตัวคงที่ แล้วเลือกตัวแปรอิสระที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนสูงสุดใส่ลงในสมการเป็นตัวที่ 2 ต่อจากนั้นก็สร้างสมการการถดถอย แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว และทดสอบโดยใช้ Sequential F-test ถ้าสมการมีนัยสำคัญ และ ค่า F ของสมการที่กำหนดให้ตัวแปรอิสระตัวแรกมีค่าคงที่ ก็มีนัยสำคัญทางสถิติก็ทำขั้นตอนต่อไป หาก ค่า F ทั้ง 2 ค่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ยุติเพียงขั้นตอนนี้

3. กระทำเหมือนขั้นตอนที่ 2 โดยกำหนดให้ตัวแปร 2 ตัวแรกที่ใส่ลงในสมการ มีค่าคงที่ และถ้าการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็กระทำขั้นตอนที่ 3 อีก โดยกำหนดให้ตัวแปรที่อยู่ในสมการแล้วมีค่าคงที่ กระทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนกระทั่ง การทดสอบ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>ตัวอย่าง</u> จากข้อมูลเดิม จงหาสมการการถดถอยที่ดีที่สุด โดยวิธี The Forward Selection Procedure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

due to X_3/X_1X_2	1	0.02765	0.02765	< 1 = F2
Error	12	1.93000	0.16083	
TOTAL	14	180.78742		

เปิดตาราง F ที่ α = .05 และ d.f = 1,12 ได้ F ตาราง >= 4.75

คำนวณ $R^2_{Y.123}$ = 0.98948

จากตาราง ANOVA พบว่า ค่า F2 น้อยกว่า F ตาราง แสดงว่า X_3 หลังจากใส่ X_1, X_2 เข้าไปในสมการแล้ว ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นตัด X_3 ออกจากสมการ

สมการที่ได้ คือ $Y = -0.25009 + 1.03444X_1 - 0.75352X_2$

วิธีที่ 4. The Stepwise Regression Procedure

เป็นวิธีการที่ปรับปรุงมาจาก วิธี Forward Selection โดยเพิ่มเติมในทุกตอนของการทดสอบ F กล่าวคือ ใช้การทดสอบแบบ partial F-test ทุกขั้น ในการทดสอบ F

ตัวอย่าง จากข้อมูลเดิม จงหาสมการการถดถอยที่ดีที่สุด โดยวิธี The Forward Selection Procedure

ขั้นที่ 1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง Y กับ X แต่ละตัว ได้ดังนี้

$r_{Y1} = 0.99210$, $r_{Y2} = 0.98952$, $r_{Y3} = -0.47638$

พบว่า rY1 มีค่ามากที่สุด เพราะฉะนั้นนำ X_1 ใส่ลงในสมการ ได้สมการ

$$Y = -0.3218 + 0.3049X_1$$

ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ ค่า F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ANOVA

sources	d.f	SS	MS	F
Reg. on X_1	1	177.93549	177.93549	811.01 = F1
Error	13	2.85193	0.172941	
TOTAL	14	180.78742		

เปิดตาราง F ที่ α = .05 และ d.f = 1,13 ได้ F ตาราง >= 4.67

จากตาราง ANOVA พบว่า ค่า F1 มากกว่า F ตาราง เพราะฉะนั้น X_1 มีอิทธิพลต่อ Y อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสมควรที่จะใส่ X_1 ลงในสมการ

คำนวณ R^2_{y1} = 0.9843

ขั้นที่ 2 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนของตัวแปรอิสระที่เหลือ

$r_{2y.1}$ = -0.56755 , $r_{3y.1}$ = -0.14085

พบว่า $r_{2y.1} > r_{3y.1}$ ดังนั้น X_2 จะเป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ที่ใส่ลงสมการ

ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ ค่า F

ตาราง ANOVA

sources	d.f	SS	MS	F
Reg. on X_1X_2	2	178.85742	89.42871	556.04495 = F1
due to X_2	1	177.01668		
due to X_2/X_1	1	1.84074	1.84074	11.44525 = F2
due to X_1	2	177.93549		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOTAL 14 180.78742

เปิดตาราง F ที่ α = .05 และ d.f = 1,12 ได้ F ตาราง >= 4.75

คำนวณ $R^2_{Y.123}$ = 0.98948

จากตาราง ANOVA พบว่า ค่า F2 น้อยกว่า F ตาราง แสดงว่า X_3 หลังจากใส่ X_1, X_2 เข้าไปในสมการแล้ว ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นตัด X_3 ออกจากสมการ

สมการที่ได้ คือ $Y = -0.25009 + 1.03444X_1 - 0.75352X_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การวิเคราะห์การถดถอยเส้นโค้ง

1. การวิเคราะห์การถดถอยเส้นโค้ง

วิธีแปลงรูป โดยใช้ลอกฐาน 10 หรือลอกฐาน e แบบการถดถอยเส้นโค้ง เมื่อแปลงรูปแล้วจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งมีวิธีแปลงรูป คือ

1. แบบหุ่นดับเบิลลอก
2. แบบหุ่นเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Model)
3. แบบหุ่นกึ่งลอก (Semi-Log Model)

วิธีสมมุติค่า (Redefine) ขึ้นมาให้อยู่ในรูปของแบบหุ่นเส้นตรง วิธีนี้ใช้กับแบบหุ่นการถดถอย เส้นโค้งที่ไม่สามารถจะใช้วิธีแปลงรูปได้ เช่น แบบหุ่นของรีซิโพรคอล

จากแบบหุ่นของรีซิโพรคอล $Y = 1 / (a + bX + e)$

กลับเศษเป็นส่วนแบบหุ่นนี้ได้ $1 / Y = a + bX + e$

ให้ $Z = 1 / Y$ จะได้ $Z = a + bX + e$

ซึ่งเป็นรูปของแบบหุ่นเส้นตรงนั่นเอง

2. โพลีโนเมียลรีเกรชชัน (The Polynomial Regression)

ตัวแปรตาม (Y) ใดๆ เป็นฟังก์ชันกับกำลังของตัวแปรอิสระ (X) หนึ่งจำนวนเราเรียกว่า รีเกรชชันของ Y บนกำลังต่าง ๆ ของ X ว่า โพลีโนเมียลรีเกรชชัน ซึ่งเขียนแบบหุ่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y = \alpha + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \ldots + \beta_k X^k \quad \text{(แบบหุ่นประชากร)}$$

$$Y = a + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3 + \ldots + b_k X^k + e \quad \text{(แบบหุ่นตัวแทน)}$$

เมื่อ $\alpha, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แท้จริง

$a, b_1, b_2, \ldots, b_k$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแทน

โพลีโนเมียลรีเกรชชัน ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการหาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร 2 ชุด เพราะสะดวกในการคำนวณ ไม่ต้องแปลงรูปอยู่ในค่าของลอกเหมือนแบบหุ่นเส้นโค้งอื่น ๆ และสามารถเปลี่ยนแปลงรูปสมการการถดถอยได้มากมายตามลักษณะแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชุด โพลีโนเมียลรีเกรชชัน จะมีดีกรีต่าง ๆ ดังนี้

ดีกรี (Degree)	แบบหุ่น (Model)	ชื่อสมการ (Name Of Equation)	ชื่อโค้ง (Name Of Curve)
First	$Y=a+bX+e$	Linear	Straight Line
Second	$Y=a+b_1X+b_2X^2+e$	Quadratic	Parabola
Thirth	$Y=a+b_1X+b_2X^2+b_3X^3+e$	Cubic	Cubic Parabola
Fourth	$Y=a+b_1X+b_2X^2+b_3X^3+b_4X^4+e$	Quartic	Quartic Parabola
Fifth	$Y=a+b_1X+b_2X^2+b_3X^3+b_4X^4+b_5X^5+e$	Quintic	Quintic Parabola

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างสมการการถดถอยโพลีโนเมียลของข้อมูลนั้น นิยมหาสมการการถดถอยโพลีโนเมียลตั้งแต่ดีกรีที่หนึ่ง, ดีกรีที่สองไปเรื่อย ๆ เพื่อค้นหาสมการที่มีลักษณะแนวโน้มของข้อมูลได้ดีที่สุด ก่อนการคำนวณสมการโพลีโนเมียลต้องนำข้อมูลมาสร้างแผนภาพการกระจายดูลักษณะแนวโน้มว่าสอดคล้องกับโค้งโพลีโนเมียลดีกรีใดมากที่สุด

ลักษณะของสมการ โพลีโนเมียล ตั้งแต่ดีกรีที่หนึ่งถึงดีกรีที่ห้า

ดีกรีที่หนึ่ง : $Y = a + bX$

ดีกรีที่สอง : $Y = a + b_1X + b_2X^2$

ดีกรีที่สาม : $Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$

ดีกรีที่สี่ : $Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + b_4X^4$

ดีกรีที่ห้า : $Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + b_4X^4 + b_5X^5$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

ตัวแปรดัมมี่

ในการศึกษาการถดถอยมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณ เช่น ปัญหาข้อมูลแยกออกเป็น 2 กลุ่ม ปัญหาข้อมูลที่มาจากแหล่งที่แตกต่างกัน หรือปัญหาข้อมูลบางค่าผิดปกติไปเป็นต้น ซึ่งถ้าหากนำเอาข้อมูลมาคำนวณหาสมการการถดถอยก็จะได้สมการถดถอยที่คาดคะเนแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามผิดจากความจริงไป ดังนั้นจึงมีวิธีการขจัดปัญหาเหล่านี้โดยการสร้างตัวแปรดัมมี่ (Dummy Variable)

1. การใช้ตัวแปรดัมมี่ในสมการการถดถอยแบบเชิงเดี่ยว

สมมุติว่า ต้องการศึกษาแนวโน้มราคาขายส่งของสินค้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีแนวโน้มในลักษณะเส้นตรง และข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มี 2 ตอน คือเป็นข้อมูลก่อนเกิดสงคราม และเป็นข้อมูลหลังเกิดสงคราม

ในการศึกษาการถดถอยของข้อมูลแบบนี้จำเป็นต้องแยกสมการการถดถอยออกเป็น 2 เส้นโดยใช้ตัวแปรดัมมี่ ทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้ได้เส้นการถดถอย แสดงแนวโน้มของราคาที่ถูกต้องที่สุด เทคนิคการใช้ตัวแปรดัมมี่แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือเมื่อข้อมูลที่แยกออกเป็น 2 กลุ่ม หรือหลาย ๆ กลุ่มนั้น มีแนวโน้มที่ขนานกัน และเมื่อข้อมูลที่แยกออกเป็น 2 กลุ่มหรือหลาย ๆ กลุ่มมีแนวโน้มไม่เท่ากัน

2. การใช้ตัวแปรดัมมี่เมื่อข้อมูลแยกเป็น 2 กลุ่มหรือหลาย ๆ กลุ่ม ที่มีแนวโน้มขนานกัน

สมมุติต้องการศึกษาแนวโน้มของราคาส่งออกสินค้าชนิดหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2480 - พ.ศ. 2487 และข้อมูล พ.ศ. 2480 - พ.ศ. 2483 เป็นข้อมูลก่อนเกิดสงคราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ.	2480	2451	2482	2483	2484	2485	2486	2487
ราคาสินค้าส่งออก (บาท/กก.)	15	17	18	20	2	3	6	8

เมื่อนำข้อมูลมาพลอตจะได้กราฟ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความลาดชันของแนวโน้มราคาทั้งสอง

แบบหุ่นที่ใช้คือ $Y_t = a + bX_t + cD_t + e_t$

สมการ $Y_t = a + bX_t + cD_t$

เมื่อ Y_t = ราคาสินค้าออก

X_t = เวลาที่ Coded

D_t = ตัวแปรดัมมี่

กำหนดให้ Di = 0 เมื่อข้อมูลรวบรวมก่อนสงคราม

Di = 1 เมื่อข้อมูลรวบรวมหลังสงคราม

พ.ศ.	X-Code	Y	D	X^2	XY	XD	D^2	DY
2480	1	5	0	1	15	0	0	0
2481	2	17	0	4	34	0	0	0
2482	3	18	0	9	64	0	0	0
2483	4	20	0	16	80	0	0	0
2484	5	2	1	25	10	5	1	2
2485	6	3	1	36	18	6	1	3
2486	7	6	1	49	42	7	1	6
2487	8	7	1	64	56	8	1	7
รวม	36	88	4	204	309	29	4	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $Y_i = a + bX_i + cD_i$

และจากสมการปกติ

$$\Sigma Y_i = na + b\Sigma X_i + c\Sigma D_i$$

$$\Sigma X_iY_i = a\Sigma X_i + b\Sigma X_i^2 + c\Sigma X_iD_i$$

$$\Sigma D_iY_i = a\Sigma D_i + b\Sigma X_iD_i + c\Sigma D_i^2$$

แทนค่า $88 = 8a + 36b + 4c$

$309 = 36a + 204b + 26c$

$18 = 4a + 26b + 4c$

$a = 13.25,\ b = 1.7,\ c = -19.8$

สมการคือ $Y_i = 13.25 + 1.7X_i - 19.8D_i$

จากสมการ $Y_i = 13.25 + 1.7X_i - 19.8D_i$

ถ้า $D_i = 0$

$Y_i = 13.25 + 1.7X_i$ เป็นสมการแสดงแนวโน้มก่อนเกิดสงคราม

และถ้า $D_i = 1$

$Y_i = -6.55 + 1.7X_i$ เป็นสมการแสดงแนวโน้มหลังเกิดสงคราม

เขียนเป็นรูปกราฟได้ดังต่อไปนี้

2. การใช้ตัวแปรดัมมี่เมื่อข้อมูลแยกเป็น 2 กลุ่มหรือหลาย ๆ กลุ่ม ที่มีแนวโน้มไม่ขนาน

ในบางครั้งข้อมูลที่แยกออกเป็นกลุ่มมีแนวโน้มที่ไม่ขนานกัน

แบบทั่นที่ใช้คือ $Y_i = a + cD_i + (b + dD_i)X_i + e_i$

$= a + bX_i + cD_i + d(D_iX_i) + e_i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ D_iX_i คือ Inter action term ระหว่าง D_i และ X_i

เมื่อ $D_i = 0$ แบบหุ่นที่ใช้จริงเป็น

$$Y_i = a + bX_i + e_i$$

เมื่อ $D_i = 1$ แบบหุ่นคือ

$$Y_i = (a + c) + (b + d)X_i + e_i$$

ตัวอย่าง จากข้อมูลดังนี้

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y	2	4	6	8	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5

จากแผนภาพการกระจายข้อมูลชุดนี้แยกเป็น 2 กลุ่ม และมีแนวโน้มไม่ขนานกัน จึงควรใช้ตัวแปรดัมมี่ โดยให้

$D_i = 0$ สำหรับข้อมูลกลุ่มแรก

$D_i = 1$ สำหรับข้อมูลกลุ่มหลัง

แบบหุ่นที่ใช้คือ $Y_i = a + bX_i + cD_i + d(D_iX_i) + e_i$

โดยมีสมการเป็น $Y_i = a + bX_i + cD_i + d(D_iX_i)$

นำข้อมูลกมาคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อคาดคะเนค่า a,b,c และ d ได้ดังนี้

คำนวณหาค่า a,b,c และ d ได้

$a = 0, b = 2, c = 4.5, d = -1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการการถดถอยคือ

$$Y_i = 2X_i + 45D_i - D_iX_i$$

เมื่อ $D_i = 0$ ได้

$Y_i = 2X_i$ เป็นสมการการถดถอยของข้อมูลกลุ่มแรก

เมื่อ $D_i = 1$ ได้

$Y_i = 4.5 + X_i$ เป็นสมการการถดถอยของข้อมูลกลุ่มหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

Autocorrelation

9.1 ความหมายของ autocorrelation

เนื่องจากในการศึกษาสมการการถดถอยนั้นได้กำหนดข้อสมมติฐาน ไว้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนจะต้องเป็นอิสระต่อกัน มีการกระจายเป็นโค้งปกติโดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวน = ^{2}

$$\sim NID(0, \ ^{2})$$

ดังนั้นในการศึกษาการถดถอย จึงต้องคำนึงถึงความเป็นอิสระกันของค่าคลาดเคลื่อน ( ) ในทางสถิติถ้า $_{i}$ และ $_{j}$ (i j) ไม่เป็นอิสระต่อกันจะเรียกว่าเกิด autocorrelation ขึ้น

9.2 สาเหตุของการเกิด autocorrelation

1. กำหนดความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด กล่าวคือ

มีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระผิดพลาด ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนเหล่านี้จะไปรวมกับตัวแปรสุ่ม e อาจทำให้ e ขาดความเป็นอิสระได้

2. ขาดการศึกษาตัวแปรอิสระบางตัวที่สำคัญ

9.3 ผลกระทบของ autocorrelation

จะเกิดขึ้นในกรณีข้อมูลเป็นอนุกรมเวลาที่มีต่อสมการถดถอย ถ้าข้อมูลมี Autocorrelation เกิดขึ้น สมการถดถอยที่คำนวณได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะมีลักษณะดังนี้

1. จะได้ Unbiased Estimater ของ α และ β

2. ค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่า (S_{a}^{2} และ S_{b}^{2}) จะมีค่าน้อยกว่าค่าที่แท้จริง ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผลทำให้การคาดคะเนของสมการถดถอยไม่มีประสิทธิภาพ

3. จะก่อให้เกิดการขยายช่วงของการปฏิเสธ $H_0 : \rho=0$ แสดงว่าจะมีอยู่ช่วงหนึ่งเมื่อทดสอบแล้วยอมรับ $\rho \neq 0$ ทั้งที่ความจริงแล้ว $\rho=0$

9.4 การทดสอบ autocorrelation โดยใช้ Dubin-Watson test

มีวิธีการทดสอบดังนี้

ให้ ρ เป็นสัมประสิทธิ์ที่แท้จริง ของ autocorrelation ระหว่าง ε_t กับ ε_{t-1}

ตั้งสมมุติฐานได้เป็น $H_0 : \rho = 0$

$H1 : \rho \neq 0$

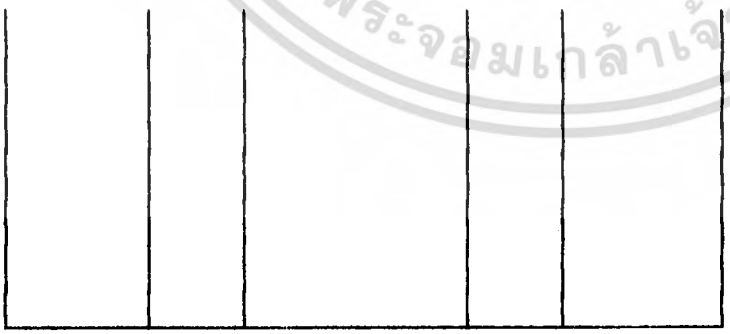
สถิติทดสอบ คือ

$$d = \sum_{i=2}^{n} (e_i - e_{i-1})^2 \Big/ \sum_{i=1}^{n} e_i^2$$

เมื่อ d เป็น Durbin-Watson Statistic

e เป็น ค่าคลาดเคลื่อนตัวที่ i

และแบ่งค่า d-Statistic ได้เป็น 5 ช่วง ดังรูป



0 d_L d_U $4-d_U$ $4-d_L$ d

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า d_L และ d_U จะมีอยู่ในตารางมาตรฐานของ Durbin-Watson

และจากรูป จะสรุปได้ว่า

1. ถ้า ค่า $d < d_L$ จะปฏิเสธ H0 และมี autocorrelation แบบผลบวกเกิดขึ้นในข้อมูล

2. ถ้า $d_L < d < d_U$ ไม่สามารถสรุปได้

3. ถ้า $d_U < d < 4-d_U$ จะยอมรับ H0 คือไม่มี autocorrelation เกิดขึ้น

4. ถ้า $4-d_U < d < 4-d_L$ ไม่สามารถสรุปได้

5. ถ้า $d >= 4-d_L$ จะปฏิเสธ H0 และมี autocorrelation แบบผลลบเกิดขึ้นในข้อมูล

9.4 วิธีแก้ปัญหาของ autocorrelation

วิธีแก้ปัญหาของ autocorrelation ที่นิยมใช้มาก คือ วิธีปรับปรุงข้อมูลใหม่ (First Difference Method) ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

สมมุติให้ข้อมูลเดิมมีค่า Y เป็น $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$

และมีค่า X เป็น $X_1, X_2, \ldots, X_n$ ตามลำดับ

ปรับปรุงข้อมูล ได้โดยใช้สูตร

$$Y_n = Y_n - rY_{n-1} \quad \text{และ} \quad X_n = X_n - rX_{n-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ r คือ สัมประสิทธิ์ของ autocorrelation ซึ่ง

$$r = \frac{\sum_{i=2}^{n} e_i e_{i-1}}{\sum_{i=2}^{n} e_{i-1}^2}$$

สร้างสมการถดถอย ระหว่าง Y กับ X แทน คือ $Y = a + bX$

ซึ่งเมื่อทดสอบสมการ $Y = a + bX$ แล้วพบว่ายังมี autocorrelation อยู่ก็ให้ทำขั้นต่อไปเรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

Program Listing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Program Main_Program;
Uses    Crt,Graph,Screen,Tg,Picture,Menu,Vars,
        Chapt1,Chapt2,Chapt3,Chapt4,Chapt5,Chapt6,Chapt7,Chapt8,Chapt9;
Var     i,p         : Integer;
        xpos,ypos   : Integer;
        ch          : Char;
        st          : String;

Begin
  OpenGraph;
  ClearHeadPort;
  ClearMainPort;

  DrawBox(85, 125, 558, 150);
  DrawPicture( 40, 10, 6, 3);
  Getfont('small1.fon');
  Tgotoxy(360,140); twrite('โปรแกรมช่วยสอน');
  Tgotoxy(320,160); twrite('เรื่อง การดูดซึมและสมดุลน้ำ');
  Getfont('small5.fon');
  Tgotoxy(380,190); twrite('เขียนโดย');
  Getfont('normal0.fon');
  Tgotoxy(350,220); twrite('นายศรรชิต    ศรีนก้า');
  Tgotoxy(350,240); twrite('นายชำนา      แซ่ลี้');
  DrawPicture(170, 180, 66, 1);
  Wait(200,330,'SPACE BAR - ทำงานต่อ      Esc - ออกจากระบบ',True);

  ClearMainPort;
  DrawBox(85, 125, 558, 130);
  Getfont('small1.fon');
  Tgotoxy(310,170); twrite('อาจารย์ที่ปรึกษา');
  Getfont('normal0.fon');
  Tgotoxy(290,200); twrite('อาจารย์บุญสิทธิ์ วรจันทร์');
  DrawPicture(150,170,57,1);
  DrawPicture(480,170,36,2);
  Wait(200,330,'SPACE BAR - ทำงานต่อ      Esc - ออกจากระบบ',True);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  ClearMainPort;
  DrawBox(60, 100, 600, 190);
  Getfont('small1.fon');
  Tgotoxy(250,110); twrite('คำแนะนำเกี่ยวกับโปรแกรมช่วยสอน');
  Getfont('normal0.fon');
  Tgotoxy(170,160); twrite('โปรแกรมช่วยสอนทางสถิตินี้       ได้สร้างขึ้นมาเพื่อทดลองใช้กับผู้เรียน');
  Tgotoxy(120,180); twrite('ซึ่งผู้ใช้ควรมีความรู้ทางสถิติเบื้องต้นมาบ้างพอสมควร');
  Tgotoxy(170,200); twrite('โปรแกรมนี้สามารถใช้ได้กับจอภาพแบบ       Monochrome  เท่านั้น');
  Tgotoxy(120,220); twrite('และเพื่อความรวดเร็วในการทำงานของโปรแกรม ควรใช้สื่อบันทึกข้อมูลแบบ');
  Tgotoxy(120,240); twrite('ฮาร์ดดิสก์');
  Wait(200,330,'SPACE BAR - ทำงานต่อ     Esc - ออกจากระบบ',True);

  Repeat
    If Redraw Then WriteMenu;
    ChapCount := UseMenu;
    Case ChapCount Of
         1 : Chapter1;
         2 : Chapter2;
         3 : Chapter3;
         4 : Chapter4;
         5 : Chapter5;
         6 : Chapter6;
         7 : Chapter7;
         8 : Chapter8;
         9 : Chapter9;
         MaxChoice :
         End;
    If   ChapCount <= MaxChoice Then Redraw := True
    Else Redraw := False;
  Until Quit;
  Music;
  CloseGraph;
End.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{*************************************************************************}
{*                Chapter 2: Simple Linear Regression                    *}
{*************************************************************************}

Unit CHAPT2;

Interface

Procedure Chapter2;  { Main routine of chapter }

{*************************************************************************}

Implementation

Uses
  Graph,          { Library of graphics routines - standard unit }
  Vars,           { Global types and declarations }
  Screen,         { Screen management routines }
  Keyboard,       { Keyboard management routines }
  Tg;             { Routine for THAI-FONT  }

{*************************************************************************}

Procedure Chapter2;    { Main routine of Chapter 2 }
Var  i : Integer;
Begin  { Chapter2 }
  Chapcount :=  2;
  LastPage  := 17;
  PageCount :=  0;
  If LoadFileHelp('HELP2.CHP') Then Exit;
  If LoadFile('DATA2.CHP') Then Exit;
  Repeat
    Case PageCount Of
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0 : Begin
      ClearMainPort;
      WriteIntroPage(Chapcount);
      Getfont('small1.fon');
      Wait(100,330,'Esc = ออกจากบทเรียน    PgUp = กลับไปหน้าที่แล้ว
      PgDn = ไปหน้าถัดไป',False);
    End;
1 : Begin
      DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, True,
      'การศึกษาการลดลงแบบเส้นตรงเชิงเดียว',CenterText, 1);
      Line(130,165,550,165);
      Line(130,215,550,215);
    End;
2 : Begin
      DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 2);
      Line(130,255,430,255);
      Line(130,255,130,155);
      For i := 1 To 7 Do Begin
         If i <= 6 Then Line(127,i*15+145,133,i*15+145);
         Line(i*42+125,252,i*42+125,258);
         End;
      OutTextxy(162,232,'*');    OutTextxy(372,187,'*');
      OutTextxy(267,217,'*');    OutTextxy(351,172,'*');
      OutTextxy(246,202,'*');    OutTextxy(412,157,'*');

      OutTextxy(107,157,'55');   OutTextxy(162,262,'40');
      OutTextxy(107,172,'54');   OutTextxy(204,262,'42');
      OutTextxy(107,187,'53');   OutTextxy(246,262,'44');
      OutTextxy(107,202,'52');   OutTextxy(288,262,'46');
      OutTextxy(107,217,'51');   OutTextxy(330,262,'48');
      OutTextxy(107,232,'50');   OutTextxy(372,262,'50');
                                 OutTextxy(414,262,'52');
      Line(162,239,414,164);
      Getfont('small5.fon');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Tgotoxy(100,135);Twrite('น้ำหนักลูก (ก.ก.)');
      Tgotoxy(440,242);Twrite('น้ำหนักพ่อ (ก.ก.)');

    End;
  3 : DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, True ,
    'การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงอย่างง่าย',CenterText, 3);
  4 : Begin
      DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, True ,
      'การพยากรณ์การถดถอย โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด', CenterText, 4);
      Line(265,242,440,242);
    End;
  5 : Begin
      DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 5);
      Line(130,170,550,170);
      Line(130,255,550,255);
    End;
  6 : Begin
      DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 6);
      Line(295,168,465,168);
      Line(295,202,465,202);
    End;
  7 : DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 7);
  8 : Begin
      DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 8);
      Line(90,170,590,170);
      Line(90,255,590,255);
    End;
  9 : DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 9);
 10 : DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, True ,
    'การคำนวณสมการการถดถอยกรณีโค้งตัวเลข', CenterText,10);
 11 : Begin
      DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0,11);
      Line(180,185,415,185);
    End;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    12 : Begin
           DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0,12);
           Line(180,168,415,168);
         End;
    13 : DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0,13);
    14 : Begin
           DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, True ,
           'ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรอบเส้นการถดถอย', CenterText,14);
           Root(290,233,470);
         End;
    15 : Begin
           DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0,15);
           Line(110,170,550,170);
         End;
    16 : Begin
           DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0,16);
           Root(270,175,460);
           Root(270,243,390);
         End;
    17 : DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, True ,
         'ค่าลักษณะสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด', CenterText,17);
    18 : DrawAndWrite(40, 90, 620, 210, False, '', 0,18);
    End; { case }
    If DoOnKey Then Exit;
  Until (PageCount < 0) or (PageCount > LastPage);
End;  { Chapter2 }

{*****************************************************************************}

Begin { Main }
End.

{*****************************************************************************}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{*************************************************************************}
{*                    Keyboard management routines                       *}
{*************************************************************************}

unit KEYBOARD;
interface
type
  KeyType = (NullKey, BackSpace, SpaceBar, Tab, ShiftTab, Return, Escape,
             HomeKey, EndKey, PgUpKey, PgDnKey, F1, F2, F3,
             UpKey, DownKey, LeftKey, RightKey,
             TextKey, DeleteKey, Yes, No, Undefined);
  KeySet  = set of KeyType;

const
  AllowKey : KeySet = [HomeKey, EndKey, PgUpKey, PgDnKey];

var
  Key : KeyType;  { Store key value after issue GetKey function }

function GetKey : Char;
  { Read character from keyboard }

function DoOnKey : Boolean;
  { Draw page depend on key pressed, return TRUE if escape is pressed }

function KeyHelp : Boolean;

{*************************************************************************}

implementation

uses
  Crt,            { Basic video operations - standard unit }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Vars,           { Global types and declarations }
  Util,           { Utility routines }
  Exam2,
  Tg,
  Screen;         { Screen management routines }

{*************************************************************************}

function GetKey : Char;
  { Read character from keyboard }
var
  Ch          : Char;
  ExtendedKey : Boolean;
begin  { GetKey }
  Ch := Upcase(ReadKey);
  if Ch = #0 then begin
    ExtendedKey := True;
    Ch := ReadKey;
  end else
    ExtendedKey := False;
  GetKey := Ch;

  if ExtendedKey then        { Extended key is pressed }
    case Byte(Ch) of
      15 : Key := ShiftTab;
      71 : Key := HomeKey;
      72 : Key := UpKey;
      73 : Key := PgUpKey;
      75 : Key := LeftKey;
      77 : Key := RightKey;
      79 : Key := EndKey;
      80 : Key := DownKey;
      81 : Key := PgDnKey;
      83 : Key := DeleteKey;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      59 : Key := F1;
      60 : Key := F2;
      61 : Key := F3;
    else
      Key := Undefined;
    end
  else
    case Byte(Ch) of
       8 : Key := BackSpace;
       9 : Key := Tab;
      13 : Key := Return;
      27 : Key := Escape;
      32 : Key := SpaceBar;
  78,110 : Key := No;
  89,121 : Key := Yes;
  33..77  ,
  79..88  ,
  90..109 ,
  111..120,
  122..126 : Key := TextKey;
    else
      Key := Undefined;
    end;
end;   { GetKey }

function DoOnKey : Boolean;
  { Draw page depend on key pressed, return TRUE if escape is pressed }
var
  Done : Boolean;
  Ch   : Char;
begin  { DoOnKey }
  repeat
    Done := True;
    Ch   := GetKey;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case Key of
  F1      : Begin
              Case ChapCount Of
                  2 : Begin
                        Case PageCount Of
                            1 : Begin
                                  PageCountHelp := 1;
                                  Chapter2Help;
                                End;
                            2 : Begin
                                  PageCountHelp := 2;
                                  Chapter2Help;
                                End;
                           15 : Begin
                                  PageCountHelp := 15;
                                  Chapter2Help;
                                End;
                           17 : Begin
                                  PageCountHelp := 17;
                                  Chapter2Help;
                                End;
                            6 : Begin
                                  PageCountHelp := 6;
                                  TypeHelp := False;
                                  Chapter2Exe;
                                End;
                        End;
                    End;
                End;
              Done := False;
            End;
  F2      : Begin
              Case ChapCount Of
                  2 : Begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    Case PageCount Of
                        1 : Begin
                              PageCountHelp := 1;
                              TypeHelp := False;
                              Chapter2Exe;
                            End;
                       17 : Begin
                              PageCountHelp := 18;
                              Chapter2Help;
                            End;
                    End;
                End;
            End;
          Done := False;
        End;
F3      : Begin
          Case ChapCount Of
          2 : Begin
              Case PageCount Of
                 17 : Begin
                        PageCountHelp := 19;
                        Chapter2Help;
                      End;
              End;
            End;
          Done := False;
        End;
Escape  : begin
          Getfont('small1.fon');
          WaitSure(190,330,'  คุณต้องการออกจากบทเรียน ใช่หรือไม่       [Y/N] ');
          If Key = Yes Then Begin
            exit;
            End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Else Begin
                      Wait(100,330,'Esc = ออกจากบทเรียน  PgUp = กลับไปหน้าที่แล้ว      PgDn = ไปหน้าถัดไป',False);
                    End;
                 Done := False;
               end;
     HomeKey : if PageCount <> 0 then
                 PageCount := 0
               else Done := False;
     EndKey  : if PageCount <> LastPage then
                 PageCount := LastPage
               else Done := False;
     PgUpKey : Dec(PageCount);
     SpaceBar,
     PgDnKey : Inc(PageCount);
    else
     Done := False;
    end; { case }
  until Done;
  DoOnKey := False;
end;   { DoOnKey }

function KeyHelp : Boolean;
var
  DoneHelp : Boolean;
  Ch       : Char;
begin  { DoOnKey }
  repeat
    DoneHelp := True;
    Ch       := GetKey;
    case Key of
      Escape  : begin
                  Keyhelp := True;
                  Exit;
                end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      else DoneHelp := False;
    end;  { case }
  until DoneHelp;
  KeyHelp := False;
end;   { DoOnKey }

(*************************************************************************)

end.   { Keyboard }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{*************************************************************************}
{*                      Menu management routines                         *}
{*************************************************************************}

unit MENU;

interface

procedure WriteMenu;
  { Write menu selections }

function UseMenu : Byte;
  { Return user's menu selection }

{*************************************************************************}

implementation

uses
  Tg,
  Graph,          { Library of graphics routines - standard unit }
  Vars,           { Global types and declarations }
  Util,           { Utility routines }
  Screen,         { Screen management routines }
  Keyboard;       { Keyboard management routines }

const
  MenuLength =  47;
  MenuX      = 200;
  MenuY      = 100;

type
  MenuStr = string[MenuLength];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const
  MenuHeader : MenuStr = 'เนื้อหาวิชา';
  Item       : array[1..MaxChoice] of MenuStr =
               (' 1. บทนำ ',
                ' 2. การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว ',
                ' 3. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว ',
                ' 4. การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน ',
                ' 5. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงซ้อน ',
                ' 6. วิธีเลือกสมการที่ดีที่สุด ',
                ' 7. การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นโค้ง ',
                ' 8. ตัวแปรหุ่น ',
                ' 9. การเกิดความสัมพันธ์ของค่าคลาดเคลื่อน ');

var
  MenuState : Byte;  { Current choice of menu }
  Size      : Word;
  F         : file;
  I         : Byte;
  M         : array[1..MaxChoice] of Pointer;

{*************************************************************************}

procedure WriteMenu;
  { Write menu selections }
var
  I : Byte;
begin
  ClearMainPort;
  DrawBox(MenuX-60, MenuY-15, (MenuLength+2)*9, (MaxChoice*2+2)*11);
  Getfont('small1.fon');
  Tgotoxy(MenuX+100,MenuY-5);  twrite(MenuHeader);
  Getfont('normal0.fon');
  for I := 1 to MaxChoice Do Begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Tgotoxy(MenuX,MenuY+(I*20)); Twrite(Item[I]);
      End;
  Tgotoxy(MenuX,MenuY+MenuState*20); Twritenor(Item[MenuState]);
end;   { WriteMenu }

function UseMenu : Byte;
  { Return user's menu selection }
var
  OldState, Position, I : Byte;
  Ch                    : Char;
begin  { UseMenu }
  Getfont('small1.fon');
  Wait( 50,330,'ะ ะ พิม  SPACE BAR - เลื่อนแถบสี      Escape - ออกจากระบบ   Return - เลือกบทเรียน',False);
  repeat
    OldState := MenuState;
    Ch := UpCase(GetKey);
    case Key of
      UpKey   : begin
                  Dec(MenuState);
                  if MenuState = 0 then
                    MenuState := MaxChoice;
                end;
      SpaceBar,
      DownKey : begin
                  Inc(MenuState);
                  if MenuState = (MaxChoice+1) then
                    MenuState := 1;
                end;
      Escape  : begin
                  Getfont('small1.fon');
                  WaitSure(190,330,'  คุณต้องการออกจากระบบ ใช่หรือไม่       (Y/N) ');
                  if Key = Yes then Begin
                    { Music; }
                     CloseGraph;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Halt;
                End
              else Begin
                Getfont('small1.fon');
                Wait( 50,330,'↑ ↓  หรือ   SPACE BAR - เลื่อนแถบสี       Escape - ออกจากระบบ    Return - เลือกบทเรียน
',False);
                End;
            end;
     Return  : ;
   end;
   if OldState <> MenuState then begin
     Getfont('normal0.fon');
     Tgotoxy(MenuX, MenuY+OldState*20);  twriterev(Item[Oldstate]);
     Tgotoxy(MenuX, MenuY+MenuState*20); twritenor(Item[Menustate]);
     end;
  until Key in [Escape, Return];
  UseMenu := MenuState;
end;   { UseMenu }

{*************************************************************************}

begin
  MenuState := 1;
end.

{*************************************************************************}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit tg;

interface

Type path = String[30];

var xpos,ypos : integer;

procedure getfont(fontfi:path);
procedure tgotoxy(x,y:integer);
procedure twrite(st:string);
procedure twriterev(st : string);
procedure twritenor(st : string);

implementation

uses graph;

var cp : array[0..255,0..23] of byte;

procedure getfont(fontfi:path);
type fontpic = array[0..255,0..19] of byte;
var cg : fontpic;
    f : file of fontpic;
    i,j : integer;
begin
     assign(f,fontfi);
     reset(f);
     read(f,cg);
     close(f);
     for i := 0 to 255 do
     begin
          cp[i,0] := 7;
          cp[i,1] := 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cp[i,2] := 19;
        cp[i,3] := 0;
        for j := 0 to 19 do
            cp[i,j+4] := cg[i,j];
    end;
end;

procedure tgotoxy;
begin
     xpos := x;
     ypos := y;
end;

procedure twrite;
var ch : byte;
    i : integer;
begin
    for i := 1 to length(st) do
    begin
        ch := ord(st[i]);
        case ch of
        209,212..219,231..238 : if xpos = 0 then
                                  putimage(getmaxx-8,ypos-20,cp[ch],xorput)
                                else
                                  putimage(xpos-8,ypos,cp[ch],xorput);
        else
           begin
               putimage(xpos,ypos,cp[ch],xorput);
               inc(xpos,8);
               if xpos > getmaxx then
               begin
                   xpos := 0;
                   inc(ypos,20);
               end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end;
        end;
    end;
end;

Procedure Twritenor(st : String);
Var ch : Byte;
    i : Integer;
Begin
  For I := 1 To Length(st) Do Begin
     ch := Ord(st[i]);
     Case ch Of
        209,
        212..219,
        231..238 : If xpos = 0 Then Begin
                     Putimage(getmaxx-8,ypos-20,cp[ch],xorput);
                     End
                   Else
                     Putimage(xpos-8,ypos,cp[ch],xorput);
                   Else Begin
                     Putimage(xpos,ypos,cp[ch],copyput);
                     Inc(xpos,8);
                     If xpos > getmaxx Then Begin
                        xpos := 0;
                        Inc(ypos,20);
                        End;
                     End;
        End;
     End;
End;

Procedure Twriterev(st : String);
Var ch : Byte;
    i : Integer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Begin
  For I := 1 To Length(st) Do Begin
     ch := Ord(st[i]);
     Case ch Of
          209,
          212..219,
          231..238 : If xpos = 0 Then Begin
                        Putimage(getmaxx-8,ypos-20,cp[ch],xorput);
                        End
                     Else
                        Putimage(xpos-8,ypos,cp[ch],xorput);
                     Else Begin
                          Putimage(xpos,ypos,cp[ch],notput);
                          Inc(xpos,8);
                          If xpos > getmaxx Then Begin
                            xpos := 0;
                            Inc(ypos,20);
                            End;
                          End;
          End;
     End;
End;

begin
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Unit Picture;

Interface

Var fi : Integer;

Procedure DrawPicture(xpos,ypos,k,fi : Integer);
Procedure OpenGraph;

Implementation

Uses Crt,Graph,Dos;
Type pic = array[1..577] Of Byte;
     PicRec = Record
                Picl : Pic;
              End;
Var ch           : Char;
    F,Fsave      : File Of PicRec;
    PicLoad      : Pic;
    PicR         : PicRec;
    Stt          : String;
    ScanLine,x,xx  : Integer;
    n1,n2        : Byte;
    Size,EndScan   : Word;

Procedure OpenGraph;
Var       GrDriver,GrMode : Integer;
Begin
  GrDriver := Detect;
  InitGraph(GrDriver,GrMode,'');
End;

Procedure LoadPic(no,fi:Byte);
Begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  If  fi  = 1 Then  Assign(f,'Standard.shp');
  If  fi  = 2 Then  Assign(f,'Slib.shp');
  If  fi  = 3 Then  Assign(f,'Custom.shp');
  If  fi  in [4..99,0] Then Assign(f,'Standard.shp');
  Reset(f);
  Seek(f,no);
  Read(f,PicR);
  With PicR Do PicLoad := PicL;
  If no = 110 Then Close(f);
End;

Procedure ShowPic(x,y:Integer;no:Byte;fi:Integer);
Var k,xst:word;
Begin
  LoadPic(no,fi);
  xst := x;
  For k := 1 To 572 DO Begin
      SetlineStyle(4,Picload[k+4],NormWidth);
      line(x-7,y,x+8,y);
      Inc(x,8);
      If k mod 11 = 0 Then Begin
         x := xst;
         Inc(y)
         End;
      End;
  setllnestyle(0,0,1);
End;

Procedure DrawPicture(xpos,ypos,k,fi:Integer);
Begin
{ k <= 110 }
  Showpic(xpos,ypos,k,fi);
  If Ch = #27 Then Halt(0);
End;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Begin
End.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{*************************************************************************}
{*                    Screen management routines                         *}
{*************************************************************************}

unit SCREEN;

interface

uses
  Dos,          { DOS interface - standard unit }
  Graph,        { Library of graphics routines - standard unit }
  Vars,         { Global types and declarations }
  Tg;
type
  TextBuf   = Record    { Keep 1 page-screen per 1 record from chapter file }
                LOT  : String[100];    { Buffer to keep one line string }
                EOP  : Boolean;   { TRUE if end of page }
              End;

Var
  ChapText,ChapTextHelp  : Array [1..20,1..11] of TextBuf;
                           { Buffer for ChapFile }
  ChapFile    : Text;       { Global file variable for chapter file }

function LoadFile(FName : PathStr) : Boolean;
  { Load .CHP file into array structure for fast access }

function LoadFileHelp(FName : PathStr) : Boolean;

procedure ClearMainPort;
  { Clear entire screen with user pattern no. 2 }

procedure ClearHeadPort;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure DrawBox(X, Y, Width, Height : Word);
  { Draw box with shadow in graphics coordinates }

procedure DrawBoxNo(X, Y, Width, Height : Word);
  { Draw box without shadow in graphics coordinates }

procedure WriteIntroPage(cc:integer);
  { Write title page and other introduction pages }

procedure DrawAndWrite(X, Y, Width, Height : Word;
                       Header              : Boolean;
                       St                  : string;
                       Direction           : Word;
                       P                   : Integer);
  { Draw box and write text according to position P of .CHP file }

procedure DrawAndWriteHelp(X, Y, Width, Height : Word;
                           Header              : Boolean;
                           St                  : string;
                           Direction           : Word;
                           P                   : Integer);

procedure wait(xpos,ypos : integer;st : string;stop : boolean);

procedure waitsure(xpos,ypos : integer;st : string);

procedure music;

procedure pause;

procedure root(x1,y1,x2 : integer);

procedure SaveScreen(X1, Y1, X2, Y2 : Word);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure RestoreScreen;

{=========================================================================}

implementation

uses
  Crt,            { Basic video operations - standard unit }
  Util,           { Utility routines }
  Keyboard;       { Keyboard management routines}
var
  ExitSave      : Pointer;

{*************************************************************************}

Procedure Root(x1,y1,x2 : Integer);
Begin
  Moveto(x1,y1);
  Lineto(x1+2,y1-4); Lineto(x1+7,y1+10);
  Lineto(x1+12,y1-13); Lineto(x2,y1-13);
End;

procedure SaveScreen(X1, Y1, X2, Y2 : Word);
  { Save portion of screen }
begin  { SaveScreen }
  ScrSize := ImageSize(X1, Y1, X2, Y2);
  Ximg    := X1;
  Yimg    := Y1;
  GetMem(Scr, ScrSize);
  GetImage(X1, Y1, X2, Y2, Scr^);
end;   { SaveScreen }

{*************************************************************************}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure RestoreScreen;
  { Restore saved screen }
begin  { RestoreScreen }
  PutImage(Xlmg, Ylmg, Scr^, NormalPut);
  FreeMem(Scr, ScrSize);
  Scr := nil;
end;   { RestoreScreen }
Procedure Panse;
Var  Ch : Char;
Begin
  Ch := ReadKey;
  If Ch = #0  Then Ch := ReadKey;
End;

Procedure Music;
Var i : Integer;
Begin
 For i := 1 to 20 Do begin
     Delay(100);
     Sound(500*i);
     End;
 Nosound;
End;

procedure waitsure(xpos,ypos : integer;st : string);
var ch : char;
begin
  DrawBoxNo(0,329,719,18);
  Fgotoxy(xpos,ypos); twrite(st);
  While (Key <> Yes) And (Key <> No) Do Ch := GetKey;
end;

procedure wait(xpos,ypos : integer;st : string;stop : boolean);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var ch : char;
    ok : Boolean;
begin
  ok := true;
  While ok Do Begin
        DrawBoxNo(0,329,719,18);
        Getfont('small1.fon');
        Tgotoxy(xpos,ypos); twrite(st);
        If Stop Then Begin
          repeat
            Ch := GetKey;
            if Key = Escape then Begin
               WaitSure(190,330,'  คุณต้องการออกจากระบบ ใช่หรือไม่      [Y/N] ');
               if Key = Yes then Begin
                  Music;
                  CloseGraph;
                  Halt;
                  End;
               End;
          if Key = SpaceBar then ok := false;
          until (Key = SpaceBar) Or (Key = No);
        End
  Else Begin
         ok   := False;
         stop := true;
       End;
  End;
end;

{*****************************************************************************}

function LoadFile(FName : PathStr) : Boolean;
  { Load .CHP file into array structure for fast access }
  { Return TRUE if file read error occured              }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var
  Buffer : String[100];
  Dir  : DirStr;
  Name : NameStr;
  Ext  : ExtStr;
  Ch   : Char;
  C, I : Word;
  j    : Integer;
begin  { LoadFile }
  FSplit(FName, Dir, Name, Ext);
  ClearMainPort;
  DrawBox(133, 166, 396, 70);
  Tgotoxy(200,190);
  Twriterev('กรุณารอสักครู่...กำลังอ่านแฟ้มบทเรียน');

  { Load file into array ChapText }
  Assign(ChapFile, FName);
  {$I-}
  Reset(ChapFile);
  {$I+}
  if IOResult <> 0 then begin
    DrawBox(55, 126, 612, 70);
    Tgotoxy(72,154);
    Twriterev('ไม่สามารถอ่านแฟ้มบทเรียน ('+Name+Ext+').      กรุณากดคีย์ใด ๆ. . .');
    Ch := GetKey;
    LoadFile := True;
    Exit;
  end;
  page := 1;
  linBuf := 1;
  While Not Eof (ChapFile) do begin
     Readln(ChapFile,Buffer);
     if Buffer <> '!!!!!!!' then  Begin
          ChapText[page,linBuf].lot := Buffer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ChapText[page,linbuf].eop := False;
        inc(linBuf);
      end
    else Begin
        if linBuf < 11  then Begin
          for j := linBuf TO 10 DO Begin
            ChapText[page,linBuf].lot := '                              ';
            ChapText[page,linBuf].eop := false;
            inc(linBuf);
          end;  {End for}
          ChapText[page,linBuf].lot := '                              ';
          ChapText[page,linbuf].eop := True;
          inc(page);
          linBuf := 1;
        end    {End if}
        else Begin   { linBuf = 10 }
          ChapText[page,linBuf].lot := '                              ';
          ChapText[page,linbuf].eop := True;
          inc(page);
          linBuf := 1;
        end;
    end;
  end;
  LoadFile := False;
end;   { LoadFile }

function LoadFileHelp(FName : PathStr) : Boolean;
  { Load .CHP file into array structure for fast access }
  { Return TRUE if file read error occured              }
var
  Buffer : String[100];
  Dir  : DirStr;
  Name : NameStr;
  Ext  : ExtStr;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Ch   : Char;
  C, I : Word;
  j    : Integer;
begin  { LoadFile }
  FSplit(FName, Dir, Name, Ext);
  { Load file into array ChapTextHelp }
  Assign(ChapFile, FName);
  {$I-}
  Reset(ChapFile);
  {$I+}
  if IOResult <> 0 then begin
    DrawBox(55, 126, 612, 70);
    Tgotoxy(72,154);
    Twriterev('ไม่สามารถค้นหาแฟ้มบทเรียน ('+Name+Ext+').      กรุณากดคีย์ใด ๆ. . .');
    Ch := GetKey;
    LoadFileHelp := True;
    Exit;
  end;
  pagehelp := 1;
  linBufhelp := 1;
  While Not Eof (ChapFile) do begin
     Readln(ChapFile,Buffer);
     if Buffer <> '!!!!!!' then  Begin
          ChapTextHelp[pagehelp,linBufhelp].lot := Buffer;
          ChapTextHelp[pagehelp,linbufhelp].eop := False;
          inc(linBufHelp);
        end
     else Begin
          if linBufhelp < 11  then Begin
            for j := linBufHelp TO 10 DO Begin
              ChapTextHelp[pagehelp,linBufhelp].lot := '                    ';
              ChapTextHelp[pagehelp,linBufhelp].eop := false;
              inc(linBufhelp);
            end;  {End for}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ChapTextHelp[pagehelp,linBufhelp].lot := '                    ';
            ChapTextHelp[pagehelp,linbufhelp].eop := True;
            inc(pagehelp);
            linBufhelp := 1;
           end    {End if}
         else Begin   { linBuf = 10 }
           ChapTextHelp[pagehelp,linBufhelp].lot := '                    ';
           ChapTextHelp[pagehelp,linbufhelp].eop := True;
           inc(pagehelp);
           linBufhelp := 1;
         end;
    end;
  end;
  LoadFileHelp := False;
end;   { LoadFile }


{*************************************************************************}

{*************************************************************************}

procedure ClearHeadPort;
const
  HeadPort : array[1..5] of PointType =
             ((x:   0; y:  0),
              (x: 719; y:  0),
              (x: 719; y: 70),
              (x:   0; y: 70),
              (x:   0; y:  0));
Begin
  SetColor(Blue);
  SetFillPattern(UserPattern[2], Blue);
  FillPoly(5, HeadPort);
  DrawBoxNo(2, 2, 716, 66);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Getfont('small3.fon');
  Tgotoxy(250,15); twrite('ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์');
  Tgotoxy(250,35); twrite('สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง');
End;


procedure ClearMainPort;
  { Clear entire screen with user pattern no. 2 }
const
  MainPort : array[1..5] of PointType =
             ((x:   0; y:  75),
              (x: 719; y:  75),
              (x: 719; y: 347),
              (x:   0; y: 347),
              (x:   0; y:  75));
begin  { ClearMainPort }
  SetColor(Blue);
  SetFillPattern(UserPattern[2], Blue);
  FillPoly(5, MainPort);
end;   { ClearMainPort }

{*************************************************************************}


procedure DrawBox(X, Y, Width, Height : Word);
  { Draw box with shadow from text coordinates }
var
  Box    : array[1..5] of PointType;
  Shadow : array[1..7] of PointType;
begin  { DrawBox }
  { Check size of box }
  if (X+Width > 702) or (Y+Height > 320) then Exit;

  { Define positions }
  Box[1].x := X;                    Box[1].y := Y;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Box[2].x := X + Width - 1;          Box[2].y := Box[1].y;
  Box[3].x := Box[2].x;               Box[3].y := Y + Height - 1;
  Box[4].x := Box[1].x;               Box[4].y := Box[3].y;
  Box[5].x := Box[1].x;               Box[5].y := Box[1].y;
  Shadow[1].x := Box[2].x + 1;        Shadow[1].y := Box[2].y + 14;
  Shadow[2].x := Shadow[1].x + 17;    Shadow[2].y := Shadow[1].y;
  Shadow[3].x := Shadow[2].x;         Shadow[3].y := Box[3].y + 15;
  Shadow[4].x := Box[1].x + 18;       Shadow[4].y := Shadow[3].y;
  Shadow[5].x := Shadow[4].x;         Shadow[5].y := Box[3].y + 1;
  Shadow[6].x := Shadow[1].x;         Shadow[6].y := Shadow[5].y;
  Shadow[7].x := Shadow[1].x;         Shadow[7].y := Shadow[1].y;

  { Draw it with shadow }
  SetColor(Blue);
  SetFillStyle(SolidFill, White);
  FillPoly(5, Box);
  SetColor(Black);
  SetFillStyle(SolidFill, Black);
  FillPoly(7, Shadow);
  Rectangle(Box[1].x, Box[1].y, Box[3].x, Box[3].y);
end;   { DrawBox }

procedure DrawBoxNo(X, Y, Width, Height : Word);
var
  Box         : array[1..5] of PointType;
begin  { DrawBox }
  { Check size of box }
  if (X+Width > 719) or (Y+Height > 347) then Exit;

  { Define positions }
  Box[1].x := X;                      Box[1].y := Y;
  Box[2].x := X + Width - 1;          Box[2].y := Box[1].y;
  Box[3].x := Box[2].x;               Box[3].y := Y + Height - 1;
  Box[4].x := Box[1].x;               Box[4].y := Box[3].y;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Box[5].x := Box[1].x;              Box[5].y := Box[1].y;
  SetColor(Blue);
  SetFillStyle(SolidFill, Blue);
  FillPoly(5, Box);
  Rectangle(Box[1].x, Box[1].y, Box[3].x, Box[3].y);
end;   { DrawBox }

{*****************************************************************************}

procedure WriteIntroPage(cc:integer);
  { Write title page and other introduction pages }
var
  S         : string;
begin  { WriteIntroPage }
  ChapCount := cc;
  DrawBox(120, 150, 450, 180);
  GetFont('small1.fon');
  case ChapCount of
    1 : S := 'บทนำ';
    2 : S := 'การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว';
    3 : S := 'การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว';
    4 : S := 'การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน';
    5 : S := 'การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงซ้อน';
    6 : S := 'วิธีเลือกสมการที่ดีที่สุด';
    7 : S := 'การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นโค้ง';
    8 : S := 'ตัวแปรดัมมี่';
    9 : S := 'การเกิดความสัมพันธ์ของค่าคลาดเคลื่อน (Autocorrelation)';
  end;  { case }
  ypos := 190;
  xpos := 120 + Trunc((450-TextWidth(s))/2);
  Tgotoxy(xpos,ypos);
  Twriterev(s);
end;   { WriteIntroPage }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{*****************************************************************************}

procedure DrawAndWrite(X, Y, Width, Height : Word;
                       Header              : Boolean;
                       St                  : string;
                       Direction           : Word;
                       P                   : Integer);
  { Draw box and write text according to position P of .CHP file }
var
  Col : Word;
  b,i,xx,yy : Integer;
  EndOfPage : Boolean;
  StrPage   : String[2];
begin  { DrawAndWrite }
  DrawBox(X, Y, Width, Height);
  if Header then begin
     GetFont('small1.fon');
     if Direction = LeftText then
       Col := X + 18
     else
       Col := X + ((Width-TextWidth(St)) shr 1);
     Tgotoxy(Col,Y+10);
     twrite(St);
     yy := Y + 20;
    end
  else    { No Header }
     yy := Y + 15;
  page := p;
  xx := x+18;
  b := 10;
  EndOfPage := false;
  linbuf := 1;
  Case ChapCount Of
     1,2,4,7,8 :  GetFont('normal02.fon');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      5,6,9,3   :  GetFont('lchr3569.fon');
      End;
  Tgotoxy(570,96);
  StrPage := '  ';
  Str(page,strpage);
  Twritenor(' หน้า : ') ;twritenor(strpage+' ');
  While Not EndOfPage DO begin
     Tgotoxy(xx,yy + b);
     Twrite(ChapText[page,linbuf].lot);
     b := b + 17;
     EndOfPage := ChapText[page,linbuf].eop;
     inc(linbuf);
  End;
end;   { DrawAndWrite }

procedure DrawAndWriteHelp(X, Y, Width, Height : Word;
                           Header              : Boolean;
                           St                  : string;
                           Direction           : Word;
                           P                   : Integer);
  { Draw box and write text according to position P of .CHP file }
var
  Col : Word;
  b,i,xx,yy     : Integer;
  EndOfPageHelp : Boolean;
  StrPage       : String[2];
begin  { DrawAndWrite }
  DrawBox(X, Y, Width, Height);
  if Header then begin
      GetFont('small1.fon');
      if Direction = LeftText then
        Col := X + 18
      else
        Col := X + ((Width-TextWidth(St)) shr 1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Tgotoxy(Col,Y+10);
      twrite(St);
      yy := Y + 20;
    end
  else    { No Header }
      yy := Y + 15;
  pagehelp := p;
  xx := x+18;
  b := 10;
  EndOfPageHelp := false;
  linbufhelp := 1;
  If TypeHelp Then Begin
     Tgotoxy(470,135);
     Twritenor(' คำอธิบายเพิ่มเติม ');
     Wait(220,330,'Esc = ออกจากคำอธิบายเพิ่มเติม',False)
     End
  Else Begin
{         Tgotoxy(505,135);}
         Tgotoxy(570,96);
         Twritenor(' แบบทดสอบ ');
         TypeHelp := True;
         Wait(70,330,'เลือกคำตอบ A B หรือ C      Esc = ออกจากแบบทดสอบ     Space Bar = เลือกคำถามใหม่'    ,False);
       End;
  Case ChapCount Of
       1,2,4,7,8 :  GetFont('normal02.fon');
       3         :  GetFont('lchar3.fon');
       5,6,9     :  GetFont('lchr569.fon');
       End;
  While Not EndOfPageHelp DO begin
     Tgotoxy(xx,yy + b);
     Twrite(ChapTextHelp[pagehelp,linbufhelp].lot);
     b := b + 17;
     EndOfPageHelp := ChapTextHelp[pagehelp,linbufhelp].eop;
     inc(linbufhelp);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  End;
end;  { DrawAndWriteHelp }

{*****************************************************************************}

begin  { Screen }
end.  { Screen }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{*************************************************************************}
{*                    Global types and declarations                      *}
{*************************************************************************}

unit VARS;

interface

uses
  Dos,            { DOS interface - standard unit }
  Graph;          { Library of graphics routines - standard unit }

const
  { Define pattern for use in program }
  UserPattern : array[1..5] of FillPatternType =
                (($11, $44, $11, $44, $11, $44, $11, $44),
                 ($AA, $55, $AA, $55, $AA, $55, $AA, $55),
                 ($DD, $77, $DD, $77, $DD, $77, $DD, $77),
                 ($FF, $00, $FF, $00, $FF, $00, $FF, $00),
                 ($CC, $CC, $CC, $CC, $CC, $CC, $CC, $CC));

  MaxChoice       = 9;      { Maximum choice of main menu }
  Quit   : Boolean = False;  { TRUE if user want to end session }
  Redraw : Boolean = True;   { TRUE if menu must be redrawn }

var
  ChapCount,              { Counter for checking current chapter }
  PageCount,              { Counter for checking page in each chapter }
  LastPage,PageCountHelp, { Store value of last page in each chapter }
  Page,LinBuf,fi,
  PageHelp,LinBufHelp  : Integer;
  XImg,YImg,ScrSize    : Word;
  Scr                  : Pointer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Ch                : Char;
  TypeHelp,InChoice : Boolean;

{=========================================================================}

implementation

begin  { Vars }
  ChapCount := 0;
  TypeHelp  := True;
end.   { Vars }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{*************************************************************************}
{*                  Chapter 2: Simple Linear Regression                  *}
{*************************************************************************}

unit Exam2;

interface

procedure Chapter2Help;

procedure Chapter2Exe;

{=========================================================================}

implementation

uses
  Crt,
  Graph,          { Library of graphics routines - standard unit }
  Vars,           { Global types and declarations }
  Screen,         { Screen management routines }
  Keyboard,       { Keyboard management routines }
  tg;             { Routine for THAI-FONT }

Var Space,Esc : Boolean;
    Count     : Integer;

{=========================================================================}
Function Choice : Boolean;
Var  Ch    : Char;
     Check : Boolean;
     Count : Integer;
Begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Check := True;
Repeat
Inc(Count);
Ch := GetKey;
  Case Key Of
      SpaceBar : Begin
                   Space    := False;
                   TypeHelp := False;
                   InChoice := False;
                 End;
      Escape   : Begin
                   Space := False;
                   Esc   := False;
                 End;
      TextKey  : Begin
                   If Check Then
                     Case Ch Of
                       'A' : Begin
                               DrawBox(200, 245, 300, 30);
                               Tgotoxy(250,250);
                               Case PageCountHelp Of
                                 1 : Twrite('    ถูกต้องครับ');
                                 6 : Twrite('ยังไม่ถูก ควรลองหาดูอีกครั้ง');
                                 End;
                             End;
                       'B' : Begin
                               DrawBox(200, 245, 300, 30);
                               Tgotoxy(250,250);
                               Case PageCountHelp Of
                                 1 : Twrite('ยังไม่ถูก ควรลองหาดูอีกครั้ง');
                                 6 : Twrite('    ถูกต้องครับ');
                                 End;
                              Count := 0;
                             End;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    'C' : Begin
                          If PageCountHelp = 6 Then Begin
                            DrawBox(200, 245, 300, 30);
                            Tgotoxy(250,250);
                            Case PageCountHelp Of
                              1 : Twrite('ยังไม่ถูก ควรลองหาดูอีกครั้ง');
                              6 : Twrite('ยังไม่ถูก ควรลองหาดูอีกครั้ง');
                              End;
                          End;
                          End;
                      End;
                  If Ch In ['A','B','C'] Then Check := False;
                End;
        End;
  Until Not Space;
End;

procedure Chapter2Help;    { Main routine of Chapter 2 }
begin  { Chapter2Help }
  case PageCountHelp of
      1 : Begin
            SaveScreen(40, 90, 660, 300);
            DrawAndWriteHelp(100, 130, 500, 140, False,'',0, 1);
          End;
      2 : Begin
            SaveScreen(40, 90, 660, 300);
            DrawAndWriteHelp(100, 130, 500, 140, False,'',0, 3);
          End;
     14 : Begin
            SaveScreen(40, 90, 660, 300);
            DrawAndWriteHelp(100, 130, 500, 140, False,'',0, 7);
          End;
     15 : Begin
            SaveScreen(40, 90, 660, 300);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DrawAndWriteHelp(100, 130, 500, 140, False,'',0, 8);
          End;
      17 : Begin
            SaveScreen(40, 90, 660, 300);
            DrawAndWriteHelp(100, 130, 500, 140, False,'',0, 4);
          End;
      18 : Begin
            SaveScreen(40, 90, 660, 300);
            DrawAndWriteHelp(100, 130, 500, 140, False,'',0, 5);
          End;
      19 : Begin
            SaveScreen(40, 90, 660, 300);
            DrawAndWriteHelp(100, 130, 500, 140, False,'',0, 6);
          End;                                                    |
       End; { case }
  If KeyHelp then Begin;
     RestoreScreen;
     Wait(100,330,'Esc = ออกจากบทเรียน    PgUp = กลับไปหน้าที่แล้ว        PgDn = ไปหน้าถัดไป',False);
     Exit;
     End;
end;  { Chapter2Help }

procedure Chapter2Exe;    { Main routine of Chapter 2 }
begin  { Chapter2Help }
  InChoice := True;
  Repeat
    Space    := True;
    Esc      := True;
    Case PageCountHelp of
        1 : Begin
              If InChoice then SaveScreen(40, 90, 660, 300);
              DrawAndWriteHelp(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 9);
            End;
        6 : Begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            If InChoice Then SaveScreen(40, 90, 660, 300);
            DrawAndWriteHelp(40, 90, 620, 210, False, '', 0, 10);
          End;
      End; { case }
   If Choice then;
  Until Not Esc;
  RestoreScreen;
  Wait(100,330,'Esc = ออกจากบทเรียน   PgUp = กลับไปหน้าที่แล้ว      PgDn = ไปหน้าถัดไป',False);
  Exit;
end;  { Chapter2Help }

{=============================================================================}

Begin  { Main }
End.

/*****************************************************************************/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ดารณีภาร์ ลิ่มสุนันทวงศ์, ปิยะดา จอดเมืองหม, นันทิต พันธุยา, วิสิษฐ์ รัชตะวโรทัย " โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในด้านการเรียน-การสอน " ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง พ.ศ. 2533

ธีรพันธุ์ เวชกิจ, ปราโมทย์ จาระสมบูรณ์, สง่า คงสุพานิช "การทดลองสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอนสถิติเบื้องต้น " ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง พ.ศ. 2531

ทัศนีย์ ชังเทศและสมพง ชาวระยิ่ง การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพ ฯ พ.ศ. 2530

ดวงใจ วิสุทธิลและคณะ สถิติสุขุมวิท พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ ฯ พ.ศ. 2530

สวชัย นิศาลบุตร สถิติประยุกต์ สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ กรุงเทพ ฯ

ศิริชัย สงวนแก้ว นิตยสารคอมพิวเตอร์รีวิว "แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ปีที่ 8 ฉบับที่ 78 เดือนกุมภาพันธ์ 2534 หน้า 173 - 179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้