บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบความเป็นอิสระ ได้แก่ สถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ สถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์ สถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น และ Fisher's exact test สำหรับข้อมูลที่จัดอยู่ในรูปตารางการณ์จรขนาด 2 × 2 และ 3 × 4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด โดยใช้วิธีการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique) และใช้โปรแกรม Minitab version 11 จากนั้นยกตัวอย่างข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับแผนการดำเนินงาน ขั้นตอนในการจำลองข้อมูล และโปรแกรมที่ใช้จะนำเสนอตามลำดับดังนี้

แผนการดำเนินงาน

ตอนที่ 1 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับตารางการณ์จรขนาด 2 × 2 ขนาด 25 50 และ 100 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

ตอนที่ 2 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับตารางการณ์จรขนาด 2 × 2 ขนาด 25 50 และ 100 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

โดยกำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนและแถวตั้งตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 และ ตอนที่ 2 ในรูปแบบเดียวกันดังนี้

กลุ่มตัวอย่างขนาด 25

กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน

1. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50 : 50 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 1 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

A/B	B_1	B_2	รวม
A_1	0-0.25	0.25-0.50	.50
A_2	0.50-0.75	0.75-1.00	.50
รวม	.50	.50	1.00

กรณีที่ 2 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

A/B	B_1	B_2	รวม
A_1	0-0.30	0.30-0.50	.50
A_2	0.50-0.80	0.80-1.00	.50
รวม	.60	.40	1.00

กรณีที่ 3 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

A/B	B_1	B_2	รวม
A_1	0-0.35	0.35-0.50	.50
A_2	0.50-0.85	0.85-1.00	.50
รวม	.70	.30	1.00

กรณีที่ 4 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80 : 20

A/B	B_1	B_2	รวม
A_1	0-0.40	0.40-0.50	.50
A_2	0.50-0.90	0.90-1.00	.50
รวม	.80	.20	1.00

กรณีที่ 5 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90 : 10

A/B	B_1	B_2	รวม
A_1	0-0.45	0.45-0.50	.50
A_2	0.50-0.95	0.95-1.00	.50
รวม	.90	.10	1.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60 : 40 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 6 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 7 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 8 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 9 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

3. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70 : 30 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 11 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 12 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 13 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 14 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 15 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

4. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80 : 20 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 16 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 17 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 18 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 19 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

5. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90 : 10 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 21 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 22 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 23 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 24 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 25 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่างขนาด 50

กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน

6. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50 : 50 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 26 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 27 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 28 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 29 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

7. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60 : 40 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 31 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 32 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 33 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 34 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 35 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

8. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70 : 30 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 36 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 37 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 38 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 39 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

9. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80 : 20 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 41 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 42 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 43 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 44 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 45 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

10. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90 : 10 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 46 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 47 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 48 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 49 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 50 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

กลุ่มตัวอย่างขนาด 100

กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน

11. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 50 : 50 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 51 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 52 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 53 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 54 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 55 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 60 : 40 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 56 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 57 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 58 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 59 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 60 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

13. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 70 : 30 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 61 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 62 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 63 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 64 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 65 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

14. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 80 : 20 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 66 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 67 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 68 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 69 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 70 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

15. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 90 : 10 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 71 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 50 : 50

กรณีที่ 72 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 60 : 40

กรณีที่ 73 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 70 : 30

กรณีที่ 74 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 80 : 20

กรณีที่ 75 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 90 : 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับตารางการณ์จร ขนาด 3 × 4 เมื่อ ขนาด 80 150 และ 300 $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

ตอนที่ 4 หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับตารางการณ์จร ขนาด 3 × 4 เมื่อ ขนาด 80 150 และ 300 $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

โดยกำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนและแถวตั้งตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 และ ตอนที่ 4 ในรูปแบบเดียวกันดังนี้

กลุ่มตัวอย่างขนาด 80

กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน

1. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 45 : 45 : 10 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 1 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 2 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 3 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 4 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 5 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

2. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 30 : 30 : 40 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 6 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 7 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 8 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 9 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 10 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

3. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 15 : 15 : 70 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 11 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 12 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 13 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 14 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 15 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

กลุ่มตัวอย่างขนาด 150

กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน

4. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 45 : 45 : 10 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 16 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 17 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 18 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 19 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 20 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

5. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 30 : 30 : 40 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 21 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 22 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 23 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 24 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 25 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

6. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 15 : 15 : 70 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 26 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 27 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 28 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 29 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 30 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

กลุ่มตัวอย่างขนาด 300

กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอน

7. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 45 : 45 : 10 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 31 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 32 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 33 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 34 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 35 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

8. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 30 : 30 : 40 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 36 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 37 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 38 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 39 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 40 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. กำหนดค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวนอนเป็น 15 : 15 : 70 และให้ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งแปรผันตามแถวนอนดังนี้

กรณีที่ 41 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 40 : 30 : 20 : 10

กรณีที่ 42 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 25 : 25 : 25 : 25

กรณีที่ 43 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 30 : 30 : 30

กรณีที่ 44 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 40 : 40

กรณีที่ 45 ค่าสัดส่วนส่วนริมของแถวตั้งเป็น 10 : 10 : 10 : 70

การจำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงาน

1. การสร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากร

การสร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนดไว้ในแผนการดำเนินงานนั้นจะใช้โปรแกรม Minitab version 11 ซึ่งการสร้างลักษณะการแจกแจงจะต้องใช้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) สำหรับการสร้างเลขสุ่มดังกล่าวจะใช้คำสั่ง RANDOM คำสั่งย่อย UNIFORM (0,1) ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้ในการสุ่มเลขจำนวนจริงที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ส่วนการสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบพหุนามสองตัวแปรจะศึกษาในกรณีที่ตัวแปรทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน โดยมี รายละเอียดดังนี้

1. กำหนดรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตารางการณ์จรขนาด r × c มีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 3.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นของแต่ละเซลล์ในตารางการณ์จรขนาด r × c

ตัวแปรตัวที่ 1	ตัวแปรตัวที่ 2						รวม
	1	2	...	j	...	c	
1	p_{11}	p_{12}	...	p_{1j}	...	p_{1c}	$p_{1.}$
2	p_{21}	p_{22}	...	p_{2j}	...	p_{2c}	$p_{2.}$
3	p_{31}	p_{32}	...	p_{3j}	...	p_{3c}	$p_{3.}$
.	.	.	.	.	.	.	.
i	p_{i1}	p_{i2}	.	p_{ij}	.	p_{ic}	$p_{i.}$
.	.	.	.	.	.	.	.
r	p_{r1}	p_{r2}	.	p_{rj}	.	p_{rc}	$p_{r.}$
รวม	$p_{.1}$	$p_{.2}$	...	$p_{.j}$	...	$p_{.c}$	$p_{..}$

โดยที่ $p_{i.} = \sum_{j=1}^{c} p_{ij}$, $p_{.j} = \sum_{i=1}^{r} p_{ij}$

และ $p_{ij} = p_{i.}p_{.j}$

2. กำหนดความน่าจะเป็นส่วนริม (marginal probability) ของแถวนอนและแถวตั้ง

โดยที่ $p_{i.}$ คือ ความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนที่ i เมื่อ i = 1, … ,r

$p_{.j}$ คือ ความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้งที่ j เมื่อ j = 1, … ,c

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 21226970

3. คำนวณค่าความน่าจะเป็นร่วม (p_{ij}) ของแต่ละเซลล์ในตารางการณ์จรจากความสัมพันธ์

$p_{ij} = p_{i.}p_{.j}$

4. สุ่มข้อมูลตามเงื่อนไขโดยใช้คำสั่ง RANDOM คำสั่งย่อย UNIFORM (0,1) ซึ่งจะผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1) และพิจารณาค่าของตัวเลขสุ่มที่สุ่มได้ สมมติเป็น x_k

ถ้า $0 \le x_k < p_{11}$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (1,1)

ถ้า $p_{11} \le x_k < p_{11} + p_{12}$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (1,2)

ถ้า $p_{11} + p_{12} \le x_k < p_{11} + p_{12} + p_{13}$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (1,3)

.

.

.

ถ้า $p_{11} + \ldots + p_{i,j-2} \le x_k < p_{11} + \ldots + p_{i,j-1}$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (i,j -1)

ถ้า $p_{11} + \ldots + p_{i,j-1} \le x_k < p_{11} + \ldots + p_{i,j}$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (i,j)

ถ้า x_k ตกอยู่ในเซลล์ใดจะนับความถี่ของข้อมูลในเซลล์นั้นเพิ่มขึ้นทีละ 1 และเรียกว่าความถี่ที่สังเกตได้

ตัวอย่าง การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงพหุนามสองตัวแปรเมื่อตัวแปรทั้งสองเป็นอิสระต่อกันสำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางการณ์จรขนาด 2 × 2

ตารางที่ 3.2 การแจกแจงความน่าจะเป็นของแต่ละเซลล์ในตารางการณ์จรขนาด 2 × 2

ตัวแปรตัวที่ 1	ตัวแปรตัวที่ 2		รวม
	1	2	
1	p_{11}	p_{12}	$p_{1.}$
2	p_{21}	p_{22}	$p_{2.}$
รวม	$p_{.1}$	$p_{.2}$	1

โดยที่ $p_{1.} = p_{11} + p_{12}$

$p_{2.} = p_{21} + p_{22}$

$p_{.1} = p_{11} + p_{21}$

$p_{.2} = p_{12} + p_{22}$

$p_{11} + p_{12} + p_{21} + p_{22} = 1$

$p_{ij} = p_{i.}p_{.j}$ เมื่อ $i = 1,2$ และ $j = 1,2$

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. กำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริม (marginal probability) ของแถวนอนและแถวตั้ง

สมมติให้ $p_{1.} = 0.5$

$p_{2.} = 0.5$

$p_{.1} = 0.5$

$p_{.2} = 0.5$

2. นำค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนและแถวตั้งจากข้อ 2. มาคำนวณค่าความน่าจะเป็นร่วม (p_{ij}) ภายใต้สมมติฐาน $H_0 : p_{ij} = p_{i.}p_{.j}$

ดังนั้นจะได้

$p_{11} = 0.5 \times 0.5 = 0.25$

$p_{12} = 0.5 \times 0.5 = 0.25$

$p_{21} = 0.5 \times 0.5 = 0.25$

$p_{22} = 0.5 \times 0.5 = 0.25$

ซึ่งค่าความน่าจะเป็นของตารางการณ์จรจะอยู่ในรูป

0.25	0.25	0.5
0.25	0.25	0.5
0.5	0.5	

3. สุ่มข้อมูล x_k ขึ้นมา โดยที่ x_k เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0,1)

ถ้า $0 \le x_k < 0.25$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (1,1)

ถ้า $0.25 \le x_k < 0.25 + 0.25 = 0.5$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (1,2)

ถ้า $0.5 \le x_k < 0.5 + 0.25 = 0.75$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (2,1)

ถ้า $0.75 \le x_k < 0.75 + 0.25 = 1$ ค่าของข้อมูลจะตกอยู่ในเซลล์ (2,2)

ถ้า x_k ตกอยู่ในเซลล์ใดจะนับความถี่ของข้อมูลในเซลล์นั้นเพิ่มขึ้นทีละ 1 และเรียกว่าความถี่ที่สังเกตได้ โดยที่ค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละเซลล์จะต้องไม่มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งในการสุ่มเลขชุดใด ถ้าพบว่ามีเซลล์ใดเซลล์หนึ่งเป็นศูนย์จะต้องสุ่มเลขชุดนั้นใหม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวัง

นำความถี่ที่สังเกตได้มาคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวังโดยใช้สูตรในการคำนวณคือ

$$E_{ij} = \frac{x_{i.}\, x_{.j}}{n}$$

โดยที่ E_{ij} หมายถึง ความถี่ที่คาดหวัง

$x_{i.}$ หมายถึง ความถี่รวมของแถวนอนที่ i ของตัวแปรตัวที่ 1 และทุกแถวตั้งของตัวแปรตัวที่ 2

$x_{.j}$ หมายถึง ความถี่รวมของแถวตั้งที่ j ของตัวแปรตัวที่ 2 และทุกแถวนอนของตัวแปรตัวที่ 1

n หมายถึง ความถี่รวมทั้งหมดหรือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

โดยค่าความถี่ที่คาดหวังที่คำนวณได้นั้นจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของแต่ละสถานการณ์ในแผนการดำเนินงานที่กำหนดขึ้น ถ้าค่าความถี่ที่คาดหวังที่คำนวณได้ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด จะต้องกลับไปสุ่มเลขชุดใหม่จนกว่าค่าที่ได้จะเป็นไปตามเงื่อนไข

3. การคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ

1. สถิติเพียร์สันไคสแควร์ (Pearson's chi-square statistic)

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

ซึ่งจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้าค่า χ^2 ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่า χ^2 จากตารางการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ (r – 1)(c – 1) ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สถิติการปรับแก้ไคสแควร์ (continuity-corrected chi-square)

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2}\frac{\left(\left|O_{ij} - E_{ij}\right| - 0.5\right)^2}{E_{ij}}$$

ซึ่งจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้าค่า ${\chi_c}^2$ ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่า χ^2 จากตารางการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ (r – 1)(c – 1) ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

3. อัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (Likelihood–ratio chi-square statistic)

$$G^2 = 2\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} O_{ij} \ln\left(\frac{O_{ij}}{E_{ij}}\right)$$

ซึ่งจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้าค่า G^2 ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่า χ^2 จาก ตารางการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระเท่ากับ (r – 1)(c – 1) ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

4. Fisher's Exact Test

$$P\ value = \sum_{i=1}^{s} \frac{(f_{1.}!f_{2.}!f_{.1}!f_{.2}!)}{(f_{11}!f_{12}!f_{21}!f_{22}!f_{..}!)}$$

ซึ่งจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้า P value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

4. การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ขั้นตอนในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีดังนี้

1. คำนวณค่าสถิติทดสอบเมื่อค่าความถี่ที่คาดหวังเป็นไปตามเงื่อนไขของแต่ละสถานการณ์ในแผนการดำเนินงานที่กำหนดขึ้น นำค่าสถิติเพียร์สันไคสแควร์ สถิติอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นและการปรับแก้ของเยทส์จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตารางไคสแควร์ ส่วนค่าที่ได้จาก Fisher's exact test นั้นเป็น P value ซึ่งต้องนำไปเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด นับจำนวนครั้งของการเกิดค่าความถี่ที่คาดหวังที่เป็นไปตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด และนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่เกิดจากสถานการณ์เดียวกัน
2. หาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ คำนวณจากจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานหลักหารด้วยจำนวนครั้งที่เกิดค่าความถี่ที่คาดหวังที่เป็นไปตามสถานการณ์เดียวกัน

5. เกณฑ์การตัดสินความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

การเปรียบเทียบอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 กับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ โดยใช้สูตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\hat{p} - Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \le p \le \hat{p} + Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

ณ ระดับนัยสำคัญ .01 หรือ $\hat{p} = .01$, $\hat{q} = 1 - \hat{p} = .99$, $n = 10{,}000$ และ $Z_{\alpha/2} = 2.576$ ดังนั้น

$$.01 - 2.576\sqrt{\frac{(.01)(.99)}{10{,}000}} \le p \le .01 + 2.576\sqrt{\frac{(.01)(.99)}{10{,}000}}$$

จะได้ช่วงความเชื่อมั่นคือ $.0076 \le p \le .0124$

ณ ระดับนัยสำคัญ .05 หรือ $\hat{p} = .05$, $\hat{q} = 1 - \hat{p} = .95$, $n = 10{,}000$ และ $Z_{\alpha/2} = 1.96$ ดังนั้น

$$.05 - 1.96\sqrt{\frac{(.05)(.95)}{10{,}000}} \le p \le .05 + 1.96\sqrt{\frac{(.05)(.95)}{10{,}000}}$$

จะได้ช่วงความเชื่อมั่นคือ $.0458 \le p \le .0542$

เกณฑ์การตัดสินความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความเป็นอิสระ ในแต่ละกรณีโดยให้ความหมายดังนี้

1. จากผลการจำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงาน ถ้าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง .0076 ถึง .0124 สำหรับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ ณ ระดับนัยสำคัญ .01 และ มีค่าอยู่ระหว่าง .0458 ถึง .0542 สำหรับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 จะถือว่ากรณีนั้นสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

2. จากผลการจำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงาน ถ้าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบความเป็นอิสระกรณีใดมีค่าอยู่นอกขอบเขตที่ระบุไว้ในข้อ 1 จะถือว่ากรณีนั้นไม่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม

การดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไปนี้ เป็นการอธิบายให้เห็นภาพการทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรมในการจำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานในการหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบความเป็นอิสระของตารางการณ์ขนาด 2×2 และ 3×4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% และ 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ใช้โปรแกรม Minitab version 11

ในการดำเนินงานทั้งหมด 240 โปรแกรม ตัวอย่างของโปรแกรมแสดงไว้ในภาคผนวก ซึ่งจะเสนอขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังนี้

1. การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระของตารางการณ์ขนาด 2 × 2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

โปรแกรมที่ 1 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จำลองข้อมูลในรูปของตารางการณ์จรขนาด 2 × 2 โดยใช้คำสั่ง RANDOM คำสั่งย่อย UNIFORM (0,1) เลขสุ่มจะเป็นจุดทศนิยมมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เขียนคำสั่งเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 25 จำนวน จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามค่าความน่าจะเป็นส่วนริมที่กำหนดขึ้น ในโปรแกรมที่ 1 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = p_{2.} = .5$ และให้ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้งเป็น $p_{.1} = p_{.2} = .5$ ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ .25 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{11} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .25 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .50 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{12} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .50 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .75 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{21} และถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .75 แต่น้อยกว่าเท่ากับ 1 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{22} ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นค่าความถี่ที่สังเกตได้ โดยที่ค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละเซลล์จะต้องไม่เป็นศูนย์ และถ้าพบว่าในการสุ่มเลขชุดใดที่มีเซลล์ใดเซลล์หนึ่งเป็นศูนย์จะต้องสุ่มเลขชุดใหม่ และหลังจากได้ค่าความถี่ที่สังเกตได้ที่ไม่มีเซลล์ใดเป็นศูนย์ นำค่าความถี่ที่สังเกตได้ไปคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง เขียนคำสั่งคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังไว้ใน E_{11}, E_{12}, E_{21} และ E_{22} ซึ่งในโปรแกรมที่ 1 นี้ค่า E_{ij} ที่ได้จะต้องมีค่าน้อยกว่า 5 ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ถ้าในการสุ่มตัวเลขชุดใดที่มีค่า E_{ij} ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด จะต้องสุ่มตัวเลขชุดใหม่แล้วคำนวณค่า E_{ij} จนได้ค่า $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25%ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด จึงจะดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระทั้ง 4 ตัว โดยนำค่าความถี่ที่คาดหวังและค่าความถี่ที่สังเกตได้จากขั้นตอนที่ 1 มาคำนวณหาค่าสถิติของตัวสถิติทั้ง 4 ตัว เมื่อได้ค่าสถิติของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว นำค่าสถิติทดสอบที่ได้มาทำการทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยนำค่าสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ สถิติทดสอบการปรับแก้ของเยทส์ และสถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด เท่ากับ .01 และ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.63 และ 3.84 ตามลำดับ ถ้าค่าของสถิติทดสอบที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต เขียนคำสั่งนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญไว้ก่อนจะจำลองข้อมูลซ้ำในครั้งต่อไป แต่สำหรับ Fisher's exact test แล้วนำ P value มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนดเท่ากับ .01 และ .05 ตามลำดับถ้า P value

ที่คำนวณได้น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด เขียนคำสั่งให้นับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญไว้ก่อนจะจำลองข้อมูลซ้ำในครั้งต่อไป

จำลองข้อมูลตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำด้วยชุดของเลขสุ่มชุดใหม่จากคำสั่งเดิม เมื่อเรียกชุดเลขสุ่มครบ 10,000 ครั้งแล้ว คำนวณหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญหารด้วยจำนวนครั้งที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด และพิมพ์ค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ .01 และ .05

โปรแกรมที่ 2 – 5 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 6 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 6 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .6$ และ $p_{2.} = .4$

โปรแกรมที่ 7 – 10 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 6 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 11 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 11 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .7$ และ $p_{2.} = .3$

โปรแกรมที่ 12 – 15 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 11 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 16 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 16 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .8$ และ $p_{2.} = .2$

โปรแกรมที่ 17 – 20 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 16 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 21 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 21 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .9$ และ $p_{2.} = .1$

โปรแกรมที่ 22 – 25 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 21 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 25 – 50 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 – 25 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 25 – 50 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 50 จำนวน

โปรแกรมที่ 50 – 75 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 1 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 – 25 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 25 – 50 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 100 จำนวน

2. การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระของตารางการณ์ขนาด 2×2 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50 % ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

โปรแกรมที่ 76 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จำลองข้อมูลในรูปของตารางการณ์จรขนาด 2×2 โดยใช้คำสั่ง RANDOM คำสั่งย่อย UNIFORM (0,1) เลขสุ่มจะเป็นจุดทศนิยมมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เขียนคำสั่งเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 25 จำนวน จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ตามค่าความน่าจะเป็นส่วนริมที่กำหนดขึ้น ในโปรแกรมที่ 76 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = p_{2.} = .5$ และให้ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้งเป็น $p_{.1} = p_{.2} = .5$ ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ .25 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{11} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .25 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .50 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{12} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .50 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .75 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{21} และถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .75 แต่น้อยกว่าเท่ากับ 1 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{22} ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นค่าความถี่ที่สังเกตได้ โดยที่ค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละเซลล์จะต้องไม่เป็นศูนย์ และถ้าพบว่าในการสุ่มเลขชุดใดที่มีเซลล์ใดเซลล์หนึ่งเป็นศูนย์จะต้องสุ่มเลขชุดใหม่ และหลังจากได้ค่าความถี่ที่สังเกตได้ที่ไม่มีเซลล์ใดเป็นศูนย์ นำค่าความถี่ที่สังเกตได้ไปคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง เขียนคำสั่งคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังไว้ใน E_{11} , E_{12} , E_{21} และ E_{22} ซึ่งในโปรแกรมที่ 1 นี้ค่า E_{ij} ที่ได้จะต้องมีค่าน้อยกว่า 5 ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ถ้าในการสุ่มตัวเลข

ชุดใดที่มีค่า E_{ij} ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด จะต้องสุ่มตัวเลขชุดใหม่แล้วคำนวณค่า E_{ij} จนได้ค่า $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50%ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด จึงจะดำเนินงานในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระทั้ง 4 ตัว โดยนำค่าความถี่ที่คาดหวังและค่าความถี่ที่สังเกตได้จากขั้นตอนที่ 1 มาคำนวณหาค่าสถิติของตัวสถิติทั้ง 4 ตัว เมื่อได้ค่าสถิติของตัวสถิติทดสอบทั้ง 4 ตัว นำค่าสถิติทดสอบที่ได้มาทำการทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยนำค่าสถิติทดสอบเพียร์สันไคสแควร์ สถิติทดสอบปรับแก้ของเยทส์ และสถิติทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดเท่ากับ .01 และ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.63 และ 3.84 ตามลำดับ ถ้าค่าของสถิติทดสอบที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต เขียนคำสั่งนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญไว้ก่อนจะจำลองข้อมูลซ้ำในครั้งต่อไป แต่สำหรับ Fisher's exact test แล้วนำ P value มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญที่กำหนดเท่ากับ .01 และ .05 ตามลำดับถ้า P value ที่คำนวณได้น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด เขียนคำสั่งให้นับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญไว้ก่อนจะจำลองข้อมูลซ้ำในครั้งต่อไป

จำลองข้อมูลตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำด้วยชุดของเลขสุ่มชุดใหม่จากคำสั่งเดิม เมื่อเรียกชุดเลขสุ่มครบ 10,000 ครั้งแล้ว คำนวณหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญหารด้วยจำนวนครั้งที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด และพิมพ์ค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ .01 และ .05

โปรแกรมที่ 77 – 80 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 81 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 76 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 81 นี้จะกำหนดค่าความน่า จะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .6$ และ $p_{2.} = .4$

โปรแกรมที่ 82 – 85 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 81 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 86 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 76 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 86 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .7$ และ $p_{2.} = .3$

โปรแกรมที่ 87 – 90 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 86 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 91 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 76 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 91 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .8$ และ $p_{2.} = .2$

โปรแกรมที่ 92 – 95 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 91 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 96 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 76 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 96 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .9$ และ $p_{2.} = .1$

โปรแกรมที่ 97 – 100 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 96 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 101 – 125 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 76 – 100 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 101 – 125 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 50 จำนวน

โปรแกรมที่ 126 – 150 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 2 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 76 – 100 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 126 – 150 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 100 จำนวน

3. การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระของตารางการณ์ขนาด 3 × 4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

โปรแกรมที่ 151 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสร้างข้อมูลในรูปของตารางการณ์จรขนาด 3 × 4 โดยใช้คำสั่ง RANDOM คำสั่งย่อย UNIFORM (0,1) เลขสุ่มนี้จะเป็นจุดทศนิยมมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เขียนคำสั่งเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 80 จำนวน จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามค่าความน่าจะเป็นส่วนริมที่กำหนดขึ้น ในโปรแกรมที่ 151 นี้จะกำหนดค่า

ความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .45$, $p_{2.} = .45$, $p_{3.} = .1$ และให้ความน่าจะเป็นของแถวตั้งเป็น $p_{.1} = .4$, $p_{.2} = .3$, $p_{.3} = .2$, $p_{.4} = .1$ ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ .18 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{11} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .18 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .315 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{12} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .315 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .405 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{13} และถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .405 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .45 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{14} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .45 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .63 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{21} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .63 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .765 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{22} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .765 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .855 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{23} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .855 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .9 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{24} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .9 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .94 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{31} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .94 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .97 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{32} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .97 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .99 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{33} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .99 แต่น้อยกว่าเท่ากับ 1 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{34} ซึ่งค่าที่ได้นี้จะเป็นค่าความถี่ที่สังเกตได้ โดยที่ค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละเซลล์จะต้องไม่เป็นศูนย์ และถ้าพบว่าในการสุ่มเลขชุดใดที่มีเซลล์ใดเซลล์หนึ่งเป็นศูนย์จะต้องสุ่มเลขชุดใหม่ และหลังจากได้ค่าความถี่ที่สังเกตได้ที่ไม่มีเซลล์ใดเป็นศูนย์แล้ว จะต้องนำค่าความถี่ที่สังเกตได้ไปคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง โดยเขียนคำสั่งคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังไว้ใน E_{11}, E_{12}, E_{13}, E_{14}, E_{21}, E_{22}, E_{23}, E_{24}, E_{31}, E_{32}, E_{33} และ E_{34} ซึ่งในโปรแกรมที่ 151 นี้ค่า E_{ij} ที่ได้จะต้องมีตัวใดตัวหนึ่งที่น้อยกว่า 5 ถ้าในการสุ่มตัวเลขชุดใดที่มีค่า E_{ij} ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด จะสุ่มตัวเลขชุดใหม่แล้วคำนวณค่า E_{ij} ใหม่จนได้ค่า $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด จึงจะดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระทั้ง 2 ตัว โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าความถี่ที่คาดหวังและค่าความถี่ที่สังเกตได้จากขั้นตอนที่ 1 มาคำนวณหาค่าสถิติของตัวสถิติทั้ง 2 ตัว เมื่อได้ค่าสถิติของตัวสถิติทดสอบทั้ง 2 ตัวแล้วโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าสถิติทดสอบที่ได้มาทำการทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยนำค่าสถิติทดสอบมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดเท่ากับ .01 และ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.59 และ 16.81 ตามลำดับ ถ้าค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤต เขียนคำสั่งนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญไว้ก่อนจะจำลองข้อมูลซ้ำในครั้งต่อไป

จำลองข้อมูลตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำ ด้วยชุดของเลขสุ่มชุดใหม่จากคำสั่งเดิม เมื่อเรียกชุดเลขสุ่มครบ 10,000 ครั้งแล้ว คำนวณหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญหารด้วยจำนวนครั้งที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 25 % ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

และพิมพ์ค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ .01 และ .05

โปรแกรมที่ 152 – 155 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 151 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 156 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 151 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 156 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .3$, $p_{2.} = .3$ และ $p_{3.} = .4$

โปรแกรมที่ 157 – 160 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 156 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 161 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 151 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 161 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .15$, $p_{2.} = .15$ และ $p_{3.} = .3$

โปรแกรมที่ 162 – 165 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 161 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 166 – 180 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 151 – 165 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 166 – 180 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 150 จำนวน

โปรแกรมที่ 181 – 195 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 – 15 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 31 – 45 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 300 จำนวน

4. การหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระของตารางการณ์ขนาด 3 × 4 เมื่อ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด

โปรแกรมที่ 196 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสร้างข้อมูลในรูปของตารางการณ์จรขนาด 3 × 4 โดยใช้คำสั่ง

RANDOM คำสั่งย่อย UNIFORM (0,1) เลขสุ่มนี้จะเป็นจุดทศนิยมมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เขียนคำสั่งเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 80 จำนวน จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามค่าความน่าจะเป็นส่วนริมที่กำหนดขึ้น โปรแกรมที่ 196 กำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .45$, $p_{2.} = .45$, $p_{3.} = .1$ และให้ความน่าจะเป็นของแถวตั้งเป็น $p_{.1} = .4$, $p_{.2} = .3$, $p_{.3} = .2$, $p_{.4} = .1$ ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ .18 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{11} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .18 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .315 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{12} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .315 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ .405 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{13} และถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .405 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .45 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{14} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .45 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .63 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{21} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .63 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .765 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{22} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .765 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .855 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{23} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .855 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .9 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{24} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .9 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .94 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{31} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .94 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .97 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{32} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .97 แต่น้อยกว่าเท่ากับ .99 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{33} ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่า .99 แต่น้อยกว่าเท่ากับ 1 เขียนคำสั่งนับรวมไว้ใน O_{34} ซึ่งค่าที่ได้นี้จะเป็นค่าความถี่ที่สังเกตได้ โดยที่ค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละเซลล์จะต้องไม่เป็นศูนย์ และถ้าพบว่าในการสุ่มเลขชุดใดที่มีเซลล์ใดเซลล์หนึ่งเป็นศูนย์จะต้องสุ่มเลขชุดใหม่ และหลังจากได้ค่าความถี่ที่สังเกตได้ที่ไม่มีเซลล์ใดเป็นศูนย์แล้ว นำค่าความถี่ที่สังเกตได้ไปคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง โดยเขียนคำสั่งคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังไว้ใน E_{11} , E_{12} , E_{13} , E_{14} , E_{21} , E_{22} , E_{23} , E_{24} , E_{31} , E_{32} , E_{33} และ E_{34} ซึ่งในโปรแกรมที่ 196 นี้ค่า E_{ij} ที่ได้จะต้องมีตัวใดตัวหนึ่งที่น้อยกว่า 5 ถ้าในการสุ่มตัวเลขชุดใดที่มีค่า E_{ij} ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด จะสุ่มตัวเลขชุดใหม่แล้วคำนวณค่า E_{ij} ใหม่จนได้ค่า $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด จึงจะดำเนินการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบความเป็นอิสระทั้ง 2 ตัว โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าความถี่ที่คาดหวังและค่าความถี่ที่สังเกตได้จากขั้นตอนที่ 1 มาคำนวณหาค่าสถิติของตัวสถิติทั้ง 2 ตัว เมื่อได้ค่าสถิติของตัวสถิติทดสอบทั้ง 2 ตัวแล้วโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าสถิติทดสอบที่ได้มาทำการทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยนำค่าสถิติทดสอบมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของไคสแควร์ ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนดเท่ากับ .01 และ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.59 และ 16.81 ตามลำดับ ถ้าค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤต เขียนคำสั่งนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญไว้ก่อนจะจำลองข้อมูลซ้ำในครั้งต่อไป

จำลองข้อมูลตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำ ด้วยชุดของเลขสุ่มชุดใหม่จากคำสั่งเดิม เมื่อเรียกชุดเลขสุ่มครบ 10,000 ครั้งแล้ว คำนวณหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญหารด้วยจำนวนครั้งที่ $E_{ij} < 5$ ไม่เกิน 50 % ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด และค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ .01 และ .05

โปรแกรมที่ 197 – 200 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 196 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 201 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 196 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 201 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .3$, $p_{2.} = .3$ และ $p_{3.} = .4$

โปรแกรมที่ 202 – 205 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 201 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 206 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 196 แต่จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอน โดยโปรแกรมที่ 206 นี้จะกำหนดค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวนอนเป็น $p_{1.} = .15$, $p_{2.} = .15$ และ $p_{3.} = .3$

โปรแกรมที่ 207 – 210 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 206 จะแตกต่างกันที่ค่าความน่าจะเป็นส่วนริมของแถวตั้ง

โปรแกรมที่ 211 – 225 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 196 – 210 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 211 – 225 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 150 จำนวน

โปรแกรมที่ 226 – 240 จำลองข้อมูลตามแผนการดำเนินงานตอนที่ 4 กระบวนการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 196 – 210 แต่จะแตกต่างกันที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมที่ 226 – 240 จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 300 จำนวน

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย