


การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม  
ภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมเท่ากันและไม่เท่ากัน



นางสาวเพ็ญศรี สุวรรณวัฒนภูมิ

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ


คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5293-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON ON THE EFFICIENCY OF DISCRIMINANT ANALYSIS  
WITH EQUAL AND UNEQUAL COVARIANCE MATRICES



Miss Pensri Suwanwattanaphum

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
For the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5293-8



เพ็ญศรี สุวรรณวัฒน์ภูมิ : การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมเท่ากันและไม่เท่ากัน (A COMPARISON ON THE EFFICIENCY OF DISCRIMINANT ANALYSIS WITH EQUAL AND UNEQUAL COVARIANCE MATRICES)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ร.อ. มานพ วรภักดิ์ , จำนวน 149 หน้า. ISBN 974-17-5293-8

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและไม่เท่ากัน กฎเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบ 3 กฎเกณฑ์ คือ กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังประสิทธิภาพของแต่ละกฎเกณฑ์พิจารณาจากอัตราการจำแนกความถูกต้อง (CCR) โดยกฎเกณฑ์ที่มีค่า CCR สูงสุดเป็นกฎเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มมากที่สุด ตัวอย่างการทดสอบของแต่ละกฎเกณฑ์คำนวณมาจากจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มเท่ากับ 2, 3, 4, 5 และ 6 ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มเท่ากับ 2, 3 และ 4 กลุ่ม เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน และทดลองซ้ำ 1000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์ ข้อมูลที่ใช้ศึกษาได้จากการจำลองโดยใช้เทคนิคการจำลอง

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน เมื่อจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มเท่ากับ 2 ถึง 6 ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และจำนวนกลุ่มที่ใช้จำแนกกลุ่มเท่ากับ 2, 3 และ 4 กลุ่ม กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังมีประสิทธิภาพไม่ต่างกัน
2. กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน เมื่อจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มเท่ากับ 2 ถึง 6 ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และจำนวนกลุ่มที่ใช้จำแนกกลุ่มเท่ากับ 2, 3 และ 4 กลุ่ม กฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. เมื่อระดับการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น ทุกกฎเกณฑ์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ภาควิชา \_\_\_\_\_ สถิติ \_\_\_\_\_

ลายมือชื่อนิสิต \_\_\_\_\_

สาขาวิชา \_\_\_\_\_ สถิติ \_\_\_\_\_

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา \_\_\_\_\_

ปีการศึกษา \_\_\_\_\_ 2546 \_\_\_\_\_

## 4382304726 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : discriminant analysis

PENSRI SUWANWATTANAPHUM : A COMPARISON ON THE EFFICIENCY OF DISCRIMINANT ANALYSIS WITH EQUAL AND UNEQUAL COVARIANCE MATRICES. THESIS  
ADVISOR : ASSIST.PROF.CAPT. MANOP VARAPHAKDI. 149 pp. ISBN 974-17-5293-8

The objective of this research is to compare the efficiency of discriminant analysis with equal and unequal covariance matrices. Three rules for comparing are Likelihood rule, Mahalanobis distance rule and Posterior probability rule. The efficiency of each rule is considered by Correct Classification Rate (CCR). The rule which maximum CCR is considered to be the most efficient. Testing samples of each rule calculated under discriminant variables (2, 3, 4, 5, 6) , coefficient correlation levels (low, medium, high) , group sizes are 2, 3, 4 , equal and unequal covariance matrices and the experiment is repeated 1,000 times for each situation. The sample data of experiment are obtained through the simulation technique.

The results of this research can be summarized as follows :

1. For equal covariance matrices, discriminant variables are 2, 3, 4, 5, 6 , coefficient correlation levels (low, medium, high) and group sizes are 2, 3, 4, Likelihood rule, Mahalanobis distance rule and Posterior probability rule have the same efficiency.
2. For unequal covariance matrices, discriminant variables are 2, 3, 4, 5, 6 , coefficient correlation levels (low, medium, high) , group sizes are 2, 3, 4, Likelihood rule is the most efficient.
3. The efficiency of each rule increases as difference means and variances increase.

Department Statistics Student's signature \_\_\_\_\_  
Filed of study Statistics Advisor's signature \_\_\_\_\_  
Academic year 2003

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วรภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ศิริพร สาเกตอง ผู้เป็นประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วานิชย์ บัญชา ผู้เป็นกรรมการ ที่ช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ทำยนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน ซึ่งส่งเสริมและสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และขอรำลึกถึงคุณครู-อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

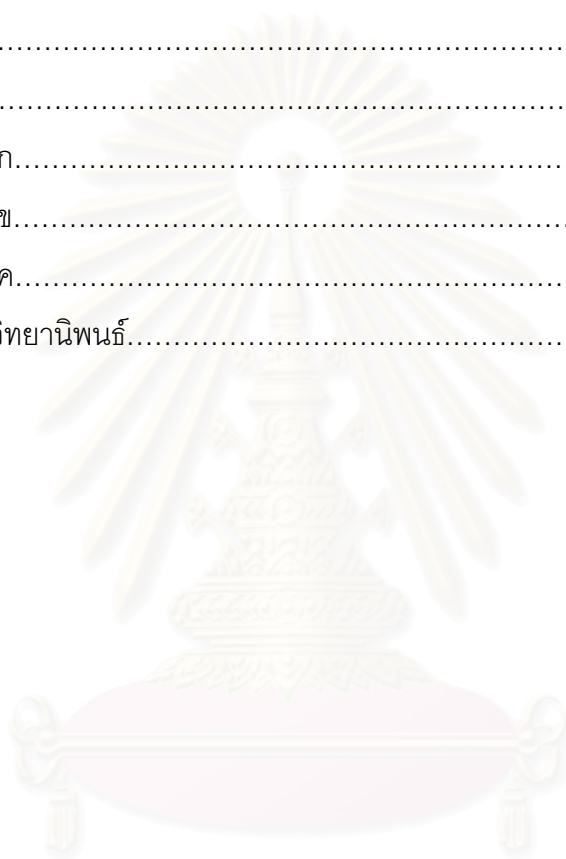
เพ็ญศรี สุวรรณวัฒน์ภูมิ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
1.3 ขอบตกลงเบื้องต้น.....	5
1.4 สมมติฐานการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	7
1.7 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	7
1.8 เกณฑ์การตัดสินใจ.....	8
1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2 ทฤษฎีและสถิติที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 การแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร.....	9
2.2 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม.....	11
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	17
3.1 แผนการทดลอง.....	17
3.2 การดำเนินการวิจัย.....	24
4 ผลการวิจัย.....	27
4.1 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน.....	28
4.2 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน.....	49
4.3 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มกรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม.....	70
4.4 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มกรณีความแปรปรวนมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม.....	79
4.5 กรณีศึกษา.....	89

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	94
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	95
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	96
รายการอ้างอิง.....	98
ภาคผนวก.....	100
ภาคผนวก ก.....	101
ภาคผนวก ข.....	130
ภาคผนวก ค.....	144
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	149



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย









สารบัญ (ต่อ)

ฎ

หน้า

4.2.10	แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณี เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%).....	60
4.2.11	แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณี เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%).....	61
4.2.12	แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณี เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%).....	62
4.2.13	แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณี เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%).....	64
4.2.14	แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณี เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%).....	66
4.2.15	แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กรณี เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%).....	68
4.2.16	กฎเกณฑ์การทดสอบที่เหมาะสม จำแนกตามจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม ขนาดกลุ่ม ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม มีค่าเท่ากัน (%).....	69
4.3.1	แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มเมื่อ มีตัวแปรจำแนกกลุ่ม 2 ตัว กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน และค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%).....	70
4.3.2	แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่มเมื่อ มีตัวแปรจำแนกกลุ่ม 2 ตัว กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน และค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%).....	71









	มีตัวแปรจำแนกกลุ่ม 6 ตัว กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน และความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%).....	88
4.5.1	แสดงจำนวนที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มในเรื่องของการเป็น โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน โดยใช้กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น.....	92
4.5.2	แสดงจำนวนที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มในเรื่องของการเป็น โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน โดยใช้กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส.....	92
4.5.3	แสดงจำนวนที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มในเรื่องของการเป็น โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน โดยใช้กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง.....	93
4.5.4	แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม ในเรื่องของการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน.....	93
5	กฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจำแนก ตามจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ระดับ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และจำนวนกลุ่มที่ใช้จำแนก.....	94



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันการศึกษาวิจัยด้านต่าง ๆ อาทิเช่น ทางด้านวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ และด้านธุรกิจ จำเป็นต้องอาศัยระเบียบวิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่สนใจ ทำการศึกษา แล้วนำไปสู่การพัฒนาและการตัดสินใจแก้ปัญหา โดยที่งานวิจัยไม่น้อยที่เป็นการวิเคราะห์ตัวแปรพหุ (Multivariate Analysis) ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติที่ใช้กันอยู่ทั่วไป อาทิเช่น การประมาณค่าพารามิเตอร์ การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) และการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เป็นต้น

การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเป็นเทคนิคของการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวประเภทหนึ่งซึ่งใช้ในการจำแนกค่าสังเกตใหม่ลงในประชากรที่เหมาะสมหรือที่ควรจะเป็น โดยที่หลักการวิเคราะห์นี้จะต้องทราบกลุ่มประชากรว่ามีจำนวนกี่กลุ่ม และพิจารณาจากปัจจัยหรือตัวแปรอิสระต่างๆ แล้วนำค่าของตัวแปรเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ตามกฎเกณฑ์ต่างๆ สิ่งที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มคือตัวแปรที่ใช้ หากผู้วิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่สำคัญๆ ผลที่ได้ก็จะไม่ดีหรือทำให้สับสนได้ ทั้งนี้เพราะตัวแปรที่เลือกไว้ใช้ในการจำแนกนั้นจะเป็นสิ่งที่กำหนดคุณสมบัติของสิ่งที่จะใช้จำแนกกลุ่ม ในทางปฏิบัติเหตุการณ์ที่สนใจศึกษามักจะเป็นการจำแนกค่าสังเกตออกเป็นกลุ่มๆ เช่น จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ที่มีเครดิตดีกับไม่ดี บริษัทที่มีแนวโน้มล้มละลายกับมั่นคง ผู้ที่เข้าข่ายเป็นโรคกับไม่เป็นโรค เป็นต้น

ดังนั้นจึงมีกฎเกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม เพื่อวัดดูว่าสามารถนำเอาไปใช้ได้ด้วยความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มได้เป็นที่สนใจของนักวิจัยมาตั้งแต่ ค.ศ. 1930 โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ในปี ค.ศ.1936 Fisher ได้พัฒนาวิธีการทางสถิติในเรื่องของการวิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) และ Classification เป็นคนแรก โดยเสนอตัวประมาณอัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มตัวแรก คือ Plug-in estimator หรือ D method ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย มีข้อตกลงเบื้องต้นคือ การแจกแจงของประชากรเป็นการแจกแจงแบบปกติ แต่วิธีนี้มีความเอนเอียง (Biased) มากถ้าขนาดตัวอย่างไม่ใหญ่พอ

ในปี ค.ศ. 1947 Smith ได้เสนอตัวประมาณอีกวิธีหนึ่งคือ Resubstitution estimator หรือ R method เป็นวิธีการที่ง่ายต่อการคำนวณและขั้นตอนไม่ยุ่งยาก จึงมีการใช้วิธี R กันมาก แต่อย่างไรก็ตาม วิธี R มีความเอนเอียงเช่นเดียวกับ Plug-in estimator หรือ D method เมื่อขนาดตัวอย่างไม่ใหญ่พอ แต่ข้อดีของวิธี R คือไม่มีข้อจำกัดใดๆ เกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร

ในปี ค.ศ. 1967 Lachenbruch และ Mickey ได้เสนอตัวประมาณชื่อ Leave-one-out estimator หรือ U method เพื่อจะแก้ไขความเอนเอียงที่เกิดขึ้นในวิธี R นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงวิธี D ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงเสนอ DS method แต่ต้องอยู่ภายใต้การแจกแจงแบบปกติ

ในปี ค.ศ. 1974 Goldon (Jame Press และ Sandra Wilson, 1978) กล่าวว่า Logistic Regression ใช้วิเคราะห์งานวิจัยด้านชีววิทยาและทางการแพทย์เป็นส่วนใหญ่ และได้เตือนถึงกรณีที่ตัวแปรที่อยู่ในลักษณะ Linear Combination ว่าการใช้วิธี Maximum Likelihood ประมาณค่าจะไม่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม Logistic Function ก็มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประมาณค่ามากกว่า Discriminant Analysis ในหลายๆ กรณี

ในปี ค.ศ. 1978 Jame Press และ Sandra Wilson ได้ศึกษาและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ เกี่ยวกับ Logistic Regression คือ เมื่อตัวแปรอิสระไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่า จะต้องมีการแจกแจงปกติด้วยเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่เท่ากัน การใช้ Discriminant function เป็นตัวประมาณก็ไม่รับประกันว่ามีความเหมาะสม (good fit) หรือทำนายได้ดี หมายความว่า ถ้าตัวแปรอิสระเป็นแบบ Binary ตัวประมาณ Discriminant function จะไม่สามารถคาดคะเนได้และไม่สามารถทำนายความน่าจะเป็นได้ถูกต้อง ในสถานการณ์ที่ตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวเป็นตัวแปร dummy ควรใช้วิธีที่มีความเที่ยงตรงแม่นยำในการประมาณค่า เช่น วิธี maximum likelihood และเมื่อใช้ maximum likelihood เป็นตัวประมาณค่าในกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีการแจกแจงไม่ปกติ สัมประสิทธิ์ความชันซึ่งที่จริงแล้วเป็นศูนย์ก็มีแนวโน้มที่เป็นศูนย์ แต่ถ้าใช้ Discriminant function ในกรณีเดียวกันนี้จะเกิดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า

ในปี ค.ศ. 1982 Krzanowski ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มในกรณีที่ข้อมูลมีรูปแบบผลสม และให้ชื่อการวิเคราะห์นี้ว่า Optimim Allocation Rule ซึ่งการวิเคราะห์โดยวิธีนี้จะใช้ Linear Transformation เพื่อลด Dimension ของข้อมูลและปรับข้อมูลให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์ โดยวิธี Linear Discriminant Function (LDF)

ในปี ค.ศ. 1985 Page ได้ศึกษาตัวประมาณในกลุ่มพาราเมตริกและได้สรุปว่า ตัวประมาณอัตราความผิดพลาดวิธี DS จะนำเขาไปใช้ได้ดี เมื่อขนาดของตัวแปรมีขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่พอ

ในปี ค.ศ. 1987 พิสมัย เตรียมเจริญพร ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจำแนกกลุ่มในการวิเคราะห์ตัวแปรพหุ ซึ่งผลที่ได้ คือ เมื่อตัวแปรอิสระมีรูปแบบผสมระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรไปนารี อำนาจการจำแนกกลุ่มของการวิเคราะห์ โดยวิธี Optimum Allocation Rule จะสูงกว่าการวิเคราะห์โดยวิธี Linear Discriminant Function และกรณีที่จำนวนตัวแปรไปนารีเพิ่มขึ้น อำนาจการจำแนกกลุ่มการวิเคราะห์ โดยวิธี Optimum Allocation Rule จะเพิ่มขึ้น ในขณะที่อำนาจการจำแนกกลุ่มการวิเคราะห์ โดยวิธี Linear Discriminant Function จะลดลง นอกจากนี้แล้วยังพบว่าที่สัดส่วนของตัวแปรไปนารีเท่ากัน เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิเคราะห์เพิ่มขึ้น อำนาจการจำแนกกลุ่มของการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี จะเพิ่มขึ้น

ในปี ค.ศ. 1990 ลลนา ทวีรุ่งโรจน์ ทำการศึกษาเปรียบเทียบตัวประมาณอัตราความผิดพลาดในการวิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม ซึ่งผลที่ได้ คือ ขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และลักษณะการแยกจากกันของประชากรมีผลต่อความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณ ค่ารากที่สองของ Mahalano

bis distance เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการเลือกใช้ตัวประมาณอัตราความผิดพลาดที่มีเงื่อนไข

ในปี ค.ศ. 1991 บุญทอง ทะกลโยธิน ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มระหว่างการวิเคราะห์การถดถอยทวิและการวิเคราะห์จำแนกประเภท เมื่อตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบเบ้ ซึ่งผลที่ได้ คือ ถ้าทำการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นไปโดยหลักเกณฑ์ (กรณีสองสัดส่วนของตัวแปรตามมากกว่า 0.50) จะพบว่า การวิเคราะห์จำแนกประเภทจะให้ผลดีกว่าการวิเคราะห์การถดถอยแบบทวิ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม เนื่องจากสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจำแนกหน่วยวิเคราะห์ลงในประชากรที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากกว่าที่จะทำการจำแนกโดยที่ไม่มีความรู้หรือไม่มีข้อมูลใดๆ เลย

ปัญหาที่พบในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ก็คือกฎเกณฑ์แต่ละกฎเกณฑ์มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของกฎเกณฑ์ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ขนาดตัวอย่าง บางครั้งมีปัญหาในเรื่องจำนวนข้อมูลหรือขนาดของข้อมูลมีขนาดเล็ก ลักษณะการแยกจากกันของกลุ่มประชากรบางครั้งประชากรมีส่วนที่คาบเกี่ยว (overlap) กันมาก ขนาดของตัวแปรอิสระที่ใช้อธิบายลักษณะกลุ่มประชากร เป็นต้น ส่วนลักษณะการแจกแจงของกลุ่มประชากรนั้นโดยส่วนใหญ่ผู้วิจัยจะให้อยู่ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นของการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร จากการศึกษาที่มีนักวิจัยเสนอวิธีการหรือกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์การจำแนกกลุ่มขึ้นมามากมายหลายตัวด้วยกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการวิเคราะห์

จำแนกกลุ่ม เนื่องจากสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการจำแนกหน่วยวิเคราะห์ลงในประชากรที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากกว่าที่จะทำการจำแนกโดยไม่มีความรู้หรือไม่มีข้อมูลใดๆ เลย

จากการวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่ายังไม่มีใครผู้ใดทำการวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพกฎเกณฑ์การจำแนกกลุ่มต่อไปนี้เป็น กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบว่ากฎเกณฑ์ใดที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลภายใต้สถานการณ์ที่ต่าง ๆ กัน ผู้วิจัย จึงสนใจที่จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจาก กฎเกณฑ์แต่ละกฎเกณฑ์ให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันเมื่อทำการวิเคราะห์ภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน และกำหนดให้ประชากรในแต่ละกลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบมีการแจกแจงเป็นแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution) เพื่อทดสอบว่ากฎเกณฑ์ใดที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลภายใต้สถานการณ์ที่ต่าง ๆ กัน

ในงานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กฎเกณฑ์ คือ

1. กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น (Likelihood Rule ; LR)
2. กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส (Mahalanobis Distance Rule ; MDR)
3. กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง (Posterior Probability Rule ; PPR)

โดยที่รายละเอียดของกฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม แสดงไว้ในหัวข้อ 2.2.1 กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มในบทที่ 2

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ คือ

1. เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกกฎเกณฑ์ที่เหมาะสมภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน โดยกฎเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบมี 3 กฎเกณฑ์ คือ

- 1.1 กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น
- 1.2 กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส
- 1.3 กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง

2. เพื่อหาข้อเสนอแนะในการนำกฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ทั้ง 3 กฎเกณฑ์นี้ไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ต่างๆ

### 1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ

1. ข้อมูลตัวอย่างทดสอบที่นำมาวิเคราะห์เพื่อการศึกษาเป็นข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีการจำลอง (simulation)

2. ข้อมูลตัวอย่างทดสอบที่นำมาวิเคราะห์เพื่อศึกษามีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร [Multivariate normal distribution ;  $N_n(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$ ] ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่น ดังนี้

$$f_{\underline{x}}(\underline{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_i|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2}(\underline{x} - \underline{\mu})' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu})\right]$$

โดยที่  $-\infty < x_i < \infty$  ,  $i = 1, 2, \dots, g$

3. กฎเกณฑ์ที่ทำการศึกษเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มมี 3 กฎเกณฑ์ คือ กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง

4. ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้จำแนก แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง

### 1.4 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย มีดังนี้

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม กฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วมของประชากรมีค่าไม่เท่ากัน

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ มีขอบเขตของการศึกษา คือ

1. ทำการศึกษาตัวอย่างทดสอบโดยที่ตัวอย่างทดสอบในแต่ละกลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบจะมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร [Multivariate normal distribution ;  $N_n(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$ ] ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่น ดังนี้

$$f_{\underline{x}}(\underline{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_i|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2}(\underline{x} - \underline{\mu})' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu})\right]$$

$-\infty < x_i < \infty$  ,  $i = 1, 2, \dots, n$



สำหรับเวกเตอร์สุ่ม  $n$  มิติ  $\underline{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)'$  เวกเตอร์ค่าเฉลี่ย (mean vector)  $E(\underline{X})$  และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (covariance matrix) หรือ เมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วม (variance - covariance matrix)  $Var(\underline{X})$  ของ  $\underline{X}$  ดังนี้

$$\begin{aligned}\underline{\mu} = E(\underline{X}) &= \begin{bmatrix} E(X_1) \\ E(X_2) \\ \dots \\ E(X_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \dots \\ \mu_n \end{bmatrix} \\ \underline{\Sigma} = Var(\underline{X}) = Cov(\underline{X}, \underline{X}) &= E \left[ (\underline{X} - \underline{\mu})(\underline{X} - \underline{\mu})' \right] \\ &= E \left[ \begin{bmatrix} (X_1 - \mu_1) \\ (X_2 - \mu_2) \\ \dots \\ (X_n - \mu_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (X_1 - \mu_1), (X_2 - \mu_2), \dots, (X_n - \mu_n) \end{bmatrix} \right] \\ &= \begin{bmatrix} Var(X_1) & Cov(X_1, X_2) & Cov(X_1, X_3) & \dots & Cov(X_1, X_n) \\ Cov(X_2, X_1) & Var(X_2) & Cov(X_2, X_3) & \dots & Cov(X_2, X_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Cov(X_n, X_1) & Cov(X_n, X_2) & Cov(X_n, X_3) & \dots & Var(X_n) \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}\end{aligned}$$

2. สถานการณ์ต่างๆที่สนใจศึกษา จำแนกตามตัวแปรต่างๆ ได้ดังนี้
  - (1) จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มที่สนใจศึกษา ( $x_i$ ) = 2, 3, 4, 5 และ 6
  - (2) ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม ( $\rho_{ij}$ ) มี 3 ระดับ คือ
    - ระดับต่ำ คือ มีค่าอยู่ในช่วง (0, 0.4)
    - ระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ในช่วง [0.4, 0.6]
    - ระดับสูง คือ มีค่าอยู่ในช่วง (0.6, 1.0]
3. กำหนดจำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม คือ 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม
4. กำหนดเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มในแต่ละกลุ่ม คือ
  - (1) เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน
  - (2) เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน

โดยที่รายละเอียดของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน แสดงไว้ในหัวข้อ 3.1 แผนการทดลองในบทที่ 3

- การวิจัยครั้งนี้ จำลองการทดลองตามสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้เทคนิคการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Technique) โดยกระทำซ้ำๆ 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์และใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77

### 1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ประสิทธิภาพของกฎเกณฑ์ หมายถึง ความถูกต้องของกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มการวิจัยครั้งนี้ จะใช้อัตราการจำแนกความถูกต้อง (Correct Classification Rate ; CCR)

$$\text{อัตราการจำแนกความถูกต้อง (\%)} = \frac{(n_{11} + n_{22} + \dots + n_{gg})}{n} \times 100$$

โดยที่  $n_{11}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 1 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่ 1 หรือทำการจัดกลุ่มถูกต้อง

$n_{22}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 2 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่ 2 หรือทำการจัดกลุ่มถูกต้อง

:

:

$n_{gg}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ g และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่ g หรือทำการจัดกลุ่มถูกต้อง

$n$  คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่ต้องการจัดกลุ่ม

### 1.7 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีดังนี้ คือ

- สร้างข้อมูลตามสถานการณ์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย คือ กำหนดจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และระดับความแปรปรวน ตามขอบเขตการวิจัย
- จำลองข้อมูลตามขอบเขตการวิจัยที่กำหนดข้างต้น คือ ตัวอย่างทดสอบในแต่ละกลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบจะมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร
- คำนวณค่าสถิติของแต่ละกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

4. ประเมินประสิทธิภาพของกฎเกณฑ์แต่ละกฎเกณฑ์ของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม โดยจะทำการพิจารณาจากอัตราการจำแนกความถูกต้อง ทั้งนี้จะทำการจำลอง 1,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์
5. สรุปผลที่ได้จากการวิจัย

### 1.8 เกณฑ์การตัดสินใจ

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม โดยใช้กฎเกณฑ์ความควรจะเป็นกฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ซึ่งจะทำการพิจารณาจากอัตราการจำแนกความถูกต้อง กฎเกณฑ์ใดที่มีอัตราการจำแนกความถูกต้องสูงกว่า กฎเกณฑ์นั้นจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า

### 1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่า ควรจะใช้กฎเกณฑ์ใดสำหรับการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้สถานการณ์ต่างๆ จึงจะเหมาะสม
2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเปรียบเทียบหรือพัฒนากฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ต่อไป
3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทางสถิติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป



## บทที่ 2 ทฤษฎีและสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและไม่เท่ากันนั้น กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบมีอยู่หลายกฎเกณฑ์ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น (A Likelihood Rule) กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส (A Mahalanobis Distance Rule) และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง (A Posterior Probability Rule) และเนื่องจากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มตามกฎเกณฑ์ข้างต้นนั้นมีข้อสมมติเบื้องต้นคือ ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution) ดังนั้น ในบทนี้จะเริ่มด้วยการกล่าวถึงการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรโดยสังเขปแล้วจึงจะกล่าวถึงรายละเอียดของกฎเกณฑ์แต่ละกฎเกณฑ์ ส่วนในตอนท้ายของบทนี้จะนำเสนอผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพอเป็นสังเขป ซึ่งรายละเอียดต่างๆ เป็นดังนี้

### 2.1 การแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่สำคัญ และมีการใช้มากที่สุดในวิชาสถิติ ก็คือการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ลักษณะที่เห็นเด่นชัด คือ มีลักษณะเป็นรูปโค้งสมมาตรคล้ายระฆังคว่ำ (Bell-Shaped) ซึ่งเรียกว่า โค้งปกติ (Normal Curve) ลักษณะการแจกแจงแบบนี้จะพบอยู่บ่อย เช่น ความสูงของคน น้ำหนักของคน คะแนนการทดสอบทางสถิติปัญญา อุดหนุนภูมิของสภาพอากาศ เป็นต้น ในปี ค.ศ.1733 เดอโมวัร์ (De Moivre) ได้สร้างสมการของโค้งปกติ ซึ่งได้กลายมาเป็นรากฐานของทฤษฎีต่างๆ ในวิชาสถิติ

การแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรได้เริ่มมีการพัฒนาตั้งแต่ปี ค.ศ.1970 ซึ่งในปัจจุบันยังมีผู้พัฒนาแบบทดสอบการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรอย่างต่อเนื่อง เช่น แบบทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับการแจกแจงแบบปกติที่เสนอโดยไอดิน ออซเทค ในปี ค.ศ.1991 (Aydin Ozturk, 1991) แบบทดสอบการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรที่พัฒนามาจากแบบทดสอบการแจกแจงปกติตัวแปรเดียวที่เสนอโดย โกวินด์ เอส มัดโฮลการ์, มาเรีย แมคเดอร์มอทท์ และดีโอ कुमार ศรีวาสทาวา ในปี ค.ศ.1992 (Govind S. Mudholkar, Maria Mcdermott and Deo Kumar Srivastava) เป็นต้น

ในสถิติหรือการอนุมานเชิงสถิติ มีหลายระเบียบวิธีการที่อยู่บนพื้นฐานของการแจกแจงปกติ หรือมีข้อสมมติของการแจกแจงความน่าจะเป็น เป็นการแจกแจงปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก (1) ภายใต้การ

แจกแจงปกติ (รวมถึงการแจกแจงที่เกี่ยวข้องกับการแจกแจงปกติ) เราสามารถดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ได้ง่ายกว่า (2) การแจกแจงปกติมีความสมมาตรคล้ายรูปประฆังคว่ำ ที่มีลักษณะเป็นไปได้อย่างสำหรับตัวแปรสุ่ม หรือค่าวัดจำนวนไม่น้อยในทางปฏิบัติ ซึ่งถึงแม้จะมีการแจกแจงอื่น ๆ ที่มีความสมมาตรคล้ายกัน แต่การแจกแจงเหล่านี้มักจะไม่เหมาะสมหรืออาจจะยากกว่าในการใช้ประโยชน์ และ (3) มีทฤษฎีบท ที่มีชื่อเรียกว่า ทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง (central limit theorem) ที่ทำให้เราสามารถประมาณการแจกแจงต่าง ๆ ได้มากมาย เป็นการแจกแจงปกติ ด้วยเหตุดังกล่าว จึงทำให้มีการศึกษาการแจกแจงปกติกันมาก และใช้กันเป็นอย่างมาก

ในปี ค.ศ. 1733 อะบราฮัม เดอ มัววัวร์ (Abraham de Moivre) ได้เผยแพร่ผลงานของเขา เรื่องการประมาณการแจกแจงทวินาม  $b\left(n, p = \frac{1}{2}\right)$  ด้วยการแจกแจงปกติ ซึ่งนับเป็นครั้งแรกของการเผยแพร่การแจกแจงปกติ ต่อมา ปีแยร์ ซิมง เดอ ลาปลาซ (Pierre Simon de Laplace) ได้ขยายผลการประมาณการแจกแจงทวินาม ด้วยการแจกแจงปกติ ในกรณีทั่วไป และ คาร์ล ฟรีดริค เกาส์ (Carl Friedrich Gauss) ได้ศึกษาคุณสมบัติเชิงคณิตศาสตร์ของการแจกแจงปกติเพิ่มเติม และนำไปประยุกต์ ฉะนั้น การแจกแจงปกติจะมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **การแจกแจงแบบเกาส์** (Gaussian distribution)

**บทนิยาม** การแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร

ตัวแปรสุ่ม  $\underline{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)'$  มีการแจกแจงปกติหลายตัวแปร เขียนแทนด้วย  $\underline{X} \sim N_n(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$  ถ้า  $\underline{X}$  มีฟังก์ชันความหนาแน่นร่วม

$$f_{\underline{X}}(\underline{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2}(\underline{x} - \underline{\mu})' \underline{\Sigma}^{-1}(\underline{x} - \underline{\mu})\right]$$

$$-\infty < x_i < \infty, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

ซึ่ง  $\underline{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)'$ ,  $\underline{\mu} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)'$  และ  $\underline{\Sigma}$  เป็นเมทริกซ์ขนาด  $n \times n$  และเป็นเมทริกซ์บวกแน่นอน (positive definite matrix)

สำหรับเวกเตอร์สุ่ม  $n$  มิติ  $\underline{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)'$  เรานิยาม เวกเตอร์ ค่าเฉลี่ย (mean vector)  $E(\underline{X})$  และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (covariance matrix) หรือ เมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วม (variance - covariance matrix)  $Var(\underline{X})$  ของ  $\underline{X}$  ดังนี้

$$\underline{\mu} = E(\underline{X}) = \begin{bmatrix} E(X_1) \\ E(X_2) \\ \dots \\ E(X_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \dots \\ \mu_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \underline{V} = \text{Var}(\underline{X}) &= \text{Cov}(\underline{X}, \underline{X}) = E\left[(\underline{X} - \underline{\mu})(\underline{X} - \underline{\mu})'\right] \\ &= E\left[\begin{bmatrix} (X_1 - \mu_1) \\ (X_2 - \mu_2) \\ \dots \\ (X_n - \mu_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (X_1 - \mu_1), (X_2 - \mu_2), \dots, (X_n - \mu_n) \end{bmatrix}\right] \\ &= \begin{bmatrix} \text{Var}(X_1) & \text{Cov}(X_1, X_2) & \text{Cov}(X_1, X_3) & \dots & \text{Cov}(X_1, X_n) \\ \text{Cov}(X_2, X_1) & \text{Var}(X_2) & \text{Cov}(X_2, X_3) & \dots & \text{Cov}(X_2, X_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{Cov}(X_n, X_1) & \text{Cov}(X_n, X_2) & \text{Cov}(X_n, X_3) & \dots & \text{Var}(X_n) \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

ซึ่ง  $\sigma_{ii} = \sigma_i^2 = \text{Var}(X_i)$ , และ  $\sigma_{ij} = \text{Cov}(X_i, X_j)$   $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$

## 2.2 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis)

การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเป็นเทคนิคของการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวประเภทหนึ่งซึ่งใช้ในการจำแนกค่าสังเกตใหม่ลงในประชากรที่เหมาะสมหรือที่ควรจะเป็น โดยที่หลักการวิเคราะห์หนึ่งจะต้องทราบกลุ่มประชากรว่ามีจำนวนกี่กลุ่ม และพิจารณาจากปัจจัยหรือตัวแปรอิสระต่างๆ แล้วนำค่าของตัวแปรเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ตามกฎเกณฑ์ต่างๆ สิ่งที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มคือตัวแปรที่ใช้ หากผู้วิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่สำคัญๆ ผลที่ได้ก็จะไม่ดีหรือทำให้สับสนได้ ทั้งนี้เพราะตัวแปรที่เลือกไว้ใช้ในการจำแนกนั้นจะเป็นสิ่งที่กำหนดคุณสมบัติของสิ่งที่จะใช้จำแนกกลุ่ม

การวิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้จำแนกบุคคลหรือหน่วยวิเคราะห์ไปตามกลุ่มต่างๆ ที่มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น สมมติว่าแบ่งคนออกเป็น 2 กลุ่ม และได้ทำการเก็บข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับบุคคลทั้งสองกลุ่มดังกล่าวมา ซึ่งเราคิดว่าจะเกี่ยวข้องกับการเป็นสมาชิกของแต่ละกลุ่มที่เราศึกษา การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเป็นเทคนิคของการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวประเภทหนึ่งซึ่งใช้ในการจำแนกค่าสังเกตใหม่ลงในประชากรที่เหมาะสมหรือที่ควรจะเป็น โดยที่หลักการวิเคราะห์หนึ่ง

จะต้องทราบกลุ่มประชากรว่ามีจำนวนกี่กลุ่ม และพิจารณาจากปัจจัยหรือตัวแปรอิสระต่างๆ แล้วนำค่าของตัวแปรเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ตามกฎเกณฑ์ต่างๆ สิ่งที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม คือ ตัวแปรที่ใช้ หากผู้วิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่สำคัญๆ ผลที่ได้ก็จะไม่ดีหรือทำให้สับสนได้ ทั้งนี้เพราะตัวแปรที่เลือกไว้ใช้ในการจำแนกนั้นจะเป็นสิ่งที่กำหนดคุณสมบัติของสิ่งที่จะใช้จำแนกกลุ่ม ในทางปฏิบัติเหตุการณ์ที่สนใจศึกษามักจะเป็นการจำแนกค่าสังเกตออกเป็นกลุ่มๆ เช่น จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ที่มีเครดิตดีกับไม่ดี บริษัทที่มีแนวโน้มล้มละลายกับมั่นคง ผู้ที่เข้าข่ายเป็นโรคกับไม่เป็นโรค เป็นต้น

กฎเกณฑ์การจำแนกกลุ่ม ในกรณีที่มีประชากร  $g$  กลุ่ม จะกำหนดให้  $\pi_1 \sim N_n(\underline{\mu}_1, \underline{\Sigma}_1)$ ,  $\pi_2 \sim N_n(\underline{\mu}_2, \underline{\Sigma}_2)$ , ...,  $\pi_g \sim N_n(\underline{\mu}_g, \underline{\Sigma}_g)$  ซึ่งจะเรียกค่า  $\pi_i$  แทนประชากรกลุ่มที่  $i$  ซึ่งในแต่ละประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร

ค่าสังเกตใหม่  $\underline{x}$  มาจากประชากรใดประชากรหนึ่ง โดยที่ไม่ทราบว่าเป็น  $\pi_1$  หรือ  $\pi_2$ , ..., หรือ  $\pi_g$  ฉะนั้น ต้องการกฎเกณฑ์ที่สามารถใช้พยากรณ์ได้ว่า  $\underline{x}$  มาจาก  $\pi_1$  หรือ  $\pi_2$ , ..., หรือ  $\pi_g$  ที่ควรจะเป็นมากที่สุด

### 2.2.1 กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

กฎเกณฑ์ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ที่นิยมใช้กันสำหรับกรวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม มีหลายกฎเกณฑ์ด้วยกัน แต่ในงานวิจัยนี้ จะทำการพิจารณา 3 กฎเกณฑ์ ดังนี้

#### 1. A Likelihood Rule

ถ้า  $f(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i)$  เป็นฟังก์ชันการแจกแจง สำหรับประชากร  $i$  จำนวนที่  $\underline{x}$

และ  $L(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i)$  เป็นฟังก์ชันความควรจะเป็น สำหรับประชากร  $i$  จำนวนที่  $\underline{x}$

$$\text{โดยที่ } f(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_i|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)\right]$$

$$\text{และ } L(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_i|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)\right]$$

โดยที่  $i = 1, 2, \dots, g$

#### เกณฑ์การตัดสินใจ

จะพิจารณาเลือกค่า  $\pi_i$  ที่มีค่า  $L(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i)$  มากที่สุด

ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่มีประชากร  $g$  กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $\underline{\mu}_1, \underline{\mu}_2, \dots, \underline{\mu}_g$  และมีความแปรปรวนเท่ากับ  $\underline{\Sigma}_1, \underline{\Sigma}_2, \dots, \underline{\Sigma}_g$  เราจะทำกรหาฟังก์ชันความควรจะเป็น ดังนี้

$$\begin{aligned}
 L(\underline{x}; \underline{\mu}_1, \underline{\Sigma}_1) &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_1|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2} (\underline{x} - \underline{\mu}_1)' \underline{\Sigma}_1^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_1)\right] \\
 L(\underline{x}; \underline{\mu}_2, \underline{\Sigma}_2) &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_2|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2} (\underline{x} - \underline{\mu}_2)' \underline{\Sigma}_2^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_2)\right] \\
 &\vdots \\
 L(\underline{x}; \underline{\mu}_g, \underline{\Sigma}_g) &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_g|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2} (\underline{x} - \underline{\mu}_g)' \underline{\Sigma}_g^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_g)\right]
 \end{aligned}$$

ดังนั้น เราจะทำการจัดกลุ่มลงในประชากรที่มีค่าฟังก์ชันความควรจะเป็นมากที่สุด

## 2. A Mahalanobis Distance Rule

กำหนดให้  $d_i$  เป็นระยะห่างระหว่าง  $\underline{x}$  กับ  $\underline{\mu}_i$  ในเทอมระยะทางกำลังสอง และมีชื่อเรียกว่า ระยะทางกำลังสองมหาลาโนบิส เพราะฉะนั้น กฎเกณฑ์นี้พิจารณาระยะห่างว่า  $\underline{x}$  ห่างจากค่าเฉลี่ยประชากร  $\underline{\mu}_i$  ใดน้อยกว่า  $\underline{x}$  ก็ควรจะมาจากประชากรนั้น

$$d_i = (\underline{x} - \underline{\mu}_i)' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_i) \text{ โดยที่ } i = 1, 2, \dots, g$$

เกณฑ์การตัดสินใจ

จะพิจารณาเลือกค่า  $\pi_i$  ที่มีค่า  $d_i$  น้อยที่สุด

ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่มีประชากร  $g$  กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $\underline{\mu}_1, \underline{\mu}_2, \dots, \underline{\mu}_g$  และมีความแปรปรวนเท่ากับ  $\underline{\Sigma}_1, \underline{\Sigma}_2, \dots, \underline{\Sigma}_g$  เราจะทำการระยะทางกำลังสองมหาลาโนบิส ดังนี้

$$d_1 = (\underline{x} - \underline{\mu}_1)' \underline{\Sigma}_1^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_1)$$

$$d_2 = (\underline{x} - \underline{\mu}_2)' \underline{\Sigma}_2^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_2)$$

$\vdots$

$$d_g = (\underline{x} - \underline{\mu}_g)' \underline{\Sigma}_g^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_g)$$

ดังนั้น เราจะทำการจัดกลุ่มลงในประชากรที่มีค่าระยะทางมหาลาโนบิสน้อยที่สุด

## 3. A Posterior Probability Rule

กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง จะทำการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นภายหลังว่าความน่าจะเป็นของประชากรใดมีค่ามากกว่า จะจัดค่าสังเกตลงในประชากรนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } P(\pi_i | \underline{x}) &= \frac{P(\pi_i)P(\underline{x}|\pi_i)}{\sum_{j=1}^g P(\pi_j)P(\underline{x}|\pi_j)} \\
 &= \frac{\pi_i f_i(\underline{x})}{\sum_{j=1}^g \pi_j f_j(\underline{x})} \\
 &= \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^g e^{z_j}}
 \end{aligned}$$

$$\text{โดยที่ } z_i = -\frac{1}{2} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)$$

$$\text{และ } d_i = (\underline{x} - \underline{\mu}_i)' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)$$

$$\therefore P(\pi_i | \underline{x}) = \frac{e^{-\frac{d_i}{2}}}{e^{-\frac{d_1}{2}} + e^{-\frac{d_2}{2}} + \dots + e^{-\frac{d_g}{2}}}$$

โดยที่  $i = 1, 2, \dots, g$

$P(\pi_i | \underline{x})$  คือ ความน่าจะเป็นภายหลัง (posterior probability)

$P(\underline{x} | \pi_i)$  คือ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์  $\underline{x}$  ภายใต้ข้อสมมติว่าส่วนย่อย  $\pi_i$  เกิด

$P(\pi_i)$  คือ ความน่าจะเป็นโดยหลักเกณฑ์ (prior probability)

#### เกณฑ์การตัดสินใจ

จะพิจารณาเลือกค่า  $\pi_i$  ที่มีค่า  $P(\pi_i | \underline{x})$  มากที่สุด

ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่มีประชากร  $g$  กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $\underline{\mu}_1, \underline{\mu}_2, \dots, \underline{\mu}_g$  และมีความแปรปรวนเท่ากับ  $\underline{\Sigma}_1, \underline{\Sigma}_2, \dots, \underline{\Sigma}_g$  เราจะทำการศึกษาหาความน่าจะเป็นภายหลัง ดังนี้

$$P(\pi_1 | \underline{x}) = \frac{e^{-\frac{d_1}{2}}}{e^{-\frac{d_1}{2}} + e^{-\frac{d_2}{2}} + \dots + e^{-\frac{d_g}{2}}}$$

$$P(\pi_2 | \underline{x}) = \frac{e^{-\frac{d_2}{2}}}{e^{-\frac{d_1}{2}} + e^{-\frac{d_2}{2}} + \dots + e^{-\frac{d_g}{2}}}$$

⋮



$$P(\pi_g | x) = \frac{e^{-\frac{d_g}{2}}}{e^{-\frac{d_1}{2}} + e^{-\frac{d_2}{2}} + \dots + e^{-\frac{d_g}{2}}}$$

ดังนั้น เราจะทำการจัดกลุ่มลงในประชากรที่มีค่าความน่าจะเป็นเป็นภายหลังมากที่สุด

## 2.2.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มในการวิจัยนี้ คือ อัตราส่วนการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องเป็นสถิติที่แสดงความสามารถของการจำแนกว่าจำแนกได้ดีมากน้อยเพียงใด การที่ได้จำแนกได้ถูกต้องจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับข้อมูลหรือตัวแปรที่ผู้วิจัยนำมาใช้ว่าผู้วิจัยได้เลือกมาถูกต้องดีพอหรือไม่ ถ้าดีพอตัวแปรตัวนั้น ๆ ก็น่าที่จะช่วยในการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้อง ถ้าไม่ดีพอ ผลก็เป็นไปในทางตรงข้ามตารางที่ 2 แสดงจำนวนในแต่ละกลุ่มที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

กลุ่มที่อยู่จริง	กลุ่มที่วิธีการจำแนก				รวม
	$\pi_1$	$\pi_2$	...	$\pi_g$	
$\pi_1$	$n_{11}$	$n_{12}$	...	$n_{1g}$	$n_1$
$\pi_2$	$n_{21}$	$n_{22}$	...	$n_{2g}$	$n_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$\pi_g$	$n_{g1}$	$n_{g2}$	...	$n_{gg}$	$n_g$
รวม	$n_1$	$n_2$	...	$n_g$	$n$

การหาค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ดังนี้

$$\text{อัตราการจำแนกความถูกต้อง (\%)} = \frac{(n_{11} + n_{22} + \dots + n_{gg})}{n} \times 100$$

โดยที่  $\pi_1$  คือ ประชากรกลุ่มที่ 1

$\pi_2$  คือ ประชากรกลุ่มที่ 2

$\vdots$

$\pi_g$  คือ ประชากรกลุ่มที่ g

$n_{11}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 1 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่ 1 หรือทำการจัดกลุ่มถูกต้อง

$n_{22}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 2 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่ 2 หรือทำการจัดกลุ่มถูกต้อง

$\vdots$

$n_{gg}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่  $g$  และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่  $g$  หรือทำการจัดกลุ่มถูกต้อง

$n_{12}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 1 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่ 2 หรือทำการจัดกลุ่มผิด

⋮

$n_{1g}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 1 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่  $g$  หรือทำการจัดกลุ่มผิด

$n_{21}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 2 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่ 1 หรือทำการจัดกลุ่มผิด :

$n_{2g}$  คือ จำนวนค่าสังเกตที่เป็นจริงอยู่ในประชากรที่ 2 และเราทำการจัดกลุ่มเข้าประชากรที่  $g$  หรือทำการจัดกลุ่มผิด

$n$  คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่ต้องการจัดกลุ่ม



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎเกณฑ์ 3 กฎเกณฑ์ คือ กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น (A Likelihood Rule) กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส (A Mahalanobis Distance Rule) และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง (A Posterior Probability Rule) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบด้วยเทคนิคการจำลอง ทั้งนี้ประชากรในแต่ละกลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution)

รายละเอียดเกี่ยวกับแผนการทดลอง ขั้นตอนการทดลองรวมทั้งโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง จะได้นำเสนอเป็นลำดับดังนี้

#### 3.1 แผนการทดลอง

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มหรือเรียกว่าอัตราการจำแนกความถูกต้อง ซึ่งกฎเกณฑ์ใดที่ให้ค่าสูงกว่าจะมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยลักษณะของจำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่มและ 4 กลุ่มที่ต้องการศึกษาครั้งนี้ โดยที่แต่ละจำนวนกลุ่มจะศึกษากรณีที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 กรณี คือ

กรณีที่ 1 จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มที่ศึกษา ( $x_i$ ) เท่ากับ 2

กรณีที่ 2 จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มที่ศึกษา ( $x_i$ ) เท่ากับ 3

กรณีที่ 3 จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มที่ศึกษา ( $x_i$ ) เท่ากับ 4

กรณีที่ 4 จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มที่ศึกษา ( $x_i$ ) เท่ากับ 5

กรณีที่ 5 จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มที่ศึกษา ( $x_i$ ) เท่ากับ 6

การกำหนดสถานการณ์ต่างๆ สำหรับเปรียบเทียบอัตราการจำแนกความถูกต้องของกฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กฎเกณฑ์ คือ

3.1.1 กำหนดจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มดังแผนการทดลองที่กำหนดในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม

จำนวนกลุ่ม	ตัวแปร
2 กลุ่ม	$x_1, x_2$ $x_1, x_2, x_3$ $x_1, x_2, x_3, x_4$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$
3 กลุ่ม	$x_1, x_2$ $x_1, x_2, x_3$ $x_1, x_2, x_3, x_4$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$
4 กลุ่ม	$x_1, x_2$ $x_1, x_2, x_3$ $x_1, x_2, x_3, x_4$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$

3.1.2 กำหนดระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ  $x_i$  และ  $x_j$  ดังนี้

- (1) ระดับต่ำ คือ มีค่าอยู่ในช่วง  $(0, 0.4)$
- (2) ระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ในช่วง  $[0.4, 0.6]$
- (3) ระดับสูง คือ มีค่าอยู่ในช่วง  $(0.6, 1.0]$

ตารางที่ 3.2 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

จำนวนกลุ่ม	ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
2	ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ ) ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ ) สูง ( $\rho_{12} = 0.9$ )

3	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9</math>)</p>
4	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9</math>)</p>

ตารางที่ 3.3 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

จำนวนกลุ่ม	ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
2	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.2</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1</math>)</p>
3	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.2</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1</math>)</p>
4	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.2</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1</math>)</p>

ตารางที่ 3.4 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

จำนวนกลุ่ม	ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.2,</math>  <math>\rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6,</math>  <math>\rho_{14} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4</math>)</p>

2	<p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7,</math>  <math>\rho_{14} = 0.7, \rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1,</math>  <math>\rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8</math>)</p>
3	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.2,</math>  <math>\rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6,</math>  <math>\rho_{14} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7,</math>  <math>\rho_{14} = 0.7, \rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1,</math>  <math>\rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8</math>)</p>
4	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.2,</math>  <math>\rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6,</math>  <math>\rho_{14} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7,</math>  <math>\rho_{14} = 0.7, \rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1,</math>  <math>\rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8</math>)</p>

ตารางที่ 3.5 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

จำนวนกลุ่ม	ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
2	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.2, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{23} = 0.2,</math>  <math>\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1, \rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{23} = 0.5,</math>  <math>\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4, \rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8, \rho_{23} = 0.8,</math>  <math>\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8</math>)</p>

	<p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2, \rho_{23} = 0.7,</math>  <math>\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4</math>)</p>
3	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.2, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{23} = 0.2,</math>  <math>\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1, \rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{23} = 0.5,</math>  <math>\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4, \rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8, \rho_{23} = 0.8,</math>  <math>\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2, \rho_{23} = 0.7,</math>  <math>\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4</math>)</p>
4	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.2, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{23} = 0.2,</math>  <math>\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1, \rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{23} = 0.5,</math>  <math>\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4, \rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8, \rho_{23} = 0.8,</math>  <math>\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8</math>)</p> <p>ผสม (<math>\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2, \rho_{23} = 0.7,</math>  <math>\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4</math>)</p>

ตารางที่ 3.6 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

จำนวนกลุ่ม	ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
2	<p>ต่ำ (<math>\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.2, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{16} = 0.2,</math>  <math>\rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,</math>  <math>\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1, \rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2, \rho_{56} = 0.2</math>)</p> <p>ปานกลาง (<math>\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{16} =</math>  <math>0.4, \rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,</math>  <math>\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5, \rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6, \rho_{56} = 0.5</math>)</p> <p>สูง (<math>\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8, \rho_{16} = 0.7,</math>  <math>\rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9, \rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,</math></p>

	$\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8, \rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8, \rho_{56} = 0.8)$ ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2, \rho_{16} = 0.1,$ $\rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.9, \rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3, \rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4, \rho_{56} = 0.6)$
3	ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.2, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{16} = 0.2,$ $\rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1, \rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2, \rho_{56} = 0.2)$ ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{16} =$ $0.4, \rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5, \rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6, \rho_{56} = 0.5)$ สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8, \rho_{16} = 0.7,$ $\rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9, \rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8, \rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8, \rho_{56} = 0.8)$ ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2, \rho_{16} = 0.1,$ $\rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.9, \rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3, \rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4, \rho_{56} = 0.6)$
4	ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.2, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{16} = 0.2,$ $\rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1, \rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2, \rho_{56} = 0.2)$ ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{16} =$ $0.4, \rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5, \rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6, \rho_{56} = 0.5)$ สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8, \rho_{16} = 0.7,$ $\rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9, \rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8, \rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8, \rho_{56} = 0.8)$ ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2, \rho_{16} = 0.1,$ $\rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.9, \rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3, \rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4, \rho_{56} = 0.6)$

3.1.3 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มสำหรับกฎเกณฑ์ 3 กฎเกณฑ์นั้น ผู้วิจัยกำหนดเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน และมีค่าไม่เท่ากัน โดยที่จะนำค่าจากในตาราง 3.2-3.6 มาประกอบการหาค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ดังนี้

1. กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน

คำนวณหาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ( $\Sigma_i$ ) โดยที่  $i = 1, 2, \dots, g$  ดังนี้

1.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

$$\Sigma_i = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{bmatrix}$$

1.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

$$\Sigma_i = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 \end{bmatrix}$$

1.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

$$\Sigma_i = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{14}\sigma_1\sigma_4 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 & \rho_{24}\sigma_2\sigma_4 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34}\sigma_3\sigma_4 \\ \rho_{41}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{42}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{43}\sigma_3\sigma_4 & \sigma_4^2 \end{bmatrix}$$

1.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

$$\Sigma_i = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{14}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{15}\sigma_1\sigma_5 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 & \rho_{24}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{25}\sigma_2\sigma_5 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34}\sigma_3\sigma_4 & \rho_{35}\sigma_3\sigma_5 \\ \rho_{41}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{42}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{43}\sigma_3\sigma_4 & \sigma_4^2 & \rho_{45}\sigma_4\sigma_5 \\ \rho_{51}\sigma_1\sigma_5 & \rho_{52}\sigma_2\sigma_5 & \rho_{53}\sigma_3\sigma_5 & \rho_{54}\sigma_4\sigma_5 & \sigma_5^2 \end{bmatrix}$$

1.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

$$\Sigma_i = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{14}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{15}\sigma_1\sigma_5 & \rho_{16}\sigma_1\sigma_6 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 & \rho_{24}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{25}\sigma_2\sigma_5 & \rho_{26}\sigma_2\sigma_6 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34}\sigma_3\sigma_4 & \rho_{35}\sigma_3\sigma_5 & \rho_{36}\sigma_3\sigma_6 \\ \rho_{41}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{42}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{43}\sigma_3\sigma_4 & \sigma_4^2 & \rho_{45}\sigma_4\sigma_5 & \rho_{46}\sigma_4\sigma_6 \\ \rho_{51}\sigma_1\sigma_5 & \rho_{52}\sigma_2\sigma_5 & \rho_{53}\sigma_3\sigma_5 & \rho_{54}\sigma_4\sigma_5 & \sigma_5^2 & \rho_{56}\sigma_5\sigma_6 \\ \rho_{61}\sigma_1\sigma_6 & \rho_{62}\sigma_2\sigma_6 & \rho_{63}\sigma_3\sigma_6 & \rho_{64}\sigma_4\sigma_6 & \rho_{65}\sigma_5\sigma_6 & \sigma_6^2 \end{bmatrix}$$



2. กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน

$$\Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g = \Sigma$$

คำนวณหาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ( $\Sigma$ ) ดังนี้

3.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{bmatrix}$$

2.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 \end{bmatrix}$$

2.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{14}\sigma_1\sigma_4 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 & \rho_{24}\sigma_2\sigma_4 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34}\sigma_3\sigma_4 \\ \rho_{41}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{42}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{43}\sigma_3\sigma_4 & \sigma_4^2 \end{bmatrix}$$

2.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{14}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{15}\sigma_1\sigma_5 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 & \rho_{24}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{25}\sigma_2\sigma_5 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34}\sigma_3\sigma_4 & \rho_{35}\sigma_3\sigma_5 \\ \rho_{41}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{42}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{43}\sigma_3\sigma_4 & \sigma_4^2 & \rho_{45}\sigma_4\sigma_5 \\ \rho_{51}\sigma_1\sigma_5 & \rho_{52}\sigma_2\sigma_5 & \rho_{53}\sigma_3\sigma_5 & \rho_{54}\sigma_4\sigma_5 & \sigma_5^2 \end{bmatrix}$$

2.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \rho_{13}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{14}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{15}\sigma_1\sigma_5 & \rho_{16}\sigma_1\sigma_6 \\ \rho_{21}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 & \rho_{23}\sigma_2\sigma_3 & \rho_{24}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{25}\sigma_2\sigma_5 & \rho_{26}\sigma_2\sigma_6 \\ \rho_{31}\sigma_1\sigma_3 & \rho_{32}\sigma_2\sigma_3 & \sigma_3^2 & \rho_{34}\sigma_3\sigma_4 & \rho_{35}\sigma_3\sigma_5 & \rho_{36}\sigma_3\sigma_6 \\ \rho_{41}\sigma_1\sigma_4 & \rho_{42}\sigma_2\sigma_4 & \rho_{43}\sigma_3\sigma_4 & \sigma_4^2 & \rho_{45}\sigma_4\sigma_5 & \rho_{46}\sigma_4\sigma_6 \\ \rho_{51}\sigma_1\sigma_5 & \rho_{52}\sigma_2\sigma_5 & \rho_{53}\sigma_3\sigma_5 & \rho_{54}\sigma_4\sigma_5 & \sigma_5^2 & \rho_{56}\sigma_5\sigma_6 \\ \rho_{61}\sigma_1\sigma_6 & \rho_{62}\sigma_2\sigma_6 & \rho_{63}\sigma_3\sigma_6 & \rho_{64}\sigma_4\sigma_6 & \rho_{65}\sigma_5\sigma_6 & \sigma_6^2 \end{bmatrix}$$

3.2 การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

1. กำหนดประเภทของประชากรที่ศึกษาเป็นการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร
2. กำหนดจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มที่ศึกษาเท่ากับ 2, 3, 4, 5 และ 6



3. กำหนดจำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มเท่ากับ 2 กลุ่ม , 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม
4. กำหนดระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม ดังนี้
  - ระดับต่ำ คือ มีค่าอยู่ในช่วง (0, 0.4)
  - ระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ในช่วง [0.4, 0.6]
  - ระดับสูง คือ มีค่าอยู่ในช่วง (0.6, 1.0)
5. กำหนดเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มในแต่ละกลุ่ม ดังนี้
  - เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน
  - เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน
6. กำหนดค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มมีความแตกต่างกันมากและมีความแตกต่างกันน้อย
  - ความแตกต่างกันมาก คือ มีค่าแตกต่างกันมากกว่า 50% ในแต่ละกลุ่ม
  - ความแตกต่างกันน้อย คือ มีค่าแตกต่างกันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50% ในแต่ละกลุ่ม
7. กำหนดความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มมีความแตกต่างกันมากและมีความแตกต่างกันน้อย
  - ความแตกต่างกันมาก คือ มีค่าแตกต่างกันมากกว่า 50% ในแต่ละกลุ่ม
  - ความแตกต่างกันน้อย คือ มีค่าแตกต่างกันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50% ในแต่ละกลุ่ม
8. จำลองข้อมูลให้มีลักษณะการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนด

$$\underline{X}_i \sim N_n(\underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i), \quad i = 1, 2, \dots, g$$

9. นำตัวแปรสุ่มที่ได้เป็นตัวอย่างทดสอบของแต่ละกฎเกณฑ์ ทั้ง 3 กฎเกณฑ์ ดังนี้

1. กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น (Likelihood Rule ; LR)

$L(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i) =$  ฟังก์ชันความควรจะเป็น สำหรับประชากร  $i$  จำนวนที่  $\underline{x}$  โดยที่

$$L(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\underline{\Sigma}_i|^{1/2}} \exp\left[-\frac{1}{2}(\underline{x} - \underline{\mu}_i)' \underline{\Sigma}_i^{-1} (\underline{x} - \underline{\mu}_i)\right]$$

โดยที่  $i = 1, 2, \dots, g$

เกณฑ์การตัดสินใจ จะพิจารณาเลือกค่า  $\pi_i$  ที่มีค่า  $L(\underline{x}; \underline{\mu}_i, \underline{\Sigma}_i)$  มากที่สุด

2. กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส (Mahalanobis Distance Rule ; MDR)

กำหนดให้  $d_i$  เป็นระยะห่างระหว่าง  $\underline{x}$  กับ  $\underline{\mu}_i$  ในเทอมระยะทางกำลังสอง และมีชื่อเรียกว่า ระยะทางกำลังสองมหาลาโนบิส เพราะฉะนั้น กฎเกณฑ์นี้พิจารณาระยะห่างว่า  $\underline{x}$  ห่างจากค่าเฉลี่ยประชากร  $\underline{\mu}_i$  ไตน้อยกว่า  $\underline{x}$  ก็ควรจะมาจากประชากรนั้น

$$\text{กำหนดให้ } d_i = (x - \underline{\mu}_i)' \Sigma_i^{-1} (x - \underline{\mu}_i)$$

โดยที่  $i = 1, 2, \dots, g$

เกณฑ์การตัดสินใจ จะพิจารณาเลือกค่า  $\pi_i$  ที่มีค่า  $d_i$  น้อยที่สุด

3. กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง (Posterior Probability Rule ; PPR)

$$\text{กำหนดให้ ค่า } P(\pi_i | x) = \frac{e^{-\frac{d_i}{2}}}{e^{-\frac{d_1}{2}} + e^{-\frac{d_2}{2}} + \dots + e^{-\frac{d_g}{2}}}$$

โดยที่  $i = 1, 2, \dots, g$

เกณฑ์การตัดสินใจ จะพิจารณาเลือกค่า  $\pi_i$  ที่มีค่า  $P(\pi_i | x)$  มากที่สุด

10. คำนวณค่าอัตราการทำนายความถูกต้องของกฎเกณฑ์ทั้ง 3 กฎเกณฑ์
11. ทำการวิจัยสถานการณ์อื่นๆ จนครบที่ต้องการตามขอบเขตการวิจัย
12. พิจารณาค่าอัตราการทำนายความถูกต้องของกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อหากฎเกณฑ์ที่ให้ประสิทธิภาพมากที่สุดภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน
13. สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์ภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน

## บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน โดยใช้กฎเกณฑ์การทดสอบ 3 กฎเกณฑ์ คือ กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง โดยจะพิจารณาจากอัตราจำแนกถูกต้องเมื่อกำหนดรูปแบบต่างๆ ดังนี้

- (1) ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร
- (2) จำนวนตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม  $(x_i) = 2, 3, 4, 5$  และ 6
- (3) ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ  $(x_i)$  ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับปานกลางและระดับสูง
- (4) จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม คือ 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม
- (5) เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน

อัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย มีดังนี้

CCR	หมายถึง	อัตราการจำแนกความถูกต้อง
LR	หมายถึง	กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น
MDR	หมายถึง	กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส
PPR	หมายถึง	กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง
$\rho_{ij}$	หมายถึง	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ $i$ และ $j$

การวิจัยนี้แสดงผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน ดังนี้

#### 4.1 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน

เราจะทำการหาค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม จำแนกตามระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 3 ระดับ โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2, 3, 4, 5 และ 6 ตัว ภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน แสดงไว้ในหัวข้อ 3.1 แผนการทดลองในบทที่ 3

ตารางที่ 4.1.1 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีไม่ค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ )	LR	79.60	66.70	73.15
	MDR	48.00	80.50	64.25
	PPR	48.00	80.50	64.25
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ )	LR	64.90	83.20	73.30
	MDR	43.40	90.00	66.70
	PPR	43.40	90.00	66.70
สูง ( $\rho_{12} = 0.9$ )	LR	74.60	84.90	79.75
	MDR	41.80	90.00	65.90
	PPR	41.80	90.00	65.90

จากตารางที่ 4.1.1 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.2 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับ สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ )	LR	68.40	63.90	84.10	72.13
	MDR	48.00	62.90	77.80	62.90
	PPR	48.00	62.90	77.80	62.90
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ )	LR	71.90	60.80	90.10	74.27
	MDR	43.40	74.70	85.20	67.77
	PPR	43.40	74.70	85.20	67.77
สูง ( $\rho_{12} = 0.9$ )	LR	71.60	79.40	99.90	83.63
	MDR	41.80	83.30	99.90	75.00

	PPR	41.80	83.30	99.90	75.00
--	-----	-------	-------	-------	-------

จากตารางที่ 4.1.2 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อมีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.3 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับ สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ )	LR	63.40	58.10	66.00	64.70	63.05
	MDR	48.00	61.20	52.40	60.70	55.58
	PPR	48.00	61.20	52.40	60.70	55.58
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ )	LR	64.90	56.60	63.70	66.90	63.03
	MDR	43.40	72.90	49.50	64.00	57.45
	PPR	43.40	72.90	49.50	64.00	57.45
	LR	64.60	74.40	65.20	68.40	68.15



สูง ( $\rho_{12} = 0.9$ )	MDR	46.80	78.80	48.10	65.40	59.78
	PPR	46.80	78.80	48.10	65.40	59.78

จากตารางที่ 4.1.3 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.4 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ , $\rho_{23} = 0.2$ , $\rho_{13} = 0.2$ )	LR	68.50	85.70	77.10
	MDR	40.10	85.70	62.90
	PPR	40.10	85.70	62.90
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ , $\rho_{23} = 0.5$ , $\rho_{13} = 0.6$ )	LR	67.10	88.30	77.70
	MDR	37.50	88.60	63.50
	PPR	37.50	88.60	63.50

สูง ( $\rho_{12} = 0.9,$ $\rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7$ )	LR	75.40	86.70	81.05
	MDR	45.70	89.50	67.60
	PPR	45.70	89.50	67.60
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4,$ $\rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1$ )	LR	69.80	85.60	77.70
	MDR	45.30	84.10	64.70
	PPR	45.30	84.10	64.70

จากตารางที่ 4.1.4 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.5 แสดงค่าอัตราการจัดความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3,$ $\rho_{23} = 0.2,$	LR	66.40	66.90	87.30	73.53
	MDR	45.10	72.60	68.10	61.93

$\rho_{13} = 0.2)$	PPR	45.10	72.60	68.10	61.93
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6,$ $\rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6)$	LR	71.70	71.10	89.50	77.43
	MDR	42.50	76.30	81.80	66.87
	PPR	42.50	76.30	81.80	66.87
สูง ( $\rho_{12} = 0.9,$ $\rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7)$	LR	75.40	84.70	99.60	86.57
	MDR	55.70	84.20	94.50	78.13
	PPR	55.70	84.20	94.50	78.13
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4,$ $\rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1)$	LR	70.80	72.00	77.00	77.70
	MDR	45.30	74.20	68.80	64.70
	PPR	45.30	74.20	68.80	64.70

จากตารางที่ 4.1.5 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.6 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับ สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3,$ $\rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{13} = 0.2)$	LR	60.90	61.70	66.10	76.30	66.25
	MDR	48.00	56.90	54.50	76.80	59.05
	PPR	48.00	56.90	54.50	76.80	59.05
ปานกลาง $(\rho_{12} = 0.6,$ $\rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6)$	LR	65.30	68.90	76.80	82.50	73.38
	MDR	47.50	64.60	67.40	82.80	65.58
	PPR	47.50	64.60	67.40	82.80	65.58
สูง $(\rho_{12} = 0.9,$ $\rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7)$	LR	75.30	82.50	91.20	91.80	85.20
	MDR	55.70	76.20	90.60	92.40	78.73
	PPR	55.70	76.20	90.60	92.40	78.73
ผสม $(\rho_{12} = 0.4,$ $\rho_{23} = 0.7,$	LR	65.10	60.70	73.40	78.60	69.45
	MDR	49.10	52.30	68.60	77.70	61.93

$\rho_{13} = 0.1$	PPR	49.10	52.30	68.60	77.70	61.93
-------------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

จากตารางที่ 4.1.6 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อมีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.7 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1$ )	LR	72.70	87.70	80.20
	MDR	63.10	89.40	76.25
	PPR	63.10	89.40	76.25
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4$ )	LR	77.60	85.60	81.60
	MDR	63.20	93.50	78.35
	PPR	63.20	93.50	78.35
สูง	LR	77.70	86.90	82.30

$(\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7)$	MDR	66.40	93.40	79.90
	PPR	66.40	93.40	79.90
ผสม $(\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8)$	LR	77.20	82.20	79.10
	MDR	66.90	88.20	77.55
	PPR	66.90	88.20	77.55

จากตารางที่ 4.1.7 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.8 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1)$	LR	72.70	70.60	82.10	75.13
	MDR	63.10	77.60	76.60	72.43
	PPR	63.10	77.60	76.60	72.43



ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4$ )	LR	77.60	78.60	84.80	80.33
	MDR	71.20	81.00	82.30	78.17
	PPR	71.20	81.00	82.30	78.17
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7$ )	LR	77.70	82.80	97.10	85.87
	MDR	76.40	81.50	97.10	85.00
	PPR	76.40	81.50	97.10	85.00
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8$ )	LR	75.20	71.00	77.70	74.63
	MDR	66.90	76.40	76.50	73.27
	PPR	66.90	76.40	76.50	73.27

จากตารางที่ 4.1.8 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.9 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1$ )	LR	72.70	70.70	73.90	83.00	75.08
	MDR	63.10	75.30	73.70	80.20	73.08
	PPR	63.10	75.30	73.70	80.20	73.08
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4$ )	LR	75.60	76.00	82.50	85.80	79.98
	MDR	63.20	84.70	80.00	85.90	78.45
	PPR	63.20	84.70	80.00	85.90	78.45
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7$ )	LR	80.70	83.70	96.50	96.20	89.28
	MDR	71.40	89.60	96.40	96.30	88.68
	PPR	71.40	89.60	96.40	96.30	88.68
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8$ )	LR	79.20	75.00	79.70	96.20	82.525
	MDR	68.90	80.40	80.50	96.00	81.45
	PPR	68.90	80.40	80.50	96.00	81.45

จากตารางที่ 4.1.9 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจก

แรงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.10 แสดงค่าอัตราการทำนายความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ $\rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3,$ $\rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3$ )	LR	72.50	88.80	80.65
	MDR	61.90	91.00	76.45
	PPR	61.90	91.00	76.45
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6,$ $\rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6$ )	LR	78.00	85.50	81.75
	MDR	61.90	94.70	78.30
	PPR	61.90	94.70	78.30
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7,$ $\rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8$ )	LR	83.60	89.60	86.60
	MDR	69.10	95.00	82.05
	PPR	69.10	95.00	82.05

ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5,$ $\rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4$ )	LR	79.30	90.60	84.95
	MDR	70.50	90.30	79.90
	PPR	70.50	90.30	79.90

จากตารางที่ 4.1.10 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.11 แสดงค่าอัตราส่วนการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ $\rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3,$ $\rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3$ )	LR	72.50	74.10	80.40	75.67
	MDR	68.90	75.10	74.80	72.93
	PPR	68.90	75.10	74.80	72.93
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6,$	LR	74.00	79.70	87.50	80.40
	MDR	69.90	79.90	84.50	78.10

$\rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6)$	PPR	69.90	79.90	84.50	78.10
สูง $(\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7,$ $\rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8)$	LR	89.60	87.00	98.50	91.70
	MDR	79.10	88.40	98.50	88.67
	PPR	79.10	88.40	98.50	88.67
ผสม $(\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5,$ $\rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4)$	LR	77.30	85.00	84.40	82.23
	MDR	75.50	82.50	78.50	78.83
	PPR	75.50	82.50	78.50	78.83

จากตารางที่ 4.1.11 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.12 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3, \rho_{13}$	LR	70.50	68.00	75.30	85.00	74.70

$\rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{15} = 0.3, \rho_{23} =$ $0.2, \rho_{24} = 0.3,$ $\rho_{25} = 0.1, \rho_{34} =$ $0.1, \rho_{35} = 0.3,$ $\rho_{45} = 0.3)$	MDR	68.90	72.00	70.90	77.60	72.35
	PPR	68.90	72.00	70.90	77.60	72.35
<p>ปานกลาง</p> $(\rho_{12} = 0.6, \rho_{13}$ $= 0.6, \rho_{14} =$ $0.5, \rho_{15} =$ $0.5, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6,$ $\rho_{25} = 0.5, \rho_{34} =$ $0.4, \rho_{35} = 0.6,$ $\rho_{45} = 0.6)$	LR	72.00	75.40	84.20	89.20	80.20
	MDR	69.90	78.30	78.40	87.00	78.40
	PPR	69.90	78.30	78.40	87.00	78.40
<p>สูง</p> $(\rho_{12} = 0.9, \rho_{13}$ $= 0.7, \rho_{14} = 0.7,$ $\rho_{15} = 0.8, \rho_{23} =$ $0.8, \rho_{24} = 0.7,$ $\rho_{25} = 0.9, \rho_{34} =$ $0.7, \rho_{35} = 0.7,$ $\rho_{45} = 0.8)$	LR	83.60	88.70	98.30	98.50	92.28
	MDR	79.10	88.20	96.30	96.50	90.03
	PPR	79.10	88.20	96.30	96.50	90.03
<p>ผสม</p> $(\rho_{12} = 0.4, \rho_{13}$	LR	75.30	89.00	83.90	95.90	86.03



$\rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{15} = 0.2, \rho_{23} =$ $0.7, \rho_{24} = 0.5,$ $\rho_{25} = 0.3, \rho_{34} =$ $0.8, \rho_{35} = 0.7,$ $\rho_{45} = 0.4)$	MDR	75.50	82.50	80.00	95.80	83.45
	PPR	75.50	82.50	80.00	95.80	83.45

จากตารางที่ 4.1.12 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.13 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ $\rho_{16} = 0.2, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1,$ $\rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1,$ $\rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2,$ $\rho_{56} = 0.2)$	LR	73.90	90.20	82.05
	MDR	64.30	87.40	75.85
	PPR	64.30	87.40	75.85

ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{16} = 0.4, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5,$ $\rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5,$ $\rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6,$ $\rho_{56} = 0.5$ )	LR	72.40	92.70	82.55
	MDR	62.80	93.00	77.90
	PPR	62.80	93.00	77.90
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{16} = 0.7, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9,$ $\rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8,$ $\rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8,$ $\rho_{56} = 0.8$ )	LR	84.60	96.40	90.50
	MDR	74.80	94.00	84.40
	PPR	74.80	94.00	84.40
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{16} = 0.1, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3,$ $\rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3,$ $\rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4,$ $\rho_{56} = 0.6$ )	LR	73.90	64.20	69.05
	MDR	73.50	63.90	68.70
	PPR	73.50	63.90	68.70

จากตารางที่ 4.1.13 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจก

แรงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.14 แสดงค่าอัตราการทำนายความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{16} = 0.2, \rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1, \rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1, \rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2, \rho_{56} = 0.2$ )	LR	73.90	76.70	85.90	78.83
	MDR	69.30	76.20	79.40	74.97
	PPR	69.30	76.20	79.40	74.97
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{16} = 0.4, \rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4, \rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5, \rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6, \rho_{56} = 0.5$ )	LR	76.10	84.80	98.80	86.57
	MDR	68.20	73.80	99.00	80.33
	PPR	68.20	73.80	99.00	80.33

สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{16} = 0.7, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9,$ $\rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8,$ $\rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8,$ $\rho_{56} = 0.8$ )	LR	84.60	97.80	91.50	91.30
	MDR	66.80	99.30	86.60	87.57
	PPR	66.80	99.30	86.60	87.57
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{16} = 0.1, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3,$ $\rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3,$ $\rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4,$ $\rho_{56} = 0.6$ )	LR	69.70	62.20	80.40	70.77
	MDR	67.20	63.40	80.40	70.33
	PPR	67.20	63.40	80.40	70.33

จากตารางที่ 4.1.14 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.15 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ $\rho_{16} = 0.2, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1,$ $\rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1,$ $\rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2,$ $\rho_{56} = 0.2$ )	LR	73.80	74.70	82.20	90.20	80.23
	MDR	70.90	77.80	76.90	83.80	77.35
	PPR	70.90	77.80	76.90	83.80	77.35
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{16} = 0.4, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5,$ $\rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5,$ $\rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6,$ $\rho_{56} = 0.5$ )	LR	71.80	76.30	96.50	69.40	78.50
	MDR	58.90	73.30	96.20	63.90	73.08
	PPR	58.90	73.30	96.20	63.90	73.08
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{16} = 0.7, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9,$ $\rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$	LR	90.60	97.80	95.50	98.00	95.48
	MDR	62.80	99.30	86.60	90.00	84.68

$\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8,$ $\rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8,$ $\rho_{56} = 0.8$	PPR	62.80	99.30	86.60	90.00	84.68
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{16} = 0.1, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3,$ $\rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3,$ $\rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4,$ $\rho_{56} = 0.6$ )	LR	69.20	60.10	63.50	61.30	63.53
	MDR	63.80	60.80	65.50	62.10	63.05
	PPR	63.80	60.80	65.50	62.10	63.05

จากตารางที่ 4.1.15 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.1.16 กฎเกณฑ์การทดสอบที่เหมาะสม จำแนกตามจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม ขนาดกลุ่ม ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม	ขนาดกลุ่ม	ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบที่เหมาะสม
2, 3, 4, 5 และ 6	2	ต่ำ	LR
		ปานกลาง	LR
		สูง	LR
	3	ต่ำ	LR
		ปานกลาง	LR
		สูง	LR



4	ต่ำ	LR
	ปานกลาง	LR
	สูง	LR

จากตารางที่ 4.1.16 ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2, 3, 4, 5 และ 6 ตัว ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนมีค่าไม่เท่ากัน จะพบว่า การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม กฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีประสิทธิภาพมากกว่ากฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน

#### 4.2 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน

เราจะทำการหาค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม จำแนกตามระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 3 ระดับ โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2, 3, 4, 5 และ 6 ตัว ภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน แสดงไว้ในหัวข้อ 3.1 แผนการทดลองในบทที่ 3

ตารางที่ 4.2.1 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ )	LR	60.30	62.00	61.15
	MDR	60.30	62.00	61.15
	PPR	60.30	62.00	61.15
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ )	LR	60.40	62.10	61.25
	MDR	60.40	62.10	61.25

	PPR	60.40	62.10	61.25
สูง ( $\rho_{12} = 0.9$ )	LR	73.30	75.90	74.60
	MDR	73.30	75.90	74.60
	PPR	73.30	75.90	74.60

จากตารางที่ 4.2.1 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงกว่าจะมีประสิทธิภาพมากกว่า

ตารางที่ 4.2.2 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ )	LR	63.30	65.00	74.30	67.87
	MDR	63.30	65.00	74.30	67.87
	PPR	63.30	65.00	74.30	67.87
	LR	62.70	66.10	75.50	68.10

ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ )	MDR	62.70	66.10	75.50	68.10
	PPR	62.70	66.10	75.50	68.10
สูง ( $\rho_{12} = 0.9$ )	LR	76.50	80.90	92.40	83.27
	MDR	76.50	80.90	92.40	83.27
	PPR	76.50	80.90	92.40	83.27

จากตารางที่ 4.2.2 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงกว่าจะมีประสิทธิภาพมากกว่า

ตารางที่ 4.2.3 แสดงค่าอัตราการจัดความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับ สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ )	LR	60.30	62.00	60.30	61.60	61.05
	MDR	60.30	62.00	60.30	61.60	61.05
	PPR	60.30	62.00	60.30	61.60	61.05

ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6$ )	LR	56.70	60.10	58.30	52.70	56.95
	MDR	56.70	60.10	58.30	52.70	56.95
	PPR	56.70	60.10	58.30	52.70	56.95
สูง ( $\rho_{12} = 0.9$ )	LR	66.50	68.90	61.40	55.90	65.68
	MDR	66.50	68.90	61.40	55.90	65.68
	PPR	66.50	68.90	61.40	55.90	65.68

จากตารางที่ 4.2.3 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.4 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3$ , $\rho_{23} = 0.2$ ,	LR	69.80	70.10	69.95
	MDR	69.80	70.10	69.95

$\rho_{13} = 0.2)$	PPR	69.80	70.10	69.95
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6,$ $\rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6)$	LR	71.40	70.20	70.80
	MDR	71.40	70.20	70.80
	PPR	71.40	70.20	70.80
สูง ( $\rho_{12} = 0.9,$ $\rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7)$	LR	73.60	69.90	71.75
	MDR	73.60	69.90	71.75
	PPR	73.60	69.90	71.75
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4,$ $\rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1)$	LR	70.20	68.20	69.20
	MDR	70.20	68.20	69.20
	PPR	70.20	68.20	69.20

จากตารางที่ 4.2.4 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.5 แสดงค่าอัตราจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์

กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3,$ $\rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{13} = 0.2$ )	LR	65.20	62.00	76.00	67.73
	MDR	65.20	62.00	76.00	67.73
	PPR	65.20	62.00	76.00	67.73
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6,$ $\rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6$ )	LR	70.10	67.60	73.40	70.37
	MDR	70.10	67.60	73.40	70.37
	PPR	70.10	67.60	73.40	70.37
สูง ( $\rho_{12} = 0.9,$ $\rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7$ )	LR	73.60	71.50	94.20	79.77
	MDR	73.60	71.50	94.20	79.77
	PPR	73.60	71.50	94.20	79.77
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4,$ $\rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1$ )	LR	62.60	59.40	62.60	61.53
	MDR	62.60	59.40	62.60	61.53
	PPR	62.60	59.40	62.60	61.53

จากตารางที่ 4.2.5 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.6 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับ สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3,$ $\rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{13} = 0.2)$	LR	56.40	56.10	60.70	71.80	61.25
	MDR	56.40	56.10	60.70	71.80	61.25
	PPR	56.40	56.10	60.70	71.80	61.25
ปานกลาง $(\rho_{12} = 0.6,$ $\rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6)$	LR	62.00	65.50	66.00	74.60	67.03
	MDR	62.00	65.50	66.00	74.60	67.03
	PPR	62.00	65.50	66.00	74.60	67.03
สูง $(\rho_{12} = 0.9,$ $\rho_{23} = 0.8,$	LR	73.20	70.50	90.90	86.90	80.38
	MDR	73.20	70.50	90.90	86.90	80.38



$\rho_{13} = 0.7$	PPR	73.20	70.50	90.90	86.90	80.38
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4,$ $\rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1$ )	LR	53.70	59.10	61.80	60.60	56.30
	MDR	53.70	59.10	61.80	60.60	56.30
	PPR	53.70	59.10	61.80	60.60	56.30

จากตารางที่ 4.2.6 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.7 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1$ )	LR	73.30	70.20	71.75
	MDR	73.30	70.20	71.75
	PPR	73.30	70.20	71.75
ปานกลาง	LR	72.70	69.70	71.20

$(\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4)$	MDR	72.70	69.70	71.20
	PPR	72.70	69.70	71.20
สูง $(\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7)$	LR	74.30	71.30	72.80
	MDR	74.30	71.30	72.80
	PPR	74.30	71.30	72.80
ผสม $(\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8)$	LR	69.00	65.70	67.35
	MDR	69.00	65.70	67.35
	PPR	69.00	65.70	67.35

จากตารางที่ 4.2.7 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.8 แสดงค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย

ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1)$	LR	73.30	61.30	78.90	71.17
	MDR	73.30	61.30	78.90	71.17
	PPR	73.30	61.30	78.90	71.17
ปานกลาง $(\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4)$	LR	72.70	68.90	87.30	76.30
	MDR	72.70	68.90	87.30	76.30
	PPR	72.70	68.90	87.30	76.30
สูง $(\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7)$	LR	72.10	71.30	91.20	78.20
	MDR	72.10	71.30	91.20	78.20
	PPR	72.10	71.30	91.20	78.20
ผสม $(\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8)$	LR	59.30	54.20	62.90	58.80
	MDR	59.30	54.20	62.90	58.80
	PPR	59.30	54.20	62.90	58.80

จากตารางที่ 4.2.8 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น

ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับต่ำจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.9 แสดงค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{34} = 0.1$ )	LR	71.90	61.30	67.80	73.30	68.58
	MDR	71.90	61.30	67.80	73.30	68.58
	PPR	71.90	61.30	67.80	73.30	68.58
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{23} = 0.5, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{34} = 0.4$ )	LR	72.70	68.90	76.20	75.00	73.20
	MDR	72.70	68.90	76.20	75.00	73.20
	PPR	72.70	68.90	76.20	75.00	73.20
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{23} = 0.8, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{24} = 0.7, \rho_{34} = 0.7$ )	LR	76.30	72.10	87.30	89.20	81.23
	MDR	76.30	72.10	87.30	89.20	81.23
	PPR	76.30	72.10	87.30	89.20	81.23
ผสม	LR	66.20	57.30	62.90	92.20	69.65

$(\rho_{12} = 0.4, \rho_{23} = 0.7, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{24} = 0.5, \rho_{34} = 0.8)$	MDR	66.20	57.30	62.90	92.20	69.65
	PPR	66.20	57.30	62.90	92.20	69.65

จากตารางที่ 4.2.9 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.10 แสดงค่าอัตราความจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1, \rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3$ )	LR	71.70	69.90	70.80
	MDR	71.70	69.90	70.80
	PPR	71.70	69.90	70.80
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4, \rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6$ )	LR	70.90	70.20	70.55
	MDR	70.90	70.20	70.55
	PPR	70.90	70.20	70.55

สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7,$ $\rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8$ )	LR	73.00	71.00	72.00
	MDR	73.00	71.00	72.00
	PPR	73.00	71.00	72.00
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5,$ $\rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4$ )	LR	68.10	65.50	66.80
	MDR	68.10	65.50	66.80
	PPR	68.10	65.50	66.80

จากตารางที่ 4.2.10 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.11 แสดงค่าอัตราความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ $\rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3,$	LR	71.70	60.10	80.00	70.60
	MDR	71.70	60.10	80.00	70.60

$\rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3)$	PPR	71.70	60.10	80.00	70.60
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6,$ $\rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6)$	LR	70.90	68.40	87.70	75.67
	MDR	70.90	68.40	87.70	75.67
	PPR	70.90	68.40	87.70	75.67
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7,$ $\rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8)$	LR	74.00	75.20	78.20	75.80
	MDR	74.00	75.20	78.20	75.80
	PPR	74.00	75.20	78.20	75.80
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5,$ $\rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4)$	LR	56.80	57.40	68.30	60.83
	MDR	56.80	57.40	68.30	60.83
	PPR	56.80	57.40	68.30	60.83

จากตารางที่ 4.2.11 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.12 แสดงค่าอัตราความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์



กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3, \rho_{23} = 0.2, \rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1, \rho_{34} = 0.1, \rho_{35} = 0.3, \rho_{45} = 0.3)$	LR	69.70	60.10	71.70	70.00	67.88
	MDR	69.70	60.10	71.70	70.00	67.88
	PPR	69.70	60.10	71.70	70.00	67.88
ปานกลาง $(\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6, \rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5, \rho_{23} = 0.5, \rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5, \rho_{34} = 0.4, \rho_{35} = 0.6, \rho_{45} = 0.6)$	LR	70.90	68.40	75.80	77.00	73.03
	MDR	70.90	68.40	75.80	77.00	73.03
	PPR	70.90	68.40	75.80	77.00	73.03
สูง $(\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7, \rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8, \rho_{23} = 0.8, \rho_{24} = 0.7,$	LR	73.00	64.80	79.40	83.80	77.75
	MDR	73.00	64.80	79.40	83.80	77.75

$\rho_{25} = 0.9, \rho_{34} = 0.7, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.8)$	PPR	73.00	64.80	79.40	83.80	77.75
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2, \rho_{23} = 0.7, \rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3, \rho_{34} = 0.8, \rho_{35} = 0.7, \rho_{45} = 0.4)$ )	LR	66.80	62.40	68.90	89.00	69.28
	MDR	66.80	62.40	68.90	89.00	69.28
	PPR	66.80	62.40	68.90	89.00	69.28

จากตารางที่ 4.2.12 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.13 แสดงค่าอัตราความจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3, \rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ )	LR	74.90	73.10	74.00

$\rho_{16} = 0.2, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1,$ $\rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1,$ $\rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2,$ $\rho_{56} = 0.2)$	MDR	74.90	73.10	74.00
	PPR	74.90	73.10	74.00
ปานกลาง $(\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{16} = 0.4, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5,$ $\rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5,$ $\rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6,$ $\rho_{56} = 0.5)$	LR	70.80	70.60	70.70
	MDR	70.80	70.60	70.70
	PPR	70.80	70.60	70.70
สูง $(\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{16} = 0.7, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9,$ $\rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8,$ $\rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8,$ $\rho_{56} = 0.8)$	LR	75.50	73.10	74.30
	MDR	75.50	73.10	74.30
	PPR	75.50	73.10	74.30
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$	LR	68.10	65.90	67.00

$\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{16} = 0.1, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3,$ $\rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3,$ $\rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4,$ $\rho_{56} = 0.6)$	MDR	68.10	65.90	67.00
	PPR	68.10	65.90	67.00

จากตารางที่ 4.2.13 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลังจากมีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.14 แสดงค่าอัตราความจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
ต่ำ $(\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ $\rho_{16} = 0.2, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1,$ $\rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1,$ $\rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2,$ $\rho_{56} = 0.2)$	LR	74.60	65.60	81.90	74.03
	MDR	74.60	65.60	81.90	74.03
	PPR	74.60	65.60	81.90	74.03

ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{16} = 0.4, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5,$ $\rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5,$ $\rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6,$ $\rho_{56} = 0.5$ )	LR	70.80	69.00	87.70	75.83
	MDR	70.80	69.00	87.70	75.83
	PPR	70.80	69.00	87.70	75.83
สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{16} = 0.7, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9,$ $\rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8,$ $\rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8,$ $\rho_{56} = 0.8$ )	LR	75.50	69.50	78.40	77.80
	MDR	75.50	69.50	78.40	77.80
	PPR	75.50	69.50	78.40	77.80
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{16} = 0.1, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3,$ $\rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3,$ $\rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4,$ $\rho_{56} = 0.6$ )	LR	67.30	58.00	79.90	68.40
	MDR	67.30	58.00	79.90	68.40
	PPR	67.30	58.00	79.90	68.40

จากตารางที่ 4.2.14 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจง

ความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น ภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมี ประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.15 แสดงค่าอัตราการทำนายความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ทุกระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

ระดับสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
ต่ำ ( $\rho_{12} = 0.3, \rho_{13} = 0.3,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.3,$ $\rho_{16} = 0.2, \rho_{23} = 0.2,$ $\rho_{24} = 0.3, \rho_{25} = 0.1,$ $\rho_{26} = 0.3, \rho_{34} = 0.1,$ $\rho_{35} = 0.3, \rho_{36} = 0.1,$ $\rho_{45} = 0.3, \rho_{46} = 0.2,$ $\rho_{56} = 0.2$ )	LR	74.60	68.50	80.90	87.50	77.88
	MDR	74.60	68.50	80.90	87.50	77.88
	PPR	74.60	68.50	80.90	87.50	77.88
ปานกลาง ( $\rho_{12} = 0.6, \rho_{13} = 0.6,$ $\rho_{14} = 0.5, \rho_{15} = 0.5,$ $\rho_{16} = 0.4, \rho_{23} = 0.5,$ $\rho_{24} = 0.6, \rho_{25} = 0.5,$ $\rho_{26} = 0.5, \rho_{34} = 0.4,$ $\rho_{35} = 0.6, \rho_{36} = 0.5,$ $\rho_{45} = 0.6, \rho_{46} = 0.6,$ $\rho_{56} = 0.5$ )	LR	72.80	70.00	86.60	89.10	79.63
	MDR	72.80	70.00	86.60	89.10	79.63
	PPR	72.80	70.00	86.60	89.10	79.63

สูง ( $\rho_{12} = 0.9, \rho_{13} = 0.7,$ $\rho_{14} = 0.7, \rho_{15} = 0.8,$ $\rho_{16} = 0.7, \rho_{23} = 0.8,$ $\rho_{24} = 0.7, \rho_{25} = 0.9,$ $\rho_{26} = 0.7, \rho_{34} = 0.7,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.8,$ $\rho_{45} = 0.8, \rho_{46} = 0.8,$ $\rho_{56} = 0.8$ )	LR	77.50	78.80	86.90	86.00	82.30
	MDR	77.50	78.80	86.90	86.00	82.30
	PPR	77.50	78.80	86.90	86.00	82.30
ผสม ( $\rho_{12} = 0.4, \rho_{13} = 0.1,$ $\rho_{14} = 0.2, \rho_{15} = 0.2,$ $\rho_{16} = 0.1, \rho_{23} = 0.7,$ $\rho_{24} = 0.5, \rho_{25} = 0.3,$ $\rho_{26} = 0.1, \rho_{34} = 0.8,$ $\rho_{35} = 0.7, \rho_{36} = 0.3,$ $\rho_{45} = 0.4, \rho_{46} = 0.4,$ $\rho_{56} = 0.6$ )	LR	72.30	63.00	79.90	100.00	78.80
	MDR	72.30	63.00	79.90	100.00	78.80
	PPR	72.30	63.00	79.90	100.00	78.80

จากตารางที่ 4.2.15 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวที่ เมื่อมีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง มีค่าเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับสูงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2.16 กฎเกณฑ์การทดสอบที่เหมาะสม จำแนกตามจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม ขนาดกลุ่ม ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน (%)

จำนวนตัวแปร ที่ใช้จำแนกกลุ่ม	ขนาดกลุ่ม	ระดับสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	กฎเกณฑ์การทดสอบ ที่เหมาะสม
---------------------------------	-----------	---------------------------------	-------------------------------



2, 3, 4, 5 และ 6	2	ต่ำ	LR, MDR, PPR
		ปานกลาง	LR, MDR, PPR
		สูง	LR, MDR, PPR
	3	ต่ำ	LR, MDR, PPR
		ปานกลาง	LR, MDR, PPR
		สูง	LR, MDR, PPR
	4	ต่ำ	LR, MDR, PPR
		ปานกลาง	LR, MDR, PPR
		สูง	LR, MDR, PPR

จากตารางที่ 4.2.16 ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2, 3, 4, 5 และ 6 ตัว ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม เมื่อมีเมตริกซ์ความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน จะพบว่า การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม , 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังมีประสิทธิภาพเท่ากันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน

#### 4.3 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มกรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม

เราจะทำการเปรียบเทียบค่าอัตราการจัดความถูกต้องของกรณีที่มีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากและมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม โดยจะพิจารณาว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2, 3, 4, 5 และ 6 ตัว ภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.3.1 แสดงอัตราการจัดความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม(%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	71.70	84.80	78.25
	MDR	46.30	76.70	61.50
	PPR	46.30	76.70	61.50
	LR	91.50	78.10	84.80

มาก	MDR	79.40	84.70	82.05
	PPR	79.40	84.70	82.05

จากตารางที่ 4.3.1 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.2 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	66.70	65.00	84.00	71.90
	MDR	41.60	47.80	60.0	50.13
	PPR	41.60	47.80	60.0	50.13
มาก	LR	81.00	70.90	73.70	75.20
	MDR	69.60	63.60	71.70	68.30
	PPR	69.60	63.60	71.70	68.30

จากตารางที่ 4.3.2 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.3 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	69.70	60.00	59.00	78.00	66.68
	MDR	48.20	47.80	45.90	60.00	50.48
	PPR	48.20	47.80	45.90	60.00	50.48
มาก	LR	84.60	62.90	61.40	67.90	69.20
	MDR	63.40	48.60	47.60	68.80	57.10
	PPR	63.40	48.60	47.60	68.80	57.10

จากตารางที่ 4.3.3 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.4 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	81.00	86.90	83.95
	MDR	51.50	71.00	61.25
	PPR	51.50	71.00	61.25
มาก	LR	97.90	94.70	96.30
	MDR	82.80	98.90	90.85
	PPR	82.80	98.90	90.85

จากตารางที่ 4.3.4 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความ

น่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.5 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	76.00	65.80	91.70	77.83
	MDR	41.60	41.90	64.00	59.17
	PPR	41.60	41.90	64.00	59.17
มาก	LR	97.80	73.60	90.60	87.33
	MDR	69.60	63.90	88.00	73.83
	PPR	69.60	63.90	88.00	73.83

จากตารางที่ 4.3.5 จะพบว่ากรวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.6 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย	
น้อย	LR	69.00	73.00	70.80	90.90	75.93
	MDR	40.00	40.00	50.60	69.90	50.13
	PPR	40.00	40.00	50.60	69.90	50.13
	LR	92.70	73.60	67.10	95.20	82.15

มาก	MDR	57.20	52.70	50.90	74.80	61.40
	PPR	57.20	52.70	50.90	74.80	61.40

จากตารางที่ 4.3.6 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.7 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	81.00	86.70	83.85
	MDR	44.00	78.90	61.45
	PPR	44.00	78.90	61.45
มาก	LR	98.70	94.40	96.55
	MDR	85.10	99.70	92.40
	PPR	85.10	99.70	92.40

จากตารางที่ 4.3.7 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.8 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	74.00	72.40	86.30	77.57
	MDR	49.00	51.20	70.00	56.73
	PPR	49.00	51.20	70.00	56.73
มาก	LR	98.60	74.60	90.30	87.83
	MDR	73.50	66.70	88.20	76.13
	PPR	73.50	66.70	88.20	76.13

จากตารางที่ 4.3.8 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.9 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	72.00	70.40	71.70	82.70	74.20
	MDR	48.90	45.70	42.40	65.00	50.50
	PPR	48.90	45.70	42.40	65.00	50.50
มาก	LR	92.60	74.60	75.10	89.00	83.08
	MDR	69.60	56.40	60.40	75.00	65.35
	PPR	69.60	56.40	60.40	75.00	65.35

จากตารางที่ 4.3.9 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความ



น่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.10 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	78.40	93.70	86.05
	MDR	50.40	79.90	65.15
	PPR	50.40	79.90	65.15
มาก	LR	99.40	97.70	98.55
	MDR	90.90	95.20	93.05
	PPR	90.90	95.20	93.05

จากตารางที่ 4.3.10 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.11 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	73.40	73.10	95.50	68.25
	MDR	45.40	57.00	60.00	54.13
	PPR	45.40	57.00	60.00	54.13
	LR	97.40	83.90	94.20	92.17



มาก	MDR	80.00	61.90	94.00	78.63
	PPR	80.00	61.90	94.00	78.63

จากตารางที่ 4.3.11 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.12 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	76.40	75.10	72.60	86.60	77.18
	MDR	50.30	40.10	40.10	70.00	50.13
	PPR	50.30	40.10	40.10	70.00	50.13
มาก	LR	94.40	87.90	78.60	91.20	88.03
	MDR	79.60	56.90	52.40	86.70	68.90
	PPR	79.60	56.90	52.40	86.70	68.90

จากตารางที่ 4.3.12 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.13 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง	กฎเกณฑ์	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม
-------------	---------	-----------------------------

ของค่าเฉลี่ย	การทดสอบ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	78.80	96.10	87.45
	MDR	59.20	81.00	70.10
	PPR	59.20	81.00	70.10
มาก	LR	98.80	98.10	98.45
	MDR	85.80	98.10	91.95
	PPR	85.80	98.10	91.95

จากตารางที่ 4.3.13 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.14 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	73.80	77.30	97.50	82.87
	MDR	43.20	44.50	75.00	54.23
	PPR	43.20	44.50	75.00	54.23
มาก	LR	92.80	89.80	92.00	91.53
	MDR	74.00	66.10	96.40	75.50
	PPR	74.00	66.10	96.40	75.50

จากตารางที่ 4.3.14 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความ

น่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.3.15 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	71.80	75.30	76.20	98.70	80.50
	MDR	40.20	45.40	41.50	75.00	50.53
	PPR	40.20	45.40	41.50	75.00	50.53
มาก	LR	92.80	87.00	79.50	98.40	89.43
	MDR	73.40	51.10	57.70	80.00	65.55
	PPR	73.40	51.10	57.70	80.00	65.55

จากตารางที่ 4.3.15 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

#### 4.4 การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม กรณีความแปรปรวนมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม

เราจะทำการเปรียบเทียบค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องของกรณีที่มีความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากและมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม โดยจะพิจารณาที่การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2, 3, 4, 5 และ 6 ตัว ภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.4.1 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	66.70	79.60	73.15
	MDR	58.00	70.50	64.25
	PPR	58.00	70.50	64.25
มาก	LR	71.70	84.80	78.25
	MDR	46.30	76.70	61.50
	PPR	46.30	76.70	61.50

จากตารางที่ 4.4.1 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.2 แสดงอัตราการใช้ความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	63.40	68.90	84.10	72.13
	MDR	48.00	63.00	77.80	62.93
	PPR	48.00	63.00	77.80	62.93
มาก	LR	71.70	66.00	84.00	73.90
	MDR	43.60	47.80	50.0	47.13
	PPR	43.60	47.80	50.0	47.13

จากตารางที่ 4.4.2 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความ

น่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.3 แสดงอัตราการจัดอันดับความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม(%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	63.40	58.10	66.20	64.70	63.10
	MDR	48.00	61.30	52.50	60.50	55.58
	PPR	48.00	61.30	52.50	60.50	55.58
มาก	LR	61.70	60.00	67.00	78.00	66.68
	MDR	50.90	40.80	40.20	70.00	50.48
	PPR	50.90	40.80	40.20	70.00	50.48

จากตารางที่ 4.4.3 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว เมื่อเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.4 แสดงอัตราการจัดอันดับความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม(%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	64.80	80.60	77.70
	MDR	55.30	74.10	64.70
	PPR	55.30	74.10	64.70

มาก	LR	81.00	86.90	83.95
	MDR	43.50	79.00	61.25
	PPR	43.50	79.00	61.25

จากตารางที่ 4.4.4 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.5 แสดงอัตราการใช้ความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	69.80	73.00	77.00	77.70
	MDR	45.30	74.20	68.80	64.70
	PPR	45.30	74.20	68.80	64.70
มาก	LR	77.00	67.80	91.70	78.83
	MDR	49.60	48.90	67.00	55.17
	PPR	49.60	48.90	67.00	55.17

จากตารางที่ 4.4.5 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม



ตารางที่ 4.4.6 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	65.10	60.70	73.40	78.60	69.45
	MDR	49.10	52.30	68.60	77.70	61.93
	PPR	49.10	52.30	68.60	77.70	61.93
มาก	LR	71.00	78.00	63.80	90.90	75.93
	MDR	40.00	40.00	40.60	79.90	50.13
	PPR	40.00	40.00	40.60	79.90	50.13

จากตารางที่ 4.4.6 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว เมื่อเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.7 แสดงอัตราการจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	73.20	86.20	79.70
	MDR	66.90	88.20	77.55
	PPR	66.90	88.20	77.55
มาก	LR	81.00	86.70	83.85
	MDR	44.00	78.90	61.45
	PPR	44.00	78.90	61.45



จากตารางที่ 4.4.7 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.8 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	68.20	76.70	79.00	74.63
	MDR	66.90	76.40	76.50	73.27
	PPR	66.90	76.40	76.50	73.27
มาก	LR	75.00	72.40	85.30	77.57
	MDR	49.00	51.20	70.00	56.73
	PPR	49.00	51.20	70.00	56.73

จากตารางที่ 4.4.8 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.9 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย

น้อย	LR	73.20	69.00	71.70	76.20	72.53
	MDR	66.90	71.40	71.50	76.00	71.45
	PPR	66.90	71.40	71.50	76.00	71.45
มาก	LR	70.00	68.40	68.70	87.70	73.20
	MDR	40.90	40.70	40.40	80.00	50.50
	PPR	40.90	40.70	40.40	80.00	50.50

จากตารางที่ 4.4.9 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.10 แสดงอัตราการใช้ความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	83.30	86.60	84.95
	MDR	67.50	92.30	79.90
	PPR	67.50	92.30	79.90
มาก	LR	78.40	93.70	86.05
	MDR	40.40	79.90	60.15
	PPR	40.40	79.90	60.15

จากตารางที่ 4.4.10 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.11 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จัดจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จัดจำแนกกลุ่ม 5 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจัดจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
น้อย	LR	73.30	87.00	86.40	82.23
	MDR	75.50	82.50	78.50	78.83
	PPR	75.50	82.50	78.50	78.83
มาก	LR	79.40	79.10	89.00	82.25
	MDR	40.40	42.00	80.00	54.13
	PPR	40.40	42.00	80.00	54.13

จากตารางที่ 4.4.11 จะพบว่าการวิเคราะห์จัดจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จัดจำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.12 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จัดจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จัดจำแนกกลุ่ม 5 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจัดจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	58.40	58.10	55.60	96.60	67.18
	MDR	52.50	82.50	76.00	90.80	75.45
	PPR	52.50	82.50	76.00	90.80	75.45
มาก	LR	68.30	77.00	75.90	90.90	78.03
	MDR	50.30	40.10	40.10	70.00	50.13
	PPR	50.30	40.10	40.10	70.00	50.13

จากตารางที่ 4.4.12 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.13 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	เฉลี่ย
น้อย	LR	78.80	96.10	87.45
	MDR	72.80	100.00	86.40
	PPR	72.80	100.00	86.40
มาก	LR	88.60	96.40	92.50
	MDR	50.20	80.00	65.10
	PPR	50.20	80.00	65.10

จากตารางที่ 4.4.13 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.14 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	เฉลี่ย
	LR	83.60	95.80	85.50	88.30

น้อย	MDR	67.80	99.30	86.60	84.57
	PPR	67.80	99.30	86.60	84.57
มาก	LR	84.60	88.80	94.50	89.30
	MDR	53.20	52.50	80.00	59.23
	PPR	53.20	52.50	80.00	59.23

จากตารางที่ 4.4.14 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4.4.15 แสดงอัตราการใช้จำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัวของกฎเกณฑ์การทดสอบทั้ง 3 กฎเกณฑ์ กรณีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยและมากในแต่ละกลุ่ม (%)

ความแตกต่างของ ความแปรปรวน	กฎเกณฑ์ การทดสอบ	ความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม				
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	เฉลี่ย
น้อย	LR	70.20	70.30	74.80	98.70	78.50
	MDR	69.80	88.30	86.60	90.00	77.68
	PPR	69.80	88.30	86.60	90.00	77.68
มาก	LR	68.60	95.80	85.50	100.00	87.48
	MDR	40.20	41.40	40.50	80.00	50.53
	PPR	40.20	41.40	40.50	80.00	50.53

จากตารางที่ 4.4.15 จะพบว่าการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม โดยที่มีจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว เมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน ผลสรุปคือ ค่าอัตราส่วนการแจกแจงความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากกว่ากฎเกณฑ์มหาลาโนบิสและกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ส่วนที่ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มจะมีประสิทธิภาพมากกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

## 4.5 กรณีศึกษา

### 4.5.1 ความเป็นมาของกรณีศึกษา

โรคเบาหวานเป็นหนึ่งในโรคที่สำคัญมากทางระบาดวิทยา ซึ่งทางองค์การอนามัยโลกให้ความสนใจ ทั้งนี้ พบว่าประชากรไทยทุกๆ 100 คน จะมีผู้เป็นโรคเบาหวานถึง 6 คน และสำหรับประเทศไทยและประเทศทางเอเชียอื่น ผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานมีร้อยละ 95 ซึ่งเป็นเบาหวานประเภทที่ 2 หรือเรียกว่า เบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน เป็นเบาหวานที่พบในผู้ใหญ่และไม่มีแนวโน้มในการเกิดภาวะกรดคั่งในเลือดจากสารคีโตน (Ketoacidosis) ในขณะที่ประเทศทางยุโรปและอเมริกามีผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินเพียงร้อยละ 85 เท่านั้น(จากหนังสือความรู้เรื่องเบาหวานฉบับสมบูรณ์ ศ.น.พ. เทพ หิมะทองคำ) การรักษาโรคเบาหวานชนิดพึ่งอินซูลิน และ ชนิดไม่พึ่งอินซูลินมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านอาหารที่รับประทาน การดูแลสุขภาพ และยาที่ใช้รักษา

ความก้าวหน้าของการรักษาเบาหวานเป็นที่ยอมรับกันว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ 1) การค้นพบอินซูลิน 2) การค้นพบยาปฏิชีวนะ และ 3) การค้นพบวิธีตรวจน้ำตาลเองที่บ้าน และการใช้ฮีโมโกลบินเอวันซีในการประเมินผลการควบคุมเบาหวานของผู้ป่วย ทั้งนี้ เนื่องจากความก้าวหน้าของแต่ละขั้นนั้นทำให้ผู้ป่วยเบาหวานสามารถมีชีวิตอยู่ยืนยาวมากขึ้นอย่างชัดเจน

โรคเบาหวานเป็นโรคที่คนเรารู้จักกันมานาน โดยภาวะของโรคเบาหวานนั้นสืบเนื่องมาจากน้ำตาลในกระแสเลือดมีปริมาณสูงขึ้น ในขณะที่เนื้อเยื่อของร่างกาย ไม่สามารถนำน้ำตาลนั้นไปใช้เป็นพลังงาน หรือนำไปใช้ได้ไม่เต็มที่ ทำให้น้ำตาลซึ่งร่างกายดูดซึมมาจากทางเดินอาหารมีปริมาณมากในกระแสเลือดและจะล้นปนออกมากับปัสสาวะ ทำให้ปัสสาวะหวานและมีปริมาณมาก ซึ่งปัจจัยเสี่ยงของโรคเบาหวาน มีดังนี้

- มีญาติสายตรง (พ่อ แม่ พี่ น้อง) ป่วยเป็นโรคเบาหวาน
- เป็นโรคอ้วน (ดัชนีมวลกายมีค่าตั้งแต่ 27 กิโลกรัมต่อตารางเมตรขึ้นไป)
- ไม่ออกกำลังกาย
- เชื้อชาติบางเชื้อชาติ เช่น อัฟริกัน-อเมริกัน
- เคยตรวจพบระดับน้ำตาลในเลือดสูงผิดปกติ หรือเคยตรวจพบความทนต่อน้ำตาลบกพร่อง แต่ยังไม่ถึงเกณฑ์ที่จัดเป็นเบาหวาน
- เป็นโรคความดันโลหิตสูง (ความดันโลหิตมีค่าตั้งแต่ 140/90 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไป)
- ระดับไขมันในเลือดผิดปกติ (เอช ดี แอล โคเลสเตอรอลมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับ 35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และ/หรือ ไตรกลีเซอไรด์มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)



- เคยเป็นโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ เคยคลอดบุตรที่มีน้ำหนักแรกคลอดมากกว่า 4 กิโลกรัม
- เป็นโรคที่รังไข่มีถุงน้ำหลายถุง (Polycystic ovarian syndrome)

ด้วยเหตุที่เรื่องการเป็นโรคเบาหวานนี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอทำการศึกษาวเคราะห์จำแนกกลุ่มในเรื่องของการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน ซึ่งในกรณีศึกษานี้จะศึกษาตัวแปรที่มีค่าเป็นไปได้ 2 ค่า คือ เป็นโรค หรือไม่เป็นโรค โดยพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ ที่จะทำให้เกิดโรค

#### 4.5.2 ขอบเขตของกรณีศึกษา

1. เนื่องจากกรณีศึกษานี้มีเวลาจำกัด ไม่อาจจะศึกษาวิเคราะห์ผลจากข้อมูลปฐมภูมิได้ เพราะวิธีดังกล่าวจะต้องใช้เวลานานนับเป็นปีๆ ในการเฝ้าสังเกตตัวอย่างบุคคล ฉะนั้นจะเลือกใช้วิธีการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเป็นข้อมูลรายละเอียดส่วนบุคคลเกี่ยวกับสถานะการเป็นโรค เพศ อายุ และค่าของปัจจัยต่างๆ ของคนปกติที่มาตรวจสุขภาพและที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินโดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยมีจำนวนข้อมูลของบุคคลที่เป็นโรคมากกว่าบุคคลที่ไม่เป็นโรค (เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่หามาได้)

2. โรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินสามารถพบได้มากกว่าชนิดพึ่งอินซูลิน ซึ่งพบมากถึงร้อยละ 90-95 ของคนไข้เบาหวานทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเฉพาะคนไข้ที่เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน

3. ด้วยลักษณะของการศึกษาไม่ได้เป็นแบบการทดลองและติดตามผลข้อมูลของแต่ละบุคคล แต่เป็นการข้อมูลแบบทุติยภูมิวิเคราะห์ ดังนั้น จึงไม่สามารถทำการควบคุมการเป็นโรคอื่นของบุคคลที่เก็บข้อมูลมาได้ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นไปได้ว่า สำหรับบุคคลที่ถูกเก็บข้อมูลมาทั้งที่เป็นโรคและไม่เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินมีโอกาสที่จะเป็นโรคอื่นแทรกด้วย และอาจมีผลต่อการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินได้

#### 4.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษานี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดส่วนบุคคลของคนไข้แต่ละคน โดยข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลเกี่ยวกับ สถานะการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน อายุ เม็ดเลือด ระดับน้ำตาลในเลือด การทำงานของไต (ค่า BUN และ Creatinine) และระดับความดันโลหิต ซึ่งในความเป็นจริงแล้ววิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ถูกต่อนั้น ควรเก็บข้อมูลแบบปฐมภูมิโดยจะต้องทำการเก็บข้อมูลดังกล่าวจากบุคคลทั้งที่เป็นโรคเบาหวาน และบุคคลที่ไม่เป็นโรคโดยตรง นั่นคือ ควรจะต้องทำการเฝ้าระวังติดตามการเกิดโรคและการหายจากโรคของบุคคลเหล่านั้นด้วย โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว ควรจะมีกำลังคน งบประมาณและระยะเวลาในการนับจุด



ค่อนข้างมาก ซึ่งสำหรับกรณีศึกษานี้มีเวลาและจำกัด จึงทำให้ไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ในลักษณะข้างต้นได้ ดังนั้น จึงจะได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบทฤษฎีภูมิแทน โดยข้อมูลเป็นดังนี้

- ข้อมูลรายละเอียดส่วนบุคคลของคนไข้แต่ละคนที่เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินจากเพิ่มข้อมูลคนไข้ที่ได้เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ในปี พ.ศ. 2544 เป็นจำนวน 181 คน
  - ข้อมูลรายละเอียดส่วนบุคคลของผู้ที่ไม่ได้เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินจากเพิ่มข้อมูลคนที่ได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีจากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ในปี พ.ศ. 2544 เป็นจำนวน 59 คน
- สำหรับข้อจำกัดของการเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะนี้นั้น คือไม่สามารถทำการควบคุมการที่คนไข้มีโรคอื่นแทรกซ้อนได้ ดังนั้น มีโอกาสที่คนไข้ดังกล่าวจะเป็นโรคอื่นด้วย ซึ่งโรคแทรกซ้อนนั้นอาจจะมีผลกระทบต่อความเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินได้

#### 4.5.4 ลักษณะข้อมูลและการกำหนดตัวแปร

การเก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดส่วนบุคคลของคนไข้แต่ละคน มีดังนี้

1. สถานะการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน (เป็นหรือไม่เป็น)
2. อายุของแต่ละบุคคล ส่วนใหญ่จะพบผู้ที่เป็นโรคเบาหวานอยู่ในช่วงวัยกลางคนขึ้นไป คืออายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป
3. ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin : HGB ) มีหน่วยเป็น (gm%)
4. ฮีมาโตคริต (Hematocrit : HCT) มีหน่วยเป็น (vol%)
5. ระดับน้ำตาลในเลือด มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) ค่าปกติจะมีค่า 70-110 mg/dl
6. การทำงานของไต โดยทำการวัดออกเป็น 2 ค่า คือ BUN และ Creatinine มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) โดยที่ค่าปกติของ BUN จะมีค่า 7-20 mg/dl และค่าปกติของ Creatinine จะมีค่า 0.7-1.5 mg/dl
7. ระดับความดันโลหิต มีผลโดยตรงต่อการทำงานของหัวใจ โดยจะแบ่งเป็นความดัน 2 ค่า คือ ความดันซิสโตลิก (Systolic blood pressure) และความดันไดแอสโตลิก (Diastolic blood pressure) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท (mmHg)

จากข้อมูลข้างต้นได้ทำการตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม คือ การแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขออนุญาตใช้การแจกแจงแบบปกติแทน และจากการตรวจสอบการ

แจกแจงแบบปกติของตัวแปรทั้งหมด จะพบว่า ตัวแปรฮีโมโกลบินและตัวแปรฮีมาโตคริตไม่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ ดังนั้น ตัวแปรที่ใช้สำหรับกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือ

### ตัวแปรตาม

STATUS คือ สถานะการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน มีค่าที่เป็นไปได้ 2 ค่า คือ 0 หมายถึง ไม่เป็นโรค และ 1 หมายถึง เป็นโรค

### ตัวแปรอิสระ

- AGE คือ อายุ (ปี)
- GLU คือ ระดับน้ำตาลในเลือด (mg/dl)
- BUN คือ ค่า BUN (mg/dl)
- CREA คือ ค่า Creatinine (mg/dl)
- BP\_S คือ ระดับความดันซิสโตลิก (mmHg)
- BP\_D คือ ความดันไดแอสโตลิก (mmHg)

ตารางที่ 4.5.1 แสดงจำนวนที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มในเรื่องของการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน โดยใช้กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น

กลุ่มที่ศึกษา	กลุ่มที่วิธีการจำแนกว่าเป็นโรคเบาหวาน	กลุ่มที่วิธีการจำแนกว่าไม่เป็นโรคเบาหวาน	รวม
กลุ่มที่เป็นโรคเบาหวาน	173	8	181
กลุ่มที่ไม่เป็นโรคเบาหวาน	2	57	59
รวม	175	65	240

จากตารางที่ 4.5.1 จะได้ว่ากฎเกณฑ์ความควรจะเป็นสามารถจำแนกได้ถูกต้องเท่ากับ 230 คน และจำแนกผิดเท่ากับ 10 คนจากจำนวนทั้งหมด 240 คน

ตารางที่ 4.5.2 แสดงจำนวนที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มในเรื่องของการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน โดยใช้กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส

กลุ่มที่ศึกษา	กลุ่มที่วิธีการจำแนกว่าเป็นโรคเบาหวาน	กลุ่มที่วิธีการจำแนกว่าไม่เป็นโรคเบาหวาน	รวม
กลุ่มที่เป็นโรคเบาหวาน	180	1	181
กลุ่มที่ไม่เป็นโรคเบาหวาน	26	33	59
รวม	206	34	240

จากตารางที่ 4.5.2 จะได้ว่ากฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิสสามารถจำแนกได้ถูกต้องเท่ากับ 213 คน และจำแนกผิดเท่ากับ 27 คนจากจำนวนทั้งหมด 240 คน

ตารางที่ 4.5.3 แสดงจำนวนที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มในเรื่องของการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน โดยใช้กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง

กลุ่มที่ศึกษา	กลุ่มที่วิธีการจำแนกว่าเป็นโรคเบาหวาน	กลุ่มที่วิธีการจำแนกว่าไม่เป็นโรคเบาหวาน	รวม
กลุ่มที่เป็นโรคเบาหวาน	180	1	181
กลุ่มที่ไม่เป็นโรคเบาหวาน	26	33	59
รวม	206	34	240

จากตารางที่ 4.5.3 จะได้ว่ากฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังสามารถจำแนกได้ถูกต้องเท่ากับ 213 คน และจำแนกผิดเท่ากับ 27 คนจากจำนวนทั้งหมด 240 คน

ตารางที่ 4.5.4 แสดงอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มในเรื่องของการเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน

กลุ่มที่ศึกษา	กฎเกณฑ์การทดสอบ		
	LR	MDR	PPR
กลุ่มที่เป็นโรค	$\frac{173}{181}$ (95.58%)	$\frac{180}{181}$ (99.45%)	$\frac{180}{181}$ (99.45%)
กลุ่มที่ไม่เป็นโรค	$\frac{57}{59}$ (96.61%)	$\frac{33}{59}$ (55.93%)	$\frac{33}{59}$ (55.93%)
เฉลี่ย	$\frac{230}{240}$ (95.83%)	$\frac{213}{240}$ (88.75%)	$\frac{213}{240}$ (88.75%)

จากตารางที่ 4.5.4 จะพบว่า การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม เมื่อมีตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่มคือ อายุ ระดับน้ำตาลในเลือด ค่า BUN ค่า Creatinine ระดับความดันซิสโตลิกและความดันไดแอสโตลิก ภายใต้เมทริกซ์ความแปรปรวนรวมมีค่าไม่เท่ากันของกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ จะสรุปได้ว่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของกฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีค่ามากที่สุด

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน โดยใช้กฎเกณฑ์การทดสอบ 3 กฎเกณฑ์ คือ กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลัง ในการศึกษาเปรียบเทียบกฎเกณฑ์การทดสอบที่จะใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละสถานการณ์ ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างมาจากการประชากรที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติหลายตัวแปร
2. จำนวนตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ( $X_j$ ) เท่ากับ 2, 3, 4, 5 และ 6
3. ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม ( $X_j$ ) มี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง
4. จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม คือ 2 กลุ่ม, 3 กลุ่ม และ 4 กลุ่ม
5. เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มในแต่ละกลุ่มมี 2 ประเภท คือ เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน

โดยศึกษาอัตราการจำแนกความถูกต้องของกฎเกณฑ์ทั้ง 3 กฎเกณฑ์ในแต่ละสถานการณ์ หากกฎเกณฑ์ใดที่ให้ค่าอัตราการจำแนกความถูกต้องที่มากกว่า จะสามารถสรุปได้ว่ากฎเกณฑ์นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าและมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ผลสรุปของการวิจัยเป็นดังนี้

ตารางที่ 5 กฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจำแนกตามจำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และจำนวนกลุ่มที่ใช้จำแนก

จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม	เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม	ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	จำนวนกลุ่มที่ใช้จำแนก		
			2	3	4
2 - 6	ไม่เท่ากัน	ต่ำ	LR	LR	LR
		ปานกลาง	LR	LR	LR
		สูง	LR	LR	LR
		ผสม	LR	LR	LR

	เท่ากัน	ต่ำ	#	#	#
		ปานกลาง	#	#	#
		สูง	#	#	#
		ผสม	#	#	#

# หมายถึง LR, MDR และ PPR

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

### 5.1.1 กฎเกณฑ์การทดสอบของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน

จากการเปรียบเทียบค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากัน พบว่า กฎเกณฑ์ความควรจะเป็นมีประสิทธิภาพมากที่สุด และจากการทดลองที่สถานการณ์ต่างๆ คือ ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม จำนวนกลุ่มที่ใช้จำแนก ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ความแตกต่างของความแปรปรวน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมาก จะให้ค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องสูงกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อย
2. ความแตกต่างของความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมาก จะให้ค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องสูงกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อย

### 5.1.2 กฎเกณฑ์การทดสอบของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน

จากการเปรียบเทียบค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มภายใต้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน พบว่า กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นภายหลังให้ผลที่ไม่ต่างกัน และจากการทดลองที่สถานการณ์ต่างๆ คือ ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จำนวนตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม จำนวนกลุ่มที่ใช้จำแนก ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ความแตกต่างของความแปรปรวน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมาก จะให้ค่าอัตราการจัดจำแนกความถูกต้องสูงกว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อย

2. ความแตกต่างของความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมาก จะให้ค่าอัตราความจำแนกความถูกต้องสูงกว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยนี้มี 2 ด้าน ดังนี้

### 5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

1. ในกรณีที่ไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลในการวิเคราะห์ การเลือกใช้กฎเกณฑ์ที่เหมาะสมกับข้อมูล ทำได้โดยการหาค่าประมาณเฉลี่ย ( $\hat{\mu}$ ) และค่าประมาณความแปรปรวน ( $\hat{\Sigma}$ ) จากข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งค่าประมาณเฉลี่ยและความแปรปรวนหาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{\mu}_i &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \underline{X}_{(r,i)} \\ &= \frac{1}{n} (\underline{X}_{(1,i)} + \underline{X}_{(2,i)} + \dots + \underline{X}_{(n,i)}) \\ &= \begin{bmatrix} \bar{x}_{1,i} \\ \bar{x}_{2,i} \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{x}_{p,i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\mu}_{1,i} \\ \hat{\mu}_{2,i} \\ \cdot \\ \cdot \\ \hat{\mu}_{p,i} \end{bmatrix}\end{aligned}$$

$$\text{และ } \hat{\Sigma}_i = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{r=1}^n (\underline{X}_{r,i} - \hat{\mu}_i)(\underline{X}_{r,i} - \hat{\mu}_i)' \right]$$

$$\hat{\Sigma} = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_{11} & \hat{\sigma}_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \hat{\sigma}_{1p} \\ \hat{\sigma}_{11} & \hat{\sigma}_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \hat{\sigma}_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hat{\sigma}_{p1} & \hat{\sigma}_{p2} & \cdot & \cdot & \cdot & \hat{\sigma}_{pp} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_{ii} &= \text{Var}(\underline{X}_i) \\ &= \frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^n (\underline{X}_{ri} - \bar{X}_i)^2\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_{ij} = \text{Cov}(\underline{X}_i, \underline{X}_j)$$



$$= \frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^n (x_{ri} - \bar{x}_i)(x_{ri} - \bar{x}_j)$$

โดยที่  $r = 1, 2, \dots, n$

$i, j = 1, 2, \dots, p$

2. หากมีเวลาและงบประมาณที่เพียงพอ ควรที่ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะที่ติดตามผลจากประชากรที่จำกัดกลุ่มหนึ่ง เพื่อเป็นการเพิ่มกรณีศึกษาให้มากขึ้น ทั้งนี้จะทำให้สามารถเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มมากยิ่งขึ้น

3. นำไปเป็นแนวทางในการศึกษาวิเคราะห์และประยุกต์ใช้กับการศึกษาในด้านต่างๆ เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

### 5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

1. ในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มในครั้งนี้นี้ศึกษาเฉพาะค่าอัตราการจำแนกความถูกต้อง ผู้สนใจอาจศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้ค่าสถิติอื่นๆ

2. ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาในกรณีที่จำนวนตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มมีขนาดเท่ากัน ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาในกรณีที่จำนวนตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มมีขนาดต่างกันด้วย เพื่อผลการวิจัยจะได้มีความเชื่อถือได้มากขึ้น

3. สำหรับผู้ที่สนใจศึกษาเพิ่มเติม อาจเพิ่มความละเอียดของระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และความแตกต่างของความแปรปรวน เพื่อประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

เทพ หิมะทองคำ. ความรู้เรื่องเบาหวาน ฉบับสมบูรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : บริษัท  
วิทย์พัฒน์ จำกัด

บุญกอง ทะกลโยธิน. การเปรียบเทียบการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่มระหว่างการวิเคราะห์การถดถอยทวิ  
และการวิเคราะห์จำแนกประเภท. ปรินญูญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ สาขาสถิติ คณะ  
พาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

พิสมัย เตรียมเจริญพร. การเปรียบเทียบวิธีการจำแนกกลุ่มในการวิเคราะห์ตัวแปรพหุ. วิทยานิพนธ์  
ปรินญูญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ สาขาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาล  
งกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

มานพ วรภักดิ์. การจำลองเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ผลิตตำรา  
เรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

มานพ วรภักดิ์. ทฤษฎีความน่าจะเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ผลิต  
ตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

ลลนา ทวีรุ่งโรจน์. การเปรียบเทียบตัวประมาณอัตราความผิดพลาดในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม  
ปรินญูญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ สาขาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาล  
งกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

### ภาษาอังกฤษ

Anderson, T.W., An Introduction to Multivariate Statistical Analysis (2<sup>nd</sup> ed). New York :  
John Wiley and Sons, 1984.

Agresti, A. Categorical Data Analysis. New York : John Wiley and Sons, 1990.

Cormack, R. M., A Review of Classification (with discussion). Journal of the Royal  
Statistical Society (A), 134, no. 3 (1971), 321-367.

Dallas E. Johnson., Applied Multivariate Methods for Data Analysts. U.S.A : Duxbury  
Press, 1998.

Hand, D.J., Discrimination and Classification. New York : John Wiley, 1981.

Lachenbruch, P. A., Discriminant Analysis. New York : Hafner Press, 1975.

Morrison, D. F., Multivariate Statistical Methods (2<sup>nd</sup> ed.), New York : McGraw-Hill. 1976.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ภาคผนวก ก

ผู้วิจัยกำหนดเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือ เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากันและมีค่าไม่เท่ากัน โดยที่ความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มจะมีความแตกต่างกันน้อยและมีความแตกต่างกันมาก และกรณีที่มีค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันน้อยและมีความแตกต่างกันมาก

#### 1. กรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่มและเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน

##### 1.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

###### 1.1.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

###### 1.1.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

###### 1.1.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

##### 1.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

###### 1.2.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

###### 1.2.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

1.2.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

1.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

1.3.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

1.3.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

1.3.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

1.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

1.4.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

1.4.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

1.4.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \\ 51.4 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

1.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

1.5.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

1.5.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \\ 78.1 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

1.5.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \\ 78.1 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \\ 51.4 \\ 64.7 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

2.กรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มและเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าเท่ากัน

2.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

2.1.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

2.1.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

2.1.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

2.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

2.2.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

2.2.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

2.2.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

2.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

2.3.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

2.3.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

2.3.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

2.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

2.4.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม



$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

2.4.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

2.4.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \\ 132.0 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

2.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

2.5.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

2.5.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \\ 135.2 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

2.5.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \\ 135.2 \end{bmatrix}, \mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \\ 132.0 \\ 199.5 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

3. กรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยและเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีค่าไม่เท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

3.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

3.1.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

3.1.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8$$

3.1.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3$$

### 3.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

#### 3.2.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

#### 3.2.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1$$

#### 3.2.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7$$

3.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

3.3.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

3.3.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1$$

3.3.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7, \sigma_{44} = 3.7$$

3.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

3.4.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

3.4.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1, \sigma_{55} = 5.7$$

3.4.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1, \sigma_{55} = 5.7$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \\ 51.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7, \sigma_{44} = 3.7, \sigma_{55} = 5.3$$

3.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

3.5.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

3.5.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \\ 78.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

3.5.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3, \sigma_{66} = 5.2$$



$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \\ 78.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1, \sigma_{55} = 5.7, \sigma_{66} = 6.1$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \\ 51.4 \\ 64.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7, \sigma_{44} = 3.7, \sigma_{55} = 5.3, \sigma_{66} = 5.7$$

#### 4. กรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มและเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีไม่ค่าเท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่ม

##### 4.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

###### 4.1.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

###### 4.1.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8$$

## 4.1.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3$$

4.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

## 4.2.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

## 4.2.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1$$

## 4.2.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7$$

#### 4.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

##### 4.3.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

##### 4.3.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1$$

##### 4.3.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7, \sigma_{44} = 3.7$$

4.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

4.4.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

4.4.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1, \sigma_{55} = 5.7$$

4.4.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1, \sigma_{55} = 5.7$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \\ 132.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7, \sigma_{44} = 3.7, \sigma_{55} = 5.3$$

4.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

4.5.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

4.5.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \\ 135.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

4.5.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3, \sigma_{66} = 5.2$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \\ 135.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.9, \sigma_{22} = 1.8, \sigma_{33} = 2.1, \sigma_{44} = 4.1, \sigma_{55} = 5.7, \sigma_{66} = 6.1$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \\ 132.0 \\ 199.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.1, \sigma_{22} = 2.3, \sigma_{33} = 1.7, \sigma_{44} = 3.7, \sigma_{55} = 5.3, \sigma_{66} = 5.7$$

5. กรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละกลุ่มและเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีไม่ค่าเท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่ม

5.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

5.1.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0$$

5.1.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5$$

5.1.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม



$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0$$

5.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

5.2.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9$$

5.2.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2$$

5.2.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8$$

5.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

5.3.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9$$

5.3.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5$$

5.3.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8, \sigma_{44} = 25.0$$

5.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

5.4.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0$$

5.4.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5$$

5.4.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \\ 51.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8, \sigma_{44} = 25.0, \sigma_{55} = 45.2$$

5.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

5.5.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0, \sigma_{66} = 12.0$$

5.5.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0, \sigma_{66} = 12.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \\ 78.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5, \sigma_{66} = 25.0$$

5.5.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 12.0 \\ 30.5 \\ 45.8 \\ 68.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3, \sigma_{66} = 5.2$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 6.0 \\ 11.2 \\ 13.5 \\ 34.5 \\ 49.7 \\ 72.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0, \sigma_{66} = 12.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 6.8 \\ 8.5 \\ 13.9 \\ 40.6 \\ 54.2 \\ 78.1 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5, \sigma_{66} = 25.0$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 7.2 \\ 9.7 \\ 10.1 \\ 38.3 \\ 51.4 \\ 64.7 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8, \sigma_{44} = 25.0, \sigma_{55} = 45.2, \sigma_{66} = 58.4$$

6. กรณีค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่มและเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมมีไม่ค่าเท่ากันและความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่ม

6.1 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 2 ตัว ( $x_1, x_2$ )

6.1.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0$$

6.1.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5$$

6.1.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0$$

6.2 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 3 ตัว ( $x_1, x_2, x_3$ )

6.2.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9$$

6.2.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2$$

6.2.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9$$



$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8$$

6.3 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 4 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ )

6.3.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9$$

6.3.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5$$

6.3.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8, \sigma_{44} = 25.0$$

6.4 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 5 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ )

6.4.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0$$

6.4.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5$$

6.4.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \\ 132.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8, \sigma_{44} = 25.0, \sigma_{55} = 45.2$$

6.5 ตัวแปรที่ใช้จำแนกกลุ่ม 6 ตัว ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ )

6.5.1 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 2 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0, \sigma_{66} = 12.0$$

6.5.2 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 3 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.8, \sigma_{22} = 2.5, \sigma_{33} = 2.3, \sigma_{44} = 3.1, \sigma_{55} = 5.1, \sigma_{66} = 5.6$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0, \sigma_{66} = 12.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \\ 135.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5, \sigma_{66} = 25.0$$

6.5.3 จำนวนกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกกลุ่ม 4 กลุ่ม

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} 5.2 \\ 10.5 \\ 16.5 \\ 25.5 \\ 38.9 \\ 59.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 1.2, \sigma_{22} = 1.5, \sigma_{33} = 1.4, \sigma_{44} = 2.9, \sigma_{55} = 4.3, \sigma_{66} = 5.2$$

$$\mu_2 = \begin{bmatrix} 8.3 \\ 16.8 \\ 25.3 \\ 38.8 \\ 58.2 \\ 89.0 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 2.5, \sigma_{22} = 3.0, \sigma_{33} = 2.9, \sigma_{44} = 5.9, \sigma_{55} = 9.0, \sigma_{66} = 12.0$$

$$\mu_3 = \begin{bmatrix} 12.5 \\ 25.4 \\ 38.2 \\ 57.5 \\ 86.9 \\ 135.2 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 5.5, \sigma_{22} = 6.5, \sigma_{33} = 6.2, \sigma_{44} = 12.5, \sigma_{55} = 20.5, \sigma_{66} = 25.0$$

$$\mu_4 = \begin{bmatrix} 18.9 \\ 38.4 \\ 57.8 \\ 86.9 \\ 132.0 \\ 199.5 \end{bmatrix}, \sigma_{11} = 12.5, \sigma_{22} = 13.0, \sigma_{33} = 14.8, \sigma_{44} = 25.0, \sigma_{55} = 45.2, \sigma_{66} = 58.4$$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข  
โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทดสอบกฎเกณฑ์การวิเคราะห์จำแนก  
กลุ่ม 3 กฎเกณฑ์ คือ กฎเกณฑ์ความควรจะเป็น กฎเกณฑ์ระยะทางมหาลาโนบิส และกฎเกณฑ์  
ความน่าจะเป็นภายหลัง

C

C

C

```

real  mui(10,10),mu(10),sigi(10,10,10),sig(10,10)
real  invi(10,10,10),inv(10,10),x(10),deti(10)
real  mux(10),sigx(10,10),nclf,ncppr,ncdist
real*8  c(10,10),lf(10),pr(10),ppr(10),dist(10),lfo,pro,disto
integer case,g,gid,p,r,round,glf,gpr,gdt
character*20 infile,outfile
print*, ' '
print*, ' Enter your input-file name:'
read(*,7) infile
print*, ' Enter your output-file name:'
read(*,7) outfile

7 format(a20)
open(1, file = infile)
open(3, file = outfile)
case = 0

2 read(1,5,end = 199) g,p

5 format(i2,1x,i2)

do 20 i = 1,g
    read(1,13) (mui(j,i), j = 1,p)

```

```

13  format(10(f8.0,1x))
    do 18 k = 1,p
        read(1,13) (sigi(k,j,i), j = 1,p)
18  continue
20  continue

    print*, ' Enter the number of runs:'
    read(*,22) r
22  format(i6)
    print*, ' Enter the seed 1:'
    read(*,22) ix1
    print*, ' Enter the seed 2:'
    read(*,22) ix2
    write(*,23) g
23  format(//, ' Your vector X comes from group (1 - ',i2,'):')
    read(*,22) gid
    do 33 i = 1,g
        do 25 j = 1,p
            do 25 k = 1,p
                sig(j,k) = sigi(j,k,i)
25  continue

        call invm(i,p,sig,inv)
        call detm(i,p,sig,det)
        do 28 j = 1,p
            do 28 k = 1,p
                invi(j,k,i) = inv(j,k)
28  continue

        deti(i) = det
33  continue

    do 35 j = 1,p

```



```

    mux(j) = mui(j,gid)
    do 35 k = 1,p
        sigx(j,k) = sigi(j,k,gid)
35 continue
    call genc(p,sigx,c)
    pclf = 0.0
    pcppr = 0.0
    pcdist = 0.0
    do 100 round = 1,r
        call genx(ix1,ix2,p,mux,c,x)
    do 50 i = 1,g
        do 38 j = 1,p
            mu(j) = mui(j,i)
38 continue
        do 40 j = 1,p
            do 40 k = 1,p
                inv(j,k) = invi(j,k,i)
40 continue
        det = deti(i)
        call stat(p,mu,inv,x,det,lfo,pro,disto)
        lf(i) = lfo
        pr(i) = pro
        dist(i) = disto
50 continue
        sum = 0.0
        do 55 i = 1,g
            sum = sum + pr(i)
55 continue
        do 57 i = 1,g

```

```

      ppr(i) = pr(i)/sum
57 continue

      call max(g,lf,glf)
      call max(g,ppr,gpr)
      call min(g,dist,gdt)
      if(glf .eq. gid) pclf = pclf + 1.0
      if(gpr .eq. gid) pcppr = pcppr + 1.0
      if(gdt .eq. gid) pcdist = pcdist + 1.0
100 continue
      pclf = pclf/r*100
      nclf = 100 - pclf
      pcppr = pcppr/r*100
      ncppr = 100 - pcppr
      pcdist = pcdist/r*100
      ncdist = 100 - pcdist
      case = case + 1
      write(*,105) case,pclf,nclf,pcppr,ncppr,pcdist,ncdist
      write(3,105) case,pclf,nclf,pcppr,ncppr,pcdist,ncdist
105 format(///,' CASE # ',i2,' : ',/,
1      10x,'PERCENT OF CORRECT PERCENT OF NOT CORRECT',/,
2      ' LLR : ',f8.3,13x,f8.3,/,
3      ' MAHA : ',f8.3,13x,f8.3,/,
4      ' PPR : ',f8.3,13x,f8.3,/,
5      ' _____')
      go to 2
199 end
C
C

```

C

```

subroutine stat(p,mu,inv,x,det,lf,pr,dist)
  integer p
  real inv(10,10),mu(10),x(10)
  real aux(10),xm(10)
  real*8 lf,pr,dist,p1
  do 3 i = 1,p
    aux(i) = 0.0
  3 continue
  do 5 i = 1,p
    xm(i) = x(i) - mu(i)
  5 continue
c   call invm(p,sig,inv)
c   call detm(p,sig,det)
  do 8 j = 1,p
    do 8 i = 1,p
      aux(j) = xm(i)*inv(i,j) + aux(j)
  8 continue
  dist = 0.0
  do 12 i = 1,p
    dist = aux(i)*xm(i) + dist
  12 continue
  rp = p
  p1 = ((6.2831853)**(rp/2.0))*sqrt(det)
  pr = dexp(-0.5*dist)
  lf = pr/p1
  return
end

```

C

C

C

```

subroutine genc(p,sig,c)
integer p
real*8 aux,c(10,10),sum
real sig(10,10)
a = sqrt(sig(1,1))
do 5 i = 1,p
    c(i,1) = sig(i,1)/a
5 continue
i = 2
8 sum = 0.0
i1 = i - 1
do 11 j = 1,i1
    sum = c(i,j)*c(i,j) + sum
11 continue
aux = sig(i,i) - sum
c(i,i) = sqrt(aux)
if(i .eq. p) go to 30
i = i + 1
i1 = i - 1
do 20 j = 2,i1
    j1 = j - 1
    sum = 0.0
    do 15 k = 1,j1
        sum = c(i,k)*c(j,k) + sum
15 continue
c(i,j) = (sig(i,j) - sum)/c(j,j)

```

20 continue

go to 8

30 return

end

C

C

C

subroutine genx(ix1,ix2,p,mu,c,x)

integer p

real mu(10),x(10),z(10)

real\*8 aux,c(10,10),d,sum

i1 = 1

3 if(i1 .gt. p) go to 8

i2 = i1 + 1

6 continue

r1 = rand(ix1)

r2 = rand(ix2)

w1 = 2.0\*r1 - 1.0

w2 = 2.0\*r2 - 1.0

w = (w1\*w1) + (w2\*w2)

if(w .gt. 1.0) go to 6

aux = -2.0\*log(w)/w

d = sqrt(aux)

z(i1) = d\*w1

z(i2) = d\*w2

i1 = i2 + 1

go to 3

8 continue

do 15 i = 1,p

```

sum = 0.0
do 10 j = 1,i
    sum = c(i,j)*z(j) + sum
10 continue
x(i) = mu(i) + sum
15 continue
return
end

```

C

C

C

```

subroutine invm(gi,p,sig,inv)
integer p,gi
real sig(10,10),sigv(20,20),inv(10,10)
do 5 i = 1,10
    do 5 j = 1,10
        sigv(i,j) = sig(i,j)
5 continue
n = 2*p
n1 = p+1
m1 = p-1
do 20 i = 1,p
    m1 = m1+1
    do 20 j = n1,n
        m2 = j-m1
        if(m2 .eq. 1) sigv(i,j) = 1.0
        if(m2 .ne. 1) sigv(i,j) = 0.0
20 continue
do 60 i = 1,p

```

```

do 25 k = i,p
  if(sigv(k,i) .eq. 0.0) go to 25
  i1 = k
  go to 30
25 continue
  write(*,27) gi
27 format(/,'Sorry. The matrix of group ',i2,' is singular. ')
  stop
30 if(i1 .eq. i) go to 40
  do 35 j = 1,n
    e = sigv(i1,j)
    f = sigv(i,j)
    sigv(i,j) = e
    sigv(i1,j) = f
35 continue
40 d = sigv(i,i)
  do 45 j = i,n
    sigv(i,j) = sigv(i,j)/d
45 continue
  do 55 k = 1,p
    if(k .eq. i) go to 55
    if(sigv(k,i) .eq. 0.0) go to 55
    c = sigv(k,i)
    do 50 j = 1,n
      sigv(k,j) = sigv(k,j) - (c*sigv(i,j))
50 continue
55 continue
60 continue
  do 65 i = 1,p

```



```

do 65 j = n1,n
    k = j - p
    inv(i,k) = sigv(i,j)
65 continue
return
end
C
C
C
subroutine detm(gi,p,sig,det)
integer p,gi
real sig(10,10),sigd(10,10)
do 5 i = 1,10
    do 5 j = 1,10
        sigd(i,j) = sig(i,j)
5 continue
n = p
m1 = p-1
do 60 i = 1,m1
    do 25 k = i,p
        if(sigd(k,i) .eq. 0.0) go to 25
        i1 = k
        go to 30
25 continue
        go to 70
30 if(i1 .eq. i) go to 47
    do 35 j = 1,n
        e = sigd(i1,j)
        f = sigd(i,j)

```

```

    sigd(i,j) = e
    sigd(i1,j) = f
35 continue
47 continue
    ii = i + 1
    do 55 k = ii,p
        if(sigd(k,i) .eq. 0.0) go to 55
        c = sigd(k,i)
        do 50 j = i,n
            sigd(k,j) = sigd(k,j) - (c*sigd(i,j)/sigd(i,i))
50 continue
55 continue
60 continue
    det = 1.0
    do 65 j = 1,p
        det = det*sigd(j,j)
65 continue
    if(det .gt. 0) go to 75
70 write(*,73) gi
73 format(/, ' Sorry. The matrix of group ',i2,' is singular',
1      ' or it is not positive definite.')
    stop
75 return
end
C
C
C
    subroutine max(g,st,ind)
    integer g

```

```

real*8 ma,st(10)

ma = st(1)
ind = 1
do 10 i = 2,g
  if(st(i) .gt. ma) then
    ma = st(i)
    ind = i
  end if
10 continue
return
end
C
C
C
subroutine min(g,st,ind)
integer g
real*8 mi,st(10)
mi = st(1)
ind = 1
do 10 i = 2,g
  if(st(i) .lt. mi) then
    mi = st(i)
    ind = i
  end if
10 continue
return
end
C

```

C

C

```
function rand(ix)
ix = 16807*ix
if(ix .lt. 0.0) ix = (ix+2147483647) + 1
rand = float(ix)/2147483647
return
end
```



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ค

ข้อมูลรายละเอียดส่วนบุคคลของคนไข้แต่ละคนที่เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน  
และผู้ที่ไม่ได้เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินจากแฟ้มข้อมูล จากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์  
ในปี พ.ศ. 2544 จำนวน 240 คน

No.	Status	Age	HGB	HCT	Glu	BUN	Crea	Bp_s	Bp_d
1	1	82	8.1	24.4	194	26	0.9	150	70
2	1	54	12.8	39.4	236	28	1	150	90
3	1	75	12.7	40.7	262	17	0.9	97	62
4	1	63	10.4	31	291	17	1	140	80
5	1	59	12.3	39.4	212	17	2.8	190	100
6	1	85	10.8	33.4	100	45	0.6	200	110
7	1	72	12	38.5	212	13	1	140	90
8	1	68	14.4	42.5	131	21	2.9	100	70
9	1	57	13.7	42.5	198	19	1	118	84
10	1	77	8.1	23.5	236	15	1.5	150	70
11	1	79	10.5	23.7	151	23	1.2	170	80
12	1	79	7.5	24.5	214	22	1.5	120	70
13	1	64	14.7	43.6	230	26	0.9	140	80
14	1	43	9.6	30.2	176	23	0.7	110	70
15	1	48	10.6	35	168	18	0.8	120	70
16	1	62	12.6	37.1	369	7	1.1	110	60
17	1	62	8.4	25.5	200	20	1.1	154	98
18	1	57	5.6	21.7	162	11	1.2	150	80
19	1	82	12	43.5	335	23	0.8	135	82
20	1	60	10.8	32.5	205	7	1.2	202	108
21	1	79	10	31.1	248	18	0.6	149	80
22	1	66	8.6	28.5	347	25	0.7	120	80
23	1	66	10	31.3	136	16	1.9	125	70
24	1	48	9	27.2	63	34	1.6	100	70
25	1	76	9.3	29.7	167	26	1.2	163	71
26	1	39	8.7	24.7	157	22	0.5	110	60
27	1	59	9.2	27.9	338	8	0.6	100	60
28	1	53	14.8	42.5	416	19	0.8	197	118
29	1	44	9.2	27.3	310	11	0.7	120	70
30	1	64	14.1	41.3	303	45	2.1	127	87
31	1	78	15.2	44	440	26	2.6	170	100
32	1	86	13.4	35.8	164	21	1.6	144	67
33	1	65	10.1	30.6	134	8	0.5	130	90
34	1	54	8.7	26.3	221	16	1.1	120	80
35	1	57	8.6	25.7	23	60	5.3	140	68
36	1	48	13.2	39	101	12	0.9	100	60
37	1	40	10.7	33.4	148	10	0.5	120	70
38	1	69	9.7	29.4	95	11	0.9	120	80
39	1	74	14.3	41.7	240	10	1	140	100
40	1	70	9.5	29.6	112	13	0.7	160	80
41	1	77	13.1	40.1	203	56	2.1	130	70
42	1	56	9.9	30.3	57	12	0.7	150	100
43	1	68	11.5	33.5	118	15	1.1	169	94
44	1	71	10.3	31.9	203	11	0.9	110	70

45	1	50	14.1	40.9	274	17	1.5	120	70
46	1	85	13	39	221	20	0.7	110	70
47	1	64	13	41.3	116	21	1	121	65
48	1	69	9.3	28.4	93	30	1.6	130	70
49	1	87	11.5	33.5	469	44	2.1	120	80
50	1	60	15.9	46.3	253	18	11	150	100
51	1	77	12.1	35.4	170	21	1.4	170	100
52	1	75	14.2	41.8	247	21	1.9	157	90
53	1	69	4.3	14.7	173	20	0.9	150	90
54	1	65	13.2	37.8	161	15	1	160	90
55	1	64	9.9	30.7	135	19	1.1	140	80
56	1	86	12.6	35.3	119	27	0.8	160	86
57	1	42	10.6	31.6	392	15	1.2	130	80
58	1	68	6.8	20.6	68	11	1.11	130	70
59	1	83	12.4	37.5	184	16	0.7	200	97
60	1	82	7.8	23	140	79	0.4	130	90
61	1	74	11.1	33.8	170	8	0.7	140	90
62	1	81	5.5	37.6	80	16	1	110	60
63	1	63	10.5	32.6	99	12	0.9	160	80
64	1	79	15.1	42	343	21	1.14	170	100
65	1	44	11.1	32.6	168	21	1.4	100	60
66	1	55	9.6	29.5	297	14	1.1	150	80
67	1	47	10.7	32.1	40	4	0.4	170	90
68	1	71	12.5	36.3	33	15	1	138	70
69	1	80	11.9	38.1	323	32	1.9	120	80
70	1	67	13	34.3	289	12	1.5	160	90
71	1	74	9.3	30.2	96	53	2.9	100	68
72	1	66	11.8	37.5	151	13	0.7	130	90
73	1	65	14.3	44.7	240	19	1.2	188	90
74	1	65	12.9	41.3	210	19	0.8	140	80
75	1	86	13.3	39.6	141	13	0.6	110	70
76	1	89	8.3	26.1	192	19	1.1	110	70
77	1	70	16	40	99	14	0.8	100	60
78	1	71	10	34	97	5	0.6	160	80
79	1	54	11.6	36	125	9	0.7	130	80
80	1	77	14	41.8	389	13	1.1	146	84
81	1	66	13.5	41.6	105	20	1.2	150	80
82	1	53	8.4	23.3	161	24	1.1	100	60
83	1	52	10.3	30.7	87	16	0.6	120	80
84	1	64	11.8	36.4	352	20	0.8	160	100
85	1	69	10.3	31.9	303	18	0.8	110	80
86	1	56	14.4	43.9	123	9	0.8	150	70
87	1	84	13.54	41.5	227	45	1.2	125	85
88	1	52	14.7	42.8	258	13	0.9	130	80
89	1	38	14.9	43.3	363	11	0.9	110	70
90	1	60	9.1	33.1	187	21	1.7	140	90
91	1	58	9.5	28.7	37	47	5.8	150	90
92	1	54	11.6	34.7	294	21	1.3	130	70
93	1	56	13	38.9	260	14	1	160	70
94	1	67	12	35.4	116	12	1	104	75
95	1	55	14	41.8	119	15	0.5	160	100
96	1	74	11.6	38.1	128	22	0.9	149	89
97	1	52	10.9	32.5	275	11	0.6	130	80

98	1	80	8.3	25.1	225	7	4.9	130	70
99	1	73	7.9	22.9	148	79	1.2	100	60
100	1	52	6.1	19	93	99	13.4	120	80
101	1	52	11.1	31.8	165	9	1	110	70
102	1	39	8.2	25.1	136	25	1.4	180	70
103	1	47	11.7	33.5	305	16	0.7	140	80
104	1	69	8.6	25	86	31	1.2	140	72
105	1	49	9.2	27.3	423	20	0.8	110	70
106	1	70	10.2	29.5	112	38	1.6	210	96
107	1	62	13.4	41	359	6	0.7	130	80
108	1	43	13.6	40.8	289	15	0.8	130	90
109	1	66	12.7	35.6	390	48	1.7	140	80
110	1	56	14.1	43.9	100	16	0.7	104	63
111	1	73	10.8	41.9	151	18	0.7	114	66
112	1	63	13.5	42.1	219	12	1	150	80
113	1	73	11.8	32.3	121	20	0.8	110	70
114	1	59	4.9	19.6	41	14	1.1	140	80
115	1	81	12.2	37	252	11	1	120	80
116	1	47	17.7	41.8	177	16	1.2	140	66
117	1	65	11.8	35.3	250	33	1.1	80	50
118	1	45	11.8	34.6	268	28	2.3	90	60
119	1	74	10.3	31.9	99	62	2.5	90	40
120	1	74	10.7	32.3	95	16	1.1	120	90
121	1	46	9	27.2	58	12	0.7	100	60
122	1	76	8.7	26.3	84	20	1.3	120	80
123	1	71	12.5	35.4	150	34	1.6	172	87
124	1	49	11.4	33.8	312	9	0.7	140	90
125	1	69	14	42.6	110	11	0.8	110	60
126	1	60	13.4	38.3	146	16	0.9	125	60
127	1	76	7.8	24.3	212	22	0.7	100	60
128	1	40	8.6	28	201	21	1	130	88
129	1	74	8.2	32.5	85	35	1.2	120	80
130	1	74	10.6	32.7	172	17	0.8	150	70
131	1	56	16.8	53.2	131	29	1.5	190	120
132	1	65	11.9	35.8	343	19	1.5	158	88
133	1	62	11.2	34	164	5	0.5	150	60
134	1	53	7.5	23	132	7	0.7	60	40
135	1	39	11.6	35	264	15	0.7	110	60
136	1	68	8.6	26.6	170	38	1.7	130	70
137	1	69	11.2	31.5	77	14	1.1	170	75
138	1	43	12.6	36.5	231	17	0.9	110	70
139	1	42	9	30	103	11	0.5	130	80
140	1	87	12.3	36.1	305	20	0.9	140	90
141	1	64	11.8	36.2	81	51	7.4	170	100
142	1	36	10.2	31.9	288	20	0.9	120	80
143	1	68	11.9	40.5	231	18	0.9	130	90
144	1	35	12.4	36.4	77	5	0.5	110	80
145	1	69	11.1	34	105	16	0.6	130	70
146	1	62	13	41	474	25	1.1	140	90
147	1	52	14	42.3	138	20	1	110	70
148	1	73	11.6	34.9	360	19	0.9	120	70
149	1	69	9.2	27.1	168	13	1.2	120	80
150	1	75	13.1	39.2	238	40	1	120	84



151	1	78	13.7	39.1	240	14	0.8	130	90
152	1	66	11.9	36.1	178	26	1.1	120	80
153	1	56	7.8	23	288	51	1.3	150	80
154	1	63	11.3	35.8	128	20	1.2	134	78
155	1	76	19.4	39	137	8	0.5	116	47
156	1	57	12.5	36.6	159	12	1.2	100	70
157	1	62	15	41.5	115	16	1.2	140	90
158	1	75	11.6	34.6	197	13	0.8	194	76
159	1	66	12	36	120	12	0.8	140	100
160	1	68	15	42	189	12	0.73	150	60
161	1	66	12.3	37.3	209	12	0.7	149	73
162	1	52	11.3	35.5	924	12	0.8	120	80
163	1	86	14	46.2	199	23	1.2	166	78
164	1	77	11.8	36.7	61	24	1.2	120	70
165	1	58	11.3	35.9	211	16	0.8	140	60
166	1	76	9.8	29.2	120	35	1.4	182	60
167	1	56	15.1	44.9	242	25	0.9	120	80
168	1	46	9.4	47.7	258	8	0.8	160	100
169	1	85	12.6	37	25	18	1	140	90
170	1	62	9.6	29.8	169	27	1.2	100	70
171	1	63	10.3	33.3	181	16	0.8	220	110
172	1	73	7.6	21.4	113	18	0.6	130	70
173	1	38	8.2	25.1	420	13	0.9	120	70
174	1	71	15.5	47.7	160	20	1.3	130	80
175	1	70	8.2	26	139	30	1	140	80
176	1	75	10.2	31.8	107	12	0.6	140	90
177	1	54	11	33	148	20	0.9	100	70
178	1	74	12.2	36.8	193	34	1	140	80
179	1	54	15.5	44.8	109	11	1.2	130	80
180	1	71	10.2	30.2	174	13	0.7	126	60
181	1	59	10	32	227	14	0.8	140	80
182	0	48	12.7	37.8	102	12	0.5	120	80
183	0	44	13.1	38.5	75	14	0.6	100	80
184	0	49	12.6	36.9	84	10	0.5	100	80
185	0	50	11.9	36.1	102	15	1.1	120	80
186	0	50	11.4	34.7	82	10	0.6	120	80
187	0	44	10.8	33.1	80	10	0.6	110	70
188	0	40	11.3	33.8	76	15	0.6	100	80
189	0	45	16.1	48	82	13	1	110	70
190	0	42	15.4	45.8	80	14	1	120	80
191	0	52	13.4	40.7	96	17	0.5	120	90
192	0	44	15.4	44.9	122	16	0.6	140	100
193	0	46	14.5	42.2	93	10	0.6	130	90
194	0	47	12.9	40.2	80	17	0.7	100	80
195	0	42	12.5	36.7	92	13	0.6	110	70
196	0	47	11.2	35.4	82	11	0.7	120	70
197	0	52	10.5	32.4	91	15	0.7	100	80
198	0	58	12.1	38.7	88	13	0.6	100	60
199	0	51	14.2	40.9	155	14	0.5	120	80
200	0	52	11.2	36.2	101	19	0.9	140	90
201	0	52	14	40.7	75	12	0.5	110	80
202	0	44	13.2	38	82	10	0.7	100	80
203	0	52	13.7	39.8	92	12	0.6	110	80

204	0	47	11.7	35	88	22	0.8	120	70
205	0	44	7.2	26.5	87	8	0.6	100	70
206	0	47	14.6	44	107	17	0.5	140	100
207	0	46	14.3	37.7	94	10	0.6	110	70
208	0	53	15.5	45.1	88	20	0.8	100	60
209	0	47	13.4	41.6	87	22	0.7	120	90
210	0	49	12.7	38.9	95	18	0.6	100	70
211	0	44	11.9	34.8	84	10	0.6	130	80
212	0	48	14.1	43.1	79	8	0.8	120	80
213	0	49	12.2	35.7	75	9	0.7	120	60
214	0	49	13.2	42.5	93	8	0.7	130	80
215	0	55	12.8	37.6	82	16	0.7	100	60
216	0	51	15.4	46.9	84	22	0.9	120	90
217	0	49	10	29.6	86	12	0.6	100	60
218	0	51	14.1	43.4	92	14	0.8	120	80
219	0	53	12.6	37.3	81	16	0.7	100	60
220	0	50	13	40.4	86	9	0.5	110	80
221	0	51	13.1	38.3	81	14	0.5	120	70
222	0	44	12	36.9	81	7	0.7	100	80
223	0	50	13.1	41.2	80	12	0.7	130	80
224	0	41	14.1	40.5	75	14	0.7	120	60
225	0	44	13.5	42.4	81	14	0.7	120	80
226	0	50	13.1	41	129	12	0.9	120	80
227	0	51	12.7	38	102	13	0.5	120	80
228	0	50	12.4	37.9	89	12	0.6	130	90
229	0	45	12.7	39.2	82	15	0.6	130	80
230	0	52	14.3	42.3	93	13	0.8	110	80
231	0	45	14	41.4	86	16	0.8	100	70
232	0	48	15.3	46	95	16	1.2	120	80
233	0	48	15.2	43.7	85	9	0.8	120	70
234	0	45	16.7	48.4	94	9	0.8	130	100
235	0	47	15.3	48.2	86	10	0.8	130	90
236	0	43	15.9	47.1	89	15	1	130	90
237	0	43	15.5	49.1	94	13	0.9	120	80
238	0	56	14.2	43.4	86	18	0.9	120	80
239	0	52	16.9	49.2	83	16	1	140	90
240	0	50	15.4	45.1	77	12	0.7	110	70

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเพ็ญศรี สุวรรณวัฒน์ภูมิ เกิดวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2521 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย