

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้วางแผนการวิจัยโดยการจำลองการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซิมูเลชัน (Monte Carlo Simulation Technique) เพื่อศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error) ของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ และคุณลักษณะการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ สำหรับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและ 3 กลุ่ม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ซึ่งมีช่วงข้อมูลอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แผนการทดลองแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม กำหนดไว้ 2 รูปแบบ ทำการทดลองทั้งหมด 10 กรณี

รูปแบบที่ 1 กำหนดค่าความถี่ที่คาดหวังขนาดค่าหรือเท่ากับ 5 จำนวน 1 เซลล์ ทำการทดลองทั้งหมด 5 กรณี เมื่อค่า E_{11} มีขนาดเท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
$E_{11} \leq 5$	$E_{21} > 5$
$E_{12} > 5$	$E_{22} > 5$

รูปแบบที่ 2 กำหนดค่าความถี่ที่คาดหวังขนาดค่าหรือเท่ากับ 5 จำนวน 2 เซลล์ ทำการทดลองทั้งหมด 5 กรณี เมื่อค่า E_{11} และ E_{21} มีขนาดเท่ากับ 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
$E_{11} \leq 5$	$E_{21} \leq 5$
$E_{12} > 5$	$E_{22} > 5$

ตอนที่ 2 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 3 กลุ่ม กำหนดไว้ 3 รูปแบบ
ทำการทดลองทั้งหมด 15 กรณี

รูปแบบที่ 3 กำหนดค่าความถี่ที่คาดหวังขนาดค่ากว่าหรือเท่ากับ 5 จำนวน 1 เซลล์
ทำการทดลองทั้งหมด 5 กรณี เมื่อค่า E 11 มีขนาดเท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3
E 11 \leq 5	E 21 $>$ 5	E 31 $>$ 5
E 12 $>$ 5	E 22 $>$ 5	E 32 $>$ 5

รูปแบบที่ 4 กำหนดค่าความถี่ที่คาดหวังขนาดค่ากว่าหรือเท่ากับ 5 จำนวน 2 เซลล์
ทำการทดลองทั้งหมด 5 กรณี เมื่อค่า E 11 และ E 21 มีขนาดเท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3
E 11 \leq 5	E 21 \leq 5	E 31 $>$ 5
E 12 $>$ 5	E 22 $>$ 5	E 32 $>$ 5

รูปแบบที่ 5 กำหนดค่าความถี่ที่คาดหวังขนาดค่ากว่าหรือเท่ากับ 5 จำนวน 3 เซลล์
ทำการทดลองทั้งหมด 5 กรณี เมื่อค่า E 11, E 21 และ E 31 มีขนาดเท่ากับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3
E 11 \leq 5	E 21 \leq 5	E 31 \leq 5
E 12 $>$ 5	E 22 $>$ 5	E 32 $>$ 5

ค่าความถี่ที่คาดหวัง (Expected Frequency) ที่กำหนดไว้ในแต่ละรูปแบบการ
ทดลองจะแทนด้วยสัญลักษณ์ E_{ij} โดยที่ i แทนจำนวนคอลัมน์ และ j แทนจำนวนแถว

การสร้างค่าความถี่ที่คาดหวังตามแผนการทดลอง

ค่าความถี่ที่คาดหวังที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สร้างจากสูตร

$$E = n \times P$$

โดยที่

- E = ค่าความถี่ที่คาดหวังของการ
- n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
- p = ค่าสัดส่วนที่กำหนด

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ กำหนดค่าสัดส่วน (p) = .10 และจะได้

q = 1-p = .90 ในทุกรูปแบบการทดลอง

การสร้างค่าความถี่ที่คาดหวังสำหรับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและ 3 กลุ่ม สามารถสร้างโดยใช้หลักการข้างต้นได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 กำหนดให้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีขนาดไม่เท่ากัน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ 1 (n1.) มีขนาดตั้งแต่ 10 ถึง 50 เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 (n2.) กำหนดให้มีขนาดคงที่เท่ากับ 100 เราสามารถกำหนดแผนการทดลองได้ 5 กรณี

กรณีที่ 1 เมื่อ n1 = 10 และ n2 = 100 การหาค่าความถี่ที่คาดหวังทำได้โดย

ใช้สูตร $E = n \times P$

- E11 = n1 x P = 10 x .10 = 1
- E12 = n1 x q = 10 x .90 = 9
- E21 = n2 x P = 100 x .10 = 10
- E22 = n2 x q = 100 x .90 = 90

