สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์

นาย ชาญชัย โกศลกิติวงศ์
นาย พัฒนันต์ บุญญานุพงศ์
นาย สิระ รัตนพล

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่
เลขทะเบียน 39877
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ค. 254
.b.....
.i.....
สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Software Package for Data Analysis in Nonparametric Statistics

Mr. Chanchai Kosolkitiwong

Mr. Phattanan Boonyanuphong

Mr. Sira Rattanapol

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

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์

โดย นายชาญชัย โกศลกิติวงศ์

นายพัฒนันต์ บุญญานุพงศ์

นายสิระ รัตนพล

ภาควิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. จีรพร ศรีสวัสดิ์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

(ผศ.วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี) **หัวหน้าภาควิชา**

คณะกรรมการปัญหาพิเศษ

(ดร. จีรพร ศรีสวัสดิ์) **ประธานกรรมการ**

(ผ.ศ. วีรศักดิ์ สุรพัฒน์) **กรรมการ**

(ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล) **กรรมการ**

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์
โดย นายชาญชัย โกศลกิติวงศ์
นายพัฒนันต์ บุญญานุพงศ์
นายสิระ รัตนพล
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. จีรพร ศรีสวัสดิ์
ภาควิชา สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาปัญหาพิเศษฉบับนี้ เพื่อสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูปนี้นำเสนอ 2 การทดสอบสมมติฐานหลัก สำหรับสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ คือ 1) การทดสอบการแจกแจง (เช่น การทดสอบไคสแควร์ การทดสอบของโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว การทดสอบของลิลลี่ฟอร์) และ 2) การทดสอบกรณีตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (เช่น การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน การทดสอบมัธยฐาน การทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ การทดสอบของมูด การทดสอบของซีเกล-ทูกี้)

โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดย ใช้โปรแกรมภาษาวิชวลเบสิกรุ่น 6.0 ซึ่งใช้ในการออกแบบการรับข้อมูล และแสดงผลลัพธ์ผ่านทางวินโดว์ และใช้ในการคำนวณค่าสถิติต่างๆ ในการทดสอบสมมติฐานสำหรับสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์แต่ละแบบ สำหรับการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ ทำโดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรมที่สร้าง กับตัวอย่างในหนังสือเกี่ยวกับ "สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์" นอกจากนี้คณะผู้จัดทำได้นำเสนอโปรแกรมสำเร็จรูปในรูปแบบที่มีวิธีการใช้ที่ง่ายและเป็นภาษาไทย สำหรับผู้ใช้ทั่วๆไป ซึ่งสามารถเลือกใช้วิธีการทดสอบแบบต่างๆได้ทั้งเมนูเลือก และแผนภาพทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	A Software Package for Data Analysis in Nonparametric Statistics
Name	Mr. Chanchai Kosolkotiwong
	Mr. Phattanan Boonyanuphong
	Mr. Sira Rattanapol
Special Project Advisor	Dr. Jeeraporn Srisawat
Department	Applied Statistics
Academic Year	2000

Abstract

The objective of this study is to develop a software package for Nonparametric Statistics. This software package includes two major topics in testing hypothesis of Nonparametric Statistics namely 1) Tests of Goodness of Fit (such as the Chi-Square Goodness of Fit test, the Kolmogorov Smirnov one sample test, the Lilliefors test) and 2) The case of two independent samples in testing hypothesis (such as the χ^2-test for two independent samples, the Median test, the Wilcoxon-Mann-Whitney test, the Randomization test for two independent samples, the Mood test, the Siegel-Tukey test for scale difference).

The computer program was written by using Visual Basic version 6.0 to design Window-based input/output and to calculate statistics for each testing hypothesis in Nonparametric Statistics. The program testing was obtained successfully through comparison results of executing program and examples in "Nonparametric Statistics" textbooks. In addition, we add a simple access method and present Thai language in our software package by providing both menu option and tree view for all tests.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ก็ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ จีรพร ศรีสวัสดิ์ ซึ่งได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง ตรวจทาน ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องของเนื้อหาเพื่อให้ได้เป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ แนะนำแหล่งความรู้ในการเรียน ตลอดจนการให้คำปรึกษา แนะนำในการเรียน และการทำงาน

สุดท้ายนี้ กราบเท้าขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ที่มอบทุกสิ่งเพื่อพวกเราเสมอมา

นายชาญชัย โกศลกิติวงศ์
นายพัฒนันต์ บุญญานุพงศ์
นายสิระ รัตนพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2. 1 การทดสอบสมมติฐานแบบไม่ใช้พารามิเตอร์	6
2.2 การทดสอบการแจกแจง	7
2.2.1 การทดสอบไคสแควร์สำหรับทดสอบการแจกแจง	7
2.2.2 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ	10
2.2.3 การทดสอบของลิลลี่ฟอร์	11
2.3 กรณีตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ	12
2.3.1 การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ	12
2.3.2 การทดสอบมัธยฐาน	14
2.3.3 การทดสอบแรนดอมไมเซชันสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม	16
2.3.4 การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์	17
2.3.5 การทดสอบของมูด	19
2.3.6 การทดสอบของซีเกล-ทูกี้	21
2.4 โปรแกรมภาษาที่ใช้สร้างโปรแกรมสำเร็จรูป	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 27

3.1.1 ศึกษาปัญหาคืออะไร 27

3.1.2 ศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหา 28

3.1.3 กำหนดขอบเขตของโปรแกรม 28

3.1.4 การพัฒนาและตรวจสอบโปรแกรม 29

3.1.5 สรุปผลการศึกษา 29

3.1.6 จัดทำรายงานการศึกษา 30

3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม 30

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์

4.1 การทดสอบไคสแควร์ 36

4.2 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ 40

4.3 การทดสอบของลิลลี่ฟอร์ 45

4.4 การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ 50

4.5 การทดสอบมัธยฐาน 54

4.6 การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ 58

4.7 การทดสอบแรนดอมไมเซชันสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม 65

4.8 การทดสอบของมูด 68

4.9 การทดสอบของซีเกล-ทูกี้ 71

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 75

5.2 ข้อเสนอแนะ 75

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้โปรแกรม 77

ภาคผนวก ข ตารางสถิติ 97

เอกสารอ้างอิง 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. หน้าต่างหลักของโปรแกรมภาษา Visual Basic	24
2. ToolBox	24
3. Form	25
4. Project Explorer	25
5. Properties	26
6. Code Editor	26
7. รูปหน้าจอแรกของโปรแกรม	78
8. แสดงเมนูของโปรแกรม	78
9. แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของ Tree View	81
10. Open Data	82
11. Save File	83
12. วิธีกรอกข้อมูลตัวแปรเดียว	84
13. วิธีกรอกข้อมูล 2 ตัวแปร	85
14. การกำหนดเซลล์	85
15. การกำหนดตัวแปร	86
16. แสดงการทดสอบไคสแควร์	87
17. แสดงการทดสอบโคลโมโกรอฟ	88
18. แสดงการทดสอบลิลลี่ฟอร์	89
19. แสดงเคล็ดลับการใช้งาน	90
20. แสดงการทดสอบไคสแควร์กรณี 2 กลุ่มอิสระ	91
21. แสดงการทดสอบมัธยฐาน	92
22. แสดงการทดสอบแรนดอมไมเซชั่น	93
23. แสดงการทดสอบวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์	94
24. แสดงการทดสอบมูด	95
25. แสดงการทดสอบของซีเกล ทูกี้	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ ถ้าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นจำนวนนับ หรือเป็นความถี่หรือลำดับที่ หรือในกรณีการวิเคราะห์ที่เป็นการอ้างอิงที่ไม่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ เช่น สมมติฐานเกี่ยวกับความเป็นสุ่ม และในกรณีที่ไม่แน่ใจว่าประชากรของตัวอย่างที่ถูกสุ่มมีการแจกแจงที่ไม่ทราบลักษณะที่แน่นอน ส่วนใหญ่แล้วจะนิยมใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ เพื่อเลี่ยงข้อกำหนดเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร อย่างไรก็ตามผู้วิจัยควรที่จะทดสอบการแจกแจงก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ จึงจะทำให้ผลวิเคราะห์ที่ได้มีความเชื่อถือมากขึ้น

เนื่องจากการวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติของประชากรก่อนที่จะเลือกใช้สถิติทดสอบมีความจำเป็น จึงมีผู้เสนอวิธีการทดสอบการแจกแจงไว้หลายวิธี เช่น การทดสอบไคสแควร์(The Chi-square Goodness of Fit Test) การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟสำหรับตัวอย่างชุดเดียว(The Kolmogorov-Smirnov One Sample Test) และการทดสอบของลิลลี่ฟอร์(The Lilliefors Test) แต่วิธีการทดสอบที่เสนอไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีเพียงวิธีเดียวคือ วิธีการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ซึ่งในขั้นตอนการวิเคราะห์ของโปรแกรมไม่ได้ให้ผู้ใช้ระบุค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ) แต่ใช้ค่าประมาณของ μ และ σ แทนคือ $\bar{X}$ และ S ซึ่งคำนวณได้จากตัวอย่าง ทั้งนี้ไม่ตรงตามข้อกำหนดของการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟที่กำหนดว่าจะต้องทราบค่าเฉลี่ยของประชากร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร อย่างไรก็ตามการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ ที่ไม่จำเป็นต้องระบุค่า μ หรือ σ มีผู้เสนอไว้คือ การทดสอบของลิลลี่ฟอร์ ซึ่งถูกปรับปรุงมาจากวิธีของโคลโมโกรอฟ สเมอร์นอฟ นอกจากนี้ โปรแกรมสำเร็จรูป SPSSมีนำเสนอเป็นภาษาอังกฤษ ซึ่งอาจไม่สะดวกต่อผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในปัญหาพิเศษฉบับนี้คณะผู้จัดทำจึงเสนอที่จะสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการทดสอบแบบต่างๆทุกแบบ เพื่อการทดสอบการแจกแจงแบบปกติในสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ เช่น การทดสอบไคสแควร์(The Chi-square Goodness of Fit Test) การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟสำหรับตัวอย่างชุดเดียว(The Kolmogorov-Smirnov One Sample Test) และการทดสอบของลิลลี่ฟอร์(The Lilliefors Test) และได้เพิ่มการทดสอบอื่นๆที่มีในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ แต่เนื่องจากจำนวนสถิติทดสอบในสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์มีจำนวนมากในขณะที่เวลาในการจัดทำปัญหาพิเศษมีจำกัด คณะผู้จัดทำจึงเสนอวิธีการทดสอบเพิ่มเฉพาะ การทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (The Case of Two Independent Sample) โดยการทดสอบต่าง ๆ ที่เสนอในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน คือ การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (The χ^2-test for two independent samples) การทดสอบมัธยฐาน (The Median test) การทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม (The randomization test for two independent samples) การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ (The Wilcoxon-Mann-Whitney test) การทดสอบของมูด (The Mood test) การทดสอบของซีเกล-ทูกี้ (The Siegel-Tukey test for scale difference)

นอกจากนี้โปรแกรมสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่เสนอเป็นภาษาไทย และมีวิธีการใช้ที่ง่าย และสะดวก ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้วิธีการทดสอบแบบต่างๆ ได้ทั้งจากเมนู หรือจากแผนภาพทรี (Tree view) พร้อมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ที่เข้าใจง่าย เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลแบบที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (สำหรับการทดสอบที่เสนอ) ได้สะดวกมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

เพื่อสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแบบที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ เฉพาะบางการทดสอบเบื้องต้น ดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจง(Test of Goodness of Fit) ซึ่งเน้นการทดสอบการแจกแจงแบบปกติซึ่งมีการทดสอบดังต่อไปนี้

- การทดสอบไคสแควร์(The χ^2-test for two Independent Samples)
- การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว(The Kolmogorov-smirnov One Sample test)
- การทดสอบของลิลลี่ฟอร์ (The Lilliefors test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบสำหรับหัวข้อกรณี 2 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน (The case of two Independent Samples) ซึ่งเสนอการทดสอบดังต่อไปนี้

- การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (The χ^2 –test for two Independent Samples)
- การทดสอบมัธยฐาน (The Median test)
- การทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม (The Randomization test for two Independent Samples)
- การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ (The Wilcoxon-Mann-Whitney test)
- การทดสอบของมูด (The Mood test)
- การทดสอบของซีเกล-ทูกี้ (The Siegel-Tukey test for Scale Difference)

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

การวิเคราห์ข้อมูลแบบที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งจัดเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจง (The Test of Goodness of Fit)
2. การทดสอบตัวอย่าง 1 กลุ่ม (The Test of Single Sample)
3. การทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (The test of two related samples)
4. การทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความเป็นอิสระกัน(The test of two independent samples)
5. การทดสอบตัวอย่าง k กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน(The test of k related samples)
6. การทดสอบตัวอย่าง k กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน(The test of k independent samples)

เนื่องจากจำนวนวิธีการทดสอบในหัวข้อต่าง ๆ ดังกล่าวมีเป็นจำนวนมากและข้อจำกัดด้านเวลาในการศึกษาปัญหาพิเศษ คณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษจึงเสนอเฉพาะบางการทดสอบที่เป็นพื้นฐาน หรือจำเป็น (ดังเหตุผลที่เสนอไว้ในหัวข้อ 1.1)ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดสอบการแจกแจง (The Test of Goodness of Fit)
   - การทดสอบไคสแควร์(The χ^2-test for two Independent Samples)
   - การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟสำหรับตัวอย่างชุดเดียว(The Kolmogorav-Smirmov One Sample test)
   - การทดสอบของลิลลี่ฟอร์ (The Lilliefors test)
2. การทดสอบกรณีตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (The test of two Independent Samples)
   - การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (The χ^2 –test for two Independent Samples)
   - การทดสอบมัธยฐาน (The Median test)
   - การทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม (The Randomization test for two Independent Samples)
   - การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ (The Wilcoxon-Mann-Whitney test)
   - การทดสอบของมูด (The Mood test)
   - การทดสอบของซีเกล-ทูกี้ (The Siegel-Tukey test for Scale Difference)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ในด้านผู้ใช้งานโปรแกรมเพื่อเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์
2. ประโยชน์ในด้านผู้ที่สนใจการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับใช้งานบน Windows ที่ง่ายและสะดวกทั้งการรับข้อมูล (input) การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลลัพธ์ (output)
3. ประโยชน์ในด้านผู้จัดทำเป็นการนำความรู้ด้านสถิติและด้านคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

1. ซอฟท์แวร์ (Software)

- วินโดว์ตั้งแต่รุ่น 95 (Windows 95 or Windows 2000)
- โปรแกรมภาษาวิชวลเบสิกรุ่น 6.0 (Visual Basic version 6.0)

2. ฮาร์ทแวร์ (Hardware)

- เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น 586 หรือ Pentium ขึ้นไป
- เครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทดสอบสมมติฐานแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Test)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเมื่อไม่ทราบแน่ชัดว่าประชากรมีการแจกแจงแบบใด และต้องการสรุปผลเกี่ยวกับการทดสอบสมมติฐานของประชากรนั้น เราอาจใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์(แทนสถิติที่ใช้พารามิเตอร์) ซึ่งมีข้อสมมติเพียงว่าประชากรต้องมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง อาจเรียกว่า การทดสอบสมมติฐานที่เป็นอิสระต่อการแจกแจง (Distribution free test) และเมื่อไม่ทราบการแจกแจงของประชากรจึงไม่ทราบ ค่าพารามิเตอร์ดังนั้นการทดสอบที่เกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์โดยตรงจึงไม่เกิดขึ้นแต่อาจทดสอบลักษณะของประชากรนั้นได้โดยไม่ต้องมีข้อความเกี่ยวกับพารามิเตอร์จึงเรียกชื่อว่า การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric test) การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์สามารถจะทำได้อย่างง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากต่างไปจากการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ คือเริ่มตั้งแต่

1. การตั้งสมมติฐานซึ่งต้องมีทั้ง H_0 และ H_1
2. การกำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบ (α)
3. การกำหนดตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสม (Test Statistic)
4. การหาอาณาเขตวิกฤต หรือคำนวณ P-value
5. การสรุปผล

และตัวอย่างที่ใช้มักเป็นตัวอย่างขนาดเล็ก นอกจากนี้อาจใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์กับข้อมูลที่มีค่าไม่เป็นตัวเลข เช่นมีค่าเป็นลำดับที่หรือเป็นความถี่ หรือข้อมูลที่วัดมาในหน่วยที่ไม่ชัดเจนพอที่จะวิเคราะห์แบบพารามิเตอร์

ดังนั้นการทดสอบแบบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์มีลักษณะสำคัญสรุปได้ดังนี้คือ

1. ไม่ต้องทราบถึงลักษณะการแจกแจงของประชากรที่แน่นอน (Distribution free)
2. ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อาจจะมีลักษณะเป็นข้อมูลจัดกลุ่ม หรือข้อมูลแบบเรียงลำดับ หรือข้อมูลเชิงปริมาณ
3. สามารถใช้วิเคราะห์ได้กับตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก

แม้การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์จะมีข้อดีหลายข้อ แต่ก็มีข้อเสียบ้างเช่นกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การใช้วิธีทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์กับข้อมูลซึ่งสามารถใช้วิธีแบบพารามิเตอร์ได้ถือว่าเป็นการสูญเสียสาระของข้อมูลคือ เดิมข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงปริมาณแปลงเป็นความถี่ , อันดับ
2. สำหรับตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ การทดสอบด้วยวิธีไม่ใช้พารามิเตอร์อาจเป็นงานใหญ่ที่ใช้เวลาและแรงงานการคำนวณมาก เนื่องจากการคำนวณจะซ้ำซาก
3. การทดสอบและตารางที่แสดงค่ามีนัยสำคัญมีมากมายและหลายแบบต่าง ๆ กันแล้วแต่ผู้คิดจึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดและมีข้อจำกัดต่าง ๆ มากมายทำให้ยุ่งยากในการใช้

2.2 การทดสอบการแจกแจง (Test of Goodness of Fit)

ปัญหาที่สำคัญทางสถิติประการหนึ่ง ก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะใช้การทดสอบแบบสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ (Parametric test) นักวิจัยควรทราบการแจกแจง (Distribution) ของประชากร เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา หรือวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป เช่น ในการวิจัยเรื่องที่ยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน ถ้าได้ข้อมูลตัวอย่างขนาดเล็ก ๆ จำนวนหนึ่งจากประชากรที่ไม่ทราบการแจกแจง ถ้านักวิจัยต้องการทดสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย (μ) ของประชากรและคิดที่จะใช้การทดสอบแบบที (t- test) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบที่สถิติที่ใช้พารามิเตอร์ที่นิยมใช้มาก แต่การทดสอบที จำเป็นต้องมีข้อกำหนดเบื้องต้นว่าประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติ(Normal distribution) ดังนั้นถ้าไม่แน่ใจว่าประชากรที่ตัวอย่างถูกสุ่มมามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ผู้วิจัยต้องทำการทดสอบการแจกแจงก่อนที่จะตัดสินใจใช้การทดสอบแบบสถิติที่ใช้พารามิเตอร์(เช่น t – test) หรือสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (ถ้าประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ) เพื่อที่จะได้วิเคราะห์ผลที่เชื่อถือได้

2.2.1 การทดสอบไคสแควร์สำหรับการทดสอบการแจกแจง (The Chi-Square Goofness of Fit test)

ตัวอย่าง 1 ชุด ที่มีขนาด N ถูกสุ่มจากประชากรที่ไม่ทราบการแจกแจงต้องการทดสอบว่าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐาน

H_0 : การแจกแจงของประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : การแจกแจงของประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อสมมติฐานเบื้องต้นระบุการแจกแจงของประชากรที่แน่ชัด (เช่นการแจกแจงแบบปกติ) จากข้อมูลตัวอย่างก็สามารถคำนวณหาความน่าจะเป็นที่ค่าข้อมูลจะมีค่าตกในกลุ่มต่าง ๆ ได้ เมื่อคูณด้วยจำนวนข้อมูลตัวอย่างทั้งหมด N แล้วก็จะได้จำนวนความถี่คาดหวังเมื่อสมมติฐานเบื้องต้นเป็นจริง และจากข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งบันทึกความถี่ที่สังเกตได้ ความถี่ทั้ง 2 ดังกล่าวในแต่ละกลุ่ม ควรมีจำนวนใกล้เคียงกัน เมื่อยอมรับ H_0

การแจกแจงปกติเป็นข้อมูลเชิงปริมาณชนิดต่อเนื่อง การจัดกลุ่มเป็นช่วงตัวเลขต่าง ๆ อาจจะต่างกันไปซึ่งอาจทำให้ยอมรับและปฏิเสธ H_0 ต่างกันในข้อมูลตัวอย่างชุดเดียวกัน ดังนั้นการจัดกลุ่มสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณชนิดต่อเนื่อง จึงเป็นปัญหาสำคัญของการทดสอบด้วยการทดสอบแบบไคสแควร์

แต่เนื่องจากประโยชน์ข้อหนึ่งของการทดสอบ คือ ในกรณีที่ H_0 ไม่สามารถระบุการแจกแจงที่สมบูรณ์ได้สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันนี้จากค่าสถิติที่สอดคล้องจากข้อมูลตัวอย่าง เช่นสมมติฐานดังนี้

H_0 : X มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : X ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ทราบกันทั่วไปว่า ฟังก์ชันการแจกแจงที่สมบูรณ์ของการแจกแจงแบบปกติ ต้องทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ในกรณีนี้ไม่ได้ระบุค่าเฉลี่ย หรือ ค่าความแปรปรวนใน H_0

การทดสอบด้วยไคสแควร์สามารถประมาณค่า μ และ σ^2 ด้วยค่า $\bar{x}$ และ S^2 ตามลำดับซึ่งจะทำให้ตัวสถิติทดสอบ χ^2 มี d.f. ลดลงไปอีกเท่ากับ 2 ในขณะที่การทดสอบอื่น ๆ ไม่สามารถทำได้ คือ ต้องระบุฟังก์ชันการแจกแจงที่สมบูรณ์

จากข้อดีของการทดสอบไคสแควร์ดังกล่าว จึงพยายามหาวิธีการจัดกลุ่มของข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อสามารถนำการทดสอบไคสแควร์ไปทดสอบการแจกแจงที่ต่อเนื่องให้มีอำนาจการทดสอบที่สูงขึ้น อำนาจการทดสอบที่ต่ำเนื่องจาก สูญเสียสาระที่สำคัญของข้อมูล คือ แทนที่จะใช้ข้อมูลด้วยค่าต่าง ๆ ที่เป็นปริมาณ แต่กลับจัดกลุ่มแล้วนับความถี่ที่ตกในกลุ่มไปวิเคราะห์ สำหรับกรณีที่จัดเป็น k กลุ่มที่มีความถี่คาดหวังเท่า ๆ กัน คือ $E_i = \frac{n}{k}$ for i = 1,2,3,..,k และ k ควรจะเลือกค่าที่ทำให้อำนาจการทดสอบมีค่าใกล้เคียง 0.5 ในทางปฏิบัติ Siegel แนะนำให้เลือกใช้ k ที่ทำให้ได้ค่า E_i มีค่าระหว่าง 6-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากปัญหาการจัดกลุ่มดังกล่าวแล้ว ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ใน H_0 (ในกรณีที่ H_0 ไม่สามารถระบุ F_X ที่สมบูรณ์) เช่น การทดสอบเกี่ยวกับการแจกแจงปกติ มักนิยมใช้ $\bar{x}$ และ S^2 เป็นตัวประมาณค่า μ และ σ^2 ตามลำดับ มีข้อแนะนำในการหาค่า $\bar{x}$ และ S^2 จากข้อมูลตัวอย่างดังนี้ Yule และ Kendall (1950) เสนอให้คำนวณจากข้อมูลดิบก่อนที่จะทำการจัดกลุ่ม เนื่องจากจะทำให้ค่าสถิติทดสอบ χ^2 ที่ต่ำกว่า

<u>สถิติที่ใช้ทดสอบ</u>

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

เมื่อ k = จำนวนกลุ่มต่าง ๆ ที่ข้อมูลตัวอย่างจัดเป็นกลุ่ม ๆ

O_i = ความถี่ที่สังเกตได้จากข้อมูลตัวอย่างกลุ่มที่ $i = 1,2,\ldots,k$

E_i = ความถี่ที่คาดหวังเมื่อ H_0 เป็นจริงจากกลุ่มที่ $i = 1,2,\ldots,k$

<u>การตัดสินใจ</u>

จากสูตรข้างต้น จะปฏิเสธสมมติฐาน เมื่อค่า χ^2 มีค่าใหญ่โดยอาณาเขตวิกฤตสามารถประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่ d.f. = k-1-m เมื่อ N มีขนาดใหญ่และ m = จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าสำหรับการทดสอบการแจกแจงตามสมมติฐาน

<u>หมายเหตุ</u>

การแจกแจงไคสแควร์ประมาณการแจกแจงของตัวสถิติทดสอบ χ^2 ดังกล่าวจะใช้เมื่อ N มีขนาดใหญ่ และ E_i , $i = 1,\ldots,k$ ควรมีค่าอย่างน้อย 5 ขึ้นไป ในกรณีที่ค่า E_i มีค่าน้อยกว่า 5 จำเป็นต้องปรับให้มีค่าตั้งแต่ 5 ขึ้นไป โดยรวมกลุ่มเข้าด้วยกัน ค่า E_i ที่มีค่าน้อยกว่า 5 ไม่ควรเกิน 20 % ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด และไม่มีเซลล์ใดที่มีค่า E_i น้อยกว่า 1 ในกรณีที่ไม่สามารถรวมกลุ่มได้ เนื่องจากความหมายจะเปลี่ยนไป จำเป็นต้องเพิ่มขนาด N ให้ใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว

(The Kolmogorov-Smirnov One Sample Test)

เป็นการทดสอบซึ่งแนะนำโดยขึ้นโดย Kolmogorov-Smirnov ใช้ได้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ การทดสอบนี้จะช่วยทำให้ทราบว่าการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาเหมือนกับการแจกแจงของประชากรที่สนใจหรือไม่ นั่นคือการทดสอบการแจกแจงนั่นเอง ซึ่งใช้เมื่อตัวแปรที่สนใจมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง และการทดสอบนี้จะมีอำนาจการทดสอบมากกว่าการทดสอบไคสแควร์เพราะการทดสอบไคสแควร์จำเป็นต้องรวมกลุ่มเข้าด้วยกันเมื่อ $E_i < 5$ ทำให้สูญเสียข้อมูลไป และการทดสอบนี้ใช้ได้ดีเมื่อ N เล็ก เช่น $N < 40$ ถ้ามากกว่านี้ควรใช้การทดสอบไคสแควร์

<u>สมมติฐาน</u>

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ สำหรับทุกค่าของ x

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ สำหรับบางค่าของ x

เมื่อ $F(x)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม

$F_0(x)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมตามทฤษฎีหนึ่ง ๆ เช่นฟังก์ชันของการแจกแจงปกติ

<u>วิธีการทดสอบ</u>

การทดสอบนี้จะทำการเปรียบเทียบฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลตัวอย่าง $S(x)$ กับ $F_0(x)$ ตามทฤษฎีอันหนึ่ง คือ พิจารณาจุดต่าง ๆ ของเส้นกราฟ $F_0(x)$ และ $S(x)$ ที่สร้างในรูปเดียวกันว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ ถ้ามีระยะห่างระหว่าง $F_0(x)$ และ $S(x)$ ที่จุดใด ๆ มากก็น่าจะสงสัยว่าตัวอย่านี้ไม่ได้มาจากประชากรที่มีฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมแบบ $F_0(x)$ ดังนั้น สถิติที่ใช้ทดสอบที่วัดความแตกต่างนั้นได้ คือ ค่า D

1. เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปหามาก
2. หาความถี่ของข้อมูลในแต่ละค่า
3. หาฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลตัวอย่าง คือ $S(x) = \frac{k}{N}$
4. หาฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมตามทฤษฎี คือ $F_0(x)$
5. เปรียบเทียบค่า $S(x)$ และ $F_0(x)$ แต่ละคู่
6. หาค่าสูงสุดของ $|F_0(x) - S(x)|$ คือ D
7. เปรียบเทียบค่า D กับค่า $D_{N,\alpha}$ จากตารางที่ ข.6 แสดงค่าวิกฤตของโคลโมโกรอฟ สเมอร์นอฟจะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า D สูงกว่าค่า D จากตารางที่ ข.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติที่ใช้ทดสอบ

$$D = Max\{|S(z_i) - F_0(z_i)|, |S(z_{i-1}) - F_0(z_i)|\}$$

เมื่อ $F_0(x)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมตามทฤษฎีหนึ่ง ๆ เช่น ฟังก์ชันการแจกแจงปกติ ที่ได้จากข้อมูลตัวที่ i

$S(z_i)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่างสุ่มขนาด N ที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างที่ i

$= \frac{f_c}{N}$ เมื่อ f_c คือความถี่สะสมของข้อมูลค่า Z ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ Z_i

$S(z_{i-1})$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่างสุ่มขนาด N ที่ได้จากข้อมูลตัวที่ i –1

ซึ่ง S(z) มักจะมีกราฟเป็นรูปขั้นบันได

ส่วน $F_0(z)$ ของการแจกแจงใด ๆ มักจะมีกราฟเป็นรูปเส้นต่อเนื่องที่มีความสูงไม่เกินค่า 1.0

การตัดสินใจ

นำค่า D นี้ไปเปรียบเทียบกับค่า D ในตารางที่ ข.6 ถ้าค่า D ที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต ก็ยอมรับ H_0 ดังนั้นอาณาเขตวิกฤตคือ $D > D_{\alpha,N}$ จากตารางที่ ข. 6

2.2.3 การทดสอบของลิลลี่ฟอร์ (The Lilliefors test)

ลิลลี่ฟอร์ได้ปรับปรุงการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ในกรณีที่ต้องการทดสอบเกี่ยวกับการแจกแจงปกติที่ไม่ได้ระบุค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อาจเรียกได้ว่าเป็น“ การทดสอบสำหรับการแจกแจงปกติ” การทดสอบของลิลลี่ฟอร์ จะมีลักษณะคล้ายการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ เพียงตารางค่าวิกฤตต่างกัน และลิลลี่ฟอร์ ได้ชี้ให้เห็นว่าการทดสอบของเขามีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบของไคสแควร์

วิธีการทดสอบ

การทดสอบของ ลิลลี่ฟอร์ จะเหมือนการทดสอบของ โคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟเกือบทุกประการยกเว้นการทดสอบของ ลิลลี่ฟอร์ จะต้องประมาณค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากข้อมูลตัวอย่าง

ด้วย สูตร $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}$

และ $s = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^{N} (X_i - \bar{X})^2}$

และแปลงค่า X_i เป็น Z_i ด้วยสูตร $z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s}$, i = 1,...,N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติที่ใช้ทดสอบ

การคำนวณหาสถิติทดสอบ จะคำนวณจากค่า Z_i แทน X_i ซึ่งเป็นข้อมูลดิบ นั้น คือ หาค่า $S(z_i) = \frac{f_c}{N}$ เมื่อ f_c = ความถี่สะสมของข้อมูลค่า Z ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ Z_i และคำนวณหาค่า $F_0(z_i)$ จากความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงปกติมาตรฐาน

$$D = \text{Max}\{|\ S(z_i) - F_0(z_i)\ |, |\ S(z_{i-1}) - F_0(z_i)\ |\}$$

การตัดสินใจ

นำค่า D นี้ไปเปรียบเทียบกับค่า D ในตารางที่ ข. 7

ใช้ ตารางที่ ข.7_1 ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยแต่ทราบค่าความแปรปรวน

ตารางที่ ข.7_2 ในกรณีทราบค่าเฉลี่ยแต่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน

ตารางที่ ข.7_3 ในกรณีไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน

ถ้าค่า D ที่ได้จากข้อมูลตัวอย่างมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต ก็ยอมรับ H_0

2.3 กรณีตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน (The case of two independent samples)

การศึกษาเกี่ยวกับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ของสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์แบ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับ ค่าสัดส่วน (เช่น การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน) ค่ากลาง (เช่น การทดสอบมัธยฐาน, การทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม, การทดสอบของวิลคอกซัน แมนวิทนีย์) การทดสอบการกระจาย (เช่น การทดสอบของมูด, การทดสอบของซีเกล-ทูลกี้) เป็นต้น

2.3.1 การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันหรือการทดสอบไคสแควร์เกี่ยวกับความเป็นเอกภาพของสัดส่วน(The χ^2 –test for two independent samples หรือ The χ^2-test of Homogeneity of Proportion)

การทดสอบไคสแควร์สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดแบบนามบัญญัติ เมื่อข้อมูลมาจากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันและภายในแต่ละกลุ่มมีลักษณะย่อยเก็บข้อมูลเป็นความถี่จากตัวอย่าง 2 กลุ่มนั้นในแต่ละลักษณะย่อย การทดสอบไคสแควร์นี้จะช่วยบอกให้ทราบว่ามีความแตกต่างกันในสัดส่วน(หรือเป็นเปอร์เซนต์ หรือความน่าจะเป็น)ของแต่ละลักษณะย่อยของ 2 กลุ่มประชากรนี้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล

ประกอบด้วยความถี่ที่สังเกตได้จากข้อมูลตัวอย่าง 2 ชุดขนาด n_1 และ n_2 ตามลำดับจำนวนข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ $N = n_1+n_2$ และจัดความถี่นี้ลงในตารางการจรณ์(Contingency table) ถ้าในแต่ละประชากรนั้นมีลักษณะย่อยที่สนใจ k ประเภท และให้ค่า O_{ij} แทนความถี่หรือ จำนวนค่าสังเกตจากลักษณะย่อยที่ j ของตัวอย่างชุดที่ i (i = 1,2)จะได้ตารางแสดงความถี่ที่สังเกตได้ดังนี้

ลักษณย่อย	1	2	.....	j	.....	k	
ตัวอย่าง 1	O11	O12	.....	O1j	.....	O1k	n1
2	O21	O22	.....	O1j	.....	O1k	n2
							N

สมมติฐาน

จะทดสอบว่ามีความแตกต่างของสัดส่วนในลักษณะย่อยต่าง ๆ ระหว่างประชากร 2 กลุ่มนี้หรือไม่ หรือมีความเป็นเอกภาพของสัดส่วนในแต่ละลักษณะย่อยของประชากรนี้หรือไม่

นั่นคือ $H_0 : P_{11} = P_{12}, P_{12}=P_{22}, \ldots, P_{1k}=P_{2k}$

หรือ $H_0 : P_{1j} = P_{2j}$ $(j = 1,2,\ldots,k)$

วิธีการทดสอบ

หลักการของการทดสอบนี้ คือ เปรียบเทียบความถี่จากการสังเกตได้กับความถี่คาดหวังตามทฤษฎี ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะเกิดความถี่คาดหวังนั้นเป็นไปตาม H_0 โดยใช้สถิติของการทดสอบดังนี้

สถิติที่ใช้ทดสอบ

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{k}\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$ ด้วย d.f. =(2-1)(k-1) สำหรับตารางการจรณ์ขนาด 2 × k (2 แถวนอนและ k แถวตั้ง)

เมื่อ O_{ij} = ความถี่ที่สังเกตได้จากแถวนอนที่ i และแถวตั้งที่ j ของตารางการจรณ์

E_{ij} = ความถี่ที่คาดหวังภายใต้ H_0 จากแนวนอนที่ i และแถวตั้งที่ j

$$Eij = \frac{(\text{ผลรวมของแถวนอนที่ i})(\text{ผลรวมของแถวตั้งที่ j})}{\text{จำนวนความถี่ทั้งหมด}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี k = 2 สถิติทดสอบ คือ $\chi^2 = \frac{N(|AD-BC|-\frac{N}{2})^2}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}$, df = 1 สำหรับตารางการจรณ์ชนิด 2×2 ถ้าให้ความถี่ที่สังเกตได้จากตาราง 2×2 ดังนี้

A	B	A+B
C	D	C+D
A+C	B+D	N

การตัดสินใจ

ใช้ค่า χ^2 ที่คำนวณได้จากข้อมูลตัวอย่างเปรียบเทียบกับค่า χ^2 จากการแจกแจงที่ d.f. = (k-1) ถ้าค่า χ^2 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า $\chi^2_{\alpha,(k-1)}$ จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α

2.3.2 การทดสอบมัธยฐาน(The Median test)

การทดสอบนี้ใช้ทดสอบว่าตัวอย่างอิสระ 2 ชุดที่มาจากประชากรที่มีการแจกแจงต่อเนื่อง 2 กลุ่มนั้นมีค่ากลางเท่ากันหรือไม่ เมื่อข้อมูลที่ใช้มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ ในการทดสอบด้วยวิธีนี้หลักการคือ ถ้าประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีมัธยฐานเท่ากัน จำนวนข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่ามัธยฐานของข้อมูลทั้งหมดควรจะมีจำนวนครึ่งหนึ่งในตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

ข้อมูล

ประกอบด้วยตัวอย่าง 2 ชุดที่เป็นอิสระกัน และมีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ

ให้ $X_1, X_2, \ldots, X_{n1}$ เป็นตัวอย่างขนาด n_1 จากประชากรที่ 1

ให้ $Y_1, Y_2, \ldots, Y_{n2}$ เป็นตัวอย่างขนาด n_2 จากประชากรที่ 2

โดยที่ n_1 ไม่จำเป็นต้องเท่ากับ n_2

ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ข้อมูลประกอบด้วย 2 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกันระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม
2. มาตรวัดของข้อมูลอย่างน้อยต้องเป็นแบบเรียงลำดับ
3. ค่าตัวแปรสุ่มต้องเป็นค่าที่ต่อเนื่อง
4. ถ้าประชากรทั้งสองนั้นมีค่ามัธยฐานเท่ากัน ดังนั้นในแต่ละประชากรความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตจะมีค่าสูงกว่าค่ามัธยฐานรวมจะมีค่าเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐาน

จะทดสอบว่าประชากรอิสระทั้งสองชุดมีค่ากลางเท่ากันหรือไม่โดยดูจากค่ามัธยฐาน

H_0 : ตัวอย่างทั้งสองชุดมาจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเท่ากัน

H_1 : ตัวอย่างทั้งสองชุดมาจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานไม่เท่ากัน

วิธีการทดสอบ

ทำตามขั้นตอนดังนี้

นำข้อมูลทั้ง $n_1 + n_2$ มารวมกันและ หาค่ามัธยฐานรวมจากข้อมูลที่รวมกัน

จากข้อมูลตัวอย่างแต่ละกลุ่ม หาจำนวนข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่ามัธยฐานรวม

และจัดลงในตารางดังนี้

	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	รวม
จำนวนข้อมูลที่มีค่ามากกว่ามัธยฐานรวม	A	B	A+B
จำนวนข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่ามัธยฐานรวม	C	D	C+D
	n1=A+C	n2=B+D	N

สถิติที่ใช้ทดสอบ

การทดสอบไคสแควร์ซึ่งได้จากค่าความแตกต่างของความถี่ที่สังเกตได้และความถี่ที่คาดหวังตาม H_0 นั้นคือความถี่ในเซลล์ A ควรมีค่า $= \frac{n_1}{2}$ และความถี่ในเซลล์ B ควรมีค่า $= \frac{n_2}{2}$ จะได้สูตรของ χ^2 – test ดังนี้ $\chi^2 = \frac{N(|AD - BC| - N/2)^2}{(A+B)(C+D)n_1 n_2}$ ซึ่ง χ^2 นี้จะมีการแจกแจงประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่ d.f. =1

การตัดสินใจ

ใช้ค่า χ^2 ที่คำนวณได้จากข้อมูลตัวอย่างเปรียบเทียบกับค่า χ^2 จากการแจกแจงที่ df = 1ถ้าค่า χ^2 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า $\chi^2_{\alpha,1}$ จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม(The Randomization test for two independent samples or The Permutation test)

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบที่มีประโยชน์และมีอำนาจการทดสอบมากของสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ใช้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันและมีขนาดตัวอย่างทั้งสองมีขนาดเล็ก

ข้อมูล

จะประกอบด้วยตัวอย่างสุ่มขนาด n_1 และ n_2 ของตัวแปร X และ Y คือ $X_1,X_2,\ldots,X_{n1}$ และ $Y_1,Y_2,\ldots,Y_{n2}$ และจะเรียกว่ากลุ่ม X และ Y ตามลำดับ

ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ตัวอย่างทั้ง 2 ชุดถูกสุ่มมาจากประชากรแต่ละชุดที่เป็นอิสระต่อกัน
2. นอกจากจะมีความเป็นอิสระภายในแต่ละกลุ่มแล้วยังต้องมีความเป็นอิสระระหว่างกลุ่มทั้งสองด้วย
3. มาตรวัดสำหรับข้อมูลอย่างน้อยต้องเป็นมาตรวัดแบบอันตรภาค

สมมติฐาน

ถ้าให้ $E(X)$ และ $E(Y)$ แทนค่าเฉลี่ยของประชากรจากกลุ่ม X และกลุ่ม Y ตามลำดับ

$H_0 : E(X) = E(Y)$ $\quad$ $H_1 : E(X) \neq E(Y)$

หรือ $H_0 : E(X) \leq E(Y)$ $\quad$ $H_1 : E(X) > E(Y)$

หรือ $H_0 : E(X) \geq E(Y)$ $\quad$ $H_1 : E(X) < E(Y)$

วิธีการทดสอบ

1. ถ้า H_0เป็นจริง นั้นคือ คะแนนจำนวน $n_1+ n_2$ มาจากประชากร กลุ่มเดี่ยวกันฉะนั้นคะแนนแต่ละค่าอาจจะมาจากกลุ่ม X หรือ Y ก็ได้เราสามารถกำหนดคะแนนแต่ละค่าให้อยู่ในกลุ่ม X หรือ Y ก็ได้ ซึ่งจะมีวิธีที่จะจัดคะแนนจำนวน n_1 ให้อยู่ในกลุ่ม X จากจำนวนคะแนนทั้งหมด $n_1+ n_2$จำนวนได้$\binom{n_1+n_2}{n_1}$ วิธีโดยแต่ละวิธีจะมีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กันให้ $\sum X$ = ผลรวมของคะแนนจากกลุ่ม X และ $\sum Y$ = ผลรวมของคะแนนจากกลุ่ม Y ดังนั้นถ้า H_0 เป็นจริงค่า $\sum X$ และ $\sum Y$ ควรมีค่าใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. อาณาเขตวิกฤต(ปฏิเสธ)จะประกอบด้วยจำนวนวิธีที่มีความแตกต่างระหว่างค่า $\sum X$ และ $\sum Y$ มากถ้ากำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบเท่ากับ α แล้วอาณาเขตวิกฤตจะประกอบด้วย $\alpha \binom{n_1+n_2}{n_1}$

สถิติที่ใช้ทดสอบ

ถ้า n_1 และ n_2 มีขนาดใหญ่การทดสอบแบบ แรนดอนไมเซชั่นจะทำได้ยากไม่สะดวกในทางปฏิบัติ แต่ถ้าอัตราส่วน $\frac{n_1}{n_2}$ เป็นดังนี้ $\frac{1}{5} \le \frac{n_1}{n_2} \le 5$ สามารถประมาณการแจกแจงด้วยการแจกแจง t ที่ระดับความเป็นอิสระเท่ากับ n_1+n_2-2 ดังนี้

$$t = \frac{\overline{X}-\overline{Y}}{\sqrt{\frac{\sum(Y-\overline{Y})^2+\sum(X-\overline{X})^2}{n_1+n_2-2}(1/n_1+1/n_2)}} \sim t_{n_1+n_2-2}$$

การตัดสินใจ

ใช้ค่า t ที่คำนวณได้จากข้อมูลตัวอย่างเปรียบเทียบกับค่า t จากการแจกแจงที่ df = n_1+n_2-2 ถ้าค่า $|t|$ ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า $t_{1-\alpha/2}$ จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α

2.3.4 การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์(The Wilcoxon – Mann –Whitney Test or The Wilcoxon Rank Sum test)

การทดสอบนี้มักนิยมใช้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้การทดสอบแบบที ในสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ หรือเมื่อข้อมูลมีมาตรวัดต่ำกว่าแบบอันตรภาค

ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ข้อมูลประกอบด้วยตัวอย่างสุ่มด้วยค่า $X_1, X_2, \ldots, X_{n1}$ จากประชากรที่ 1 และ ตัวอย่างสุ่มอีกหนึ่งชุดด้วยค่าสังเกต $Y_1, Y_2, \ldots, Y_{n2}$ จากประชากรที่สองที่เป็นอิสระกัน
2. ตัวอย่าง 2 ชุดนี้เป็นอิสระกัน
3. ค่าตัวแปรสุ่มมีค่าต่อเนื่อง
4. มาตรวัดอย่างน้อยเป็นแบบเรียงลำดับ
5. ฟังก์ชันการแจกแจงของสองประชากรต่างกันเฉพาะค่ากลางนั้นคือประชากรทั้งสองต้องมีการแจกแจงที่เหมือนกันต่างกันเฉพาะค่ากลางเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39877

สมมติฐาน

ถ้าให้ M_X และ M_Y แทนค่ามัธยฐานของประชากรที่ 1 และ ประชากรที่ 2 ตามลำดับ อาจทำการทดสอบ 2 หาง หรือ หางเดียวได้ดังนี้

$H_0: M_X = M_Y$

$H_1: M_X \neq M_Y$

หรือ $H_0: M_X \leq M_Y$

$H_1: M_X > M_Y$

หรือ $H_0: M_X \geq M_Y$

$H_1: M_X < M_Y$

วิธีการทดสอบ

1. คำนวณผลรวมของลำดับที่(Sum of ranks)ของข้อมูล X ในข้อมูลรวมทั้งหมดที่เรียงลำดับแล้วหรือ

$$S = \sum_{i=1}^{n_1} \text{Rank}(X_i)$$

2. ถ้า H_0 เป็นจริงในข้อมูลรวมทั้งหมดนั้นค่าผลรวมลำดับที่ของตัวอย่างชุดหนึ่งมีค่าที่ไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป

3. คำนวณค่า $T = S - n_1(n_1 + 1)/2$ ซึ่งหลักการในการหาอาณาเขตวิกฤตยังคงคล้ายการพิจารณาค่า S เนื่องจากค่า T มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับค่า S ดังนั้นค่า T ที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะทำให้ปฏิเสธ H_0 เพื่อยอมรับ H_1 แต่การสร้างตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นของค่า T จะง่ายขึ้นเมื่อค่าที่เล็กที่สุดของค่า $T = 0$

สถิติที่ใช้ทดสอบ

สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ $T = S - n_1(n_1 + 1)/2$

เมื่อS= ผลรวมลำดับที่ของตัวอย่างขนาด n_1 ในข้อมูลรวมทั้งหมดที่เรียงลำดับแล้วและ $T' = n_1n_2 - T$ นิยมเลือกใช้ค่าน้อยที่สุดระหว่าง T และ T' เป็นตัวสถิติทดสอบ

กรณีตัวอย่างใหญ่ กรณี n_1 หรือ $n_2 > 20$ สามารถประมาณการแจกแจงของสถิติ T ได้ด้วยการแจกแจงปกติด้วยตัวสถิติทดสอบ $Z = \dfrac{T - n_1n_2/2}{\sqrt{n_1n_2(n_1 + n_2 + 1)/2}} \sim N(0,1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดสินใจ

ใช้ตารางแสดงค่าวิกฤตของสถิติที่ใช้ทดสอบ H_0 ในตารางที่ ข.4

ในกรณีที่การทดสอบสองหางจะปฏิเสธ H_0 ถ้าพบว่าค่า T น้อยเกินไป หรือ ใหญ่เกินไป

อาณาเขตวิกฤต คือ $T < W_{\alpha/2}$ หรือ $T > W_{1-\alpha/2}$

เมื่อ $W_{1-\alpha/2} = n_1 n_2 - W_{\alpha/2}$

ในกรณีการทดสอบหางเดียวด้านน้อยกว่า จะปฏิเสธเมื่อพบว่าค่า T น้อยเกินไป

อาณาเขตวิกฤต คือ $T < W_{\alpha}$

ในกรณีการทดสอบหางเดียวด้านมากกว่า จะปฏิเสธเมื่อพบว่าค่า T มากเกินไป

อาณาเขตวิกฤต คือ $T < W_{1-\alpha}$ เมื่อ $W_{1-\alpha} = n_1 n_2 - W_{\alpha}$

2.3.5 การทดสอบของมูด(The Mood test)

ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ข้อมูลประกอบด้วยตัวอย่างสุ่ม 2 ชุด $X_1, X_2, \ldots, X_{n1}$ และ $Y_1, Y_2, \ldots, Y_{n2}$ จากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน และ $n_1 \leq n_2$
2. การแจกแจงของประชากรเป็นแบบต่อเนื่อง
3. ตัวอย่าง 2 กลุ่มต้องเป็นอิสระกัน
4. มาตราวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ
5. ประชากรทั้ง 2 เหมือนกัน ยกเว้นต่างกันในการกระจาย

สมมติฐาน

ให้ค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับการกระจายของประชากรที่ 1 และ 2 แทนด้วย σ_1 และ σ_2 ตามลำดับ โดยที่ σ ไม่จำเป็นต้องหมายถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเท่านั้น แต่หมายถึง การวัดการกระจาย

$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 \quad H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$

หรือ $H_0 : \sigma_1 \leq \sigma_2 \quad H_1 : \sigma_1 > \sigma_2$

หรือ $H_0 : \sigma_1 \geq \sigma_2 \quad H_1 : \sigma_1 < \sigma_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติที่ใช้ทดสอบ

$$M = \sum_{i=1}^{n_1} (r_i - \frac{N+1}{2})^2$$

เมื่อ $N = n_1 + n_2$

r_i = ลำดับที่ของค่าสังเกต X ค่าที่ i ในกลุ่ม X และ Y ที่นำมารวมกันแล้วเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

ค่า $\frac{N+1}{2}$ เป็นค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของข้อมูลทั้งหมด

ดังนั้นสูตรดังกล่าวจะแสดงถึงส่วนเบี่ยงเบนที่ลำดับที่ของค่า X_i แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของลำดับที่

ถ้า Y มีการกระจายมากกว่า X ($\sigma_1 < \sigma_2$) M จะมีค่าเล็ก

ถ้า X มีการกระจายมากกว่า Y ($\sigma_1 > \sigma_2$) M จะมีค่าใหญ่

ดังนั้นถ้าค่า M ที่น้อยเกินไปจะทำให้ปฏิเสธ H_0 ในสมมติฐานหางเดียวด้านซ้ายและแบบสองหาง ส่วนค่า M ที่ใหญ่เกินไปจะปฏิเสธ H_0 ในสมมติฐานด้านเดียวทางด้านขวาและแบบสองหาง

กรณีตัวอย่างใหญ่ ถ้า N > 30 ใช้สถิติทดสอบ $Z = \frac{M - E(M)}{\sqrt{V(M)}}$ แต่ N < 30แต่ไม่สามารถให้ตาราง ข.5 ได้

ให้ใช้ $$Z' = \frac{M - E(M)}{\sqrt{V(M)}} + \frac{1}{2\sqrt{V(M)}}$$

เมื่อค่าเฉลี่ย $$E(M) = \frac{n_1}{12}(N-1)(N+1)$$

ความแปรปรวน $$V(M) = \frac{n_1 n_2}{180}(N+1)(N-2)(N+2)$$

การตัดสินใจ

ใช้ตารางที่ ข.5 ซึ่งแสดงค่าวิกฤตที่ α = 0.005 , 0.025 , 0.05 , 0.10

สำหรับสมมติฐานแบบสองหางจะปฏิเสธ H_0 เมื่อระดับนัยสำคัญ $\cong \alpha$ เมื่อ

1. ค่า $M_{คำนวณ} \leq M'$ (ที่คอลัมน์ $\alpha = \frac{\alpha}{2}$ ทางซ้ายมือ)

หรือ 2. ค่า $M_{คำนวณ} \geq M''$ (ที่คอลัมน์ $1-\alpha = 1-\frac{\alpha}{2}$ ทางซ้ายมือ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสมมติฐานแบบหางเดียวด้านซ้าย ($H_0 : \sigma_1 \leq \sigma_2$)

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $M_{คำนวณ} \geq M''$ (ที่คอลัมน์ 1-α ทางขวามือ)

และยอมรับ $H_1 = \sigma_1 > \sigma_2$

สำหรับสมมติฐานแบบหางเดียวด้านขวา ($H_0 : \sigma_1 \geq \sigma_2$)

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $M_{คำนวณ} \leq M''$ (ที่คอลัมน์ α ทางซ้ายมือ)

และยอมรับ $H_1 = \sigma_1 < \sigma_2$

2.3.6 การทดสอบของซีเกล-ทูกี้ (The Siegel-Tukey test for Scale Difference)

การทดสอบนี้ใช้ในการทดสอบเกี่ยวกับการกระจาย และเหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะค่าผิดปกติ เช่น การทดสอบที่คาดหวังว่า ผลการทดลองจะทำให้ผู้ถูกทดลองแสดงผลทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุด ในขณะที่กลุ่มที่ควบคุมแสดงผลในลักษณะที่ปกติ เช่น การออกความเห็นเรื่องการเมืองอาจมีผลด้านที่เห็นด้วยอย่างมาก หรือ ต่อต้านอย่างรุนแรง เมื่อกลุ่มควบคุมแสดงความคิดเห็นเป็นกลาง ๆ ดังนั้น การทดสอบนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะที่ผิดปกติมาก

<u>ข้อกำหนดเบื้องต้น</u>

1. ตัวอย่างสุ่ม 2 ชุดถูกสุ่มจากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงต่อเนื่อง
2. ตัวอย่างสุ่มทั้ง 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกัน ทั้งระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม
3. มาตราวัดอย่างน้อยต้องเป็นแบบเรียงลำดับ
4. คาดหวังว่าประชากรกลุ่มหนึ่งจะมีการกระจายมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่งแต่ค่ามัธยฐานของ 2 ประชากรนั้นต้องเท่ากัน

<u>สมมติฐาน</u>

$H_0 : \sigma^2_X = \sigma^2_Y$ $\quad H_1 : \sigma^2_X \neq \sigma^2_Y$

หรือ $H_0 : \sigma^2_X \leq \sigma^2_Y$ $\quad H_1 : \sigma^2_X > \sigma^2_Y$

หรือ $H_0 : \sigma^2_X \geq \sigma^2_Y$ $\quad H_1 : \sigma^2_X < \sigma^2_Y$

เมื่อ X = กลุ่มทดสอบ

Y = กลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดสอบ

จะพิจารณาถึงการกระจายของกลุ่มหนึ่ง เพื่อเทียบกับอีกกลุ่มหนึ่ง โดยหวังว่าถ้า H_0 เป็นจริง ค่าตัวแปรจากกลุ่ม X และ Y ควรมีผลรวมลำดับที่ที่ใกล้เคียงกันในชุดข้อมูลของ X + Y เมื่อเรียงลำดับแล้วโดยพิจารณาว่าค่าที่มากที่สุดควรจะเป็นข้อมูลจากชุด X และ Y ค่าต่ำสุดก็ควรจะเป็นทั้งของ X และ Y และค่ากลาง ๆ ก็ควรเป็นทั้งของ X และ Y เช่นกัน

ดังนั้น จึงให้ลำดับที่ในข้อมูลชุด X+Y เพื่อแสดงถึงการเกิดค่าข้อมูลแบบสูงสุดหรือต่ำสุดแยกออกจากค่าปกติ และ 2 กลุ่มนี้มีค่ากลางที่เท่ากัน ดังนี้

ให้ อันดับที่ 1 แก่ ค่าน้อยสุด

อันดับที่ 2 แก่ ค่ามากที่สุด

อันดับที่ 3 แก่ ค่ามากที่รองลงมา

อันดับที่ 4 แก่ ค่าน้อยอันดับที่สอง

อันดับที่ 5 แก่ ค่าน้อยอันดับสาม

และต่อ ๆ ไป

ซึ่งจะได้ลำดับที่ ดังนี้ 1,4,5,8,9,....., $N = (n_1 + n_2)$,....,7,6,3,2

การลำดับที่ดังกล่าว จะคงแสดงค่าผิดปกติทางขวาสุดและซ้ายสุดได้ เพื่อแยกออกจากค่าปกติ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลจากกลุ่ม X ขนาด $n_1 = 7$ เป็นกลุ่มทดลองที่มีค่าผิดปกติ และ จากกลุ่ม Y ขนาด $n_2 = 6$ เรียงลำดับตามวิธีของ Siegel Tukey ได้ลำดับที่ ดังนี้

ค่าน้อยไปหามาก →

กลุ่ม	X	X	Y	X	Y	X	Y	Y	Y	X	Y	X	X
ลำดับ	1	4	5	8	9	12	13	11	10	7	6	3	2

หาผลรวมลำดับที่ของกลุ่ม X ; $\sum R(X_i) = 1+4+8+12+7+3+2 = 37$

หาผลรวมลำดับที่ของกลุ่ม Y ; $\sum R(Y_i) = 5+9+13+11+10+6 = 54$

ถ้า H_0 เป็นจริง ค่า $\sum R(X_i)$ และ $\sum R(Y_i)$ ควรมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ถ้า $H_1 : \sigma^2_X > \sigma^2_Y$ เป็นจริง คาดหวังว่า $\sum R(X_i)$ จะมีค่าน้อย แต่ $\sum R(Y_i)$ จะมีค่ามาก โดยเราใช้สถิติทดสอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติที่ใช้ทดสอบ

สถิติที่ใช้ทดสอบคล้ายของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ $T = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2}$

เมื่อ S = ผลรวมลำดับที่ของค่าที่สังเกตจากกลุ่ม X

$= \sum R(X_i)$

กรณีตัวอย่างขนาดใหญ่ เมื่อ n_1 และ $n_2 > 20$ สามารถใช้การแจกแจงปกติประมาณได้ด้วยสถิติทดสอบ คือ $Z = \frac{T - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \sim N(0,1)$

การตัดสินใจ

สามารถใช้ตารางที่ ข.4 โดย

ปฏิเสธ $H_0 : \sigma^2_X = \sigma^2_Y$ ยอมรับ $H_1 : \sigma^2_X \neq \sigma^2_Y$ เมื่อ T มีค่ามากเกินไปหรือ น้อยเกินไป คือ $T < W_{\alpha/2}$ หรือ $T < W_{1-\alpha/2}$

และ ปฏิเสธ $H_0 : \sigma^2_X \leq \sigma^2_Y$ ยอมรับ $H_1 : \sigma^2_X > \sigma^2_Y$ เมื่อ T มีค่า น้อยเกินไป คือ $T < W_\alpha$

และ ปฏิเสธ $H_0 : \sigma^2_X \geq \sigma^2_Y$ ยอมรับ $H_1 : \sigma^2_X < \sigma^2_Y$ เมื่อ T มีค่า มากเกินไป คือ $T < W_{1-\alpha}$

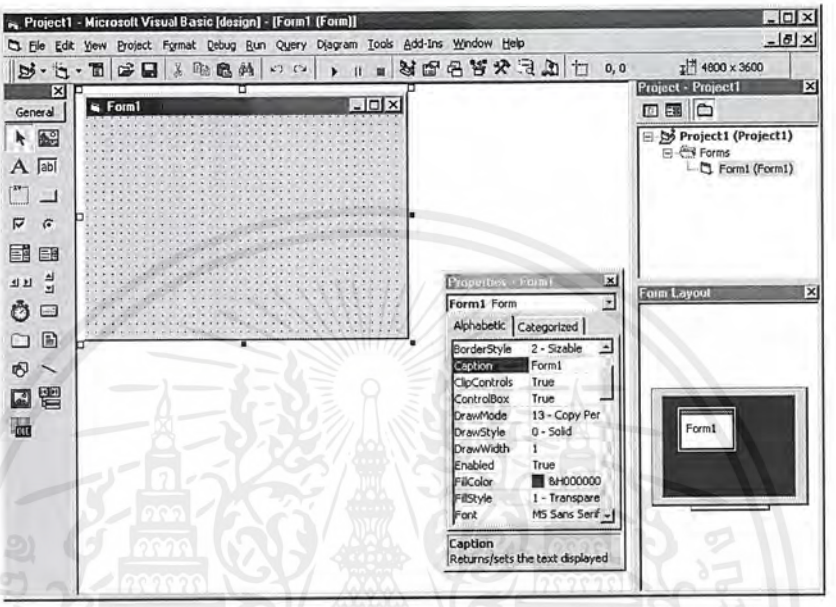
2.4 โปรแกรมภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป

Visual Basic 6.0 คือ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษา Basic(Beginner's All- Purpose Symoblic Instruction) ในอดีตโปรแกรมทำงานใน Text Mode จนกระทั่งเมื่อระบบปฏิบัติการ Windows ได้รับความนิยม ทำให้ Visual Basic ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อความสะดวกในการรับข้อมูล(input) และแสดงผล (output)บนวินโดว์(Windows) หรือเรียกว่า GUI (Graphic user interface) โดยในช่วงแรกจะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมบนวินโดว์ และหลังจากนั้น Visual Basicได้รับการพัฒนาขึ้นเรื่อยมาทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสามารถ และเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องมือตรวจแก้ไขโปรแกรม สภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดว์ย่อย(MDI) และ อื่น ๆ สำหรับ Visual Basic 6.0 นั้นได้เพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ท การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือ และการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 IDE (Integrated Development Environment)

IDEหรือ Integrated Development Environment หมายถึงสภาพแวดล้อมการทำงานในการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic เมื่อเปิดโปรแกรม Visual Basic ครั้งแรกโปรแกรมจะปรากฏหน้าจอ IDE ดังนี้



รูปที่ 1 หน้าจอหลักของโปรแกรมภาษา Visual Basic 6.0

2.4.2 ส่วนประกอบหลักของ IDE

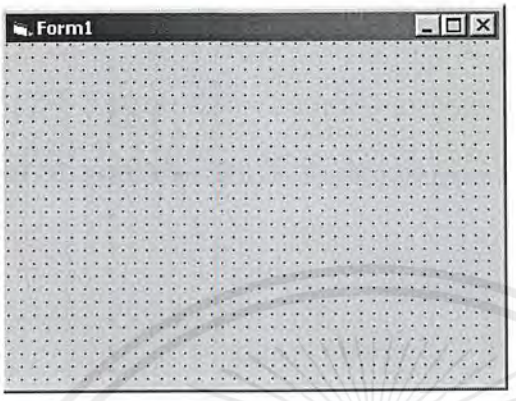
ส่วนประกอบหลักของ IDE คือ Toolbox , From , Project Explorer และ Code Editor ซึ่งแสดงไว้ในแต่ละวินโดว์ (Windows) ดังนี้

<u>ทูลบอกซ์</u> (Toolbox) เป็นกล่องเครื่องมือที่รวมออบเจ็ค (Objects) ต่าง ๆ ที่จะนำมาประกอบกันเป็นโปรแกรม หรือ แอพพลิเคชัน สำหรับติดต่อกับผู้ใช้ (หรือผู้เขียนโปรแกรม) แบบกราฟฟิก

รูปที่ 2 ToolBox

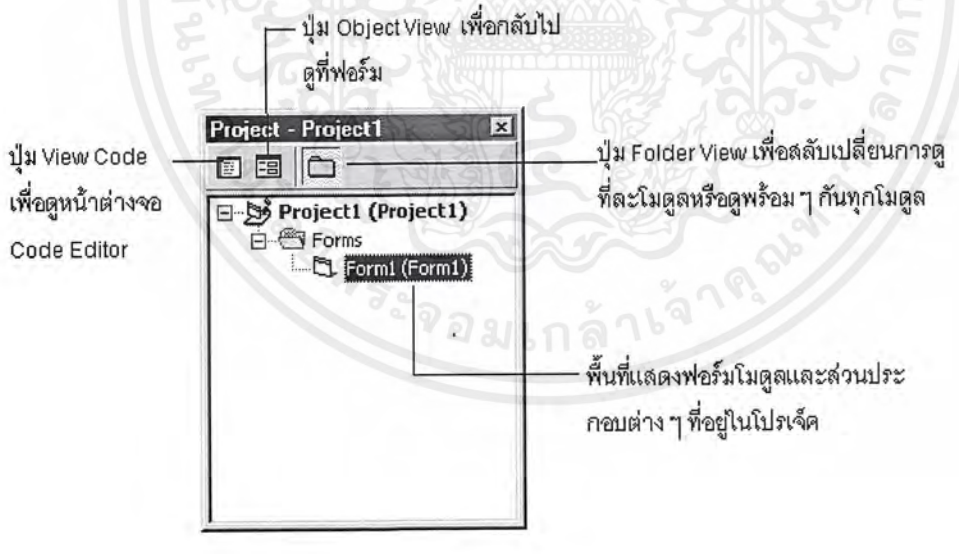
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วินโดว์ฟอร์ม</u> (From) เป็นวินโดว์หรือฟอร์มว่างสำหรับการสร้างองค์ประกอบของแอพพลิเคชัน โดยการนำออบเจ็คต่างมาใส่ในฟอร์ม



รูปที่ 3 Form

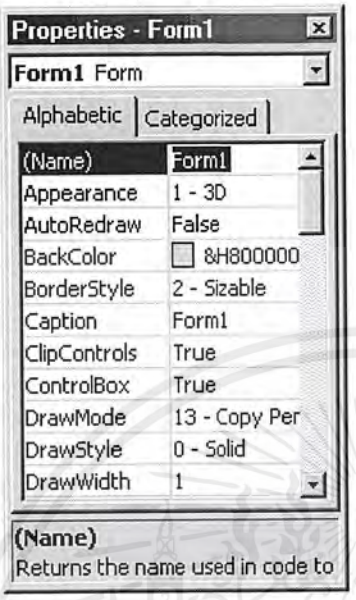
<u>หน้าต่างโปรเจ็กต์</u> (Project Explorer)



รูปที่ 4 Project Explorer

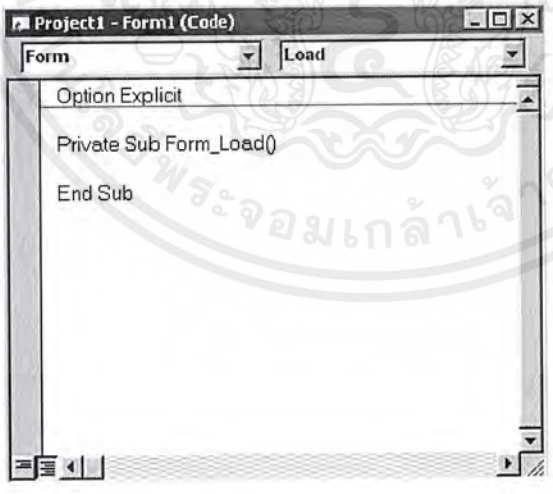
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วินโดว์ Properties</u> วินโดว์นี้จะแสดงคุณสมบัติทั้งหมดของออบเจ็คที่ถูกเลือกอยู่ การคลิกเลือก ที่ออบเจ็คใดในฟอร์มจะทำให้คุณสมบัติที่แสดงในวินโดว์ Properties เปลี่ยนไปตามออบเจ็คที่เลือก



รูปที่ 5 Properties

<u>วินโดว์ Code Editor</u> เป็นเนื้อที่สำหรับเขียนโปรแกรม เรียกขึ้นมาโดยใช้เมนู View ➢Code



รูปที่ 6 Code Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานของปัญหาพิเศษฉบับนี้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ

1. ศึกษาปัญหา
2. ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา
3. กำหนดขอบเขตของโปรแกรม
4. พัฒนาและตรวจสอบโปรแกรม
5. สรุปผลการศึกษา
6. จัดทำรายงาน

3.1.1 ศึกษาปัญหา

ปัญหาที่พบในเรื่องการทดสอบการแจกแจงแบบปกติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS คือ ผลการวิเคราะห์ที่ได้บางครั้งไม่ตรงกับที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ไม่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS พัฒนาการทดสอบการแจกแจงแบบปกติภายใต้ชื่อการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ(The Kolmokorov-Smirnov One Sample Test) ที่ไม่ต้องระบุค่าเฉลี่ย(μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(σ) เพราะโดยปกติการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟจะต้องระบุค่าเฉลี่ย(μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(σ) ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในผลการวิเคราะห์ดังกล่าวในโปรแกรมสำเร็จรูปควรมีวิธีการทดสอบการแจกแจงแบบปกติทุกแบบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นปัญหาเรื่องการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ไม่ได้เป็นภาษาไทย ซึ่งไม่สะดวกสำหรับผู้ใช้ทั่วๆไปดังนั้นจึงควรมีโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์และแสดงผลเป็นภาษาไทยโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหา

ปัญหาเรื่องการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีแนวทางการแก้ไขคือ ในโปรแกรมสำเร็จรูปควรมีวิธีทดสอบการแจกแจงแบบปกติทุกแบบเพื่อให้ผู้ใช้เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม แต่เนื่องจากผู้ใช้ไม่สามารถเพิ่มเติมข้อจำกัดดังกล่าวได้ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS จึงเสนอที่จะสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปที่โดยเน้นเฉพาะสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยเฉพาะการทดสอบการแจกแจงแบบปกตินี้

ปัญหาเรื่องการ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นภาษาอังกฤษของโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเช่น SPSS มีแนวทางการแก้ไขคือ สร้างโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีลักษณะการใช้งานคล้ายๆกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS แต่เป็นภาษาไทย พร้อมทั้งเพิ่มวิธีการใช้ที่ง่ายและสะดวก เช่น มีทั้งเมนูและแผนภาพทรี(Tree View)ให้เลือกใช้

3.1.3 กำหนดขอบเขตของโปรแกรม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสนอ “โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์” ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นภาษาไทยเพื่อให้ง่ายและสะดวกในการใช้งาน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินี้เน้นเฉพาะสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ แต่เนื่องจากจำนวนสถิติทดสอบในสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์มีเป็นจำนวนมากและเวลาที่กำหนดให้ศึกษามีจำกัด จึงพัฒนาโปรแกรมเฉพาะบางการทดสอบที่ใช้มากเพียง 2 หัวข้อ คือ

1. การทดสอบการแจกแจง แบ่งเป็น
   - การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (The Kolmokorov-Smirnov One Sample Test)
   - การทดสอบของลิลลี่ฟอร์ (The Lilliefors Test)
   - การทดสอบไคสแควร์ (The Chi-Square Goodness of Fit Test)
2. กรณี 2 กลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน แบ่งเป็น
   - การทดสอบไคสแควร์สำหรับ 2 กลุ่มตัวอย่างอิสระ (The χ^2 – Test For Two Independent Samples)
   - การทดสอบมัธยฐาน (The Median Test)
   - การทดสอบของวิลคอกซัน แมนวิทนีย์ (The Wilcoxon-Mann-Whitney Test)
   - การทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม (The Randomization Test For Two Independent Samples)
   - การทดสอบของมูด (The Mood Test)
   - การทดสอบของซีเกล-ทูกี้ (The Siegel-Tukey Test For Scale Difference)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การพัฒนาและตรวจสอบโปรแกรม

โปรแกรมสำเร็จรูปที่เสนอในปัญหาพิเศษนี้สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม วิชวลเบสิก 6.0 (Visual Basic 6.0) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดความต้องการของโปรแกรมที่จะทำการพัฒนาทั้งหมด เช่น
   - การนำเสนอมีขอบเขตเท่าใด
   - รูปแบบการนำเสนอ เช่น การใช้งานจะคล้ายกับโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS
2. ออกแบบการใช้งานโปรแกรม การรับข้อมูล และแสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์
   - ออกแบบการใช้งานโปรแกรมเป็นวินโดว์ที่มีเมนูให้เลือก รวมทั้งแผนภาพทรี(Tree View)ของวิธีการทดสอบต่างๆให้เลือกใช้
   - ออกแบบการรับข้อมูลซึ่งเน้นให้ผู้ใช้สามารถใส่ข้อมูลง่ายและสะดวก รวมทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลได้
   - ออกแบบการเก็บค่าจากตารางต่างๆ เช่น ตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน
   - ออกแบบผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ที่มีมากกว่าในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS
3. ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม (ดูอธิบายเพิ่มเติมในหัวข้อ 3.2)
4. การตรวจสอบโปรแกรม

การตรวจสอบผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ใช้วิธีการทดสอบเปรียบเทียบ ซึ่งลักษณะการเปรียบเทียบเป็นดังนี้

1.) เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่สร้างกับผลการวิเคราะห์ในหนังสือ "สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์"

2.) เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่สร้างกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ เช่น SPSS

จำนวนตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบจะใช้อย่างน้อย 1 ตัวอย่างในแต่ละวิธีการทดสอบเพื่อให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดทั้งในด้านการคำนวณ การรับข้อมูล (Input) และ การแสดงผลลัพธ์ (Output)

3.1.5 สรุปผลการศึกษา

หลังจากพัฒนาโปรแกรมตามหัวข้อที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตของการศึกษาและตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ขั้นต่อไปคือ การวิเคราะห์ผลของโปรแกรม โดยการนำตัวอย่างข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ เมื่อตรวจสอบผลว่าผลการวิเคราะห์ถูกต้องตรงกับตัวอย่างจากหนังสือที่นำมาเปรียบเทียบหรือไม่ ประมาณ 3-4 ตัวอย่างสำหรับแต่ละการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 จัดทำรายงานการศึกษา

ทำการรวบรวมเนื้อหาและข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ทำการศึกษาจัดทำเป็นรูปเล่มของรายงานที่เหมาะสม

3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมของปัญหาพิเศษฉบับนี้สำหรับแต่ละการทดสอบมีขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมดังต่อไปนี้

3.2.1 การทดสอบการแจกแจง

ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (The Kolmokorov-Smirnov One Sample Test)

1. รับค่าพารามิเตอร์ของประชากรที่จะทดสอบ คือ ค่าเฉลี่ย(μ) และความแปรปรวน(σ^2)
2. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
3. นำข้อมูลตัวอย่างที่จะวิเคราะห์มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก
4. คำนวณหาความถี่ของข้อมูลแต่ละค่า
5. คำนวณหาฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง S(x) โดยนำค่าความถี่ของข้อมูลแต่ละค่าหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด
6. แปลงข้อมูลแต่ละค่าให้เป็นค่ามาตรฐาน $Z_i = \frac{(x_i - \mu)}{\sigma}$
7. นำค่าZiที่ได้แต่ละค่าไปหาฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมตามทฤษฎี $F_0(x)$ โดยการค้นหาจากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน
8. คำนวณหาค่า $|S(X_i) - F_0(X_i)|$ และ $|S(X_{i-1}) - F_0(X_i)|$
9. หาค่าสถิติทดสอบจากค่าที่มากที่สุดระหว่าง $|S(X_i) - F_0(X_i)|$ และ $|S(X_{i-1}) - F_0(X_i)|$
10. หาค่าวิกฤติจากตารางที่ ข.6 ที่ระดับนัยสำคัญตามที่ผู้ใช้กำหนดมา
11. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างชุดนั้นไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ
12. แสดงผลลัพธ์จากการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีลิลลี่ฟอร์ (The Lilliefors Test)

1. รับค่าพารามิเตอร์ของประชากรที่จะทดสอบคือค่าเฉลี่ย(μ)และความแปรปรวน(σ^2)เพียงค่าใดค่าหนึ่ง หรือไม่ระบุเลยก็ได้
2. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
3. นำข้อมูลตัวอย่างที่จะวิเคราะห์มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก
4. คำนวณหาความถี่ของข้อมูลแต่ละค่า
5. คำนวณหาฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง S(x) โดยนำค่าความถี่ของข้อมูลแต่ละค่าหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด
6. ถ้าผู้ใช้ไม่ระบุค่า μ จะคำนวณจาก $\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$
7. ถ้าผู้ใช้ไม่ระบุค่า σ จะคำนวณจาก $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$
8. แปลงข้อมูลแต่ละค่าให้เป็นค่ามาตรฐาน $Z_i = \frac{(x_i - \mu)}{\sigma}$
9. นำค่าZiที่ได้แต่ละค่าไปหาฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมตามทฤษฎี $F_0(x)$ โดยการค้นหาจากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน
10. คำนวณหาค่า $|S(X_i) - F_0(X_i)|$ และ $|S(X_{i-1}) - F_0(X_i)|$
11. หาค่าสถิติทดสอบจากค่าที่มากที่สุดระหว่าง $|S(X_i) - F_0(X_i)|$ และ $|S(X_{i-1}) - F_0(X_i)|$
12. หาค่าวิกฤติจากตารางที่ ข.7 ที่ระดับนัยสำคัญตามที่ผู้ใช้กำหนด
13. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างชุดนั้นไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ
14. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีไคสแควร์ (The Chi-Square Goodness of Fit Test)

1. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
2. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร คือ ค่าเฉลี่ย(μ) และความแปรปรวน(σ^2)

   จากข้อมูลตัวอย่าง โดยคำนวณค่า $\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$ และ $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$
3. คำนวณหาจำนวนชั้นที่จะแบ่งกลุ่ม โดย จำนวนข้อมูลทั้งหมดหาร 5 (เพื่อที่จะให้แต่ละชั้นมีความถี่คาดหวังไม่ต่ำกว่า5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำนวณหาความน่าจะเป็นในแต่ละกลุ่ม(P_i)ซึ่งจะมีค่าเท่ากันคือ 1/จำนวนกลุ่ม
5. คำนวณหาช่วงของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม
6. หาความถี่ที่ข้อมูลตัวอย่างจะตกในแต่ละกลุ่ม (O_i) และ ความถี่คาดหวัง $E_i = N P_i$;
   N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด
7. คำนวณค่าสถิติทดสอบ $\chi^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
8. หาค่า df = จำนวนกลุ่ม –1 – 2
9. หาค่าวิกฤติจากตารางไคสแควร์ โดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ผู้ใช้กำหนด
10. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างชุดนั้นไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ
11. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

<u>ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีไคสแควร์สำหรับ 2 กลุ่มตัวอย่างอิสระ (The χ^2 – Test For Two Independent Samples)</u>

1. รับค่าจำนวนลักษณะย่อยต่างๆ โดยผู้ใช้เป็นผู้กำหนด
2. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
3. คำนวณหาความถี่ที่ข้อมูลตัวอย่างแต่ละกลุ่มจะตกอยู่ในแต่ละลักษณะย่อยต่างๆ
4. คำนวณค่าความถี่คาดหวังในแต่ละเซล(E_i) ซึ่งหาได้จาก (ผลรวมแถวนอนที่ ixผลรวมแถวตั้งที่ j)/ความถี่ทั้งหมด (N)
5. ตรวจดูว่าความถี่คาดหวังที่มีค่าน้อยกว่า5มีจำนวนมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนความถี่คาดหวังทั้งหมดหรือไม่ ถ้ามากกว่าจะต้องให้ผู้ใช้กำหนดกำหนดจำนวนลักษณะย่อยใหม่อีกครั้ง (เริ่มขั้นตอนที่1)
6. คำนวณค่าสถิติทดสอบโดยตรวจดูว่าจำนวนลักษณะย่อยมีค่าเท่ากับสอง หรือไม่ ถ้าเท่ากับสอง จะใช้สถิติทดสอบ $\chi^2 = \frac{N(|AD - BC| - N/2)^2}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}$

   และ df =1 แต่ถ้าไม่เท่ากับสอง จะใช้สถิติทดสอบ $\chi^2 = \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=1}^{k} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$

   df =k-1
7. หาค่าวิกฤติจากตารางไคสแควร์โดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ผู้ใช้กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีสัดส่วนในแต่ละลักษณะย่อยแตกต่างกัน
9. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีการทดสอบมัธยฐาน (The Median Test)

1. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
2. นำข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมารวมกัน ($N = n_1 + n_2$)
3. เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก
4. หาค่ามัธยฐานจากข้อมูลที่เรียงลำดับแล้ว
5. หาจำนวนข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่ามัธยฐานรวมจากตัวอย่างแต่ละกลุ่ม แล้วจัดลงในอาเรย์สองคูณสอง
6. คำนวณหาค่าสถิติทดสอบ $\chi^2 = \frac{N(|AD-BC| - N/2)^2}{(A+B)(C+D)n_1n_2}$
7. หาค่าวิกฤติจากตารางไคสแควร์โดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ผู้ใช้กำหนด
8. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีมัธยฐานแตกต่างกัน
9. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีการทดสอบวิลคอกซัน แมนวิทนีย์ (The Wilcoxon-Mann-Whitney Test)

1. ให้ผู้ใช้เลือกสมมติฐานและกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ
2. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
3. รวมข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเข้าด้วยกัน ($N = n_1 + n_2$)
4. เรียงลำดับข้อมูลตัวอย่างจากน้อยไปมาก
5. กำหนดค่าลำดับที่ให้กับข้อมูลที่เรียงลำดับแล้ว โดยตรวจดูว่าถ้าลำดับที่ข้อมูลมีค่าซ้ำกันจะต้องหาค่าเฉลี่ยลำดับที่ของข้อมูลที่ซ้ำกัน
6. หาผลรวมลำดับที่ของข้อมูลกลุ่มที่1 $S = \sum_{i=1}^{n_1} Rank(X_i)$
7. คำนวณค่าสถิติทดสอบ $T = S-(n_1(n_1+_1))/2$ และ $T' = n_1n_2-T$ โดยเลือกใช้ค่าที่น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ตรวจดูว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีกลุ่มใดที่มีจำนวนมากกว่า20ค่าหรือไม่ ถ้ามีจะประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน $Z = \dfrac{T - n_1 n_2 / 2}{\sqrt{\dfrac{n_1 n_2 (n_1 n_2 + 1)}{12}}}$
9. หาค่าวิกฤติโดยตรวจดูว่าสมมติฐานที่จะทดสอบเป็นแบบสองทางหรือไม่ ถ้าใช่จะใช้ค่าระดับนัยสำคัญหารสอง ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่จะใช้ตารางการแจกแจงปกติ ถ้าตัวอย่างมีขนาดเล็กจะใช้ตารางที่ ข.4
10. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีมัธยฐานแตกต่างกัน
11. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

<u>ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีการทดสอบแรนดอมไมเซชั่นสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม (The Randomization Test For Two Independent Samples)</u>

1. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
2. คำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูลตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม
3. คำนวณค่าสถิติทดสอบ $t = \dfrac{\overline{X} - \overline{Y}}{\sqrt{\dfrac{\sum (Y - \overline{Y})^2 + \sum (X_ \overline{X})^2}{n_1 + n_2 - 2} (1/n_1 + 1/n_2)}}$
4. หาค่าวิกฤติจากตารางการแจกแจงแบบที โดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ผู้ใช้เลือก และdf=n1+n2-2
5. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยต่างกัน
6. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

<u>ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีการทดสอบมูด (The Mood Test)</u>

1. ให้ผู้ใช้เลือกสมมติฐาน และ กลุ่มตัวอย่างที่จะทดสอบ
2. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
3. นำข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมารวมกัน ($N = n_1 + n_2$)
4. เรียงลำดับข้อมูลตัวอย่างจากน้อยไปมาก
5. กำหนดค่าลำดับที่ให้กับข้อมูลที่เรียงลำดับแล้ว
6. หาค่าสถิติทดสอบ $M = \sum_{i=1}^{n_1} \left(\dfrac{r_i - N + 1}{2}\right)^2$; r_i = ลำดับที่ของ X_i ในกลุ่ม n_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หาค่าวิกฤติโดยตรวจดูว่าถ้าข้อมูลมีจำนวนมากกว่า30จะใช้ $Z = \frac{M - E(M)}{\sqrt{V(M)}}$ ถ้าข้อมูลมีจำนวนมากกว่า20แต่น้อยกว่า30จะใช้ $Z' = \frac{M - E(M)}{\sqrt{V(M) + \frac{1}{2}\sqrt{V(M)}}}$

; $E(M) = \frac{n_1}{12}(N-1)(N+1)$, $V(M) = \frac{n_1 n_2}{180}(N+1)(N-2)(N+2)$

8. หาค่าวิกฤติโดยตรวจดูว่า สมมติฐานที่จะทดสอบเป็นแบบสองทางหรือไม่ ถ้าใช่จะใช้ค่าระดับนัยสำคัญหารสอง ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่จะใช้ตารางการแจกแจงปกติ ถ้าตัวอย่างมีขนาดเล็กจะใช้ตารางที่ ข.5
9. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแปนปรวนแตกต่างกัน
10. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

<u>ขั้นตอนของโปรแกรมสำหรับวิธีการทดสอบซีเกล-ทูกี้ (The Siegel-Tukey Test For Scale Difference)</u>

1. ให้ผู้ใช้เลือกสมมติฐาน และ กลุ่มตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ
2. รับค่าระดับนัยสำคัญ (α)
3. รวมข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเข้าด้วยกัน ($n_1 + n_2$)
4. เรียงลำดับข้อมูลตัวอย่างจากน้อยไปมาก
5. กำหนดค่าลำดับที่แบบซีเกล-ทูกี้ให้กับข้อมูลที่เรียงลำดับแล้ว
6. หาผลรวมลำดับที่ของข้อมูลกลุ่มที่1 $S = \sum_{i=1}^{n_1} Rank(X_i)$
7. คำนวณค่าสถิติทดสอบ $T = S-(n_1(n_1+1))/2$
8. ตรวจดูว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีกลุ่มใดที่มีจำนวนมากกว่า20ค่าหรือไม่ ถ้ามีจะประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน $Z = \frac{T - n_1 n_2 / 2}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 n_2 + 1)}{12}}}$
9. หาค่าวิกฤติโดยตรวจดูว่า สมมติฐานที่จะทดสอบเป็นแบบสองทางหรือไม่ ถ้าใช่จะใช้ค่าระดับนัยสำคัญหารสอง ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่จะใช้ตารางการแจกแจงปกติ ถ้าตัวอย่างมีขนาดเล็กจะใช้ตารางที่ ข.4
10. เปรียบเทียบค่าสถิติทดสอบกับค่าวิกฤติ หากค่าสถิติทดสอบมากกว่าค่าวิกฤติจะสรุปได้ว่าข้อมูลตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีมัธยฐานแตกต่างกัน
11. แสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลจากการคำนวณค่าต่างๆ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ให้ผลลัพธ์ของการคำนวณที่สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ เนื่องจากทางผู้จัดทำได้นำข้อมูลมาทำการทดสอบกับโปรแกรมแล้วได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังจะแสดงผลการคำนวณแยกเป็นหัวข้อดังนี้

4.1 การทดสอบไคสแควร์ (The Chi-Square Goodness of Fit Test)

การที่จะใช้การทดสอบแบบ Chi-Square จำเป็นต้องจัดข้อมูลตัวอย่างขนาด N ออกเป็นกลุ่มย่อยๆและบันทึกความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่ม โดยใช้การทดสอบแบบ Chi-Square จะดีเมื่อ N มีขนาดใหญ่และความถี่คาดหวัง (E_i)ควรมีค่าอย่างน้อย 5 ขึ้นไป ในกรณีที่ค่า E_i มีค่าน้อยกว่า 5 ไม่ควรเกิน 20% ของจำนวนเซลทั้งหมด และไม่มีเซลใดที่มีค่า E_i น้อยกว่า 1 ในกรณีที่ไม่สามารถรวมกลุ่มเข้าด้วยกันได้เนื่องจากความหมายจะเปลี่ยนไป จำเป็นต้องเพิ่มขนาดตัวอย่าง N ให้ใหญ่ขึ้น

<u>ตัวอย่าง</u>

นักสัตวบาลคนหนึ่งทำการศึกษาวิจัยถึงปริมาณน้ำนมวัวที่ได้จากแม่วัวในฟาร์มของเขาในรอบ 1 ปี โดยต้องการประมาณค่าการกระจายของน้ำนมที่ได้จากแม่วัวแต่ละตัวด้วยการสร้างช่วงความเชื่อมั่นของค่าความแปรปรวนของปริมาณน้ำนมที่ได้ ซึ่งต้องมีข้อกำหนดเบื้องต้นก่อนที่จะใช้ช่วงความเชื่อมั่นได้ คือปริมาณน้ำนมต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นเขาจึงต้องตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นนี้ก่อน เขาได้บันทึกปริมาณน้ำนมที่ได้จากการสุ่มแม่วัวมา 40 ตัว ที่มีอายุเท่ากันดังนี้

12.39	13.25	13.76	14.20	15.79	16.16	16.58	17.54	18.08	18.79
12.43	13.29	13.97	14.62	15.99	16.32	16.75	17.81	18.23	18.79
13.00	13.32	13.98	15.04	16.08	16.40	16.93	18.04	18.36	18.97
13.20	13.63	14.12	15.25	16.12	16.56	17.32	18.05	18.74	20.55

ตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

H_0 : ปริมาณน้ำนมจากวัวในฟาร์มนี้มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ปริมาณน้ำนมจากวัวในฟาร์มนี้ไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเราไม่ทราบค่า μ และ σ^2 จึงประมาณด้วย $\overline{X}$ = 15.96 และ S =2.144 และเลือกจัดกลุ่มเป็น 8 กลุ่มเนื่องจาก N = 40 ดังนั้นจะได้ความถี่คาดหวัง = 5 ในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.1 แสดงการหาค่า E_i

ปริมาณน้ำนมวัวที่ได้ X	ความถี่ที่ได้ O_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
< 13.49	7	0.80
13.49 – 14.51	6	0.20
14.52 – 15.26	3	3.20
15.27 – 15.95	1	1.80
15.96 – 16.64	8	0.80
16.65 – 17.39	3	0.80
17.40 – 18.42	7	0.80
≥ 18.43	5	0.00
รวม	40	8.40

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$= \frac{(7-5)^2}{5} + \frac{(7-5)^2}{5} + \ldots + \frac{(7-5)^2}{5} = 8.40$$

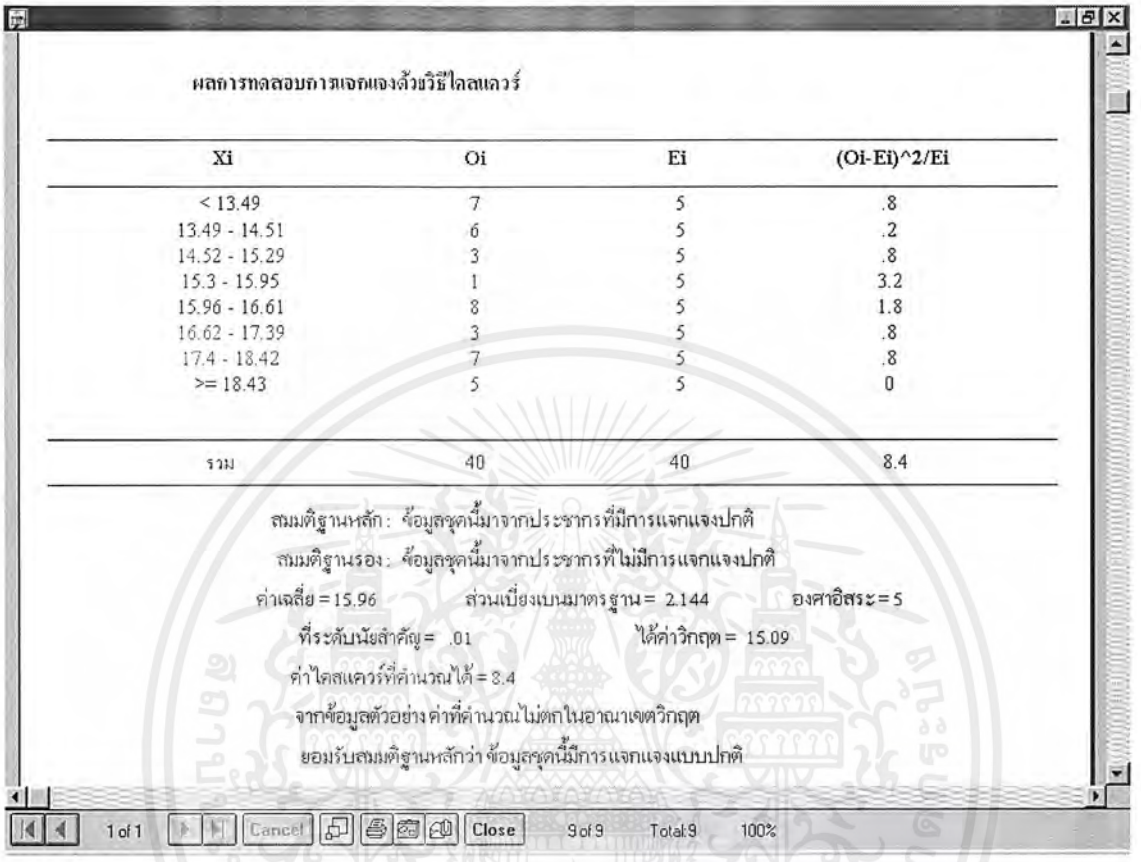
df = k – 1 – m = 8 – 2 – 1 = 5

จากตารางที่ ข.3 พบว่า ที่ d.f = 5 และ α = 0.01 ได้ χ^2 = 15.09 ดังนั้นอาณาเขตวิกฤตคือ χ^2 > 15.09

$\therefore$ จากข้อมูลตัวอย่าง เราได้ค่า χ^2 = 8.40 < 15.09 จึงไม่ตกในอาณาเขตวิกฤต จึงยอมรับ H_0 ว่าปริมาณน้ำนมจากวัวในฟาร์มนี้มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



ผลการทดสอบการแจกแจงด้วยวิธีไคสแควร์

Xi	Oi	Ei	(Oi-Ei)^2/Ei
< 13.49	7	5	.8
13.49 - 14.51	6	5	.2
14.52 - 15.29	3	5	.8
15.3 - 15.95	1	5	3.2
15.96 - 16.61	8	5	1.8
16.62 - 17.39	3	5	.8
17.4 - 18.42	7	5	.8
>= 18.43	5	5	0
รวม	40	40	8.4

สมมติฐานหลัก : ข้อมูลชุดนี้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ

สมมติฐานรอง : ข้อมูลชุดนี้มาจากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงปกติ

ค่าเฉลี่ย = 15.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 2.144 องศาอิสระ = 5

ที่ระดับนัยสำคัญ = .01 ได้ค่าวิกฤต = 15.09

ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้ = 8.4

จากข้อมูลตัวอย่าง ค่าที่คำนวณไม่ตกในอาณาเขตวิกฤต

ยอมรับสมมติฐานหลักว่า ข้อมูลชุดนี้มีการแจกแจงแบบปกติ

1 of 1 Cancel Close 9 of 9 Total 9 100%

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 1

12	15	19	25	31	23	14	16	26	24	39	14
22	48	46	41	25	34	39	42	36	32	28	11

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
Mean	27.583	27.583
SD	11.193	11.194
χ^2	2.25	2
$\chi^2_{0.01,1}$	6.63	6.63
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวอย่างที่ 2</u>

25	33	35	36	32	46	49	53	55	78
75	54	66	63	71	59	43	84	86	52
69	61	68	82	89	66	65	49	70	54

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
Mean	58.93	58.93
SD	17.062	17.062
χ^2	2.4	4
$\chi^2_{0.05,3}$	7.81	7.81
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบของ โคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ (The Kolmogorov-Smirnov Test)

การทดสอบนี้ใช้ได้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดอย่างน้อยเป็นแบบเรียงลำดับ(Ordinal Scale) และจะใช้เมื่อตัวแปรที่สนใจมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ซึ่งการทดสอบนี้จะมีอำนาจการทดสอบมากกว่าการทดสอบไคสแควร์ เพราะการทดสอบไคสแควร์จำเป็นต้องรวมกลุ่มกัน เมื่อ $E_i < 5$ ทำให้สูญเสียข้อมูลไป และการทดสอบนี้ใช้ได้ดีเมื่อ N เล็ก เช่น $N < 40$ ถ้า N มากกว่านี้ ควรใช้การทดสอบไคสแควร์

<u>ตัวอย่าง</u>

จงทดสอบว่าข้อมูลต่อไปนี้ที่ถูกสุ่มมาด้วยขนาด 36 มาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 85 และความแปรปรวน = 225 หรือไม่

58	78	84	90	97	70	90	86	82
59	90	70	74	83	90	76	88	84
68	93	70	94	70	110	67	68	75
80	68	82	104	92	112	84	98	98

สมมติฐานการทดสอบคือ

H_0 : ข้อมูลนี้มาจากการแจกแจงปกติ ด้วยค่าเฉลี่ย 85 และ $\sigma = 15$

H_1 : ข้อมูลนี้ไม่ได้มาจากการแจกแจงปกติ ด้วยค่าเฉลี่ย 85 และ $\sigma = 15$

เปลี่ยนค่าข้อมูลให้เป็นค่ามาตรฐาน Z ดังนี้

ที่ $X_1 = 58$, $Z_1 = -1.8$ และที่ i อื่นๆ คิดได้ทำนองเดียวกัน

คำนวณหาค่า $F_0(Z_i)$ จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน ได้พื้นที่ด้านซ้ายของ Z = -1.8 คือ $P(Z<-1.8) = 0.0359$ และที่ i อื่นๆ คิดได้ทำนองเดียวกัน

ส่วนค่า $S(Z_i) = K/n$ เช่น $S(Z_i) = 1/36 = 0.0278$ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการคำนวณ $|S(x_i) - F_0(x_i)|$ และ $|S(x_{i-1}) - F_0(x_i)|$

X	S(x)	F(X)	$\lvert S(x_i) - F_0(x_i)\rvert$	$\lvert S(x_{i-1}) - F_0(x_i)\rvert$
58	.0278	.0359	.0081	.0359
59	.0556	.0418	.0138	.0140
67	.0833	.1151	.0318	.0595
68	.1667	.1292	.0375	.0459
70	.2778	.1587	.1191	.0080
74	.3056	.2327	.0729	.0451
75	.3333	.2514	.0819	.0542
76	.3611	.2743	.0868	.0590
78	.3889	.3192	.0697	.0419
80	.4444	.3707	.0737	.0182
82	.5000	.4207	.0793	.0237
83	.5278	.4483	.0795	.0517
84	.6111	.4721	.1390	.0557
86	.6389	.5279	.1110	.0832
88	.6667	.5793	.0874	.0596
90	.7778	.6293	.1485*	.0374
92	.8056	.6808	.1248	.0970
93	.8333	.7019	.1314	.1037
94	.8611	.7257	.1354	.1076
97	.8889	.7881	.1008	.0730
98	.9167	.8078	.1089	.0811
104	.9444	.8980	.0464	.0187
110	.9722	.9525	.0197	.0081
112	1.0000	.9641	.0359	.0081

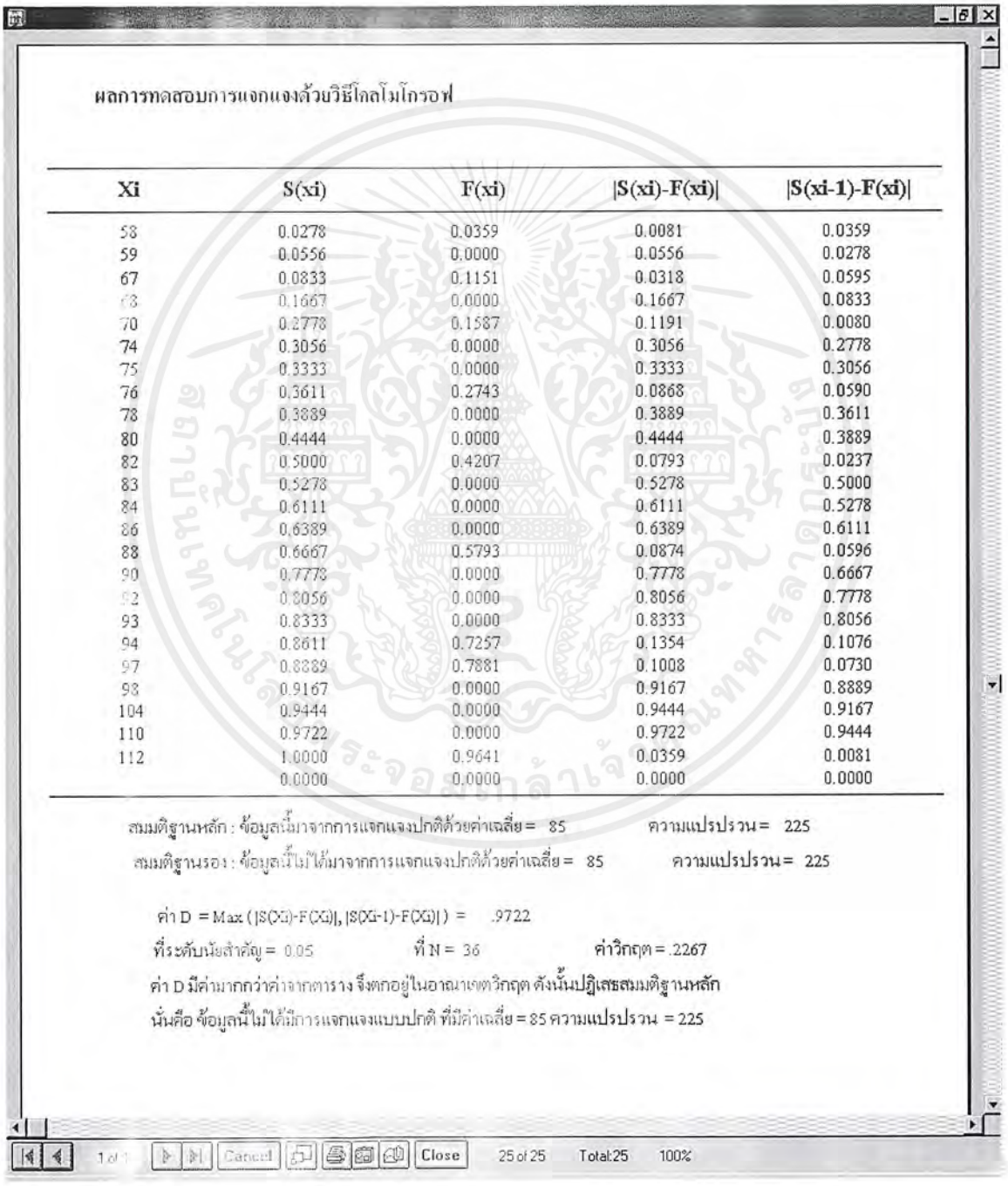
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า $D = \text{Max}\ (|S(x_i) - F_0(x_i)|, |S(x_{i-1}) - F_0(x_i)|) = 0.1485$

จากตารางที่ ข.6 ค่าวิกฤตที่ $N = 36$, $\alpha = 0.05$ ได้ค่าวิกฤต $= 0.2266$

ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ข้อมูลนี้มาจากการแจกแจงปกติ

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



ผลการทดสอบการแจกแจงด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ

Xi	S(xi)	F(xi)	|S(xi)-F(xi)|	|S(xi-1)-F(xi)|
58	0.0278	0.0359	0.0081	0.0359
59	0.0556	0.0000	0.0556	0.0278
67	0.0833	0.1151	0.0318	0.0595
68	0.1667	0.0000	0.1667	0.0833
70	0.2778	0.1587	0.1191	0.0080
74	0.3056	0.0000	0.3056	0.2778
75	0.3333	0.0000	0.3333	0.3056
76	0.3611	0.2743	0.0868	0.0590
78	0.3889	0.0000	0.3889	0.3611
80	0.4444	0.0000	0.4444	0.3889
82	0.5000	0.4207	0.0793	0.0237
83	0.5278	0.0000	0.5278	0.5000
84	0.6111	0.0000	0.6111	0.5278
86	0.6389	0.0000	0.6389	0.6111
88	0.6667	0.5793	0.0874	0.0596
90	0.7778	0.0000	0.7778	0.6667
92	0.8056	0.0000	0.8056	0.7778
93	0.8333	0.0000	0.8333	0.8056
94	0.8611	0.7257	0.1354	0.1076
97	0.8889	0.7881	0.1008	0.0730
98	0.9167	0.0000	0.9167	0.8889
104	0.9444	0.0000	0.9444	0.9167
110	0.9722	0.0000	0.9722	0.9444
112	1.0000	0.9641	0.0359	0.0081
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

สมมติฐานหลัก : ข้อมูลนี้มาจากการแจกแจงปกติด้วยค่าเฉลี่ย = 85 ความแปรปรวน = 225

สมมติฐานรอง : ข้อมูลนี้ไม่ได้มาจากการแจกแจงปกติด้วยค่าเฉลี่ย = 85 ความแปรปรวน = 225

ค่า D = Max (|S(Xi)-F(Xi)|, |S(Xi-1)-F(Xi)|) = .9722

ที่ระดับนัยสำคัญ = 0.05 ที่ N = 36 ค่าวิกฤต = .2267

ค่า D มีค่ามากกว่าค่าจากตาราง จึงตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต ดังนั้นปฏิเสธสมมติฐานหลัก

นั่นคือ ข้อมูลนี้ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ย = 85 ความแปรปรวน = 225

Cancel Close 25 of 25 Total:25 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

<u>ตัวอย่างที่ 1</u>

56 68 75 62 59 57 65 52 53 61

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
Mean	60	60
Var	81	81
D	0.187	0.1867
$D_{10,0.05}$	0.410	0.41
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

<u>ตัวอย่างที่ 2</u>

35 33 45 40 32 13 43 29

52 54 19 16 25 42 43 37

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
Mean	35	35
Var	25	25
D	0.294	0.294
$D_{16,0.01}$	0.392	0.392
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวอย่างที่ 3</u>

5	3	0	1	2	4	7	8	1
1	1	2	1	4	2	4	2	1

ตัวอย่างที่ 3	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
Mean	1.8	1.8
Var	4	4
D	0.289	0.289
$D_{18,0.1}$	0.278	0.278
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบลิลลีฟอร์ (The Lilliefors Test)

วิธีนี้ได้ถูกปรับปรุงมาจากการทดสอบของ Kolmogorov – Smirnov ในกรณีที่ต้องการทดสอบเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปกติ ที่ไม่ได้ระบุค่าเฉลี่ย(μ)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(σ) การทดสอบของ Lilliefors จะเหมือนการทดสอบ Komogorov – Smirnov เกือบทุกประการยกเว้น ต้องคำนวณหาค่าเฉลี่ย(μ)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(σ)ด้วย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1.กรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยแต่ทราบความแปรปรวน

2. กรณีที่ทราบค่าเฉลี่ยแต่ไม่ทราบความแปรปรวน

3. กรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน

<u>ตัวอย่าง</u>

ข้อมูลอายุของผู้เสียชีวิตเพศชายในสุสานแห่งหนึ่งใน Water Ross, Scotland จำนวน 117 คน ได้ถูกบันทึกไว้ และสุ่มมา 30 คน ได้ค่าอายุ(เรียงลำดับ) ดังนี้

11	13	14	22	29	30	41	41	52	55	56	59
65	65	66	74	74	75	77	81	82	82	82	82
83	85	85	87	87	88						

มีเหตุผลเพียงพอหรือไม่ ที่จะกล่าวว่าอายุของผู้เสียชีวิตมีการแจกแจงแบบปกติ

<u>วิธีทำ</u>

H_0 : อายุผู้เสียชีวิตมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : อายุผู้เสียชีวิตไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากข้อมูลตัวอย่างขนาด 30 คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้เท่ากับ 61.43 และ 25.04 แล้วเปลี่ยนค่าข้อมูลอายุ (X_i)ให้เป็นคะแนนมาตรฐาน Z_i ดังนี้

ที่ $x_1 = 11$, $z_i = (11 - 61.43)/25.04 = -2.014$ และที่ i อื่นๆคิดได้ทำนองเดียวกัน

คำนวณหาค่า $F_0(z_i)$ จากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน ได้พื้นที่ด้านซ้ายของ z = -2.014

คือ P(Z<-2.014) = 0.022 และที่ i อื่นๆ คิดได้ทำนองเดียวกัน

ส่วนค่า $S(z_i) = k/n$ เช่น $S(z_i) = 1/36 = 0.033$ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการคำนวณ $|F_0(z_i) - S(z_i)|$ และ $|F_0(z_i) - S(z_{i-1})|$

X_i	$S(z_i)$	$F(z_i)$	$\|F_0(z_i) - S(z_i)\|$	$\|F_0(z_i) - S(z_{i-1})\|$
11	.033	.022	.011	.022
13	.067	.026	.044	.007
14	.100	.029	.071	.038
22	.133	.058	.075	.042
29	.167	.098	.069	.035
30	.200	.105	.095	.062
41	.267	.207	.060	.007
52	.300	.353	.053	.086
55	.333	.399	.066	.099
56	.367	.414	.047	.081
59	.400	.461	.061	.094
65	.467	.556	.089	.156
66	.500	.572	.072	.105
74	.567	.692	.125	.192
75	.600	.706	.106	.139
77	.633	.733	.100	.133
81	.667	.782	.115	.149
82	.800	.794	.006	.127
83	.833	.805	.028	.005
85	.900	.827	.073	.006
87	.967	.846	.121	.054
88	1.000	.856	.144	.111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

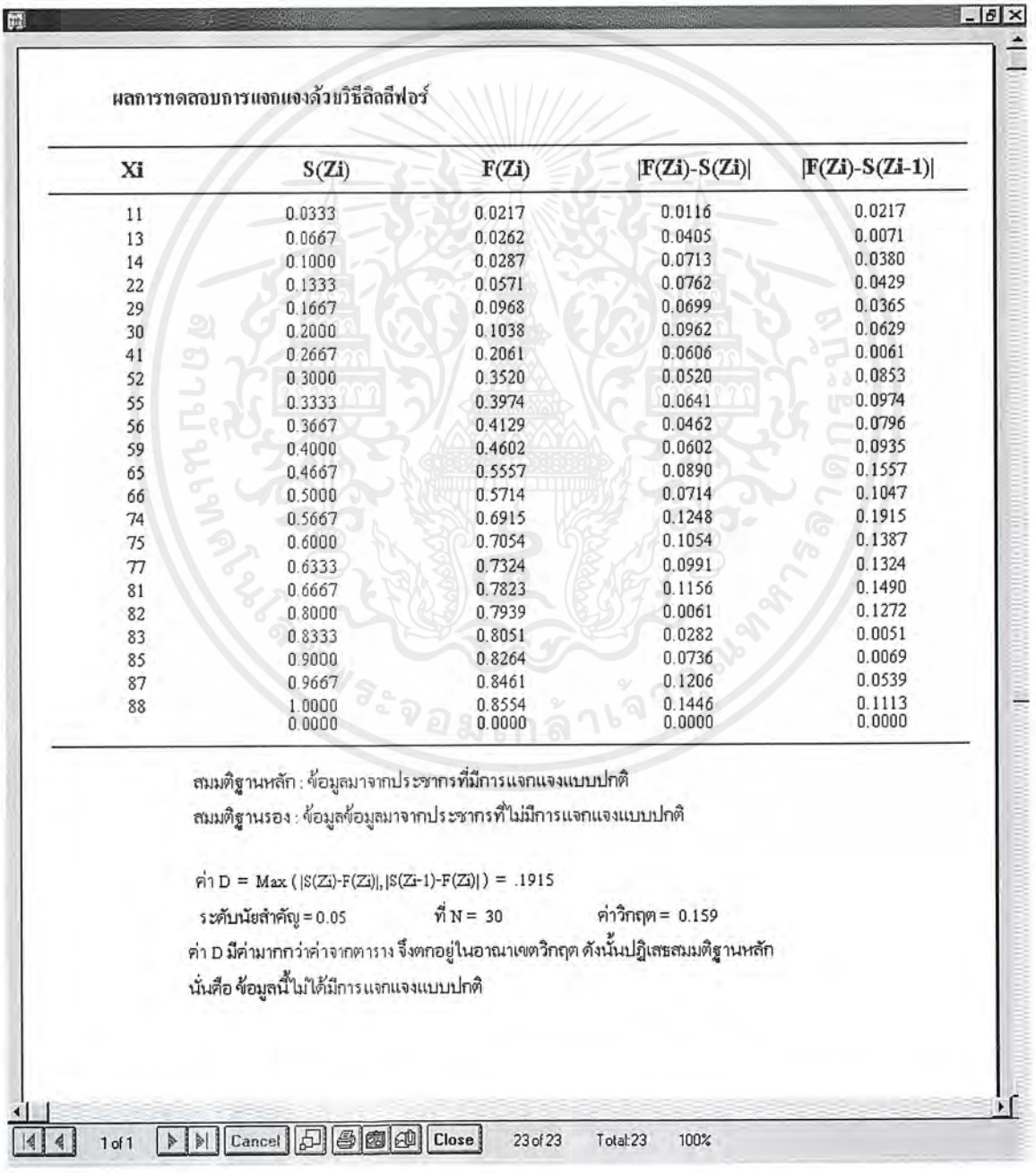
ค่า $D = \text{Max}\ |F_0(z_i) - S(z_i)|, |F_0(z_i) - S(z_{i-1})| = 0.192$

และหาค่าวิกฤตจากตารางที่ ข.7 ในกรณีที่ไม่ทราบค่า μ และ σ เมื่อกำหนด $N = 30, \alpha = 0.05$ ได้ ค่าวิกฤต $= 0.159$

ดังนั้นจึงตกในอาณาเขตวิกฤต ปฏิเสธ H_0

นั่นคือ อายุคนเสียชีวิตเพศชายของสุสานนี้ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



ผลการทดสอบการแจกแจงด้วยวิธีลิลลีฟอร์

Xi	S(Zi)	F(Zi)	|F(Zi)-S(Zi)|	|F(Zi)-S(Zi-1)|
11	0.0333	0.0217	0.0116	0.0217
13	0.0667	0.0262	0.0405	0.0071
14	0.1000	0.0287	0.0713	0.0380
22	0.1333	0.0571	0.0762	0.0429
29	0.1667	0.0968	0.0699	0.0365
30	0.2000	0.1038	0.0962	0.0629
41	0.2667	0.2061	0.0606	0.0061
52	0.3000	0.3520	0.0520	0.0853
55	0.3333	0.3974	0.0641	0.0974
56	0.3667	0.4129	0.0462	0.0796
59	0.4000	0.4602	0.0602	0.0935
65	0.4667	0.5557	0.0890	0.1557
66	0.5000	0.5714	0.0714	0.1047
74	0.5667	0.6915	0.1248	0.1915
75	0.6000	0.7054	0.1054	0.1387
77	0.6333	0.7324	0.0991	0.1324
81	0.6667	0.7823	0.1156	0.1490
82	0.8000	0.7939	0.0061	0.1272
83	0.8333	0.8051	0.0282	0.0051
85	0.9000	0.8264	0.0736	0.0069
87	0.9667	0.8461	0.1206	0.0539
88	1.0000	0.8554	0.1446	0.1113
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

สมมติฐานหลัก : ข้อมูลมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

สมมติฐานรอง : ข้อมูลข้อมูลมาจากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ค่า D = Max (|S(Zi)-F(Zi)|, |S(Zi-1)-F(Zi)|) = .1915

ระดับนัยสำคัญ = 0.05 ที่ N = 30 ค่าวิกฤต = 0.159

ค่า D มีค่ามากกว่าค่าจากตาราง จึงตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต ดังนั้นปฏิเสธสมมติฐานหลัก

นั่นคือ ข้อมูลนี้ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

1 of 1 Cancel Close 23 of 23 Total:23 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 1

23.00	23.00	24.00	27.00	29.00	31.00	32.00	33.00	33.00	35.00
36.00	37.00	40.00	42.00	43.00	43.00	44.00	45.00	48.00	48.00
54.00	54.00	56.00	57.00	57.00	58.00	58.00	58.00	58.00	59.00
61.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	68.00	68.00	70.00
73.00	73.00	74.00	75.00	77.00	81.00	87.00	89.00	93.00	97.00

H_0 : ข้อมูลนี้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวอย่างที่ 1	ผลจาก SPSS	ผลจากโปรแกรม
Mean	55.04	55.04
SD	19.0028	19
D	0.081	0.08
$D_{n,0.05}$	0.124	0.124
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 2

11.00	12.00	15.00	19.00	20.00	25.00	26.00	26.00	28.00	29.00
30.00	32.00	32.00	35.00	36.00	36.00	38.00	39.00	39.00	40.00
42.00	43.00	44.00	46.00	46.00	57.00	59.00	64.00	65.00	68.00

H_0 : ข้อมูลนี้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ย = 45

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
Mean	45	45
SD	40	40
D	0.323	0.32
$D_{n,0.05}$	0.236	0.236
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3

1	5	6	8	9	9	12	14	16	16
20	22	23	23	25	29	34	35	35	39

H_0 : ข้อมูลนี้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 6

ตัวอย่างที่ 3	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
Mean	19.05	19.05
SD	6	6
D	0.252	0.25
$D_{n,0.01}$	0.235	0.235
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 4

20	25	22	25	26	26	25	35	26	54
45	46	43	38	40	56	36	36	34	75
68	84	56	68	62	57	24	63	68	52

H_0 : ข้อมูลนี้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ

ตัวอย่างที่ 4	ผลจาก SPSS	ผลจากโปรแกรม
Mean	44.5	44.5
SD	18	18
D	0.149	0.148
$D_{n,0.01}$	0.159	0.159
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน(The Chi-Square for two Indepent Samples Test)

การทดสอบไคสแควร์สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดแบบนามบัญญัติ เมื่อข้อมูลมาจากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกันและภายในแต่ละกลุ่มมีลักษณะย่อยเก็บข้อมูลเป็นความถี่จากตัวอย่าง 2 กลุ่มนั้นในแต่ละลักษณะย่อย การทดสอบไคสแควร์นี้จะช่วยบอกให้ทราบว่ามีความแตกต่างกันในสัดส่วนของแต่ละลักษณะย่อยของ 2 กลุ่มประชากรนี้หรือไม่ เช่น สอบถามความคิดเห็นเรื่องกฎหมายการทำแท้งของนักการเมือง 2 พรรค ว่ามีความเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย หรือ ไม่มีความเห็น ซึ่งการทดสอบนี้จะช่วยบอกให้ทราบว่ามีความแตกต่างกันในสัดส่วนของความคิดเห็นต่อเรื่องนี้หรือไม่ระหว่างนักการเมือง 2 กลุ่มนี้ โดยจัดข้อมูลซึ่งประกอบด้วยความถี่ที่สังเกตได้จากข้อมูลตัวอย่าง 2 ชุดขนาด n1 และ n2 ตามลำดับ จำนวนข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ N = n1+n2 และจัดความถี่นี้ลงในตารางการจรณ์ (Contingency table)

ตัวอย่าง

ถ้าต้องการทดสอบว่าลักษณะความสูงของคน ซึ่งแยกเป็นสูงและเตี้ยจะมีผลแตกต่างกันหรือไม่ในเรื่องลักษณะเป็นผู้นำ จึงได้ทำการสำรวจโดยสุ่มตัวอย่างคนสูงมา 52 คน และคนเตี้ย 43 คน จากนั้นในแต่ละกลุ่มนำมาจำแนกว่า มีลักษณะเป็นผู้นำ เป็นผู้ตามและไม่แสดงออก กลุ่มละกี่คนปรากฏว่า ได้ข้อมูลดังตารางนี้

	เป็นผู้นำ	เป็นผู้ตาม	ไม่แสดงออก	
คนสูง	32	14	6	52
คนเตี้ย	12	22	9	43
	44	36	15	95

จงทดสอบสมมติฐาน ที่ระดับนัยสำคัญ = 0.01

วิธีทำ

H_0 : คนทั้ง 2 กลุ่ม คือ คนสูงและคนเตี้ย ไม่มีความแตกต่างกันในลักษณะผู้นำ

H_1 : คนทั้ง 2 กลุ่ม คือ คนสูงและคนเตี้ย มีความแตกต่างกันในลักษณะผู้นำ

ซึ่ง H_0 หมายถึง สัดส่วนของคนสูงที่เป็นผู้นำไม่แตกต่างจากสัดส่วนของคนเตี้ยที่เป็นผู้นำและสัดส่วนของคนสูงที่เป็นผู้ตามไม่แตกต่างจากสัดส่วนของคนเตี้ยที่เป็นผู้ตามและสัดส่วนของคนสูงที่มีลักษณะไม่แสดงออกไม่แตกต่างจากสัดส่วนของคนเตี้ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้การทดสอบไคสแควร์ เพราะเป็น 2 ตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน และข้อมูลที่ได้เป็นความถี่จัดลงในตารางการจรณ์ชนิด 2 คูณ 3

ต้องคำนวณหาความถี่คาดหวังในแต่ละเซล โดย

$$E_{ij} = \frac{(\text{ผลรวมของแถวนอนที่ i})(\text{ผลรวมของแถวตั้งที่ j})}{\text{ความถี่ทั้งหมด}}$$

ดังนั้นจะได้ค่าความถี่คาดหวังในแต่ละเซลดังนี้

	เป็นผู้นำ	เป็นผู้ตาม	ไม่แสดงออก	
คนสูง	24.1	19.7	8.2	52
คนเตี้ย	19.9	16.3	6.8	43

คำนวณค่า $\chi^2 = \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{3}\frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}}$

$$= \frac{(32-24.1)^2}{24.1} + \frac{(14-19.7)^2}{19.7} + \ldots + \frac{(9-6.8)^2}{6.8}$$

$$= 10.67$$

จากตารางการแจกแจงของ χ^2 ที่ d.f. = (k-1)

$$= 3\text{-}1 = 2$$

และที่ระดับนัยสำคัญ = 0.01

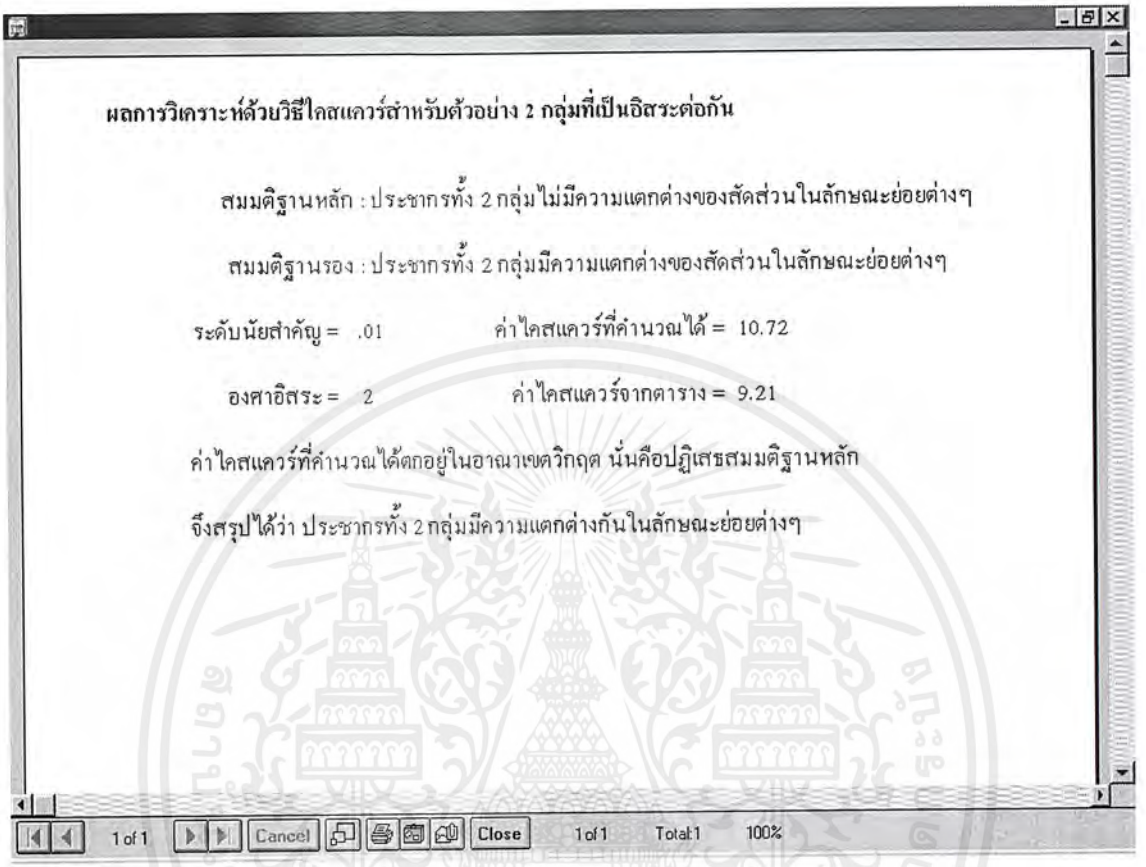
ที่ตาราง ข.3 ได้ $\chi^2_{0.01,2} = 9.21$

ค่า χ^2 จากข้อมูลตัวอย่าง > 9.21 นั่นคือ ปฏิเสธ H_0

สรุปได้ว่า คนสูงและคนเตี้ย มีความแตกต่างกันในลักษณะผู้นำที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



<u>ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ</u>

<u>ตัวอย่างที่ 1</u>

	ลักษณะที่ 1	ลักษณะที่ 2	ลักษณะที่ 3	
X	9	11	10	30
Y	5	14	6	25

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
χ^2_{cal}	2.054	2.05
$\chi^2_{0.01,2}$	9.21	9.21
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2

	ลักษณะที่ 1	ลักษณะที่ 2	ลักษณะที่ 3	
X	10	14	6	30
Y	4	12	9	25

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
χ^2_{cal}	2.88	2.89
$\chi^2_{0.05,2}$	5.991	5.99
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 3

	ลักษณะที่ 1	ลักษณะที่ 2	ลักษณะที่ 3	
X	12	14	3	29
Y	7	10	19	36

ตัวอย่างที่ 3	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
χ^2_{cal}	13.02	9.03
$\chi^2_{0.05,2}$	5.99	5.99
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบมัธยฐาน (The Median Test)

การทดสอบนี้ใช้ทดสอบว่าตัวอย่างอิสระ 2 ชุดที่มาจากประชากรที่มีการแจกแจงต่อเนื่อง 2 กลุ่มนั้นมีค่ากลางเท่ากันหรือไม่ เมื่อข้อมูลที่ใช้มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ ในการทดสอบด้วยวิธีนี้หลักการคือ ถ้าประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีมัธยฐานเท่ากัน จำนวนข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่ามัธยฐานของข้อมูลทั้งหมดควรจะมีจำนวนครึ่งหนึ่งในตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

<u>ตัวอย่าง</u>

เพื่อทดสอบคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากโรงเรียน 2 แห่งว่ามีค่ากลางแตกต่างกันหรือไม่ จึงสุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้ง 2 และบันทึกคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

โรงเรียนที่ 1 :	48	80	99	86	68	70	85	93	98	96
	75	81	32	92	96	64	79	97	76	80
โรงเรียนที่ 2 :	76	65	73	95	77	97	55	35	72	83
	70	65	86	60	62	90	71	65	89	71
	80	76	93	94						

สมมติฐานคือ

H_0 : นักเรียนจาก 2 โรงเรียนนี้มีค่ามัธยฐานของคะแนนไม่แตกต่างกัน

H_1 : นักเรียนจาก 2 โรงเรียนนี้มีค่ามัธยฐานของคะแนนแตกต่างกัน

จะใช้การทดสอบแบบมัธยฐานเนื่องจากเป็นกรณี 2 กลุ่มตัวอย่างอิสระต่อกันและต้องการทดสอบค่ากลาง นำคะแนนทั้ง 2 กลุ่มรวมกัน แล้วหาค่ามัธยฐานรวม = 78 จัดคะแนนออกเป็น 2 กลุ่มใหม่ดังนี้

	โรงเรียน 1	โรงเรียน 2	รวม
จำนวนที่มีค่ามากกว่ามัธยฐานรวม	13	9	22
จำนวนที่มีค่าน้อยกว่ามัธยฐานรวม	7	15	22
	20	24	44

เนื่องจาก N = 20+24 =44 มีค่าใหญ่ และเป็นการทดสอบ 2 หางดังนั้นจะใช้การทดสอบแบบไคสแควร์ ดังสูตร

$$\chi^2 = \frac{N(|AD - BC| - N/2)^2}{(A+B)(C+D)n_1 n_2}$$

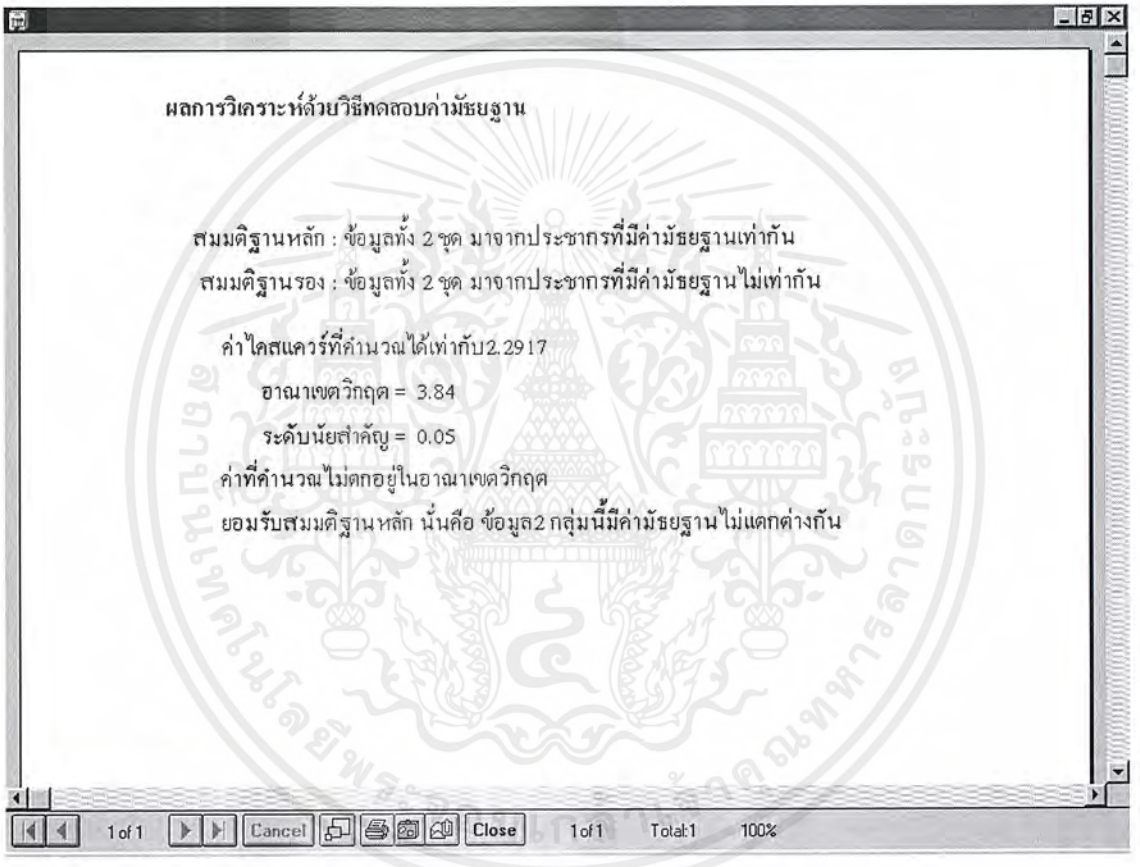
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{44(\,|(13)(15) - (9)(7)| - 22)^2}{(22)(22)(20)(24)} = 2.29$$

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่าวิกฤต χ^2 จากตารางที่ ข.3 = $\chi^2_{0.05,1} = 3.84$

ดังนั้นไม่ตกอาณาเขตวิกฤต จึงยอมรับ H_0

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 1

X : 17 15 4 10 22 17 13 23 27 7 4 3 25 26

Y : 25 15 18 9 6 24 28 21 19 20 18 20 19 11 5 12

$H_0 : M_X = M_Y$

$H_1 : M_X \neq M_Y$

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
χ^2_{cal}	1.205	1.21
$\chi^2_{0.05,1}$	3.84	3.84
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 2

X : 54 97 89 76 59 78 87 56 74 70 81 68 79 53 71

Y : 75 82 67 73 72 86 55 77 94 88 52 65

$H_0 : M_X = M_Y$

$H_1 : M_X \neq M_Y$

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
χ^2_{cal}	0.046	0.05
$\chi^2_{0.01,1}$	6.635	6.63
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3

X : 74 72 72 77 76 76 73 75 73 74 75 73

Y : 75 78 79 77 73 78 75 79 78 80 81 81

$H_0 : M_X = M_Y$

$H_1 : M_X \neq M_Y$

ตัวอย่างที่ 3	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
χ^2_{cal}	4.167	4.17
$\chi^2_{0.05,1}$	3.84	3.84
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ (The Wilcoxon – Mann Whitney Test)

การทดสอบนี้มักนิยมใช้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้การทดสอบแบบที ในสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ หรือเมื่อข้อมูลมีมาตรวัดต่ำกว่าแบบอันตรภาค โดยข้อมูลประกอบด้วยตัวอย่างสุ่มจากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน ตัวแปรสุ่มมีค่าต่อเนื่อง มีมาตรวัดอย่างน้อยเป็นแบบเรียงลำดับ ในกรณีที่ตัวอย่างขนาดเล็กจะใช้หลักการทดสอบของวิลคอกซัน แมนท์วิทนีย์ ในการหาอาณาเขตวิกฤตยังคงคล้ายการพิจารณาค่า S เนื่องจากค่า T มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับค่า S นั้นค่า T ที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะทำให้ปฏิเสธ H_0 เพื่อยอมรับ H_1 แต่การสร้างตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นของค่า T จะง่ายขึ้นเมื่อค่าที่เล็กที่สุดของค่า T = 0 ดังนั้นสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$T = S - n_1(n_1 + 1)/2$$

เมื่อ S = ผลรวมลำดับที่ของตัวอย่างขนาด n_1 ในข้อมูลรวมทั้งหมดที่เรียงลำดับแล้ว และ T' = $n_1n_2 - T$ นิยมเลือกใช้ค่าน้อยที่สุดระหว่าง T และ T' เป็นตัวสถิติทดสอบ

กรณีตัวอย่างใหญ่ กรณี n_1 หรือ $n_2 > 20$ สามารถประมาณการแจกแจงของสถิติ T ได้ด้วยการแจกแจงปกติด้วยตัวสถิติทดสอบ $Z = \dfrac{T - n_1n_2/2}{\sqrt{n_1n_2(n_1 + n_2 + 1)/2}} \sim N(0,1)$

<u>ตัวอย่าง</u>

ทดสอบความแข็งของเหล็กที่ได้จาก 2 แหล่งคือ A และ B ได้สุ่มตัวอย่างแหล่ง A มา 4ชิ้น และจากแหล่ง B มา 5 ชิ้น แล้วนำ 2 ชิ้นมาขัดถูกัน ดูว่าชิ้นใดมีร่องรอยเสียหายมากกว่า ให้เป็นชิ้นที่มีความแข็งน้อยกว่า ทำเช่นนี้กับตัวอย่างทั้ง 9 ชิ้น แล้วให้ลำดับที่ 1 แก่ชิ้นที่แข็งน้อยที่สุดจนถึงอันดับที่ 9 คือชิ้นที่แข็งที่สุด

ได้ข้อมูลดังนี้ A A A B A B B B B

ลำดับที่ 1 2 3 4 5 6 7 8 9

จงทดสอบสมมติฐานว่า เหล็กจากแหล่งทั้ง 2 มีความแข็งไม่แตกต่างกันที่ $\alpha = 0.05$

<u>วิธีทำ</u>

H_0 : ค่ามัธยฐานของความแข็งของเหล็กจาก 2 แหล่งไม่ต่างกัน

H_1 : ค่ามัธยฐานของความแข็งของเหล็กจาก 2 แหล่งต่างกัน

หาสถิติที่ใช้ทดสอบ T = $S - \dfrac{n_1(n_1 + 1)}{2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หา S จากแหล่ง A $= 1+2+3+5 = 11$

T $= 11 - 20/2$

$= 1$

หาค่าวิกฤตจากตารางที่ ข.4 เมื่อเป็นการทดสอบ 2 หางที่ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นหาค่าวิกฤตที่ค่า P = .025 $n_1 = 4$ และ $n_2 = 5$ ได้ค่าวิกฤต = 2

ดังนั้น $W_{\alpha/2} = 2$

หาค่า $W_{1-\alpha/2} = n_1 n_2 - W_{\alpha/2} = 4 * 5 - 2$

$= 18$

อาณาค่าวิกฤต คือ $T \leq 2$หรือ $T \geq 18$

T ข้อมูลจากตัวอย่าง = 1 จึงตกในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0

สรุปว่า เหล็กจาก 2 แหล่ง มีความแข็งไม่เท่ากัน

<u>กรณีตัวอย่างใหญ่</u>

<u>ตัวอย่าง</u>

สุ่มตัวอย่างเด็กที่มาจากต่างจังหวัด 12 คน และเด็กในกรุงเทพมหานคร 36 คน ต้องการทราบว่าเด็กจากต่างจังหวัดมีร่างกายที่แข็งแรงกว่าเด็กในกทม.หรือไม่ จึงทำการทดสอบความแข็งแรงได้ข้อมูลดังนี้ ถ้าคะแนนที่ได้ต่ำ แสดงถึงความแข็งแรงน้อย และคะแนนที่ได้สูง แสดงว่ามีความแข็งแรงมาก

X_i เด็กจากต่างจังหวัด		Y_i เด็กในเขต กทม.					
14.8	10.6	12.7	16.9	7.6	2.4	6.2	9.9
7.3	12.5	14.2	7.9	11.3	6.4	6.1	10.6
5.6	12.9	12.6	16.0	8.3	9.1	15.3	14.8
6.3	16.1	2.1	10.6	6.7	6.7	10.6	5.0
9.0	11.4	17.7	5.6	3.6	18.6	1.8	2.6
4.2	2.7	11.8	5.6	1.0	3.2	5.9	4.0

<u>วิธีทำ</u>

$H_0 : M_X \leq M_Y$

$H_1 : M_X > M_Y$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วเรียงลำดับ

X	Y	ลำดับที่	x	y	ลำดับที่	x	y	ลำดับที่
	1	1		6.2	17		11.3	33
	1.8	2	6.3		18	11.4		34
	2.1	3		6.4	19		11.8	35
	2.4	4		6.7	20.5	12.5		36
	2.6	5		6.7	20.5		12.6	37
2.7		6	7.3		22		12.7	38
	3.2	7		7.6	23	12.9		39
	3.6	8		7.9	24		14.2	40
	4	9		8.3	25		14.8	41.5
4.2		10	9		26	14.8		41.5
	5	11		9.1	27		15.3	43
	5.6	13		9.9	28		16	44
	5.6	13		10.6	30.5	16.1		45
5.6		13		10.6	30.5		16.9	46
	5.9	15	10.6		30.5		17.7	47
	6.1	16		10.6	30.5		18.6	48

มี ties เกิดขึ้น ค่าลำดับที่ให้ คือ ค่าเฉลี่ยของลำดับที่ควรจะเป็น

หาค่า S = ผลรวมลำดับที่ของ X

= 6+10+13+18+22+26+30.5+34+36+39+41.5+45

= 321

ดังนั้น $T = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2}$

$= 321 - \frac{12(12+1)}{2}$

= 243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

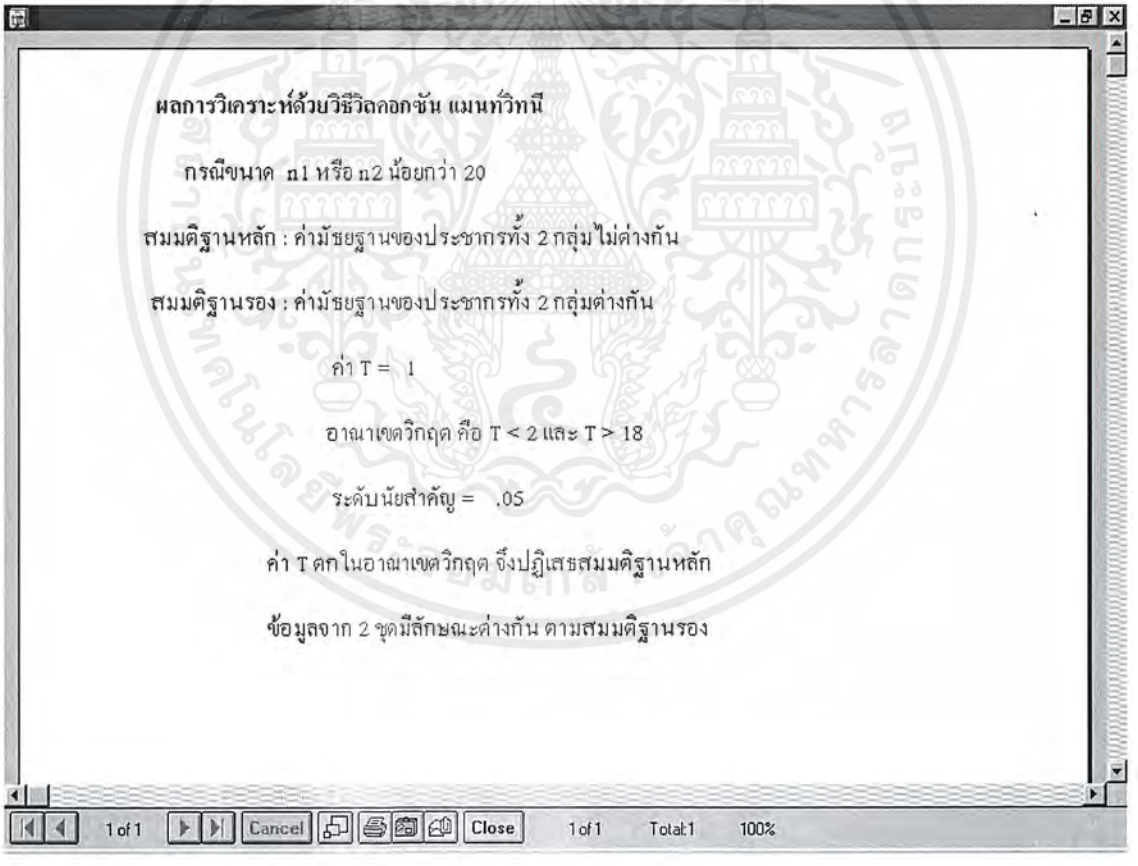
ด้วยการทดสอบหางเดียวข้างขวา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หาค่าวิกฤตด้านขวาจึงได้อาณาเขตวิกฤตจากตารางที่ ข.1 คือ Z > 1.645 (เมื่อเป็นกรณีตัวอย่างใหญ่)

$$z = \frac{243 - (12)(36)/2}{\sqrt{(12)(36)(12+36+1)/12}}$$

$$= 0.64$$

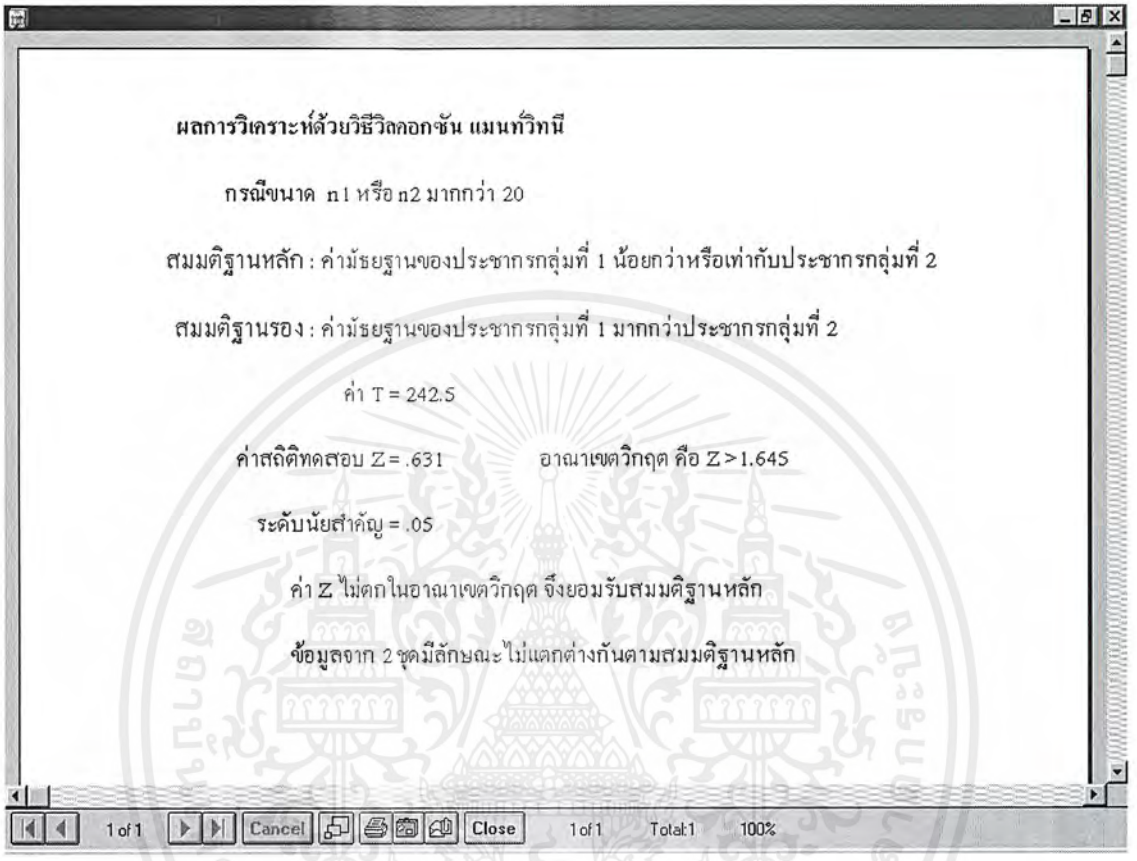
Z ไม่ตกในอาณาเขตวิกฤต จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ

ตัวอย่างที่ 1

X : 82 74 87 75 86

Y : 88 77 91 88 94 93 83 94

$H_0 : M_X = M_Y$

$H_1 : M_X \neq M_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
T	5	5
$W_{\alpha/2}$	$T \leq 7$	$T \leq 7$
$W_{1-\alpha/2}$	$T \geq 33$	$T \geq 33$
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 2

X : 83 91 94 89 96 91 92 90

Y : 78 82 81 77 81 80 81

$H_0 : M_X = M_Y$

$H_1 : M_X \geq M_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
T	56	56
$W_{1-\alpha}$	$T \geq 42$	$T \geq 42$
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวอย่างที่ 3</u>

X : 1 1 1 1 2 2 2 3 4 4 5 5 5 5 6 6 7 7 7 8 9

Y : 1 2 5 5 6 6 6 7 7 7 8 8 8 9 9 9 10 10 10 10

$H_0 : M_X \geq M_Y$

$H_1 : M_X < M_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 3	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
T	88	87
Z_{cal}	-3.18	-3.208
$Z_{\alpha/2}$	$Z < -1.645$	$Z < -1.645$
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดสอบแรนดอมไมเซชันสำหรับตัวอย่าง 2 กลุ่ม(The Randomization Test)

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบที่มีประโยชน์และมีอำนาจการทดสอบมากของสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ใช้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันและมีขนาดตัวอย่างทั้งสองมีขนาดเล็ก ข้อมูลจะประกอบด้วยตัวอย่างสุ่มขนาด n_1 และ n_2 ของตัวแปร X และ Y คือ $X_1,X_2,\ldots,X_{n1}$ และ $Y_1,Y_2,\ldots,Y_{n2}$ และจะเรียกว่ากลุ่ม X และ Y ตามลำดับ โดยที่ n_1 และ n_2 ควรอยู่ในช่วง $1/5 \leq n_1/n_2 \leq 5$ สามารถประมาณการแจกแจงด้วยการแจกแจง T ที่ระดับความเป็นอิสระเท่ากับ n_1+n_2-2

<u>ตัวอย่าง</u>

ถ้าสุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มจากประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นอิสระต่อกันด้วนขนาด 4 และ 5 ตามลำดับได้คะแนนดังนี้ กลุ่ม X 0 11 12 20

กลุ่ม Y 16 19 22 24 29

ให้ทดสอบสมมติฐานว่า คะแนนเฉลี่ยของประชากรกลุ่ม Y มีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยของประชากรกลุ่ม X หรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

<u>วิธีทำ</u> H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม $E(X) = E(Y)$

H_1 : ประชากรกลุ่ม Y คะแนนเฉลี่ยมากกว่าประชากรกลุ่ม X $E(X) < E(Y)$

เนื่องจาก $n_1=4$ และ $n_2=5$ ซึ่งเข้าเงื่อนไข $\frac{1}{5} \leq \frac{n_1}{n_2} \leq 5$ ดังนั้นจึงใช้การทดสอบ

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2 + \sum (X - \bar{X})^2}{n_1 + n_2 - 2}(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

$\bar{X} = 10.75$ และ $\bar{Y} = 22$

$$\sum (X - \bar{X})^2 = (0 - 10.75)^2 + (11 - 10.77)^2 + \ldots + (20 - 10.75)^2 = 98$$

$$\sum (Y - \bar{Y})^2 = (16 - 22)^2 + (19 - 22)^2 + \ldots + (29 - 22)^2 = 202.75$$

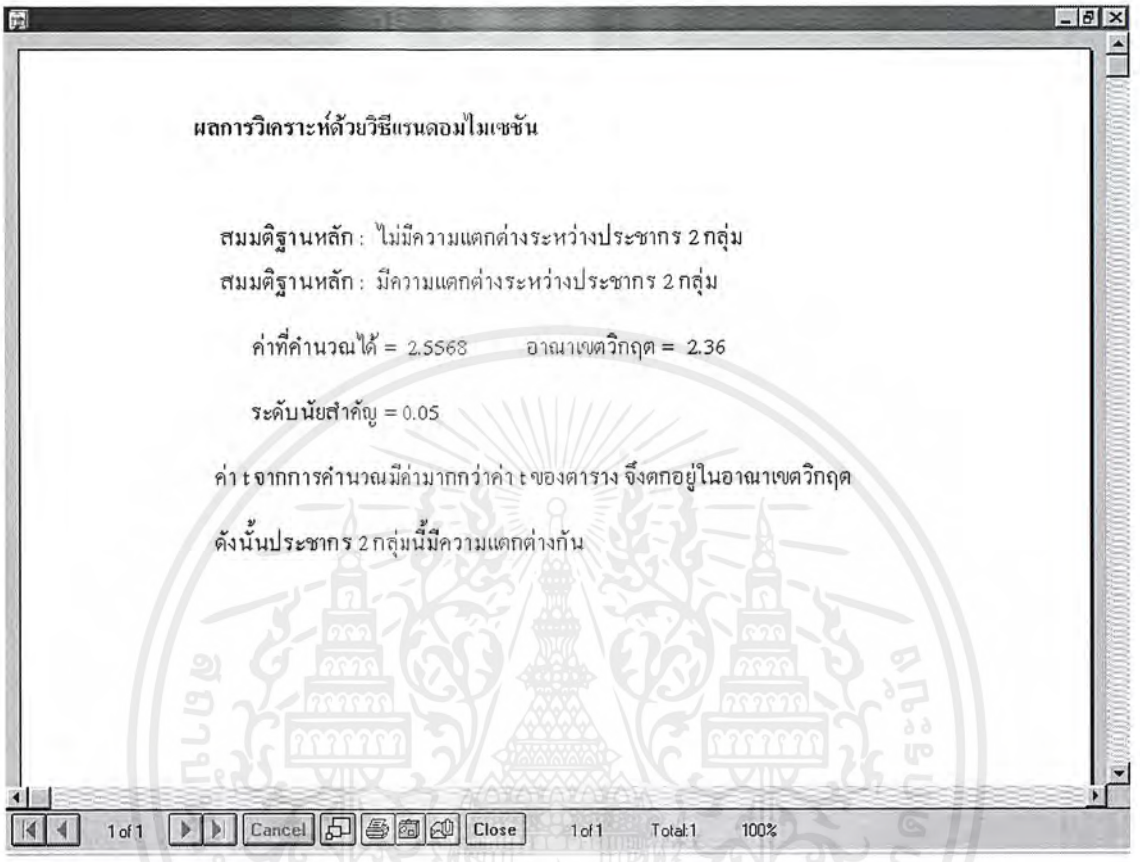
$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2 + \sum (X - \bar{X})^2}{n_1 + n_2 - 2}(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}} = \frac{10.75 - 22}{\sqrt{\frac{98 + 202.75}{4.4}(\frac{1}{4} + \frac{1}{5})}} = -2.56$$

และค่า t ที่ได้จากตารางที่ ข.2 คือ $t_{0.05,7} = 2.36$

ซึ่งจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $|t_{cal}| > t_{table}$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลักนั้นคือ ประชากรกลุ่ม Y มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าประชากรกลุ่ม X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



<u>ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ</u>

<u>ตัวอย่างที่ 1</u>

X :10 12 16 22 24

Y :17 19 20 25 39 32

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม(|T|)
T_{cal}	-1.876	1.86
T_{table}	| T | > 2.26	2.26
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐานH_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2

X : 10 13 16 19 22 25

Y : 20 24 28 32 36 40 44

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม(|T|)
T_{cal}	-3.5	3.51
T_{table}	$\|T\| > 2.2$	2.2
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 3

X : 83 73 65 90 77 78 97 85 75

Y : 85 89 86 91 77 93 100 82 92 86

ตัวอย่างที่ 3	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม(|T|)
T_{cal}	-2.14	2.14
T_{table}	$\|T\| > 2.13$	2.13
ผลสรุป	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0	ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การทดสอบของมูด (The Mood Test)

วิธีนี้เป็นการทดสอบเกี่ยวกับการกระจายของข้อมูลเพราะในบางครั้งจำเป็นต้องทราบลักษณะการกระจายของกลุ่มประชากรด้วย เพื่อให้เข้าใจถึงกลุ่มประชากรนั้นดียิ่งขึ้น ในสถิติที่ใช้พารามิเตอร์สามารถใช้การทดสอบ F เพื่อสรุปผลถึงความแตกต่างของค่าความแปรปรวนใน 2 ประชากรที่เป็นอิสระต่อกันโดยที่จำเป็นต้องมีข้อเบื้องต้นคือ ตัวแปรสุ่มจาก 2 ประชากรนั้นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อต้องการหลีกเลี่ยงข้อกำหนดดังกล่าว ก็สามารถใช้การทดสอบของมูดได้ โดยที่ข้อมูลประกอบด้วยตัวอย่างสุ่ม 2 ชุด จากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน และ $n_1 \leq n_2$ มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ

<u>ตัวอย่าง</u>

ถ้าตัวแปรที่สนใจคือ Cardiac-index value ของผู้ป่วย 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ปกติ กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มผิดปกติ ต้องการทราบว่าประชากร 2 กลุ่มนี้มีการกระจายของค่าตัวแปรที่สนใจต่างกันหรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กลุ่ม X (ปกติ)		3.84	2.6	1.19	2.00
กลุ่ม Y (ผิดปกติ)	3.97	2.50	2.7	3.36	2.30

เมื่อทราบว่าค่ากลางของตัวแปรสุ่มที่สนใจนี้มีค่าเท่ากันในกลุ่มผู้ป่วย 2 กลุ่มนี้

<u>วิธีทำ</u>

$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$

$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$

หาค่าเฉลี่ยของลำดับที่จากข้อมูลรวมทั้งหมด จากสูตร $\frac{N+1}{2} = (4+5+1)/2 = 5$

เมื่อ N = 4+5

ข้อมูลรวมกลุ่ม	1.19	2.00	2.30	2.50	2.6	2.7	3.36	3.84	3.97
กลุ่ม	X	X	Y	Y	X	Y	Y	X	Y
ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ดังนั้น $M = (1-5)^2+(2-5)^2+(5-5)^2+(8-5)^2 = 34$

จากตาราง ที่ ข.5 ได้ $n_1 = 4, n_2 = 5, \alpha = 0.05$

หาค่าวิกฤตได้ M' = 6, M'' = 42

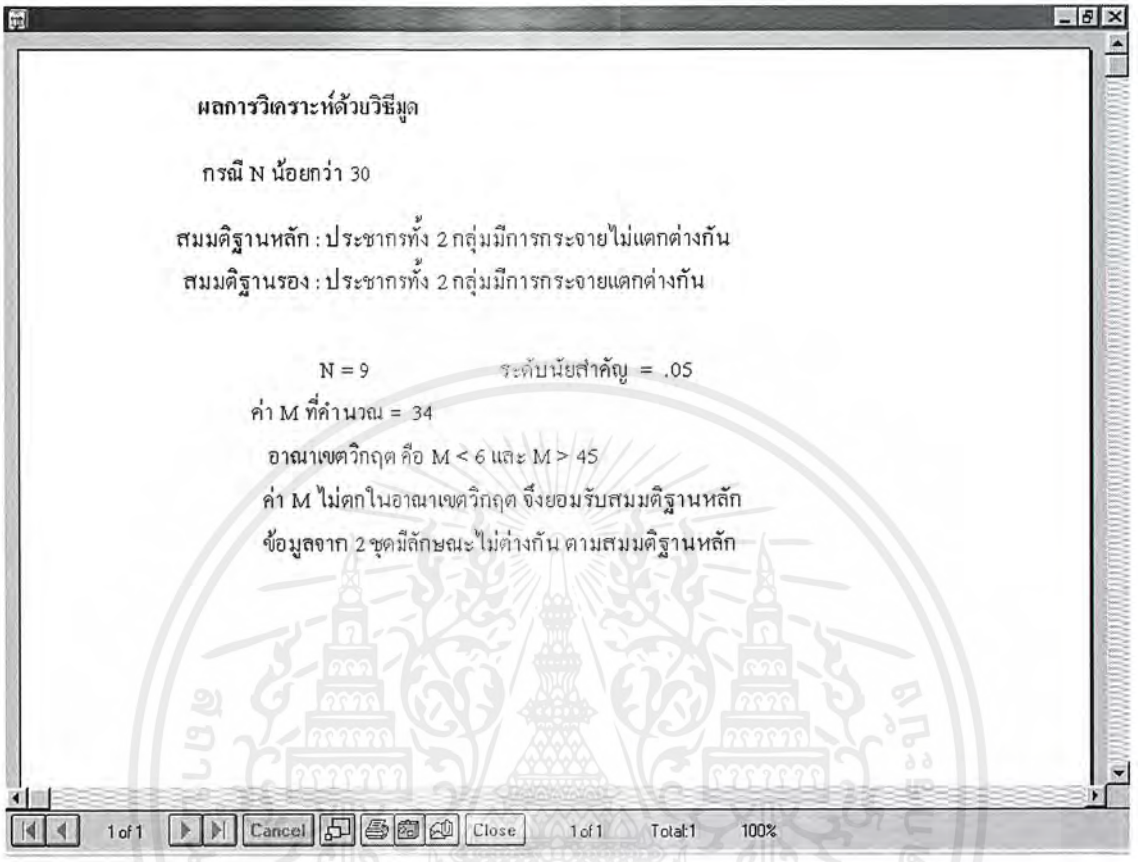
$M_{cal} = 34$ อยู่ระหว่าง M' และ M''

ไม่สามารถปฏิเสธ H_0

แสดงว่าผู้ป่วย 2 กลุ่มนี้มีค่าการกระจายในตัวแปรที่สนใจไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



<u>ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ</u>

<u>ตัวอย่างที่ 1</u>

X : 992 982 1004 995 1001 990 1008 989 1000 1004

Y : 996 980 999 995 1000 996 1007 996 1003 999

$H_0: \sigma_X = \sigma_Y$

$H_1: \sigma_X \neq \sigma_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
M	423.5	422.5
M'	198.5	198.5
M''	464.5	464.5
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

* หมายเหตุ ค่า M' ใช้ค่าด้านบน ค่า M'' ใช้ค่าด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2

X : -8 -18 4 -5 1 -10 8 -11 0 4

Y : -4 -20 -1 -5 0 -4 7 -4 3 -1

$H_0: \sigma_X = \sigma_Y$

$H_1: \sigma_X \neq \sigma_Y$

ที่ $\alpha = 0.01$

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
M	451.25	451.5
M'	162.5	162.5
M''	500.5	500.5
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

* หมายเหตุ ค่า M' ใช้ค่าด้านบน ค่า M'' ใช้ค่าด้านล่าง

ตัวอย่างที่ 3

X : 3.8 1.4 2.0 2.9 3.2

Y : 2.56 2.2 3.12 3.45 4.37 3.9

$H_0: \sigma_X \leq \sigma_Y$

$H_1: \sigma_X > \sigma_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
M	52	52
M''	M >75	M >75
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

* หมายเหตุ ค่า M'' ใช้ค่าด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การทดสอบของซีเกล-ทูกี้ (The Siegel-Tukey Test For Scale Difference)

การทดสอบนี้ใช้ในการทดสอบเกี่ยวกับการกระจาย และเหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะค่าผิดปกติ เช่น การทดสอบที่คาดหวังว่า ผลการทดลองจะทำให้ผู้ถูกทดลองแสดงผลทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุด ในขณะที่กลุ่มที่ควบคุมแสดงผลในลักษณะที่ปกติ อาทิเช่น การออกความเห็นเรื่องการเมืองอาจมีผลด้านที่เห็นด้วยอย่างมาก หรือ ต่อต้านอย่างรุนแรง เมื่อกลุ่มควบคุมแสดงความคิดเห็นเป็นกลาง ๆ ดังนั้นการทดสอบนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะที่ผิดปกติมาก โดยที่ข้อมูลตัวอย่างสุ่ม 2 ชุดถูกสุ่มจากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน และมีการแจกแจงต่อเนื่อง มาตรวัดอย่างน้อยต้องเป็นแบบเรียงลำดับ และ คาดหวังว่าประชากรกลุ่มหนึ่งจะมีการกระจายมากกว่าอีกกลุ่มหนึ่งแต่ค่ามัธยฐานของ 2 ประชากรนั้นต้องเท่ากัน

<u>ตัวอย่าง</u>

ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความผันแปรของคะแนนความสมบูรณ์ในร่างกายของเด็กชนบท(X) และเด็กในเมือง(Y) เมื่อทราบว่ากลุ่มเด็กชนบทมีค่าผิดปกติทางสูงและต่ำมาก ได้คะแนนที่เรียงลำดับจากน้อยไปหามากพร้อมทั้งกำหนดลำดับที่แบบ ซีเกล-ทูกี้ ดังนี้

X	y	ลำดับที่	x	y	ลำดับที่	X	y	ลำดับที่
	1	1		6.2	33		11.3	31
	1.8	4	6.3		36	11.4		30
	2.1	5		6.4	37		11.8	27
	2.4	8		6.7	40.5	12.5		26
	2.6	9		6.7	40.5		12.6	23
2.7		12	7.3		44		12.7	22
	3.2	13		7.6	45	12.9		19
	3.6	16		7.9	48		14.2	18
	4	17		8.3	47		14.8	14.5
4.2		20	9		46	14.8		14.5
	5	21		9.1	43		15.3	11
	5.6	25.67		9.9	42		16	10
	5.6	25.67		10.6	36.5	16.1		7
5.6		25.67		10.6	36.5		16.9	6
	5.9	29	10.6		36.5		17.7	3
	6.1	32		10.6	36.5		18.6	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติทราบว่าค่ามัธยฐานของทั้ง 2 ประชากรไม่แตกต่างกัน จงทดสอบความแตกต่างของการกระจายของประชากรทั้ง 2 กลุ่มนี้ว่าการกระจายคะแนนเด็กในชนบทจะมีมากกว่าเด็กในเมืองหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจากไม่ทราบการแจกแจงของประชากรทั้ง 2 และทราบว่ามัธยฐานเท่ากัน ดังนั้น จะใช้วิธี ซีเกล-ทูกี้ ทดสอบ

$H_0: \sigma^2_X = \sigma^2_Y$ $H_1: \sigma^2_X > \sigma^2_Y$

มี ties เกิดขึ้น ค่าลำดับที่ให้ คือ ค่าเฉลี่ยของลำดับที่ควรจะเป็น

หาค่า S = ผลรวมลำดับที่ของ X

= 12+20+25.67+36+44+46+36.5+30+26+19+14.5+7

= 316.67

ดังนั้น $T = \frac{S - n_1(n_1+1)}{2}$

$= 316.67 - \frac{12(12+1)}{2}$

= 238.67

เนื่องจากเป็นตัวอย่างขนาดใหญ่จึงใช้ตัวสถิติทดสอบ Z หาค่าวิกฤตด้านขวาจากตารางที่ ข.2 จึงได้อาณาเขตวิกฤต คือ Z > 1.645 (เมื่อเป็นกรณีตัวอย่างใหญ่)

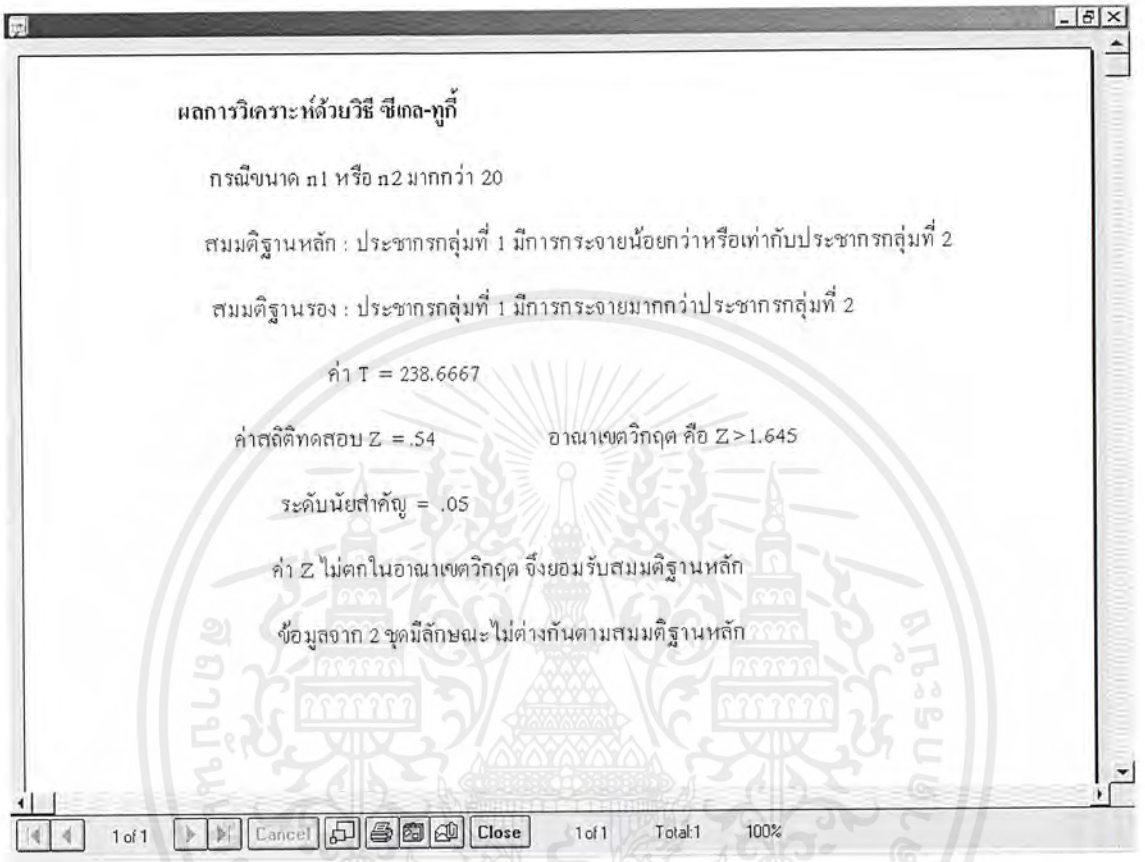
$$z = \frac{238.67 - (12)(36)/2}{\sqrt{\frac{(12)(36)(12+36+1)}{12}}}$$

= 0.53

Z ไม่ตกในอาณาเขตวิกฤต จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากโปรแกรมเป็นดังนี้



<u>ตัวอย่างอื่นที่นำมาทดสอบ</u>

<u>ตัวอย่างที่ 1</u>

X : 167 190 210 218 222 262

Y : 57 106 115 132 148 182 187 210

$H_0: \sigma^2_X = \sigma^2_Y$

$H_1: \sigma^2_X \neq \sigma^2_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 1	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
T	19	21.5
$W_{\alpha/2}$	T < 9	T < 9
$W_{1-\alpha/2}$	T > 39	T > 39
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2

X : 2.4 4.1 5.7 7.2 7.9 10.2 11.9 14.0

Y : 1.2 1.3 1.9 2.2 2.8 3.5 3.7 4.2 4.7 5.3 5.5 6.4 6.5
6.8 7.4 8.6 9.1 9.4 10.9 11.5 12.4 13.5 14.6 15.2

$H_0: \sigma^2_X = \sigma^2_Y$

$H_1: \sigma^2_X > \sigma^2_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 2	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
T	109	109
Z_{cal}	0.56	0.556
Z	Z > 1.645	Z > 1.645
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

ตัวอย่างที่ 3

X : 14 25 37 68 85 115

Y : 10 12 16 22 29 35 42 47 56 59 65 71 77 82 86
98 103 112 125 130 142 149

$H_0: \sigma^2_X = \sigma^2_Y$

$H_1: \sigma^2_X > \sigma^2_Y$

ที่ $\alpha = 0.05$

ตัวอย่างที่ 3	ผลจากการคำนวณ	ผลจากโปรแกรม
T	67	69
Z_{cal}	1.231	0.168
Z	Z > 1.645	Z > 1.645
ผลสรุป	ยอมรับสมมติฐาน H_0	ยอมรับสมมติฐาน H_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษนี้ เพื่อสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่าย สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ และสามารถแสดงผลต่าง ๆ เป็นภาษาไทยได้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเน้นเฉพาะการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ความเป็นปกติของข้อมูลตัวอย่าง และการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ความแตกต่างกันระหว่างทรีทเมนต์กรณี 2 กลุ่มที่อิสระกัน โดยคณะผู้จัดทำได้ศึกษาตัวอย่างโปรแกรมสำเร็จรูปเช่น SPSS , MINITAB เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งจะเน้นการพัฒนาโปรแกรมให้มีรูปแบบการใช้ที่ง่ายกว่า ทั้งในเรื่องของการรับข้อมูล และการแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ ภายใต้ขอบเขตของปัญหาพิเศษที่เสนอไว้ในบทที่ 1 โดยโปรแกรมจะช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณ และการแปรผลที่ได้จากการคำนวณ นอกจากนั้นการใช้โปรแกรมก็เป็นไปโดยง่ายโดยมีคำแนะนำในการใช้โปรแกรม ข้อกำหนดของการทดสอบ และอธิบายถึงการทดสอบต่าง ๆ ไว้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้เวลาในการทำความเข้าใจกับวิธีการใช้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีผลให้ใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ใช้สะดวก และรวดเร็วยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่าโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้นนี้จะผ่านการตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องไปแล้วในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามคณะผู้จัดทำคาดว่าโปรแกรมควรจะได้รับการพัฒนาแก้ไขข้อบกพร่องต่อไปถ้าผู้ใช้พบข้อบกพร่องดังกล่าว และแม้ว่าโปรแกรมจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้อยู่หลายประการในด้านวิธีการใช้ แต่สำหรับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ได้เสนอไว้เพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้นเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้มีจำกัด คณะผู้จัดทำจึงไม่สามารถสร้างโปรแกรมสำหรับทุกวิธีการทดสอบได้ จึงขอเสนอแนะไว้ในกรณีที่มีผู้สนใจต้องการปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมไว้ดังนี้

1. โปรแกรมที่ผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้นนั้น ในเรื่องการทดสอบการแจกแจงจัดทำเฉพาะวิธี Chi-Square ,Kolmogorov-Smirnov และ Lilliefors เท่านั้น ซึ่งยังคงมีวิธีอื่น ๆ อีก เช่น ในการทดสอบว่าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมที่ผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้นนั้นในกรณีการทดสอบ 2 กลุ่มที่อิสระกันนั้นยังเสนอไว้ไม่ครบทุกวิธี สำหรับผู้ที่จะพัฒนาต่อก็ควรจะเสนอให้ครบทุกวิธีเพื่อที่จะได้ทำงานต่าง ๆ ได้ครอบคลุมทุกกรณี

3.สำหรับกรณีอื่นๆในสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ควรพัฒนาเพิ่มคือ กรณีการทดสอบ1กลุ่ม,กรณีการทดสอบ 2 กลุ่มสัมพันธ์ , กรณีการทดสอบ k กลุ่มสัมพันธ์ , กรณีการทดสอบ k กลุ่มอิสระ

4. โปรแกรมควรจะพัฒนาให้ครอบคลุมถึงส่วนที่ช่วยในการเลือกใช้การทดสอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับข้อมูลเพื่ออำนวยความสะดวกกับผู้ใช้ทั่วๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

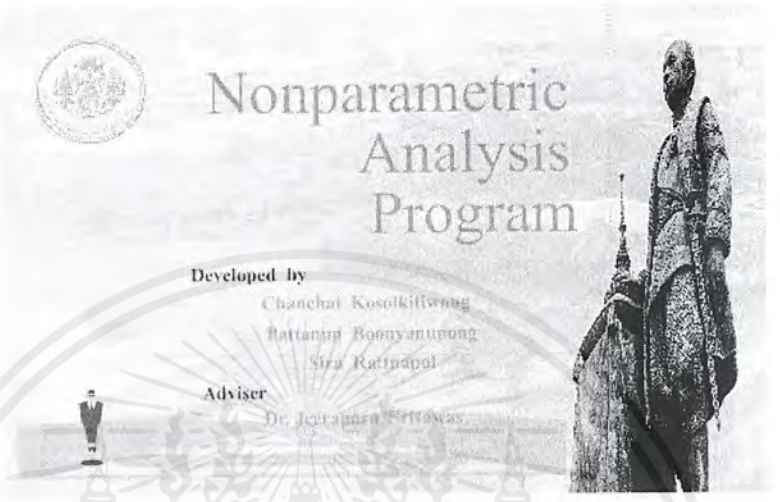
คู่มือการใช้โปรแกรม

	หน้า
ก.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม	78
ก.1.1 เมนูของโปรแกรม	78
ก.1.2 แฟ้ม	79
ก.1.3 แก้ไข	79
ก.1.4 มุมมอง	79
ก.1.5 วิเคราะห์	79
ก.1.6 หน้าต่าง	80
ก.1.7 วิธีใช้	80
ก.1.8 Tree View	81
ก.2 วิธีการใช้	
ก.2.1 การจัดการกับข้อมูล	
ก.2.1.1 การเปิดแฟ้มข้อมูล	82
ก.2.1.2 การบันทึกแฟ้มข้อมูล	83
ก.2.1.3 การกรอกข้อมูล	84
ก.2.1.4 การกำหนดตัวแปร	86
ก.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	
ก.2.2.1 กรณีการทดสอบแจกแจง	87
ก.2.2.2 กรณีการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระกัน	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

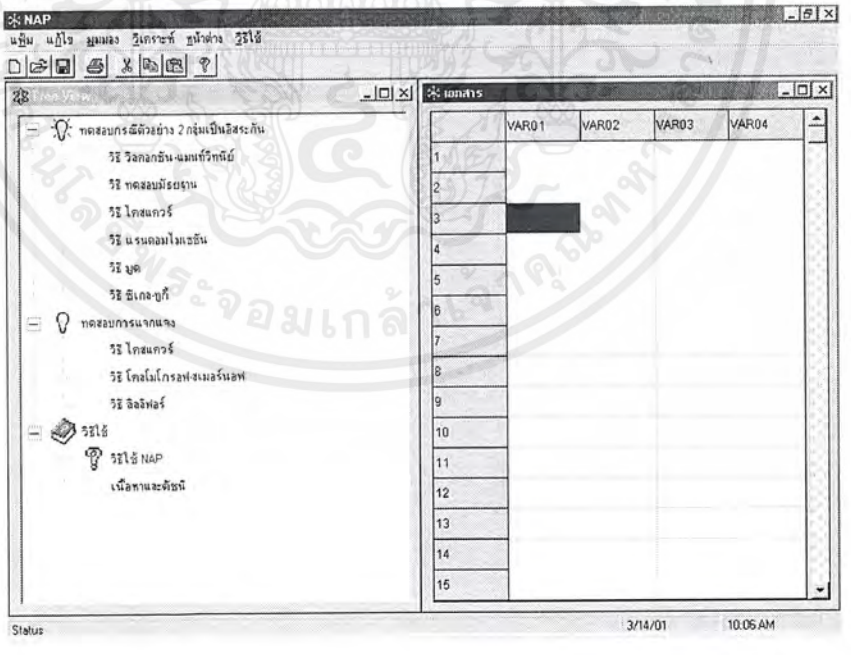
ก.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม

โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์



รูปที่ 7 รูปหน้าจอแรกของโปรแกรม

ก.1.1 เมนูของโปรแกรม



รูปที่ 8 แสดงเมนูของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1.2 แฟ้ม เมนู เป็นเมนูที่ประกอบด้วยคำสั่งจัดการแฟ้ม

สร้าง	สร้าง แฟ้มใหม่
เปิด	เปิดแฟ้มที่มีอยู่
ปิด	เป็นการปิดหน้าต่างที่ใช้ในการสร้างแฟ้ม
บันทึก	บันทึกแฟ้ม
บันทึกเป็น	บันทึกแฟ้มในชื่อใหม่
ตั้งหน้ากระดาษ	จัดหน้ากระดาษก่อนพิมพ์
พิมพ์	พิมพ์
จบการทำงาน	ออกจากโปรแกรม

ก.1.3 แก้ไข เป็นเมนูที่ประกอบด้วยคำสั่งแก้ไขต่าง ๆ ได้แก่

ตัด	ตัดข้อมูล
คัดลอก	คัดลอกข้อมูล
วาง	วางข้อมูลที่คัดลอกมา

ก.1.4 มุมมอง เป็นเมนูที่ประกอบด้วยเมนูคำสั่งมุมมองต่าง ๆ ได้แก่

แถบเครื่องมือ	ใช้แสดงหรือ ไม่แสดงแถบเครื่องมือ
แถบสถานะ	ใช้แสดง หรือ ไม่แสดงแถบสถานะ
ลำดับชั้น	ใช้แสดงเมนูในลักษณะแบบไดเรคทอรี

ก.1.5 วิเคราะห์ เป็นเมนูที่ประกอบด้วยเมนูคำสั่งในกรณีต่าง ๆ

ทดสอบการแจกแจง	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงโดยมีการทดสอบต่าง ๆ ดังนี้
ลิลลี่ฟอร์	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงโดยใช้ Lilliefors
โคลโมโกรอฟ	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงโดยใช้การทดสอบของ Kolmogorov-Smirnov

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไคสแควร์	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงโดยใช้การทดสอบของไคสแควร์
ตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ โดยมีการ ทดสอบต่าง ๆ ดังนี้
ไคสแควร์	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระโดยใช้การทดสอบของไคสแควร์
วิลคอกซันแมนท์วิทนีย์	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระโดยใช้การทดสอบของวิลคอกซันแมนท์วิทนีย์
มูด	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระโดยใช้การทดสอบของมูด
ซีเกล-ทูลกี้	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระโดยใช้การทดสอบของซีเกล-ทูลกี้
แรนดอมไมเซชั่น	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระโดยใช้การทดสอบของแรนดอมไมเซชั่น
การทดสอบมัธยฐาน	เป็นเมนูที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระโดยใช้การทดสอบมัธยฐาน

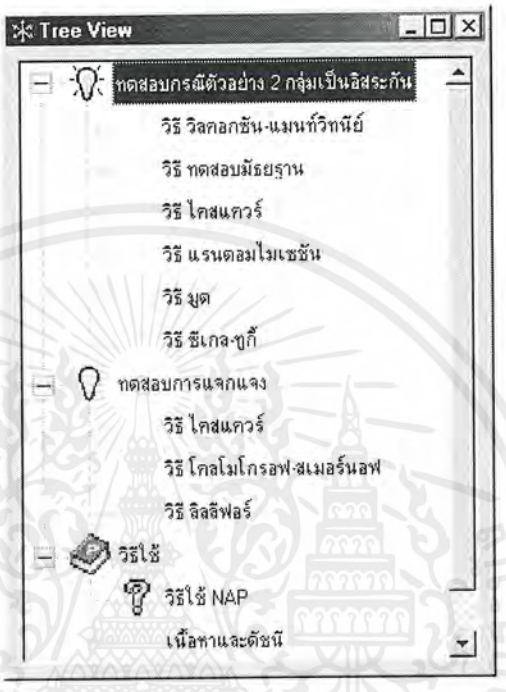
ก.1.6 หน้าต่าง เป็นเมนูที่ประกอบด้วยเมนูต่าง ๆ ดังนี้

เปิดหน้าต่างใหม่	เปิดหน้าต่างที่ใช้สร้างข้อมูลใหม่
เรียงซ้อน	จัดเรียงหน้าต่างเรียงซ้อนกัน
เรียงซ้อนแนวนอน	จัดเรียงหน้าต่างซ้อนแนวนอน
เรียงซ้อนแนวตั้ง	จัดเรียงหน้าต่างซ้อนแนวตั้ง

ก.1.7วิธีใช้ เป็นเมนูที่ประกอบด้วยวิธีการใช้งานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1.8 Tree View เป็นส่วนของเมนูที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในกรณีการทดสอบการแจกแจงและการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระกันซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดจะเหมือนกับในเมนูวิเคราะห์ที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด



รูปที่ 9 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของTree View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 วิธีการใช้

ก.2.1 การจัดการกับข้อมูล

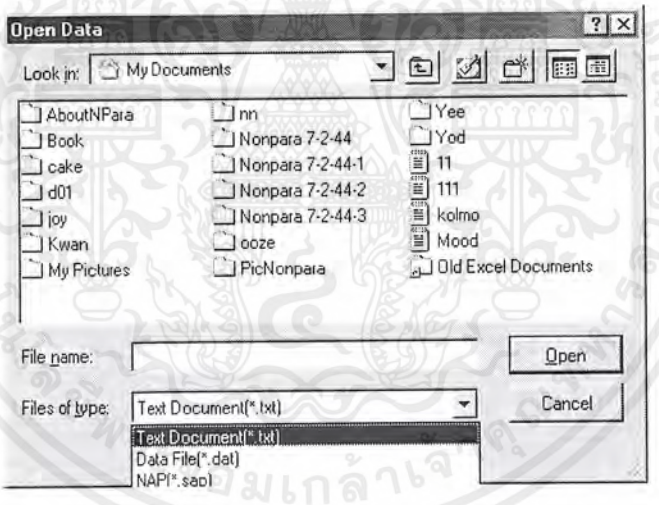
ก.2.1.1 การเปิดแฟ้มข้อมูล

เมื่อต้องการเปิดแฟ้มข้อมูลที่มีอยู่แล้วในโปรแกรมทำได้ดังนี้

จาก Menu เลือก

- แฟ้ม
- เปิด

จะปรากฏหน้าต่างดังรูป



รูปที่ 10 Open Data

- เลือกที่เก็บข้อมูลที่ต้องการเปิดได้จาก Look in
- เลือกชนิดของแฟ้มข้อมูลในช่อง Files of type เป็น Data Files(*.Dat) หรือ Text Document (*.txt) หรือ NAP(*.sap)
- พิมพ์ชื่อของแฟ้มข้อมูลที่ต้องการเปิดในช่อง File name
- click Open เพื่อทำการเปิดแฟ้มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.1.2 การบันทึกแฟ้มข้อมูล

การบันทึกข้อมูลแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ

1. เมื่อจะทำการ บันทึกข้อมูลลงในแฟ้มใหม่ ซึ่งข้อมูลที่จะบันทึกนี้จะมีชนิดของแฟ้มข้อมูลเป็น *.dat *.txt และ *.sap

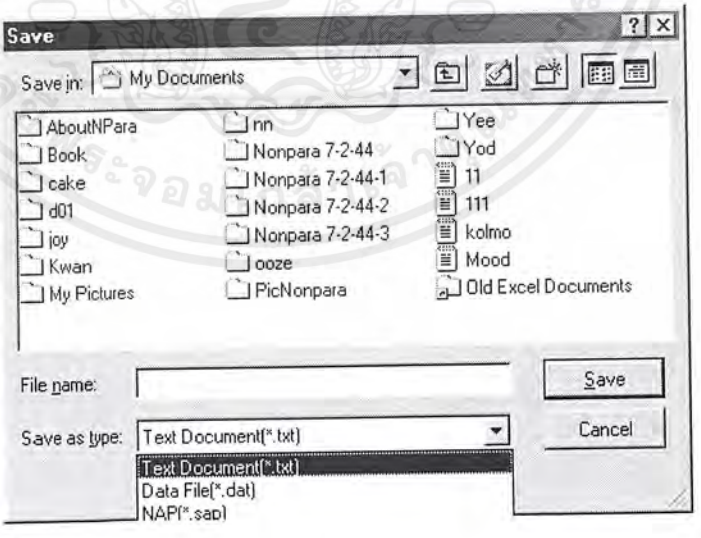
- จาก Menu Bar เลือก
  - แฟ้ม
    - บันทึกเป็น

ใส่ชื่อของแฟ้มข้อมูลในช่อง File name

2. เมื่อจะทำการบันทึกข้อมูลที่ป้อนเข้าไปใหม่ทับแฟ้มเก่าที่มีอยู่แล้ว สามารถทำได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- จาก Menu Bar เลือก
  - แฟ้ม
    - บันทึก

ใส่ชื่อของแฟ้มข้อมูลในช่อง File name



รูปที่ 11 Save File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.1.3 การกรอกข้อมูล

กรณีการทดสอบการแจกแจง

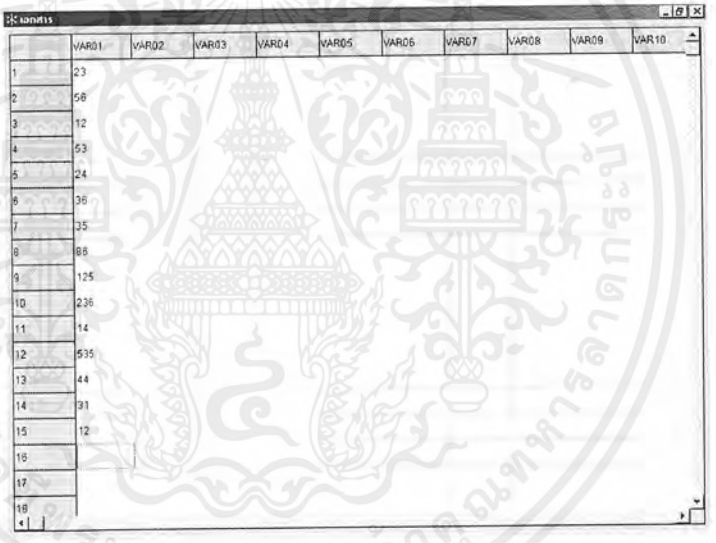
- โดยที่ตัวอย่าง 1 กลุ่มก็กรอกภายใต้ตัวแปร 1 ตัว

กรณีการทดสอบตัวแปร 2 กลุ่มอิสระ

- โดยที่ตัวอย่าง 1 กลุ่มก็กรอกภายใต้ตัวแปร 1 ตัวไม่ต้องแบ่งออกตามลักษณะย่อย

เช่น กลุ่มตัวอย่างแบ่งลักษณะย่อยตามเพศในการกรอกข้อมูลไม่ต้องสร้างตัวแปรของเพศเพิ่มขึ้นอีกตัวแปร เราสามารถกรอกข้อมูลได้ที่หน้าต่าง

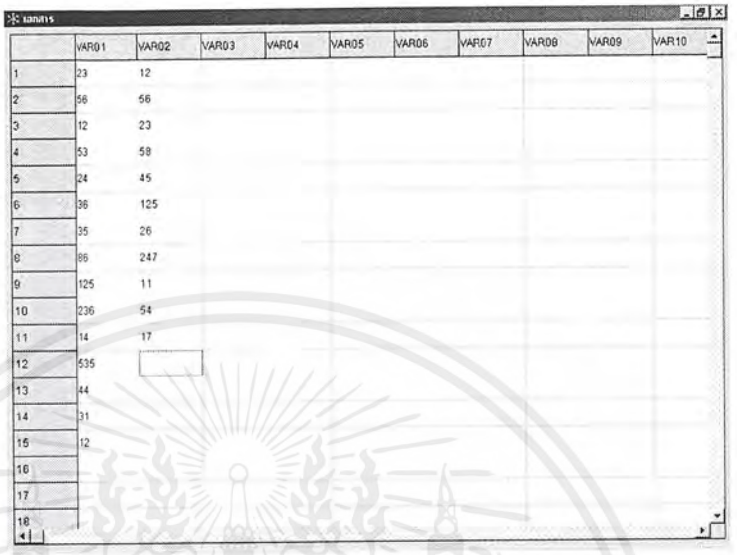
1. วิธีกรอกข้อมูลสำหรับกรณีการทดสอบการแจกแจง



รูปที่ 12 วิธีกรอกข้อมูลตัวแปรเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

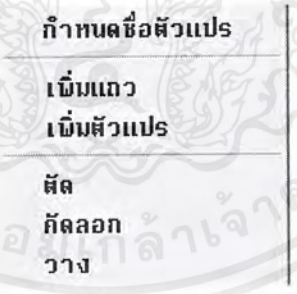
2. วิธีกรอกข้อมูลสำหรับกรณีการทดสอบตัวแปร 2 กลุ่มอิสระ



	VAR01	VAR02	VAR03	VAR04	VAR05	VAR06	VAR07	VAR08	VAR09	VAR10
1	23	12								
2	56	56								
3	12	23								
4	53	58								
5	24	45								
6	36	125								
7	35	26								
8	86	247								
9	125	11								
10	236	54								
11	14	17								
12	535									
13	44									
14	31									
15	12									
16										
17										
18										

รูปที่ 13 วิธีกรอกข้อมูล 2 ตัวแปร

โดยเราสามารถทำการเพิ่มแถว และหลักของหน้าต่างได้โดยการ Click Mouse ขวา จะปรากฏดังรูป



รูปที่ 14 การกำหนดเซลล์

- ต้องการเพิ่มแถว Click เพิ่มแถว
- ต้องการเพิ่มตัวแปร Click เพิ่มตัวแปร

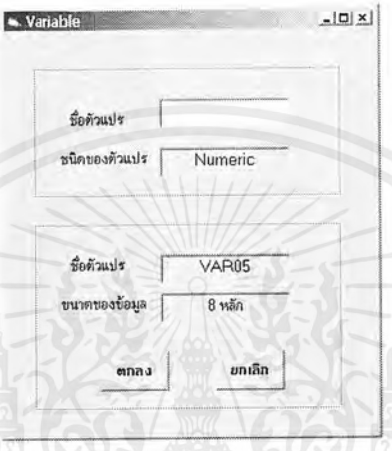
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.1.4 การกำหนดชื่อตัวแปร

เมื่อต้องการใส่ชื่อ column หรือต้องการเปลี่ยนชื่อ column

- click ขวาที่หัว column ที่ต้องการใส่หรือเปลี่ยนชื่อ

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 15 การกำหนดตัวแปร

- พิมพ์ชื่อที่ต้องการลงในช่อง Variable name แล้ว click ตกลง
- ถ้าไม่ต้องการใส่ชื่อ หรือไม่ต้องการเปลี่ยน ชื่อให้ click ยกเลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

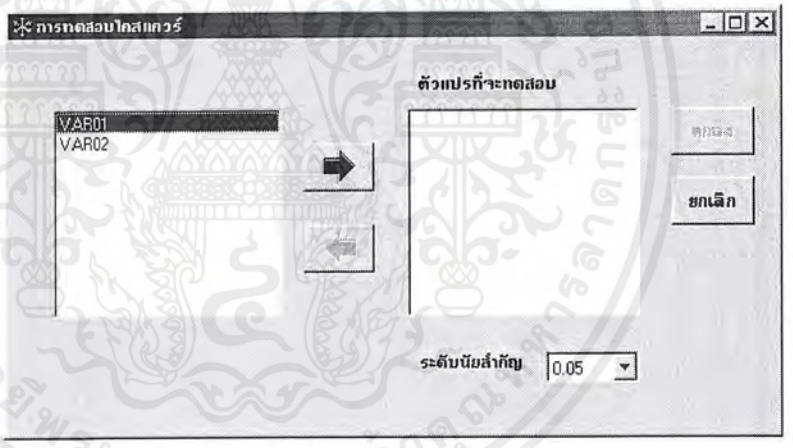
ก.2.2.1 กรณีการทดสอบการแจกแจง

- <u>การทดสอบไคสแควร์</u>

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- Click เมนูวิเคราะห์
  - Click เมนูทดสอบการแจกแจง
    - Click เมนูไคสแควร์

แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 16 แสดงการทดสอบไคสแควร์

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click ลูกศรที่ชี้ไปทางตัวแปรที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- Click ตกลง

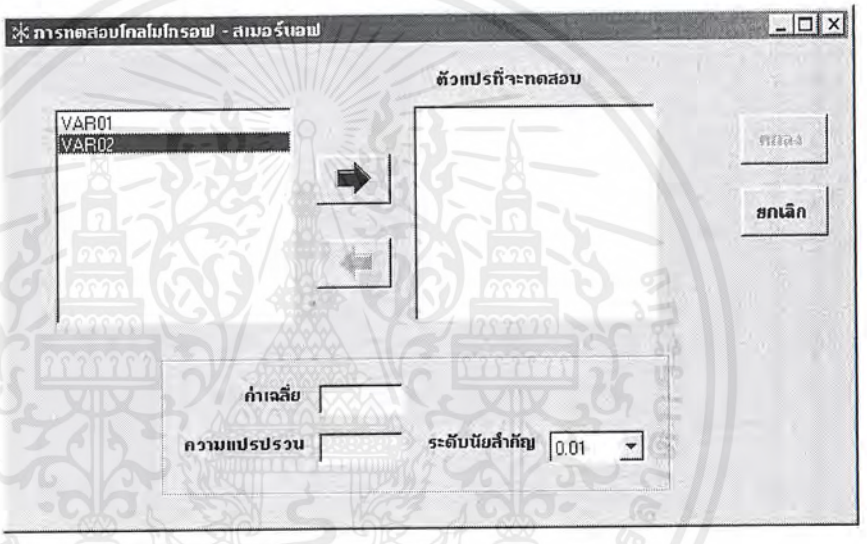
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **<u>การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ</u>**

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- ➢ Click เมนูวิเคราะห์
  - ➢ Click ทดสอบการแจกแจง
    - ➢ Click โคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 17 แสดงการทดสอบโคลโมโกรอฟ

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- ➢ Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- ➢ Click ลูกศรที่ชี้ไปทางตัวแปรที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- ➢ Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- ➢ กำหนดค่าเฉลี่ย และ ค่าความแปรปรวนที่ต้องการ
- ➢ Click ตกลง

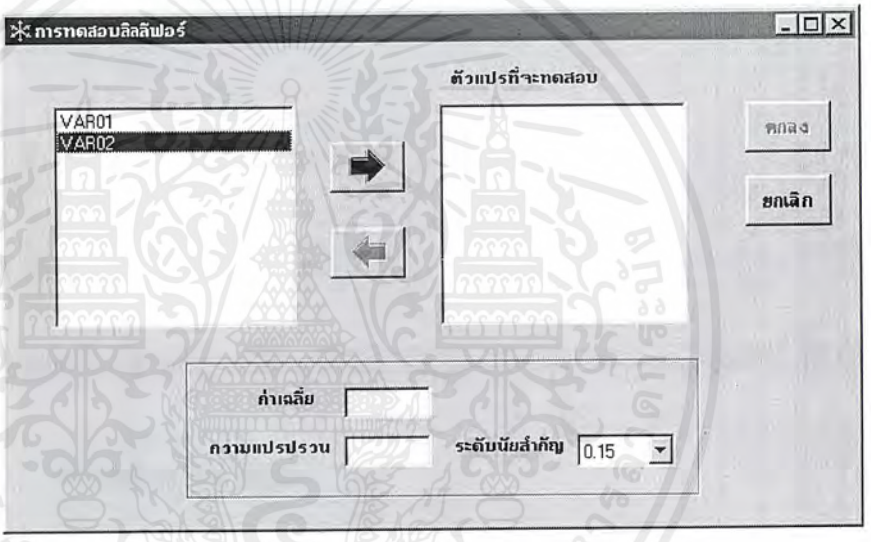
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **<u>การทดสอบของลิลลี่ฟอร์</u>**

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- Click เมนูวิเคราะห์
  - Click ทดสอบการแจกแจง
    - ลิลลี่ฟอร์

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 18 แสดงการทดสอบลิลลี่ฟอร์

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click ลูกศรที่ชี้ไปทางตัวแปรที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- กำหนดค่าเฉลี่ย และ ค่าความแปรปรวนที่ต้องการ หรือ ไม่ต้องกำหนดกรณีที่ต้องการใช้ค่าเฉลี่ย และ ค่าความแปรปรวนจากตัวอย่าง
- Click ตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

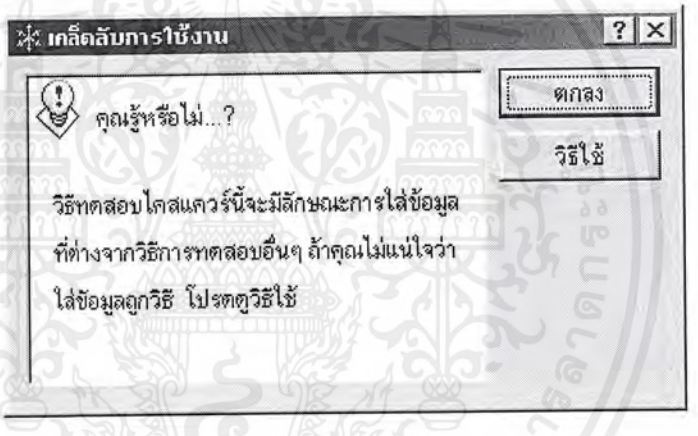
ก.2.2.2 กรณีการทดสอบตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระกัน

- <u>การทดสอบไคสแควร์</u>

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- ➢ Click เมนูวิเคราะห์
  - ➢ ตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ
    - ➢ ไคสแควร์

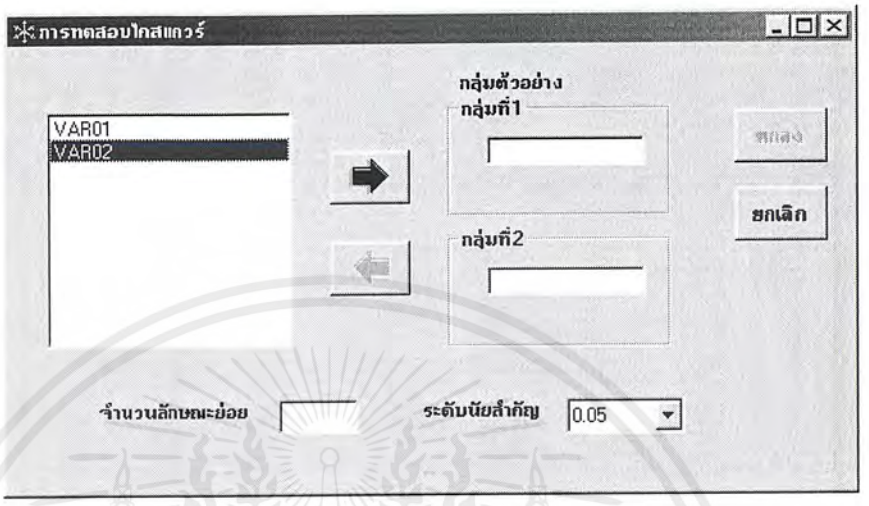
จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 19 แสดงเคล็ดลับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ click ตกลง จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 20 แสดงการทดสอบไคสแควร์กรณี 2 กลุ่มอิสระ

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click ลูกศรที่ชี้ไปทางกลุ่มตัวอย่างที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- ใส่จำนวนลักษณะย่อย
- Click ตกลง

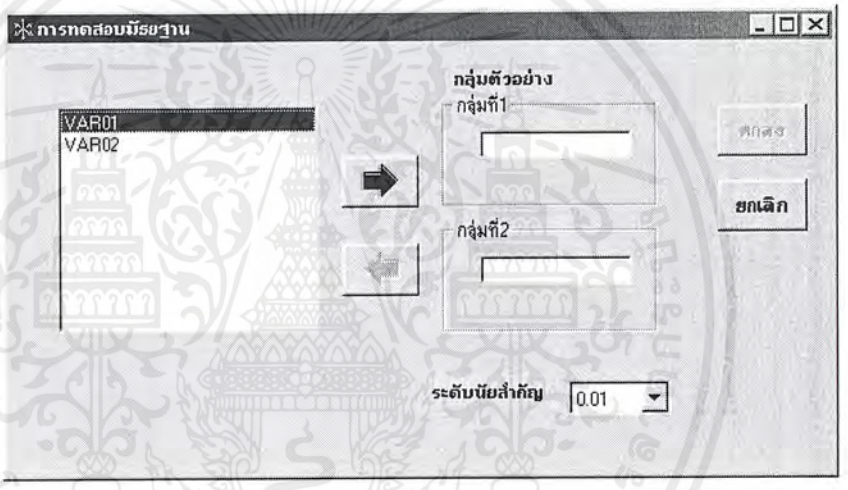
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **<u>การทดสอบมัธยฐาน</u>**

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- Click เมนูวิเคราะห์
  - ตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ
    - การทดสอบมัธยฐาน

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 21 แสดงการทดสอบมัธยฐาน

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click ลูกศรที่ชี้ไปทางกลุ่มตัวอย่างที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- Click ตกลง

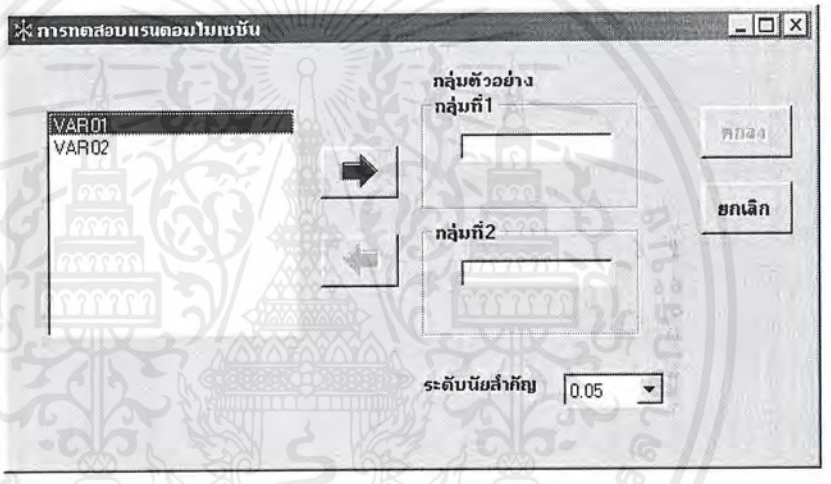
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- <u>การทดสอบแรนดอมไมเซชั่น</u>

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- ➢ Click เมนูวิเคราะห์
  - ➢ ตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ
    - ➢ แรนดอมไมเซชั่น

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 22 แสดงการทดสอบแรนดอมไมเซชั่น

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- ➢ Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- ➢ Click ลูกศรที่ชี้ไปทางกลุ่มตัวอย่างที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- ➢ Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- ➢ Click ตกลง

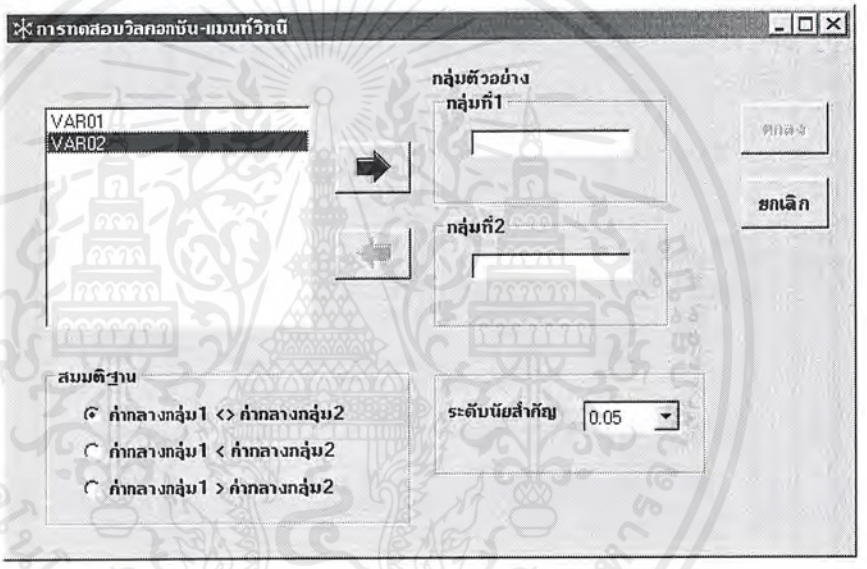
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **<u>การทดสอบของวิลคอกซันแมนท์วิทนีย์</u>**

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- Click เมนูวิเคราะห์
  - ตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ
    - วิลคอกซันแมนท์วิทนีย์

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 23 แสดงการทดสอบวิลคอกซันแมนท์วิทนีย์

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click ลูกศรที่ชี้ไปทางกลุ่มตัวอย่างที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- เลือกสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ
- Click ตกลง

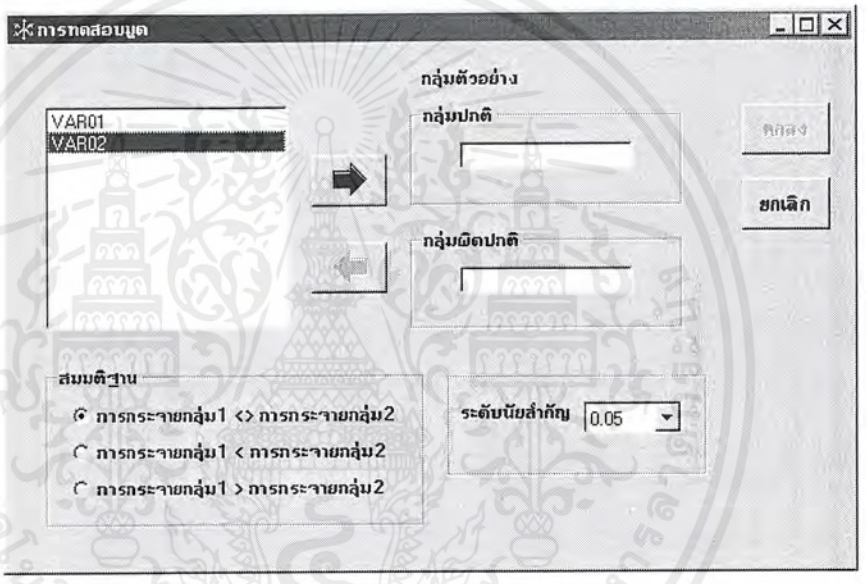
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **<u>การทดสอบของมูด</u>**

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- ➢ Click เมนูวิเคราะห์
  - ➢ ตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ
    - ➢ มูด

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 24 แสดงการทดสอบมูด

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- ➢ Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- ➢ Click ลูกศรที่ชี้ไปทางกลุ่มตัวอย่างที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- ➢ Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- ➢ Click เลือกสมมติฐานที่ต้องการ
- ➢ Click ตกลง

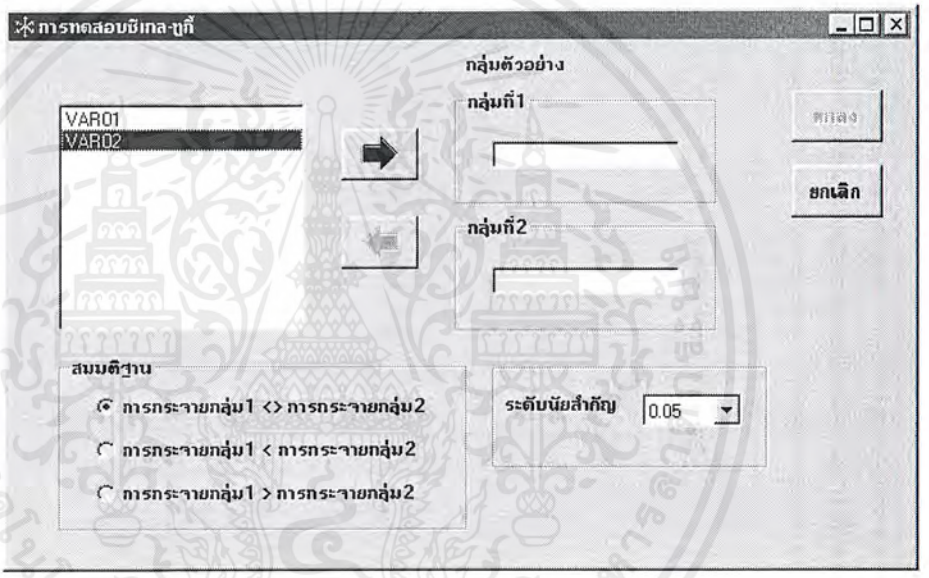
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **<u>การทดสอบของซีเกล-ทูกี้</u>**

เมื่อเราต้องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้กรอกข้อมูล หรือ เปิดข้อมูลที่เรามีอยู่แล้วเราสามารถเรียกการทดสอบขึ้นมาใช้ดังนี้

- Click เมนูวิเคราะห์
- Click ตัวอย่าง 2 กลุ่มอิสระ
- Click ซีเกล-ทูกี้

จะปรากฏหน้าต่างดังนี้



รูปที่ 25 แสดงการทดสอบของซีเกล-ทูกี้

จะทำการทดสอบได้ดังนี้

- Click เลือกตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click ลูกศรที่ชี้ไปทางกลุ่มตัวอย่างที่จะทดสอบหรือ Double click ที่ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ
- Click เลือกค่าระดับนัยสำคัญที่ต้องการ
- Click เลือกสมมติฐานที่ต้องการ
- Click ตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

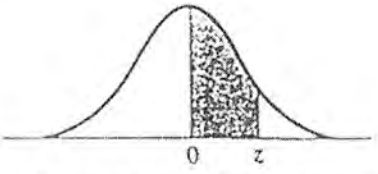
ภาคผนวก ข

ตารางสถิติ

ตาราง	หน้า
ข.1 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ	98
ข.2 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที	99
ข.3 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไคสแควร์	100
ข.4 ตารางของแมนท์วิทนีย์	101
ข.5 ตารางค่าวิกฤตของการทดสอบของมูด	106
ข.6 ตารางค่าวิกฤตของ D ในการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ	117
ข.7 ตารางค่าวิกฤตของการทดสอบของลิลลี่ฟอร์	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ

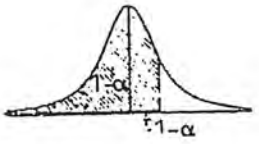


z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

อุมาพร จันทศร. “สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์.” กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.(อัดสำเนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข .2 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที



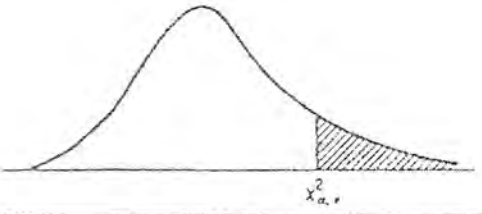
ตัวเลขในตารางเป็นค่าของ $t_{1-\alpha}$ ซึ่งทำให้ $P[T < t_{1-\alpha}] = 1-\alpha$ ตามค่า α ที่ระบุไว้

Degrees of Freedom	$t_{.55}$	$t_{.60}$	$t_{.65}$	$t_{.70}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.9995}$
1	.158	.325	.510	.727	1.00	1.38	1.96	3.08	6.31	12.7	31.8	63.7	637
2	.142	.289	.445	.617	.816	1.06	1.39	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92	31.6
3	.137	.277	.424	.584	.765	.978	1.25	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84	12.9
4	.134	.271	.414	.569	.741	.941	1.19	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60	8.61
5	.132	.267	.408	.559	.727	.920	1.16	1.48	2.01	2.57	3.36	4.03	6.86
6	.131	.265	.404	.553	.718	.906	1.13	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71	5.96
7	.130	.263	.402	.549	.711	.896	1.12	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50	5.40
8	.130	.262	.399	.546	.706	.889	1.11	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36	5.04
9	.129	.261	.398	.543	.703	.883	1.10	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25	4.78
10	.129	.260	.397	.542	.700	.879	1.09	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17	4.59
11	.129	.260	.396	.540	.697	.876	1.09	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11	4.44
12	.128	.259	.395	.539	.695	.873	1.08	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06	4.32
13	.128	.259	.394	.538	.694	.870	1.08	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01	4.22
14	.128	.258	.393	.537	.692	.868	1.08	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98	4.14
15	.128	.258	.393	.536	.691	.866	1.07	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95	4.07
16	.128	.258	.392	.535	.690	.865	1.07	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92	4.02
17	.128	.257	.392	.534	.689	.863	1.07	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90	3.96
18	.127	.257	.392	.534	.688	.862	1.07	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88	3.92
19	.127	.257	.391	.533	.688	.861	1.07	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86	3.88
20	.127	.257	.391	.533	.687	.860	1.06	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84	3.85
21	.127	.257	.391	.532	.686	.859	1.06	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83	3.82
22	.127	.256	.390	.532	.686	.858	1.06	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82	3.79
23	.127	.256	.390	.532	.685	.858	1.06	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81	3.77
24	.127	.256	.390	.531	.685	.857	1.06	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80	3.74
25	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.06	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79	3.72
26	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.06	1.32	1.70	2.06	2.48	2.78	3.71
27	.127	.256	.389	.531	.684	.855	1.06	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77	3.69
28	.127	.256	.389	.530	.683	.855	1.06	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76	3.67
29	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.05	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76	3.66
30	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.05	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75	3.65
∞	.126	.253	.385	.524	.674	.842	1.04	1.28	1.64	1.96	2.33	2.58	3.29

ดร. กัลยา วานิชบัญชา " หลักสถิติ " กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540 (อัดสำเนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 3 ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไคสแควร์



	α								
ν	0.995	0.990	0.975	0.950	0.500	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.00+	0.00+	0.00+	0.00+	0.45	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	1.39	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	2.37	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	3.36	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	4.35	11.07	12.38	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	5.35	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	6.35	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	7.34	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.32	8.34	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	9.34	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	10.34	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	11.34	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	12.34	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	13.34	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.27	7.26	14.34	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	15.34	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	16.34	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	17.34	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	18.34	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	19.34	31.41	34.17	37.57	40.00
25	10.52	11.52	13.12	14.61	24.34	37.65	40.65	44.31	46.93
30	13.79	14.95	16.79	18.49	29.34	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	39.34	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	49.33	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.48	40.48	43.19	59.33	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	69.33	90.53	95.02	100.42	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	79.33	101.88	106.63	112.33	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	89.33	113.14	118.14	124.12	128.30
100	67.33	70.06	74.22	77.93	99.33	124.34	129.56	135.81	140.17

อุมาพร จันทศร. “สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์.” กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.(อัดสำเนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4 ตารางของแมนท์วิทนีย์

n_1	p	$n_2=2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2
	.025	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	.05	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5
	.10	0	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8
	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	.005	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4
3	.01	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6
	.025	0	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9
	.05	0	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	12
	.10	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16
	.001	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4
	.005	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9
4	.01	0	0	0	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	9	8	9	10	10	11
	.025	0	0	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13	14	15
	.05	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19
	.10	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	16	17	18	19	21	22	23

n_1	p	$n_2=2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8
	.005	0	0	0	1	2	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14
5	.01	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	.025	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21
	.05	1	2	3	5	6	7	9	10	12	13	14	16	17	19	20	21	23	24	26
	.10	2	3	5	6	8	9	11	13	14	16	18	19	21	23	24	26	28	29	31
	.001	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	.005	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	16	17	18	19
6	.01	0	0	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13	14	16	17	19	20	21	23
	.025	0	2	3	4	6	7	9	11	12	14	15	17	18	20	22	23	25	26	28
	.05	1	3	4	6	8	9	11	13	15	17	18	20	22	24	26	27	29	31	33
	.10	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	37	39
	.001	0	0	0	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17
	.005	0	0	1	2	4	5	7	8	10	11	13	14	16	17	19	20	22	23	25
7	.01	0	1	2	4	5	7	8	10	12	13	15	17	18	20	22	24	25	27	29
	.025	0	2	4	6	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
	.05	1	3	5	7	9	12	14	16	18	20	22	25	27	29	31	34	36	38	40
	.10	2	5	7	9	12	14	17	19	22	24	27	29	32	34	37	39	42	44	47
	.001	0	0	0	1	2	3	5	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	21	22
	.005	0	0	2	3	5	7	8	10	12	14	16	18	19	21	23	25	27	29	31
8	.01	0	1	3	5	7	8	10	12	14	16	18	21	23	25	27	29	31	33	35
	.025	1	3	5	7	9	11	14	16	18	20	23	25	27	30	32	35	37	39	42
	.05	2	4	6	9	11	14	16	19	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	48
	.10	3	6	8	11	14	17	20	23	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55

n_1	p	$n_2=2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	0	0	2	3	4	6	8	9	11	13	15	16	18	20	22	24	26	27
	.005	0	1	2	4	6	8	10	12	14	17	19	21	23	25	28	30	32	34	37
9	.01	0	2	4	6	8	10	12	15	17	19	22	24	27	29	32	34	37	39	41
	.025	1	3	5	8	11	13	16	18	21	24	27	29	32	35	38	40	43	46	49
	.05	2	5	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
	.10	3	6	10	13	16	19	23	26	29	32	36	39	42	46	49	53	56	59	63
	.001	0	0	1	2	4	6	7	9	11	13	15	18	20	22	24	26	28	30	33
	.005	0	1	3	5	7	10	12	14	17	19	22	25	27	30	32	35	38	40	43
10	.01	0	2	4	7	9	12	14	17	20	23	25	28	31	34	37	39	42	45	48
	.025	1	4	6	9	12	15	18	21	24	27	30	34	37	40	43	46	49	53	56
	.05	2	5	8	12	15	18	21	25	28	32	35	38	42	45	49	52	56	59	63
	.10	4	7	11	14	18	22	25	29	33	37	40	44	48	52	55	59	63	67	71
	.001	0	0	1	3	5	7	9	11	13	16	18	21	23	25	28	30	33	35	38
	.005	0	1	3	6	8	11	14	17	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49
11	.01	0	2	5	8	10	13	16	19	23	26	29	32	35	38	42	45	48	51	54
	.025	1	4	7	10	14	17	20	24	27	31	34	38	41	45	48	52	56	59	63
	.05	2	6	9	13	17	20	24	28	32	35	39	43	47	51	55	58	62	66	70
	.10	4	8	12	16	20	24	28	32	37	41	45	49	53	58	62	66	70	74	79
	.001	0	0	1	3	5	8	10	13	15	18	21	24	26	29	32	35	38	41	43
	.005	0	2	4	7	10	13	16	19	22	25	28	32	35	38	42	45	48	52	55
12	.01	0	3	6	9	12	15	18	22	25	29	32	36	39	43	47	50	54	57	61
	.025	2	5	8	12	15	19	23	27	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70
	.05	3	6	10	14	18	22	27	31	35	39	43	48	52	56	61	65	69	73	78
	.10	5	9	13	18	22	27	31	36	40	45	50	54	59	64	68	73	78	82	87

n_1	p	$n_2=2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	0	2	4	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	43	46	49
	.005	0	2	4	8	11	14	18	21	25	28	32	35	39	43	46	50	54	58	61
13	.01	1	3	6	10	13	17	21	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
	.025	2	5	9	13	17	21	25	29	34	38	42	46	51	55	60	64	68	73	77
	.05	3	7	11	16	20	25	29	34	38	43	48	52	57	62	66	71	76	81	85
	.10	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	75	80	85	90	95
	.001	0	0	2	4	7	10	13	16	20	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55
	.005	0	2	5	8	12	16	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	64	68
14	.01	1	3	7	11	14	18	23	27	31	35	39	44	48	52	57	61	66	70	74
	.025	2	6	10	14	18	23	27	32	37	41	46	51	56	60	65	70	75	79	84
	.05	4	8	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72	78	83	88	93
	.10	5	11	16	21	26	32	37	42	48	53	59	64	70	75	81	86	92	98	103
	.001	0	0	2	5	8	11	15	18	22	25	29	33	37	41	44	48	52	56	60
	.005	0	3	6	9	13	17	21	25	30	34	38	43	47	52	56	61	65	70	74
15	.01	1	4	8	12	16	20	25	29	34	38	43	48	52	57	62	67	71	76	81
	.025	2	6	11	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	71	76	81	86	91
	.05	4	8	13	19	24	29	34	40	45	51	56	62	67	73	78	84	89	95	101
	.10	6	11	17	23	28	34	40	46	52	58	64	69	75	81	87	93	99	105	111
	.001	0	0	3	6	9	12	16	20	24	28	32	36	40	44	49	53	57	61	66
	.005	0	3	6	10	14	19	23	28	32	37	42	46	51	56	61	66	71	75	80
16	.01	1	4	8	13	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72	77	83	88
	.025	2	7	12	16	22	27	32	38	43	48	54	60	65	71	76	82	87	93	99
	.05	4	9	15	20	26	31	37	43	49	55	61	66	72	78	84	90	96	102	108
	.10	6	12	18	24	30	37	43	49	55	62	68	75	81	87	94	100	107	113	120

n_1	p	$n_2=2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	.001	0	1	3	6	10	14	18	22	26	30	35	39	44	48	53	58	62	67	71
	.005	0	3	7	11	16	20	25	30	35	40	45	50	55	61	66	71	76	82	87
17	.01	1	5	9	14	19	24	29	34	39	45	50	56	61	67	72	78	83	89	94
	.025	3	7	12	18	23	29	35	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106
	.05	4	10	16	21	27	34	40	46	52	58	65	71	78	84	90	97	103	110	116
	.10	7	13	19	26	32	39	46	53	59	66	73	80	86	93	100	107	114	121	128
	.001	0	1	4	7	11	15	19	24	28	33	38	43	47	52	57	62	67	72	77
	.005	0	3	7	12	17	22	27	32	38	43	48	54	59	65	71	76	82	88	93
18	.01	1	5	10	15	20	25	31	37	42	48	54	60	66	71	77	83	89	95	101
	.025	3	8	13	19	25	31	37	43	49	56	62	68	75	81	87	94	100	107	113
	.05	5	10	17	23	29	36	42	49	56	62	69	76	83	89	96	103	110	117	124
	.10	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	78	85	92	99	107	114	121	129	136
	.001	0	1	4	8	12	16	21	26	30	35	41	46	51	56	61	67	72	78	83
	.005	1	4	8	13	18	23	29	34	40	46	52	58	64	70	75	82	88	94	100
19	.01	2	5	10	16	21	27	33	39	45	51	57	64	70	76	83	89	95	102	108
	.025	3	8	14	20	26	33	39	46	53	59	66	73	79	86	93	100	107	114	120
	.05	5	11	18	24	31	38	45	52	59	66	73	81	88	95	102	110	117	124	131
	.10	6	15	22	29	37	44	52	59	67	74	82	90	98	105	113	121	129	136	144
	.001	0	1	4	8	13	17	22	27	33	38	43	49	55	60	66	71	77	83	89
	.005	1	4	9	14	19	25	31	37	43	49	55	61	68	74	80	87	93	100	106
20	.01	2	6	11	17	23	29	35	41	48	54	61	68	74	81	88	94	101	108	115
	.025	3	9	15	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	99	106	113	120	128
	.05	5	12	19	26	33	40	48	55	63	70	78	85	93	101	108	116	124	131	139
	.10	8	16	23	31	39	47	55	63	71	79	87	95	103	111	120	128	136	144	152

อุมาพร จันทรศร. "สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์." กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.(อัดสำเนา)

ข.5 ตารางค่าวิกฤตของการทดสอบของมูด

Sample sizes		Nominal significance levels α									
m	n	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
2	2						2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
							0.8333	0.8333	0.8333	0.8333	0.8333
		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
		0.1667	0.1667	0.1667	0.1667	0.1667	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	3						4.00	5.00	5.00	5.00	5.00
							0.5000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	8.00	8.00	8.00	8.00
		0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.9000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	4					0.50	6.50	6.50	8.50	8.50	8.50
						0.0667	0.6667	0.9333	0.9333	0.9333	0.9333
		0.50	0.50	0.50	0.50	2.50	8.50	12.50	12.50	12.50	12.50
		0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.3333	0.9333	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	5					1.00	10.00	10.00	13.00	13.00	13.00
						0.0952	0.7619	0.7619	0.9524	0.9524	0.9524
		1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	13.00	13.00	18.00	18.00	18.00
		0.0952	0.0952	0.0952	0.0952	0.1429	0.9524	0.9524	1.0000	1.0000	1.0000
2	6				0.50	0.50	14.50	14.50	18.50	18.50	18.50
					0.0357	0.0357	0.8214	0.8214	0.9643	0.9643	0.9643
		0.50	0.50	0.50	2.50	2.50	18.50	18.50	24.50	24.50	24.50
		0.0357	0.0357	0.0357	0.1786	0.1786	0.9643	0.9643	1.0000	1.0000	1.0000
2	7					2.00	20.00	20.00	25.00	25.00	25.00
						0.0833	0.8611	0.8611	0.9722	0.9722	0.9722
		1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	25.00	25.00	32.00	32.00	32.00
		0.0556	0.5566	0.0556	0.0556	0.1389	0.9722	0.9722	1.0000	1.0000	1.0000

Sample sizes		Nominal significance levels α									
m	n	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
2	8			0.50	0.50	0.50	26.50	26.50	26.50	32.50	32.50
				0.0222	0.0222	0.0222	0.8889	0.8889	0.8889	0.9778	0.9778
		0.50	0.50	2.50	2.50	2.50	32.50	32.50	32.50	40.50	40.50
		0.0222	0.0222	0.1111	0.1111	0.1111	0.9778	0.9778	0.9778	1.0000	1.0000
2	9				1.00	4.00	32.00	34.00	34.00	41.00	41.00
					0.0364	0.0909	0.8364	0.9091	0.9091	0.9818	0.9818
		1.00	1.00	1.00	2.00	5.00	34.00	41.00	41.00	50.00	50.00
		0.0364	0.0364	0.0364	0.0545	0.1636	0.9091	0.9818	0.9818	1.0000	1.0000
2	10			0.50	0.50	4.50	40.50	42.50	42.50	50.00	50.50
				0.0152	0.0152	0.0909	0.8636	0.9242	0.9242	0.9848	0.9848
		0.50	0.50	2.50	2.50	6.50	42.50	50.50	50.50	60.50	60.50
		0.0152	0.0152	0.0758	0.0758	0.1515	0.9242	0.9848	0.9848	1.0000	1.0000
2	11				2.00	4.00	50.00	52.00	52.00	61.00	61.00
					0.0385	0.0641	0.8846	0.9359	0.9359	0.9872	0.9872
		1.00	1.00	1.00	4.00	5.00	52.00	61.00	61.00	72.00	72.00
		0.0256	0.0256	0.0256	0.0641	0.1154	0.9359	0.9872	0.9872	1.0000	1.0000
2	12			0.50	0.50	4.50	54.50	62.50	62.50	72.50	72.50
				0.0110	0.0110	0.0659	0.8901	0.9451	0.9451	0.9890	0.9890
		0.50	0.50	2.50	2.50	6.50	60.50	72.50	72.50	84.50	84.50
		0.0110	0.0110	0.0549	0.0549	0.1099	0.9011	0.9890	0.9890	1.0000	1.0000
2	13			1.00	4.00	8.00	61.00	72.00	74.00	74.00	85.00
				0.0190	0.0476	0.0952	0.8667	0.9143	0.9524	0.9524	0.9905
		1.00	1.00	2.00	5.00	9.00	65.00	74.00	85.00	85.00	98.00
		0.0190	0.0190	0.0286	0.0857	0.1143	0.9048	0.9524	0.9905	0.9905	1.0000
2	14		0.50	0.50	4.50	6.50	72.50	84.50	86.50	86.50	98.50
			0.0083	0.0083	0.0500	0.0833	0.8833	0.9250	0.9583	0.9583	0.9917
		0.50	2.50	2.50	6.50	8.50	76.50	86.50	98.50	98.50	112.50
		0.0083	0.0417	0.0417	0.0833	0.1167	0.9167	0.9583	0.9917	0.9917	1.0000

2	15			2.00	4.00	9.00	85.00	98.00	100.00	100.00	113.00
				0.0221	0.0368	0.0882	0.8971	0.9338	0.9632	0.9632	0.9926
		1.00	1.00	4.00	5.00	10.00	89.00	100.00	113.00	113.00	128.00
		0.0147	0.0147	0.0368	0.0662	0.1176	0.9265	0.9632	0.9926	0.9926	1.0000
2	16		0.50	0.50	4.50	8.50	92.50	112.50	114.50	114.50	128.50
			0.0065	0.0065	0.0392	0.0915	0.8824	0.9412	0.9673	0.9673	0.9935
		0.50	2.50	2.50	6.50	12.50	98.50	114.50	128.50	128.50	144.50
		0.0065	0.0327	0.0327	0.0654	0.1242	0.9085	0.9673	0.9935	0.9935	1.0000
2	17			2.00	4.00	10.00	106.00	128.00	130.00	130.00	145.00
				0.0175	0.0292	0.0936	0.8947	0.9474	0.9708	0.9708	0.9942
		1.00	1.00	4.00	5.00	13.00	113.00	30.00	145.00	145.00	162.00
		0.0117	0.0117	0.0292	0.0526	0.1170	0.9181	0.9708	0.9942	0.9942	1.0000
2	18		0.50	0.50	4.50	12.50	114.50	132.50	146.50	146.50	162.50
			0.0053	0.0053	0.0316	0.1000	0.8842	0.9474	0.9737	0.9737	0.9947
		0.50	2.50	2.50	6.50	14.50	120.50	144.50	162.50	162.50	180.50
		0.0053	0.0263	0.0263	0.0526	0.1211	0.9053	0.9526	0.9947	0.9947	1.0000
3	3					2.75	10.75	12.75	12.75	12.75	12.75
						0.1000	0.8000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
		2.75	2.75	2.75	2.75	4.75	12.75	14.75	14.75	14.75	14.75
		0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.2000	0.9000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
3	4				2.00	2.00	18.00	19.00	19.00	19.00	19.00
					0.0286	0.0286	0.8857	0.9429	0.9429	0.9429	0.9429
		2.00	2.00	2.00	5.00	5.00	19.00	22.00	22.00	22.00	22.00
		0.0286	0.0286	0.0286	0.1429	0.1429	0.9429	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
3	5				2.75	4.75	20.75	24.75	26.75	26.75	26.75
					0.0357	0.0714	0.8571	0.9286	0.9643	0.9643	0.9643
		2.75	2.75	2.75	4.75	6.75	24.75	26.75	30.75	30.75	30.75
		0.0357	0.0357	0.0357	0.0714	0.1071	0.9286	0.9643	1.0000	1.0000	1.0000
3	6			2.00	2.00	8.00	29.00	33.00	34.00	36.00	36.00
				0.0119	0.0119	0.0952	0.8929	0.9286	0.9524	0.9762	0.9762
		2.00	2.00	5.00	5.00	9.00	32.00	34.00	36.00	41.00	41.00
		0.0119	0.0119	0.0595	0.0595	0.1190	0.9048	0.9524	0.9762	1.0000	1.0000

Sample sizes		Nominal significance levels α									
m	n	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
3	7			2.75	6.75	6.75	34.75	40.75	44.75	46.75	46.75
				0.0167	0.0500	0.0500	0.8500	0.9333	0.9667	0.9833	0.9833
		2.75	2.75	4.75	8.75	8.75	38.75	42.75	46.75	52.75	52.75
		0.0167	0.0167	0.0333	0.1167	0.1167	0.9167	0.9500	0.9833	1.0000	1.0000
3	8		2.00	2.00	8.00	11.00	45.00	50.00	54.00	59.00	59.00
			0.0061	0.0061	0.0485	0.0970	0.8848	0.9394	0.9636	0.9879	0.9879
		2.00	5.00	5.00	9.00	13.00	50.00	51.00	57.00	66.00	66.00
		0.0061	0.0303	0.0303	0.0606	0.1212	0.9394	0.9515	0.9758	1.0000	1.0000
3	9		2.75	4.75	6.75	12.75	54.75	60.75	66.75	70.75	72.75
			0.0091	0.0182	0.0273	0.0909	0.8727	0.9182	0.9727	0.9818	0.9909
		2.75	4.75	6.75	8.75	14.75	56.75	62.75	70.75	72.75	80.75
		0.0091	0.0182	0.0273	0.0636	0.1364	0.9091	0.9636	0.9818	0.9909	1.0000
3	10	2.00	2.00	6.00	10.00	14.00	68.00	78.00	77.00	86.00	88.00
		0.0035	0.0035	0.0245	0.0490	0.0979	0.8986	0.9441	0.9720	0.9860	0.9930
		5.00	5.00	6.00	11.00	17.00	70.00	77.00	81.00	88.00	97.00
		0.0175	0.0175	0.0280	0.0559	0.1189	0.9266	0.9720	0.9790	0.9930	1.0000
3	11		2.75	6.75	10.75	16.75	74.75	84.75	90.75	102.75	104.75
			0.0055	0.0165	0.0440	0.0879	0.8846	0.9451	0.9560	0.9890	0.9945
		2.75	4.75	8.75	12.75	18.75	78.75	88.75	92.75	104.75	114.75
		0.0055	0.0110	0.0385	0.0549	0.1099	0.9066	0.9505	0.9780	0.9945	1.0000
3	12	2.00	2.00	9.00	13.00	20.00	89.00	99.00	107.00	114.00	121.00
		0.0022	0.0022	0.0220	0.0440	0.0945	0.8879	0.9385	0.9648	0.9868	0.9912
		5.00	5.00	10.00	14.00	21.00	90.00	101.00	110.00	121.00	123.00
		0.0110	0.0110	0.0308	0.0615	0.1121	0.9055	0.9560	0.9824	0.9912	0.9956
3	13	2.75	4.75	8.75	12.75	20.75	102.75	114.75	124.75	132.75	140.75
		0.0036	0.0071	0.0250	0.0357	0.0893	0.8893	0.9464	0.9714	0.9893	0.9929
		4.75	6.75	10.75	14.75	22.75	104.75	116.75	128.75	140.75	142.75
		0.0071	0.0107	0.0288	0.0536	0.1036	0.9071	0.9500	0.9857	0.9929	0.9964

3	14	2.00	5.00	11.00	17.00	25.00	116.00	128.00	138.00	149.00	162.00
		0.0015	0.0074	0.0235	0.0500	0.0868	0.8926	0.9353	0.9735	0.9882	0.9941
		5.00	6.00	13.00	18.00	26.00	117.00	129.00	144.00	153.00	164.00
		0.0074	0.0103	0.0294	0.0544	0.1044	0.9044	0.9500	0.9765	0.9912	0.9971
3	15	4.75	6.75	12.75	18.75	26.75	132.75	146.75	156.75	164.75	174.75
		0.0049	0.0074	0.0245	0.0490	0.0907	0.8995	0.9485	0.9681	0.9804	0.9926
		6.75	8.75	14.75	20.75	28.75	134.75	148.75	158.75	170.75	184.75
		0.0074	0.0172	0.0368	0.0613	0.1005	0.9191	0.9583	0.9779	0.9902	0.9951
3	16	2.80	8.00	13.00	20.00	32.00	146.00	164.00	179.00	187.00	198.00
		0.0010	0.0083	0.0206	0.0444	0.0970	0.8937	0.9463	0.9732	0.9835	0.9938
		5.00	9.00	14.00	21.00	33.00	149.00	166.00	181.00	194.00	209.00
		0.0052	0.0103	0.0289	0.0526	0.1011	0.9102	0.9567	0.9814	0.9917	0.9959
3	17	4.75	6.75	12.75	20.75	34.75	162.75	180.75	192.75	210.75	222.75
		0.0035	0.0053	0.0175	0.0439	0.1000	0.8930	0.9421	0.9719	0.9860	0.9947
		6.75	8.75	14.75	22.75	36.75	164.75	182.75	200.75	218.75	234.75
		0.0053	0.0123	0.0263	0.0509	0.1070	0.9018	0.9509	0.9754	0.9930	0.9965
4	4			5.00	5.00	9.00	29.00	31.00	31.00	33.00	33.00
				0.0143	0.0143	0.0714	0.8714	0.9286	0.9286	0.9857	0.9857
		5.00	5.00	9.00	9.00	11.00	31.00	33.00	33.00	37.00	37.00
		0.0143	0.0143	0.0714	0.0714	0.1286	0.9286	0.9857	0.9857	1.0000	1.0000
4	5			6.00	10.00	11.00	37.00	41.00	42.00	42.00	46.00
				0.0159	0.0397	0.0556	0.8730	0.9286	0.9603	0.9603	0.9921
		6.00	6.00	9.00	11.00	14.00	38.00	42.00	45.00	45.00	50.00
		0.0159	0.0159	0.0317	0.0556	0.1190	0.9048	0.9603	0.9921	0.9921	1.0000
4	6	5.00	5.00	9.00	13.00	15.00	47.00	51.00	53.00	55.00	55.00
		0.0048	0.0048	0.0238	0.0476	0.0857	0.8952	0.9333	0.9571	0.9762	0.9762
		9.00	9.00	11.00	15.00	17.00	49.00	53.00	55.00	59.00	59.00
		0.0238	0.0238	0.0429	0.0857	0.1095	0.9143	0.9571	0.9762	0.9952	0.9952
4	7		6.00	11.00	14.00	20.00	58.00	63.00	68.00	70.00	70.00
			0.0061	0.0212	0.0455	0.0909	0.8848	0.9394	0.9727	0.9848	0.9848
		6.00	9.00	14.00	15.00	21.00	59.00	66.00	70.00	75.00	75.00
		0.0061	0.0121	0.0455	0.0576	0.1152	0.9030	0.9576	0.9848	0.9970	0.9970

Sample sizes		Nominal significance levels α									
m	n	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
4	8	5.00	5.00	13.00	17.00	21.00	69.00	77.00	81.00	87.00	87.00
		0.0020	0.0020	0.0202	0.0465	0.0869	0.8970	0.9475	0.9636	0.9899	0.9899
		9.00	9.00	16.00	19.00	23.00	71.00	79.00	83.00	93.00	93.00
		0.0101	0.0101	0.0384	0.0545	0.1030	0.9051	0.9556	0.9798	0.9980	0.9980
4	9	6.00	11.00	14.00	20.00	27.00	85.00	92.00	98.00	104.00	106.00
		0.0028	0.0098	0.0210	0.0420	0.0965	0.8979	0.9497	0.9748	0.9874	0.9930
		9.00	14.00	15.00	21.00	29.00	86.00	93.00	101.00	106.00	113.00
		0.0056	0.0210	0.0266	0.0531	0.1077	0.9231	0.9552	0.9804	0.9930	0.9986
4	10	9.00	13.00	17.00	21.00	31.00	97.00	105.00	115.00	121.00	125.00
		0.0050	0.0100	0.0230	0.0430	0.0969	0.8961	0.9491	0.9740	0.9860	0.9910
		11.00	15.00	19.00	23.00	33.00	99.00	107.00	117.00	123.00	127.00
		0.0090	0.0180	0.0270	0.0509	0.1129	0.9161	0.9530	0.9820	0.9900	0.9950
4	11	10.00	11.00	20.00	26.00	35.00	113.00	125.00	134.00	143.00	148.00
		0.0037	0.0051	0.0220	0.0462	0.0967	0.8967	0.9495	0.9722	0.9897	0.9934
		11.00	14.00	21.00	27.00	36.00	114.00	126.00	135.00	146.00	150.00
		0.0051	0.0110	0.0278	0.0505	0.1011	0.9099	0.9612	0.9780	0.9927	0.9963
4	12	11.00	15.00	21.00	29.00	39.00	129.00	141.00	153.00	161.00	171.00
		0.0049	0.0099	0.0236	0.0489	0.0978	0.8962	0.9495	0.9747	0.9879	0.9945
		13.00	17.00	23.00	31.00	41.00	131.00	143.00	155.00	163.00	173.00
		0.0055	0.0126	0.0280	0.0533	0.1093	0.9159	0.9538	0.9791	0.9901	0.9951
4	13	11.00	17.00	25.00	33.00	45.00	146.00	162.00	173.00	186.00	193.00
		0.0029	0.0088	0.0227	0.0475	0.0971	0.8933	0.9496	0.9710	0.9891	0.9941
		14.00	18.00	26.00	34.00	46.00	147.00	163.00	174.00	187.00	198.00
		0.0063	0.0113	0.0265	0.0504	0.1071	0.9000	0.9529	0.9777	0.9908	0.9958
4	14	13.00	19.00	27.00	37.00	49.00	163.00	181.00	195.00	207.00	217.00
		0.0033	0.0088	0.0235	0.0477	0.0928	0.8931	0.9487	0.9739	0.9889	0.9941
		15.00	21.00	29.00	39.00	51.00	165.00	183.00	197.00	213.00	221.00
		0.0059	0.0141	0.0291	0.0582	0.1059	0.9049	0.9539	0.9755	0.9915	0.9954

4	15	15.00	21.00	29.00	41.00	56.00	183.00	202.00	218.00	234.00	245.00
		0.0049	0.0098	0.0199	0.0472	0.0993	0.8965	0.9466	0.9727	0.9892	0.9943
		17.00	22.00	30.00	42.00	57.00	185.00	203.00	219.00	235.00	247.00
		0.0054	0.0114	0.0261	0.0524	0.1045	0.9017	0.9518	0.9768	0.9902	0.9954
4	16	17.00	21.00	33.00	43.00	61.00	203.00	223.00	241.00	259.00	275.00
		0.0047	0.0089	0.0233	0.0436	0.0962	0.8933	0.9451	0.9728	0.9870	0.9946
		19.00	23.00	35.00	45.00	63.00	205.00	225.00	243.00	261.00	277.00
		0.0056	0.0105	0.0283	0.0504	0.1061	0.9028	0.9525	0.9762	0.9903	0.9955
5	5		11.25	15.25	17.25	23.25	65.25	59.25	61.25	65.25	67.25
			0.0079	0.0159	0.0317	0.0952	0.8889	0.9365	0.9683	0.9841	0.9921
		11.25	15.25	17.25	21.25	25.25	57.25	61.25	65.25	67.25	71.25
		0.0079	0.0159	0.0317	0.0635	0.1111	0.9048	0.9683	0.9841	0.9921	1.0000
5	6	10.00	10.00	19.00	24.00	27.00	69.00	75.00	76.00	83.00	84.00
		0.0022	0.0022	0.0238	0.0476	0.0758	0.8810	0.9459	0.9632	0.9870	0.9913
		15.00	15.00	20.00	25.00	30.00	70.00	76.00	79.00	84.00	86.00
		0.0108	0.0108	0.0260	0.0563	0.1104	0.9069	0.9632	0.9805	0.9913	0.9957
5	7	11.25	15.25	21.25	27.25	33.25	83.25	89.25	93.25	101.25	105.25
		0.0025	0.0051	0.0202	0.0460	0.0884	0.8990	0.9495	0.9646	0.9899	0.9949
		15.25	17.25	23.25	29.25	35.25	85.25	91.25	95.25	103.25	107.25
		0.0051	0.0101	0.0303	0.0631	0.1136	0.9167	0.9520	0.9773	0.9924	0.9975
5	8	15.00	20.00	26.00	31.00	39.00	99.00	106.00	113.00	118.00	123.00
		0.0039	0.0093	0.0225	0.0490	0.0979	0.8974	0.9448	0.9697	0.9852	0.9938
		18.00	22.00	27.00	33.00	40.00	101.00	107.00	114.00	122.00	126.00
		0.0070	0.0124	0.0272	0.0521	0.1049	0.9068	0.9510	0.9759	0.9922	0.9953
5	9	17.25	21.25	29.25	35.25	45.25	115.25	123.25	133.25	141.25	145.25
		0.0040	0.0080	0.0250	0.0450	0.0999	0.8951	0.9411	0.9710	0.9890	0.9910
		21.25	23.25	31.25	37.25	47.25	117.25	125.25	135.25	143.25	147.25
		0.0080	0.0120	0.0300	0.0509	0.1149	0.9121	0.9500	0.9790	0.9900	0.9960
5	10	20.00	26.00	33.00	41.00	52.00	134.00	146.00	154.00	166.00	174.00
		0.0040	0.0097	0.0223	0.0456	0.0989	0.8934	0.9494	0.9724	0.9897	0.9947
		22.00	27.00	34.00	42.00	53.00	135.00	147.00	155.00	168.00	175.00
		0.0053	0.0117	0.0266	0.0503	0.1002	0.9068	0.9547	0.9757	0.9923	0.9973

Sample sizes		Nominal significance levels α									
m	n	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
5	11	21.25	27.25	37.25	45.25	57.25	153.25	166.25	177.25	187.25	197.25
		0.0037	0.0087	0.0234	0.0458	0.0934	0.8997	0.9473	0.9748	0.9881	0.9950
		23.25	29.25	39.25	47.25	59.25	155.25	167.25	179.25	191.25	199.25
		0.0055	0.0114	0.0275	0.0527	0.1053	0.9125	0.9519	0.9776	0.9918	0.9954
5	12	26.00	30.00	42.00	53.00	66.00	174.00	189.00	202.00	216.00	226.00
		0.0047	0.0082	0.0244	0.0486	0.0931	0.8993	0.9473	0.9746	0.9888	0.9945
		27.00	31.00	43.00	54.00	66.00	176.00	190.00	203.00	217.00	227.00
		0.0057	0.0102	0.0267	0.0535	0.1021	0.9071	0.9551	0.9772	0.9901	0.9952
5	13	27.25	33.25	45.25	57.25	73.25	195.25	211.25	227.25	243.25	255.25
		0.0044	0.0082	0.0233	0.0478	0.0997	0.8985	0.9444	0.9741	0.9893	0.9946
		29.25	35.25	47.25	59.25	75.25	197.25	213.25	229.25	245.25	257.25
		0.0058	0.0105	0.0268	0.0537	0.1076	0.9059	0.9512	0.9762	0.9904	0.9958
5	14	30.00	38.00	51.00	65.00	81.00	219.00	238.00	254.00	275.00	285.00
		0.0044	0.0088	0.0248	0.0495	0.0978	0.8999	0.9479	0.9720	0.9896	0.9946
		31.00	39.00	52.00	66.00	82.00	220.00	239.00	255.00	276.00	287.00
		0.0054	0.0108	0.0255	0.0544	0.1034	0.9037	0.9520	0.9754	0.9906	0.9953
5	15	33.25	39.25	55.25	69.25	89.25	241.25	265.25	283.25	305.25	319.25
		0.0045	0.0077	0.0235	0.0470	0.0988	0.8951	0.9494	0.9739	0.9896	0.9946
		35.25	41.25	57.25	71.25	91.25	243.25	267.25	285.25	307.25	321.25
		0.0058	0.0103	0.0263	0.0526	0.1053	0.9005	0.9542	0.9763	0.9906	0.9957
6	6	17.50	27.50	33.50	39.50	45.50	93.50	99.50	105.50	111.50	115.50
		0.0011	0.0097	0.0238	0.0465	0.0963	0.8734	0.9307	0.9675	0.9848	0.9946
		23.50	29.50	35.50	41.50	47.50	95.50	101.50	107.50	113.50	119.50
		0.0054	0.0152	0.0325	0.0693	0.1266	0.9037	0.9535	0.9762	0.9903	0.9989
6	7	27.00	31.00	38.00	45.00	54.00	114.00	122.00	129.00	135.00	140.00
		0.0047	0.0099	0.0204	0.0466	0.0973	0.8980	0.9476	0.9749	0.9883	0.9948
		28.00	34.00	39.00	46.00	55.00	115.00	123.00	130.00	138.00	142.00
		0.0052	0.0146	0.0251	0.0524	0.1206	0.9108	0.9580	0.9779	0.9918	0.9971

6	8	29.50	35.50	41.50	49.50	59.50	131.50	141.50	149.50	157.50	165.50
		0.0047	0.0100	0.0213	0.0430	0.0942	0.8924	0.9461	0.9737	0.9873	0.9940
		31.50	37.50	43.50	51.50	61.50	133.50	143.50	151.50	159.50	167.50
		0.0060	0.0130	0.0266	0.0509	0.1062	0.9004	0.9540	0.9750	0.9900	0.9967
6	9	34.00	39.00	49.00	58.00	69.00	154.00	165.00	175.00	186.00	193.00
		0.0050	0.0086	0.0232	0.0488	0.0969	0.8973	0.9467	0.9734	0.9894	0.9944
		35.00	40.00	50.00	59.00	70.00	155.00	166.00	176.00	187.00	195.00
		0.0062	0.0110	0.0256	0.0547	0.1039	0.9065	0.9504	0.9766	0.9910	0.9956
6	10	37.50	43.50	53.50	63.50	75.50	175.50	189.50	201.50	213.50	221.50
		0.0049	0.0100	0.0237	0.0448	0.0888	0.8976	0.9476	0.9734	0.9891	0.9948
		39.50	45.50	55.50	65.50	77.50	177.50	191.50	203.50	215.50	223.50
		0.0054	0.0111	0.0262	0.0521	0.1010	0.9067	0.9540	0.9784	0.9901	0.9953
6	11	42.00	49.00	61.00	73.00	87.00	200.00	216.00	229.00	244.00	253.00
		0.0048	0.0094	0.0243	0.0490	0.0977	0.8998	0.9491	0.9737	0.9898	0.9941
		43.00	50.00	62.00	74.00	88.00	201.00	217.00	230.00	245.00	254.00
		0.0060	0.0103	0.0255	0.0512	0.1037	0.9009	0.9504	0.9758	0.9901	0.9954
6	12	45.50	51.50	67.50	79.50	95.50	223.50	243.50	257.50	273.50	285.50
		0.0048	0.0082	0.0248	0.0470	0.0950	0.8954	0.9494	0.9733	0.9879	0.9944
		47.50	53.50	69.50	81.50	97.50	225.50	245.50	259.50	275.50	287.50
		0.0063	0.0102	0.0273	0.0513	0.1033	0.9004	0.9542	0.9757	0.9900	0.9950
6	13	50.00	58.00	74.00	89.00	107.00	252.00	273.00	290.00	310.00	323.00
		0.0047	0.0090	0.0234	0.0483	0.0985	0.8979	0.9499	0.9736	0.9898	0.9949
		51.00	59.00	75.00	90.00	108.00	253.00	274.00	291.00	311.00	324.00
		0.0053	0.0101	0.0256	0.0503	0.1008	0.9001	0.9510	0.9751	0.9902	0.9951
6	14	53.50	63.50	81.50	97.50	117.50	279.50	301.50	321.50	343.50	357.50
		0.0049	0.0093	0.0246	0.0495	0.0974	0.8972	0.9459	0.9730	0.9888	0.9944
		55.50	65.50	83.50	99.50	119.50	281.50	303.50	323.50	345.50	359.50
		0.0054	0.0108	0.0281	0.0527	0.1043	0.9040	0.9501	0.9754	0.9901	0.9950
7	7	41.75	47.75	57.75	65.75	75.75	147.75	157.75	165.75	175.75	179.75
		0.0029	0.0082	0.0233	0.0466	0.0950	0.8869	0.9452	0.9709	0.9889	0.9948
		43.75	49.75	59.75	67.75	77.75	149.75	159.75	167.75	177.75	183.75
		0.0052	0.0111	0.0291	0.0548	0.1131	0.9050	0.9534	0.9767	0.9918	0.9971

Sample sizes		Nominal significance levels α									
m	n	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
7	8	50.00	55.00	68.00	75.00	87.00	173.00	184.00	195.00	204.00	211.00
		0.0050	0.0082	0.0238	0.0479	0.0977	0.8988	0.9455	0.9745	0.9890	0.9939
		51.00	56.00	67.00	76.00	88.00	174.00	185.00	196.00	205.00	212.00
		0.0059	0.0110	0.0272	0.0533	0.1052	0.9004	0.9510	0.9776	0.9902	0.9952
7	9	53.75	59.75	71.75	83.75	95.75	197.75	211.75	221.75	235.75	245.75
		0.0049	0.0087	0.0224	0.0495	0.0920	0.8970	0.9496	0.9706	0.9895	0.9949
		55.75	61.75	73.75	85.75	97.75	199.75	213.75	223.75	237.75	247.75
		0.0058	0.0103	0.0267	0.0556	0.1016	0.9073	0.9549	0.9764	0.9911	0.9963
7	10	59.00	67.00	82.00	94.00	109.00	226.00	242.00	254.00	270.00	279.00
		0.0046	0.0090	0.0243	0.0478	0.0975	0.8978	0.9499	0.9726	0.9896	0.9949
		60.00	68.00	83.00	95.00	110.00	227.00	243.00	255.00	271.00	280.00
		0.0053	0.0100	0.0268	0.0521	0.1009	0.9051	0.9544	0.9753	0.9902	0.9951
7	11	63.75	73.75	89.75	103.75	119.75	253.75	271.75	287.75	303.75	315.75
		0.0042	0.0096	0.0246	0.0495	0.0946	0.8991	0.9483	0.9742	0.9882	0.9943
		65.75	75.75	91.75	105.75	121.75	255.75	273.75	289.75	305.75	317.75
		0.0050	0.0103	0.0272	0.0526	0.1012	0.9053	0.9506	0.9767	0.9904	0.9952
7	12	71.00	82.00	99.00	115.00	135.00	285.00	306.00	323.00	343.00	357.00
		0.0048	0.0094	0.0241	0.0489	0.0998	0.8997	0.9491	0.9738	0.9893	0.9950
		72.00	83.00	100.00	116.00	136.00	286.00	307.00	324.00	344.00	358.00
		0.0051	0.0104	0.0258	0.0519	0.1044	0.9020	0.9515	0.9754	0.9900	0.9952
7	13	75.75	87.75	107.75	125.75	147.75	315.75	339.75	359.75	381.75	397.75
		0.0042	0.0089	0.0239	0.0487	0.0983	0.8972	0.9487	0.9745	0.9889	0.9949
		77.75	89.75	109.75	127.75	149.75	317.75	341.75	361.75	383.75	399.75
		0.0050	0.0101	0.0261	0.0528	0.1054	0.9039	0.9523	0.9758	0.9905	0.9953
8	8	72.00	78.00	92.00	104.00	118.00	218.00	232.00	244.00	258.00	264.00
		0.0043	0.0078	0.0239	0.0496	0.0984	0.8908	0.9457	0.9740	0.9900	0.9942
		74.00	80.00	94.00	106.00	120.00	220.00	234.00	246.00	260.00	266.00
		0.0058	0.0100	0.0260	0.0543	0.1092	0.9016	0.9504	0.9761	0.9922	0.9957

8	9	79.00	90.00	103.00	116.00	132.00	250.00	266.00	279.00	294.00	303.00
		0.0042	0.0096	0.0229	0.0487	0.0988	0.8959	0.9477	0.9742	0.9896	0.9945
		80.00	91.00	104.00	117.00	133.00	251.00	267.00	280.00	295.00	304.00
		0.0050	0.0102	0.0253	0.0510	0.1016	0.9005	0.9520	0.9760	0.9901	0.9952
8	10	88.00	98.00	114.00	128.00	146.00	280.00	300.00	316.00	332.00	344.00
		0.0050	0.100	0.0245	0.0481	0.0980	0.8917	0.9487	0.9744	0.9891	0.9948
		90.00	100.00	116.00	130.00	148.00	282.00	302.00	318.00	334.00	346.00
		0.0059	0.0112	0.0280	0.0525	0.1033	0.9001	0.9532	0.9768	0.9900	0.9950
8	11	95.00	107.00	126.00	143.00	163.00	316.00	337.00	355.00	376.00	388.00
		0.0047	0.0095	0.0247	0.500	0.0988	0.8984	0.9489	0.0739	0.9900	0.9948
		96.00	108.00	127.00	144.00	164.00	317.00	338.00	356.00	377.00	389.00
		0.0051	0.0105	0.0256	0.0530	0.1039	0.9021	0.9501	0.9759	0.9909	0.9953
8	12	102.00	116.00	136.00	156.00	178.00	352.00	376.00	396.00	418.00	434.00
		0.0044	0.0097	0.0234	0.0496	0.0970	0.8995	0.9497	0.9749	0.9894	0.9949
		104.00	118.00	138.00	158.00	180.00	354.00	378.00	398.00	420.00	436.00
		0.0051	0.0103	0.0252	0.0533	0.1031	0.9056	0.9531	0.9763	0.9903	0.9953
9	9	110.25	120.25	138.25	154.25	172.25	308.25	326.25	342.25	360.25	370.25
		0.0045	0.0085	0.0230	0.0481	0.0973	0.8975	0.9476	0.9742	0.9899	0.9949
		112.25	122.25	140.25	156.25	174.25	310.25	328.25	344.25	362.25	372.25
		0.0051	0.0101	0.0258	0.0524	0.1025	0.9027	0.9519	0.9770	0.9915	0.9955
9	10	122.00	134.00	154.00	171.00	191.00	347.00	368.00	385.00	404.00	419.00
		0.0049	0.0096	0.0250	0.0492	0.0963	0.8987	0.9489	0.9738	0.9890	0.9950
		123.00	135.00	155.00	172.00	192.00	348.00	369.00	386.00	405.00	420.00
		0.0050	0.0101	0.0256	0.0514	0.1003	0.9021	0.9515	0.9751	0.9900	0.9955
9	11	132.25	144.25	166.25	186.25	210.25	384.25	408.25	430.25	452.25	468.25
		0.0049	0.0089	0.0235	0.0484	0.0984	0.8942	0.9465	0.9744	0.9896	0.9950
		134.25	146.25	168.25	188.25	212.25	386.25	410.25	432.25	454.25	470.25
		0.0056	0.0102	0.0251	0.0519	0.1049	0.9005	0.9500	0.9765	0.9900	0.9955
10	10	162.50	176.50	198.50	218.50	242.50	418.50	442.50	462.50	484.50	498.50
		0.0050	0.0098	0.0241	0.0489	0.0982	0.8966	0.9479	0.9740	0.9891	0.9944
		164.50	178.50	200.50	220.50	244.50	420.50	444.50	464.50	486.50	500.50
		0.0056	0.0109	0.0260	0.0521	0.1034	0.9018	0.9511	0.9759	0.9902	0.9950

อุมาพร จันทรศร. "สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์." กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.(อัดสำเนา)

ข. 6 ตารางค่าวิกฤตของ D ในการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ

Sample size (N)	Level of significance for D = maximum $\lvert F_0(X) - S_N(X)\rvert$				
	.20	.15	.10	.05	.01
1	.900	.925	.950	.975	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.322	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	.272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.21	.22	.24	.27	.32
30	.19	.20	.22	.24	.29
35	.18	.19	.21	.23	.27
Over 35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

อุมาพร จันทศร. “สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์.” กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2544. (อัดสำเนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.7 ตารางค่าวิกฤตของการทดสอบของลิลลี่ฟอร์

Critical values for Lilliefors test, normal case 1 (μ unknown, σ^2 known)

	α				
n	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
3	.392	.308	.428	.453	.495
4	.351	.366	.384	.410	.455
5	.318	.333	.350	.376	.423
6	.294	.307	.324	.348	.396
7	.276	.288	.305	.328	.374
8	.260	.272	.288	.311	.353
9	.246	.258	.272	.294	.334
10	.234	.245	.259	.280	.323
11	.225	.235	.249	.269	.309
12	.216	.226	.238	.259	.300
13	.209	.218	.230	.249	.285
14	.202	.211	.224	.242	.280
15	.195	.205	.217	.235	.270
16	.189	.197	.209	.227	.261
17	.184	.192	.203	.220	.256
18	.179	.187	.198	.215	.246
19	.174	.182	.194	.210	.242
20	.170	.178	.189	.205	.235
21	.166	.174	.184	.199	.230
22	.163	.171	.180	.195	.227
23	.160	.167	.177	.193	.221
24	.156	.164	.173	.188	.217
25	.154	.160	.170	.185	.214
26	.151	.158	.167	.181	.209
27	.147	.154	.163	.177	.205
28	.146	.153	.161	.174	.202
29	.143	.149	.158	.172	.198
30	.141	.147	.155	.169	.193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Critical values for Lilliefors test, normal case 2 (μ known, σ^2 unknown)

	α				
n	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
2	.739	770	797	820	837
3	.551	599	657	722	798
4	.499	529	565	621	734
5	440	470	507	567	660
6	400	429	464	514	607
7	375	395	429	477	566
8	451	374	405	450	534
9	332	353	382	425	505
10	315	335	361	401	477
11	300	320	346	387	466
12	289	307	332	371	444
13	277	296	320	358	428
14	266	284	307	341	410
15	259	275	297	331	397
16	251	257	288	322	387
17	244	260	282	313	377
18	236	251	271	302	369
19	231	246	266	297	357
20	226	241	260	290	348
21	219	233	252	282	337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Critical values for Lilliefors test, normal case 3 (μ, σ^2 both unknown)

	α				
n	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
4	.303	320	344	.374	.414
5	.290	.302	.319	344	.398
6	.268	.280	295	321	.371
7	.252	.264	.280	304	.353
8	.239	.251	266	.290	.333
9	.227	.239	.253	.275	.319
10	.217	.228	.241	262	303
11	.209	.219	232	.252	.291
12	.201	210	.223	243	.281
13	.193	.203	.215	233	270
14	.187	.196	209	227	264
15	.181	190	.202	219	256
16	.176	.184	.196	212	246
17	170	179	190	207	241
18	166	174	.185	201	234
19	162	171	.181	197	230
20	.159	167	177	192	223
21	155	163	.173	188	219
22	.152	160	170	.185	214
23	149	156	165	181	210
24	145	153	162	177	205
25	144	151	159	173	202
26	141	147	156	170	198
27	138	145	153	166	193
28	136	142	151	165	191
29	134	140	149	162	188
30	132	138	146	159	183
31	0.741	0.775	0.819	0.895	1.035
	$\overline{d_\alpha}$	$\overline{d_\alpha}$	$\overline{d_\alpha}$	$\overline{d_\alpha}$	$\overline{d_\alpha}$

$d_\alpha = (\sqrt{n} - 0.01 + 0.83/\sqrt{n})$

อุมาพร จันทศร. “สถิติไม่ใช้พารามิเตอร์.” กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2544. (อัดสำเนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัลยา วานิชย์บัญชา. หลักสถิติ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

ผศ.อุมาพร จันทศร. สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 2542

รศ.ดร. อำนวย เลิศชยันตี. สถิตินอนพาราเมตริก. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ศิลปสนองการพิมพ์,2539

รศ. นิภา ศรีไพโรจน์. สถิตินอนพาราเมตริก. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2533

วรวุฒิ เที่ยงธรรม, ขจรศักดิ์ ถาวรพานิช. เรียนลัด Visual Basic 6.0 สไตล์ Visual guide นนทบุรี ออฟเซท เพรส, 2542

Daniel Wayne W. Applied Nonparametric Statistics Houghton Miffin Company, 1978

SPSS for Windows Release 10.0.7 Copyright SPSS Inc., 1989-1999 All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้