ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท สำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่ม

นางสาวศรีวิตรา ศิริวิสุทธิรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

BINARY LOGISTIC REGRESSION MODEL FOR UNGROUPED DATA PREDICTIVE CLASSIFICATION

Miss Sriwitra Siriwisutthirat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Statistics
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท สำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่ม
โดย	นางสาวศรีวิตรา ศิริวิสุทธิรัตน์
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ ตันละมัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ เทียนสุวรรณ)

ศรีวิตรา ศิริวิสุทธิรัตน์ : ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท สำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่ม. (BINARY LOGISTIC REGRESSION MODEL FOR UNGROUPED DATA PREDICTIVE CLASSIFICATION) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา, 144 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่มในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ปัจจัยที่สนใจศึกษาในครั้งนี้คือ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1, 0.5 และ 0.9 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99ขนาดตัวอย่าง (n) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือเล็ก (n = 20, 40) ปานกลาง (n = 60, 80) และใหญ่ (n=100, 120)และจำนวนตัวแปรอิสระ (p) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือระดับน้อย (p = 1, 2) ปานกลาง (p = 3, 4) และมาก (p = 5, 6) ข้อมูลทั้งหมดนี้ใช้การจำลองโดยเทคนิคมอนติคาร์โล ด้วยโปรแกรม R การหาจุดแบ่งใช้ทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

กรณีสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง แต่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ พบว่า ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5 ค่าจุดแบ่งมีค่าลู่เข้าสู่ 0.5 แต่ที่ค่าอื่นๆ ค่าจุดแบ่งมีค่าต่ำกว่า 0.5 กรณีระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น แต่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ พบว่า ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5 ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลงจาก 0.5 แต่ที่ค่าอื่นๆ ค่าจุดแบ่งจะมีค่าลดลงจนถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย กรณีขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น แต่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ พบว่า ที่จำนวนตัวแปรอิสระอยู่ในระดับน้อย ค่าจุดแบ่งมีค่าลู่เข้าสู่ 0.5 แต่ที่จำนวนตัวแปรอิสระอยู่ในระดับอื่นๆ ค่าจุดแบ่งมีค่าต่ำกว่า 0.5 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น แต่ปัจจัยอื่นๆ คงที่ พบว่า ค่าจุดแบ่งที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.1 และ 0.9 มีค่าลู่เข้าสู่ค่าจุดแบ่งที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งมีค่าประมาณ 0.5 จากการประมาณค่าของจุดแบ่งสำหรับสถานการณ์ทั้งหมดจากตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทที่มีผลอันตรกิริยาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าสูง แสดงว่าสมการการถดถอยมีความเหมาะสมมากสามารถใช้ประมาณค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ ได้

ภาควิชา.....สถิติ..... ลายมือชื่อนิสิต.....ศรีวิตรา ศิริวิสุทธิรัตน์.....

สาขาวิชา.....สถิติ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..........

ปีการศึกษา.....2553.....

5181914426 : MAJOR STATISTICS

KEYWORDS : BINARY LOGISTIC REGRESSION MODEL / CLASSIFICATION ERROR RATE / CUT-OFF POINT

SRIWITRA SIRIWISUTTHIRAT : BINARY LOGISTIC REGRESSION MODEL FOR UNGROUPED DATA PREDICTIVE CLASSIFICATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUPOL DURONGWATANA, Ph.D., 144 pp.

The objective of this study is to find out the optimal cut-off point for predictive classification of ungrouped data using binary logistic regression model. The interesting factors are the failure rate (a) of the values 0.1, 0.5 and 0.9, degree of multicollinearity among independent variables (M) of the values 0, 0.33, 0.67 and 0.99, sample size (n) with 3 levels ; low level (n=20, 40), medium level (n=60, 80) and high level (n=100,120), and the number of independent variables (p) with 3 levels; low level (p=1, 2), medium level (p= 3, 4) and high level (p=5, 6). The data are generated using Monte Carlo technique through R-program. The cut-off point is captured using Hadjicostas P. (2006) theory. The results are summarized as follow:

As the failure rate changes and the other factors are kept constant, the optimal cut-off point converges to 0.5 when the failure rate set also to 0.5. For the other situations, the optimal cut-off point is under 0.5. As the degree of multicollinearity increases and the other factors are kept constant, while the failure rate equals to 0.5, the trend of optimal cut-off point decreases from 0.5. For the other situations, the optimal cut-off point decreases until the degree of multicollinearity equals to 0.67 and after that it slightly increases. As the sample size increases and the other factors are kept constant, the optimal cut-off point converges to 0.5 when the sample size is small. For the other situations, the optimal cut-off point is under 0.5. As the number of independent variables increases and the other factors are kept constant, with the failure rate equal to 0.1 and 0.9, the optimal cut-off point converges approximately to 0.5 as the failure rate equals to 0.5. Finally the estimated binary logistic regression model with all interaction terms is needed to find the estimated cut-off point for all situations. The R^2 is needed to measure the goodness-of-fit of the estimated model. From the estimated regression equation, the optimal cut-off point for any situation can be predicted.

Department : Statistics	Student's Signature ศรีวิตรา ศิริวิสุทธิรัตน์
Field of Study : Statistics	Advisor's Signature
Academic Year : 2010	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนช่วยเหลือตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้ง เคารพและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร วีระถาวร ประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ กรรมการ ที่ท่านช่วยเหลือ รวมถึงคำแนะนำในการทำงานวิจัยนี้ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ เทียนสุวรรณ ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การส่งเสริม สนับสนุนด้านทุนการศึกษา ให้ความรักและกำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจให้ด้วยดีมาโดยตลอด

สารบัญ

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ หน้า

ตารางที่		หน้า

สารบัญภาพ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิธีการทางสถิติถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจในงานด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย ซึ่งในการวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ของงานในด้านนั้นๆ

ปัจจุบันงานในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านธุรกิจ ด้านสังคมศาสตร์และด้านการแพทย์ มักจะมีข้อมูลเชิงคุณภาพเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งก็คือ ความสำเร็จ (Success) และความล้มเหลว (Failure) ของลักษณะที่สนใจศึกษา ดังนั้น ตัวแบบกา รถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท (Binary Logistic Regression Model) ซึ่งใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรตามเชิงคุณภาพที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า (Dichotomy or Binary Variable) คือค่า 0 และ 1 ว่าจะอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 2 กลุ่มโดยใช้ตัวแปรอิสระเป็นตัวพยากรณ์ จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น

จากงานวิจัยของประพิม ศุภศันสนีย์และสุชาดา รัชชุกูล (2548) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสังคมของบุคคลกับการเจ็บป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมองโดยใช้ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกเพื่อพยากรณ์โอกาสของการป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมองของบุ คคลนั้น

ฐิติพร อนุรักษ์กมลกุล (2548) ได้ทำการศึกษาความมีคุณค่าของรายงานการสอบบัญชีในการพยากรณ์การเข้าสู่การฟื้นฟูกิจการของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์

Theodossiou P., Kahya E., Saidi R. และ Philippatos G (1996) ได้ทำการวิจัยทางการเงินโดยใช้กลุ่มของปัญหาทางการเงินในการพยากรณ์โอกาสที่จะเข้าถือสิทธิ์ในบริษัท

Hwa H.L.,Ko T.M.,HsiehF.J., Yen M.F.,Chou K.P. และ Tony H.H. (2007) ได้ทำการวิจัยทางการแพทย์โดยใช้ในการพยากรณ์โอกาสในการเกิดดาวน์ซินโดรมในเด็กของหญิงตั้งครรภ์โดยใช้น้ำเหลืองของมารดาเป็นตัวพยากรณ์

งานวิจัยส่วนใหญ่จัดให้แต่ละหน่วย, แต่ละบุคคลหรือแต่ละวัตถุ อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 2 กลุ่ม โดยใช้จุดแบ่ง (cut-off point) หรือระดับของความน่าจะเป็นที่ 0.5 โดยให้เหตุผลว่ากลุ่มของความสำเร็จมีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากับกลุ่มของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา หรือบางงานวิจัยอาจใช้จุดแบ่งค่าหนึ่งที่จะทำให้สัดส่วนของความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มมีค่าสูงสุดหรือทำให้อัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม (Classification error rate) มีค่าต่ำสุดโดยให้เหตุผลว่า ข้อมูลถูกเลือกอย่างสุ่มจากลักษณะที่สนใจศึกษาแล้ว

ในการพยากรณ์โอกาสที่แต่ละ หน่วยจะอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 2 กลุ่มของตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ประเด็นสำคัญที่สุดประเด็นหนึ่ง คือ จุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดคือจุดใดที่ทำให้สัดส่วนหรือร้อยละของความถูกต้องในการพยากรณ์การจำแนกกลุ่มมีค่าสูงสุด ซึ่งไม่มีงานวิจัยใดที่เคยทำการศึกษา การคัดเลือกจุดแบ่งของตัวแบบการถดถอยโลจิสติกที่จะทำให้การจำแนกกลุ่มมีความถูกต้องสูงสุดโดยพิจารณาถึงจำนวนของตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) ของชุดข้อมูล ซึ่งเป็นประ เด็นใหญ่ในมุมมองของนักสถิติ ซึ่งลักษณะของชุดข้อมูลเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อจุดแบ่งสำหรับการประเมินการพยากรณ์การจำแนกกลุ่มหรือไม่ และถ้ามีผลต่อการคัดเลือกจุดแบ่งแล้วรูปแบบเหล่านั้นคืออะไร ตามที่ได้กล่าวมานั้น ยังไม่มีการหาคำตอบที่ชัดเจนสำหรับคำถามนี้และมีงานวิ จัยเพียงเล็กน้อยที่เคยทำการตอบคำถามเหล่านี้ จากงานวิจัยของ Hadjicostas P. (2006) ได้ทำการศึกษาหาจุดแบ่งในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทที่ทำให้สัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มมีค่าสูงสุด แต่ไม่ได้คำนึงถึงในส่วนของลักษณะของชุดข้อมูล

ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทที่ใช้ในการพยากรณ์โอกาสที่แต่ละหน่วย แต่ละบุคคลหรือแต่ละวัตถุ จะอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 2 กลุ่ม ซึ่งทำให้อัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มมีค่าต่ำสุด โดยใช้ทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006) และพิจารณาปัจจัยต่างๆ คือ จำนวนของตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่มใ นตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท เมื่อพิจารณาลักษณะของชุดข้อมูล ดังนี้

- เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเพิ่มขึ้น
- เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น
- เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น
- เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

2. เพื่อหาสมการการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Model) สำหรับใช้ในการประมาณค่าจุดแบ่งที่ เหมาะสมสำหรับ การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่ม ในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัยสำหรับการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. ทำการศึกษาตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทเพื่อหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุด
2. ตัวแปรตาม (Y) เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่มี 2 ค่า คือ 0 และ 1 โดยสัดส่วนของความล้มเหลว ($Y = 0$) ของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 0.1, 0.5 และ 0.9
3. จำนวนของตัวแปรอิสระ (p) ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ
    - จำนวนตัวแปรอิสระน้อย คือ 1 และ 2 ตัว
    - จำนวนตัวแปรอิสระปานกลาง คือ 3 และ 4 ตัว
    - จำนวนตัวแปรอิสระมาก คือ 5 และ 6 ตัว
4. ขนาดตัวอย่าง (n) ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ
    - ขนาดตัวอย่างเล็ก คือ 20 และ 40
    - ขนาดตัวอย่างปานกลาง คือ 60 และ 80
    - ขนาดตัวอย่างใหญ่ คือ 100 และ 120

    ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้ในการสร้างชุดข้อมูล คือ

$$\frac{n}{p} \geq 20$$

5. ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

    5.1 กรณีไม่มีความสัมพันธ์กัน $(\rho = 0)$

    5.2 กรณีมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ $(\rho = 0.33)$

    5.3 กรณีมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง $(\rho = 0.67)$

    5.4 กรณีมีความสัมพันธ์ระดับสูง $(\rho = 0.99)$

    โดยกำหนดให้รูปแบบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix) คือ

$$\rho_{p\times p} = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1p} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{p1} & \rho_{p2} & \cdots & \rho_{pp} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \rho & \cdots & \rho^{p-1} \\ \rho & 1 & \cdots & \rho^{p-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho^{p-1} & \rho^{p-2} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

โดยที่ $\rho_{ij}\ ; i, j = 1,2,\ldots, p$ คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ i และตัวแปรอิสระตัวที่ j ซึ่งจะมีทั้งหมด $\frac{p(p-1)}{2}$ คู่

6. ตัวแปรอิสระ (X) มีการแจกแจงเริ่มต้น เป็นการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม
7. กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของสมการการถดถอยเป็นค่าใดๆ ในการศึกษาครั้งนี้ คือ

   $\beta_i = 0.1\,; i = 0,1,2,\ldots, p$ และ $\varepsilon_i \sim N(0,25); i = 1,2,\ldots, n$
8. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α)ในการศึกษาครั้งนี้ที่ระดับ 0.05 (α = 0.05)
9. ในการศึกษาครั้งนี้ทำการจำลองข้อมูลโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) โดยการจำลองในแต่ละสถานการณ์จะกระทำซ้ำ 500 รอบ (N=500)

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยครั้งนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท (Binary Logistic Regression Model) โดยมีรูปแบบ คือ

$$\pi_i = E\left(Y_i = 1 \middle| X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, \ldots, X_{pi} = x_{pi}\right)$$
$$= \frac{\exp\left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_p X_{pi}\right)}{1 + \exp\left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_p X_{pi}\right)} \qquad ; i = 1,2,\ldots, n$$

โดยที่ π_i คือ ความน่าจะเป็นที่เกิดความสำเร็จ (Y=1) ของลักษณะที่สนใจศึกษาเมื่อมีตัวแปรอิสระ $X_1, X_2, \ldots, X_p$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_p$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติก

$X_{1i}, X_{2i}, \ldots, X_{pi}$ คือ ตัวแปรอิสระตัวที่ 1, 2, ..., p

exp คือ ค่า exponential

n คือ ขนาดตัวอย่าง

2. ศึกษาตัวแบบที่ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ซึ่งฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ X อยู่ในรูปของ

$$f(x;a,b) = \frac{1}{b-a} \quad ; a < x < b$$ โดยที่ a และ b เป็นค่าคงที่และ $a < b$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน คือ

$$E(X) = \mu = \frac{a+b}{2}$$

$$Var(X) = \sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$$

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท** (Binary Logistic Regression Model) หมายถึง ตัวแบบที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตามซึ่งเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า (dichotomous หรือ binary variable) ส่วนตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงปริมาณหรือตัวแปรเชิงคุณภาพหรืออาจจะมีทั้งตัวแปรเชิงปริมาณหรือตัวแปรเชิงคุณภาพก็ได้ เมื่อได้รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้ว จะนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามหรือการพยากรณ์โอกาสที่แต่ละหน่ วยจะอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
2. **จุดแบ่ง** (Cut-off point) หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ในการพิจารณาการจำแนกกลุ่มว่าแต่ละหน่วยจะอยู่ในกลุ่มใดระหว่างกลุ่มของความสำเร็จและกลุ่มของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา
3. **ข้อมูลไม่จัดกลุ่ม** (ungrouped data) หมายถึง ข้อมูลที่เพิ่งได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลยังไม่ได้จัดแบ่งกลุ่ม จำแนกกลุ่ม แยกประเภทและไม่อยู่ในรูปตารางความถี่
4. **ฟังก์ชันโลจิท** (logit function) หมายถึง ฟังก์ชันการแปลงแบบโลจิสติก ซึ่งแปลงค่าความน่าจะเป็นจากช่วง (0,1) เป็นสมการ logit (π_i) ในช่วง $(-\infty,\infty)$
5. **การแจกแจงแบบเบอร์นูลลี** (Bernoulli Distribution) หมายถึง

   ตัวแปรสุ่ม Y เรียกว่า ตัวแปรสุ่มเบอร์นูลลี กล่าวคือ

   ถ้า $Y=0$ เมื่อ การทดลองไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (ความล้มเหลว)
   และถ้า $Y=1$ เมื่อ การทดลองเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (ความสำเร็จ)
   โดยที่ $P(Y=1)=p$
   และ $P(Y=0)=1-p$, $0<p<1$

   เราอาจเขียนแทนด้วย $Y \sim Ber(p)$ ซึ่งฟังก์ชันความน่าจะเป็นอยู่ในรูปของ

   $$P(Y=y)=p^Y(1-p)^{1-Y}$$
6. **ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ** (multicollinearity) หมายถึง สถานการณ์ที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน
7. **ช่วงความเชื่อมั่น** (Confidence Interval) คือ ช่วงของการประมาณค่าเป็นช่วงที่อยู่รอบจุดของค่าประมาณ ช่วงของค่าเหล่านี้เป็นค่าเฉพาะ ที่บ่งบอกความเชื่อมั่นว่ามีค่าพารามิเตอร์อยู่ในช่วงนี้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่มในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท เมื่อพิจารณาลักษณะของชุดข้อมูล ดังนี้
    - เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเพิ่มขึ้น
    - เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น
    - เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น
    - เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น
2. เพื่อทราบ สมการการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Model) สำหรับใช้ในการประมาณค่าจุดแบ่งที่ เหมาะสมสำหรับ การจำ แนกข้อมูลไม่จัดกลุ่ม ในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป
3. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. จำลองข้อมูลตามขอบเขตที่ต้องการศึกษา
3. คำนวณหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา
4. ทำการทดลองซ้ำ 500 รอบในแต่ละสถานการณ์
5. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดและค่าร้อยละ (Percent) พร้อมทั้งช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval)
6. ใช้ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression model) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับใช้ในการประมาณค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป
7. สรุปผลที่ได้จากการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่ม สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้หาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ซึ่งจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดจะให้ค่าอัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มมีค่าต่ำสุด และใช้ตัวแบบการถดถอยพหุคูณเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับใช้ในการประมาณค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบ บการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) การหาจุดแบ่งโดยใช้ทฤษฎี Hadjicostas P. (2006) การหาอัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มหรือสัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่ม

แนวคิดและทฤษฎี

2.1 ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท (Binary Logistic Regression Model)

ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทเป็นตัวแบบที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวแปรอิสระ (X) และกลุ่มของตัวแปรตาม (Y) ซึ่งตัวแปรตามนี้เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพมีค่ าได้เพียง 2 ค่า โดยพิจารณาในรูปของความสำเร็จและความล้มเหลว โดยที่ $Y=1$ เมื่อพบความสำเร็จ และ $Y=0$ เมื่อพบความล้มเหลว ซึ่งเมื่อได้ตัวแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้วจะสามารถนำไปใช้พยากรณ์โอกาสที่แต่ละหน่วยจะอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้

ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท สำหรับการพยากรณ์การจำแนกกลุ่ม เป็นดังนี้

จาก $$Y_i=\beta_0+\beta_1X_{1i}+\beta_2X_{2i}+\ldots+\beta_pX_{pi}+\varepsilon_i \qquad ; i=1,2,\ldots,n$$

เนื่องจากตัวแปรตาม Y มีค่าได้เพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1 ดังนั้น จึงมีการแจกแจงแบบเบอร์นูลลี (Bernoulli Distribution)

โดย $$\Pr\left(Y_i=1\middle|X_{1i}=x_{1i},X_{2i}=x_{2i},\ldots,X_{pi}=x_{pi}\right)=\pi_i$$
$$\Pr\left(Y_i=0\middle|X_{1i}=x_{1i},X_{2i}=x_{2i},\ldots,X_{pi}=x_{pi}\right)=1-\pi_i \qquad ;0<\pi_i<1$$

Y_i มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน ดังนี้

$$E\left(Y_i\middle|X_{1i}=x_{1i},X_{2i}=x_{2i},\ldots,X_{pi}=x_{pi}\right)=\beta_0+\beta_1X_{1i}+\beta_2X_{2i}+\ldots+\beta_pX_{pi}$$

$$Var(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}) = \pi_i (1 - \pi_i) \qquad ; i = 1,2,...,n$$

เมื่อ π_i คือความน่าจะเป็นที่เกิดความสำเร็จของลักษณะที่สนใจศึกษา

$1-\pi_i$ คือความน่าจะเป็นที่เกิดความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา

เนื่องจากถ้าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นคือ $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i$; $i = 1,2,...,n$ ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นคือ $E(\varepsilon) = 0$ นั่นคือ

$$E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi} \; ; i = 1,2,...,n$$

ฟังก์ชันโลจิท (logit function) จะอยู่ในรูปของ

$$Logit[E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})] = \ln\left(\frac{E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}{1 - E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}\right)$$

$$= \ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right)$$

ซึ่งฟังก์ชันโลจิทจะทำการแปลงค่า π_i จากช่วง (0,1) เป็นค่าที่อยู่ในช่วง $(-\infty, \infty)$ โดยฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันโลจิท จะแปลงค่า $\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi}$ เป็นค่าที่อยู่ในช่วง [0,1] ซึ่งเรียกว่า ฟังก์ชันโลจิสติก (logistic function) และจะได้ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ดังนี้

$$\ln\left(\frac{E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}{1 - E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi}$$

$$\left(\frac{E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}{1 - E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}\right) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi})$$

$$E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi})}$$

$$\pi_i = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi})}$$

ซึ่งตัวแบบนี้สามารถทำให้อยู่ในรูปของเชิงเส้นได้ ดังนี้

$$Logit(\pi_i) = \ln\left[\frac{E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}{1 - E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}\right] = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi}$$

$$Y_i^* = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i$$

$$Y_i^* = \ln\left(\frac{E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}{1 - E(Y_i | X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi})}\right) \text{ โดย } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2); i = 1,2,...,n$$

2.2 ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood function) ของข้อมูลการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท

เมื่อแต่ละค่าสังเกต $(x_{1i}, x_{2i}, ..., x_{pi}, y_i)$; $i = 1,2,...,n$ คือตัวแปรสุ่มแบบเบอร์นูลลี ซึ่ง

$$\Pr\left(Y_i = 1 \middle| X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}\right) = \pi_i(x_{1i}, x_{2i}, ..., x_{pi})$$
$$\Pr\left(Y_i = 0 \middle| X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}\right) = 1 - \pi_i(x_{1i}, x_{2i}, ..., x_{pi})$$

การแจกแจงความน่าจะเป็น คือ

$$f_i\left(Y_i = y_i \middle| X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}\right) = \left[\pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]^{y_i}\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]^{1-y_i}$$

เมื่อ $y_i = 0,1$; $i = 1,2,...,n$

จะได้ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น คือ

$$l\left(\beta_0, \beta_1, ..., \beta_p \middle| \left\{Y_i = y_i \middle| X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}\right\}; i = 1,2,...,n\right) = \prod_{i=1}^{n}\left[\pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]^{y_i}\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]^{1-y_i}$$

ลอการิทึมธรรมชาติของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (log-likelihood function) คือ

$$\begin{aligned}
L(\beta_0, \beta_1, ..., \beta_p) &= \ln\left\{l\left(\beta_0, \beta_1, \beta_2, ..., \beta_p \middle| \left\{Y_i = y_i \middle| X_{1i} = x_{1i}, X_{2i} = x_{2i}, ..., X_{pi} = x_{pi}\right\}; i = 1,2,...,n\right)\right\} \\
&= \ln\left\{\prod_{i=1}^{n}\left[\pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]^{y_i}\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]^{1-y_i}\right\} \\
&= \sum_{i=1}^{n}\left\{y_i \ln\left[\pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right] + (1 - y_i)\ln\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]\right\} \\
&= \sum_{i=1}^{n}\left\{y_i \ln\left[\pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right] + \ln\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right] - y_i \ln\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]\right\} \\
&= \sum_{i=1}^{n}\left\{y_i\left\{\ln\left[\pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right] - \ln\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]\right\} + \ln\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]\right\} \\
&= \sum_{i=1}^{n} y_i \ln\left(\frac{\pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})}{1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})}\right) + \sum_{i=1}^{n}\ln\left[1 - \pi_i(x_{1i}, ..., x_{pi})\right]
\end{aligned}$$

เมื่อ
$$\pi_i = \frac{\exp\left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi}\right)}{1 + \exp\left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi}\right)}$$

$$1 - \pi_i = \frac{1}{1 + \exp\left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi}\right)}$$

$$\ln\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_p X_{pi}$$

ดังนั้น ลอการิทึมธรรมชาติของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น คือ

$$L(\beta_0, \beta_1, ..., \beta_p) = \sum_{i=1}^{n} y_i\left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + ... + \beta_p X_{pi}\right) - \sum_{i=1}^{n}\ln\left[1 + \exp\left(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + ... + \beta_p X_{pi}\right)\right]$$

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation)

การหาค่าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด คือต้องทำให้ L มีค่ามากที่สุดโดยทำการหาอนุพันธ์เทียบกับ β ต่างๆ เมื่อเราทราบการแจกแจงของ Y เราจะสามารถสร้างฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นได้ เนื่องจากการประมาณค่าไม่ได้เป็นไปตามรูปแบบ เราจึงต้องใช้วิธีการประมาณเชิงตัวเลข (จำเป็นต้องทำซ้ำเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (MLE)) โดยในการทำซ้ำ 1 ครั้งจะได้ตัวประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด $b_0, b_1, b_2, ..., b_p$ แล้วทำการคำนวณค่าประมาณของ $\pi_i \; ; i = 1,2,...,n$ ดังนี้

$$\hat{\pi}_i = \frac{\exp\left(b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + ... + b_p x_{pi}\right)}{1 + \exp\left(b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + ... + b_p x_{pi}\right)} \qquad ; i = 1,2,...,n$$

เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทแล้ว จะสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์การจำแนกกลุ่มของตัวแบบ ดังนี้

- หน่วยที่ i จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของความสำเร็จของลักษณะที่สนใจศึกษา (Y=1) ถ้า

$$\hat{\pi}_i = \frac{\exp\left(b_0 + b_1 x_{10} + b_2 x_{20} + ... + b_p x_{p0}\right)}{1 + \exp\left(b_0 + b_1 x_{10} + b_2 x_{20} + ... + b_p x_{p0}\right)} > c \qquad ; 0 \le c \le 1$$

- หน่วยที่ i จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (Y=0) ถ้า

$$\hat{\pi}_i = \frac{\exp\left(b_0 + b_1 x_{10} + b_2 x_{20} + ... + b_p x_{p0}\right)}{1 + \exp\left(b_0 + b_1 x_{10} + b_2 x_{20} + ... + b_p x_{p0}\right)} \le c \qquad ; 0 \le c \le 1$$

เมื่อ c คือ จุดแบ่งหรือระดับของความน่าจะเป็นที่ใช้ในการพิจารณาการจำแนกกลุ่มว่าแต่ละหน่วยจะอยู่ในกลุ่มใดระหว่างกลุ่มของความสำเร็จและกลุ่มของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา

2.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

เนื่องจากตัวแบบที่เป็นไปได้มีหลายตัวแบบ ดังนั้นจึงมีวิธีการวัดทางสถิติที่หลากหลายสำหรับใช้ในการวัดว่าตัวแบบโลจิสติกมีความสามารถในการจำแนกกลุ่มให้แต่ละหน่วย ยอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งระหว่างกลุ่มของความสำเร็จและกลุ่มของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ดังนี้

- Chi-square goodness of fit test และสถิติ Deviance
- Hosmer-Lomeshow test
- Classification table

- Receiver Operating Characteristic Curve (ROC)
- สัมประสิทธิ์การตัดสินใจสำหรับการถดถอยโลจิสติก $\left(R^2\right)$
- การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ (Model validation) ด้วยวิธีการใช้ชุดข้อมูลภายนอกหรือโดยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน

Classification table จะสอดคล้องกับแต่ละจุดแบ่งที่ถูกคัดเลือกซึ่งจะถูก ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกจุดแบ่งที่ทำให้อัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มมีค่าต่ำสุด

Classification table สำหรับแต่ละจุดแบ่งแสดงดังนี้

		ค่าสังเกต		
		$y_i = 1$	$y_i = 0$	
ค่าพยากรณ์	$\hat{y}_i = 1$	A	C	A+C
(เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ $\hat{\pi}_i > c$)	$\hat{y}_i = 0$	B	D	B+D
		A+B	C+D	A+B+C+D

โดย "A" คือ จำนวนของค่าสังเกตที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของความสำเร็จและค่าสังเกตที่แท้จริงอยู่ในกลุ่มของความสำเร็จด้วย

"B" คือ จำนวนของค่าสังเกตที่ ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของความล้มเหลวในขณะที่ค่าสังเกตที่แท้จริงอยู่ในกลุ่มของความสำเร็จ

"C" คือ จำนวนของค่าสังเกตที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของความสำเร็จในขณะที่ค่าสังเกตที่แท้จริงอยู่ในกลุ่มของความล้มเหลว

"D" คือ จำนวนของค่าสังเกตที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของความล้มเหลวและค่าสังเกตที่แท้จริงอยู่ในกลุ่มของความล้มเหลวด้วย

สำหรับแต่ละจุดแบ่ง c การคัดเลือกจุดแบ่งจะต้องทำให้อัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มมีค่าต่ำสุดหรืออัตราความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มมีค่าสูงสุด โดยแสดงดังนี้

อัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม (Classification Error Rate: CER)

$$CER = \frac{B+C}{A+B+C+D}$$

ถ้า CER มีค่าต่ำกว่าแสดงว่ามีความเหมาะสมมากกว่า

สัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่ม ($p(c)$)

$$p(c) = \frac{A+D}{A+B+C+D} = 1 - CER$$

ถ้า $p(c)$ มีค่ามากแสดงว่ามีความเหมาะสมมากกว่า

2.5 สถิติ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

Kaiser (1970) ได้เสนอสถิติ KMO ในการศึกษานี้ สถิติ KMO เป็นสถิติที่ใช้วัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

$$0 \le KMO = \frac{\sum_{i=1}^{p}\sum_{i<j=1}^{p} r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^{p}\sum_{i<j=1}^{p} r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^{p}\sum_{i<j=1}^{p} a_{ij}^2} \le 1$$

โดยที่ r_{ij} คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ i และตัวแปรอิสระตัวที่ j

a_{ij} คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ i และตัวแปรอิสระตัวที่ j สำหรับ $i < j = 1,2,..., p$

ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อ $KMO = 0$
- ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระอยู่ในระดับต่ำ เมื่อ $0 < KMO \le 0.50$
- ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อ $0.50 < KMO \le 0.75$
- ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระอยู่ในระดับสูง เมื่อ $0.75 < KMO < 1.00$
- ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ เมื่อ $KMO = 1$

2.6 ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval)

การประมาณค่าแบบช่วงหรือช่วงความเชื่อมั่นเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรในรูปแบบช่วงโดยใช้ข้อมูลตัวอย่าง การประมาณแบบช่วงนั้นจะบอกถึงค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้

ระดับของค่าความเชื่อมั่นที่ใช้ในการสร้างช่วงความเชื่อมั่นนั้นจะกำหนดเป็นค่าควบคู่กับระดับนัยสำคัญ นั่นคือ $1-\alpha$ ที่เรียกว่าช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)100\%$ จะได้ว่า

$$P(L < \theta < U) = 1-\alpha$$

เรียก L ว่าขีดจำกัดความเชื่อมั่นล่าง (lower confidence limit)

U ว่าขีดจำกัดความเชื่อมั่นบน (upper confidence limit)

ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ L หาจากค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100\,(\alpha/2)$

U หาจากค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100\,(1-\alpha/2)$

2.7 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile)

เป็นค่าที่แบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่าๆ กัน เมื่อข้อมูลถูกเรียงจากน้อยไปหามาก เนื่องจากค่าที่แบ่งจำนวนข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่าๆ กัน มีอยู่ 99 ค่า ดังนั้นเราจึงตั้งชื่อแต่ละค่าว่า เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่หนึ่ง (P_1) เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่สอง (P_2) .... และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เก้าสิบเก้า (P_{99}) ตามลำดับ

การหาเปอร์เซ็นต์ไทล์ คือต้องหาตำแหน่งของเปอร์เซ็นต์ไทล์ก่อน

ให้ N เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด ตำแหน่งต่างๆ ของเปอร์เซ็นต์ไทล์หาได้ดังนี้

P_1 อยู่ในตำแหน่งที่ คือ $\dfrac{1(N+1)}{100}$

P_2 อยู่ในตำแหน่งที่ คือ $\dfrac{2(N+1)}{100}$

$\vdots$

P_{99} อยู่ในตำแหน่งที่ คือ $\dfrac{99(N+1)}{100}$

โดยทั่วไป ตำแหน่งของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ r คือ

P_r อยู่ในตำแหน่งที่ คือ $\dfrac{r(N+1)}{100}$

2.8 วิธีการหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท โดยทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006)

วิธีการนี้ Hadjicostas P. (2006) ได้เสนอไว้โดยใช้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ง่ายแต่มีความถูกต้องแม่นยำในการหาจุดแบ่งที่ทำให้สัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มมีค่าสูงสุด ดังนี้

ให้ $M(i)$ คือ $\max j \in \{1,2,...,n\}$ ถ้า $\hat{\pi}_i = \hat{\pi}_j$ โดย $M(0)=0$; $i \le M(i) \le n$ สำหรับแต่ละ $i \in \{1,2,...,n\}$ ใดๆ และสำหรับ $i \in \{0,1,2,...,n\}$

ให้ $A_i = [0, \hat{\pi}_1)$ ถ้า $i = 0$

$A_i = [\hat{\pi}_i, \hat{\pi}_{i+1})$ ถ้า $\hat{\pi}_i < \hat{\pi}_{i+1}$ และ $1 \le i < n$

$A_i = \{\hat{\pi}_i\} = \{\hat{\pi}_{M(i)}\}$ ถ้า $\hat{\pi}_i = \hat{\pi}_{i+1}$ และ $1 \le i < n$

$A_i = [\hat{\pi}_n, 1]$ ถ้า $i = n$

ข้อสังเกต $\bigcup_{i=0}^{n} A_i = [0,1]$

ให้ $p(c)$ คือสัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มที่จุด c ที่ซึ่ง $c \in [0,1]$

$$p(c) = \frac{N(c)}{n}$$

บทตั้ง สำหรับ $i \in \{0,1,2,...,n\}$ ใดๆ และ $c \in A_i$

$$N(c) = \sum_{j=1}^{M(i)} (1 - y_j) + \sum_{j=M(i)+1}^{n} y_j \qquad \text{.................(1)}$$

พิสูจน์ บทตั้งนี้มาจากความจริงที่ว่า $N(c)$ คือผลรวมของจำนวนของค่าศูนย์(ความล้มเหลว)ใน $(y_1, y_2,..., y_{M(i)})$ และจำนวนของค่าหนึ่ง (ความสำเร็จ) ใน $(y_{M(i)+1},..., y_n)$ (ถ้า $M(i)=0$ แล้ว $(y_1, y_2,..., y_{M(i)})$ จะไม่มี เช่นเดียวกับ ถ้า $M(i)=n$ แล้ว $(y_{M(i)+1},..., y_n)$ จะไม่มี)

ทฤษฎีบท ให้ $a_i = \sum_{k=1}^{M(i)} (-1)^{y_k}$ สำหรับ $i = 0,1,2,...,n$ ให้ I_0 เป็นเซตของ j ทั้งหมด $j \in \{0,1,2,...,n\}$ ที่ซึ่ง $a_j = \max_{0 \le i \le n} a_i$ และให้ C_0 เป็นเซตของ c_0 ทั้งหมด $c_0 \in [0,1]$ ที่ซึ่ง $p(c_0) = \max_{c \in [0,1]} p(c)$ แล้ว $C_0 = \bigcup_{i \in I_0} A_i$

พิสูจน์ ให้ e_i เป็นด้านขวาของสมการ (1) นั่นคือ $e_i = \sum_{j=1}^{M(i)} (1 - y_j) + \sum_{j=M(i)+1}^{n} y_j$ โดยการใช้เอกลักษณ์ $1 - 2y_j = (-1)^{y_j}$ จะได้ว่า $e_i = \sum_{j=1}^{n} y_j + a_i$ สำหรับ $i \in \{0,1,2,...,n\}$

จากบทตั้ง สำหรับ $c_0 \in [0,1]$ ใดๆ จะได้ว่า

$$c_0 \in C_0 \Leftrightarrow N(c_0) = \max_{c \in [0,1]} N(c) = \max_{0 \le i \le n} \max_{c \in A_i} N(c) = \max_{0 \le i \le n} e_i = \sum_{j=1}^{n} y_j + \max_{0 \le i \le n} a_i$$

(i) ให้ $c_0 \in \bigcup_{i \in I_0} A_i$ หา $i_0 \in I_0$ ที่ซึ่ง $c_0 \in A_{i0}$

ดังนั้น $N(c_0) = e_{i0} = \sum_{j=1}^{n} y_j + a_{i0} = \sum_{j=1}^{n} y_j + \max_{0 \le i \le n} a_i$

นั่นคือ $c_0 \in C_0$ ดังนั้น $\bigcup_{i \in I_0} A_i \subseteq C_0$

(ii) ให้ $c_0 \in C_0$ เนื่องจาก $\bigcup_{i=0}^{n} A_i = [0,1]$ นั่นคือ $i_1 \in \{0,1,2,...,n\}$ ที่ซึ่ง $c_0 \in A_{i1}$

แล้ว $N(c_0) = e_{i_1} = \sum_{j=1}^{n} y_j + a_{i_1}$ แต่ $N(c_0) = \sum_{j=1}^{n} y_j + \max_{0 \le i \le n} a_i$

ดังนั้น $a_{i_1} = \max_{0 \le i \le n} a_i$ แสดงว่า $i_1 \in I_0$

ดังนั้น $c_0 \in \bigcup_{i \in I_0} A_i$ และ $C_0 \subseteq \bigcup_{i \in I_0} A_i$

โดยมีรายละเอียดและวิธีการดังนี้

1. เรียงอันดับค่า $\hat{\pi}_i$ จากน้อยไปหามาก $\hat{\pi}_1 < \hat{\pi}_2 < \ldots < \hat{\pi}_n$ โดยถ้า $\hat{\pi}_i$ คือจุดแบ่งแล้วจะพยากรณ์ให้เป็นกลุ่มของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (Y=0)
2. สำหรับแต่ละ $i \in \{1,2,\ldots,n\}$ ใดๆ หาค่า $M(i)$ ซึ่ง $M(i)$ คือ $\max j \in \{1,2,\ldots,n\}$ ถ้า $\hat{\pi}_i = \hat{\pi}_j$ โดย $M(0) = 0 \; ; i \le M(i) \le n$
3. สำหรับ $i = 0,1,2,\ldots,n$ หาค่า $a_i = \sum_{k=1}^{M(i)} (-1)^{y_k}$ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

   3.1 $a_{i+1} = a_i + \sum_{k=M(i)+1}^{M(i+1)} (-1)^{y_k}$ ถ้า $M(i) < i+1$

   3.2 $a_{i+1} = a_i$ ถ้า $i+1 \le M(i)$
4. หา I_0 ซึ่งเป็นเซตของ j ทั้งหมด โดย $j \in \{0,1,2,\ldots,n\}$ ที่ซึ่ง $a_j = \max_{0 \le i \le n} a_i$
5. หา C_0 ซึ่งเป็นเซตของ c_0 ทั้งหมด โดย $c_0 \in [0,1]$ ที่ซึ่ง $p(c_0) = \max_{c \in [0,1]} p(c)$ แล้ว $C_0 = \bigcup_{i \in I_0} A_i$

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่มในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทสำหรับแต่ละสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา โดยจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดจะให้อัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มมีค่าต่ำสุด จากนั้นจะนำผลลัพธ์ของทุกสถานการณ์มาวิเคราะห์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณที่มีผลอันตรกิริยา (Interaction) เพื่อนำไปใช้ประมาณหาค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป

การจำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จะจำลองขึ้นด้วยการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ด้วยโปรแกรม R เนื่องจากวิธีมอนติคาร์โลเป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นในตอนแรกของบทนี้จะกล่าวถึงวิธีมอนติคาร์โลก่อน แล้วจึงแสดงรายละเอียดของแผนการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนในแผนการดำเนินการวิจัย ตลอดจนโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งรายละเอียดต่างๆเป็นดังนี้

3.1 เทคนิคมอนติคาร์โล

เทคนิคมอนติคาร์โลเป็นการจำลองระบบที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งตัวแบบของการจำลองจะมีลักษณะเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยการนำตัวเลขสุ่ม มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบให้กับระบบที่ยังไม่แน่ใจในผลที่จะเกิดขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเลขสุ่ม (Generate Random Number) การสร้างเลขสุ่มจะกำหนดให้มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง [0, 1] และเป็นอิสระซึ่งกันและกัน จากนั้นนำเลขสุ่มนี้ไปสร้างตัวแปรตามลักษณะการแจกแจงที่ต้องการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลของปัญหานั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2 การประยุกต์ใช้เลขสุ่มในการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการนำตัวแปรที่ได้จากขั้นตอนแรกมาใช้ในการหาค่าต่างๆ ตามปัญหาที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 การทดลอง ขั้นตอนนี้เป็นการทำวิธีนั้นซ้ำๆ กัน (Replication) จำนวนหลายครั้ง โดยถือว่าการทำซ้ำๆ กันนั้น เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลให้มีจำนวนมาก เพื่อลดความไม่แน่นอนของคำตอบ ในการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ได้

จากหลักการของเทคนิคมอนติคาร์โล จะเห็นว่าการใช้เลขสุ่มเพื่อเป็นพื้นฐานในการหาคำตอบของปัญหา เป็นวิธีที่จะนำไปสู่แนวคิดในทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณโดยเฉพาะทฤษฎีความน่าจะเป็นที่จะนำไปสู่การอ้างอิงผลสรุปในสถานการณ์ของข้อมูลจริงเพราะไม่มีผลกระทบจากเรื่องอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องในการทดลอง เมื่อทำซ้ำๆ กันเป็นจำนวนมากแล้ว ความ

คลาดเคลื่อนอย่างสุ่มที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ในแต่ละครั้งให้หมดไป

3.2 แผนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ ดังนี้

3.2.1 กำหนดจำนวนตัวแปรอิสระ คือ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ตัว ที่เริ่มต้นมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

3.2.2 กำหนดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ คือ

3.2.2.1 กรณีไม่มีความสัมพันธ์กัน $(\rho = 0)$

3.2.2.2 กรณีมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ $(\rho = 0.33)$

3.2.2.3 กรณีมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง $(\rho = 0.67)$

3.2.2.4 กรณีมีความสัมพันธ์ระดับสูง $(\rho = 0.99)$

3.2.3 กำหนดให้ความคลาดเคลื่อน (ε) มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 25

3.2.4 กำหนดขนาดตัวอย่างในแต่ละตัวแปร คือ 20, 40, 60, 80, 100 และ 120

3.2.5 ตัวแปรตาม (Y) เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1 โดยกำหนดสัดส่วนของความล้มเหลว $(Y = 0)$ ของลักษณะที่สนใจศึกษา คือ 0.1, 0.5 และ 0.9

3.2.6 กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของสมการการถดถอยเป็นค่าใดๆ คือ

$\beta_i = 0.1$ เมื่อ $i = 0, 1, 2, ..., p$

3.2.7 กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) คือ 0.05 (α = 0.05)

3.2.8 กำหนดจำนวนการกระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ คือ 500 รอบ

3.3 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

สำหรับการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
2. คำนวณหาค่าจุดแบ่งสำหรับตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทโดยใช้ทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006) และคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นข องจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งทำให้อัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มมีค่าต่ำสุดหรือสัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มมีค่าสูงสุด

3. ใช้ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression model) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของจุดแบ่งและปัจจัยต่างๆ คื อจำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ
4. สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์

3.4 การจำลองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

การจำลองข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้

1. สร้างข้อมูลตัวแปรอิสระโดยเริ่มต้นมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มซึ่งมี equal space คือกำหนดให้มีค่าเป็นช่วงลบและช่วงบวกเท่าๆ กัน ตามขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้ ดังนี้

$$X \sim U\left(-\frac{n}{2}, \frac{n}{2}\right)$$

สร้างจำนวนตัวแปรอิสระตามที่กำหนดไว้ และให้ตัวแปรอิสระดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันตาม ระดับความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) ที่กำหนดไว้ โดยกำหนดให้รูปแบบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix) ดังนี้

$$\rho_{p\times p} = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1p} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{p1} & \rho_{p2} & \cdots & \rho_{pp} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \rho & \cdots & \rho^{p-1} \\ \rho & 1 & \cdots & \rho^{p-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho^{p-1} & \rho^{p-2} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

โดยที่ $\rho_{ij}\ ; i, j = 1,2,..., p$ คือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ i และตัวแปรอิสระตัวที่ j ซึ่งจะมีทั้งหมด $\frac{p(p-1)}{2}$ คู่

โดย กรณีตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน $(\rho = 0)$
กรณีตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ $(\rho = 0.33)$
กรณีตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง $(\rho = 0.67)$
กรณีตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ระดับสูง $(\rho = 0.99)$

2. สร้างข้อมูลตัวแปรตาม (Y^*) ให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวแปรอิสระที่สร้างได้จากข้างต้นและความคลาดเคลื่อนซึ่งมีรูปแบบ ดังนี้

$$Y^* = X\tilde{\beta} + \varepsilon$$

โดยที่ Y^* เป็นเมตริกซ์ของตัวแปรตามที่ทำการพยากรณ์เพื่อกำหนดค่าเบื้องต้น
เมื่อ X เป็นเมตริกซ์ของตัวแปรอิสระ
$\tilde{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่กำหนด กำหนดให้ β เริ่มต้นเท่ากับ 0.1

ε เป็นความคลาดเคลื่อนซึ่ง $\varepsilon \sim N(0,25)$

3. สร้างค่าตัวแปรตาม (Y) ให้มีค่าเป็น 0 หรือ 1 จากค่า Y^* ที่สร้างจากความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวแปรอิสระ (X) ข้างต้นโดยทำการแปลงค่าตัวแปรตาม Y^* ที่ได้เป็น Y ที่มีค่าเป็น 0 หรือ 1 ตามสัดส่วนของความล้มเหลว (a) ของลักษณะที่สนใจศึกษา และค่า ขนาดตัวอย่าง (n) ที่กำหนดไว้ข้างต้น ดังนี้
   - 3.1 หาจำนวน Y ที่มีค่าเป็น 0 และ 1โดยจำนวนของ Y ที่มีค่าเป็น 0 เท่ากับผลคูณของขนาดตัวอย่าง (n) กับสัดส่วนของความล้มเหลว (a) ของลักษณะที่สนใจศึกษา ส่วนจำนวนของ Y ที่มีค่าเป็น 1 คือผลต่างของขนาดตัวอย่างกับจำนวน Y ที่มีค่าเป็น 0
   - 3.2 กำหนดค่า Y^* ให้เป็นค่า Y ที่มีค่าเป็น 0 และ 1 โดยเรียงลำดับค่า Y^* ที่ได้จากน้อยไปมาก จากนั้นกำหนดให้ Y^* ที่มีค่าน้อยที่สุดเป็น Y ที่มีค่าเป็น 0 ตามจำนวนที่คำนวณได้จากข้อ 3.1 และกำหนดให้ Y^* อื่นๆ นั้นเป็น Y ที่มีค่าเป็น 1 ตามจำนวนที่คำนวณได้จากข้อ 3.1
4. ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด
5. หาค่าประมาณของ $\hat{\pi}_i$ โดยนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อ 4 และ ค่าของตัวแปรอิสระที่สร้างขึ้น มาแทนค่ากลับลงไปในตัวแบบตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท

3.5 คำนวณค่าจุดแบ่งโดยใช้ทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006)

วิธีการนี้ Hadjicostas P. (2006) ได้เสนอไว้โดยใช้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความถูกต้องแม่นยำในการหาจุดแบ่งที่ทำให้สัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มมีค่าสูงสุด โดยเมื่อได้ข้อมูลที่มีลักษณะตามที่ต้องการแล้ว จะสามารถหาค่าจุดแบ่งตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1. เรียงอันดับค่า $\hat{\pi}_i$ จากน้อยไปมาก $\hat{\pi}_1 < \hat{\pi}_2 < \ldots < \hat{\pi}_n$

ขั้นที่ 2. หาค่า $M(i)$ สำหรับแต่ละ $i \in \{1,2,\ldots,n\}$ โดย $M(i)$ คือ อันดับของ $\hat{\pi}_i$

แต่ ถ้า $\hat{\pi}_i = \hat{\pi}_j$ จะเลือก $M(i)$ ที่มีค่ามากที่สุดเป็นอันดับของค่า $\hat{\pi}_i$ และ $\hat{\pi}_j$

โดย $M(0) = 0 \; ; i \le M(i) \le n$

ขั้นที่ 3. หาค่า a_i สำหรับ $i = 0,1,2,\ldots,n$ โดย $a_i = \sum_{k=1}^{M(i)} (-1)^{y_k}$ ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

i. $a_{i+1} = a_i + \sum_{k=M(i)+1}^{M(i+1)} (-1)^{y_k}$ ถ้า $M(i) < i+1$

ii. $a_{i+1} = a_i$ ถ้า $i+1 \le M(i)$

ขั้นที่ 4. หา I_0 ซึ่งเป็นเซตของ j ทั้งหมด โดย $j \in \{0,1,2,...,n\}$ ที่ซึ่ง

$a_j = \max_{0 \le i \le n} a_i$

ขั้นที่ 5. หาค่า C_0 ซึ่งเป็นเซตของ c_0 ทั้งหมด จาก $C_0 = \bigcup_{i \in I_0} A_i \;; i \in \{0,1,2,...,n\}$

โดย พิจารณาตามเงื่อนไขดังนี้

- $A_i = [0, \hat{\pi}_1)$ ถ้า $i = 0$
- $A_i = [\hat{\pi}_i, \hat{\pi}_{i+1})$ ถ้า $\hat{\pi}_i < \hat{\pi}_{i+1}$ และ $1 \le i < n$
- $A_i = \{\hat{\pi}_i\} = \{\hat{\pi}_{M(i)}\}$ ถ้า $\hat{\pi}_i = \hat{\pi}_{i+1}$ และ $1 \le i < n$
- $A_i = [\hat{\pi}_n, 1]$ ถ้า $i = n$

ขั้นที่ 6. เลือกค่าจุดแบ่ง (c) ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งคือค่า c ที่ทำให้สัดส่วนของความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มมีค่ามากที่สุด โดย $c \in C_0$ และ $c \in [0,1]$

สัดส่วนของความถูกต้อง $p(c) = \dfrac{N(c)}{n}$

โดย $p(c)$ คือ สัดส่วนของความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มที่จุด c

$N(c)$ คือ จำนวนของความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มที่จุด c

3.6 คำนวณค่าเฉลี่ยของจุดแบ่ง ค่าร้อยละของจุดแบ่ง และช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งของแต่ละสถานการณ์

- <u>ค่าเฉลี่ยของจุดแบ่ง</u> ($\hat{c}$)

การหาเฉลี่ยของจุดแบ่งของแต่ละสถานการณ์ จากการทดลองโดยการกระทำซ้ำ 500 รอบ ในแต่ละสถานการณ์ กำหนดให้ $\hat{c}$ เป็นตัวประมาณค่าของค่าพารามิเตอร์ c จะได้ว่า

ค่าเฉลี่ยของจุดแบ่ง $\hat{c} = \dfrac{\sum_{k=1}^{N} \hat{c}_{(k)}}{N} \quad ; k = 1,2,......., N$

โดย N คือจำนวนรอบที่กระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ (N=500)

- <u>ค่าร้อยละของจุดแบ่ง (Percent)</u>

ค่าร้อยละของจุดแบ่งของแต่ละสถานการณ์ จากการทดลองโดยการกระทำซ้ำ 500 รอบ ในแต่ละสถานการณ์

ค่าร้อยละของจุดแบ่ง $\text{Percent of } \hat{c} = \dfrac{\sum_{k=1}^{N} \hat{c}_{(k)}}{N} \times 100 \quad ; k = 1,2,......., N$

โดย N คือจำนวนรอบที่กระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ (N=500)

- <u>ช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง (Confidence Interval)</u>

ช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งจะบอกถึงค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของค่าจุดแบ่งที่เป็นไปได้ในแต่ละสถานการณ์

โดยในการวิจัยนี้ กำหนดให้ L คือค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100\ (\alpha/2)$ และ U คือค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100\ (1-\alpha/2)$ โดยกำหนด ค่า $\alpha = 0.05$ สามารถคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งของ ดังนี้

จาก $P(L < \hat{c} < U) = 1-\alpha$

โดย L คือ คำนวณจากค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 2.5

U คือ คำนวณจากค่าที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5

3.7 วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

เมื่อคำนวณค่าร้อยละของจุดแบ่งครบทุกสถานการณ์ที่ต้องการศึกษาแล้ว จะใช้ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression model) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ สำหรับใช้ในการหาค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป โดยตัวแบบการถดถอยพหุคูณ คือ

$$Percent\ of\ \hat{c} = \theta_0 + \theta_1(p) + \theta_2(a) + \theta_3(n) + \theta_4(M) + \theta_5(ap) + \theta_6(an) + \theta_7(aM) + \theta_8(np)$$
$$+ \theta_9(nM) + \theta_{10}(pM) + \theta_{11}(apn) + \theta_{12}(apM) + \theta_{13}(pnM) + \theta_{14}(apnM) + \varepsilon$$

โดย Percent of $\hat{c}$ คือ ค่าร้อยละของจุดแบ่ง

p คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

a คือ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา

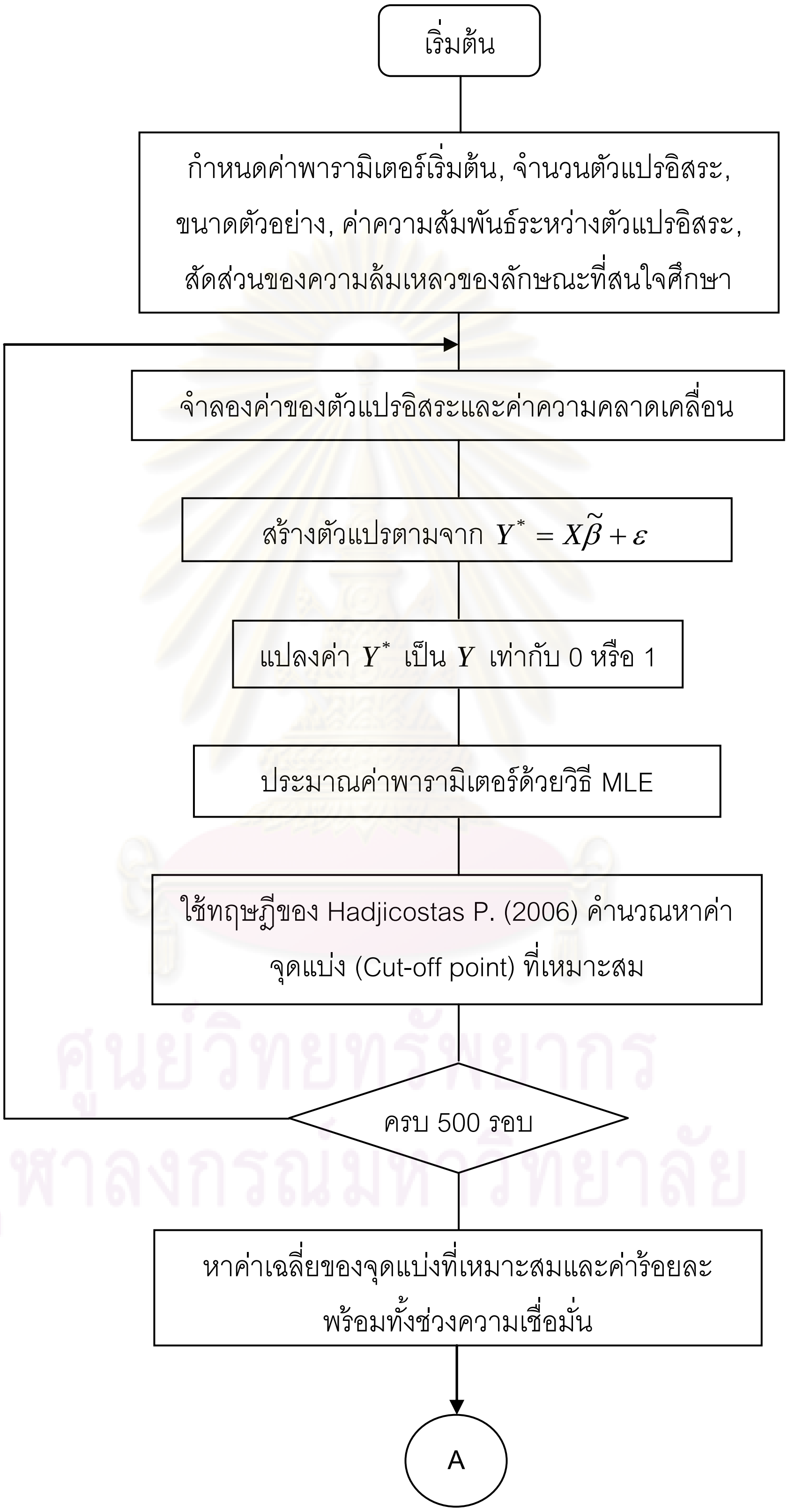
n คือ ขนาดตัวอย่าง

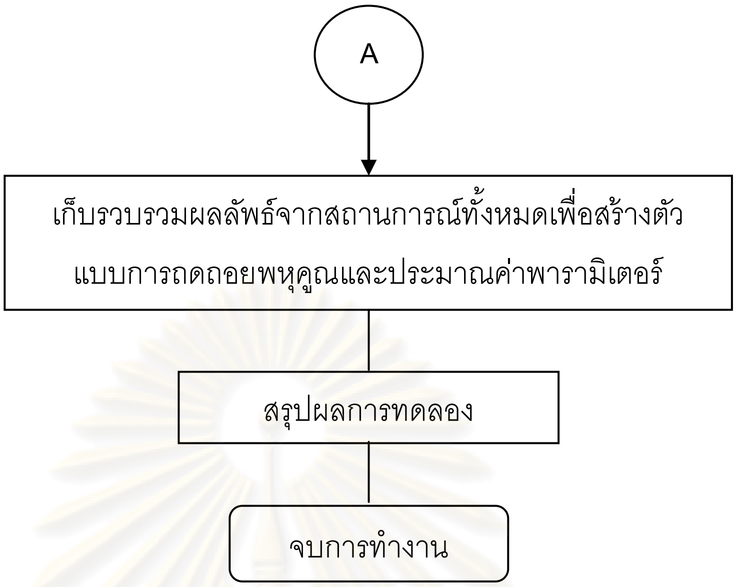
M คือ ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

3.8 สรุปผลการวิจัยในแต่ละสถานการณ์

เมื่อทำการหาค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดครบทุกสถานการณ์ที่ต้องการศึกษาแล้ว นำผลการทดลองมาสรุปในรูปตาราง เพื่อดูแนวโน้มว่าปัจจัยที่ต้องการศึกษามีผลต่อค่าจุดแบ่งอย่ างไรในแต่ละสถานการณ์

3.9 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม





รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาจุดแบ่งที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกกลุ่มของข้อมูลในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท เมื่อ เริ่มต้น ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ คื อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น , ขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น, สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเพิ่มขึ้น , ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระมีค่าสูงขึ้น และเมื่อนำปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มาพิจารณารวมกัน ซึ่งแปรเปลี่ยนไปพร้อมกัน และหาสมการการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Model) สำหรับใช้ในการประมาณค่าจุดแบ่งที่ เหมาะสมสำหรับการจำแนกกลุ่มของข้อมูลในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป โดยศึกษาภายใต้สถานการณ์ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้จำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไป เป็น 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ แต่ขนาดตัวอย่าง สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่
2. กำหนดให้ขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไป เป็น 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 ตามลำดับ แต่จำนวนตัวแปรอิสระ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่
3. กำหนดให้สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลงไป เป็น 0.1, 0.5 และ 0.9 ตามลำดับ แต่จำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่าง และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่
4. กำหนดให้ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไป เป็น ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระในระดับต่ำ ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระในระดับปานกลาง และ ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระในระดับสูง ตามลำดับ แต่จำนวนตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่างและสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาคงที่
5. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ในการวิจัยครั้งนี้ที่ระดับ 0.05
6. ในการวิจัยครั้งนี้ทำการจำลองข้อมูลโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) โดยการจำลองในแต่ละสถานการณ์จะกระทำซ้ำ 500 รอบ

โดยการหาค่าของจุดแบ่งที่เหมาะสมในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ในแต่ละสถานการณ์ จะพิจารณาจากค่าของจุดแบ่งที่ให้ค่าอัตราความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่ม

ต่ำสุดหรือสัดส่วนความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มสูงสุดในแต่ละรอบของแต่ละสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา และหาค่าเฉลี่ยของจุดแบ่ง ในแต่ละสถานการณ์และ นำมาเป็นจุดแบ่งที่เหมาะสมของสถานการณ์นั้นๆ

การวิจัยครั้งนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ในแต่ละสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา ตามวัตถุประสงค์หลักของการวิจัย 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 แสดงผลค่าของจุดแบ่ง ค่าร้อยละ และช่วงความเชื่อมั่นที่ของจุดแบ่งที่เหมาะสมของแต่ละสถานการณ์

ตอนที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณเพื่อใช้ประมาณค่าของจุดแบ่งที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกกลุ่มของข้อมูลในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

สำหรับการนำเสนอผลการวิเคราะห์จะนำเสนอในรูปแบบตาราง เพื่อความสะดวกในการอธิบาย ผู้วิจัยขอใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่างๆ ดังนี้

n หมายถึง ขนาดตัวอย่าง

p หมายถึง จำนวนตัวแปรอิสระ

M หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

a หมายถึง สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา

$\hat{c}$ หมายถึง ค่าจุดแบ่งที่เหมาะสม

Percent of $\hat{c}$ หมายถึง ค่าร้อยละของจุดแบ่งที่เหมาะสม

CI.Lower of $\hat{c}$ หมายถึง ค่าต่ำสุดของช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม

CI.Upper of $\hat{c}$ หมายถึง ค่าสูงสุดของช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม

4.1 แสดงผลค่าของจุดแบ่ง ค่าร้อยละ และช่วงความเชื่อมั่นที่ของจุดแบ่งที่เหมาะสม ของแต่ละสถานการณ์

การหาค่าของจุดแบ่ง ค่าร้อยละ และช่วงความเชื่อมั่นที่ของจุดแบ่งที่เหมาะสม ใช้ทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006) เมื่อเริ่มต้นตัวแปรอิสระมีการแจก แจงแบบยูนิฟอร์ม และปัจจัยที่นำมาพิจารณา คือจำนวนตัวแปรอิสระ (p) ขนาดตัวอย่าง (n) สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา(a) และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จำลองขึ้นมาหลายสถานการณ์ด้วยกันโดยการจำลองสถานการณ์ทั้งหมดใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ด้วยโปรแกรม R โดยเริ่มต้นให้ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม จำนวนตัวแปร

อิสระ(p) แบ่งเป็น3 ระดับ คือ จำนวนตัวแปรอิสระน้อย (p=1, 2) ปานกลาง(p= 3, 4) และ มาก (p= 5,6) ขนาดตัวอย่าง(n) แบ่งเป็น3 ระดับ คือ ขนาดตัวอย่างเล็ก (n=20,40) ปานกลาง (n=60, 80) และใหญ่(p=100 ,120) สัดส่วนระหว่างของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (a) เท่ากับ 0.1,0.5 และ0.9 และระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33,0.67 และ 0.99 จากการจำลองข้อมูลจะกระทำซ้ำ 500 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

ซึ่งผลการวิจัยได้นำเสนอในตารางที่ 4.1. – 4.58 ดังต่อไปนี้

4.1.1 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละ และช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง แต่ขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่ นำเสนอในตารางที่ 4.1-4.18

4.1.2 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละ และช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง แต่ขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาคงที่ นำเสนอในตารางที่ 4.19 – 4.33

4.1.3 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้ อยละ และช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง แต่จำนวนตัวแปรอิสระ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่ นำเสนอในตารางที่ 4.34 – 4.45

4.1.4 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละ และช่วงความเชื่อมั่น ของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง แต่ขนาดตัวอย่าง ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา คงที่ นำเสนอในตารางที่ 4.43 – 4.57

4.1.5 แสดงค่าจุดแบ่ง และช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสมของทุกสถานการณ์ที่ศึกษา นำเสนอในตารางที่ 4.58

4.1.1 กรณีที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง เมื่อขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่

ซึ่งผลการวิจัยได้นำเสนอในตารางที่ 4.1 - 4.18 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 1 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
1	0	20	0.1	0.7532	75.32	0.3035	0.8967
			0.5	0.4682	46.82	0.2944	0.6165
			0.9	0.2050	20.50	0.1007	0.4231
		40	0.1	0.7755	77.55	0.5163	0.8954
			0.5	0.4791	47.91	0.3364	0.6165
			0.9	0.2100	21.00	0.1041	0.4053
		60	0.1	0.7541	75.41	0.5057	0.8917
			0.5	0.4799	47.99	0.3184	0.6253
			0.9	0.2288	22.88	0.1085	0.3994
		80	0.1	0.7125	71.25	0.4670	0.8637
			0.5	0.4816	48.16	0.3287	0.6217
			0.9	0.2715	27.15	0.1166	0.4690
		100	0.1	0.6726	67.26	0.4656	0.8251
			0.5	0.4789	47.89	0.3261	0.6483
			0.9	0.3087	30.87	0.1674	0.4683
		120	0.1	0.6367	63.67	0.4634	0.7828
			0.5	0.4764	47.64	0.3175	0.6482
			0.9	0.3481	34.81	0.2129	0.5110

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาค่าของจุด แบ่ง ที่ตัวแปรอิสระ 1 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าสูงขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 2 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
2	0	40	0.1	0.6741	67.41	0.3487	0.8629
			0.5	0.4709	47.09	0.3011	0.6414
			0.9	0.2780	27.80	0.1281	0.5206
		60	0.1	0.6358	63.58	0.3014	0.8539
			0.5	0.4750	47.50	0.3122	0.6321
			0.9	0.3215	32.15	0.1496	0.5386
		80	0.1	0.5730	57.30	0.2840	0.7812
			0.5	0.4726	47.26	0.3085	0.6445
			0.9	0.3655	36.55	0.2091	0.5939
		100	0.1	0.5102	51.02	0.2490	0.7239
			0.5	0.4791	47.91	0.3167	0.6457
			0.9	0.4105	41.05	0.2341	0.6256
		120	0.1	0.4800	48.00	0.2400	0.7086
			0.5	0.4726	47.26	0.2902	0.6507
			0.9	0.4238	42.38	0.2265	0.6266

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าสูงขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 2 ตัว ขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
2	0.33	40	0.1	0.6621	66.21	0.2641	0.8595
			0.5	0.4710	47.10	0.2902	0.6505
			0.9	0.2889	28.89	0.1296	0.5275
		60	0.1	0.5983	59.83	0.2880	0.8289
			0.5	0.4687	46.87	0.2901	0.6437
			0.9	0.3274	32.74	0.1641	0.5481
		80	0.1	0.5317	53.17	0.2598	0.7361
			0.5	0.4683	46.83	0.2945	0.6555
			0.9	0.3751	37.51	0.2084	0.5906
		100	0.1	0.4928	49.28	0.2611	0.7183
			0.5	0.4758	47.58	0.3035	0.6685
			0.9	0.4176	41.76	0.2343	0.6437
		120	0.1	0.4558	45.58	0.2248	0.6883
			0.5	0.4707	47.07	0.2834	0.6713
			0.9	0.4431	44.31	0.2425	0.6728

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าสูงขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 2 ตัว ขนาดตัวอย่าง(n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
2	0.67	40	0.1	0.6467	64.67	0.2609	0.8567
			0.5	0.4637	46.37	0.2713	0.6403
			0.9	0.2911	29.11	0.1280	0.5455
		60	0.1	0.5916	59.16	0.2672	0.8034
			0.5	0.4673	46.73	0.2740	0.6644
			0.9	0.3481	34.81	0.1919	0.5882
		80	0.1	0.5271	52.71	0.2682	0.7324
			0.5	0.4675	46.75	0.2693	0.6578
			0.9	0.3997	39.97	0.2237	0.5992
		100	0.1	0.4847	48.47	0.2536	0.7015
			0.5	0.4680	46.80	0.2719	0.6894
			0.9	0.4308	43.08	0.2425	0.6493
		120	0.1	0.4590	45.90	0.2015	0.6880
			0.5	0.4687	46.87	0.2706	0.6804
			0.9	0.4441	44.41	0.2354	0.6472

จากตารางที่ 4.4 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าสูงขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 2 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
2	0.99	40	0.1	0.6317	63.17	0.2189	0.8584
			0.5	0.4633	46.33	0.2957	0.6643
			0.9	0.2966	29.66	0.1310	0.5456
		60	0.1	0.5893	58.93	0.2572	0.7888
			0.5	0.4644	46.44	0.2805	0.6782
			0.9	0.3557	35.57	0.1803	0.5651
		80	0.1	0.5336	53.36	0.3077	0.7276
			0.5	0.4508	45.08	0.2466	0.6664
			0.9	0.3960	39.60	0.2228	0.5747
		100	0.1	0.5097	50.97	0.2813	0.7065
			0.5	0.4569	45.69	0.2533	0.6725
			0.9	0.4226	42.26	0.2559	0.6103
		120	0.1	0.4792	47.92	0.2826	0.6891
			0.5	0.4622	46.22	0.2676	0.6725
			0.9	0.4383	43.83	0.2312	0.6227

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าสูงขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม ที่มีตัวแปรอิสระ (p) 3 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	n	M	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
3	60	0	0.1	0.5494	54.94	0.1957	0.7899
			0.5	0.4709	47.09	0.3019	0.6451
			0.9	0.3619	36.19	0.187	0.5996
		0.33	0.1	0.5108	51.08	0.1323	0.7661
			0.5	0.4658	46.58	0.2751	0.6642
			0.9	0.363	36.3	0.1749	0.6037
		0.67	0.1	0.4851	48.51	0.1498	0.7515
			0.5	0.4554	45.54	0.2622	0.6754
			0.9	0.3786	37.86	0.1768	0.613
		0.99	0.1	0.4919	49.19	0.2053	0.7373
			0.5	0.4554	45.54	0.2501	0.6937
			0.9	0.3935	39.35	0.1798	0.6194

จากตารางที่ 4.6 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 3 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าสูงขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม ที่มีตัวแปรอิสระ (p) 3 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	n	M	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
3	80	0	0.1	0.4978	49.78	0.1919	0.731
			0.5	0.4599	45.99	0.2948	0.6386
			0.9	0.3943	39.43	0.2116	0.6228
		0.33	0.1	0.4660	46.60	0.1526	0.7221
			0.5	0.4616	46.16	0.2499	0.6587
			0.9	0.4161	41.61	0.2065	0.643
		0.67	0.1	0.4447	44.47	0.145	0.7381
			0.5	0.4650	46.50	0.2446	0.7007
			0.9	0.4103	41.03	0.1791	0.6657
		0.99	0.1	0.4612	46.12	0.1877	0.7063
			0.5	0.4590	45.90	0.2121	0.7191
			0.9	0.4196	41.96	0.2006	0.6272

จากตารางที่ 4.7 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 3 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าสูงขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม ที่มีตัวแปรอิสระ (p) 3 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	n	M	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
3	100	0	0.1	0.4525	45.25	0.1665	0.7151
			0.5	0.4777	47.77	0.2846	0.6685
			0.9	0.4166	41.66	0.2161	0.6673
		0.33	0.1	0.4456	44.56	0.1646	0.7161
			0.5	0.4617	46.17	0.2722	0.6481
			0.9	0.4236	42.36	0.2074	0.6724
		0.67	0.1	0.4293	42.93	0.1424	0.7253
			0.5	0.4531	45.31	0.2416	0.6799
			0.9	0.4208	42.08	0.1751	0.6735
		0.99	0.1	0.4489	44.89	0.2166	0.6914
			0.5	0.4507	45.07	0.2143	0.718
			0.9	0.4291	42.91	0.1873	0.6606

จากตารางที่ 4.8 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 3 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 3 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 120 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	n	M	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
3	120	0	0.1	0.4428	44.28	0.1964	0.7161
			0.5	0.4693	46.93	0.2878	0.6712
			0.9	0.4377	43.77	0.2005	0.6885
		0.33	0.1	0.4463	44.63	0.15	0.7268
			0.5	0.465	46.5	0.2628	0.6555
			0.9	0.4263	42.63	0.1963	0.6738
		0.67	0.1	0.4318	43.18	0.1519	0.7097
			0.5	0.4629	46.29	0.2375	0.6732
			0.9	0.4146	41.46	0.1879	0.6873
		0.99	0.1	0.4458	44.58	0.1986	0.7153
			0.5	0.4599	45.99	0.2119	0.7092
			0.9	0.4363	43.63	0.1896	0.6758

จากตารางที่ 4.9 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 3 ตัว ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่ง มีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
4	0	80	0.1	0.4570	45.70	0.1540	0.7343
			0.5	0.4709	47.09	0.2798	0.6694
			0.9	0.3995	39.95	0.1891	0.6279
		100	0.1	0.4335	43.35	0.1389	0.7223
			0.5	0.4666	46.66	0.2770	0.6679
			0.9	0.4145	41.45	0.1835	0.6806
		120	0.1	0.4349	43.49	0.1332	0.7200
			0.5	0.4693	46.93	0.2758	0.6600
			0.9	0.4248	42.48	0.2024	0.6838

จากตารางที่ 4.10 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่ง มีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
4	0.33	80	0.1	0.4350	43.50	0.1093	0.7321
			0.5	0.4665	46.65	0.2533	0.6674
			0.9	0.4055	40.55	0.1773	0.6563
		100	0.1	0.4286	42.86	0.1284	0.7440
			0.5	0.4576	45.76	0.2405	0.6855
			0.9	0.4127	41.27	0.1560	0.6802
		120	0.1	0.4342	43.42	0.1446	0.7304
			0.5	0.4583	45.83	0.2528	0.6775
			0.9	0.4137	41.37	0.1547	0.6910

จากตารางที่ 4.11 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่ง มีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
4	0.67	80	0.1	0.4082	40.82	0.0000	0.7428
			0.5	0.4591	45.91	0.2165	0.7046
			0.9	0.3938	39.38	0.1320	0.6658
		100	0.1	0.4073	40.73	0.0928	0.7198
			0.5	0.4627	46.27	0.2346	0.7120
			0.9	0.4007	40.07	0.1126	0.6824
		120	0.1	0.4171	41.71	0.1029	0.7350
			0.5	0.4576	45.76	0.2320	0.7149
			0.9	0.3992	39.92	0.1319	0.6843

จากตารางที่ 4.12 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
4	0.99	80	0.1	0.4171	41.71	0.1124	0.7196
			0.5	0.4301	43.01	0.1489	0.7148
			0.9	0.4066	40.66	0.0000	0.6602
		100	0.1	0.4344	43.44	0.1619	0.7180
			0.5	0.4412	44.12	0.1832	0.7483
			0.9	0.4196	41.96	0.1515	0.6897
		120	0.1	0.4232	42.32	0.1597	0.7116
			0.5	0.4374	43.74	0.1780	0.7149
			0.9	0.4167	41.67	0.1532	0.6955

จากตารางที่ 4.13 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
5	0	100	0.1	0.4248	42.48	0.1270	0.7093
			0.5	0.4595	45.95	0.2762	0.6710
			0.9	0.4104	41.04	0.1645	0.6707
		120	0.1	0.4266	42.66	0.1344	0.7138
			0.5	0.4678	46.78	0.2713	0.6629
			0.9	0.4216	42.16	0.1837	0.6687

จากตารางที่ 4.14 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
5	0.33	100	0.1	0.4221	42.21	0.0001	0.7473
			0.5	0.4583	45.83	0.2396	0.7014
			0.9	0.3935	39.35	0.0000	0.6864
		120	0.1	0.4105	41.05	0.0957	0.7181
			0.5	0.4620	46.20	0.2630	0.6837
			0.9	0.4020	40.20	0.1525	0.7002

จากตารางที่ 4.15 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
5	0.67	100	0.1	0.3733	37.33	0.0000	0.7360
			0.5	0.4457	44.57	0.2086	0.6939
			0.9	0.3738	37.38	0.0000	0.7050
		120	0.1	0.3667	36.67	0.0000	0.7328
			0.5	0.4536	45.36	0.2229	0.7088
			0.9	0.3912	39.12	0.0000	0.6963

จากตารางที่ 4.16 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากั บ 0.67 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่ง มีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่น ของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 และ 120 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	M	n	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
5	0.99	100	0.1	0.3871	38.71	0.0000	0.7041
			0.5	0.4026	40.26	0.1465	0.7265
			0.9	0.4022	40.22	0.0000	0.6772
		120	0.1	0.4062	40.62	0.0000	0.7177
			0.5	0.4219	42.19	0.1013	0.7208
			0.9	0.3877	38.77	0.0000	0.6879

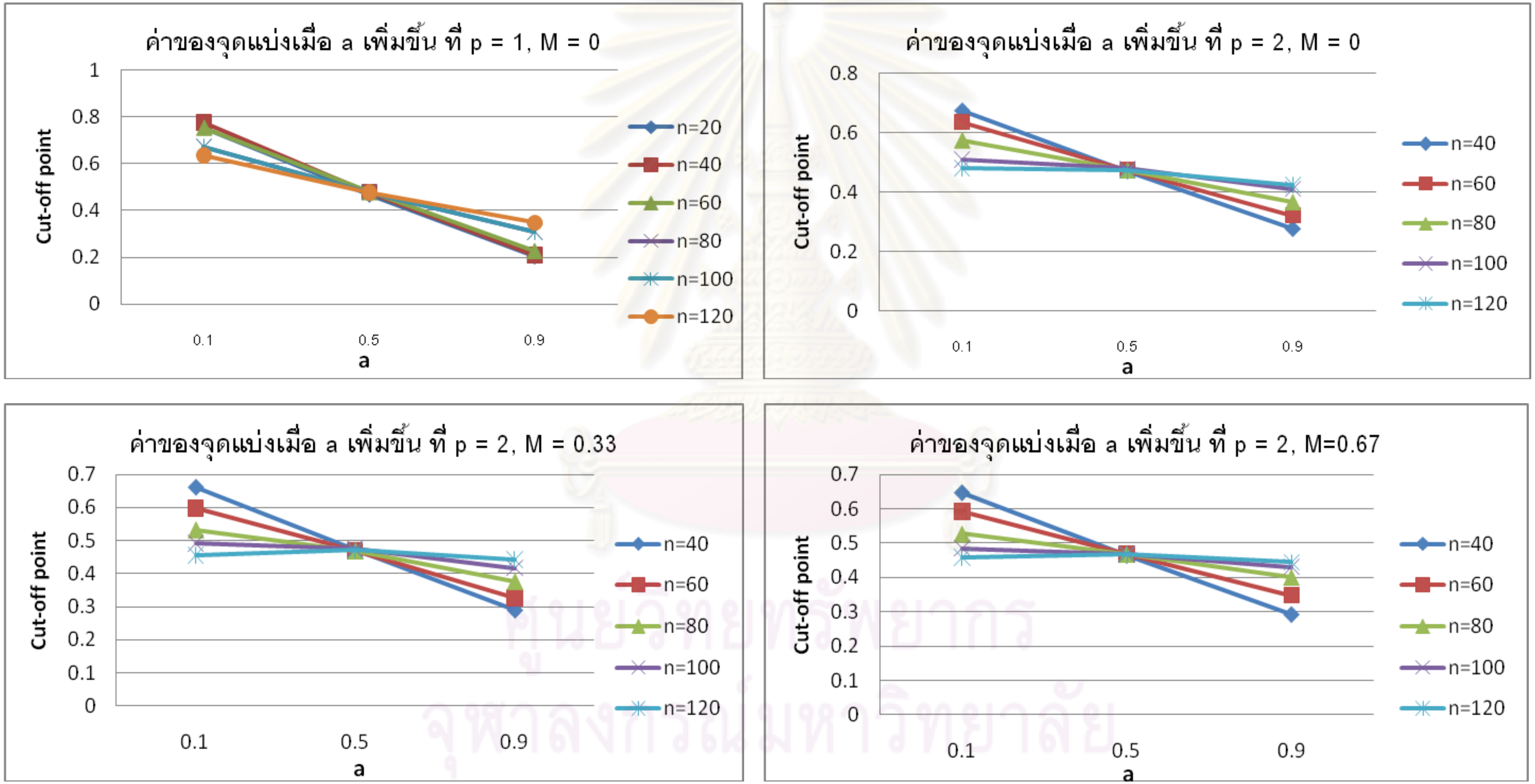
จากตารางที่ 4.17 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 เมื่อสัดส่วนของควา มล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่ง มีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสม เมื่อมีตัวแปรอิสระ (p) 6 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 120 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 โดยจำแนกตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a)

p	n	M	a	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
6	120	0	0.1	0.4098	40.98	0.0860	0.7153
			0.5	0.4621	46.21	0.2493	0.6727
			0.9	0.4195	41.95	0.1430	0.6773
		0.33	0.1	0.3747	37.47	0.0000	0.7186
			0.5	0.4678	46.78	0.2538	0.7159
			0.9	0.3784	37.84	0.0000	0.6951
		0.67	0.1	0.3247	32.47	0.0000	0.7418
			0.5	0.4299	42.99	0.2077	0.6929
			0.9	0.3101	31.01	0.0000	0.6912
		0.99	0.1	0.3464	34.64	0.0000	0.7210
			0.5	0.3671	36.71	0.0000	0.7148
			0.9	0.3344	33.44	0.0000	0.6573

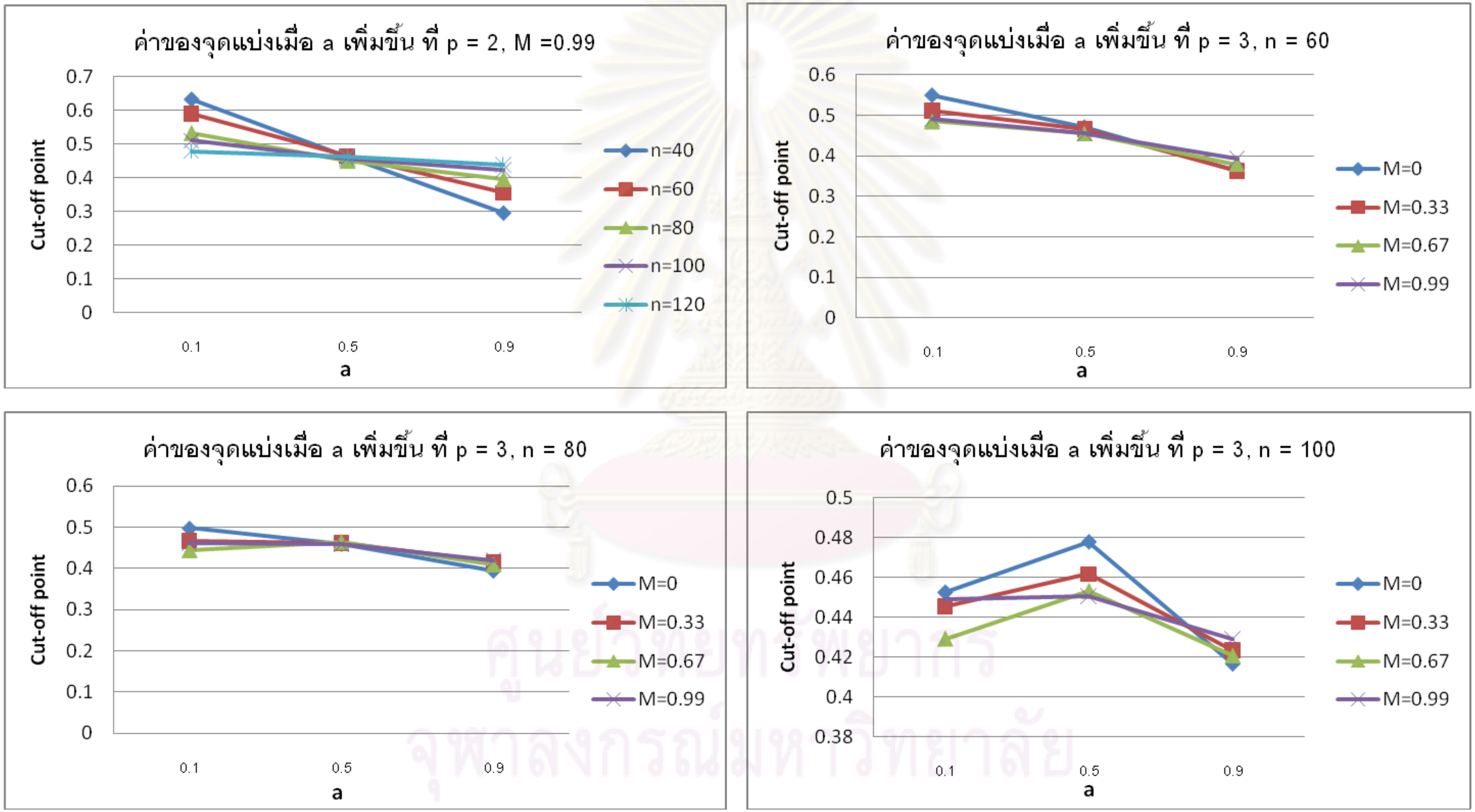
จากตารางที่ 4.18 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่มีตัวแปรอิสระ 6 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 120 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0, 0.33, 0.67 และ 0.99 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

รูปที่ 4.1 แสดงค่าจุดแบ่ง เมื่อ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเปลี่ยนแปลง แต่ขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่



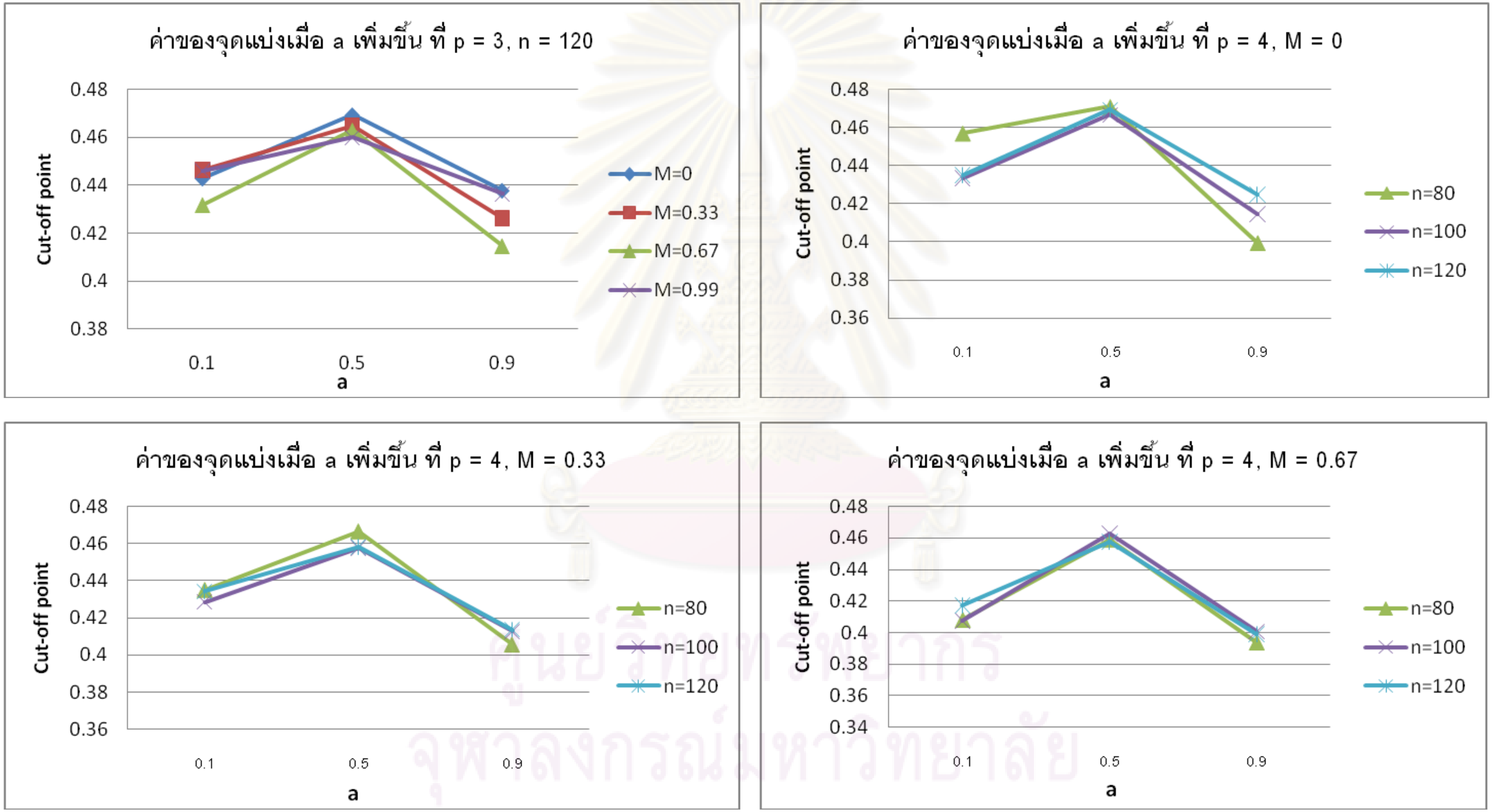
43

รูปที่ 4.1 (ต่อ)

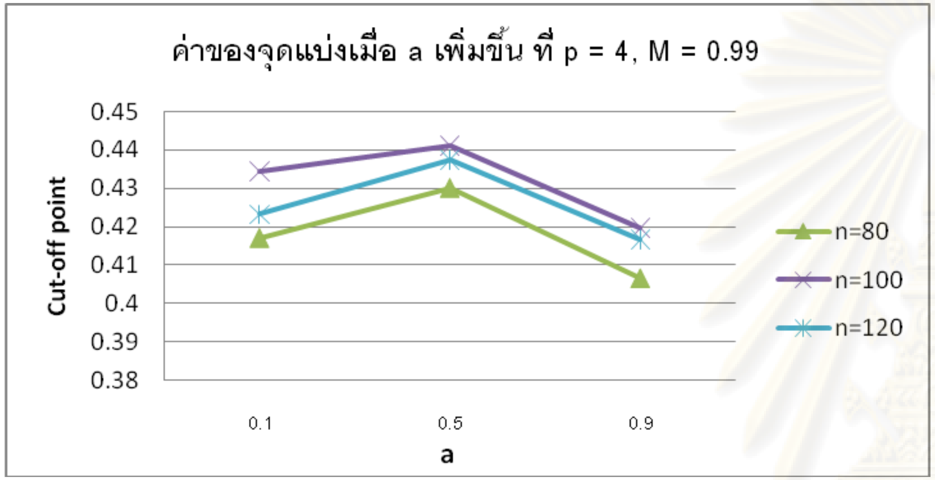

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 2, M =0.99
Cut-off point
a
n=40
n=60
n=80
n=100
n=120
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, n = 60
Cut-off point
a
M=0
M=0.33
M=0.67
M=0.99
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, n = 80
Cut-off point
a
M=0
M=0.33
M=0.67
M=0.99
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, n = 100
Cut-off point
a
M=0
M=0.33
M=0.67
M=0.99

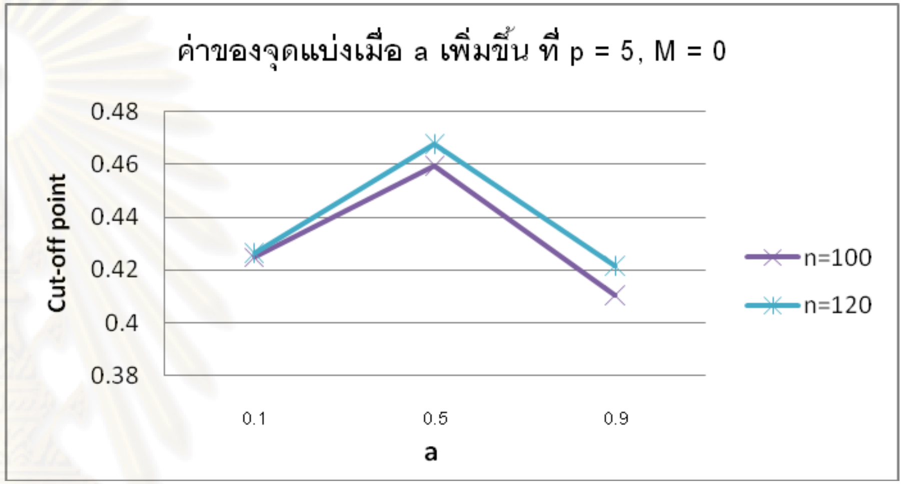
44

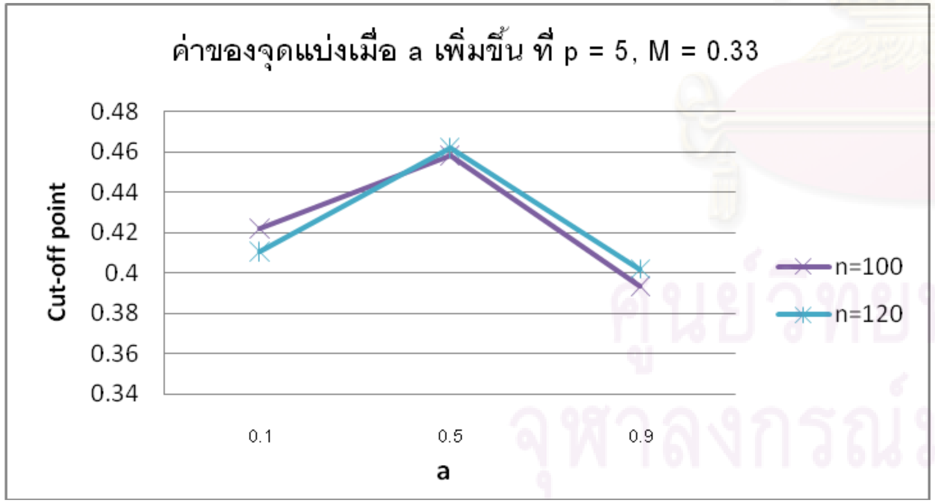
รูปที่ 4.1 (ต่อ)

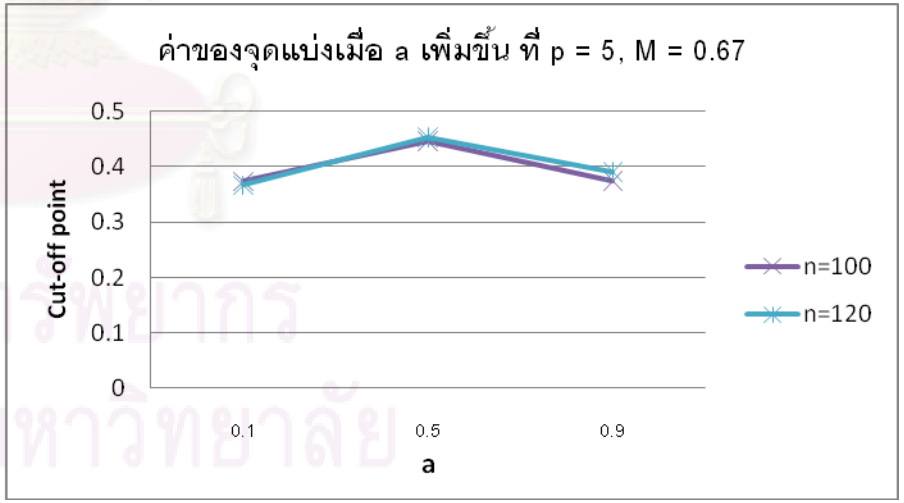

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, n = 120
Cut-off point
a
M=0
M=0.33
M=0.67
M=0.99
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0
n=80
n=100
n=120
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0.33
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0.67

รูปที่ 4.1 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0.99
Cut-off point
0.45
0.44
0.43
0.42
0.41
0.4
0.39
0.38
0.1
0.5
0.9
a
n=80
n=100
n=120

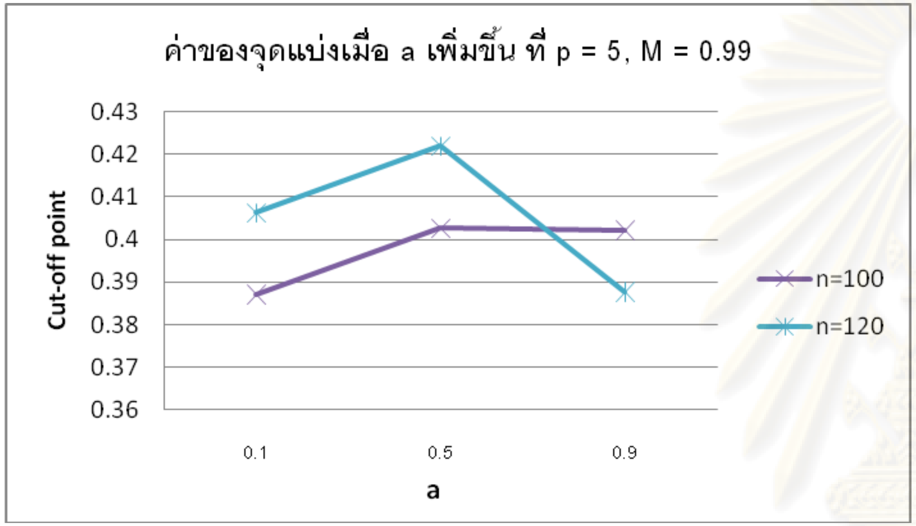

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.4
0.38
0.1
0.5
0.9
a
n=100
n=120

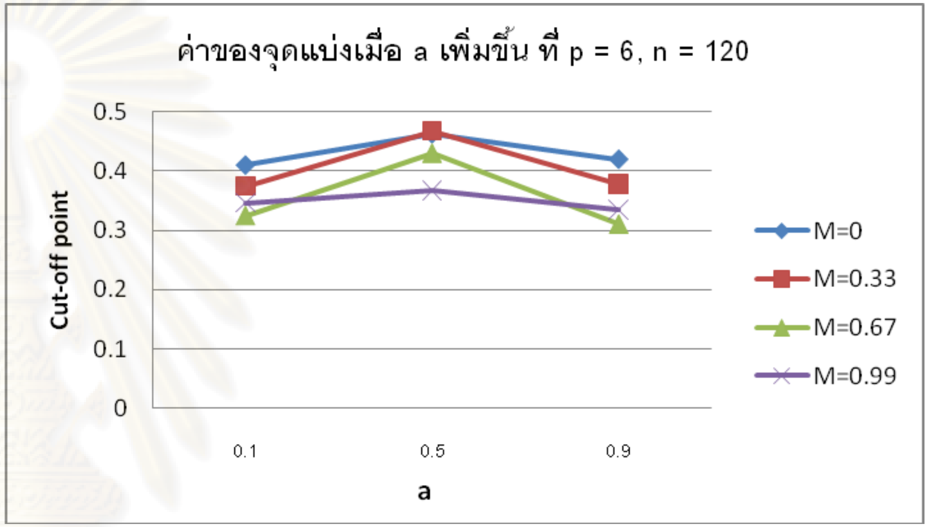

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0.33
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.4
0.38
0.36
0.34
0.1
0.5
0.9
a
n=100
n=120


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0.67
Cut-off point
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.5
0.9
a
n=100
n=120

46

รูปที่ 4.1 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0.99
Cut-off point
0.43
0.42
0.41
0.4
0.39
0.38
0.37
0.36
0.1
0.5
0.9
a
n=100
n=120


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ a เพิ่มขึ้น ที่ p = 6, n = 120
Cut-off point
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.5
0.9
a
M=0
M=0.33
M=0.67
M=0.99

4.1.2 กรณีที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง เมื่อขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาคงที่

ซึ่งผลการวิจัยได้นำเสนอในตารางที่ 4.19 - 4.33 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	2	40	0	0.6741	67.41	0.3487	0.8629
			0.33	0.6621	66.21	0.2641	0.8595
			0.67	0.6467	64.67	0.2609	0.8567
			0.99	0.6317	63.17	0.2189	0.8584
		60	0	0.6358	63.58	0.3014	0.8539
			0.33	0.5983	59.83	0.2880	0.8289
			0.67	0.5916	59.16	0.2672	0.8034
			0.99	0.5893	58.93	0.2572	0.7888
		80	0	0.5730	57.30	0.2840	0.7812
			0.33	0.5317	53.17	0.2598	0.7361
			0.67	0.5271	52.71	0.2682	0.7324
			0.99	0.5336	53.36	0.3077	0.7276
		100	0	0.5102	51.02	0.2490	0.7239
			0.33	0.4928	49.28	0.2611	0.7183
			0.67	0.4847	48.47	0.2536	0.7015
			0.99	0.5097	50.97	0.2813	0.7065
		120	0	0.4800	48.00	0.2400	0.7086
			0.33	0.4558	45.58	0.2248	0.6883
			0.67	0.4590	45.90	0.2015	0.6880
			0.99	0.4792	47.92	0.2826	0.6891

จากตารางที่ 4.19 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60 เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง แต่ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 พบว่า เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง จนถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 3 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	3	60	0	0.5494	54.94	0.1957	0.7899
			0.33	0.5108	51.08	0.1323	0.7661
			0.67	0.4851	48.51	0.1498	0.7515
			0.99	0.4919	49.19	0.2053	0.7373
		80	0	0.4978	49.78	0.1919	0.7310
			0.33	0.4660	46.60	0.1526	0.7221
			0.67	0.4447	44.47	0.1450	0.7381
			0.99	0.4612	46.12	0.1877	0.7063
		100	0	0.4525	45.25	0.1665	0.7151
			0.33	0.4456	44.56	0.1646	0.7161
			0.67	0.4293	42.93	0.1424	0.7253
			0.99	0.4489	44.89	0.2166	0.6914
		120	0	0.4428	44.28	0.1964	0.7161
			0.33	0.4463	44.63	0.1500	0.7268
			0.67	0.4318	43.18	0.1519	0.7097
			0.99	0.4458	44.58	0.1986	0.7153

จากตารางที่ 4.20 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง จนถึงระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 4 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	4	80	0	0.4570	45.70	0.1540	0.7343
			0.33	0.4350	43.50	0.1093	0.7321
			0.67	0.4082	40.82	0.0000	0.7428
			0.99	0.4171	41.71	0.1124	0.7196
		100	0	0.4335	43.35	0.1389	0.7223
			0.33	0.4286	42.86	0.1284	0.7440
			0.67	0.4073	40.73	0.0928	0.7198
			0.99	0.4344	43.44	0.1619	0.7180
		120	0	0.4349	43.49	0.1332	0.7200
			0.33	0.4342	43.42	0.1446	0.7304
			0.67	0.4171	41.71	0.1029	0.7350
			0.99	0.4232	42.32	0.1597	0.7116

จากตารางที่ 4.21 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง จนถึงระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 5 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	5	100	0	0.4248	42.48	0.1270	0.7093
			0.33	0.4221	42.21	0.0001	0.7473
			0.67	0.3733	37.33	0.0000	0.7360
			0.99	0.3871	38.71	0.0000	0.7041
		120	0	0.4266	42.66	0.1344	0.7138
			0.33	0.4105	41.05	0.0957	0.7181
			0.67	0.3667	36.67	0.0000	0.7328
			0.99	0.4062	40.62	0.0000	0.7177

จากตารางที่ 4.22 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง จนถึงระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 6 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	6	120	0	0.4098	40.98	0.0860	0.7153
			0.33	0.3747	37.47	0.0000	0.7186
			0.67	0.3247	32.47	0.0000	0.7418
			0.99	0.3464	34.64	0.0000	0.7210

จากตารางที่ 4.23 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา เท่ากับ 0.1 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปร

อิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลงจนถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.24 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	2	40	0	0.4709	47.09	0.3011	0.6414
			0.33	0.4710	47.10	0.2902	0.6505
			0.67	0.4637	46.37	0.2713	0.6403
			0.99	0.4633	46.33	0.2957	0.6643
		60	0	0.4750	47.50	0.3122	0.6321
			0.33	0.4687	46.87	0.2901	0.6437
			0.67	0.4673	46.73	0.2740	0.6644
			0.99	0.4644	46.44	0.2805	0.6782
		80	0	0.4726	47.26	0.3085	0.6445
			0.33	0.4683	46.83	0.2945	0.6555
			0.67	0.4675	46.75	0.2693	0.6578
			0.99	0.4508	45.08	0.2466	0.6664
		100	0	0.4791	47.91	0.3167	0.6457
			0.33	0.4758	47.58	0.3035	0.6685
			0.67	0.4680	46.80	0.2719	0.6894
			0.99	0.4569	45.69	0.2533	0.6725
		120	0	0.4726	47.26	0.2902	0.6507
			0.33	0.4707	47.07	0.2834	0.6713
			0.67	0.4687	46.87	0.2706	0.6804
			0.99	0.4622	46.22	0.2676	0.6725

จากตารางที่ 4.24 เมื่อพิจารณาค่าของ จุดแบ่ง ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.25 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 3 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	3	60	0	0.4709	47.09	0.3019	0.6451
			0.33	0.4658	46.58	0.2751	0.6642
			0.67	0.4554	45.54	0.2622	0.6754
			0.99	0.4554	45.54	0.2501	0.6937
		80	0	0.4599	45.99	0.2948	0.6386
			0.33	0.4616	46.16	0.2499	0.6587
			0.67	0.4650	46.50	0.2446	0.7007
			0.99	0.4590	45.90	0.2121	0.7191
		100	0	0.4777	47.77	0.2846	0.6685
			0.33	0.4617	46.17	0.2722	0.6481
			0.67	0.4531	45.31	0.2416	0.6799
			0.99	0.4507	45.07	0.2143	0.7180
		120	0	0.4693	46.93	0.2878	0.6712
			0.33	0.4650	46.50	0.2628	0.6555
			0.67	0.4629	46.29	0.2375	0.6732
			0.99	0.4599	45.99	0.2119	0.7092

จากตารางที่ 4.25 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 4 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	4	80	0	0.4709	47.09	0.2798	0.6694
			0.33	0.4665	46.65	0.2533	0.6674
			0.67	0.4591	45.91	0.2165	0.7046
			0.99	0.4301	43.01	0.1489	0.7148
		100	0	0.4666	46.66	0.2770	0.6679
			0.33	0.4576	45.76	0.2405	0.6855
			0.67	0.4627	46.27	0.2346	0.7120
			0.99	0.4412	44.12	0.1832	0.7483
		120	0	0.4693	46.93	0.2758	0.6600
			0.33	0.4583	45.83	0.2528	0.6775
			0.67	0.4576	45.76	0.2320	0.7149
			0.99	0.4374	43.74	0.1780	0.7149

จากตารางที่ 4.26 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.27 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 5 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	5	100	0	0.4595	45.95	0.2762	0.6710
			0.33	0.4583	45.83	0.2396	0.7014
			0.67	0.4457	44.57	0.2086	0.6939
			0.99	0.4026	40.26	0.1465	0.7265
		120	0	0.4678	46.78	0.2713	0.6629
			0.33	0.4620	46.20	0.2630	0.6837
			0.67	0.4536	45.36	0.2229	0.7088
			0.99	0.4219	42.19	0.1013	0.7208

จากตารางที่ 4.27 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.28 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 6 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	6	120	0	0.4621	46.21	0.2493	0.6727
			0.33	0.4678	46.78	0.2538	0.7159
			0.67	0.4299	42.99	0.2077	0.6929
			0.99	0.3671	36.71	0.0000	0.7148

จากตารางที่ 4.28 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา เท่ากับ 0.5 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 120 เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระ ดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.29 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	2	40	0	0.2780	27.80	0.1281	0.5206
			0.33	0.2889	28.89	0.1296	0.5275
			0.67	0.2911	29.11	0.1280	0.5455
			0.99	0.2966	29.66	0.1310	0.5456
		60	0	0.3215	32.15	0.1496	0.5386
			0.33	0.3274	32.74	0.1641	0.5481
			0.67	0.3481	34.81	0.1919	0.5882
			0.99	0.3557	35.57	0.1803	0.5651
		80	0	0.3655	36.55	0.2091	0.5939
			0.33	0.3751	37.51	0.2084	0.5906
			0.67	0.3997	39.97	0.2237	0.5992
			0.99	0.3960	39.60	0.2228	0.5747
		100	0	0.4105	41.05	0.2341	0.6256
			0.33	0.4176	41.76	0.2343	0.6437
			0.67	0.4308	43.08	0.2425	0.6493
			0.99	0.4226	42.26	0.2559	0.6103
		120	0	0.4238	42.38	0.2265	0.6266
			0.33	0.4431	44.31	0.2425	0.6728
			0.67	0.4441	44.41	0.2354	0.6472
			0.99	0.4383	43.83	0.2312	0.6227

จากตารางที่ 4.29 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลั กษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60 เมื่อระดับ

ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 พบว่า เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้น จนถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะลดลงเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.30 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 3 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	3	60	0	0.3619	36.19	0.1870	0.5996
			0.33	0.3630	36.30	0.1749	0.6037
			0.67	0.3786	37.86	0.1768	0.6130
			0.99	0.3935	39.35	0.1798	0.6194
		80	0	0.3943	39.43	0.2116	0.6228
			0.33	0.4161	41.61	0.2065	0.6430
			0.67	0.4103	41.03	0.1791	0.6657
			0.99	0.4196	41.96	0.2006	0.6272
		100	0	0.4166	41.66	0.2161	0.6673
			0.33	0.4236	42.36	0.2074	0.6724
			0.67	0.4208	42.08	0.1751	0.6735
			0.99	0.4291	42.91	0.1873	0.6606
		120	0	0.4377	43.77	0.2005	0.6885
			0.33	0.4263	42.63	0.1963	0.6738
			0.67	0.4146	41.46	0.1879	0.6873
			0.99	0.4363	43.63	0.1896	0.6758

จากตารางที่ 4.30 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลว ของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80 และ100 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง แต่ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 120 พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง จนถึงระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 4 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	4	80	0	0.3995	39.95	0.1891	0.6279
			0.33	0.4055	40.55	0.1773	0.6563
			0.67	0.3938	39.38	0.1320	0.6658
			0.99	0.4066	40.66	0.0000	0.6602
		100	0	0.4145	41.45	0.1835	0.6806
			0.33	0.4127	41.27	0.1560	0.6802
			0.67	0.4007	40.07	0.1126	0.6824
			0.99	0.4196	41.96	0.1515	0.6897
		120	0	0.4248	42.48	0.2024	0.6838
			0.33	0.4137	41.37	0.1547	0.6910
			0.67	0.3992	39.92	0.1319	0.6843
			0.99	0.4167	41.67	0.1532	0.6955

จากตารางที่ 4.31 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่า ของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง จนถึงระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง

ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 5 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 100 และ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	5	100	0	0.4104	41.04	0.1645	0.6707
			0.33	0.3935	39.35	0.0000	0.6864
			0.67	0.3738	37.38	0.0000	0.7050
			0.99	0.4022	40.22	0.0000	0.6772
		120	0	0.4216	42.16	0.1837	0.6687
			0.33	0.4020	40.20	0.1525	0.7002
			0.67	0.3912	39.12	0.0000	0.6963
			0.99	0.3877	38.77	0.0000	0.6879

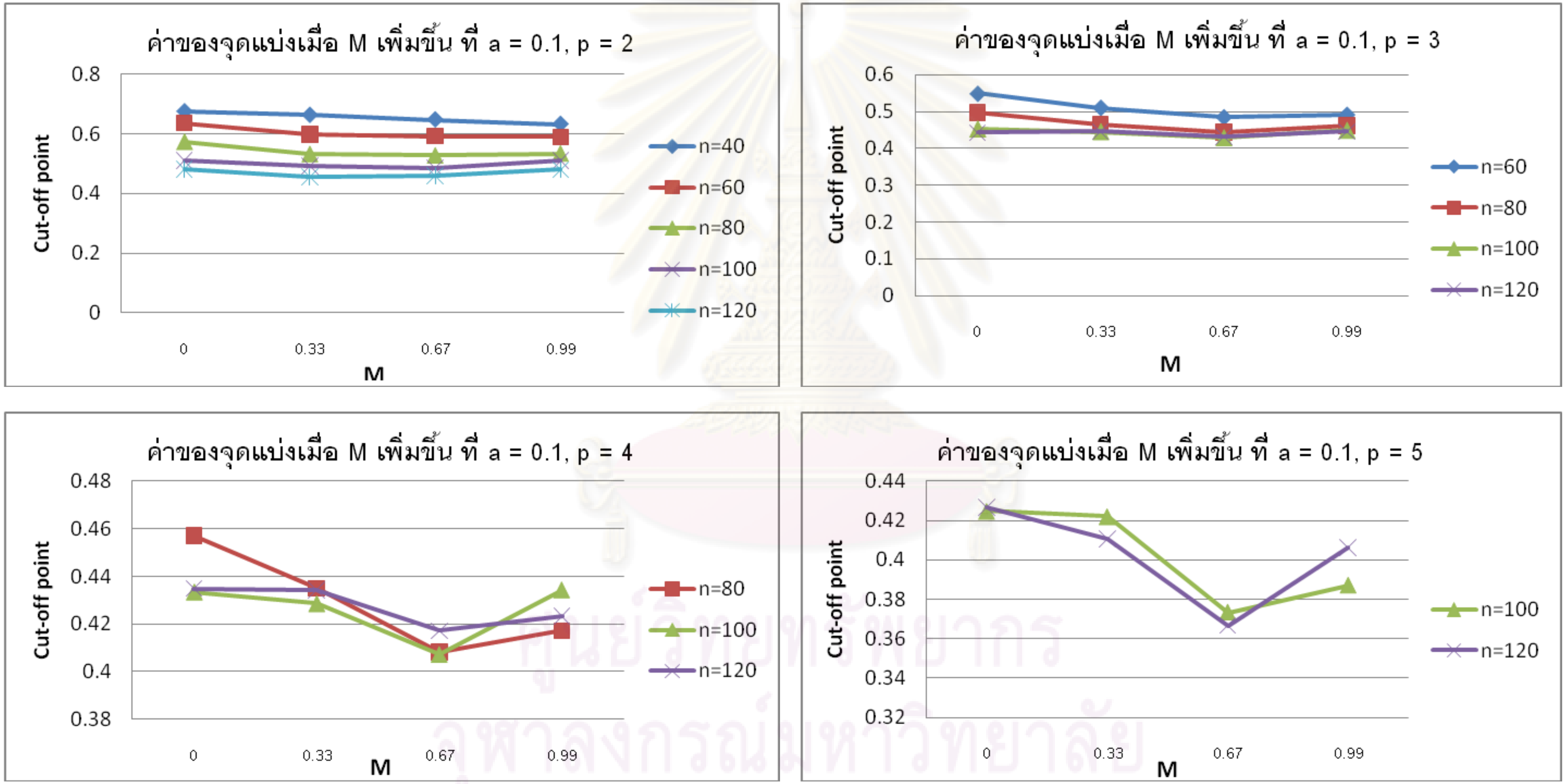
จากตารางที่ 4.32 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา เท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลงจนถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99 แต่ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 120 เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่ อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 6 ตัว ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 120 โดยจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M)

a	p	n	M	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	6	120	0	0.4195	41.95	0.1430	0.6773
			0.33	0.3784	37.84	0.0000	0.6951
			0.67	0.3101	31.01	0.0000	0.6912
			0.99	0.3344	33.44	0.0000	0.6573

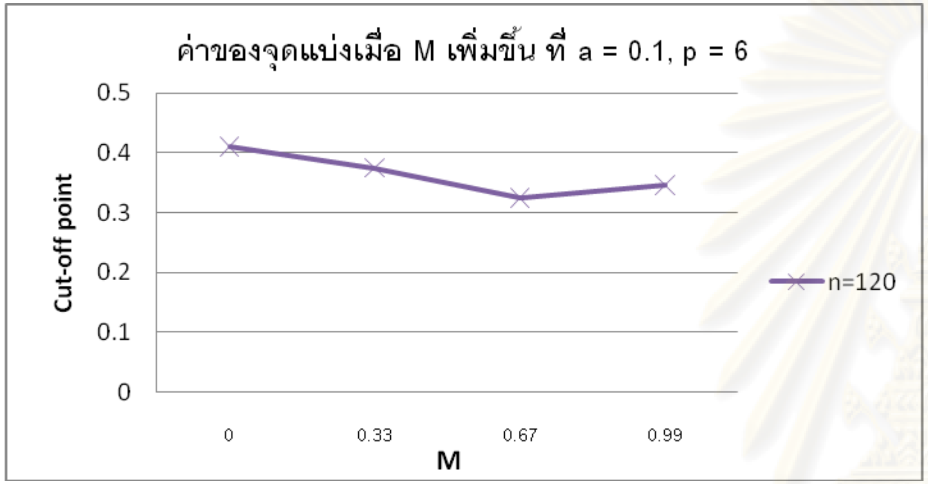
จากตารางที่ 4.33 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา เท่ากับ 0.9 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากั บ 120 เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อระดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งจะมีค่าลดลงจนถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99

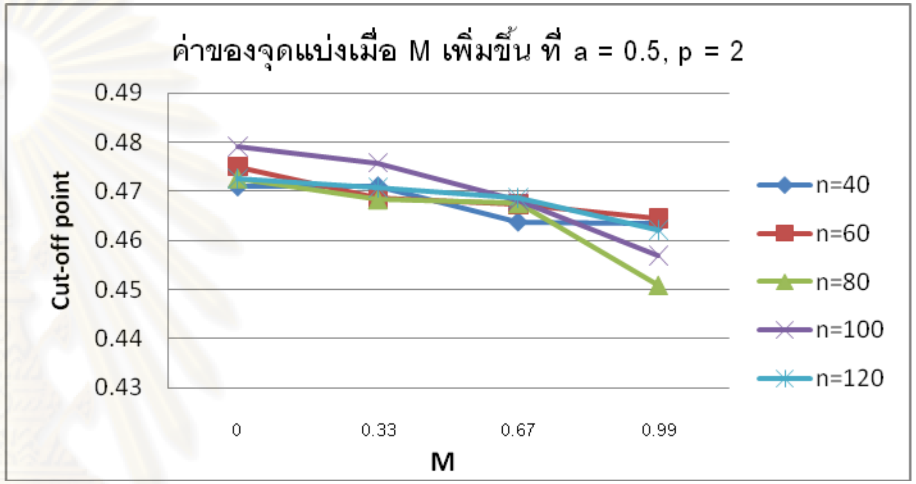
รูปที่ 4.2 แสดงค่าจุดแบ่ง เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง เมื่อขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาคงที่

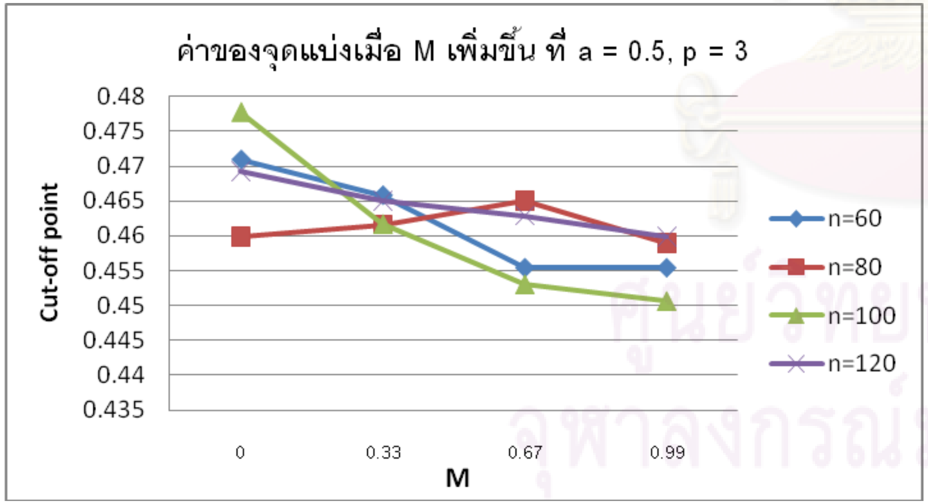


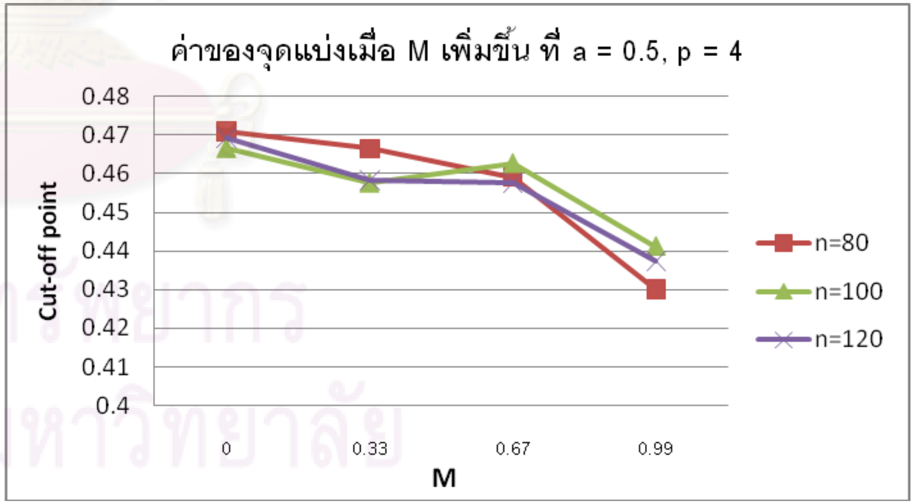
61

รูปที่ 4.2 (ต่อ)

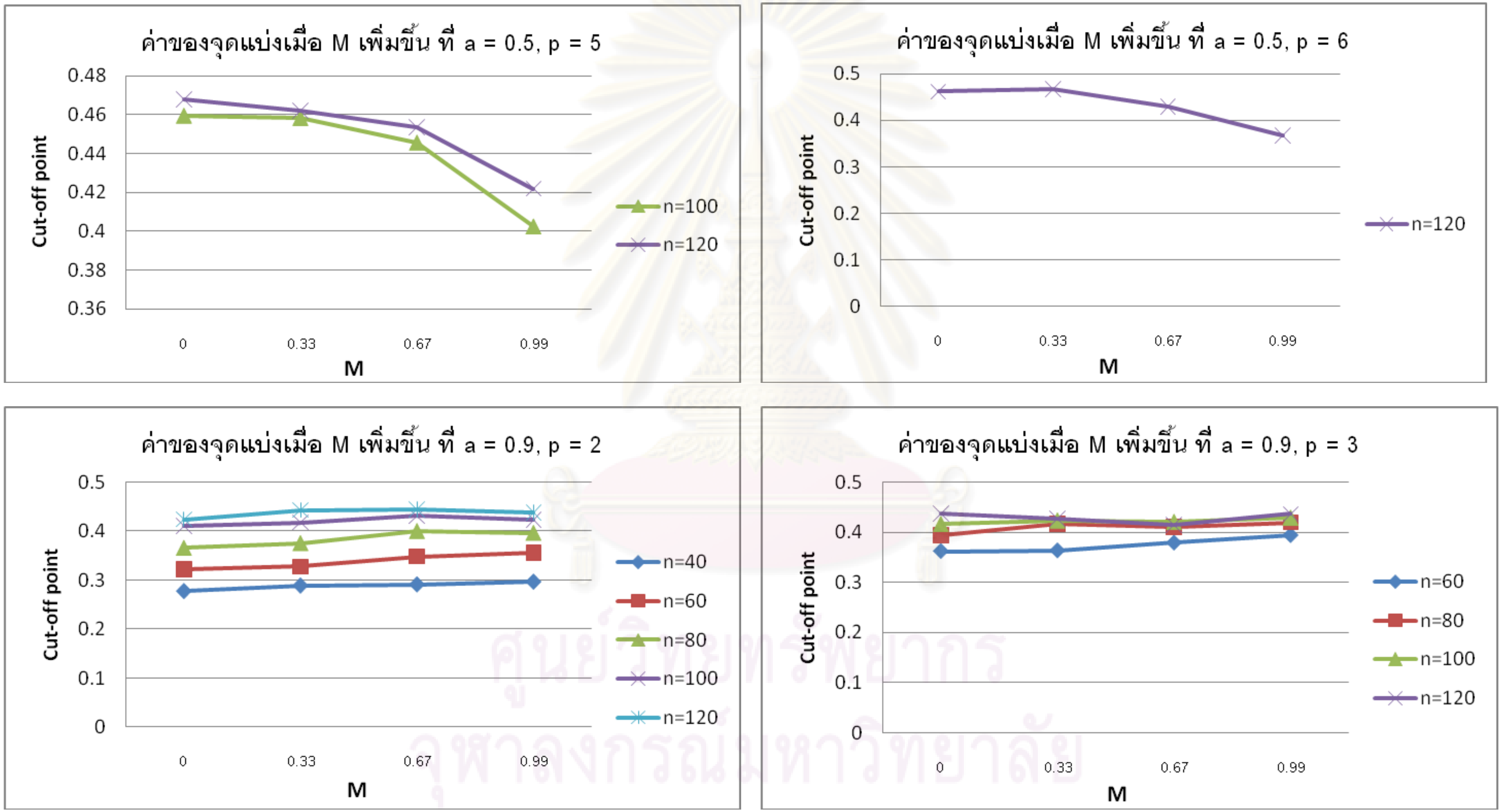

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.1, p = 6
Cut-off point
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.33
0.67
0.99
M
n=120


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.5, p = 2
Cut-off point
0.49
0.48
0.47
0.46
0.45
0.44
0.43
0
0.33
0.67
0.99
M
n=40
n=60
n=80
n=100
n=120


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.5, p = 3
Cut-off point
0.48
0.475
0.47
0.465
0.46
0.455
0.45
0.445
0.44
0.435
0
0.33
0.67
0.99
M
n=60
n=80
n=100
n=120

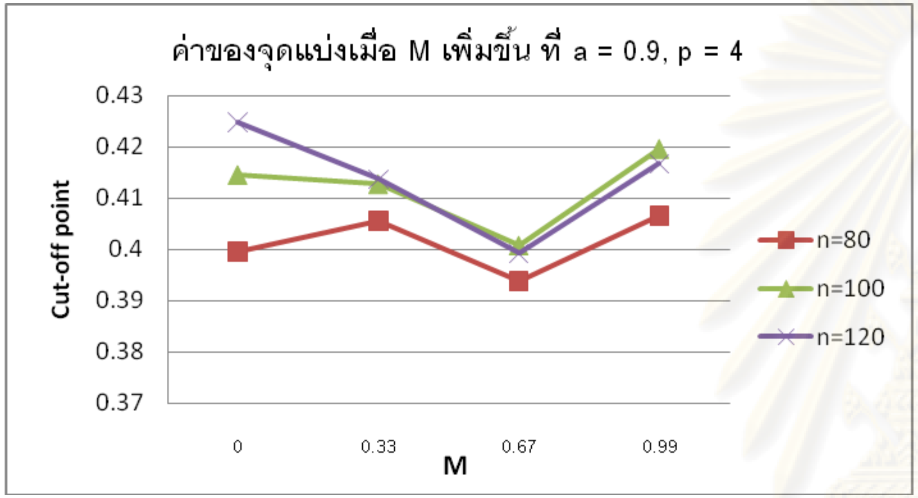

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.5, p = 4
Cut-off point
0.48
0.47
0.46
0.45
0.44
0.43
0.42
0.41
0.4
0
0.33
0.67
0.99
M
n=80
n=100
n=120

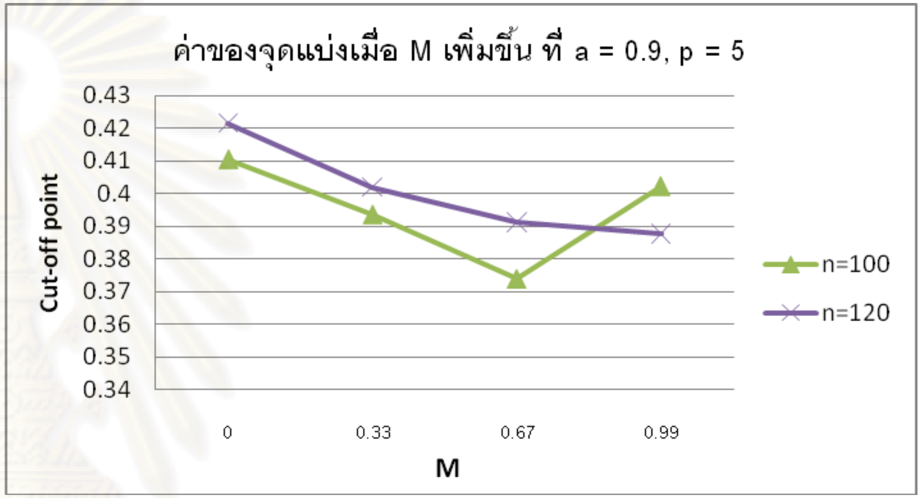
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

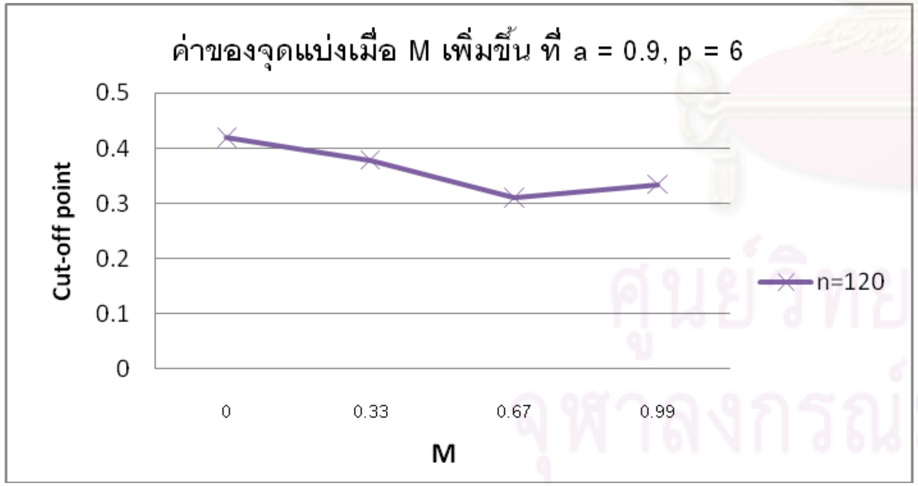

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.5, p = 5
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.4
0.38
0.36
0
0.33
0.67
0.99
M
n=100
n=120
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.5, p = 6
Cut-off point
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.33
0.67
0.99
M
n=120
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.9, p = 2
Cut-off point
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.33
0.67
0.99
M
n=40
n=60
n=80
n=100
n=120
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.9, p = 3
Cut-off point
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.33
0.67
0.99
M
n=60
n=80
n=100
n=120

63

รูปที่ 4.2 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.9, p = 4
Cut-off point
0.43
0.42
0.41
0.4
0.39
0.38
0.37
0
0.33
0.67
0.99
M
n=80
n=100
n=120


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.9, p = 5
Cut-off point
0.43
0.42
0.41
0.4
0.39
0.38
0.37
0.36
0.35
0.34
0
0.33
0.67
0.99
M
n=100
n=120


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ M เพิ่มขึ้น ที่ a = 0.9, p = 6
Cut-off point
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.33
0.67
0.99
M
n=120

4.1.3 **กรณีที่ขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่**

ซึ่งผลการวิจัยได้นำเสนอในตารางที่ 4.34 – 4.45 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.34 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0	1	20	0.7532	75.32	0.3035	0.8967
			40	0.7755	77.55	0.5163	0.8954
			60	0.7541	75.41	0.5057	0.8917
			80	0.7125	71.25	0.4670	0.8637
			100	0.6726	67.26	0.4656	0.8251
			120	0.6367	63.67	0.4634	0.7828
		2	40	0.6741	67.41	0.3487	0.8629
			60	0.6358	63.58	0.3014	0.8539
			80	0.5730	57.30	0.2840	0.7812
			100	0.5102	51.02	0.2490	0.7239
			120	0.4800	48.00	0.2400	0.7086
		3	60	0.5494	54.94	0.1957	0.7899
			80	0.4978	49.78	0.1919	0.7310
			100	0.4525	45.25	0.1665	0.7151
			120	0.4428	44.28	0.1964	0.7161
		4	80	0.4570	45.70	0.1540	0.7343
			100	0.4335	43.35	0.1389	0.7223
			120	0.4349	43.49	0.1332	0.7200
		5	100	0.4248	42.48	0.1270	0.7093
			120	0.4266	42.66	0.1344	0.7138

จากตารางที่ 4.34 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตาม ขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0.33	2	40	0.6621	66.21	0.2641	0.8595
			60	0.5983	59.83	0.2880	0.8289
			80	0.5317	53.17	0.2598	0.7361
			100	0.4928	49.28	0.2611	0.7183
			120	0.4558	45.58	0.2248	0.6883
		3	60	0.5108	51.08	0.1323	0.7661
			80	0.4660	46.60	0.1526	0.7221
			100	0.4456	44.56	0.1646	0.7161
			120	0.4463	44.63	0.1500	0.7268
		4	80	0.4350	43.50	0.1093	0.7321
			100	0.4286	42.86	0.1284	0.7440
			120	0.4342	43.42	0.1446	0.7304
		5	100	0.4221	42.21	0.0001	0.7473
			120	0.4105	41.05	0.0957	0.7181

จากตารางที่ 4.35 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.36 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0.67	2	40	0.6467	64.67	0.2609	0.8567
			60	0.5916	59.16	0.2672	0.8034
			80	0.5271	52.71	0.2682	0.7324
			100	0.4847	48.47	0.2536	0.7015
			120	0.4590	45.90	0.2015	0.6880
		3	60	0.4851	48.51	0.1498	0.7515
			80	0.4447	44.47	0.1450	0.7381
			100	0.4293	42.93	0.1424	0.7253
			120	0.4318	43.18	0.1519	0.7097
		4	80	0.4082	40.82	0.0000	0.7428
			100	0.4073	40.73	0.0928	0.7198
			120	0.4171	41.71	0.1029	0.7350
		5	100	0.3733	37.33	0.0000	0.7360
			120	0.3667	36.67	0.0000	0.7328

จากตารางที่ 4.36 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.37 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0.99	2	40	0.6317	63.17	0.2189	0.8584
			60	0.5893	58.93	0.2572	0.7888
			80	0.5336	53.36	0.3077	0.7276
			100	0.5097	50.97	0.2813	0.7065
			120	0.4792	47.92	0.2826	0.6891
		3	60	0.4919	49.19	0.2053	0.7373
			80	0.4612	46.12	0.1877	0.7063
			100	0.4489	44.89	0.2166	0.6914
			120	0.4458	44.58	0.1986	0.7153
		4	80	0.4171	41.71	0.1124	0.7196
			100	0.4344	43.44	0.1619	0.7180
			120	0.4232	42.32	0.1597	0.7116
		5	100	0.3871	38.71	0.0000	0.7041
			120	0.4062	40.62	0.0000	0.7177

จากตารางที่ 4.37 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่า เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.38 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0	1	20	0.4682	46.82	0.2944	0.6165
			40	0.4791	47.91	0.3364	0.6165
			60	0.4799	47.99	0.3184	0.6253
			80	0.4816	48.16	0.3287	0.6217
			100	0.4789	47.89	0.3261	0.6483
			120	0.4764	47.64	0.3175	0.6482
		2	40	0.4709	47.09	0.3011	0.6414
			60	0.4750	47.50	0.3122	0.6321
			80	0.4726	47.26	0.3085	0.6445
			100	0.4791	47.91	0.3167	0.6457
			120	0.4726	47.26	0.2902	0.6507
		3	60	0.4709	47.09	0.3019	0.6451
			80	0.4599	45.99	0.2948	0.6386
			100	0.4777	47.77	0.2846	0.6685
			120	0.4693	46.93	0.2878	0.6712
		4	80	0.4709	47.09	0.2798	0.6694
			100	0.4666	46.66	0.2770	0.6679
			120	0.4693	46.93	0.2758	0.6600
		5	100	0.4595	45.95	0.2762	0.6710
			120	0.4678	46.78	0.2713	0.6629

จากตารางที่ 4.38 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเ พิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าของจุดแบ่งมีค่าประมาณ 0.4723

ตารางที่ 4.39 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตาม ขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0.33	2	40	0.4710	47.10	0.2902	0.6505
			60	0.4687	46.87	0.2901	0.6437
			80	0.4683	46.83	0.2945	0.6555
			100	0.4758	47.58	0.3035	0.6685
			120	0.4707	47.07	0.2834	0.6713
		3	60	0.4658	46.58	0.2751	0.6642
			80	0.4616	46.16	0.2499	0.6587
			100	0.4617	46.17	0.2722	0.6481
			120	0.4650	46.50	0.2628	0.6555
		4	80	0.4665	46.65	0.2533	0.6674
			100	0.4576	45.76	0.2405	0.6855
			120	0.4583	45.83	0.2528	0.6775
		5	100	0.4583	45.83	0.2396	0.7014
			120	0.4620	46.20	0.2630	0.6837

จากตารางที่ 4.39 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าของจุดแบ่งมีค่าประมาณ 0.4651

ตารางที่ 4.40 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0.67	2	40	0.4637	46.37	0.2713	0.6403
			60	0.4673	46.73	0.2740	0.6644
			80	0.4675	46.75	0.2693	0.6578
			100	0.4680	46.80	0.2719	0.6894
			120	0.4687	46.87	0.2706	0.6804
		3	60	0.4554	45.54	0.2622	0.6754
			80	0.4650	46.50	0.2446	0.7007
			100	0.4531	45.31	0.2416	0.6799
			120	0.4629	46.29	0.2375	0.6732
		4	80	0.4591	45.91	0.2165	0.7046
			100	0.4627	46.27	0.2346	0.7120
			120	0.4576	45.76	0.2320	0.7149
		5	100	0.4457	44.57	0.2086	0.6939
			120	0.4536	45.36	0.2229	0.7088

จากตารางที่ 4.40 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าของจุดแบ่งมีค่าประมาณ 0.4607

ตารางที่ 4.41 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตาม ขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0.99	2	40	0.4633	46.33	0.2957	0.6643
			60	0.4644	46.44	0.2805	0.6782
			80	0.4508	45.08	0.2466	0.6664
			100	0.4569	45.69	0.2533	0.6725
			120	0.4622	46.22	0.2676	0.6725
		3	60	0.4554	45.54	0.2501	0.6937
			80	0.4590	45.90	0.2121	0.7191
			100	0.4507	45.07	0.2143	0.7180
			120	0.4599	45.99	0.2119	0.7092
		4	80	0.4301	43.01	0.1489	0.7148
			100	0.4412	44.12	0.1832	0.7483
			120	0.4374	43.74	0.1780	0.7149
		5	100	0.4026	40.26	0.1465	0.7265
			120	0.4219	42.19	0.1013	0.7208

จากตารางที่ 4.41 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าของจุดแบ่งมีค่าประมาณ 0.4469

ตารางที่ 4.42 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่ สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0	1	20	0.2050	20.50	0.1007	0.4231
			40	0.2100	21.00	0.1041	0.4053
			60	0.2288	22.88	0.1085	0.3994
			80	0.2715	27.15	0.1166	0.4690
			100	0.3087	30.87	0.1674	0.4683
			120	0.3481	34.81	0.2129	0.5110
		2	40	0.2780	27.80	0.1281	0.5206
			60	0.3215	32.15	0.1496	0.5386
			80	0.3655	36.55	0.2091	0.5939
			100	0.4105	41.05	0.2341	0.6256
			120	0.4238	42.38	0.2265	0.6266
		3	60	0.3619	36.19	0.1870	0.5996
			80	0.3943	39.43	0.2116	0.6228
			100	0.4166	41.66	0.2161	0.6673
			120	0.4377	43.77	0.2005	0.6885
		4	80	0.3995	39.95	0.1891	0.6279
			100	0.4145	41.45	0.1835	0.6806
			120	0.4248	42.48	0.2024	0.6838
		5	100	0.4104	41.04	0.1645	0.6707
			120	0.4216	42.16	0.1837	0.6687

จากตารางที่ 4.42 เมื่อพิจารณาค่าข องจุดแบ่ง ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.43 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตาม ขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0.33	2	40	0.2889	28.89	0.1296	0.5275
			60	0.3274	32.74	0.1641	0.5481
			80	0.3751	37.51	0.2084	0.5906
			100	0.4176	41.76	0.2343	0.6437
			120	0.4431	44.31	0.2425	0.6728
		3	60	0.3630	36.30	0.1749	0.6037
			80	0.4161	41.61	0.2065	0.6430
			100	0.4236	42.36	0.2074	0.6724
			120	0.4263	42.63	0.1963	0.6738
		4	80	0.4055	40.55	0.1773	0.6563
			100	0.4127	41.27	0.1560	0.6802
			120	0.4137	41.37	0.1547	0.6910
		5	100	0.3935	39.35	0.0000	0.6864
			120	0.4020	40.20	0.1525	0.7002

จากตารางที่ 4.43 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.44 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0.67	2	40	0.2911	29.11	0.1280	0.5455
			60	0.3481	34.81	0.1919	0.5882
			80	0.3997	39.97	0.2237	0.5992
			100	0.4308	43.08	0.2425	0.6493
			120	0.4441	44.41	0.2354	0.6472
		3	60	0.3786	37.86	0.1768	0.6130
			80	0.4103	41.03	0.1791	0.6657
			100	0.4208	42.08	0.1751	0.6735
			120	0.4146	41.46	0.1879	0.6873
		4	80	0.3938	39.38	0.1320	0.6658
			100	0.4007	40.07	0.1126	0.6824
			120	0.3992	39.92	0.1319	0.6843
		5	100	0.3738	37.38	0.0000	0.7050
			120	0.3912	39.12	0.0000	0.6963

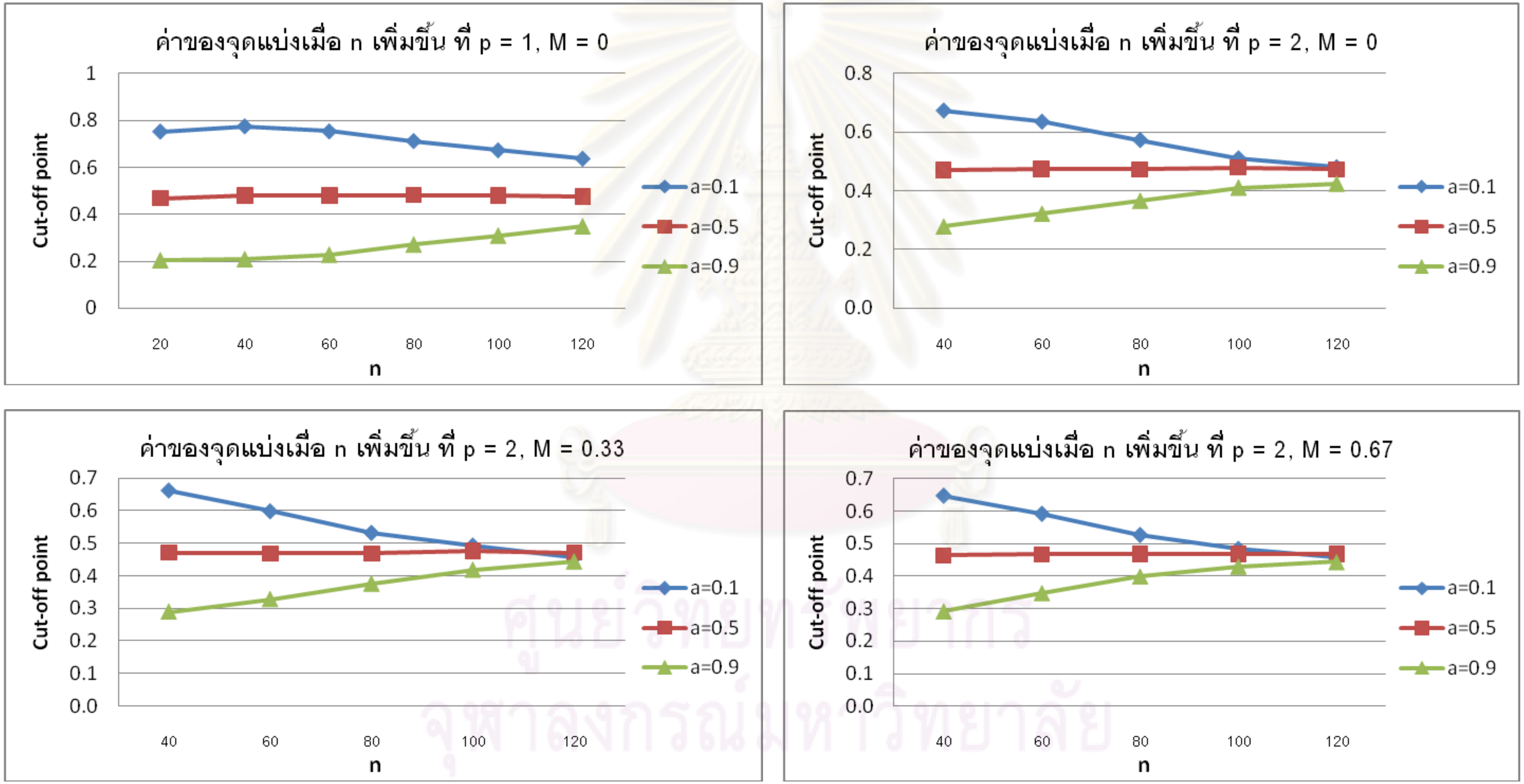
จากตารางที่ 4.44 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.45 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 จำนวนตัวแปรอิสระ (p) เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว โดยจำแนกตาม ขนาดตัวอย่าง (n)

a	M	p	n	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0.99	2	40	0.2966	29.66	0.1310	0.5456
			60	0.3557	35.57	0.1803	0.5651
			80	0.3960	39.60	0.2228	0.5747
			100	0.4226	42.26	0.2559	0.6103
			120	0.4383	43.83	0.2312	0.6227
		3	60	0.3935	39.35	0.1798	0.6194
			80	0.4196	41.96	0.2006	0.6272
			100	0.4291	42.91	0.1873	0.6606
			120	0.4363	43.63	0.1896	0.6758
		4	80	0.4066	40.66	0.0000	0.6602
			100	0.4196	41.96	0.1515	0.6897
			120	0.4167	41.67	0.1532	0.6955
		5	100	0.4022	40.22	0.0000	0.6772
			120	0.3877	38.77	0.0000	0.6879

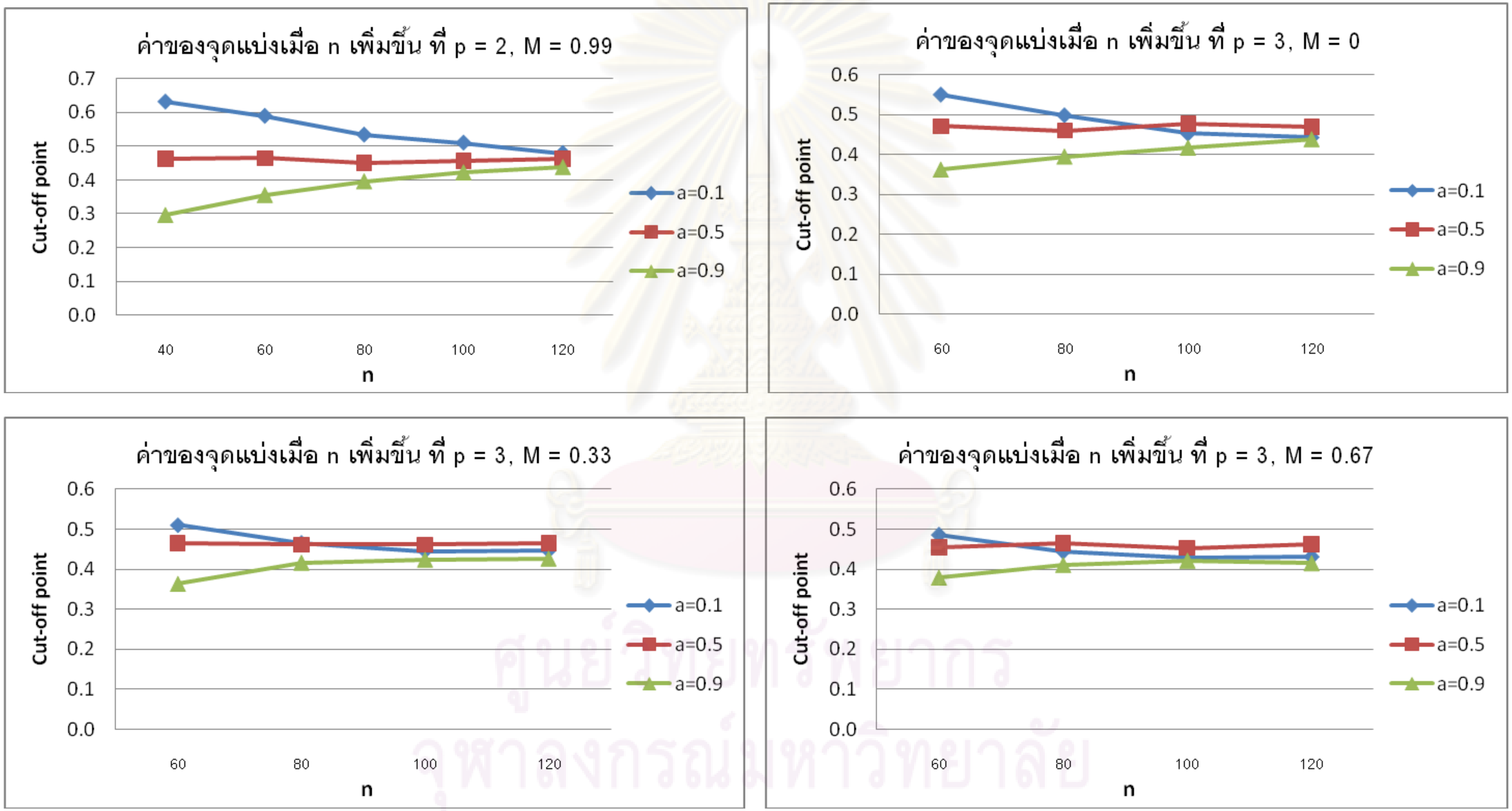
จากตารางที่ 4.45 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความ ล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ตัว เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าสูงขึ้น

รูปที่ 4.3 แสดงค่าจุดแบ่ง เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่



77

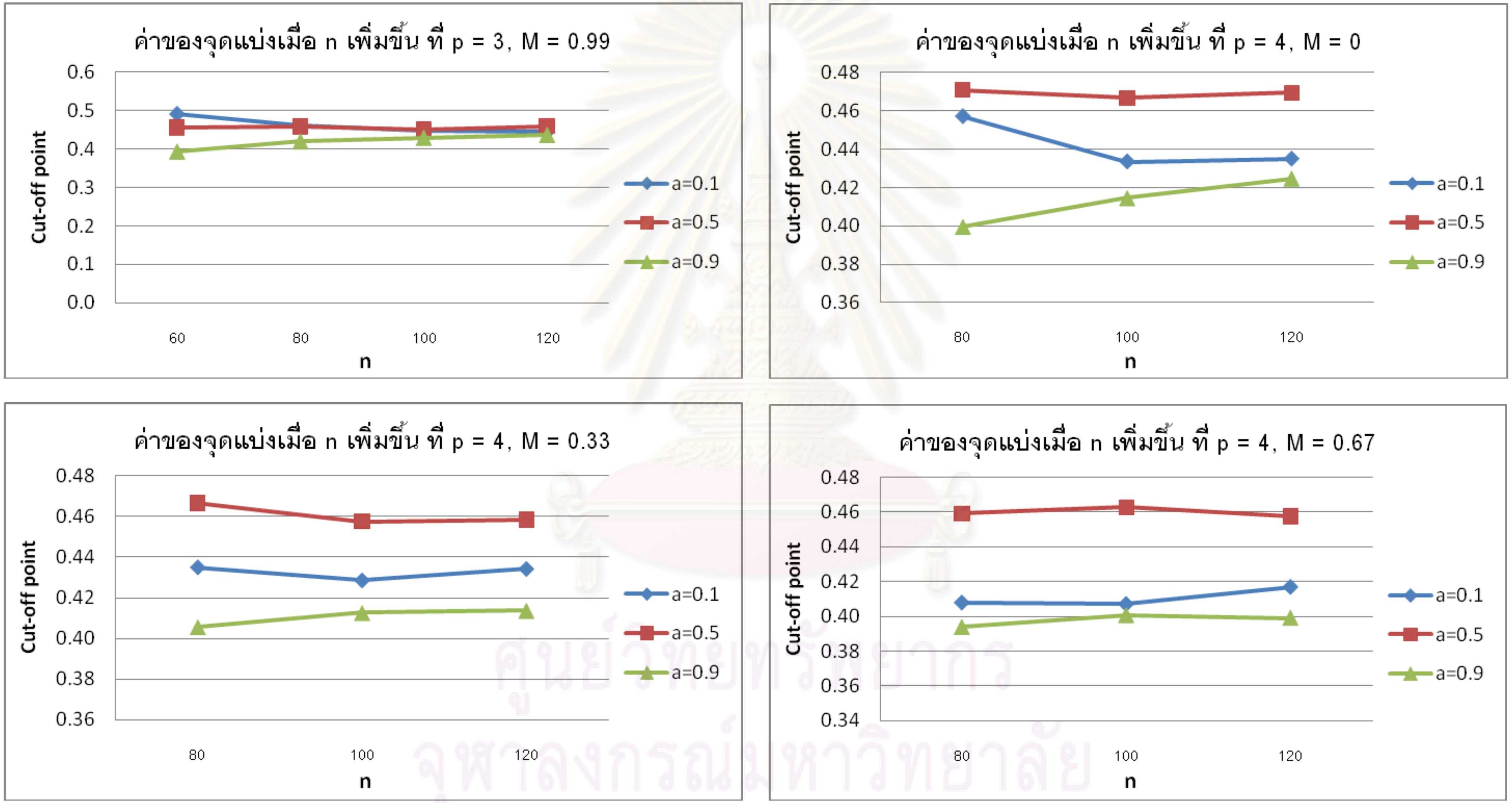
รูปที่ 4.3 (ต่อ)



ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 2, M = 0.99
Cut-off point
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
40
60
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, M = 0
Cut-off point
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
60
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, M = 0.33
Cut-off point
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
60
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, M = 0.67
Cut-off point
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
60
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9

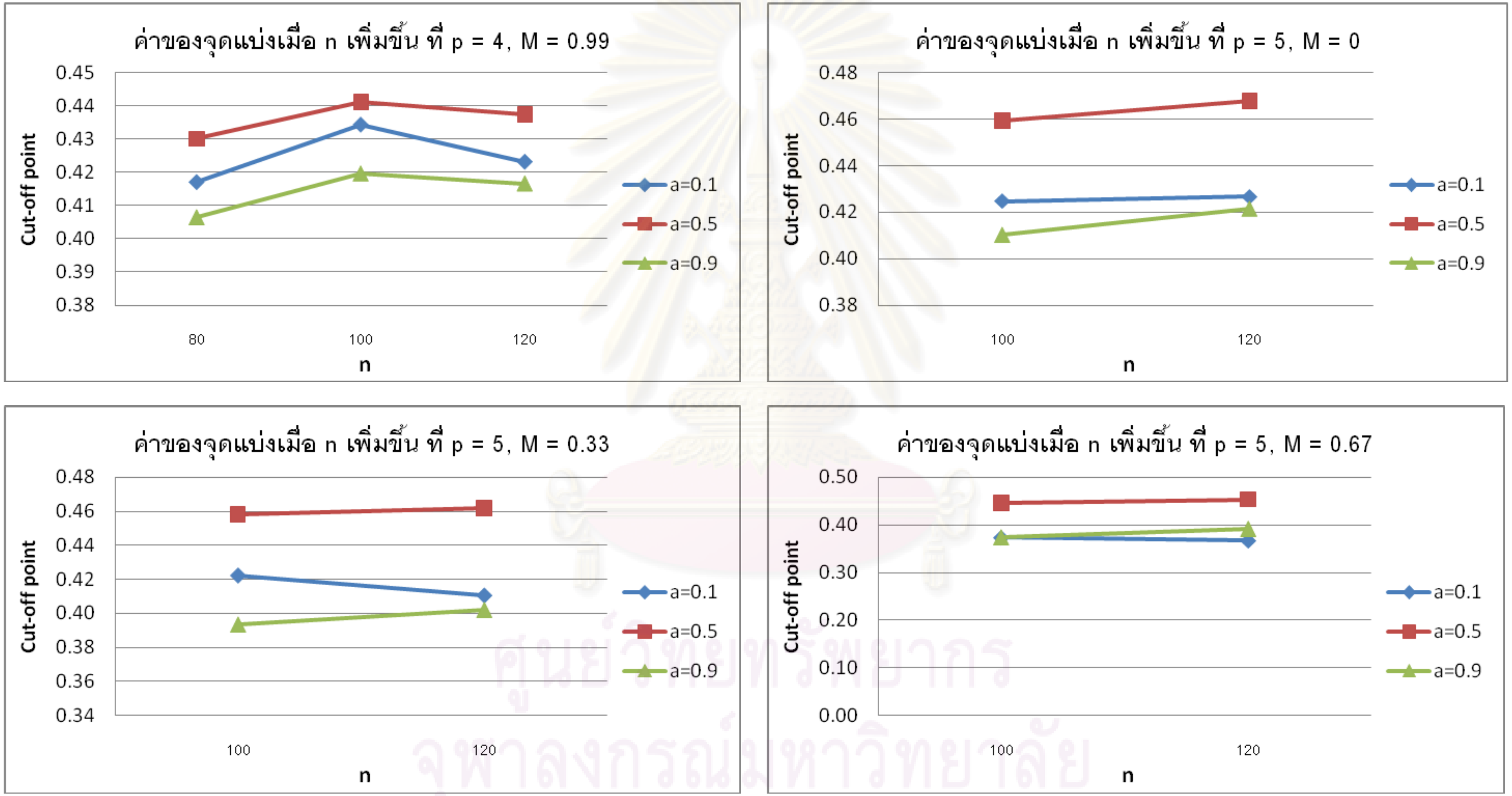
78

รูปที่ 4.3 (ต่อ)

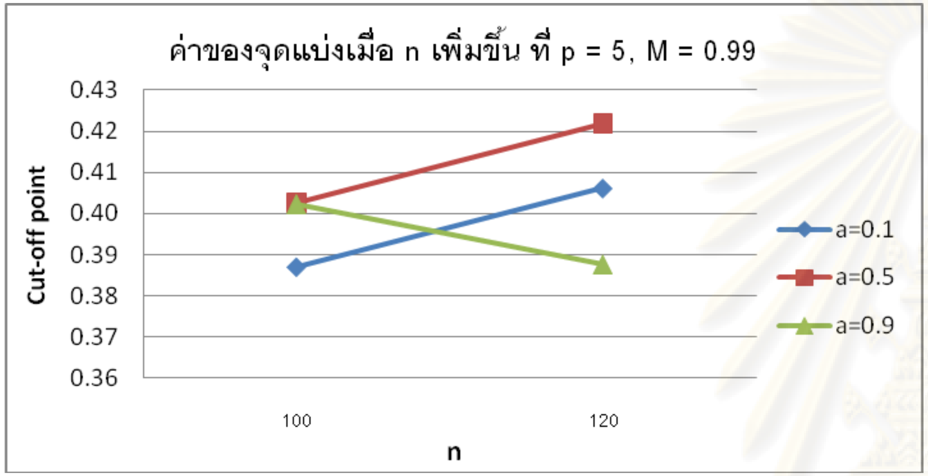

ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 3, M = 0.99
Cut-off point
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
60
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.40
0.38
0.36
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0.33
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.40
0.38
0.36
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0.67
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.40
0.38
0.36
0.34
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9

79

รูปที่ 4.3 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 4, M = 0.99
Cut-off point
0.45
0.44
0.43
0.42
0.41
0.40
0.39
0.38
80
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.40
0.38
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0.33
Cut-off point
0.48
0.46
0.44
0.42
0.40
0.38
0.36
0.34
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0.67
Cut-off point
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9

รูปที่ 4.3 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ n เพิ่มขึ้น ที่ p = 5, M = 0.99
Cut-off point
0.43
0.42
0.41
0.40
0.39
0.38
0.37
0.36
100
120
n
a=0.1
a=0.5
a=0.9

4.1.4 กรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง เมื่อขนาดตัวอย่าง ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาคงที่

ซึ่งผลการวิจัยได้นำเสนอในตารางที่ 4.46 – 4.57 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.46 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0	40	1	0.7755	77.55	0.5163	0.8954
			2	0.6741	67.41	0.3487	0.8629
		60	1	0.7541	75.41	0.5057	0.8917
			2	0.6358	63.58	0.3014	0.8539
			3	0.5494	54.94	0.1957	0.7899
		80	1	0.7125	71.25	0.4670	0.8637
			2	0.5730	57.30	0.2840	0.7812
			3	0.4978	49.78	0.1919	0.7310
			4	0.4570	45.70	0.1540	0.7343
		100	1	0.6726	67.26	0.4656	0.8251
			2	0.5102	51.02	0.2490	0.7239
			3	0.4525	45.25	0.1665	0.7151
			4	0.4335	43.35	0.1389	0.7223
			5	0.4248	42.48	0.1270	0.7093
		120	1	0.6367	63.67	0.4634	0.7828
			2	0.4800	48.00	0.2400	0.7086
			3	0.4428	44.28	0.1964	0.7161
			4	0.4349	43.49	0.1332	0.7200
			5	0.4266	42.66	0.1344	0.7138
			6	0.4098	40.98	0.0860	0.7153

จากตารางที่ 4.46 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.47 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0.33	60	2	0.5983	59.83	0.2880	0.8289
			3	0.5108	51.08	0.1323	0.7661
		80	2	0.5317	53.17	0.2598	0.7361
			3	0.4660	46.60	0.1526	0.7221
			4	0.4350	43.50	0.1093	0.7321
		100	2	0.4928	49.28	0.2611	0.7183
			3	0.4456	44.56	0.1646	0.7161
			4	0.4286	42.86	0.1284	0.7440
			5	0.4221	42.21	0.0001	0.7473
		120	2	0.4558	45.58	0.2248	0.6883
			3	0.4463	44.63	0.1500	0.7268
			4	0.4342	43.42	0.1446	0.7304
			5	0.4105	41.05	0.0957	0.7181
			6	0.3747	37.47	0.0000	0.7186

จากตารางที่ 4.47 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.48 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0.67	60	2	0.5916	59.16	0.2672	0.8034
			3	0.4851	48.51	0.1498	0.7515
		80	2	0.5271	52.71	0.2682	0.7324
			3	0.4447	44.47	0.1450	0.7381
			4	0.4082	40.82	0.0000	0.7428
		100	2	0.4847	48.47	0.2536	0.7015
			3	0.4293	42.93	0.1424	0.7253
			4	0.4073	40.73	0.0928	0.7198
			5	0.3733	37.33	0.0000	0.7360
		120	2	0.4590	45.90	0.2015	0.6880
			3	0.4318	43.18	0.1519	0.7097
			4	0.4171	41.71	0.1029	0.7350
			5	0.3667	36.67	0.0000	0.7328
			6	0.3247	32.47	0.0000	0.7418

จากตารางที่ 4.48 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิ สระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.49 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.1	0.99	60	2	0.5893	58.93	0.2572	0.7888
			3	0.4919	49.19	0.2053	0.7373
		80	2	0.5336	53.36	0.3077	0.7276
			3	0.4612	46.12	0.1877	0.7063
			4	0.4171	41.71	0.1124	0.7196
		100	2	0.5097	50.97	0.2813	0.7065
			3	0.4489	44.89	0.2166	0.6914
			4	0.4344	43.44	0.1619	0.7180
			5	0.3871	38.71	0.0000	0.7041
		120	2	0.4792	47.92	0.2826	0.6891
			3	0.4458	44.58	0.1986	0.7153
			4	0.4232	42.32	0.1597	0.7116
			5	0.4062	40.62	0.0000	0.7177
			6	0.3464	34.64	0.0000	0.7210

จากตารางที่ 4.49 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความ ล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.50 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0	40	1	0.4791	47.91	0.3364	0.6165
			2	0.4709	47.09	0.3011	0.6414
		60	1	0.4799	47.99	0.3184	0.6253
			2	0.4750	47.50	0.3122	0.6321
			3	0.4709	47.09	0.3019	0.6451
		80	1	0.4816	48.16	0.3287	0.6217
			2	0.4726	47.26	0.3085	0.6445
			3	0.4599	45.99	0.2948	0.6386
			4	0.4709	47.09	0.2798	0.6694
		100	1	0.4789	47.89	0.3261	0.6483
			2	0.4791	47.91	0.3167	0.6457
			3	0.4777	47.77	0.2846	0.6685
			4	0.4666	46.66	0.2770	0.6679
			5	0.4595	45.95	0.2762	0.6710
		120	1	0.4764	47.64	0.3175	0.6482
			2	0.4726	47.26	0.2902	0.6507
			3	0.4693	46.93	0.2878	0.6712
			4	0.4693	46.93	0.2758	0.6600
			5	0.4678	46.78	0.2713	0.6629
			6	0.4621	46.21	0.2493	0.6727

จากตารางที่ 4.50 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.51 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0.33	60	2	0.4687	46.87	0.2901	0.6437
			3	0.4658	46.58	0.2751	0.6642
		80	2	0.4683	46.83	0.2945	0.6555
			3	0.4616	46.16	0.2499	0.6587
			4	0.4665	46.65	0.2533	0.6674
		100	2	0.4758	47.58	0.3035	0.6685
			3	0.4617	46.17	0.2722	0.6481
			4	0.4576	45.76	0.2405	0.6855
			5	0.4583	45.83	0.2396	0.7014
		120	2	0.4707	47.07	0.2834	0.6713
			3	0.4650	46.50	0.2628	0.6555
			4	0.4583	45.83	0.2528	0.6775
			5	0.4620	46.20	0.2630	0.6837
			6	0.4678	46.78	0.2538	0.7159

จากตารางที่ 4.51 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.52 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0.67	60	2	0.4673	46.73	0.2740	0.6644
			3	0.4554	45.54	0.2622	0.6754
		80	2	0.4675	46.75	0.2693	0.6578
			3	0.4650	46.50	0.2446	0.7007
			4	0.4591	45.91	0.2165	0.7046
		100	2	0.4680	46.80	0.2719	0.6894
			3	0.4531	45.31	0.2416	0.6799
			4	0.4627	46.27	0.2346	0.7120
			5	0.4457	44.57	0.2086	0.6939
		120	2	0.4687	46.87	0.2706	0.6804
			3	0.4629	46.29	0.2375	0.6732
			4	0.4576	45.76	0.2320	0.7149
			5	0.4536	45.36	0.2229	0.7088
			6	0.4299	42.99	0.2077	0.6929

จากตารางที่ 4.52 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.53 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.5	0.99	60	2	0.4644	46.44	0.2805	0.6782
			3	0.4554	45.54	0.2501	0.6937
		80	2	0.4508	45.08	0.2466	0.6664
			3	0.4590	45.90	0.2121	0.7191
			4	0.4301	43.01	0.1489	0.7148
		100	2	0.4569	45.69	0.2533	0.6725
			3	0.4507	45.07	0.2143	0.7180
			4	0.4412	44.12	0.1832	0.7483
			5	0.4026	40.26	0.1465	0.7265
		120	2	0.4622	46.22	0.2676	0.6725
			3	0.4599	45.99	0.2119	0.7092
			4	0.4374	43.74	0.1780	0.7149
			5	0.4219	42.19	0.1013	0.7208
			6	0.3671	36.71	0.0000	0.7148

จากตารางที่ 4.53 เมื่อพิจารณาค่า ของจุดแบ่ง ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.54 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0	40	1	0.2100	21.00	0.1041	0.4053
			2	0.2780	27.80	0.1281	0.5206
		60	1	0.2288	22.88	0.1085	0.3994
			2	0.3215	32.15	0.1496	0.5386
			3	0.3619	36.19	0.1870	0.5996
		80	1	0.2715	27.15	0.1166	0.4690
			2	0.3655	36.55	0.2091	0.5939
			3	0.3943	39.43	0.2116	0.6228
			4	0.3995	39.95	0.1891	0.6279
		100	1	0.3087	30.87	0.1674	0.4683
			2	0.4105	41.05	0.2341	0.6256
			3	0.4166	41.66	0.2161	0.6673
			4	0.4145	41.45	0.1835	0.6806
			5	0.4104	41.04	0.1645	0.6707
		120	1	0.3481	34.81	0.2129	0.5110
			2	0.4238	42.38	0.2265	0.6266
			3	0.4377	43.77	0.2005	0.6885
			4	0.4248	42.48	0.2024	0.6838
			5	0.4216	42.16	0.1837	0.6687
			6	0.4195	41.95	0.1430	0.6773

จากตารางที่ 4.54 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40, 60, 80, 100 และ 120 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.55 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0.33	60	2	0.3274	32.74	0.1641	0.5481
			3	0.3630	36.30	0.1749	0.6037
		80	2	0.3751	37.51	0.2084	0.5906
			3	0.4161	41.61	0.2065	0.6430
			4	0.4055	40.55	0.1773	0.6563
		100	2	0.4176	41.76	0.2343	0.6437
			3	0.4236	42.36	0.2074	0.6724
			4	0.4127	41.27	0.1560	0.6802
			5	0.3935	39.35	0.0000	0.6864
		120	2	0.4431	44.31	0.2425	0.6728
			3	0.4263	42.63	0.1963	0.6738
			4	0.4137	41.37	0.1547	0.6910
			5	0.4020	40.20	0.1525	0.7002
			6	0.3784	37.84	0.0000	0.6951

จากตารางที่ 4.55 เมื่อพิจารณาค่าของจุ ดแบ่ง ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.33 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และ 80 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่

ค่าของจุดแบ่งมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.56 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตามจำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0.67	60	2	0.3481	34.81	0.1919	0.5882
			3	0.3786	37.86	0.1768	0.6130
		80	2	0.3997	39.97	0.2237	0.5992
			3	0.4103	41.03	0.1791	0.6657
			4	0.3938	39.38	0.1320	0.6658
		100	2	0.4308	43.08	0.2425	0.6493
			3	0.4208	42.08	0.1751	0.6735
			4	0.4007	40.07	0.1126	0.6824
			5	0.3738	37.38	0.0000	0.7050
		120	2	0.4441	44.41	0.2354	0.6472
			3	0.4146	41.46	0.1879	0.6873
			4	0.3992	39.92	0.1319	0.6843
			5	0.3912	39.12	0.0000	0.6963
			6	0.3101	31.01	0.0000	0.6912

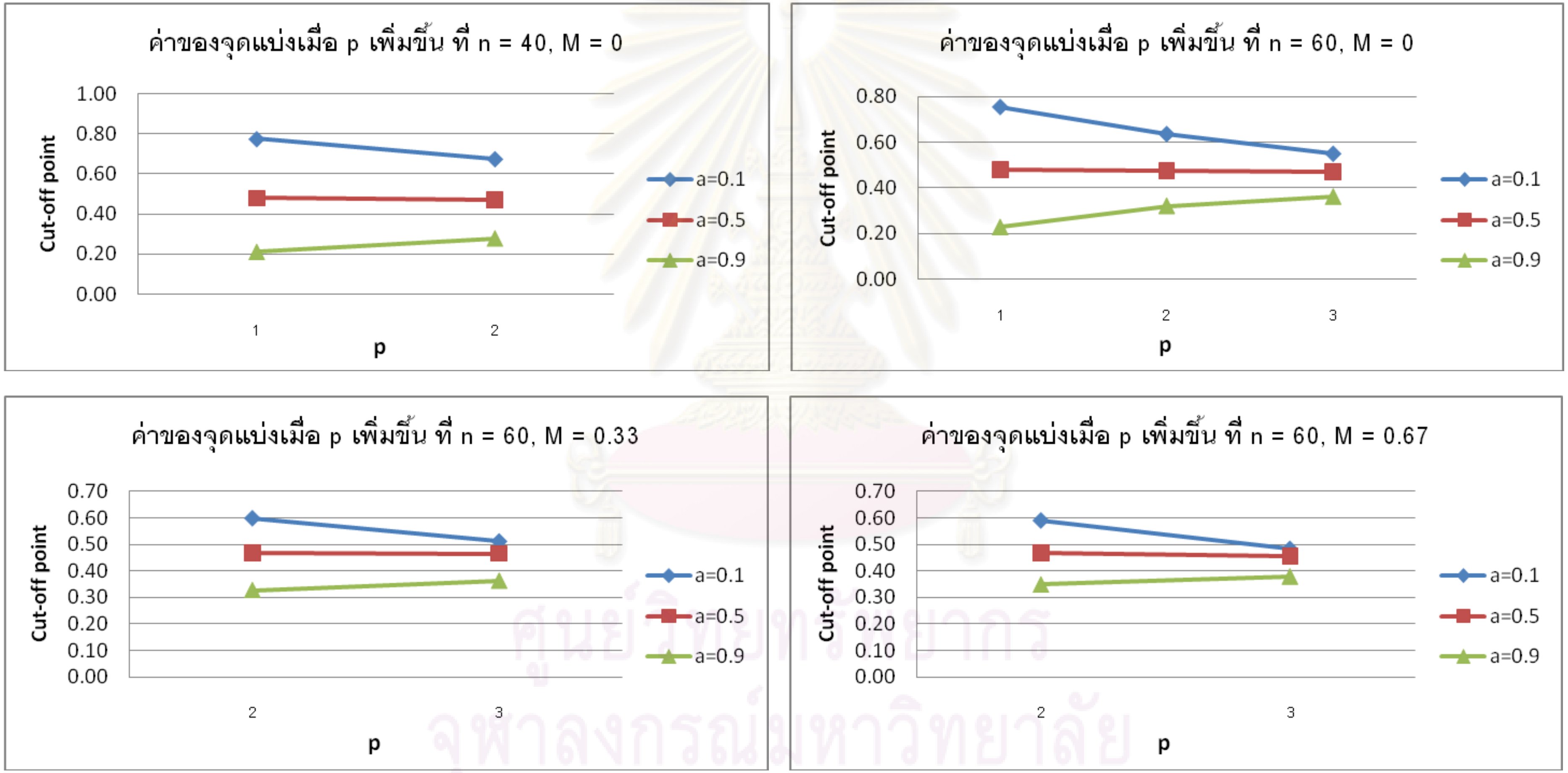
จากตารางที่ 4.56 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และ 80 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.57 แสดงค่าจุดแบ่ง ค่าร้อยละและช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสม เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ (M) เท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 60, 80, 100 และ 120 โดยจำแนกตาม จำนวนตัวแปรอิสระ (p)

a	M	n	p	$\hat{c}$	Percent of $\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
0.9	0.99	60	2	0.3557	35.57	0.1803	0.5651
			3	0.3935	39.35	0.1798	0.6194
		80	2	0.3960	39.60	0.2228	0.5747
			3	0.4196	41.96	0.2006	0.6272
			4	0.4066	40.66	0.0000	0.6602
		100	2	0.4226	42.26	0.2559	0.6103
			3	0.4291	42.91	0.1873	0.6606
			4	0.4196	41.96	0.1515	0.6897
			5	0.4022	40.22	0.0000	0.6772
		120	2	0.4383	43.83	0.2312	0.6227
			3	0.4363	43.63	0.1896	0.6758
			4	0.4167	41.67	0.1532	0.6955
			5	0.3877	38.77	0.0000	0.6879
			6	0.3344	33.44	0.0000	0.6573

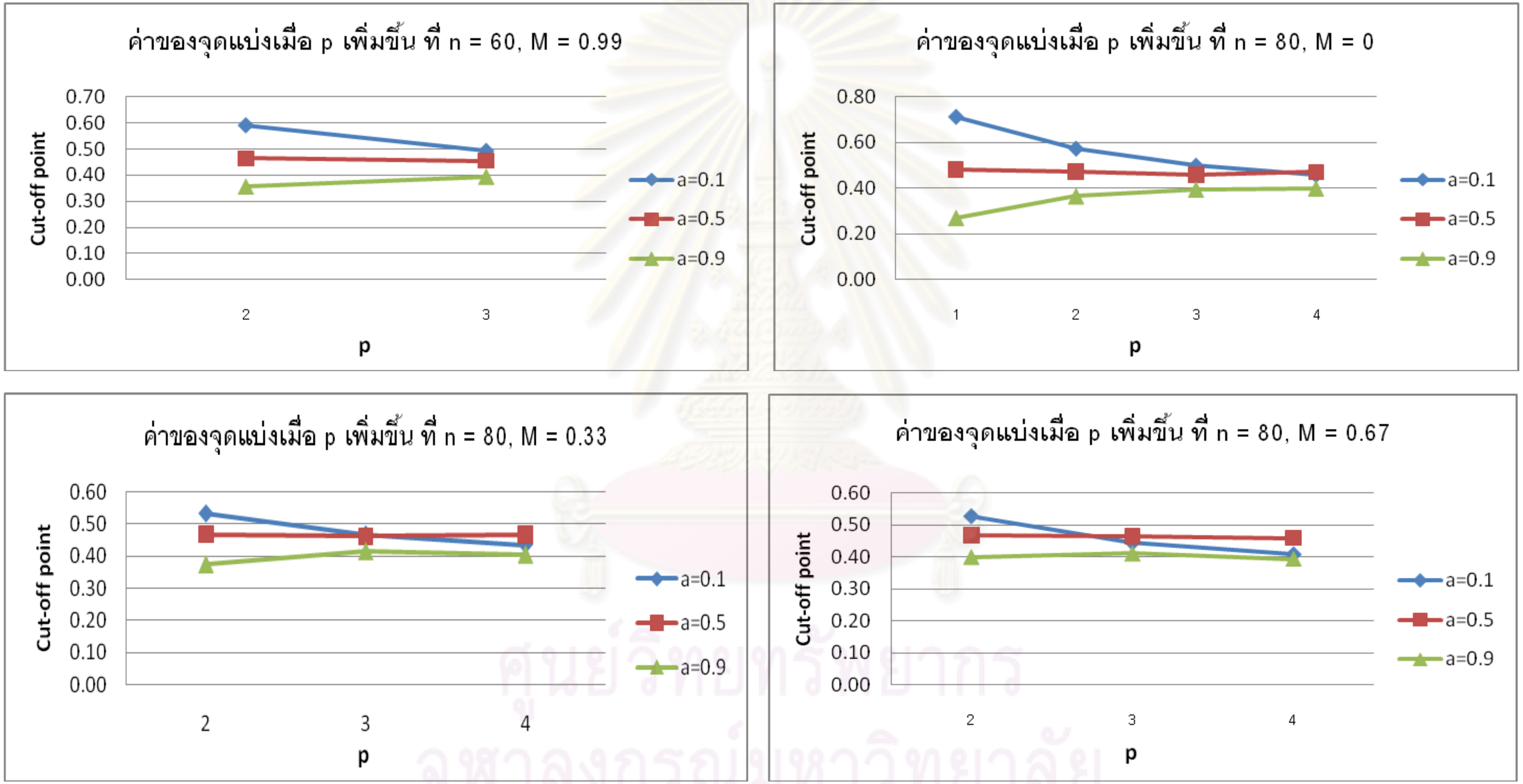
จากตารางที่ 4.57 เมื่อพิจารณาค่าของจุดแบ่ง ที่ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา เท่ากับ 0.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.99 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 และ 80 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และ 120 พบว่าเมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่ค่าของจุดแบ่งมีค่าลดลง

รูปที่ 4.4 แสดงค่าจุดแบ่ง เมื่อ จำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง เมื่อขนาดตัวอย่าง ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาคงที่



94

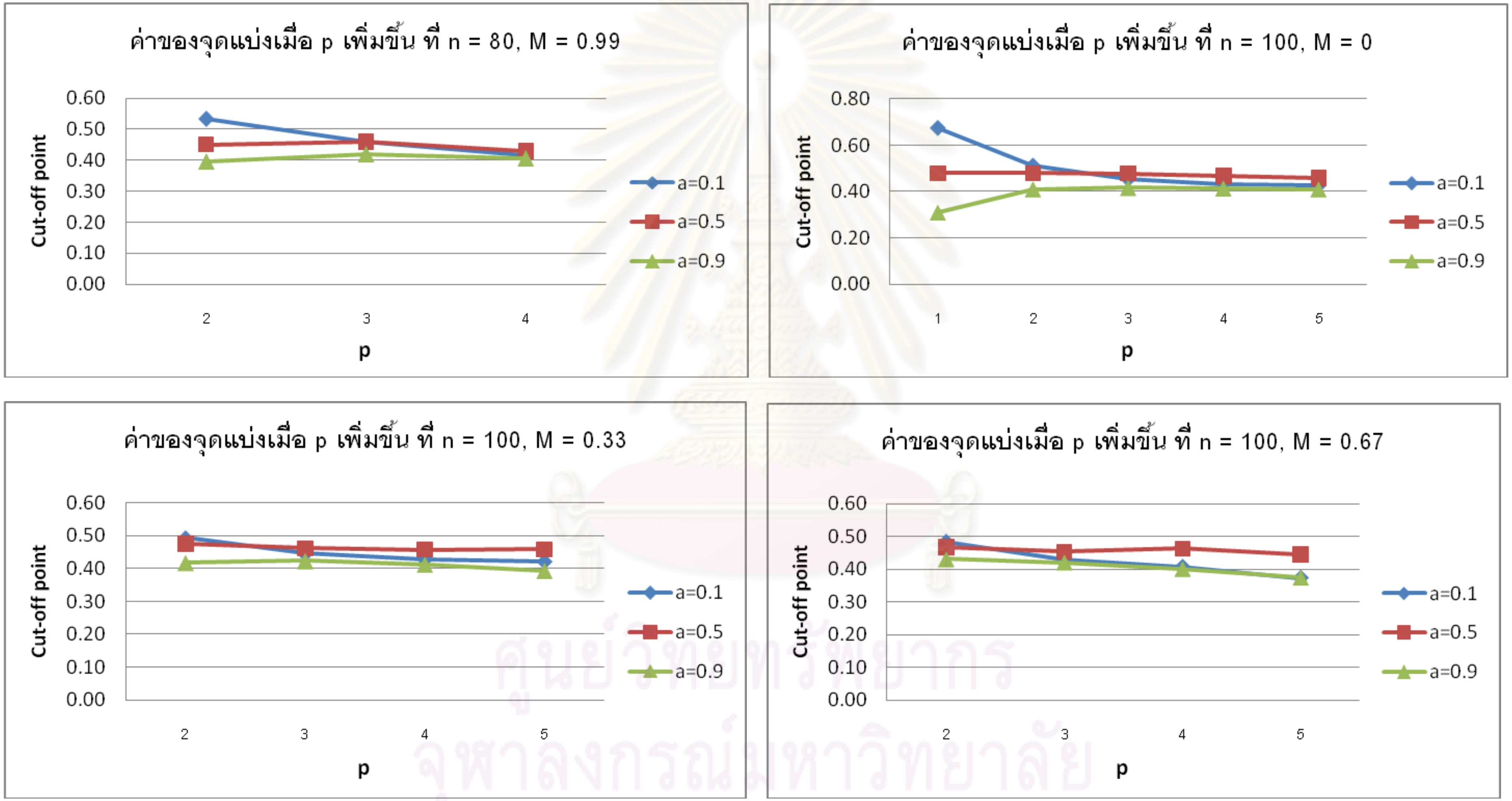
รูปที่ 4.4 (ต่อ)



ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 60, M = 0.99
Cut-off point
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 80, M = 0
Cut-off point
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 80, M = 0.33
Cut-off point
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 80, M = 0.67
Cut-off point
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9

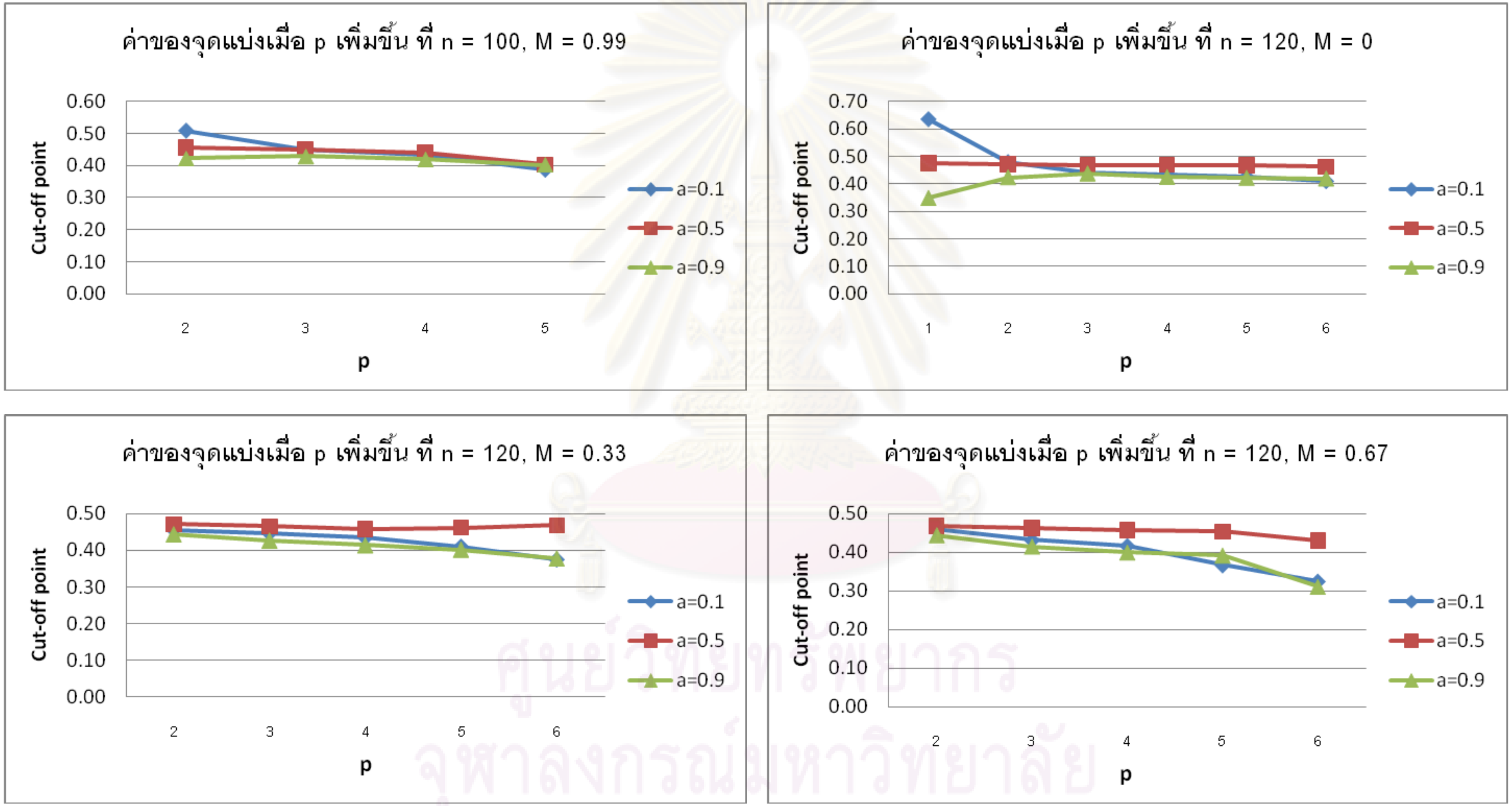
95

รูปที่ 4.4 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 80, M = 0.99
Cut-off point
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2
3
4
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 100, M = 0
Cut-off point
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1
2
3
4
5
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 100, M = 0.33
Cut-off point
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2
3
4
5
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 100, M = 0.67
Cut-off point
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2
3
4
5
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9

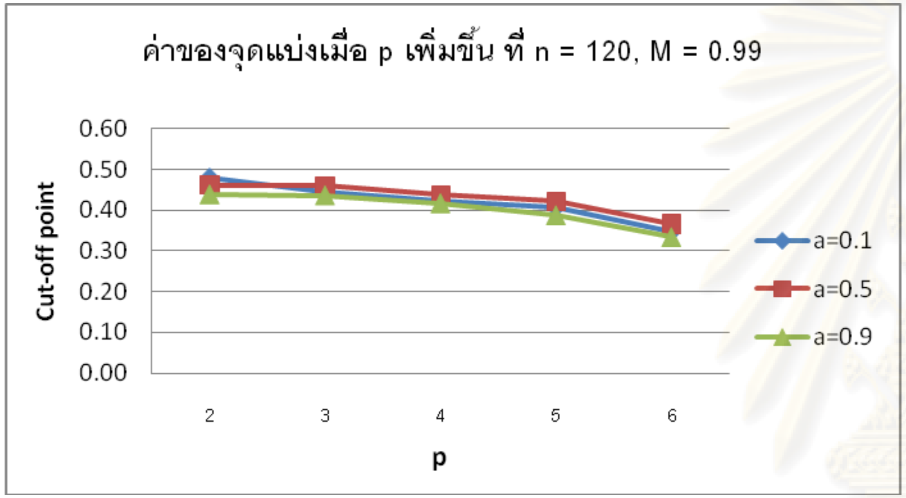
96

รูปที่ 4.4 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 100, M = 0.99
Cut-off point
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2
3
4
5
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 120, M = 0
Cut-off point
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
1
2
3
4
5
6
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 120, M = 0.33
Cut-off point
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2
3
4
5
6
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9
ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 120, M = 0.67
Cut-off point
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2
3
4
5
6
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9

97

รูปที่ 4.4 (ต่อ)


ค่าของจุดแบ่งเมื่อ p เพิ่มขึ้น ที่ n = 120, M = 0.99
Cut-off point
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2
3
4
5
6
p
a=0.1
a=0.5
a=0.9

4.1.5 ค่าจุดแบ่ง และช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่งที่เหมาะสมของทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

ตารางที่ 4.58 แสดงค่าจุดแบ่ง และช่วงความเชื่อมั่นของจุดแบ่ง ที่เหมาะสมของทุกสถานการณ์ที่ศึกษา

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
20	1	0	0.1	0.7532	0.3035	0.8967
20	1	0	0.5	0.4682	0.2944	0.6165
20	1	0	0.9	0.205	0.1007	0.4231
40	1	0	0.1	0.7755	0.5163	0.8954
40	2	0	0.1	0.6741	0.3487	0.8629
40	1	0	0.5	0.4791	0.3364	0.6165
40	2	0	0.5	0.4709	0.3011	0.6414
40	1	0	0.9	0.21	0.1041	0.4053
40	2	0	0.9	0.278	0.1281	0.5206
40	2	0.33	0.1	0.6621	0.2641	0.8595
40	2	0.33	0.5	0.471	0.2902	0.6505
40	2	0.33	0.9	0.2889	0.1296	0.5275
40	2	0.67	0.1	0.6467	0.2609	0.8567
40	2	0.67	0.5	0.4637	0.2713	0.6403
40	2	0.67	0.9	0.2911	0.128	0.5455
40	2	0.99	0.1	0.6317	0.2189	0.8584
40	2	0.99	0.5	0.4633	0.2957	0.6643
40	2	0.99	0.9	0.2966	0.1310	0.5456
60	1	0	0.1	0.7541	0.5057	0.8917
60	2	0	0.1	0.6358	0.3014	0.8539
60	3	0	0.1	0.5494	0.1957	0.7899
60	1	0	0.5	0.4799	0.3184	0.6253

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
60	2	0	0.5	0.475	0.3122	0.6321
60	3	0	0.5	0.4709	0.3019	0.6451
60	1	0	0.9	0.2288	0.1085	0.3994
60	2	0	0.9	0.3215	0.1496	0.5386
60	3	0	0.9	0.3619	0.1870	0.5996
60	2	0.33	0.1	0.5983	0.2880	0.8289
60	3	0.33	0.1	0.5108	0.1323	0.7661
60	2	0.33	0.5	0.4687	0.2901	0.6437
60	3	0.33	0.5	0.4658	0.2751	0.6642
60	2	0.33	0.9	0.3274	0.1641	0.5481
60	3	0.33	0.9	0.363	0.1749	0.6037
60	2	0.67	0.1	0.5916	0.2672	0.8034
60	3	0.67	0.1	0.4851	0.1498	0.7515
60	2	0.67	0.5	0.4673	0.2740	0.6644
60	3	0.67	0.5	0.4554	0.2622	0.6754
60	2	0.67	0.9	0.3481	0.1919	0.5882
60	3	0.67	0.9	0.3786	0.1768	0.613
60	2	0.99	0.1	0.5893	0.2572	0.7888
60	3	0.99	0.1	0.4919	0.2053	0.7373
60	2	0.99	0.5	0.4644	0.2805	0.6782
60	3	0.99	0.5	0.4554	0.2501	0.6937
60	2	0.99	0.9	0.3557	0.1803	0.5651
60	3	0.99	0.9	0.3935	0.1798	0.6194

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
80	1	0	0.1	0.7125	0.4670	0.8637
80	2	0	0.1	0.573	0.2840	0.7812
80	3	0	0.1	0.4978	0.1919	0.731
80	4	0	0.1	0.457	0.1540	0.7343
80	1	0	0.5	0.4816	0.3287	0.6217
80	2	0	0.5	0.4726	0.3085	0.6445
80	3	0	0.5	0.4599	0.2948	0.6386
80	4	0	0.5	0.4709	0.2798	0.6694
80	1	0	0.9	0.2715	0.1166	0.469
80	2	0	0.9	0.3655	0.2091	0.5939
80	3	0	0.9	0.3943	0.2116	0.6228
80	4	0	0.9	0.3995	0.1891	0.6279
80	2	0.33	0.1	0.5317	0.2598	0.7361
80	3	0.33	0.1	0.466	0.1526	0.7221
80	4	0.33	0.1	0.435	0.1093	0.7321
80	2	0.33	0.5	0.4683	0.2945	0.6555
80	3	0.33	0.5	0.4616	0.2499	0.6587
80	4	0.33	0.5	0.4665	0.2533	0.6674
80	2	0.33	0.9	0.3751	0.2084	0.5906
80	3	0.33	0.9	0.4161	0.2065	0.643
80	4	0.33	0.9	0.4055	0.1773	0.6563
80	2	0.67	0.1	0.5271	0.2682	0.7324
80	3	0.67	0.1	0.4447	0.1450	0.7381

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
80	4	0.67	0.1	0.4082	0.0000	0.7428
80	2	0.67	0.5	0.4675	0.2693	0.6578
80	3	0.67	0.5	0.465	0.2446	0.7007
80	4	0.67	0.5	0.4591	0.2165	0.7046
80	2	0.67	0.9	0.3997	0.2237	0.5992
80	3	0.67	0.9	0.4103	0.1791	0.6657
80	4	0.67	0.9	0.3938	0.1320	0.6658
80	2	0.99	0.1	0.5336	0.3077	0.7276
80	3	0.99	0.1	0.4612	0.1877	0.7063
80	4	0.99	0.1	0.4171	0.1124	0.7196
80	2	0.99	0.5	0.4508	0.2466	0.6664
80	3	0.99	0.5	0.459	0.2121	0.7191
80	4	0.99	0.5	0.4301	0.1489	0.7148
80	2	0.99	0.9	0.396	0.2228	0.5747
80	3	0.99	0.9	0.4196	0.2006	0.6272
80	4	0.99	0.9	0.4066	0.0000	0.6602
100	1	0	0.1	0.6726	0.4656	0.8251
100	2	0	0.1	0.5102	0.249	0.7239
100	3	0	0.1	0.4525	0.1665	0.7151
100	4	0	0.1	0.4335	0.1389	0.7223
100	5	0	0.1	0.4248	0.1270	0.7093
100	1	0	0.5	0.4789	0.3261	0.6483
100	2	0	0.5	0.4791	0.3167	0.6457

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
100	3	0	0.5	0.4777	0.2846	0.6685
100	4	0	0.5	0.4666	0.2770	0.6679
100	5	0	0.5	0.4595	0.2762	0.671
100	1	0	0.9	0.3087	0.1674	0.4683
100	2	0	0.9	0.4105	0.2341	0.6256
100	3	0	0.9	0.4166	0.2161	0.6673
100	4	0	0.9	0.4145	0.1835	0.6806
100	5	0	0.9	0.4104	0.1645	0.6707
100	2	0.33	0.1	0.4928	0.2611	0.7183
100	3	0.33	0.1	0.4456	0.1646	0.7161
100	4	0.33	0.1	0.4286	0.1284	0.744
100	5	0.33	0.1	0.4221	0.0001	0.7473
100	2	0.33	0.5	0.4758	0.3035	0.6685
100	3	0.33	0.5	0.4617	0.2722	0.6481
100	4	0.33	0.5	0.4576	0.2405	0.6855
100	5	0.33	0.5	0.4583	0.2396	0.7014
100	2	0.33	0.9	0.4176	0.2343	0.6437
100	3	0.33	0.9	0.4236	0.2074	0.6724
100	4	0.33	0.9	0.4127	0.1560	0.6802
100	5	0.33	0.9	0.3935	0.0000	0.6864
100	2	0.67	0.1	0.4847	0.2536	0.7015
100	3	0.67	0.1	0.4293	0.1424	0.7253
100	4	0.67	0.1	0.4073	0.0928	0.7198

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
100	5	0.67	0.1	0.3733	0.0000	0.736
100	2	0.67	0.5	0.468	0.2719	0.6894
100	3	0.67	0.5	0.4531	0.2416	0.6799
100	4	0.67	0.5	0.4627	0.2346	0.712
100	5	0.67	0.5	0.4457	0.2086	0.6939
100	2	0.67	0.9	0.4308	0.2425	0.6493
100	3	0.67	0.9	0.4208	0.1751	0.6735
100	4	0.67	0.9	0.4007	0.1126	0.6824
100	5	0.67	0.9	0.3738	0.0000	0.705
100	2	0.99	0.1	0.5097	0.2813	0.7065
100	3	0.99	0.1	0.4489	0.2166	0.6914
100	4	0.99	0.1	0.4344	0.1619	0.718
100	5	0.99	0.1	0.3871	0.0000	0.7041
100	2	0.99	0.5	0.4569	0.2533	0.6725
100	3	0.99	0.5	0.4507	0.2143	0.718
100	4	0.99	0.5	0.4412	0.1832	0.7483
100	5	0.99	0.5	0.4026	0.1465	0.7265
100	2	0.99	0.9	0.4226	0.2559	0.6103
100	3	0.99	0.9	0.4291	0.1873	0.6606
100	4	0.99	0.9	0.4196	0.1515	0.6897
100	5	0.99	0.9	0.4022	0.0000	0.6772
120	1	0	0.1	0.6367	0.4634	0.7828
120	2	0	0.1	0.48	0.2400	0.7086

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
120	3	0	0.1	0.4428	0.1964	0.7161
120	4	0	0.1	0.4349	0.1332	0.72
120	5	0	0.1	0.4266	0.1344	0.7138
120	6	0	0.1	0.4098	0.0860	0.7153
120	1	0	0.5	0.4764	0.3175	0.6482
120	2	0	0.5	0.4726	0.2902	0.6507
120	3	0	0.5	0.4693	0.2878	0.6712
120	4	0	0.5	0.4693	0.2758	0.66
120	5	0	0.5	0.4678	0.2713	0.6629
120	6	0	0.5	0.4621	0.2493	0.6727
120	1	0	0.9	0.3481	0.2129	0.511
120	2	0	0.9	0.4238	0.2265	0.6266
120	3	0	0.9	0.4377	0.2005	0.6885
120	4	0	0.9	0.4248	0.2024	0.6838
120	5	0	0.9	0.4216	0.1837	0.6687
120	6	0	0.9	0.4195	0.1430	0.6773
120	2	0.33	0.1	0.4558	0.2248	0.6883
120	3	0.33	0.1	0.4463	0.1500	0.7268
120	4	0.33	0.1	0.4342	0.1446	0.7304
120	5	0.33	0.1	0.4105	0.0957	0.7181
120	6	0.33	0.1	0.3747	0.0000	0.7186
120	2	0.33	0.5	0.4707	0.2834	0.6713
120	3	0.33	0.5	0.465	0.2628	0.6555

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
120	4	0.33	0.5	0.4583	0.2528	0.6775
120	5	0.33	0.5	0.462	0.2630	0.6837
120	6	0.33	0.5	0.4678	0.2538	0.7159
120	2	0.33	0.9	0.4431	0.2425	0.6728
120	3	0.33	0.9	0.4263	0.1963	0.6738
120	4	0.33	0.9	0.4137	0.1547	0.691
120	5	0.33	0.9	0.402	0.1525	0.7002
120	6	0.33	0.9	0.3784	0.0000	0.6951
120	2	0.67	0.1	0.459	0.2015	0.688
120	3	0.67	0.1	0.4318	0.1519	0.7097
120	4	0.67	0.1	0.4171	0.1029	0.735
120	5	0.67	0.1	0.3667	0.0000	0.7328
120	6	0.67	0.1	0.3247	0.0000	0.7418
120	2	0.67	0.5	0.4687	0.2706	0.6804
120	3	0.67	0.5	0.4629	0.2375	0.6732
120	4	0.67	0.5	0.4576	0.2320	0.7149
120	5	0.67	0.5	0.4536	0.2229	0.7088
120	6	0.67	0.5	0.4299	0.2077	0.6929
120	2	0.67	0.9	0.4441	0.2354	0.6472
120	3	0.67	0.9	0.4146	0.1879	0.6873
120	4	0.67	0.9	0.3992	0.1319	0.6843
120	5	0.67	0.9	0.3912	0.0000	0.6963
120	6	0.67	0.9	0.3101	0.0000	0.6912

ตารางที่ 4.58 (ต่อ)

n	p	M	a	$\hat{c}$	CI.Lower of $\hat{c}$	CI.Upper of $\hat{c}$
120	2	0.99	0.1	0.4792	0.2826	0.6891
120	3	0.99	0.1	0.4458	0.1986	0.7153
120	4	0.99	0.1	0.4232	0.1597	0.7116
120	5	0.99	0.1	0.4062	0.0000	0.7177
120	6	0.99	0.1	0.3464	0.0000	0.721
120	2	0.99	0.5	0.4622	0.2676	0.6725
120	3	0.99	0.5	0.4599	0.2119	0.7092
120	4	0.99	0.5	0.4374	0.1780	0.7149
120	5	0.99	0.5	0.4219	0.1013	0.7208
120	6	0.99	0.5	0.3671	0.0000	0.7148
120	2	0.99	0.9	0.4383	0.2312	0.6227
120	3	0.99	0.9	0.4363	0.1896	0.6758
120	4	0.99	0.9	0.4167	0.1532	0.6955
120	5	0.99	0.9	0.3877	0.0000	0.6879
120	6	0.99	0.9	0.3344	0.0000	0.6573

4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวแบบ การถดถอยพหุคูณเพื่อใช้ประมาณค่าของจุดแบ่งที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกกลุ่มของข้อมูลในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

เมื่อได้ค่าร้อยละของจุดแบ่งที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์แล้ว จะนำค่าของจุดแบ่งนั้นไปเข้าสมการการถดถอยพหุคูณที่มีผลอันตรกิริยา (Interaction) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ แล้วนำค่าพารามิเตอร์นั้นไปใช้สำหรับการประมาณค่าของจุดแบ่งที่ เหมาะสมสำหรับการจำแนกกลุ่มของข้อมูลในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป ซึ่งผลการวิจัยได้นำเสนอในตาราง 4.59 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.59 แสดงการประมาณค่าพารามิเตอร์จากตัวแบบการถดถอยพหุคูณ

	θ	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
Intercept	114.363	3.2379	35.320	0.000
n	-0.005	0.0003	-13.477	0.000
p	-0.176	0.0163	-10.784	0.000
M	-0.149	0.0532	-2.805	0.006
a	-1.268	0.0514	-24.684	0.000
ap	0.003	0.0003	11.882	0.000
an	8.67E-05	5.26E-06	16.485	0.000
aM	2.72E-03	0.0005	5.942	0.000
np	1.18E-05	1.49E-06	7.921	0.000
nM	3.39E-06	4.76E-06	0.711	0.478
pM	4.32E-04	2.62E-04	1.649	0.101
apn	-2.23E-07	2.40E-08	-9.316	0.000
apM	-8.11E-06	3.46E-06	-2.347	0.020
pnM	-2.41E-08	2.22E-08	-1.088	0.278
apnM	1.91E-10	2.56E-10	0.746	0.457

จากตารางที่ 4.59 ผลการวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบการถดถอยพหุคูณที่มีผลอันตรกิริยา คือ $Percent\ \ of\ \hat{c} = \theta_0 + \theta_1(p) + \theta_2(a) + \theta_3(n) + \theta_4(M) + \theta_5(ap) + \theta_6(an) + \theta_7(aM) + \theta_8(np) + \theta_9(nM) + \theta_{10}(pM) + \theta_{11}(apn) + \theta_{12}(apM) + \theta_{13}(pnM) + \theta_{14}(apnM) + \varepsilon$ พบว่าปัจจัยที่ทำการศึกษา มีผลต่อ ค่าร้อยละของจุดแบ่ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยถ้าสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเพิ่มขึ้น 1% ค่าร้อยละของจุดแบ่งจะลดลง 1.268% เมื่อปัจจัยอื่นๆ คงที่ ระดับความสัมพันธ์ระหว่ างตัวแปรอิสระ เพิ่มขึ้น 1% ค่าร้อยละของจุดแบ่งจะลดลง 0.149% เมื่อปัจจัยอื่นๆ คงที่ ขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น 1% ค่าร้อยละของจุดแบ่งจะลดลง 0.005% เมื่อปัจจัยอื่นๆ คงที่ และจำนวนตัวแปรอิสระ เพิ่มขึ้น 1% ค่าร้อยละของจุดแบ่งจะลดลง 0.176% เมื่อปัจจัยอื่นๆ คงที่

ตารางที่ 4.60 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน (R Square)

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.952	0.907	0.900	2.65886

Predictors: (Intercept), apnM, n, a, p, M, pnM, apn, aM, an, nM, np, apM, ap, pM

จากตารางที่ 4.60 แสดงค่าความผันแปรทั้งหมดของจุดแบ่งมีสาเหตุจากความผันแปรของ n, a, p, M, aM, an, np, ap, pM, nM, apn, pnM, apM, apnM คิดเป็น 90.7% (R^2) ส่วนความผันแปรของค่าของจุดแบ่งที่เหลืออีก 9.3% เกิดจากสาเหตุอื่น ๆ ที่ไม่ได้พิจารณาในการศึกษาครั้งนี้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่มในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภทสำหรับแต่ละสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา และทำการวิเคราะห์ตัวแบบการถด ถอยพหุคูณที่มีผลอันตรกิริยาเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับใช้ในการประมาณค่าของจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป โดยใช้ทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006) การจำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จะจำลองขึ้น โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ด้วยโปรแกรม R ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ในการวิจัยครั้งนี้ที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยมีข้อสรุปดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การนำเสนอการสรุปผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน

5.1.1 สรุปผลค่าของจุดแบ่งของแต่ละสถานการณ์

<u>กรณีสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเพิ่มขึ้น</u>

ตารางที่ 5.1 แสดงผลสรุปค่าจุดแบ่งกรณีสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเพิ่มขึ้น (a) เมื่อขนาดตัวอย่าง (n) จำนวนตัวแปรอิสระ (p) และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) คงที่

สถานการณ์	ค่าจุดแบ่ง
p = 1, M = 0, n = 20, 40, 60, 80, 100, 120	มีแนวโน้มลดลง
p = 2, M = 0, n = 40, 60, 80, 100, 120	
p = 2, M = 0.33, n = 40, 60, 80, 100, 120	
p = 2, M = 0.67, n = 40, 60, 80, 100, 120	
p = 2, M = 0.99, n = 40, 60, 80, 100, 120	
p = 3, M = 0, 0.33, 0.67, 0.99, n = 60, 80	

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

<table>
<tr><th>สถานการณ์</th><th>ค่าจุดแบ่ง</th></tr>
<tr><td>p = 3, M = 0, 0.33, 0.67, 0.99, n = 100, 120</td><td rowspan="10">มีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อ a = 0.5</td></tr>
<tr><td>p = 4, M = 0, n = 80, 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 4, M = 0.33, n = 80, 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 4, M = 0.67, n = 80, 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 4, M = 0.99, n = 80, 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 5, M = 0, n = 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 5, M = 0.33, n = 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 5, M = 0.67, n = 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 5, M = 0.99, n = 100, 120</td></tr>
<tr><td>p = 6, M = 0, 0.33, 0.67, 0.99, n = 120</td></tr>
</table>

จากตารางที่ 5.1 ค่าจุดแบ่งกรณีที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดตัวอย่าง จำนวนตัว แปรอิสระและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ คงที่ สรุปผลได้ว่า

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระน้อย (p = 1, 2) ที่ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง และทุกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระปานกลาง (p = 3) ที่ขนาดตัวอย่างปานกล าง (n = 60, 80) และที่ทุกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นที่ ขนาดตัวอย่างใหญ่ (n = 100, 120) ค่าจุดแบ่งมีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระปานกลางและมาก (p = 4, 5, 6) ที่ทุกระดับของขนาดตัวอย่างและทุกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ พบว่า ค่าจุดแบ่ง มีค่าลู่เข้า 0.5 เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาเท่ากับ 0.5

จากผลลัพธ์ทั้งหมดของค่าของจุดแบ่ง เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใ จ ศึกษาเปลี่ยนแปลง แต่ขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่ สรุปได้ว่า เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.5 นั่นคือ สัดส่วนของความล้มเหลว และความสำเร็จ ของลักษณะที่สนใจศึกษา มีค่าเท่ากัน ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้าสู่ 0.5 ซึ่งเป็นค่าจุดแบ่งที่ถูกกำหนดให้ใช้กันในปัจจุบันเพราะเหตุผลที่ว่า กลุ่มของความสำเร็จมีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากับกลุ่มของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา แต่เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าอื่นๆ ค่าของจุดแบ่งจะไม่ลู่เข้า 0.5 แต่จะมีค่าต่ำกว่า 0.5 และแตกต่างกันไปตามสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา

<u>กรณีระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น</u>

ตารางที่ 5.2 แสดงผลสรุปค่าจุดแบ่งกรณีระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (M) เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) ขนาดตัวอย่าง (n) และจำนวนตัวแปรอิสระ (p) คงที่

สถานการณ์	ค่าจุดแบ่ง
a = 0.1, p = 2, n = 40, 60	มีแนวโน้มลดลง
a = 0.1, p = 2, n = 80, 100, 120	มีค่าลดลงต่ำสุด ที่ M = 0.67 และหลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้น
a = 0.1, p = 3, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.1, p = 4, n = 80, 100, 120	
a = 0.1, p = 5, n = 100, 120	
a = 0.1, p = 6, n = 120	
a = 0.5, p = 2, n = 40, 60, 80, 100, 120	มีแนวโน้มลดลง
a = 0.5, p = 3, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.5, p = 4, n = 80, 100, 120	
a = 0.5, p = 5, n = 100, 120	
a = 0.5, p = 6, n = 120	
a = 0.9, p = 2, n = 40, 60	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
a = 0.9, p = 2, n = 80, 100, 120	มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด ที่ M = 0.67 และหลังจากนั้นจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

สถานการณ์	ค่าจุดแบ่ง
a = 0.9, p = 3, n = 60, 80, 100	มีแนวโน้มลดลง
a = 0.9, p = 3, n = 120	มีค่าลดลงต่ำสุด ที่ M = 0.67 และหลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้น
a = 0.9, p = 4, n = 80, 100, 120	
a = 0.9, p = 5, n = 100	
a = 0.9, p = 5, n = 120	มีแนวโน้มลดลง
a = 0.9, p = 6, n = 120	มีค่าลดลงต่ำสุด ที่ M = 0.67 และหลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 5.2 ค่าจุดแบ่งกรณีที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา ขนาดตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระ คงที่ สรุปผลได้ว่า

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามี ค่าเท่ากับ 0.1 ที่ทุกระดับของจำนวนตัวแปรอิสระและทุกระดับของขนาดตัวอย่าง พบว่า ค่าจุดแบ่ง มีค่าลดลงต่ำสุดที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และหลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้น ที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 และ 60 ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5 ที่ทุกระดับของขนาดตัวอย่างและทุกระดับของจำนวนตัวแปรอิสระ พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.9 ที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 และ 60 พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80, 100 และ 120 ค่าจุดแบ่งมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และหลังจากนั้นจะมีค่าลดลง

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะ ที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.9 ที่จำนวนตัวแปรอิสระปานกลางและมาก และที่ทุก ระดับของ ขนาดตัวอย่าง พบว่า ค่าจุดแบ่ง มีค่าลดลงต่ำสุดที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเท่ากับ 0.67 และหลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 3, ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60, 80, 100 และ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 120 ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

<u>กรณีขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น</u>

ตารางที่ 5.3 แสดงผลสรุปค่าจุดแบ่งกรณีขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น (n) เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณ ะที่สนใจศึกษา (a) และจำนวนตัวแปรอิสระ (p) คงที่

สถานการณ์	ค่าจุดแบ่ง
a = 0.1, M = 0, p = 1, 2, 3, 4, 5, 6	มีแนวโน้มลดลง
a = 0.1, M = 0.33, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.1, M = 0.67, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.1, M = 0.99, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.5, M = 0, p = 1, 2, 3, 4, 5, 6	มีค่าใกล้เคียงกันมาก ไม่สามารถแยกได้ชัดเจน
a = 0.5, M = 0.33, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.5, M = 0.67, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.5, M = 0.99, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.9, M = 0, p = 1, 2, 3, 4, 5, 6	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
a = 0.9, M = 0.33, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.9, M = 0.67, p = 2, 3, 4, 5, 6	
a = 0.9, M = 0.99, p = 2, 3, 4, 5, 6	

จากตารางที่ 5.3 ค่าจุดแบ่งกรณีที่ขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาและจำนวนตัวแปรอิสร ะคงที่ สรุปผลได้ว่า

เมื่อ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.1 ที่ทุกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและทุก ระดับของ จำนวนตัวแปรอิสระ พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

เมื่อ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5 ที่ทุกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและทุก ระดับของ จำนวนตัวแปรอิสระ พบว่า ค่าจุดแบ่ง มีค่าใกล้เคียงกันมาก ไม่สามารถแยกได้ชัดเจน คือมีค่าประมาณ 0.5 เพราะสัดส่วนของความล้มเหลวและความสำเร็จของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากัน

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่ สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.9 ที่ทุกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและทุก ระดับของ จำนวนตัวแปรอิสระ พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากผลลัพธ์ของค่าของจุดแบ่ง เมื่อขนาดตัวอย่างเปลี่ยนแปลง แต่จำนวนตัวแปรอิสระ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา และระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระคงที่ สรุปได้ว่า เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นและจำนวนตัวแปรอิสระอยู่ในระดับน้อย (p = 1, 2) ค่าของจุดแบ่งมีค่าลู่เข้าสู่ 0.5 แต่เมื่อ จำนวนตัวแปรอิสระ อยู่ในระดับปานกลางและมาก (p = 3, 4, 5, 6) จะค่าของจุดแบ่งมีค่าต่ำกว่า 0.5

<u>กรณีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น</u>

ตารางที่ 5.4 แสดงผลสรุปค่าจุดแบ่งกรณีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น (p) เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (M) สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา (a) และขนาดตัวอย่าง (n) คงที่

สถานการณ์	ค่าจุดแบ่ง
a = 0.1, M = 0, n = 40, 60, 80, 100, 120	มีแนวโน้มลดลง
a = 0.1, M = 0.33, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.1, M = 0.67, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.1, M = 0.99, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.5, M = 0, n = 40, 60, 80, 100, 120	
a = 0.5, M = 0.33, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.5, M = 0.67, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.5, M = 0.99, n = 60, 80, 100, 120	
a = 0.9, M = 0, n = 40, 60, 80, 100, 120	มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
a = 0.9, M = 0.33, n = 60, 80	
a = 0.9, M = 0.67, n = 60, 80	
a = 0.9, M = 0.99, n = 60, 80	
a = 0.9, M = 0.33, n = 100, 120	มีแนวโน้มลดลง
a = 0.9, M = 0.67, n = 100, 120	
a = 0.9, M = 0.99, n = 100, 120	

จากตารางที่ 5.4 ค่าจุดแบ่งกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาและขนาดตั วอย่างคงที่ สรุปผลได้ว่า

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.1 และ 0.5 ที่ทุกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและทุก ระดับของ ขนาดตัวอย่าง พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.9 ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน (M = 0) และที่ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.9 ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน (M = 0.33, 0.67, 0.99) และขนาดตัวอย่างปานกลาง (n = 60, 80) พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เมื่อสัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.9 ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน (M = 0.33, 0.67, 0.99) และขนาดตัวอย่างใหญ่ (n = 100, 120) พบว่า ค่าจุดแบ่งมีแนวโน้มลดลง

จากผลลัพธ์ของค่าของจุดแบ่ง เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง แต่ขนาดตัวอย่างระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและ สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษาคงที่ สรุปได้ว่า เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เพิ่มขึ้น ขนาดตัวอย่างเล็กและปานกลาง (n = 20, 40, 60, 80) ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.1 และ 0.9 ค่าจุดแบ่งมีค่าลู่เข้าสู่ 0.5 ซึ่งที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.5 ค่าจุดแบ่งจะมีค่าใกล้เคียง 0.5 ซึ่งเป็นค่าจุดแบ่งที่ถูกกำหนดให้ใช้กันในปัจจุบัน แต่เมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่ (n = 100, 120) ที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.1 และ 0.9 ค่าจุดแบ่งมีค่าต่ำกว่าที่สัดส่วนของความล้มเหลวของลักษณะที่สนใจศึกษามีค่าเท่ากับ 0.5 คือมีค่าต่ำกว่า 0.5

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า สัดส่วนของความล้มเหลวของ ลักษณะที่สนใจศึกษา ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ขนาดตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าของจุดแบ่งที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่มในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท เมื่อใช้ทฤษฎีของ Hadjicostas P. (2006) ในการหาค่าจุดแบ่ง

5.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ผลการวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยพหุคูณที่มีผลอันตรกิริยาจากผลลัพธ์ของทุกสถานการณ์ ที่ได้ทำการศึกษา เพื่อใช้ในการประมาณค่า จุดแบ่งที่ เหมาะสมสำหรับตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท ในสถานการณ์อื่นๆ โดยสมการการถดถอยพหุคูณ แสดงดังนี้

$$\text{Percent of } \hat{c} = 114.363 - (0.176)p - (1.268)a - (0.005)n - (0.149)M + (0.003)ap + (8.67E\text{-}05)an + (2.72E\text{-}03)aM + (1.18E\text{-}05)np + (3.39E\text{-}06)nM + (4.32E\text{-}04)pM - (2.23E\text{-}07)apn - (8.11E\text{-}06)apM - (2.41E\text{-}08)pnM + (1.91E\text{-}10)apnM$$

และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.907 ซึ่งเป็นค่าที่ สูง แสดงว่าสมการการถดถอยพหุคูณมีความเหมาะสมมากสามารถนำสมการนี้ ไปใช้ประมาณหาค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะ 2 ด้าน คือ

5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

1. เมื่อต้องการหาค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การจำแนกข้อมูลไม่จัดกลุ่มในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท สามารถนำค่าจุดแบ่งนี้ไปใช้ไ ด้ ตามแต่ละสถานการณ์ที่ได้ทำการศึกษา

2. เมื่อทราบค่าของปัจจัยต่างๆ และ ต้องการประมาณหาค่าจุดแบ่งที่เหมาะสมที่สุดในสถานการณ์อื่นๆ สามารถใช้สมการการถดถอยพหุคูณนี้ได้

5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

1. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาหาค่าจุดแบ่งสำหรับการพยากรณ์การจำแ นกข้อมูลไม่จัดกลุ่มในตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบ 2 ประเภท เท่านั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษา หาค่าจุดแบ่งสำหรับตัวแบบการถดถอยโลจิสติกแบบหลายกลุ่ม (Multinomial Logistic Regression Model)

2. เมื่อเริ่มต้นตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มแต่เพื่อให้ตัวแป รอิสระมีความสัมพันธ์กันตามเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่กำหนด อาจมีข้อจำกัดทำให้ตัวแปรอิสระเป็นเพียงผลรวมเชิงเส้นของการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ดังนั้นผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวคิดในการ วิจัย ครั้งต่อไปอาจ กำหนดให้ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงปกติ (ในงานวิจัยนี้ไม่ได้ทำวิธีดังกล่าวเนื่อ งจากเกินขอบเขตของงานวิจัย) ซึ่งจะทำให้ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงปกติคงเดิมเมื่อถูกทำให้มีความสัมพันธ์กันตามเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่กำหนด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

กัลยา วานิชย์บัญชา . การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ธรรมสาร, 2551.

ภาษาอังกฤษ

Agresti, A. Categorical Data Analysis, United States of America : John Wiley and Sons, 2002.

Hadjicostas, P. & Hadjinicola, G.C. The asymptotic distribution of the proportion of correct classification for a holdout sample in logistic regression. Journal of Statistical Planning and Inference 92 (2001) : 193-211.

Hadjicostas, P. Maximizing proportions of correct classifications in binary logistic regression. Journal of Applied Statistics 33 (2006) : 629-640.

Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. Applied Logistic Regression. New York: Wiley, 2000.

ภาคผนวก

ตัวอย่างการใช้โปรแกรม R ในการดำเนินงานวิจัย

Main Program

```
options(digits=20)
dataD0 <- new("list")
dataD1 <- new("list")
dataD2 <- new("list")
dataD3 <- new("list")
errorTerm <- new("list") #create error term
Y0est  <- new("list")
Y1est  <- new("list")
Y2est  <- new("list")
Y3est  <- new("list")
MD0 <- new("list")
MD1 <- new("list")
MD2 <- new("list")
MD3 <- new("list")

MD0A01 <- new("list")
MD0A05 <- new("list")
MD0A09 <- new("list")
MD1A01 <- new("list")
MD1A05 <- new("list")
MD1A09 <- new("list")
MD2A01 <- new("list")
MD2A05 <- new("list")
MD2A09 <- new("list")
MD3A01 <- new("list")
MD3A05 <- new("list")
MD3A09 <- new("list")
```

```
MD0A01L <- new("list")
MD0A05L <- new("list")
MD0A09L <- new("list")
MD1A01L <- new("list")
MD1A05L <- new("list")
MD1A09L <- new("list")
MD2A01L <- new("list")
MD2A05L <- new("list")
MD2A09L <- new("list")
MD3A01L <- new("list")
MD3A05L <- new("list")
MD3A09L <- new("list")

MD0A01LMI <- new("list")
MD0A05LMI <- new("list")
MD0A09LMI <- new("list")
MD1A01LMI <- new("list")
MD1A05LMI <- new("list")
MD1A09LMI <- new("list")
MD2A01LMI <- new("list")
MD2A05LMI <- new("list")
MD2A09LMI <- new("list")
MD3A01LMI <- new("list")
MD3A05LMI <- new("list")
MD3A09LMI <- new("list")

MD0A01LAI <- new("list")
MD0A05LAI <- new("list")
MD0A09LAI <- new("list")
MD1A01LAI <- new("list")
```

```
MD1A05LAI <- new("list")
MD1A09LAI <- new("list")
MD2A01LAI <- new("list")
MD2A05LAI <- new("list")
MD2A09LAI <- new("list")
MD3A01LAI <- new("list")
MD3A05LAI <- new("list")
MD3A09LAI <- new("list")

MD0A01LCP <- new("list")
MD0A05LCP <- new("list")
MD0A09LCP <- new("list")
MD1A01LCP <- new("list")
MD1A05LCP <- new("list")
MD1A09LCP <- new("list")
MD2A01LCP <- new("list")
MD2A05LCP <- new("list")
MD2A09LCP <- new("list")
MD3A01LCP <- new("list")
MD3A05LCP <- new("list")
MD3A09LCP <- new("list")

MD0A01LCER <- new("list")
MD0A05LCER <- new("list")
MD0A09LCER <- new("list")
MD1A01LCER <- new("list")
MD1A05LCER <- new("list")
MD1A09LCER <- new("list")
MD2A01LCER <- new("list")
MD2A05LCER <- new("list")
```

```
MD2A09LCER <- new("list")
MD3A01LCER <- new("list")
MD3A05LCER <- new("list")
MD3A09LCER <- new("list")

#INPUT
  n <- 20
  p <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6)
  b <- 0.1
loop <- 500
seed <- 1
  i <- 1    #start loop, check condition
set.seed(seed)
errorTerm <- numError(n, 0, 5, loop)
while(n/p[i]>=20 & i<=length(p)){
   #Generate random number
   set.seed(seed)
   dataD0[[i]] <- numGen(n, p[i], 0, 0.1, loop)
   set.seed(seed)
   dataD1[[i]] <- numGen(n, p[i], (1/3), 0.1, loop)
   set.seed(seed)
   dataD2[[i]] <- numGen(n, p[i], (2/3), 0.1, loop)
   set.seed(seed)
   dataD3[[i]] <- numGen(n, p[i], 0.99, 0.1, loop)

   #Calcalation Y (dependent variable)
   Y0est[[i]] <- lapply(dataD0[[i]], FUN=tBeta, b)
   Y0est[[i]] <- CalcY(Y0est[[i]], errorTerm)
   Y1est[[i]] <- lapply(dataD1[[i]], FUN=tBeta, b)
   Y1est[[i]] <- CalcY(Y1est[[i]], errorTerm)
```

```
Y2est[[i]] <- lapply(dataD2[[i]], FUN=tBeta, b)
Y2est[[i]] <- CalcY(Y2est[[i]], errorTerm)
Y3est[[i]] <- lapply(dataD3[[i]], FUN=tBeta, b)
Y3est[[i]] <- CalcY(Y3est[[i]], errorTerm)

#Merge data and transform to data frame
MD0[[i]] <- JoinData(dataD0[[i]], errorTerm, Y0est[[i]])
MD1[[i]] <- JoinData(dataD1[[i]], errorTerm, Y1est[[i]])
MD2[[i]] <- JoinData(dataD2[[i]], errorTerm, Y2est[[i]])
MD3[[i]] <- JoinData(dataD3[[i]], errorTerm, Y3est[[i]])

#Calculation the Ynew in binary(0,1)
MD0A01[[i]] <- CalcYnew(MD0[[i]], 0.1)
MD0A05[[i]] <- CalcYnew(MD0[[i]], 0.5)
MD0A09[[i]] <- CalcYnew(MD0[[i]], 0.9)
MD1A01[[i]] <- CalcYnew(MD1[[i]], 0.1)
MD1A05[[i]] <- CalcYnew(MD1[[i]], 0.5)
MD1A09[[i]] <- CalcYnew(MD1[[i]], 0.9)
MD2A01[[i]] <- CalcYnew(MD2[[i]], 0.1)
MD2A05[[i]] <- CalcYnew(MD2[[i]], 0.5)
MD2A09[[i]] <- CalcYnew(MD2[[i]], 0.9)
MD3A01[[i]] <- CalcYnew(MD3[[i]], 0.1)
MD3A05[[i]] <- CalcYnew(MD3[[i]], 0.5)
MD3A09[[i]] <- CalcYnew(MD3[[i]], 0.9)

#Calculation the Ypred from x independent variables
if(i==1){
  MD0A01L[[i]] <- CalcYpred1x(MD0A01[[i]], "logit")
  MD0A05L[[i]] <- CalcYpred1x(MD0A05[[i]], "logit")
  MD0A09L[[i]] <- CalcYpred1x(MD0A09[[i]], "logit")
```

```
    MD1A01L[[i]] <- CalcYpred1x(MD1A01[[i]], "logit")
    MD1A05L[[i]] <- CalcYpred1x(MD1A05[[i]], "logit")
    MD1A09L[[i]] <- CalcYpred1x(MD1A09[[i]], "logit")
    MD2A01L[[i]] <- CalcYpred1x(MD2A01[[i]], "logit")
    MD2A05L[[i]] <- CalcYpred1x(MD2A05[[i]], "logit")
    MD2A09L[[i]] <- CalcYpred1x(MD2A09[[i]], "logit")
    MD3A01L[[i]] <- CalcYpred1x(MD3A01[[i]], "logit")
    MD3A05L[[i]] <- CalcYpred1x(MD3A05[[i]], "logit")
    MD3A09L[[i]] <- CalcYpred1x(MD3A09[[i]], "logit")
}
if(i==2){
    MD0A01L[[i]] <- CalcYpred2x(MD0A01[[i]], "logit")
    MD0A05L[[i]] <- CalcYpred2x(MD0A05[[i]], "logit")
    MD0A09L[[i]] <- CalcYpred2x(MD0A09[[i]], "logit")
    MD1A01L[[i]] <- CalcYpred2x(MD1A01[[i]], "logit")
    MD1A05L[[i]] <- CalcYpred2x(MD1A05[[i]], "logit")
    MD1A09L[[i]] <- CalcYpred2x(MD1A09[[i]], "logit")
    MD2A01L[[i]] <- CalcYpred2x(MD2A01[[i]], "logit")
    MD2A05L[[i]] <- CalcYpred2x(MD2A05[[i]], "logit")
    MD2A09L[[i]] <- CalcYpred2x(MD2A09[[i]], "logit")
    MD3A01L[[i]] <- CalcYpred2x(MD3A01[[i]], "logit")
    MD3A05L[[i]] <- CalcYpred2x(MD3A05[[i]], "logit")
    MD3A09L[[i]] <- CalcYpred2x(MD3A09[[i]], "logit")
}
if(i==3){
    MD0A01L[[i]] <- CalcYpred3x(MD0A01[[i]], "logit")
    MD0A05L[[i]] <- CalcYpred3x(MD0A05[[i]], "logit")
    MD0A09L[[i]] <- CalcYpred3x(MD0A09[[i]], "logit")
    MD1A01L[[i]] <- CalcYpred3x(MD1A01[[i]], "logit")
    MD1A05L[[i]] <- CalcYpred3x(MD1A05[[i]], "logit")
```

```
    MD1A09L[[i]] <- CalcYpred3x(MD1A09[[i]], "logit")
    MD2A01L[[i]] <- CalcYpred3x(MD2A01[[i]], "logit")
    MD2A05L[[i]] <- CalcYpred3x(MD2A05[[i]], "logit")
    MD2A09L[[i]] <- CalcYpred3x(MD2A09[[i]], "logit")
    MD3A01L[[i]] <- CalcYpred3x(MD3A01[[i]], "logit")
    MD3A05L[[i]] <- CalcYpred3x(MD3A05[[i]], "logit")
    MD3A09L[[i]] <- CalcYpred3x(MD3A09[[i]], "logit")
}
if(i==4){
    MD0A01L[[i]] <- CalcYpred4x(MD0A01[[i]], "logit")
    MD0A05L[[i]] <- CalcYpred4x(MD0A05[[i]], "logit")
    MD0A09L[[i]] <- CalcYpred4x(MD0A09[[i]], "logit")
    MD1A01L[[i]] <- CalcYpred4x(MD1A01[[i]], "logit")
    MD1A05L[[i]] <- CalcYpred4x(MD1A05[[i]], "logit")
    MD1A09L[[i]] <- CalcYpred4x(MD1A09[[i]], "logit")
    MD2A01L[[i]] <- CalcYpred4x(MD2A01[[i]], "logit")
    MD2A05L[[i]] <- CalcYpred4x(MD2A05[[i]], "logit")
    MD2A09L[[i]] <- CalcYpred4x(MD2A09[[i]], "logit")
    MD3A01L[[i]] <- CalcYpred4x(MD3A01[[i]], "logit")
    MD3A05L[[i]] <- CalcYpred4x(MD3A05[[i]], "logit")
    MD3A09L[[i]] <- CalcYpred4x(MD3A09[[i]], "logit")
}
if(i==5){
    MD0A01L[[i]] <- CalcYpred5x(MD0A01[[i]], "logit")
    MD0A05L[[i]] <- CalcYpred5x(MD0A05[[i]], "logit")
    MD0A09L[[i]] <- CalcYpred5x(MD0A09[[i]], "logit")
    MD1A01L[[i]] <- CalcYpred5x(MD1A01[[i]], "logit")
    MD1A05L[[i]] <- CalcYpred5x(MD1A05[[i]], "logit")
    MD1A09L[[i]] <- CalcYpred5x(MD1A09[[i]], "logit")
    MD2A01L[[i]] <- CalcYpred5x(MD2A01[[i]], "logit")
```

```
    MD2A05L[[i]] <- CalcYpred5x(MD2A05[[i]], "logit")
    MD2A09L[[i]] <- CalcYpred5x(MD2A09[[i]], "logit")
    MD3A01L[[i]] <- CalcYpred5x(MD3A01[[i]], "logit")
    MD3A05L[[i]] <- CalcYpred5x(MD3A05[[i]], "logit")
    MD3A09L[[i]] <- CalcYpred5x(MD3A09[[i]], "logit")
}
if(i==6){
    MD0A01L[[i]] <- CalcYpred6x(MD0A01[[i]], "logit")
    MD0A05L[[i]] <- CalcYpred6x(MD0A05[[i]], "logit")
    MD0A09L[[i]] <- CalcYpred6x(MD0A09[[i]], "logit")
    MD1A01L[[i]] <- CalcYpred6x(MD1A01[[i]], "logit")
    MD1A05L[[i]] <- CalcYpred6x(MD1A05[[i]], "logit")
    MD1A09L[[i]] <- CalcYpred6x(MD1A09[[i]], "logit")
    MD2A01L[[i]] <- CalcYpred6x(MD2A01[[i]], "logit")
    MD2A05L[[i]] <- CalcYpred6x(MD2A05[[i]], "logit")
    MD2A09L[[i]] <- CalcYpred6x(MD2A09[[i]], "logit")
    MD3A01L[[i]] <- CalcYpred6x(MD3A01[[i]], "logit")
    MD3A05L[[i]] <- CalcYpred6x(MD3A05[[i]], "logit")
    MD3A09L[[i]] <- CalcYpred6x(MD3A09[[i]], "logit")
}
# Calculation the M(i)
MD0A01LMI[[i]] <- CalcMI(MD0A01L[[i]])
MD0A05LMI[[i]] <- CalcMI(MD0A05L[[i]])
MD0A09LMI[[i]] <- CalcMI(MD0A09L[[i]])
MD1A01LMI[[i]] <- CalcMI(MD1A01L[[i]])
MD1A05LMI[[i]] <- CalcMI(MD1A05L[[i]])
MD1A09LMI[[i]] <- CalcMI(MD1A09L[[i]])
MD2A01LMI[[i]] <- CalcMI(MD2A01L[[i]])
MD2A05LMI[[i]] <- CalcMI(MD2A05L[[i]])
MD2A09LMI[[i]] <- CalcMI(MD2A09L[[i]])
```

```
MD3A01LMI[[i]] <- CalcMI(MD3A01L[[i]])
MD3A05LMI[[i]] <- CalcMI(MD3A05L[[i]])
MD3A09LMI[[i]] <- CalcMI(MD3A09L[[i]])

# Calculation the a(i)
MD0A01LAI[[i]] <- CalcAI(MD0A01LMI[[i]])
MD0A05LAI[[i]] <- CalcAI(MD0A05LMI[[i]])
MD0A09LAI[[i]] <- CalcAI(MD0A09LMI[[i]])
MD1A01LAI[[i]] <- CalcAI(MD1A01LMI[[i]])
MD1A05LAI[[i]] <- CalcAI(MD1A05LMI[[i]])
MD1A09LAI[[i]] <- CalcAI(MD1A09LMI[[i]])
MD2A01LAI[[i]] <- CalcAI(MD2A01LMI[[i]])
MD2A05LAI[[i]] <- CalcAI(MD2A05LMI[[i]])
MD2A09LAI[[i]] <- CalcAI(MD2A09LMI[[i]])
MD3A01LAI[[i]] <- CalcAI(MD3A01LMI[[i]])
MD3A05LAI[[i]] <- CalcAI(MD3A05LMI[[i]])
MD3A09LAI[[i]] <- CalcAI(MD3A09LMI[[i]])

# Calculation the cp
MD0A01LCP[[i]] <- cut.of.point(MD0A01LAI[[i]])
MD0A05LCP[[i]] <- cut.of.point(MD0A05LAI[[i]])
MD0A09LCP[[i]] <- cut.of.point(MD0A09LAI[[i]])
MD1A01LCP[[i]] <- cut.of.point(MD1A01LAI[[i]])
MD1A05LCP[[i]] <- cut.of.point(MD1A05LAI[[i]])
MD1A09LCP[[i]] <- cut.of.point(MD1A09LAI[[i]])
MD2A01LCP[[i]] <- cut.of.point(MD2A01LAI[[i]])
MD2A05LCP[[i]] <- cut.of.point(MD2A05LAI[[i]])
MD2A09LCP[[i]] <- cut.of.point(MD2A09LAI[[i]])
MD3A01LCP[[i]] <- cut.of.point(MD3A01LAI[[i]])
MD3A05LCP[[i]] <- cut.of.point(MD3A05LAI[[i]])
```

```
  MD3A09LCP[[i]] <- cut.of.point(MD3A09LAI[[i]])

  #MD0A01LCER[[i]] <- cer.value(MD0A01LAI[[i]])
  #MD0A05LCER[[i]] <- cer.value(MD0A05LAI[[i]])
  #MD0A09LCER[[i]] <- cer.value(MD0A09LAI[[i]])
  #MD1A01LCER[[i]] <- cer.value(MD1A01LAI[[i]])
  #MD1A05LCER[[i]] <- cer.value(MD1A05LAI[[i]])
  #MD1A09LCER[[i]] <- cer.value(MD1A09LAI[[i]])
  #MD2A01LCER[[i]] <- cer.value(MD2A01LAI[[i]])
  #MD2A05LCER[[i]] <- cer.value(MD2A05LAI[[i]])
  #MD2A09LCER[[i]] <- cer.value(MD2A09LAI[[i]])
  #MD3A01LCER[[i]] <- cer.value(MD3A01LAI[[i]])
  #MD3A05LCER[[i]] <- cer.value(MD3A05LAI[[i]])
  #MD3A09LCER[[i]] <- cer.value(MD3A09LAI[[i]])

  print(paste(n, p[i]))   #for checking my program
  i <- i+1
}
```

Generalized Linear Models, Link: Logit

```
slcList <- length(MD1A01LCP)
slcList <- ifelse(slcList<2, 2, slcList)
MD0A01Ldt <- unlistMatrix(MD0A01LCP, loop)  #1,2,...
MD0A05Ldt <- unlistMatrix(MD0A05LCP, loop)  #1,2
MD0A09Ldt <- unlistMatrix(MD0A09LCP, loop)  #1,2
MD1A01Ldt <- unlistMatrix(MD1A01LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
MD1A05Ldt <- unlistMatrix(MD1A05LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
MD1A09Ldt <- unlistMatrix(MD1A09LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
MD2A01Ldt <- unlistMatrix(MD2A01LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
MD2A05Ldt <- unlistMatrix(MD2A05LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
MD2A09Ldt <- unlistMatrix(MD2A09LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
```

```
MD3A01Ldt <- unlistMatrix(MD3A01LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
MD3A05Ldt <- unlistMatrix(MD3A05LCP, loop)[2:slcList]  #2,...
MD3A09Ldt <- unlistMatrix(MD3A09LCP, loop)[2:slcList]  #2,...

if(n!=20){
  #Logit: Calculation percent of C0
  MD0A01LC0 <- lapply(MD0A01Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD0A05LC0 <- lapply(MD0A05Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD0A09LC0 <- lapply(MD0A09Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD1A01LC0 <- lapply(MD1A01Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD1A05LC0 <- lapply(MD1A05Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD1A09LC0 <- lapply(MD1A09Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD2A01LC0 <- lapply(MD2A01Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD2A05LC0 <- lapply(MD2A05Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD2A09LC0 <- lapply(MD2A09Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD3A01LC0 <- lapply(MD3A01Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD3A05LC0 <- lapply(MD3A05Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  MD3A09LC0 <- lapply(MD3A09Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
  #Logit: Confidence Interval
  MD0A01LCI <- lapply(MD0A01Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD0A05LCI <- lapply(MD0A05Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD0A09LCI <- lapply(MD0A09Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD1A01LCI <- lapply(MD1A01Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD1A05LCI <- lapply(MD1A05Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD1A09LCI <- lapply(MD1A09Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD2A01LCI <- lapply(MD2A01Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD2A05LCI <- lapply(MD2A05Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD2A09LCI <- lapply(MD2A09Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD3A01LCI <- lapply(MD3A01Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
  MD3A05LCI <- lapply(MD3A05Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
```

```
  MD3A09LCI <- lapply(MD3A09Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})


  pTemp <- c(rep(c(1:(n/20)),3), rep(c(2:(n/20)),9))
  nTemp <- rep(n, length(pTemp))
  #aTemp <- c(rep(0.1,(n/20)), rep(0.5,(n/20)), rep(0.9,(n/20)),
  #         rep(c(0.1,0.5,0.9), (3*((n/20)-1))))
  aTemp <- c(rep(0.1,(n/20)), rep(0.5,(n/20)), rep(0.9,(n/20)),
          rep(c(rep(0.1,(n/20-1)), rep(0.5,(n/20-1)), rep(0.9,(n/20-1))),3))
  mTemp <- c(rep(0, (3*(n/20))), rep(0.33, (3*(n/20-1))),
          rep(0.67, (3*(n/20-1))), rep(0.99, (3*(n/20-1))))
  perTempL <- c(unlist(MD0A01LC0),unlist(MD0A05LC0),unlist(MD0A09LC0),
          unlist(MD1A01LC0),unlist(MD1A05LC0),unlist(MD1A09LC0),
          unlist(MD2A01LC0),unlist(MD2A05LC0),unlist(MD2A09LC0),
          unlist(MD3A01LC0),unlist(MD3A05LC0),unlist(MD3A09LC0))
  DataFinalL <- matrix(NA, length(pTemp), 5)
  colnames(DataFinalL) <- c("n","p","m","a","percent")
  DataFinalL[,1] <- nTemp
  DataFinalL[,2] <- pTemp
  DataFinalL[,3] <- mTemp
  DataFinalL[,4] <- aTemp
  DataFinalL[,5] <- perTempL
  #Confidence Interval
  CILMatrix <- matrix(c(unlist(MD0A01LCI),unlist(MD0A05LCI),unlist(MD0A09LCI),
          unlist(MD1A01LCI),unlist(MD1A05LCI),unlist(MD1A09LCI),
          unlist(MD2A01LCI),unlist(MD2A05LCI),unlist(MD2A09LCI),
          unlist(MD3A01LCI),unlist(MD3A05LCI),unlist(MD3A09LCI)),
          length(pTemp), 2, byrow=T)
  colnames(CILMatrix) <- c("CI.Lower","CI.Upper")
  allInfLogit <- cbind(DataFinalL, CILMatrix)
}
```

```
if(n==20){
   # Calculation percent of C0
   MD0A01LC0 <- lapply(MD0A01Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
   MD0A05LC0 <- lapply(MD0A05Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
   MD0A09LC0 <- lapply(MD0A09Ldt,FUN=function(x){mean(x[,1])*100})
   #Logit: Confidence Interval
   MD0A01LCI <- lapply(MD0A01Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
   MD0A05LCI <- lapply(MD0A05Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
   MD0A09LCI <- lapply(MD0A09Ldt,FUN=function(x){percentile(x[,1])})
   pTemp <- rep(1,3)
   nTemp <- rep(n, 3)
   aTemp <- c(0.1,0.5,0.9)
   mTemp <- rep(0,3)
   perTempL <- c(unlist(MD0A01LC0),unlist(MD0A05LC0),unlist(MD0A09LC0))
   DataFinalL <- matrix(NA, length(pTemp), 5)
   colnames(DataFinalL) <- c("n","p","m","a","percent")
   DataFinalL[,1] <- nTemp
   DataFinalL[,2] <- pTemp
   DataFinalL[,3] <- mTemp
   DataFinalL[,4] <- aTemp
   DataFinalL[,5] <- perTempL
   #Confidence Interval
   CILMatrix <- matrix(c(unlist(MD0A01LCI),unlist(MD0A05LCI),unlist(MD0A09LCI)),
         length(pTemp), 2, byrow=T)
   colnames(CILMatrix) <- c("CI.Lower","CI.Upper")
   allInfLogit <- cbind(DataFinalL, CILMatrix)
}
#Export data into Excel
write.csv(allInfLogit, paste("D:/LogitALL","_n",n,".csv",sep=""), row.names=F)
write.csv(DataFinalL, paste("D:/LogitDataInf","_n",n,".csv",sep=""), row.names=F)
```

Function

```
# Create matrix with the correlation value
cor.matrix <- function(p=1, corv=0){
   m1 <- 1
   m2 <- matrix(c(1, corv, corv, 1), 2, 2)
   dimnames(m2) <- list(c("x1","x2"), c("x1","x2"))
   m3 <- matrix(c(1, corv, corv^2, corv, 1, corv, corv^2, corv, 1), 3, 3)
   dimnames(m3) <- list(c("x1","x2","x3"), c("x1","x2","x3"))
   m4 <- matrix(c(1, corv, corv^2, corv^3, corv, 1, corv, corv^2, corv^2,
         corv, 1, corv, corv^3, corv^2, corv, 1), 4, 4)
   dimnames(m4) <- list(c("x1","x2","x3","x4"), c("x1","x2","x3","x4"))
   m5 <- matrix(c(1, corv, corv^2, corv^3, corv^4, corv, 1, corv, corv^2,
         corv^3, corv^2, corv, 1, corv, corv^2, corv^3, corv^2, corv,
         1, corv, corv^4, corv^3, corv^2, corv, 1), 5, 5)
   dimnames(m5) <- list(c("x1","x2","x3","x4","x5"), c("x1","x2","x3",
         "x4","x5"))
   m6 <- matrix(c(1, corv, corv^2, corv^3, corv^4, corv^5, corv, 1, corv,
         corv^2, corv^3, corv^4, corv^2, corv, 1, corv, corv^2, corv^3,
         corv^3, corv^2, corv, 1, corv, corv^2, corv^4, corv^3, corv^2,
         corv, 1, corv, corv^5, corv^4, corv^3, corv^2, corv, 1), 6, 6)
   dimnames(m6) <- list(c("x1","x2","x3","x4","x5","x6"), c("x1","x2",
         "x3","x4","x5","x6"))
   cor.mtx <- list(m1, m2, m3, m4, m5, m6)
   output <- cor.mtx[[p]]
   return(output)
}
# Number generator with correlation matrix
numGen <- function(n, p=1, cor.value, error=0.01, nloop=1){
   np <- p
   cv <- cor.value
```

```
    MC <- cor.matrix(np, cv)
    chol.matr <- chol(MC)
    num <- new("list")
    for(i in 1:nloop){
        stop.loop <- 0
        while(stop.loop<1){
            num[[i]] <- matrix(runif(n*p, -(n/2), n/2), n)
            num[[i]] <- num[[i]]%*%chol.matr
            if(max(abs(cor(num[[i]])-MC))<=error){
                stop.loop <- stop.loop+1
            }
            stop.loop
        }
    }
    output <- num
    return(output)
}
# Generator the error term
numError <- function(n, Mean=0, Var=1, nloop=1){
    num <- new("list")
    for(i in 1:nloop){
        num[[i]] <- rnorm(n, Mean, Var)
    }
    output <- num
    return(output)
}
# Calculation Y, Y=b0+b1X1+b2X2+...+bnXn
tBeta <- function(x, b){
    b+apply(rep(b, ncol(x))*x, 1, sum)
}
```

```
# Calculation dependent variable
CalcY <- function(x, y){
   Length <- length(x)
   Y.calc <- new("list")
   for(i in 1:Length){
      Y.calc[[i]] <- x[[i]]+y[[i]]
   }
   output <- Y.calc
   return(output)
}
# Merge data and transform to data frame
JoinData <- function(x, y, z){
   Length   <- length(x)
   DataTemp <- new("list")
   for(i in 1:Length){
      DataTemp[[i]] <- cbind(x[[i]], y[[i]], z[[i]])
      DataTemp[[i]] <- as.data.frame(DataTemp[[i]][order(DataTemp[[i]]
                    [,ncol(DataTemp[[i]])]),])
   }
   output <- DataTemp
   return(output)
}
# Calculation the y in binary
CalcYnew <- function(dataProg, Prob){
   Length <- length(dataProg)
   Ynew   <- new("list")
   for(i in 1:Length){
      Ynew <- rep(1, nrow(dataProg[[i]]))
      dataProg[[i]]$Ynew <- Ynew
      dataProg[[i]]$Ynew[1:(Prob*nrow(dataProg[[i]]))] <- 0
```

```
    }
    output <- dataProg
    return(output)
}
# Calculation the Ypred from 1 independent variables
CalcYpred1x <- function(dataProg, Link="logit"){
    Length <- length(dataProg)
    Ypred  <- new("list")
    for(i in 1:Length){
        dataProgTr <- dataProg[[i]][,-c((ncol(dataProg[[i]])-1),
            (ncol(dataProg[[i]])-2))]
        Ypred[[i]] <- as.vector(fitted(glm(dataProgTr[,ncol(dataProgTr)]~
            dataProgTr[,1], family=binomial(link=Link),
            data=dataProgTr)))
        dataProg[[i]]$Ypred <- Ypred[[i]]
    }
    output <- dataProg
    return(output)
}
# Calculation the Ypred from 2 independent variables
CalcYpred2x <- function(dataProg, Link="logit"){
    Length <- length(dataProg)
    Ypred  <- new("list")
    for(i in 1:Length){
        dataProgTr <- dataProg[[i]][,-c((ncol(dataProg[[i]])-1),
            (ncol(dataProg[[i]])-2))]
        Ypred[[i]] <- as.vector(fitted(glm(dataProgTr[,ncol(dataProgTr)]~
            dataProgTr[,1]+dataProgTr[,2], family=binomial(link=Link),
            data=dataProgTr)))
        dataProg[[i]]$Ypred <- Ypred[[i]]
```

```
  }
  output <- dataProg
  return(output)
}
# Calculation the Ypred from 3 independent variables
CalcYpred3x <- function(dataProg, Link="logit"){
  Length <- length(dataProg)
  Ypred  <- new("list")
  for(i in 1:Length){
    dataProgTr <- dataProg[[i]][,-c((ncol(dataProg[[i]])-1),
      (ncol(dataProg[[i]])-2))]
    Ypred[[i]] <- as.vector(fitted(glm(dataProgTr[,ncol(dataProgTr)]~
      dataProgTr[,1]+dataProgTr[,2]+dataProgTr[,3], family=binomial(link=Link),
      data=dataProgTr)))
    dataProg[[i]]$Ypred <- Ypred[[i]]
  }
  output <- dataProg
  return(output)
}
# Calculation the Ypred from 4 independent variables
CalcYpred4x <- function(dataProg, Link="logit"){
  Length <- length(dataProg)
  Ypred  <- new("list")
  for(i in 1:Length){
    dataProgTr <- dataProg[[i]][,-c((ncol(dataProg[[i]])-1),
      (ncol(dataProg[[i]])-2))]
    Ypred[[i]] <- as.vector(fitted(glm(dataProgTr[,ncol(dataProgTr)]~
      dataProgTr[,1]+dataProgTr[,2]+dataProgTr[,3]+dataProgTr[,4],
      family=binomial(link=Link), data=dataProgTr)))
    dataProg[[i]]$Ypred <- Ypred[[i]]
```

```
  }
  output <- dataProg
  return(output)
}
# Calculation the Ypred from 5 independent variables
CalcYpred5x <- function(dataProg, Link="logit"){
  Length <- length(dataProg)
  Ypred  <- new("list")
  for(i in 1:Length){
    dataProgTr <- dataProg[[i]][,-c((ncol(dataProg[[i]])-1),
      (ncol(dataProg[[i]])-2))]
    Ypred[[i]] <- as.vector(fitted(glm(dataProgTr[,ncol(dataProgTr)]~
      dataProgTr[,1]+dataProgTr[,2]+dataProgTr[,3]+dataProgTr[,4]+
      dataProgTr[,5], family=binomial(link=Link), data=dataProgTr)))
    dataProg[[i]]$Ypred <- Ypred[[i]]
  }
  output <- dataProg
  return(output)
}
# Calculation the Ypred from 6 independent variables
CalcYpred6x <- function(dataProg, Link="logit"){
  Length <- length(dataProg)
  Ypred  <- new("list")
  for(i in 1:Length){
    dataProgTr <- dataProg[[i]][,-c((ncol(dataProg[[i]])-1),
      (ncol(dataProg[[i]])-2))]
    Ypred[[i]] <- as.vector(fitted(glm(dataProgTr[,ncol(dataProgTr)]~
      dataProgTr[,1]+dataProgTr[,2]+dataProgTr[,3]+dataProgTr[,4]+
      dataProgTr[,5]+dataProgTr[,6], family=binomial(link=Link),
      data=dataProgTr)))
```

```
        dataProg[[i]]$Ypred <- Ypred[[i]]
    }
    output <- dataProg
    return(output)
}
# Calculation the M(i)
CalcMI <- function(dataProg){
    Length <- length(dataProg)
    mRank  <- new("list")
    for(i in 1:Length){
        dataProg[[i]] <- dataProg[[i]][order(dataProg[[i]]$Ypred),]
        mRank[[i]]    <- rank(dataProg[[i]]$Ypred)
        mTemp1  <- cbind(as.vector(unlist(mRank[[i]])), order(order(unlist(mRank[[i]]))))
        rewRank <-
as.numeric(names(table(unlist(mRank[[i]]))[table(unlist(mRank[[i]]))!=1]))
        if(length(rewRank)!=0){
            mTemp2  <- mTemp1[!is.na(match(mTemp1[,1], rewRank)),]
            newRank <- aggregate(mTemp2[,2], list(mTemp2[,1]), FUN=max)
            newRank <- newRank[match(mTemp1[,1], newRank[,1]), 2]
            mRank[[i]][!is.na(newRank)] <- newRank[!is.na(newRank)]
            dataProg[[i]]$MI <- mRank[[i]]
        }
        else{
            dataProg[[i]]$MI <- mRank[[i]]
        }
    }
    output <- dataProg
    return(output)
}
# Calculation the a(i)
```

```
CalcAI <- function(dataProg){
   Length <- length(dataProg)
   AI     <- new("list")
   for(i in 1:Length){
      MI <- c(0, dataProg[[i]]$MI)
      Yn <- c(dataProg[[i]]$Ynew, NA)
      iTemp <- c(0:(length(MI)-1))
      Co <- rep(-1, length(MI))

      Case1st <- c(iTemp[-length(MI)]+1<=MI[-length(MI)], NA)
      Case2nd <- c(MI[-length(MI)]<iTemp[-length(MI)]+1, NA)
      Pos1st  <- rep(NA, length(MI))
      Pos2nd  <- rep(NA, length(MI))
      Pos1st[which(!is.na(Case2nd) & Case2nd==1)] <- MI[which(!is.na(Case2nd) &
Case2nd==1)]+1
      Pos2nd[which(!is.na(Case2nd) & Case2nd==1)+1] <- MI[which(!is.na(Case2nd) &
Case2nd==1)+1]
      dataTemp <- as.data.frame(cbind(Yn, MI, iTemp, Co, Case1st, Case2nd, Pos1st,
Pos2nd))

      AI[[i]] <- c(0, rep(NA, length(MI)))
      for(j in 2:(length(AI[[i]])-1)){
         if(Case2nd[j-1]==1){
            AI[[i]][j] <- AI[[i]][j-1]+sum(Co[Pos1st[j-1]:Pos2nd[j+1-1]]^Yn[Pos1st[j-
1]:Pos2nd[j+1-1]])
         }
         else{
            AI[[i]][j] <- AI[[i]][j-1]
         }
      }
```

```
        AI[[i]] <- AI[[i]][2:(length(AI[[i]])-1)]
        dataProg[[i]]$AI <- AI[[i]]
    }
    output <- dataProg
    return(output)
}
# Description               : Calculation the cut of point
cut.of.point <- function(dataProg){
    Length <- length(dataProg)
    lower  <- new("list")
    upper  <- new("list")
    for(i in 1:Length){
        ai <- dataProg[[i]]$AI
        y.pred <- dataProg[[i]]$Ypred
        lower[[i]] <- ifelse(which(ai==max(ai))[1]==length(ai),
            y.pred[which(ai==max(ai))[1]],
            ifelse(which(ai==max(ai))==0, 0,
            y.pred[which(ai==max(ai))[1]]))
        upper[[i]] <- ifelse(which(ai==max(ai))[1]==length(ai) | max(which(
            ai==max(ai)))==length(ai), 1,
            ifelse(which(ai==max(ai))[1]==0, y.pred[1],
            y.pred[max(which(ai==max(ai)))+1]))
    }
    output <- list(lower, upper)
    names(output) <- c("lower","upper")
    return(output)
}
cer.value <- function(dataProg){
    Length <- length(dataProg)
    CER  <- new("list")
```

```
  for(i in 1:Length){
    nDt <- length(dataProg[[i]]$AI)
    posLow <- which(dataProg[[i]]$AI==max(dataProg[[i]]$AI))[1]
    nX1 <- sum(dataProg[[i]]$Ynew[1:posLow]==0)
    nX2 <- sum(dataProg[[i]]$Ynew[posLow:nDt]==1)
    CER[[i]] <- (nX1+nX2)/nDt
  }
  output <- CER
  return(output)
}
# Create new dataset, unlist to matrix
unlistMatrix <- function(dataProg, Loop){
  Length <- length(dataProg)
  dataMt <- new("list")
  for(i in 1:Length){
    dataMt[[i]] <- matrix(unlist(dataProg[[i]]), Loop, length(dataProg[[i]]))
    colnames(dataMt[[i]]) <- c("LOWER", "UPPER")
  }
  output <- dataMt
  return(output)
}
# Get data from percentile rank
#ROUND(((500+1)*2.5)/100,0)
percentile <- function(dataProg, alpha=0.05){
  dataProg <- dataProg[order(dataProg)]
  posL <- round((((length(dataProg)+1)*((alpha/2)*100))/100),0)
  posL <- ifelse(posL<1, 1, posL)
  posU <- round((((length(dataProg)+1)*((1-(alpha/2))*100))/100),0)
  posU <- ifelse(posU>length(dataProg), length(dataProg), posU)
  LCI  <- dataProg[posL]
```

```
   UCI  <- dataProg[posU]
   output <- matrix(c(LCI, UCI),1,2)
   colnames(output) <- c("LOWER", "UPPER")
   return(output)
}
```

Multiple regression Model

```
#Get or set current directory
setwd("D:/Output")
getFiles <- list.files("D:/Output", full.names=TRUE, pattern=".csv")
posFiles <- which(as.vector(regexpr("Logit", getFiles))!=(-1))
getFiles <- getFiles[posFiles]
allData  <- lapply(getFiles, FUN=read.csv)
#Merge Datasets
allDataFrame <- allData[[1]]
for(i in 1:(length(allData)-1)){
        allDataFrame <- rbind(allDataFrame, allData[[i+1]])
        print(i)
}
allDataFrame <- allDataFrame[order(allDataFrame[,1]),]

MLogit <- lm(percent~n+p+m+a+(n*p)+(n*m)+(n*a)+(p*m)+(p*a)+(m*a)+
        (n*p*m)+(n*p*a)+(n*m*a)+(p*m*a)+(n*p*m*a), data=allDataFrame)
summary(MLogit)
```

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศรีวิตรา ศิริวิสุทธิรัตน์ เกิดเมื่อวันเสาร์ที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2528 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อ ในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต (สต.ม.) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2551