กรณีที่ 2 ถึงกรณีที่ 5 ใช้วิธีการเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 โดยกำหนดขนาด n1 เป็น 20, 30, 40 และ 50 ตามลำดับ ส่วน n2: ให้มีขนาดเท่ากับ 100. ในทุกกรณีจะสามารถหาค่าความถี่ที่คาดหวังได้ดังนี้

กรณี	กลุ่มตัวอย่างที่ 1		กลุ่มตัวอย่างที่ 2	
	E 11*	E 12	E 21	E 22
1	1	9	10	90
2	2	18	10	90
3	3	27	10	90
4	4	36	10	90
5	5	45	10	90

* เซลล์ที่มีความถี่ที่คาดหวังต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5

สำหรับรูปแบบที่ 2 ถึงรูปแบบที่ 5 ค่าเงินการ เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 โดยในรูปแบบที่ 2 จะกำหนดให้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มีขนาดเท่ากันตั้งแต่ 10 ถึง 50 เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 ส่วนในรูปแบบที่ 3 จะกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมี 3 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีขนาดตั้งแต่ 10 ถึง 50 เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างที่ 3 กำหนดให้มีขนาดคงที่เท่ากับ 100 ในรูปแบบที่ 4 จะกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมี 3 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เท่ากับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีขนาดตั้งแต่ 10 ถึง 50 เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 และกลุ่มตัวอย่างที่ 3 กำหนดให้มีขนาดคงที่เท่ากับ 100 ในรูปแบบที่ 5 จะกำหนดให้กลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม มีขนาดเท่ากัน ตั้งแต่ 10 ถึง 50 เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 ในแต่ละรูปแบบจะทำการทดลอง 5 กรณี เมื่อรวมทุกรูปแบบแล้วจะทำการทดลองทั้งสิ้น 25 กรณี

วิธีการดำเนินการทดลอง

การสร้างและจำลองการทดลองครั้งนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การสร้างรูปแบบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

การจำลองสถานการณ์ขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยวิธีสุ่มเลขมุลนั้น จำเป็นต้องอาศัยฟังก์ชันและโปรแกรมในการสุ่มเลขมุล เพื่อให้ได้ลักษณะของข้อมูลตามที่ต้องการและใช้ข้อมูลนั้นเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจง

แบบยูนิฟอร์มที่มีช่วงของข้อมูลอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ควญเหตุที่การสร้างเลขสุ่มจะประสบผลสำเร็จเพียงใคั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของเลขสุ่มเป็นสำคัญ ในการสร้างเลขสุ่มใค ๆ จะทองสามารถสร้างอนุกรมรพสุ่ม (Random Sequence) ตามการกระจายความน่าจะเป็นของขบวนการนั้น โดยปกติจะใช้ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่าเสมอเพื่อกำหนดค่าของตัวแปรเชิงสุ่มตามการกระจายที่ทองการ ถังนั้นวิธีกำหนดเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่าเสมอจึงเป็นรากฐานสำคัญทองการนำไปใช้ในการทำวิจัยที่ใช้วิธีสุ่มเลขโดยทั่วไปในปัจจุบัน

การสร้างเลขสุ่มแบบสม่าเสมอ (Uniform Random Number) สามารถแบ่งกว้าง ๆ ใคเป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 เทคนิคโปรแกรม วิธีนี้เลขสุ่มจะกำเนิดขึ้นโดย Recursive Relation ซึ่งหมายความว่า ตัวเลขสุ่มตัวถัดไปจะทองใช้ตัวเลขสุ่มตัวปัจจุบันหรือตัวเลขสุ่มในอดีต เทคนิคโปรแกรมนี้จะใช้อนุกรมรพอนันตะ (Finite Sequence) ของตัวเลขเท่านั้น ความจริงอนุกรมรพอนันตะจะเป็นอนุกรมรพสุ่มตามความหมายที่แท้จริงของการสุ่มไม่ได้ แคถาอนุกรมรพอนันตะใคมีคุณสมบัติบางประการของอนุกรมรพสุ่ม ก็จะถูกยอมรับว่าเป็นอนุกรมรพคล้ายสุ่ม (Pseudo Random Sequence) การสร้างเลขสุ่มโดยวิธี Recursive Relation มีควยกันหลายวิธี อาทิ Midsquare Technique, Midproduct Technique และ Constant Multiplier Technique

ประเภทที่ 2 เครื่องมือเลขสุ่ม (Random Number Device) วิธีการนี้จะแปลงกระบวนการสุ่มกายภาพให้เป็นอนุกรมรพของเลขฐานสองซึ่งเป็นเลขสุ่ม

$$IX_{n+1} = aIX_n \pmod{m} ; n = 0, 1, 2, \dots$$

โดยที่ IX_0 , a , m เป็นเลขจำนวนเต็มบวก เมื่อนำความสัมพันธ์นี้มาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานควยเลขฐานสองแล้ว จะกำหนดใคให้ $m = 2^k$ ถา IX_0 เป็นเลขคู่เลขในหลักท้าย ๆ ของ IX_0 ในฐาน 2 จะเป็น 0 จึงเป็นการล้นเปลืองหลักในเลขฐานสองโดยใคใคประโยชน์แต่อย่างใคและจำนวนเลข 0 ในหลักท้าย ๆ ของ IX มีโอกาสสะสมมากขึ้น ถังนั้นจึงควยเลือก IX_0 เป็นเลขคี่ ในทำนองเดียวกัน ค่า a ก็ควยจะเป็นเลขคี่ควย เพราะถาค่า a เป็นเลขคู่การสะสมเลข 0 ในหลักท้าย ๆ ของ IX จะเป็นไปอย่างรวกเร็วจนทำใคอนุกรมรพกลายเป็นอนุกรมรพเลข 0 หมด การสร้างเลขสุ่มโดยวิธีนี้มักจะถูกเรียกวา Multiplicative

Congruential หรือ Power Residue Technique (Mihram, 1972 : 51)

การสร้างเลขสุ่มโดยใช้ Power Residue Technique หากเพิ่มค่าคงที่ C ในสูตร

$$IX_{n+1} = aIX_n + C \pmod{m} ; n = 0, 1, 2, \dots$$

เราจะเรียกวิธีการนี้ว่า Linear Congruential Method (Banks and Carson, 1911, 1984 : 263) หรือ Mixed Congruential Method (Mihram, 1972 : 53)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้การสร้างเลขสุ่มโดยวิธี Power Residue Technique โดยใช้ค่า $IX_0 = 65539$ $a = 65539$ และ $m = 2^{31} + 1 = 2,147,483,647 + 1$ ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในเรื่องโปรแกรมสุ่มที่ใช้ในงานวิจัย

2. โปรแกรมสุ่มที่ใช้ในงานวิจัย

โปรแกรมสุ่มที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นโปรแกรมสุ่มที่โคมพิวเตอร์เขียนไว้แล้วคือ โปรแกรมสุ่มชื่อ RANDUM ใช้ในการสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) รายละเอียดของโปรแกรมมีดังนี้

โปรแกรมย่อยสุ่มชื่อ RANDUM เป็นโปรแกรมคำสั่งที่เขียนขึ้นมาเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณปัญหาเฉพาะเรื่อง แต่การทำงานนั้นต้องสัมพันธ์กับโปรแกรมหลักเสมอ (ชัยศิริ บัณฑิตานนท์ 1980) เป็น Scientific Subroutine ใช้สร้างตัวเลขสุ่ม (Random Number) ด้วยวิธี Congruential Generation Method ได้ถึง 2^{29} หรือ 536,870,912 จำนวน ก่อนที่จะเกิดการซ้ำของชุดตัวเลขสุ่มและได้เลือกค่า 65539 เป็นค่าเริ่มต้นเพราะว่า Maclaren และ Marsaglia (JACM 12 : 83 - 89) ได้ให้คำแนะนำว่าค่าเริ่มต้น 65539 เป็นค่าที่เหมาะสมกับคุณสมบัติทางสถิติที่จะนำไปใช้ทดสอบ เป็นค่าที่ใหญ่ชุกชุมมาก และมีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มที่อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โปรแกรมนี้ทำงานโดยคำสั่ง

CALL RANDUM (IX, IY, RN)

IX คือ ค่าเริ่มต้นเท่ากับ 65539

RN คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ

โดยที่ IX เป็นค่าเริ่มต้นซึ่งจะทงกำหนดขึ้นก่อนใช้คำสั่งนี้ และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม 1 จำนวนคือ RN ตัวอย่างของโปรแกรมสปรูทิน RANDOM น้อยในภาคผนวก ค

3. การสร้างข้อมูลสำหรับทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและ 3 กลุ่ม ในลักษณะตารางการแจกแจง ขนาด 2×2 และ 2×3

การสร้างข้อมูลในลักษณะตารางการแจกแจง ขนาด 2×2 และ 2×3 เพื่อใช้ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและ 3 กลุ่มนั้น สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมย่อยสปรูทิน RANDOM สำหรับการสร้างข้อมูลในลักษณะตารางการแจกแจง ขนาด 2×2 โปรแกรมย่อยสปรูทิน RANDOM จะเรียกข้อมูลซึ่งเป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มมา 2 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลแต่ละตัวมาเปรียบเทียบกับค่าสัดส่วนที่กำหนด (P) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ กำหนดค่า $p = .10$ ในกลุ่มที่ 1 ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่าน้อยกว่า .10 เครื่องคอมพิวเตอร์นับจำนวนที่ไครวมไว้ที่ 011 แต่ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .10 เครื่องคอมพิวเตอร์นับจำนวนที่ไครวมไว้ที่ 012 ส่วนในกลุ่มที่ 2 เครื่องคอมพิวเตอร์จะดำเนินการในลักษณะเดียวกัน และได้ค่า 021 และ 022 ตามลำดับ ซึ่งจะได้คำสั่งแยกจำนวน 4 คำ เพื่อใช้ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม สำหรับการสร้างข้อมูลในลักษณะตารางการแจกแจง ขนาด 2×3 ใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับการสร้างข้อมูลในลักษณะตารางการแจกแจง ขนาด 2×2 แต่จะเรียกข้อมูลจากสปรูทิน RANDOM จำนวน 3 กลุ่มและได้คำสั่งแยกจำนวน 6 คำ คือ 011, 012, 021, 022, 031 และ 032 ตามลำดับ เพื่อใช้ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 3 กลุ่ม ตัวอย่างสถิติทดสอบไคสแควร์

4. การทดลองหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองของสถิติทดสอบไคสแควร์ สำหรับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและ 3 กลุ่ม ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 25 โปรแกรม ตัวอย่างของโปรแกรมแสดงในภาคผนวก ค.

5. การคำนวณค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบสารูปสันติ

การทดสอบการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ที่ได้จากการทดลองว่ามีลักษณะการแจกแจงเหมือนกับลักษณะการแจกแจงไคสแควร์ตามทฤษฎีหรือไม่ เราใช้การทดสอบสารูปสันติไคสแควร์ (Chi-Square Test of Goodness of Fit) ซึ่งวิลเลียม (Williams 1950 : 77 - 86) ได้เสนอแนะว่าในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่แล้วไคสแควร์ เทส มีอำนาจการทดสอบสูงกว่า คอลมอโกรอฟ สเมอรนอฟ เทส ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงใช้การทดสอบของไคสแควร์ในการทดสอบสารูปสันติ

การทดสอบสารูปสันติไคสแควร์ สำหรับการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ที่ใช้ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่มและ 3 กลุ่ม กับลักษณะการแจกแจงไคสแควร์ตามทฤษฎีมีชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 33 และ 44 ดังนั้นการคำนวณค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบสารูปสันติไคสแควร์ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าเท่ากับ 48.64 และ 60.54 ตามลำดับ

6. การทดลองหาลักษณะการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์เทียบกับการแจกแจงตามทฤษฎี

การกำหนดช่วงและชั้นของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ที่ได้จากการทดลอง จะกำหนดให้ช่วงความกว้างของแต่ละชั้นมีขนาดเท่ากัน โดยจำนวนความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้นจะต้องมีขนาดใหญ่พอ ในการวิจัยครั้งนี้ได้จัดช่วงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์เริ่มจาก .00 เพิ่มขึ้นชั้นละ 0.2 จนถึง 6.6 สำหรับสถิติทดสอบไคสแควร์ที่ใช้ทดสอบเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งมีจำนวน 34 ชั้น ส่วนสถิติทดสอบไคสแควร์ที่ใช้ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 3 กลุ่ม จะเริ่มจาก .00 เพิ่มขึ้นชั้นละ 0.2 จนถึง 8.8 มีจำนวน 45 ชั้น ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปมักจะใช้จำนวนของระหว่างชั้นเท่า ๆ กัน และจำนวนชั้นควรแปรตามขนาดของข้อมูล ถ้าชั้นใดมีค่าความถี่ที่คาดหวังน้อยกว่า 5 ก็ให้รวมกับชั้นใกล้เคียง (Cochran 1952 : 314 - 345) การหาค่าความถี่ที่สังเกตได้จากโปรแกรมหลัก ซึ่งผู้วิจัยได้เขียนขึ้นเฉพาะการทดลองนี้และคำนวณความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้น โดยแบ่งค่าความน่าจะเป็นออกเป็น 34 ช่วง สำหรับการแจกแจงไคสแควร์ที่มีชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 1 และแบ่งค่าความน่าจะเป็นออกเป็น 45 ช่วง สำหรับการแจกแจงไคสแควร์ที่มีชั้นแห่งความเป็นอิสระ

เท่ากับ 2 แล้วคูณด้วยจำนวนครั้งของการทดลอง (4000 ครั้ง) จากนั้นใช้สถิติทดสอบสารุปลนิต์ไคสแควร์ในการทดสอบ ซึ่งสูตรและวิธีการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

การดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไปนี้ เป็นการอธิบายให้เห็นภาพการทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ตามแผนการทดลองนำเสนอเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 หาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ ใช้โปรแกรมในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 25 โปรแกรม ตอนที่ 2 หาลักษณะการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์เทียบกับลักษณะการแจกแจงตามทฤษฎี ใช้โปรแกรมในการดำเนินการทดลอง 25 โปรแกรม ตัวอย่างของโปรแกรมแสดงไว้ในภาคผนวก ค. โปรแกรม A และ B ซึ่งจะเสนอขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังนี้

ตอนที่ 1 เสนอขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการทดลองหาค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบไคสแควร์

โปรแกรมที่ 1 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองตามแผนการทดลองรูปแบบที่ 1 กรณีที่ 1 เป็นการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม เมื่อกำหนดค่า $E_{ij} < 5$ จำนวน 1 เซลล์ได้แก่ $E_{11} = 1$ ส่วนอีก 3 เซลล์ มีค่า $E_{ij} > 5$ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสร้างข้อมูลในรูปของตารางการแจกแจง ขนาด 2×2 โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDOM (IX, IY, RN) การใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้เลขสุ่ม 1 จำนวน คือ RN เลขสุ่มนี้จะเป็นจุดทศนิยมมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มมา 10 จำนวนจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มให้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ตามค่าสัดส่วนที่กำหนดขึ้น การวิจัยครั้งนี้กำหนดค่าสัดส่วน (P) เท่ากับ .10 ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่าน้อยกว่า .10 เครื่องคอมพิวเตอร์จะนับรวมไว้ใน 011 ถ้าเลขสุ่มตัวใดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .10 เครื่องคอมพิวเตอร์จะนับรวมไว้ใน 012 ซึ่งค่าที่ได้นี้จะเป็นค่าความถี่ที่สังเกตได้ (Observed Frequency) โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเรียกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มมาอีก 100 จำนวนให้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 และดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วนโดยใช้วิธีการ

เดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จะโคคา 021 และ 022 เมื่อโคคาสังเกตแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์จะคำนวณหาค่าที่คาดหวังซึ่งจะโคคา E 11, E 12, E 21 และ E 22 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก)

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณหาค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบไคสแควร์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าความถี่ที่คาดหวังและค่าความถี่ที่สังเกตได้จากขั้นตอนที่ 1 มาคำนวณหาค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ เมื่อโคคาสถิติทดสอบไคสแควร์แล้ว โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าสถิติไคสแควร์มาทำการทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยนำค่าสถิติทดสอบไคสแควร์มาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของไคสแควร์ที่ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ (α) เท่ากับ .05 และ .01 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.8416 และ 6.635 ตามลำดับ ถ้าค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤต เครื่องคอมพิวเตอร์จะนับจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญไว้ก่อนจะจำลองการทดลองซ้ำในครั้งต่อไป

โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะจำลองการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำ 4000 ครั้ง ค่ายสุกของตัวเลขสุ่มสุกใหม่จากสับรูดิอัน RANDUM ทุก ๆ ครั้งของการทดลองซ้ำ เมื่อทำการทดลองครบ 4000 ครั้งแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์จะหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยนำจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญหารด้วยจำนวนครั้งที่ทดลองซ้ำ และหิมพ์ผลเปรียบเทียบกับอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองที่ระดับ $\alpha = .05$ และ $.01$

โปรแกรมที่ 2 - 10 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองตามแผนการทดลองในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 กรณีที่ 2 - 10 เป็นการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม เมื่อกำหนดค่า $E_{ij} \leq 5$ จำนวน 1 เซลล์ มีขนาด E 11 = 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ และเมื่อกำหนดค่า $E_{ij} \leq 5$ จำนวน 2 เซลล์ มีขนาด E 11 และ E 21 เท่ากัน คือ ขนาด 1 ถึง 5 ระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมจะทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันที่ค่าความถี่ที่คาดหวัง

โปรแกรมที่ 11 - 25 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองตามแผนการทดลองในรูปแบบที่ 3 ถึงรูปแบบที่ 5 กรณีที่ 11 - 25 เป็นการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของสัดส่วนของประชากร 3 กลุ่ม เมื่อกำหนดค่า $E_{ij} \leq 5$ จำนวน 1 เซลล์ 2 เซลล์ และ 3 เซลล์ ค่า $E_{ij} \leq 5$ มีขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 5 ระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมจะทำงานในทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1 - 10 ต่างกันเฉพาะจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น 3 กลุ่ม

ตอนที่ 2 เสนอขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทดสอบหาลักษณะการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์เปรียบเทียบกับแจกแจงไคสแควร์ตามทฤษฎี

โปรแกรมที่ 26 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลอง ในเงื่อนไขเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นตอนจำลองการทดลอง ที่มีกระบวนการทำงานเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 ในโปรแกรมที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าความถี่ที่คาดหวังและค่าความถี่ที่สังเกตได้จากขั้นตอนที่ 1 มาคำนวณหาค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ เมื่อได้ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์แล้ว โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำค่าสถิติทดสอบไคสแควร์มาจัดช่วงและจำนวนชั้นตามที่กำหนดไว้ เพื่อหาค่าความถี่ที่สังเกตได้ โดยกำหนดช่วงและจำนวนชั้นของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ช่วงละ 0.2 โดยเริ่มจากค่า .00 ไปจนถึงค่า 6.6 จำนวน 34 ชั้น โดยใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะจำลองการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำจำนวน 4000 ครั้ง คอยชุกของตัวเลขสุ่มชุดใหม่ทุก ๆ ครั้งของการทดลองซ้ำ

ขั้นตอนที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบไคสแควร์กับการแจกแจงไคสแควร์ตามทฤษฎี การทดสอบลักษณะการแจกแจงของค่าสถิติทดสอบดังกล่าวใช้การทดสอบสารูปสนิทีไคสแควร์ โดยคำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังตามตารางความน่าจะเป็นของการแจกแจงไคสแควร์ที่กำหนดช่วงและจำนวนชั้นของค่าสถิติทดสอบตามขั้นตอนที่ 2 และนำค่าความถี่ที่สังเกตได้ซึ่งคำนวณจากขั้นตอนที่ 2 มาทดสอบตามสูตร $\chi^2 = \sum (O - E)^2 / E$ แล้วนำค่าไคสแควร์ที่ได้ไปทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 33 ที่ระดับ $\alpha = .05$ แล้วคอมพิวเตอร์จะพิมพ์ค่าไคสแควร์จากสถิติทดสอบสารูปสนิที พร้อมผลการทดสอบความมีนัยสำคัญ

โปรแกรมที่ 27 - 35 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองในเงื่อนไขเดียวกันกับโปรแกรมที่ 2-10 และมีกระบวนการทำงานของโปรแกรมทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 26 แตกต่างกันที่การกำหนดค่าความถี่ที่คาดหวัง

โปรแกรมที่ 36 - 50 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองในเงื่อนไข
เดียวกันกับโปรแกรมที่ 11 - 25 และมีกระบวนการทำงานของโปรแกรมท่านองก็เหมือนกันกับ
โปรแกรมที่ 26 - 35 ต่างกันเฉพาะจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น 3 กลุ่ม