บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอำนาจการทดสอบของอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ในการวิเคราะห์โมเดลล็อกลิเนียร์ เมื่อค่าสัดส่วนส่วนริม (marginal) และขนาดกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน สำหรับตาราง 2 ทางขนาด 2 × 2 และตาราง 3 ทางขนาด 2 ×2 × 2 ใช้การจำลองสถานการณ์เทคนิคมอนติคาร์โล ด้วยโปรแกรม SAS 6.12

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ตอนคือ ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ตาราง 2 ทางขนาด 2 × 2 ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ตาราง 3 ทางขนาด 2 × 2 × 2 และตอนที่ 3 การตรวจสอบผลการวิจัยด้วยข้อมูลจริง

ตอนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบ (power of the test) ของตาราง 2 ทางขนาด 2 × 2 จำนวน 3 โมเดลคือ โมเดลความน่าจะเป็นเท่า (mutual equiprobability model), โมเดลความน่าจะเป็นเท่าอย่างมีเงื่อนไข (conditional equiprobability) และโมเดลอิสระต่อกัน (mutual independence model) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก กลาง และใหญ่เท่ากับ 30 60 และ 100 ตามลำดับ

การคำนวณค่าความถี่ที่สังเกตได้สำหรับตาราง 2 ทางขนาด 2 X 2

กำหนดตารางการณ์จร มีตัวแปร A มี 2 ค่าคือ $i = 1, 2$ ตัวแปร B มี 2 ค่า คือ $j = 1, 2$ จะได้ตาราง 2 ทางขนาด 2 X 2 มีจำนวนเซลล์ทั้งสิ้น 4 เซลล์คือ เซลล์ A_1B_1, A_1B_2, A_2B_1 และ A_2B_2 ดังตาราง (ตารางนี้ยกตัวอย่างกรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:50 กรณีอื่นๆ ให้เปลี่ยนไปตามตารางที่เสนอต่อไปจากนี้)

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0 – 0.25 (A_1B_1)	0.25 – 0.50 (A_1B_2)	0.50
A_2	0.50 – 0.75 (A_2B_1)	0.75 – 1.00 (A_2B_2)	0.50
TOTAL	0.50	0.50	1.00

ขั้นตอนในการคำนวณความถี่ที่สังเกตได้ดำเนินเป็นลำดับขั้นได้ดังนี้

1. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้ง B_1 เท่ากับ ค่าสัดส่วนริมของแถวตั้ง B_2 มีค่าเท่ากับ 0.5 กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_1 เท่ากับ ค่าสัดส่วนริมของแถวนอน A_2 มีค่าเท่ากับ 0.5

2. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ A_1B_1 มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_1 กับแถวตั้ง B_1 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 – 0.25 โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ A_1B_2 มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_1 กับแถวตั้ง B_2 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.25 – 0.50

3. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_1B_1 รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_1B_2 จะมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_1

4. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ A_2B_1 มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_2 กับแถวตั้ง B_1 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.50 – 0.75

5. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ A_2B_2 มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_2 กับแถวตั้ง B_2 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.75 – 1.00

6. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_2B_1 รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_2B_2 จะมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_2

7. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_1B_1 รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_2B_1 จะมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้ง B_1

8. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_1B_2 รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ A_2B_2 จะมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้ง B_2

9. สร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

10. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0 – 0.25 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ A_1B_1 จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ A_1B_1 มีค่าความถี่เท่ากับ 1

11. สร้างตัวเลข สุ่ม1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.25 – 0.50 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ A_1B_2 จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ A_1B_2 มีค่าความถี่เท่ากับ 1

12. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.50 – 0.75 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ A_2B_1 จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ A_2B_1 มีค่าความถี่เท่ากับ 1

13. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.75 – 1.00 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ A_2B_2 จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ A_2B_2 มีค่าความถี่เท่ากับ 1

14. สร้างตัวเลขสุ่มเช่นนี้เรื่อยไป จนกระทั่งได้กลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการถ้าขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 30 ให้สร้างตัวเลขสุ่ม 30 ครั้งเช่นกัน

15. จากนั้นนับความถี่ที่ได้ในแต่ละเซลล์ แล้วตรวจสอบว่า ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_1แถวนอน A_2 แถวตั้ง B_1 และแถวตั้ง B_2มีโอกาสในการเกิดความถี่ในแต่ละแถวเป็น 0.50 หรือไม่ หากไม่ใช่ ให้กลับไปสร้างตัวเลขสุ่มใหม่

16. ตรวจสอบค่าความถี่ที่คาดหวังของแต่ละเซลล์ หากพบว่ามีเซลล์ใดเท่ากับ 0 ให้กลับไปสร้างตัวเลขสุ่มใหม่

17. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 70:30 80:20 และ 90:10 ทำในลักษณะเดียวกัน ตามการคำนวณโอกาสในการเกิดความถี่ของค่าสัดส่วนส่วนริม ดังตารางต่อไปนี้

การคำนวณโอกาสในการเกิดความถี่ของค่าสัดส่วนส่วนริม

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:50

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.25	0.25-0.50	0.50
A_2	0.50-0.75	0.75-1.00	0.50
TOTAL	0.50	0.50	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60:40

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.30	0.30-0.60	0.60
A_2	0.60-0.80	0.80-1.00	0.40
TOTAL	0.50	0.50	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70:30

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.35	0.35-0.70	0.70
A_2	0.70-0.85	0.85-1.00	0.30
TOTAL	0.50	0.50	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80:20

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.40	0.40-0.80	0.80
A_2	0.80-0.90	0.90-1.00	0.50
TOTAL	0.50	0.50	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90:10

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.45	0.45-0.90	0.90
A_2	0.90-0.95	0.95-1.00	0.10
TOTAL	0.50	0.50	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:50

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.30	0.30-0.50	0.50
A_2	0.50-0.80	0.80-1.00	0.50
TOTAL	0.60	0.40	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60:40

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.36	0.36-0.60	0.60
A_2	0.60-0.84	0.84-1.00	0.40
TOTAL	0.60	0.40	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70:30

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.42	0.42-0.70	0.70
A_2	0.70-0.88	0.88-1.00	0.30
TOTAL	0.60	0.40	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80:20

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.48	0.48-0.80	0.80
A_2	0.80-0.92	0.92-1.00	0.20
TOTAL	0.60	0.40	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90:10

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.54	0.54-0.90	0.90
A_2	0.90-0.96	0.96-1.00	0.10
TOTAL	0.60	0.40	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:50

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.35	0.35-0.50	0.50
A_2	0.50-0.75	0.75-1.00	0.50
TOTAL	0.70	0.30	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60:40

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.42	0.42-0.60	0.60
A_2	0.60-0.88	0.88-1.00	0.40
TOTAL	0.70	0.30	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70:30

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.49	0.49-0.70	0.70
A_2	0.70-0.91	0.91-1.00	0.30
TOTAL	0.70	0.30	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80:20

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.56	0.56-0.80	0.80
A_2	0.80-0.94	0.94-1.00	0.20
TOTAL	0.70	0.30	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90:10

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.63	0.63-0.90	0.90
A_2	0.90-0.97	0.97-1.00	0.10
TOTAL	0.70	0.30	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:50

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.40	0.40-0.50	0.50
A_2	0.50-0.90	0.90-1.00	0.50
TOTAL	0.80	0.20	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60:40

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.48	0.48-0.60	0.60
A_2	0.60-0.92	0.92-1.00	0.40
TOTAL	0.80	0.20	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70:30

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.56	0.56-0.70	0.70
A_2	0.70-0.94	0.94-1.00	0.30
TOTAL	0.80	0.20	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80:20

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.64	0.64-0.80	0.80
A_2	0.80-0.96	0.96-1.00	0.20
TOTAL	0.80	0.20	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90:10

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.72	0.72-0.90	0.90
A_2	0.90-0.98	0.98-1.00	0.10
TOTAL	0.80	0.20	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:50

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.45	0.45-0.50	0.50
A_2	0.50-0.95	0.95-1.00	0.50
TOTAL	0.90	0.10	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60:40

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.36	0.36-0.60	0.60
A_2	0.60-0.84	0.84-1.00	0.40
TOTAL	0.60	0.40	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70:30

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.63	0.63-0.70	0.70
A_2	0.70-0.97	0.97-1.00	0.30
TOTAL	0.90	0.10	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80:20

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.72	0.72-0.80	0.80
A_2	0.80-0.98	0.98-1.00	0.20
TOTAL	0.90	0.10	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90:10

A\B	B_1	B_2	TOTAL
A_1	0-0.81	0.81-0.90	0.90
A_2	0.90-0.99	0.99-1.00	0.10
TOTAL	0.90	0.10	1.00

สมมติฐานที่ทดสอบสำหรับตาราง 2 × 2 จำนวน 3 โมเดล

เนื่องจากอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง หมายถึง โอกาสในการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ถูก ดังนั้นผู้วิจัย จึงต้องตั้งสมมติฐานหลักที่ถูก การทดสอบภาวะสารูปสนิทของอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ $G^2 = 2\sum\sum o_{ij} \ln\left(\frac{O_{ij}}{e_{ij}}\right)$ จะเห็นว่าเป็นการทดสอบระหว่างค่าความถี่ที่สังเกตได้กับค่าความถี่ที่คาดหวัง และโมเดลล็อกลิเนียร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเทอมอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ กับค่าความถี่ที่คาดหวัง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งประเด็นสนใจไปที่ ค่าความถี่ที่สังเกตได้ และค่าความถี่ที่คาดหวัง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 สำหรับการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง

โมเดลที่ 1 : โมเดลความน่าจะเป็นเท่า ค่าความถี่ที่สังเกตได้สามารถคำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมที่แตกต่างกัน (ดังรายละเอียดที่นำเสนอไว้ในตารางการคำนวณค่าความถี่ที่สังเกตได้ข้างต้น) ส่วนค่าความถี่ที่คาดหวัง คำนวณจากสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างกับทั้งหมดกับจำนวนเซลล์ เช่น ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 30 ตาราง 2 ทางมีจำนวนเซลล์ 4 เซลล์ ดังนั้นค่าความถี่ที่คาดหวังของแต่ละเซลล์มีค่าเท่ากับ 30 หารด้วย 4 ผลลัพธ์มีค่าประมาณ 7 ถึง 8 (เนื่องจากความถี่เป็นทศนิยมไม่ได้จึงประมาณได้ 7 และ 8)

สมมติฐานหลักคือ

$H_0 : [A] = [A][B] = [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [ ]

(นั่นคือ ไม่มีอิทธิพลหลักจากตัวแปร A, ไม่มีอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และ ตัวแปร B และไม่มีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย)

โมเดลที่ 2 : โมเดลความน่าจะเป็นเท่าอย่างมีเงื่อนไข ค่าความถี่ที่สังเกตได้สามารถคำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมที่แตกต่างกัน (ดังรายละเอียดที่นำเสนอไว้ในตารางการคำนวณค่าความถี่ที่สังเกตได้ข้างต้น) ส่วนค่าความถี่ที่คาดหวังคำนวณสามารถคำนวณได้โดย นำค่าความถี่ของแถวตั้งที่ 1 และแถวตั้งที่ 2 หารด้วยจำนวนเซลล์ของแถวตั้งนั้นในที่นี้มีค่าเท่ากับ 2 เช่น แถวตั้งที่ 1 มี

ค่าความถี่เท่ากับ 15 จะได้เซลล์ A_1B_1 มีค่าความถี่ที่คาดหวังเท่ากับ 15 หาร 2 ประมาณได้ 7 แสดงว่าเซลล์ A_2B_1 จะมีค่าความถี่ที่คาดหวังเท่ากับ 8

สมมติฐานหลักคือ

$H_0 : [A][B] = [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [A]

(นั่นคือ ไม่มีอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และ ตัวแปร B และไม่มีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย)

โมเดลที่ 3 : โมเดลอิสระต่อกัน ค่าความถี่ที่สังเกตได้สามารถคำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมที่แตกต่างกัน (ดังรายละเอียดที่นำเสนอไว้ในตารางการคำนวณค่าความถี่ที่สังเกตได้ตามค่าสัดส่วนส่วนริม) ค่าความถี่ที่คาดหวังของแต่เซลล์ A_1B_1 คำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนที่ 1 คูณด้วยค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งที่ 1 หารด้วยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ค่าความถี่ของเซลล์ A_2B_1 คำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนที่ 2 คูณด้วยค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งที่ 1 หารด้วยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ค่าความถี่ของเซลล์ A_1B_2 คำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนที่ 1 คูณด้วยค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งที่ 2 หารด้วยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และ ค่าความถี่ของเซลล์ A_2B_2 คำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนที่ 2 คูณด้วยค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งที่ 2 หารด้วยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

สมมติฐานหลักคือ

$H_0 : [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [A][B]

(นั่นคือ ไม่มีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย)

ส่วนที่ 2 สำหรับการคำนวณหาอำนาจการทดสอบ

จากส่วนที่ 1 หากโมเดลใดที่มีอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงอยู่ในช่วงที่ระบุ จะนำสมมติฐานนั้นมาพิจารณาหาค่าอำนาจการทดสอบต่อไป

การคำนวณอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ กำหนด p เมื่อ p คือ โอกาสเกิดอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$p - z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{pq}{n}} \le p \le p + z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{pq}{n}}$$

ในกรณีนี้ $\alpha = 0.05$, $p = 0.05$, $q = 1 - p = 0.95$, n = จำนวนรอบ = 5000, $z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$

$$0.05 - 1.96\sqrt{\frac{(0.05)(0.95)}{5000}} \le p \le 0.05 + 1.96\sqrt{\frac{(0.05)(0.95)}{5000}}$$

$$0.044 \le p \le 0.056$$

ดังนั้น เกณฑ์ในการตัดสินอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ ควรมีค่าอยู่ในช่วง 0.044 ถึง 0.056 แต่เนื่องจากต้องการศึกษาต่อ ในกรณีที่อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่ต่างจากช่วงที่ระบุมากนัก จึงสนใจพิจารณาค่า p ที่อยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.08

เนื่องจากอำนาจการทดสอบ หมายถึง โอกาสที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ผิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องตั้งสมมติฐานหลักให้ผิด การทดสอบภาวะสารูปสนิทของอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ $G^2 = 2\sum\sum o_{ij} \ln\left(\frac{O_{ij}}{e_{ij}}\right)$ จะเห็นว่าเป็นการทดสอบระหว่างค่าความถี่ที่สังเกตได้กับค่าความถี่ที่คาดหวัง และโมเดลล็อกลิเนียร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเทอมอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ กับค่าความถี่ที่คาดหวัง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งประเด็นสนใจไปที่ ค่าความถี่ที่สังเกตได้ และค่าความถี่ที่คาดหวัง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 : โมเดลความน่าจะเป็นเท่า กรณีตั้งสมมติฐานถูกผู้วิจัย จะนำค่าความถี่ที่สังเกตได้และความถี่ที่คาดหวังของโมเดลความน่าจะเป็นเท่ามาคำนวณอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ แต่กรณีต้องการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลความน่าจะเป็นเท่าอย่างมีเงื่อนไข และโมเดลอิสระต่อกันมาคำนวณแทนโมเดลความน่าจะเป็นเท่า เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 2 โมเดลคือ

$H_0 : [A][B] = [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [A]

$H_0 : [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [A][B]

กรณีที่ 2 : โมเดลความน่าจะเป็นเท่าอย่างมีเงื่อนไข กรณีตั้งสมมติฐานถูกผู้วิจัย จะนำค่าความถี่ที่สังเกตได้และความถี่ที่คาดหวังของโมเดลความน่าจะเป็นเท่าอย่างมีเงื่อนไข มาคำนวณอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ แต่กรณีต้องการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลความน่าจะเป็นเท่าและโมเดลอิสระต่อกันมาคำนวณแทนโมเดลความน่าจะเป็นเท่าอย่างมีเงื่อนไข เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 1 โมเดลและโมเดลที่ต่ำกว่า 1 โมเดลคือ

โมเดลที่สูงกว่าคือ $H_0 : [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [A][B]

โมเดลที่ต่ำกว่าคือ $H_0 : [A] = [A][B] = [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [ ]

กรณีที่ 3 : โมเดลอิสระต่อกัน กรณีตั้งสมมติฐานถูกผู้วิจัย จะนำค่าความถี่ที่สังเกตได้และความถี่ที่คาดหวังของโมเดลอิสระต่อกัน มาคำนวณอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ แต่กรณีต้องการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลความน่าจะเป็นเท่าและโมเดลความน่าจะเป็นเท่าอย่างมีเงื่อนไขมาคำนวณแทนโมเดลอิสระต่อกัน เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่ต่ำกว่า 2 โมเดลคือ

$H_0 : [A] = [A][B] = [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [ ]

$H_0 : [A][B] = [AB] = 0$ เขียนแทนได้ด้วย [A]

โดยสรุป สมมติฐานที่ทดสอบสำหรับตาราง 2 ทาง สามารถแสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 10 สรุปสมมติฐานในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบ สำหรับตาราง 2 × 2

โมเดล	สมมติฐานหลักถูกต้อง	สมมติฐานหลักผิด
[ ]	$H_0 : [A] = [A][B] = [AB] = 0$	$H_0 : [A][B] = [AB] = 0$ $H_0 : [AB] = 0$
[A]	$H_0 : [A][B] = [AB] = 0$	$H_0 : [AB] = 0$ $H_0 : [A] = [A][B] = [AB] = 0$
[A][B]	$H_0 : [AB] = 0$	$H_0 : [A] = [A][B] = [AB] = 0$ $H_0 : [A][B] = [AB] = 0$

ตอนต่อไป ตอนที่ 2 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบสำหรับตาราง 3 ทาง

ตอนที่ 2 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบ (power of the test) ของตาราง 3 ทางขนาด 2 × 2 × 2 จำนวน 7 โมเดล คือ โมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ (no effect model) จำนวน 1 โมเดล, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลัก 1 ตัว (single main effect model) จำนวน 1 โมเดล, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลัก 2 ตัว (two main effects model) จำนวน 1 โมเดล, โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมด (all main effects model) จำนวน 1 โมเดล, โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว (all main effects and single

interaction effects model) จำนวน 1 โมเดล, โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว (all main effects and two interaction effects model) จำนวน 1 โมเดลและโมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว (all main effects and three interaction effects model) จำนวน 1 โมเดล เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก และใหญ่เท่ากับ 100 และ 300 ตามลำดับ

การคำนวณค่าความถี่ที่สังเกตได้สำหรับตาราง 2 ทางขนาด 2 X 2 X 2

กำหนดตารางการณ์จร มีตัวแปร A,B และ C แต่ละตัวมี 2 ค่าคือ $i = 1, 2,\ j = 1, 2$ และ $k = 1, 2$ จะได้ตาราง 3 ทางขนาด 2 X 2 X 2 มีจำนวนเซลล์ทั้งสิ้น 8 เซลล์คือ เซลล์ $A_1B_1C_1$, $A_1B_1C_2$, $A_1B_2C_1$, $A_1B_2C_2$, $A_2B_1C_1$, $A_2B_1C_2$, $A_2B_2C_1$ และ $A_2B_2C_2$ ดังตาราง (ตารางนี้ยกตัวอย่างกรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 25:25:25:25 กรณีอื่นๆ ให้เปลี่ยนไปตามตารางที่เสนอต่อไปจากนี้)

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.125 ($A_1 B_1 C_1$)	0.125-0.25 ($A_1 B_1 C_2$)	0.25
	B_2	0.25-0.375 ($A_1 B_2 C_1$)	0.375-0.50 ($A_1 B_2 C_2$)	0.25
A_2	B_1	0.50-0.625 ($A_2 B_1 C_1$)	0.625-0.75 ($A_2 B_1 C_2$)	0.25
	B_2	0.75-0.875 ($A_2 B_2 C_1$)	0.875-1.00 ($A_2 B_2 C_2$)	0.25
TOTAL		0.50	0.50	1.00

ขั้นตอนในการคำนวณความถี่ที่สังเกตได้ดำเนินเป็นลำดับขั้นได้ดังนี้

1. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้ง C_1 เท่ากับ ค่าสัดส่วนริมของแถวตั้ง C_2 มีค่าเท่ากับ 0.5 กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_1B_1 เท่ากับ ค่าสัดส่วนริมของแถวนอน A_1B_2 เท่ากับค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_2B_1 และเท่ากับค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน $A_2 B_2$ มีค่าเท่ากับ 0.25

2. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_1B_1C_1$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_1B_1 กับแถวตั้ง C_1 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 – 0.125

3. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_1B_1C_2$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_1B_1 กับแถวตั้ง C_2 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.125 – 0.25

4. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_1B_1C_1$ รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_1B_1C_2$ จะมีค่าเท่ากับ 0.25 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_1B_1

5. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_1B_2C_1$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_1B_2 กับแถวตั้ง C_1 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.25 – 0.375

6. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_1B_2C_2$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_1B_2 กับแถวตั้ง C_2 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.375 – 0.50

7. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_1B_2C_1$ รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_1B_2C_2$ จะมีค่าเท่ากับ 0.25 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_2B_2

8. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_2B_1C_1$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_2B_1 กับแถวตั้ง C_1 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.50 – 0.625

9. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_2B_1C_2$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_2B_1 กับแถวตั้ง C_2 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.625 – 0.75

10. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_2B_1C_1$ รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_2B_1C_2$ จะมีค่าเท่ากับ 0.25 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_2B_1

11. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_2B_2C_1$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_2B_2 กับแถวตั้ง C_1 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.750 – 0.875

12. โอกาสที่จะเกิดค่าความถี่ของเซลล์ $A_2B_2C_2$ มีค่าเท่ากับ ผลคูณของแถวนอน A_2B_2 กับแถวตั้ง C_2 ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.875 – 1.00

13. นำผลบวกของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_2B_2C_1$ รวมกับโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_2B_2C_2$ จะมีค่าเท่ากับ 0.25 ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_2B_2

14. หาผลรวมของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_1B_1C_1$ กับ $A_1B_2C_1$ กับ $A_2B_1C_1$ กับ $A_2B_2C_1$ ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้ง C_1

15. หาผลรวมของโอกาสในการเกิดความถี่ระหว่างเซลล์ $A_1B_1C_2$ กับ $A_1B_2C_2$ กับ $A_2B_1C_2$ กับ $A_2B_2C_2$ ซึ่งคือ ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้ง C_2

16. สร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงยูนิฟอร์ม

17. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0 – 0.125 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ $A_1B_1C_1$ จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ $A_1B_1C_1$ มีค่าความถี่เท่ากับ 1

18. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.125 – 0.25 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ $A_1B_1C_2$ จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ $A_1B_1C_2$ มีค่าความถี่เท่ากับ 1

19. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.25 – 0.375 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ $A_1B_2C_1$ จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ $A_1B_2C_1$ มีค่าความถี่เท่ากับ 1

20. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.375 – 0.50 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ $A_1B_2C_2$ จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ $A_1B_2C_2$ มีค่าความถี่เท่ากับ 1

21. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.50 – 0.625 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ $A_2B_1C_1$ จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ $A_2B_1C_1$ มีค่าความถี่เท่ากับ 1

22. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.625 – 0.75 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ $A_2B_1C_2$ จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ $A_2B_1C_2$ มีค่าความถี่เท่ากับ 1

23. สร้างตัวเลขสุ่ม 1 ตัว หากตัวเลขที่ได้มีค่าในช่วง 0.75 – 0.875 นับความถี่เป็น 1 และบรรจุความถี่นี้ลงในเซลล์ $A_2B_2C_1$ จะส่งผลให้ขณะนี้เซลล์ $A_2B_2C_1$ มีค่าความถี่เท่ากับ 1

24. สร้างตัวเลขสุ่มเช่นนี้เรื่อยไป จนกระทั่งได้กลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการ- หากต้องการขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 100 ให้สร้างตัวเลขสุ่ม 100 ครั้งเช่นกัน

25. จากนั้นนับความถี่ที่ได้ในแต่ละเซลล์ แล้วตรวจสอบว่า ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน A_1B_1 แถวนอน A_1B_2 แถวนอน A_2B_1 และแถวนอน A_2B_2 มีโอกาสในการเกิดความถี่ในแต่ละแถวนอนเป็น 0.25 หรือไม่หากไม่ใช่ ให้กลับไปสร้างตัวเลขสุ่มใหม่ จากนั้นพิจารณาแถวตั้ง C, และC_2 ว่ามีโอกาสในการเกิดความถี่ในแต่ละแถวเป็น 0.50 หรือไม่ หากไม่ใช่ให้กลับไปสร้างตัวเลขสุ่มใหม่

26. ตรวจสอบค่าความถี่ที่คาดหวังในแต่ละเซลล์ หากพบว่าเซลล์ใดมีค่าเท่ากับ 0 ให้กลับไปสร้างตัวเลขสุ่มใหม่

27. กรณีที่ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 70:30 80:20 และ 90:10 ทำในลักษณะเดียวกัน แต่ให้เปลี่ยนค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งและแถวนอนให้เป็นไปตามเงื่อนไข รายละเอียดดังต่อไปนี้

การคำนวณโอกาสในการเกิดความถี่ของค่าสัดส่วนส่วนริม

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 25:25:25:25

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.125	0.125-0.25	0.25
	B_2	0.25-0.375	0.375-0.50	0.25
A_2	B_1	0.50-0.625	0.625-0.75	0.25
	B_2	0.75-0.875	0.875-1.00	0.25
TOTAL		0.50	0.50	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 40:40:10:10

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.20	0.20-0.40	0.40
	B_2	0.40-0.60	0.60-0.80	0.40
A_2	B_1	0.80-0.85	0.85-0.90	0.10
	B_2	0.90-0.95	0.95-1.00	0.10
TOTAL		0.50	0.50	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50:50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:30:15:5

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.25	0.25-0.50	0.50
	B_2	0.50-0.65	0.65-0.80	0.30
A_2	B_1	0.80-0.875	0.875-0.95	0.15
	B_2	0.95-0.975	0.975-1.00	0.05
TOTAL		0.50	0.50	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 25:25:25:25

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.15	0.15-0.25	0.25
	B_2	0.25-0.40	0.40-0.50	0.25
A_2	B_1	0.50-0.65	0.65-0.75	0.25
	B_2	0.75-0.90	0.90-1.00	0.25
TOTAL		0.60	0.40	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 40:40:10:10

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.24	0.24-0.40	0.40
	B_2	0.40-0.64	0.64-0.80	0.40
A_2	B_1	0.80-0.86	0.86-0.90	0.10
	B_2	0.90-0.96	0.96-1.00	0.10
TOTAL		0.60	0.40	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60:40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:30:15:5

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.30	0.30-0.50	0.50
	B_2	0.50-0.68	0.68-0.80	0.30
A_2	B_1	0.80-0.89	0.89-0.95	0.15
	B_2	0.95-0.98	0.98-1.00	0.05
TOTAL		0.60	0.40	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 25:25:25:25

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.175	0.175-0.25	0.25
	B_2	0.25-0.425	0.425-0.50	0.25
A_2	B_1	0.50-0.675	0.675-0.75	0.25
	B_2	0.75-0.925	0.925-1.00	0.25
TOTAL		0.70	0.30	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 40:40:10:10

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.28	0.28-0.40	0.40
	B_2	0.40-0.68	0.68-0.80	0.40
A_2	B_1	0.80-0.87	0.87-0.90	0.10
	B_2	0.90-0.97	0.97-1.00	0.10
TOTAL		0.70	0.30	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70:30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:30:15:5

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.35	0.35-0.50	0.50
	B_2	0.50-0.71	0.71-0.80	0.30
A_2	B_1	0.80-0.905	0.905-0.95	0.15
	B_2	0.95-0.985	0.985-1.00	0.05
TOTAL		0.70	0.30	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 25:25:25:25

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.20	0.20-0.25	0.25
	B_2	0.25-0.45	0.45-0.50	0.25
A_2	B_1	0.50-0.70	0.70-0.75	0.25
	B_2	0.75-0.95	0.95-1.00	0.25
TOTAL		0.80	0.20	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 40:40:10:10

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.32	0.32-0.40	0.40
	B_2	0.40-0.72	0.72-0.80	0.40
A_2	B_1	0.80-0.88	0.88-0.90	0.10
	B_2	0.90-0.98	0.98-1.00	0.10
TOTAL		0.80	0.20	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80:20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:30:15:5

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.40	0.40-0.50	0.50
	B_2	0.50-0.74	0.74-0.80	0.30
A_2	B_1	0.80-0.92	0.92-0.95	0.15
	B_2	0.95-0.99	0.99-1.00	0.05
TOTAL		0.80	0.20	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 25:25:25:25

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.225	0.225-0.25	0.25
	B_2	0.25-0.475	0.475-0.50	0.25
A_2	B_1	0.50-0.725	0.725-0.75	0.25
	B_2	0.75-0.975	0.975-1.00	0.25
TOTAL		0.90	1.00	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 40:40:10:10

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.36	0.36-0.40	0.40
	B_2	0.40-0.76	0.76-0.80	0.40
A_2	B_1	0.80-0.89	0.89-0.90	0.10
	B_2	0.90-0.99	0.99-1.00	0.10
TOTAL		0.90	0.10	1.00

กรณีค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90:10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50:30:15:5

A	B	C		TOTAL
		C_1	C_2	
A_1	B_1	0-0.45	0.45-0.50	0.50
	B_2	0.50-0.77	0.77-0.80	0.30
A_2	B_1	0.80-0.935	0.935-0.95	0.15
	B_2	0.95-0.995	0.995-1.00	0.05
TOTAL		0.90	0.10	1.00

สมมติฐานที่ทดสอบสำหรับตาราง 2 × 2 × 2 จำนวน 7 โมเดล

ส่วนที่ 1 สำหรับการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง

โมเดลที่ 1 : โมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ (no effect model) การคำนวณค่าความถี่ที่สังเกตได้ นำเสนอไปแล้วข้างต้น ส่วนค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ เนื่องจากเป็นโมเดลที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ ดังนั้นค่าความถี่ที่คาดหวังคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดหารด้วยจำนวนเซลล์ ($\frac{n}{8}$) กล่าวคือหากกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 100 ตาราง 3 ทางมีกลุ่มจำนวนเซลล์เท่ากับ 8 ดังนั้นค่าความถี่ที่คาดหวังในแต่ละเซลล์มีค่าประมาณ 12 ถึง 13

สมมติฐานที่ทดสอบคือ

$$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

(all single main effects, all single interaction effects, three interaction effects and three-factor interaction effect equal 0)

เขียนแทนได้ด้วย [ ]

โมเดลที่ 2 : โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลัก 1 ตัว (single main effect model) การคำนวณค่าความที่คาดหวังของอิทธิพลหลัก 1 ตัว ให้นำค่าความถี่ที่สังเกตได้ของแต่ละเซลล์ (o_{ijk})หารด้วย 4 เช่น เซลล์ $A_1B_1C_1$ มีค่าความถี่ที่สังเกตได้เท่ากับ 12 เมื่อหารด้วย 4 จะได้ค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_1B_1C_1$ เท่ากับ 3

สมมติฐานที่ทดสอบคือ

$$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

(two main effects, all single interaction effects, three interaction effects and three-factor interaction effect equal 0)

เขียนแทนได้ด้วย [A]

โมเดลที่ 3 : โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลัก 2 ตัว (two main effects model) การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลอิทธิพลหลัก 2 ตัว กรณีที่ต้องการค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_iB_jC_k$ ให้นำผลบวกของค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ A_i ทั้งหมด ($o_{i..}$) คูณกับผลบวกกับค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ B_j ทั้งหมด ($o_{.j.}$) แล้วหารด้วย 2 เท่าของกลุ่มตัวอย่าง ($2n$) เช่น กรณีที่ต้องการค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_1B_1C_1$ให้นำผลบวกของค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ A_1 ทั้งหมดในที่นี้มี 4 เซลล์คือ $A_1B_1C_1$, $A_1B_1C_2$, $A_1B_2C_1$ และ $A_1B_2C_2$ คูณกับ ผลรวมค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ B_1 ทั้งหมด ในที่นี้มี 4 เซลล์คือ $A_1B_1C_1$, $A_1B_1C_2$, $A_2B_1C_1$ และ $A_2B_1C_2$ จากนั้นจึงหารด้วย 2 เท่าของขนาดกลุ่มตัวอย่าง ถ้ากลุ่มตัวอย่าง 100 จะหารด้วย 200

สมมติฐานที่ทดสอบคือ

$$H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

(single main effects, all single interaction effects, three interaction effects and three-factor interaction effect equal 0)

เขียนแทนได้ด้วย [A][B]

โมเดลที่ 4 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมด (all main effects model) (model if independence of factors) คือ โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A, ตัวแปร B และตัวแปร C การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวัง กรณีที่ต้องการค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_iB_jC_k$ ให้นำ ผลบวกของค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ A_i ทั้งหมด ($o_{i..}$) คูณกับผลบวกกับค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ B_j ทั้งหมด ($o_{.j.}$) คูณกับผลบวกกับค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ C_k ทั้งหมด ($o_{..k}$) แล้วนำไปหารด้วย ขนาดกลุ่มตัวอย่างยกกำลังสอง ถ้ากลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 100 จะหารด้วย 10,000 ยกตัวอย่าง เช่น กรณีต้องการหาความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ $A_1B_1C_1$ ให้หาผลบวกของเซลล์ A_1 ทั้งหมดคือ

$A_1B_1C_1$, $A_1B_1C_2$, $A_1B_2C_1$ และ $A_1B_2C_2$ คูณกับผลบวกของเซลล์ B_1 ทั้งหมดคือ $A_1B_1C_1$, $A_1B_1C_2$, $A_2B_1C_1$ และ $A_2B_1C_2$ คูณกับผลบวกของเซลล์ C_1 ทั้งหมดคือ $A_1B_1C_1$, $A_1B_2C_1$, $A_2B_1C_1$ และ $A_2B_2C_1$ แล้วนำผลที่ได้ไปด้วย ขนาดกลุ่มตัวอย่างยกกำลังสอง

สมมติฐานที่ทดสอบคือ

$$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

(all single interaction effects, three interaction effects and three-factor interaction effect equal 0)

เขียนแทนได้ด้วย [A][B][C]

โมเดลที่ 5 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว (all main effects and single interaction effect model) การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_iB_jC_k$ ให้นำผลบวกของค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ A_iB_j ทั้งหมด ($o_{ij.}$) คูณกับผลบวกค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ C_k ทั้งหมด ($o_{..k}$) หารด้วยขนาดกลุ่มตัวอย่าง เช่น กรณีต้องการค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_1B_1C_1$ ให้นำผลบวกของความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ $A_1B_1C_1$ และ$A_1B_1C_2$ คูณกับ ค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ C_1 ในที่นี้มี 4 เซลล์คือ $A_1B_1C_1$, $A_1B_2C_1$, $A_2B_1C_1$ และ $A_2B_2C_1$ แล้วนำผลลัพธ์ไปหารด้วย ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

สมมติฐานที่ทดสอบคือ

$$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

(two interaction effects, three interaction effects and three-factor interaction effect equal 0)

เขียนแทนได้ด้วย [A][B][C][AB]

โมเดลที่ 6 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว (all main effects and two interaction effects model) การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_iB_jC_k$ ให้นำผลบวกของค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ A_iB_j ($o_{ij.}$) คูณด้วยผลบวกของค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ A_iC_k ($o_{i.k}$) แล้วนำไปหารด้วย ค่าความถี่ที่สังเกตได้ของเซลล์ A_i ทั้งหมด ($o_{i..}$) เช่น ต้องการหาค่าความถี่ที่คาดหวังของเซลล์ $A_1B_1C_1$ ให้หาผลบวกของเซลล์ $A_1B_1C_1$ และ $A_1B_1C_2$ นำไปคูณกับผลบวกของเซลล์ $A_1B_1C_1$ และ $A_1B_2C_1$ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปการด้วย ผลบวกระหว่างเซลล์ $A_1B_1C_1$, $A_1B_1C_2$, $A_1B_2C_1$ และ $A_1B_2C_2$

สมมติฐานที่ทดสอบคือ

$$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

(single interaction effects, three interaction effects and three-factor interaction effect equal 0)

เขียนแทนได้ด้วย [A][B][C][AB][AC]

โมเดลที่ 7 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว (all main effects and three interaction effects model) **การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลใช้วิธีการคำนวณการทวนซ้ำ ด้วยวิธี** IPF

ขั้นที่ 1 กำหนดค่าตั้งต้นทุกๆ ค่าของ i,j, และ k ให้มีค่าเท่ากับ 1 นั่นคือ $e_{ijk}^{(0)} = 1$

กำหนด v รอบในการวนซ้ำ เริ่มต้นที่ 0

ขั้นที่ 2 คำนวณจากค่าสัดส่วนส่วนริมของ AB ด้วย $e_{ijk}^{3v+1} = \frac{o_{ij.} e_{ijk}^{3v}}{e_{ij.}^{3v}}$

ขั้นที่ 3 นำผลที่ได้จากขั้นที่ 2 มาคำนวณกับค่าสัดส่วนส่วนริมของ AC ด้วย

$$e_{ijk}^{3v+2} = \frac{o_{i.k} e_{ijk}^{3v+1}}{e_{i.k}^{3v+1}}$$

ขั้นที่ 4 นำผลที่ได้จากขั้นที่ 3 มาคำนวณกับค่าสัดส่วนริมของ BC ด้วย

$$e_{ijk}^{3(v+1)} = \frac{o_{.jk} e_{ijk}^{3v+2}}{e_{.jk}^{3v+2}}$$

เมื่อจบขั้นที่ 1 จะได้รอบที่ 1 ของการวนซ้ำ (first cycle of the iteration) ของการคำนวณความถี่ที่คาดหวัง ทำซ้ำขั้นที่ 2 – 4 อีกครั้ง จะได้ v = 1,2,... จนกระทั่งได้ค่า $| e_{ijk}^{(s)} - e_{ijk}^{(s-1)} | \leq 0.1$

สมมติฐานที่ทดสอบคือ

$H_0 : [ABC] = 0$

(three interaction effects equal 0)

เขียนแทนได้ด้วย [A][B][C][AB][AC][BC]

ส่วนที่ 2 สำหรับการคำนวณหาอำนาจการทดสอบ

จากส่วนที่ 1 หากโมเดลใดที่อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงอยู่ในช่วงที่ระบุ จะนำสมมติฐานนั้นมาพิจารณาหาค่าอำนาจการทดสอบต่อไป ดังรายละเอียด

เนื่องจากอำนาจการทดสอบ หมายถึง โอกาสที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ผิด ในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง ผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานที่ถูกต้องโดยพิจารณาที่ค่าความที่สังเกตได้และค่าความถี่ที่คาดหวังเป็นหลัก การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังต้อง

เหมาะสมกับโมเดลนั้นๆ ดังนั้นในกรณีที่ต้องการให้สมมติฐานหลักผิดเพื่อที่จะหาอำนาจการทดสอบต่อไปนั้น ผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลอื่นๆ มาทดสอบแทน

กรณีที่ 1 : โมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ (no effect model) ในการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่สูงกว่า 6 โมเดล คือโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และตัวแปร B, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมด, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัวมาคำนวณแทนโมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 6 โมเดลคือ

$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [ABC] = 0$

กรณีที่ 2 : โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลัก 1 ตัว (single main effect model) ในการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่สูงกว่า 5 โมเดล โมเดลที่ต่ำกว่า 1 โมเดล กรณีทดสอบด้วยโมเดลที่สูงกว่า ประกอบด้วยโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และตัวแปร B, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมด, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิ พลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว ส่วนการทดสอบด้วยโมเดลที่ต่ำกว่า 1 โมเดล คือโมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ ผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลเหล่านั้นมาคำนวณแทนโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 5 โมเดล และโมเดลที่ต่ำกว่า 1 โมเดล ดังนี้

โมเดลที่สูงกว่าคือ

$H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [ABC] = 0$

โมเดลที่ต่ำกว่าคือ

$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

กรณีที่ 3 : โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลัก 2 ตัว (two main effects model) ในการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่สูงกว่า 4 โมเดล โมเดลที่ต่ำกว่า 2 โมเดล กรณีทดสอบด้วยโมเดลที่สูงกว่า ประกอบด้วย โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมด, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว ส่วนการทดสอบด้วยโมเดลที่ต่ำกว่า 2 โมเดล คือ โมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A ผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลเหล่านั้นมาคำนวณแทนโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และตัวแปร B เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 4 โมเดล และโมเดลที่ต่ำกว่า 2 โมเดล ดังนี้

โมเดลที่สูงกว่าคือ

$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [ABC] = 0$

โมเดลที่ต่ำกว่าคือ

$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] =$

$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

กรณีที่ 4 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมด (all main effects model) ในการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่สูงกว่า 3 โมเดล โมเดลที่ต่ำกว่า 3 โมเดล กรณีทดสอบด้วยโมเดลที่สูงกว่า ประกอบด้วย โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว ส่วนการทดสอบด้วยโมเดลที่ต่ำกว่า 3 โมเดล คือโมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และตัวแปร B ผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลเหล่านั้นมาคำนวณแทนโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมด เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 3 โมเดล และโมเดลที่ต่ำกว่า 3 โมเดล ดังนี้
โมเดลที่สูงกว่าคือ

$$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

$$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

$$H_0 : [ABC] = 0$$

โมเดลที่ต่ำกว่าคือ

$$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

$$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

$$H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$$

กรณีที่ 5 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว (all main effects and single interaction effect model) ในการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่สูงกว่า 2 โมเดล โมเดลที่ต่ำกว่า 4 โมเดล กรณีทดสอบด้วยโมเดลที่สูงกว่าประกอบด้วย โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว ส่วนการทดสอบด้วยโมเดลที่ต่ำกว่า 4 โมเดล คือโมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และตัวแปร B และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมด ผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลเหล่านั้นมาคำนวณแทนโมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 2 โมเดล และโมเดลที่ต่ำกว่า 4 โมเดล ดังนี้

โมเดลที่สูงกว่าคือ

$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [ABC] = 0$

โมเดลที่ต่ำกว่าคือ

$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

กรณีที่ 6 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว (all main effects and two interaction effects model) ในการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่สูงกว่า 1 โมเดล โมเดลที่ต่ำกว่า 5 โมเดล กรณีทดสอบด้วยโมเดลที่สูงกว่าประกอบด้วย โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว ส่วนการทดสอบด้วยโมเดลที่ต่ำกว่า 4 โมเดล คือโมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และตัวแปร B, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมด และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว ผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลเหล่านั้นมาคำนวณแทนโมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่สูงกว่า 1 โมเดลและโมเดลที่ต่ำกว่า 5 โมเดล ดังนี้

โมเดลที่สูงกว่าคือ

$H_0 : [ABC] = 0$

โมเดลที่ต่ำกว่าคือ

$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 7 : โมเดลอิทธิพลหลักทั้งหมดและมีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว (all main effects and three interaction effects model) ในการหาอำนาจการทดสอบผู้วิจัยจะนำค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลที่ต่ำกว่า 6 คือ โมเดลที่ไม่มีอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักจากตัวแปร A และตัวแปร B, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมด, โมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 1 ตัว และโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 2 ตัว มาคำนวณแทนค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลโมเดลที่เกิดอิทธิพลหลักทั้งหมดและอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ 2 ปัจจัย 3 ตัว เพื่อเป็นการตั้งให้สมมติฐานหลักผิด (ลักษณะการคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของโมเดลได้อธิบายไว้ในส่วนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง)

ทดสอบสมมติฐานหลักด้วยโมเดลที่ต่ำกว่า 6 โมเดล ดังนี้

$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

โดยสรุป สมมติฐานที่ทดสอบสำหรับตาราง 3 ทาง สามารถแสดงได้ดังตารางในหน้าถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 สรุปสมมติฐานในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบ สำหรับตาราง 3 ทาง

โมเดล	สมมติฐานหลักถูกต้อง	สมมติฐานหลักผิด
[ ]	$H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC]$ $= [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$	โมเดลที่สูงกว่า $H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] =$ $[AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] =$ $[AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [ABC] = 0$
[A]	$H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC]$ $= [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$	โมเดลที่สูงกว่าคือ $H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC]$ $= [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [ABC] = 0$ โมเดลที่ต่ำกว่าคือ $H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] =$ $[BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

ตารางที่ 11 สรุปสมมติฐานในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบ สำหรับตาราง 3 ทาง (ต่อ)

โมเดล	สมมติฐานหลักถูกต้อง	สมมติฐานหลักผิด
[A][B]	$H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC]$ $= [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$	โมเดลที่สูงกว่าคือ $H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [ABC] = 0$ โมเดลที่ต่ำกว่าคือ $H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] =$ $[AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [B] = [A][B][C] = [C] = [AB] = [AC] = [BC]$ $= [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$
[A][B][C]	$H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$	โมเดลที่สูงกว่าคือ $H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [ABC] = 0$ โมเดลที่ต่ำกว่าคือ $H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC]$ $= [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [B] = [C] = [A][B]['C] = [AB] = [AC] = [BC]$ $= [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] =$ $[AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

ตารางที่ 11 สรุปสมมติฐานในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบ สำหรับตาราง 3 ทาง (ต่อ)

โมเดล	สมมติฐานหลักถูกต้อง	สมมติฐานหลักผิด
[A][B][C][AB]	$H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$	โมเดลที่สูงกว่าคือ $H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [ABC] = 0$ โมเดลที่ต่ำกว่าคือ $H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$
[A][B][C][AB] [AC]	$H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$	โมเดลที่สูงกว่าคือ $H_0 : [ABC] = 0$ โมเดลที่ต่ำกว่าคือ $H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

ตารางที่ 11 สรุปสมมติฐานในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและอำนาจการทดสอบ สำหรับตาราง 3 ทาง (ต่อ)

โมเดล	สมมติฐานหลักถูกต้อง	สมมติฐานหลักผิด
[A][B][C][AB] [AC][BC]	$H_0 : [ABC] = 0$	โมเดลที่ต่ำกว่า $H_0 : [A] = [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [B] = [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [C] = [A][B][C] = [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AB] = [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [AC] = [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$ $H_0 : [BC] = [AB][AC][BC] = [ABC] = 0$

ขั้นตอนการดำเนินการจำลองสถานการณ์

การดำเนินการจำลองสถานการณ์ จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงของสถิติทดสอบไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ ถ้าในกรณีใดที่อัตราความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงที่ระบุ จึงนำโมเดลที่ผ่านการทดสอบในขั้นตอนที่ 1 เข้าสู่ขั้นตอนที่ 2 คือ การหาอำนาจการทดสอบ (power of the test) (หากกรณีใดที่อัตรา ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่อยู่ในช่วงที่ระบุ จะดำเนินการหาอำนาจการทดสอบต่อไปแต่จะนำรายงานในภาคผนวก)

ก่อนที่จะไปสู่การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและการหาอำนาจการทดสอบ ผู้วิจัยจะดำเนินการเตรียมข้อมูล ดังนี้

1. กำหนดค่าตัวแปรที่จะศึกษาทุกตัวให้มีค่าเท่ากับ 0 คือ ตัวแปร Type I error, ค่าความถี่ที่สังเกตได้, ค่าความถี่ที่คาดหวัง, ค่าอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์
2. กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการ
3. กำหนดรอบที่ต้องการในที่นี้คือ 5,000
4. สร้างการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม
5. สร้างตัวเลขสุ่มครั้งละ 1 ตัวจากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม บรรจุเลขสุ่มนั้นลงตารางการณ์จรตามเงื่อนไขค่าสัดส่วนส่วนริม
6. นับความถี่ที่ถูกบรรจุลงในตารางการณ์จรให้ครบตามขนาดกลุ่มตัวอย่าง
7. ตรวจสอบว่าค่าความถี่ที่สังเกตได้มีค่าเป็น 0 หรือไม่ถ้าเซลล์ใดเซลล์หนึ่งเท่ากับ 0 กลับไปสร้างเลขสุ่มใหม่ จนกระทั่งไม่มีเซลล์ใดเท่ากับ 0

เมื่อเตรียมข้อมูลพร้อมแล้ว จึงเข้าสู่ขั้นตอนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง ต่อไป

ขั้นตอนที่ 1 การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง มีดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้ตัวอย่างสุ่มมีการแจกแจงภายใต้สมมติฐานหลักที่ถูกต้อง
2. คำนวณค่าสถิติตามสูตรการทดสอบภาวะสารูปสนิท แล้วเปรียบเทียบค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณกับค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางค่าสถิติไค-สแควร์ นับจำนวนรอบที่ปฏิเสธสมมติฐานจากจำนวนรอบทั้งหมด 5,000 รอบ

สูตรในการทดสอบภาวะสารูปสนิท $G^2 = 2\sum\sum o_{ij} \ln\left(\frac{o_{ij}}{e_{ij}}\right)$

3. คำนวณอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง นำจำนวนรอบที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักจากข้อ 2 หารด้วย 5000 ถ้ากรณีใดที่อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง อยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.08 จึงนำกรณีเหล่านั้นไปคำนวณหาอำนาจการทดสอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การหาอำนาจการทดสอบ (power of the test) ของอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์

สำหรับกรณีอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงอยู่ในช่วงที่ระบุ จะนำมาคำนวณหาอำนาจการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบว่าอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์จะให้อำนาจการทดสอบสูงและต่ำในกรณีใดบ้าง ขั้นตอนในการคำนวณหาอำนาจการทดสอบมีดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้ตัวอย่างสุ่มมีการแจกแจงภายใต้สมมติฐานหลักที่ผิด

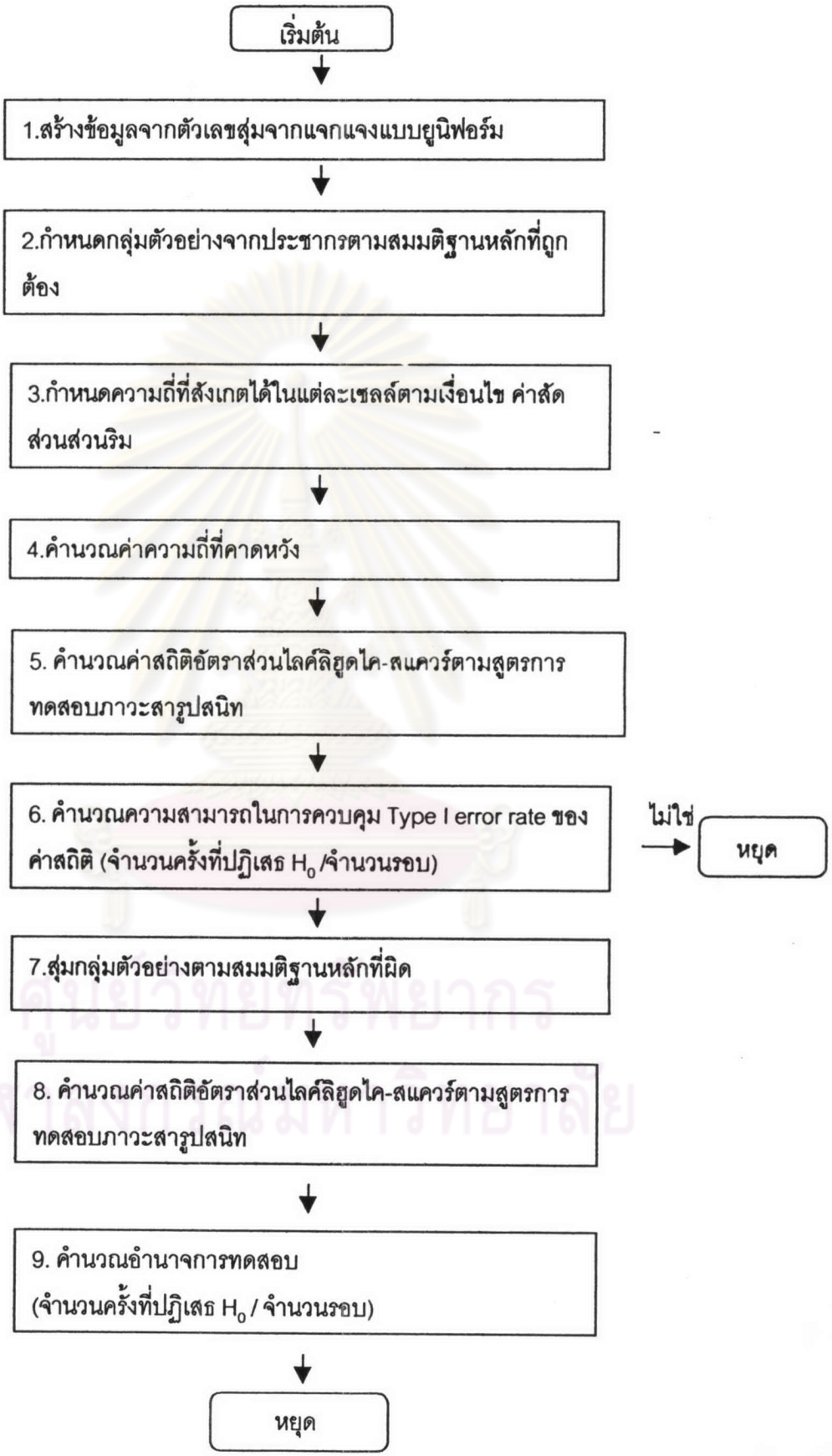
2. คำนวณค่าสถิติตามสูตรการทดสอบภาวะสารูปสนิท แล้วเปรียบเทียบค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณกับค่าวิกฤติที่ได้จากการเปิดตารางค่าสถิติไค-สแควร์ นับจำนวนรอบที่ปฏิเสธสมมติฐานจากจำนวนรอบทั้งหมด 5,000 รอบ

3. คำนวณอำนาจการทดสอบ นับจำนวนรอบที่ปฏิเสธสมมติหลักที่ผิดจากข้อ 2 หารด้วยจำนวนรอบทั้งหมดคือ 5000

จากขั้นตอนในการจำลองสถานการณ์สามารถสรุปได้ดังแผนภาพในหน้าถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



ตอนที่ 3 การตรวจสอบผลการวิจัยด้วยข้อมูลจริง

ในตอนนี้ ผู้วิจัยจะนำฐานข้อมูลจากงานวิจัย มาคำนวณหาค่าสถิติอัตราส่วนไลค์ลิฮูดไค-สแควร์ จากนั้นพิจารณาการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เพื่อนำมาเทียบกับอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งได้จากการจำลองสถานการณ์ กรณีใดที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักจะเสนออัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงและหากอัตราความความเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่เกิดขึ้นจริงอยู่ในช่วงที่ระบุจะเสนออำนาจการทดสอบ กรณีใดคงสมมติฐานหลักจะเสนออัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 ที่เกิดขึ้นจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย