

การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับทดสอบสมมติฐาน
ทางสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์



นางสาว พิไลวรรณ พุทธมงคล

ศูนย์วิทยพัทธยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-569-802-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015868

I 17515099

Development of Statistical Packaged Program
for Nonparametric Tests

Miss Pilaiwan Puttamongkol



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Statistics

Department of Statistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับทดสอบสมมติฐานทางสถิติ
ที่ไม่ใช่พารามิเตอร์

โดย

นางสาว พิไลวรรณ พุทอมงคล

ภาควิชา

สถิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา

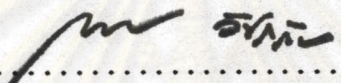
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราก็ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

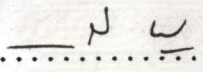
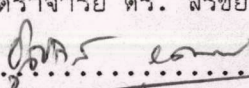
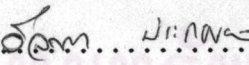
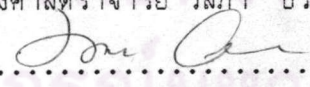
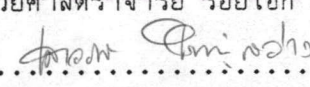
อาจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรากัญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาลบุตร)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราก็ดี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ เสาวรส ใหญ่สว่าง)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

พิไลวรรณ พุทธรังค : การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ (DEVELOPMENT OF STATISTICAL PACKAGED PROGRAM FOR NONPARAMETRIC TESTS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. รอ. มานพ วรารักษ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.เสาวรส ใหญ่สว่าง, 281 หน้า.

ในปัจจุบัน โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสถิติบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีให้เลือกใช้มากมาย แต่มักจะประสบปัญหาด้านวิธีการใช้งานที่ยุ่งยาก และโปรแกรมส่วนใหญ่จะเป็นโปรแกรมทางสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง อีกทั้งผู้วิจัยต้องมีความรู้ทางด้านสถิติและโปรแกรมเป็นอย่างดี เพราะมีวิธีการใช้งานที่ยุ่งยาก ซึ่งจะมีผลทำให้การนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับงานสถิติไม่สะดวกเท่าที่ควรจะเป็น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างและพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในแบบที่ใช้งานง่าย และผู้วิจัยไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้มากในเรื่องของสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ ผู้เขียนจึงออกแบบและสร้างระบบของวิธีการทดสอบเป็น 2 แบบคือ แบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งโปรแกรมจะช่วยเลือกวิธีการทดสอบที่เหมาะสมให้ตามลักษณะของข้อมูลของผู้ใช้ และแบบเลือกใช้เอง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้เลือกวิธีการทดสอบด้วยตนเอง

ผู้เขียนได้ออกแบบรายงาน ข้อมูลนำเข้า แฟ้มข้อมูล และกระบวนการต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นนี้เขียนด้วยภาษาดีเบสทริพลัส โดยใช้สำหรับการสร้างแฟ้มข้อมูล โปรแกรมการทดสอบสมมติฐาน และโปรแกรมออกรายงานต่าง ๆ และได้ทดสอบโปรแกรมนี้นับผลการทดสอบกับโปรแกรม SPSS^X บนเครื่องคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มขนาดใหญ่ ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วย ซึ่งได้ผลลัพธ์เช่นเดียวกัน

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้จะช่วยให้การทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สามารถทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ภาควิชา สถิติ
สาขาวิชา สถิติ
ปีการศึกษา ๒๕๓๑

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

PILAIWAN PUTTAMONGKOL : DEVELOPMENT OF STATISTICAL PACKAGED PROGRAM FOR NONPARAMETRIC TESTS. THESIS ADVISOR : ASSI. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI, THESIS COADVISOR : SAOWAROS YAISAWARNG, 281 PP.

Nowadays, there are several ways to use statistical package programs on microcomputers. However, according to its difficulty and complication, using computers is oftenly found to be a problem. Besides, statistical programs mostly deal with parametric statistics where information collected is limited, and reserchers are required to have well knowledge in the area of statistics and programs as well. Because of the complication of using computer obstructs themselves in order to be conveniently used as it support to be in statistics area, the purpose of this research, therefore, intends to create and develop package programs for statistical hypothesis test where nonparametric statistics is dealt. In such case, reserchers are not required to have knowledge back ground in statistics area where nonparametric statistics is dealt. The author had designed and created testing ways to be 2 systems. The first system is called semi-automatic which program will automatically elect suitable ways according to the character of information reserchers inputed. The second system is called self-election which reserchers will elect testing ways by themselves.

The author had designed the patterns of reports, input, information files, and any other process. Such designed package programs created in dBASE III Plus in order to be used for creating files, hypothesis test programs, and reporting programs. The programs had been tested respect to the test of SPSS* on mainframe IBM at the computer center of Chulaongkorn University.

The developed programs of this research can be used conveniently and efficiency for nonparametric tests on microcomputer.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ๘๕๐๗
สาขาวิชา ๘๕๐๗
ปีการศึกษา ๒๕๓๑

ลายมือชื่อนิสิต น. ๗๗๐๗๐๗
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [Signature]



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เกิดขึ้นจากคำแนะนำและการสนับสนุนของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์เสาวรส ใหญ่สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ เป็นอย่างสูงที่ได้สละ เวลาให้คำแนะนำ ปรึกษาตลอดจนตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ เป็นรูปเล่ม

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุก ๆ ท่านที่ให้ความรู้ความเข้าใจต่อผู้เขียนมาตลอด โดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ศุภชัย พิศาลบุตร และอาจารย์วัชรวิทย์ หิรัญยวะสวัสดิ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและให้ยืมหนังสือคู่มือต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ชาวสถิติทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือต่อผู้เขียนเป็นอย่างดี

ผู้เขียนขอขอบพระคุณคุณณรงค์ ศุภพิพัฒน์ ผู้อำนวยการฝ่ายสำนักงานอัตโนมัติ บริษัท ดาต้าแมท จำกัด ที่ได้กรุณาอนุญาตให้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ "เอ็นอีซี รุ่นพาวเวอร์เมท" ในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ และขอขอบคุณ คุณอัครเสน สมุทรผ่อง ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ผู้เขียนขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ต่อท่านคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณา สละ เวลาในการพิจารณาตรวจทานแก้ไข ให้คำแนะนำ และอนุมัติวิทยานิพนธ์

ท้ายสุด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณต่อคุณพ่อ คุณแม่ และขอบคุณน้องสาวที่เป็นกำลังใจ แก่ผู้เขียนในการ เรียนตลอดมา



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
รายการตารางประกอบ.....	ผ
รายการรูปประกอบ.....	ธ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	1
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
1.7 ข้อยกเว้นของการวิจัย.....	4
1.8 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.8.1 มาตรการ.....	4
1.8.1.1 มาตรการแบบนามบัญญัติ.....	5
1.8.1.2 มาตรการแบบจัดอันดับ.....	5
1.8.1.3 มาตรการแบบอันตรายภาค.....	5
1.8.1.4 มาตรการแบบอัตราส่วน.....	6

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

1.8.2	ระดับนัยสำคัญ.....	6
2.	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1	การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่างชุดเดียว.....	7
2.1.1	การทดสอบแบบทวินาม.....	7
2.1.2	การทดสอบแบบไคสแควร์.....	9
2.1.3	การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอรโนฟ.....	10
2.1.4	การทดสอบแบบรันส์.....	11
2.2	การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน..	13
2.2.1	การทดสอบของแมคเนียร์.....	15
2.2.2	การทดสอบโดยใช้เครื่องหมาย.....	16
2.2.3	การทดสอบแบบจับคู่โดยใช้เครื่องหมายของวิลคอกซอน...	18
2.2.4	การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของสเปียร์แมน.	19
2.2.5	การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของเคนดัลล์..	22
2.3	การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่เป็นอิสระต่อกัน...	25
2.3.1	การทดสอบแบบไคสแควร์.....	27
2.3.2	การทดสอบแบบมัชยฐาน.....	28
2.3.3	การทดสอบของแมน-วิทนี.....	29
2.3.4	การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-สเมอรโนฟ.....	32
2.3.5	การทดสอบของแบบรันส์ของวอลด์-วอลฟowitz.....	33
2.3.6	การทดสอบแบบปฏิบัติการรุนแรงของโมสส์.....	35
2.4	การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง k ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน..	36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคอคแรน...	38
2.4.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของฟรีดแมน...	39
2.5	การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง k ชุดที่เป็นอิสระต่อกัน...	40
2.5.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของครัสคัล-วัลลิส.....	41
3.	การพัฒนาและทดสอบโปรแกรม.....	43
3.1	ระบบเครื่องและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์.....	43
3.2	โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย.....	44
3.2.1	โปรแกรมสำหรับเรียกใช้การทดสอบ.....	44
3.2.2	โปรแกรมสำหรับเรียกใช้ตารางสถิติ.....	46
3.3	ฟังก์ชันพิเศษต่าง ๆ.....	60
3.3.1	การใช้ฟังก์ชันขอความช่วยเหลือ.....	60
3.3.2	การใช้ฟังก์ชันเลือกใช้เครื่องพิมพ์.....	61
3.3.3	การใช้ฟังก์ชันเลือกใช้ภาษาไทย/อังกฤษ.....	61
4.	วิธีการใช้งานโปรแกรม.....	62
4.1	วิธีเรียกใช้งานโปรแกรมและตารางสถิติ.....	62
4.2	วิธีการใช้งานโปรแกรมการทดสอบสมมติฐาน.....	101
4.2.1	การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่างชุดเดียว.....	101
4.2.1.1	การทดสอบแบบทวินาม.....	101
4.2.1.2	การทดสอบแบบไคสแควร์.....	107

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.1.3 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ...	115
4.2.1.4 การทดสอบแบบรันส์.....	123
4.2.2 การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน.....	130
4.2.2.1 การทดสอบของแมคนีมาร์.....	130
4.2.2.2 การทดสอบโดยใช้ เครื่องหมาย.....	136
4.2.2.3 การทดสอบแบบจับคู่โดยใช้ เครื่องหมายของวิลคอกซอน.....	142
4.2.2.4 การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของสเปียร์แมน.....	149
4.2.2.5 การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของเคนดัลล์.....	155
4.2.3 การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่เป็นอิสระต่อกัน.....	162
4.2.3.1 การทดสอบแบบไคสแควร์.....	162
4.2.3.2 การทดสอบแบบมัธยฐาน.....	168
4.2.3.3 การทดสอบของแมน-วิทนีย์.....	175
4.2.3.4 การทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ...	182
4.2.3.5 การทดสอบของแบบรันส์ของวอลต์-วอลฟอวิทซ์	189
4.2.3.6 การทดสอบแบบปฏิบัติการรุนแรงของโมสส์....	196
4.2.4 การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง k ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน.....	203

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.4.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของ คอคเรน.....	203
4.2.4.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของ ฟรีดแมน.....	210
4.2.5	การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง k ชุดที่เป็นอิสระ ต่อกัน.....	218
4.2.5.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว - ของครัสคัล-วัลลิส.....	218
5.	สรุปผลการวิจัยและขอ เสนอแนะ.....	226
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	226
5.2	อภิปรายผลการวิจัย.....	227
5.3	ขอ เสนอแนะ.....	228
	บรรณานุกรม.....	231
	ภาคผนวก	233
	ก. โปรแกรม.....	234
	ข. แฟ้มข้อมูล.....	236
	ค. ตารางสถิติ.....	238
	ประวัติผู้เขียน.....	262

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	ปกติมาตรฐาน	239
2	สตีว เดนทท์	240
3	ไคสแควร์	241
4	ทวินาม ($p = 0.5$)	242
5	โคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ สำหรับกลุ่มตัวอย่างชุดเดียว	243
6	รันส์	244
7	วิลคอกซอน	246
8	แมน-วิทนีย ($n_1, n_2 = 3, 4, 5, 6$)	247
9	แมน-วิทนีย ($n_1, n_2 = 7$)	248
10	แมน-วิทนีย ($n_1, n_2 = 8$)	249
11	แมน-วิทนีย ($\alpha = .001, .002$)	250
12	แมน-วิทนีย ($\alpha = .01, .02$)	251
13	แมน-วิทนีย ($\alpha = .025, .05$)	252
14	แมน-วิทนีย ($\alpha = .05, .10$)	253
15	โคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุด (ขนาดเล็ก)	254
16	โคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุด (ขนาดใหญ่)	255
17	ฟรีดแมน ($k = 3$)	256
18	ฟรีดแมน ($k = 4$)	257
19	ครัสคัล-วัลลิส	258
20	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของส เปียร์แมน	260
21	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ เคนดัลล์	261

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
3.1	ผังงานแสดง เมนูหลักของโปรแกรม	44
3.2	ผังงานแสดง เมนูย่อยที่ 1 ของโปรแกรม	45
3.3	ผังงานแสดง เมนูย่อยที่ 2 ของโปรแกรม	46
3.4	ผังงานแสดง เมนูย่อย-ย่อยที่ 1 ของการ เลือกวิธีการทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติ	51
3.4.1	ผังงานแสดง ขั้นตอนของวิธีการทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มตัวอย่าง ชุด เดี่ยว	53
3.4.2	ผังงานแสดง ขั้นตอนของวิธีการทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน	54
3.4.3	ผังงานแสดง ขั้นตอนของวิธีการทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่เป็นอิสระต่อกัน	56
3.4.4	ผังงานแสดง ขั้นตอนของวิธีการทดสอบแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มตัวอย่าง k ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน	57
3.5	ผังงานแสดง เมนูย่อย-ย่อยที่ 2 ของการ เลือกวิธีการทดสอบแบบ เลือกใช้เอง	58
4.1	แสดงค่าแนะนำของโปรแกรม	64
4.2	แสดงคำถาม เกี่ยวกับมาตรวัดของข้อมูล (ข้อที่ 1)	66
4.3	แสดงคำถาม เกี่ยวกับมาตรวัดของข้อมูล (ข้อที่ 2)	68
4.4	แสดงคำถาม เกี่ยวกับมาตรวัดของข้อมูล (ข้อที่ 3)	70
4.5	แสดงค่าแนะนำให้ใช้การทดสอบทางสถิติที่ใช้พารามิเตอร์	72
4.6	แสดงค่าแนะนำให้ใช้การทดสอบทางสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์	74
4.7	แสดง เมนูหลักของโปรแกรม	75
4.8	แสดง เมนูย่อยของโปรแกรม	76
4.9	แสดง เมนูของตารางสถิติ	77

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 แสดง เมนูของโปรแกรมการทดสอบสมมติฐานแบบกึ่งอัตโนมัติ	80
4.11 แสดง เมนูของโปรแกรมการทดสอบสมมติฐานแบบ เลือกใช้ เอง	93
4.12 แสดง เมนูเกี่ยวกับมาตรวัดของข้อมูล	82
4.12.1 แสดง เมนูเกี่ยวกับสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ	83
4.13 แสดง เมนูเกี่ยวกับสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ	84
4.13.1 แสดง เมนูเกี่ยวกับมาตรวัดของข้อมูล	85
4.13.2 แสดง เมนูของวิธีการทดสอบที่สามารถ เลือกใช้ได้	87
4.14 แสดง เมนูเกี่ยวกับสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ	88
4.14.1 แสดง เมนูเกี่ยวกับมาตรวัดของข้อมูล	89
4.14.2 แสดง เมนูของวิธีการทดสอบที่สามารถ เลือกใช้ได้	90
4.15 แสดง เมนูเกี่ยวกับมาตรวัดของข้อมูล	92
4.16 แสดง เมนูของโปรแกรมการทดสอบสำหรับกลุ่มตัวอย่างชุด เดียว	95
4.16.1.1 แสดง จอภาพของการทดสอบแบบทวินาม	101
4.16.1.2 แสดง จอภาพของการทดสอบแบบทวินามที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	104
4.16.1.3 แสดง ผลลัพธ์ของการทดสอบแบบทวินาม	105
4.16.2.1 แสดง จอภาพของการทดสอบแบบไคสแควร์	107
4.16.2.2 แสดง ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบไคสแควร์	110
4.16.2.3 แสดง จอภาพของการทดสอบแบบไคสแควร์ที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	112
4.16.2.4 แสดง ผลลัพธ์ของการทดสอบแบบไคสแควร์	113
4.16.3.1 แสดง จอภาพของการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ	115
4.16.3.2 แสดง ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ	119

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.16.3.3 แสดงจอภาพของการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	120
4.16.3.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ	121
4.16.4.1 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบรันล	123
4.16.4.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบรันล	126
4.16.4.3 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบรันลที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	127
4.16.4.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบแบบรันล	128
4.17 แสดงเมนูของโปรแกรมการทดสอบสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน	96
4.17.1.1 แสดงจอภาพของการทดสอบของแมคนีมาร์	130
4.17.1.2 แสดงจอภาพของการทดสอบของแมคนีมาร์ที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	133
4.17.1.3 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบของแมคนีมาร์	134
4.17.2.1 แสดงจอภาพของการทดสอบโดยใช้ เครื่องหมาย	136
4.17.2.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโดยใช้ เครื่องหมาย	138
4.17.2.3 แสดงจอภาพของการทดสอบโดยใช้ เครื่องหมายที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	139
4.17.2.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบโดยใช้ เครื่องหมาย	141
4.17.3.1 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบจับคู่โดยใช้ เครื่องหมายของ วิลคอกซอน	142
4.17.3.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบจับคู่โดยใช้ เครื่องหมายของ วิลคอกซอน	145
4.17.3.3 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบจับคู่โดยใช้ เครื่องหมายของ วิลคอกซอนที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	146

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

4.17.3.4	แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบแบบจับคู่โดยใช้ เครื่องหมายของ วิลคอกซอน	147
4.17.4.1	แสดงจอภาพของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ สเปียร์แมน	149
4.17.4.2	แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ สเปียร์แมน	151
4.17.4.3	แสดงจอภาพของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ สเปียร์แมนที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	152
4.17.4.4	แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ สเปียร์แมน	154
4.17.5.1	แสดงจอภาพของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ เคนดัลล์	155
4.17.5.2	แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ เคนดัลล์	158
4.17.5.3	แสดงจอภาพของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ เคนดัลล์ที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	159
4.17.5.4	แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เชิงอันดับของ เคนดัลล์	160
4.18	แสดง เมนูของโปรแกรมการทดสอบสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 ชุดที่ เป็นอิสระต่อกัน	98
4.18.1.1	แสดงจอภาพของการทดสอบแบบไคสแควร์	162
4.18.1.2	แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบไคสแควร์	164
4.18.1.3	แสดงจอภาพของการทดสอบแบบไคสแควร์ที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	165

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.18.1.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบแบบโคสแควร์	167
4.18.2.1 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบมัชยฐาน	168
4.18.2.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบมัชยฐาน	171
4.18.2.3 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบมัชยฐานที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	172
4.18.2.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบแบบมัชยฐาน	174
4.18.3.1 แสดงจอภาพของการทดสอบของแมน-วิทเนีย	175
4.18.3.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบของแมน-วิทเนีย	178
4.18.3.3 แสดงจอภาพของการทดสอบของแมน-วิทเนียที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	179
4.18.3.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบของแมน-วิทเนีย	181
4.18.4.1 แสดงจอภาพของการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ	182
4.18.4.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ	185
4.18.4.3 แสดงจอภาพของการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟที่ใส่ ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	186
4.18.4.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบของโคลโมโกรอฟ-ส เมอร์นอฟ	187
4.18.5.1 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบรันส์ของวอลด์-วอลฟวิทซ์	189
4.18.5.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบรันส์ของวอลด์-วอลฟวิทซ์	192
4.18.5.3 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบรันส์ของวอลด์-วอลฟวิทซ์ที่ใส่ ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	193
4.18.5.4 แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบแบบรันส์ของวอลด์-วอลฟวิทซ์	194
4.18.6.1 แสดงจอภาพของการทดสอบแบบปฏิบัติการรุนแรงของโมสส์	196
4.18.6.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบปฏิบัติการรุนแรงของโมสส์	199

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.18.6.3	200
แสดงจอภาพของการทดสอบแบบปฏิบัติการรุนแรงของโมสส์ที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	
4.18.6.4	201
แสดงผลลัพธ์ของการทดสอบ แบบปฏิบัติการรุนแรงของโมสส์	
4.19	99
แสดงเมนูของโปรแกรมการทดสอบสำหรับกลุ่มตัวอย่าง k ชุดที่มีความสัมพันธ์กัน	
4.19.1.1	203
แสดงจอภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคอคแรน	
4.19.1.2	205
แสดงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคอคแรน	
4.19.1.3	207
แสดงจอภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคอคแรนที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	
4.19.1.4	209
แสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคอคแรน	
4.19.2.1	210
แสดงจอภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของฟรีดแมน	
4.19.2.2	213
แสดงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของฟรีดแมน	
4.19.2.3	215
แสดงจอภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของฟรีดแมนที่ใส่ข้อมูล เรียบร้อยแล้ว	
4.19.2.4	216
แสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของฟรีดแมน	

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 แสดงเมนูขอโปรแกรมการทดสอบสำหรับกลุ่มตัวอย่าง k ชุดที่เป็นอิสระต่อกัน	100
4.20.1.1 แสดงจอภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของ ครัสคัล-วัลลิส	218
4.20.1.2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของ ครัสคัล-วัลลิส	221
4.20.1.3 แสดงจอภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของ ครัสคัล-วัลลิสที่ใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	223
4.20.1.4 แสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของ ครัสคัล-วัลลิส	224

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย