



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งกำหนดแผนการวิจัยโดยการจำลอง การทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชัน (Monte Carlo Simulation) เพื่อหาความสามารถในการควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบ เอชของคราส์คัล- แวลลิส ที่ใช้ค่าแก้มและไม่ใช้ค่าแก้ม ลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบเอช ของคราส์คัล- แวลลิส ที่ไม่ใช้ค่าแก้มเปรียบเทียบกับลักษณะการกระจายตามทฤษฎี และลักษณะการกระจายภายในกลุ่ม ตัวอย่างขนาดเดียวกันเมื่อมีระดับการซ้ำที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ ร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ 3 กลุ่มที่มีขนาด เท่ากัน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเท่ากับ 10, 15 และ 20 ตามลำดับ และ กำหนดค่าพารามิเตอร์ดังนี้ ให้ μ คือมัธยฐานเลขคณิตของประชากรมีค่าเท่ากับ 500 และ σ^2 คือความแปรปรวนของประชากรมีค่าเท่ากับ 100 โดยมีแผนการทดลองคือ

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างขนาด (10,10,10) และกำหนดระดับการซ้ำของค่า สังเกต ประมาณร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้มีการซ้ำของ ค่าสังเกตเกิดขึ้นได้ทั้งหมดในแต่ละระดับคือ ประมาณ 2-3 ค่า, 4-6 ค่า และ 7-9 ค่า ตาม ลำดับซึ่งมีทั้งหมดเท่ากับ 3 กรณี แผนการทดลองดังแสดงต่อไปนี้

T1T1T1

T2T2T2

T3T3T3

2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างขนาด (15,15,15) และกำหนดระดับการซ้ำของค่าสังเกต ประมาณร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้มีการซ้ำของค่าสังเกต เกิดขึ้นได้ทั้งหมดในแต่ละระดับคือ ประมาณ 3-4 ค่า, 5-9 ค่า และ 10-13 ค่า ตามลำดับ ซึ่งมีทั้งหมดเท่ากับ 3 กรณี แผนการทดลองดังแสดงต่อไปนี้

T1T1T1	T2T2T2	T3T3T3
--------	--------	--------

3. กำหนดกลุ่มตัวอย่างขนาด (20,20,20) และกำหนดระดับการซ้ำของค่าสังเกตประมาณร้อยละ 5-10, 11- 20 และ 21-30 ตามลำดับ ซึ่งจะช่วยให้มีการซ้ำของค่าสังเกตเกิดขึ้นได้ทั้งหมดในแต่ละระดับคือประมาณ 3-6 ค่า, 7-12 ค่า และ 13-18 ค่า ตามลำดับ ซึ่งมีทั้งหมดเท่ากับ 3 กรณี แผนการทดลองดังแสดงต่อไปนี้

T1T1T1	T2T2T2	T3T3T3
--------	--------	--------

หมายเหตุ T1 หมายถึงมีการซ้ำในระดับที่ 1 คือประมาณร้อยละ 5-10
 T2 หมายถึงมีการซ้ำในระดับที่ 2 คือประมาณร้อยละ 11-20
 T3 หมายถึงมีการซ้ำในระดับที่ 3 คือประมาณร้อยละ 21-30

วิธีดำเนินการทดลอง

การสร้างและจำลองการทดลองครั้งนี้ใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการ โดยใช้โปรแกรมภาษา โพรแทรน 4 เพื่อสื่อความหมายและสั่งให้เกิดการทำงานในเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมทั้งใช้ Scientific Subroutine ของ IBM 370/3031 ในการสร้างการแจกแจงของประชากรและความแปรปรวนของประชากรมีลำดับในการทดลองดังนี้คือ

1. การสร้างรูปแบบการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนด
 เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา โพรแทรนซึ่งใช้กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ OS/VS1 เพื่อสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ในขั้นแรกใช้โปรแกรมสปรูทินที่มีชื่อว่า RANDUM ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบ Uniform Distribution ในการสร้างข้อมูลตามวิธีการของมอนติคาร์โลซิมีมูลเลขัน จากนั้นจึงแปลงข้อมูลให้มีลักษณะการแจกแจง เป็นแบบปกติด้วยสปรูทิน NORMAL ตามลำดับต่อไปนี้

- 1.1 โปรแกรมย่อยสปรูทิน (เป็นโปรแกรมคำสั่งที่เขียนขึ้นมาเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณปัญหาเฉพาะเรื่อง แต่การทำงานต้องสัมพันธ์กับโปรแกรม

หลักเสมอ) RANDUM (ชัยศิริ บัณฑิตานนท์, 1980) เป็น scientific subroutine ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่ม (random number) ด้วยวิธี congruential generation method ได้ถึง 2^{29} หรือ 536,870,912 จำนวนก่อนที่จะเกิดการซ้ำของชุดตัวเลขสุ่มและได้เลือกค่า 65539 เป็นค่าเริ่มต้น เพราะว่า Maclaren และ Marsaglia (JACM 12 : 83-89) ได้ให้คำแนะนำว่าค่าเริ่มต้น 65539 เป็นค่าที่เหมาะสมกับคุณสมบัติทางสถิติที่นำไปทดลองโปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDUM (IX, IY, RN) โดย IX คือค่าเริ่มต้น ซึ่งจะต้องกำหนดขึ้นก่อนใช้คำสั่งนี้ และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้งจะได้เลขสุ่ม 1 จำนวนคือ RN ตัวอย่างของโปรแกรมสุ่ม RANDUM อยู่ในภาคผนวก ค.

1.2 โปรแกรมย่อยสุ่ม NORMAL (shannon, 1975 : 361-362)

เป็นโปรแกรมย่อยสุ่มสำหรับหารสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ Marsaglia และ Bray เป็นผู้คิดค้น โดยมีพื้นฐานมาจากวิธีอินเวอร์สของ Box และ Muller เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วต่อการเขียนโปรแกรมมากกว่าการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติด้วยวิธีอื่น โปรแกรมย่อยสุ่มนี้จะเกิดการสุ่มด้วยคำสั่ง CALL NORMAL (EX, STD, X, Y) เมื่อ EX คือนิพจน์ฟอร์แทรนที่แทนค่ามีขั้วเลขคณิตของประชากร STD คือนิพจน์ฟอร์แทรนที่แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ซึ่งต้องกำหนดขึ้นก่อนที่จะใช้คำสั่ง CALL NORMAL (EX, STD, X, Y) และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้คะแนนที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ 2 จำนวนคือ X และ Y ซึ่งจะมีมีขั้วเลขคณิตของประชากรเท่ากับ EX เป็น 500, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเท่ากับ STD เป็น 10 ตัวอย่างของโปรแกรมย่อยสุ่ม NORMAL อยู่ในภาคผนวก ค.

ตรวจสอบข้อมูลตามลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ความแปรปรวน (S^2) ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) โดยใช้สุ่ม VAR, SKEW และ KURTO ทดสอบข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 10,000 ตัวได้ค่าดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าสถิติของการแจกแจงของประชากรแบบปกติตามทฤษฎี และจากการปฏิบัติเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 10,000 ตัว สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

ค่าสถิติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
Mean	500	499.63
Variance	100	100.94
Skewness	0	0.10
Kurtosis	3.0	2.93

2. การสร้างระดับการเข้าของค่าสังเกตตามที่กำหนด

2.1 ใช้โปรแกรมย่อยสัปรุทิน NDTRI เป็นโปรแกรมสัปรุทินที่ใช้แปลงค่าพื้นที่ให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่มีค่าพารามิเตอร์ μ เท่ากับ 0 และ σ^2 เท่ากับ 1 โปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL NDTRI (AREA, Z, D, IE) โดยที่ AREA คือค่าพื้นที่ที่กำหนดขึ้นและต้องการแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน Z คือคะแนนมาตรฐาน ตัวอย่างของโปรแกรมย่อยสัปรุทิน NDTRI อยู่ในภาคผนวก ค.

2.2 การสร้างระดับการเข้าของค่าสังเกตจะแบ่งพื้นที่ของการแจกแจงแบบปกติออกเป็นช่วง ๆ เท่า ๆ กัน จำนวนส่วนของการแบ่งนั้นจะแตกต่างกันตามระดับของการเข้าและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ใช้โปรแกรมสัปรุทิน NDTRI แปลงค่าพื้นที่เป็นคะแนนมาตรฐานที่มีค่า $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$ และแปลงคะแนนมาตรฐานให้เป็นคะแนนที่มีค่า $\mu = 500$ $\sigma^2 = 100$ ซึ่งคะแนนเหล่านี้จะได้รับการจัดเป็นช่วงคะแนนและนำมาแปลงเป็นค่าจำนวนเต็มบวก ตามลำดับจนกระทั่งครบทุกช่วงคะแนน ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มจากการแจกแจงแบบปกติตกอยู่ในช่วงใดของคะแนนที่กำหนดก็就会被เปลี่ยนเป็นค่าจำนวนเต็มบวกดังกล่าว ซึ่งจะทำให้เกิดการเข้าของข้อมูลตามต้องการ

3. การคำนวณค่าวิกฤตสำหรับการทดสอบค่ารูปลัณิตและการทดสอบลักษณะการกระจายของเอช เทล

การทดสอบสำรूपสันนิตใช้ลัทธิทดสอบสำรूपสันนิตด้วยไคส์แคว้ (Chi-Square Test of Goodness of Fit) และการทดสอบลักษณะการกระจายของ เอช เทลระหว่างระดับ การซ้ำของค่าสังเกตที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ใช้การทดสอบการแจกแจงด้วยไคส์แคว้ (Chi-Square Test of Homogeneity of Distribution) ซึ่งวิลเลียม (Williams, 1950 : 77-86) ได้เสนอแนะว่าในกรณีทีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่แล้วไคส์แคว้ เทล มีอำนาจ การทดสอบสูงกว่าคอลลมอโกรอฟ สเมอรันอฟ เทล การทดลองครั้งนี้จึงใช้การทดสอบของไคส์แคว้ และในการคำนวณค่าวิกฤติของการทดสอบไคส์แคว้ทั้ง 2 การทดสอบนี้จะคำนวณจากการกระจาย แบบปกติ ซึ่ง กัปตาร์ (Gupta, 1980 : 689) กล่าวว่าในกรณีที่จำนวนชั้นแห่งความเป็นอิสระ มีค่ามากกว่า 30 การกระจายไคส์แคว้จะประมาณด้วยการกระจายแบบปกติได้ดีที่สุด และสามารถใช้อัตราค่าความน่าจะเป็นของการกระจายแบบปกติสำหรับการทดสอบนัยสำคัญ

การวิจัยครั้งนี้จำนวนชั้นแห่งความเป็นอิสระของการทดสอบสำรूपสันนิต และการ ทดสอบการแจกแจงมีค่าเท่ากับ 45 และ 88 ดังนั้นการคำนวณค่าวิกฤติของไคส์แคว้จึงคำนวณ จากค่า $\sqrt{2X^2 - \sqrt{2n-1}} = Z$ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติที่เปิดจากตารางการ กระจายแบบปกติ สำหรับการทดสอบสำรूपสันนิต ค่าไคส์แคว้ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 เท่ากับ 70.89 และ 64.702 และการทดสอบการแจกแจง ค่าไคส์แคว้ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 เท่ากับ 121.8 และ 110.9 ตามลำดับ

4. การทดลองหาลักษณะการกระจายของค่าลัทธิทดสอบ เอช ของคราสคัล แวลส์ เปรียบเทียบกับการกระจายตามทฤษฎี

กำหนดช่วงและชั้นของค่าลัทธิทดสอบ ให้จำนวนความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้นมีขนาด ใหญ่พอ ในการวิจัยครั้งนี้ได้จัดช่วงของค่าเอช เพิ่มขึ้นชั้นละ 0.2 โดยเริ่มที่ค่า 0.2 จน กระทั่ง 10.0 ทั้งหมด 50 ชั้น เพื่อหาค่าความถี่ที่คาดหวังและความถี่ที่เป็นจริง โคแครน (William G. Cochran) ได้เสนอว่าในการปฏิบัติทั่ว ๆ ไปมักจะใช้จำนวนช่วงระหว่าง ชั้นเท่า ๆ กัน และจำนวนชั้นควรแปรตามขนาดของข้อมูล และถ้าชั้นใดมีความถี่ที่คาดหวังน้อย กว่า 5 ก็ควรจะรวมเข้าด้วยกัน การหาค่าความถี่ที่สังเกตนั้นได้จากสัปรุทิน TEST ซึ่งผู้วิจัย สร้างขึ้นเฉพาะการทดลองครั้งนี้และคำนวณความถี่ที่คาดหวังในแต่ละชั้น (E) โดยใช้ค่า ความน่าจะเป็นจากตารางไคส์แคว้คูณด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่างและใช้ลัทธิทดสอบสำรूपสันนิต ของไคส์แคว้ เป็นลัทธิทดสอบ ซึ่งสูตรและวิธีการคำนวณได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

5. การทดลองหาลักษณะการกระจายของค่าสถิติทดสอบ เอช ของคราล์คัล แวลิสส์ เปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างขนาดเดียวกันเมื่อระดับการเข้าแตกต่างกัน 3 ระดับ

กำหนดช่วงและขั้นของค่าสถิติทดสอบ ให้จำนวนความถี่ที่คาดหวังในแต่ละขั้นมีขนาดใหญ่มาก ในการวิจัยครั้งนี้ได้จัดช่วงของค่า เอช เพิ่มขึ้นทีละ 0.2 โดยเริ่มที่ค่า 0.2 จนกระทั่ง 10.0 ทั้งหมด 50 ขั้น เพื่อหาค่าความถี่ที่คาดหวังและความถี่ที่เป็นจริง เช่นเดียวกับการทดลองหาลักษณะการกระจายของ เอช เทลส์ เทียบกับการกระจายตามทฤษฎี โดยค่าความถี่ที่สังเกตได้จากสัปรุทิน TEST ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเฉพาะการทดลองครั้งนี้ ส่วนความถี่ที่คาดหวังนั้นได้จากการคำนวณ ซึ่งวิธีการคำนวณนั้นได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. เมื่อได้ทั้งค่าความถี่ที่คาดหวังและความถี่ที่เป็นจริงแล้วจึงใช้การทดสอบการแจกแจงด้วยไคสแคว์ซึ่งวิธีการคำนวณได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. เช่นเดียวกัน.

6. การดำเนินการทดลองหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของเอช เทลส์ ที่ใช้ค่าแก้มและไม่ใช้ค่าแก้ม และการทดลองหาลักษณะการกระจายของ เอช เทลส์ ที่ไม่ใช้ค่าแก้ม เมื่อมีระดับการเข้าของค่าสังเกต 3 ระดับคือ ร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ตามลำดับ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการทดลองซึ่งมีทั้งหมด 21 โปรแกรม ตัวอย่างของโปรแกรมแสดงในภาคผนวก ค.

ขั้นตอนในการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงต่อไปนี้ เป็นการอธิบายให้เห็นภาพการทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรม ในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ตามแผนการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 มีทั้งหมด 9 โปรแกรม ตอนที่ 2 มี 12 โปรแกรม เล่นตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 เล่นการดำเนินการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการทดลองหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และลักษณะการกระจายของ เอช เทลส์ เปรียบเทียบกับการกระจายตามทฤษฎี

โปรแกรมที่ 1 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10,10,10) และระดับการเข้าประมาณร้อยละ 5-10 ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสร้างระดับของการซ้ำให้กับกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งพื้นที่ของการกระจายแบบปกติที่มีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$ ออกเป็น 75 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.0133 ตารางหน่วย และใช้โปรแกรมย่อยสัปรุทิน NDTRI แปลงค่าพื้นที่เป็นคะแนนมาตรฐาน และแปลงคะแนนมาตรฐานให้เป็นคะแนนที่มีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 500$, $\sigma^2 = 100$ ทำให้ได้ช่วงของคะแนนทั้งหมด 74 ช่วง ซึ่งแต่ละช่วงของคะแนนดังกล่าวนั้นจะนำมาแปลงค่าเป็นจำนวนเต็ม 1, 2, 3, 4, ..., 75 ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มจากการกระจายแบบปกติตกอยู่ในช่วงใดของคะแนนที่กำหนดก็จะถูกเปลี่ยนเป็นตัวเลขชุดดังกล่าว ซึ่งจะทำให้เกิดการซ้ำของข้อมูลในระดับที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการคำนวณหาค่าอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ เอช-เทสต์ ที่ใช้ค่าแก้มและไม่ใช้ค่าแก้ม คอมพิวเตอร์จะเรียกตัวอย่าง 10 จำนวน จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ มีมัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 คอมพิวเตอร์เรียกตัวอย่างอีก 10 จำนวน จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ มีมัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 คอมพิวเตอร์เรียกตัวอย่างอีก 10 จำนวน จากประชากรที่มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ มีมัธยฐานเลขคณิตเท่ากับ 500 และความแปรปรวนเท่ากับ 100 เป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มนี้ คอมพิวเตอร์จะนำจำนวนต่าง ๆ ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างไปเปรียบเทียบด้วยช่วงคะแนนที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ถ้าตกอยู่ในช่วงคะแนนใด ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นตัวเลขที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 75 แล้วนำกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มซึ่งถูกแปลงค่าแล้วไปทำการทดสอบด้วยการทดสอบ เอช-เทสต์ (H-TEST) ทั้งที่ใช้ค่าแก้มและไม่ใช้ค่าแก้ม โดยนำกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มมารวมกันแล้วจัดอันดับ (RANK) ทั้ง 30 จำนวน ถ้ามีอันดับที่ซ้ำกันจะใช้ค่าเฉลี่ย (AVERAGE RANK) ของอันดับแทนในตำแหน่งนั้น ๆ คำนวณค่า เอช จากทั้ง 2 สูตร คือ ค่าเอช ที่ได้จากสูตรที่ไม่ใช้ค่าแก้ม (H) และค่าเอช ที่ได้จากสูตรที่ใช้ค่าแก้ม (H*) นำค่าเอช ที่ได้ทั้งสองค่านี้ไปทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติของกวมกระจายของไคสแควที่ขึ้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 2 (Kruskal-Wallis, 1952) และที่กำหนดระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 และ .01 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.991 และ 9.21 ตามลำดับ แล้วนับการเกิดนัยสำคัญเอาไว้

โปรแกรมจะจำลองการทดลองเช่นนี้ซ้ำ 4,000 ครั้ง ด้วยชุดของตัวเลขสุ่มชุดใหม่จากโปรแกรมย่อยสุ่มสุ่ม RANDOM ทุก ๆ ครั้งของการทดลองซ้ำ คอมพิวเตอร์จะพิมพ์ผลเปรียบเทียบจำนวนของการนับการเกิดอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองด้วยการทดสอบเอช ทัง 2 วิธีที่ระดับอัตราความคลาดเคลื่อนที่ระบุ .05 และ .01

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการทดลองหาลักษณะการกระจายของ เอช-เทสต์ ที่ไม่ใช่ค่าแก๊เปรียบเทียบกับลักษณะการกระจายของไคล์แคว

กำหนดช่วงและขั้นของคะแนน ช่วงละ 0.2 ทั้งสิ้น 51 ขั้น โดยเริ่มจากค่า 0.2 จนกระทั่งถึงค่า 10.0 คำนวณค่าความถี่ที่คาดหวังของการกระจายไคล์แควที่ขั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 2 โดยใช้ค่าจากตารางความน่าจะเป็นของ เพียร์สัน ถ้าพบว่าขั้นใดมีค่าความถี่ที่คาดหวังน้อยกว่า 5 จะนำขั้นของความถี่นั้นมารวมกันและในขั้นตอนที่ 2 นั้นคอมพิวเตอร์ได้คำนวณและเก็บค่า เอช เทสต์ ที่ไม่ใช่ค่าแก๊จำนวนทั้งสิ้น 4,000 ค่า ดังนั้นในขั้นตอนนี้คอมพิวเตอร์จะนำค่า เอช-เทสต์ ทั้ง 4,000 ค่า มาคำนวณค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละขั้นของคะแนนที่กำหนดไว้ แล้วใช้สถิติทดสอบสำรूपสันนิทษ์ของไคล์แควทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ .01

โปรแกรมที่ 2 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10,10,10) และระดับของการซ้ำประมาณร้อยละ 11-20 ซึ่งขอบวนการของโปรแกรมการทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันเฉพาะระดับการซ้ำ ทำให้ขั้นตอนที่ 1 มีความต่างกันในด้านของพื้นที่ที่ถูกแบ่งจะแบ่งเป็น 35 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.028 ตารางหน่วยโดยประมาณ

โปรแกรมที่ 3 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10 และระดับของการซ้ำประมาณร้อยละ 21-30 ซึ่งขอบวนการของโปรแกรมการทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันเฉพาะระดับการซ้ำ ทำให้ขั้นตอนที่ 1 มีความแตกต่างกันในด้านของพื้นที่ที่ถูกแบ่ง จะแบ่งเป็น 20 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.05 ตารางหน่วย โดยประมาณ

โปรแกรมที่ 4-6 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (15,15,15) และระดับการซ้ำประมาณร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ตามลำดับ ซึ่งขบวนการของโปรแกรมการทำงาน ทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1-3 แตกต่างกันเฉพาะขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ขั้นตอนที่ 1 มีความต่างกันขนาดของพื้นที่ที่ถูกแบ่ง โดยในโปรแกรมที่ 4-6 นี้จะแบ่งพื้นที่ตามระดับของการซ้ำคือ ระดับการซ้ำประมาณร้อยละ 5-10 จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 183 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.005 ตารางหน่วย ระดับการซ้ำประมาณร้อยละ 11-20 จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 90 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.01111 ตารางหน่วย ระดับการซ้ำประมาณร้อยละ 21-30 จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 50 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.02 ตารางหน่วย โดยประมาณ

โปรแกรมที่ 7-9 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (20,20,20) และระดับของการซ้ำประมาณร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ตามลำดับ ซึ่งขบวนการของโปรแกรมการทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1-3 แตกต่างกันเฉพาะขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ขั้นตอนที่ 1 มีความต่างกันขนาดของพื้นที่ที่ถูกแบ่ง โดยในโปรแกรมที่ 7-9 นี้จะแบ่งพื้นที่ตามระดับของการซ้ำดังนี้คือ ระดับการซ้ำประมาณร้อยละ 5-10 จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 355 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.002 ตารางหน่วย ระดับการซ้ำประมาณร้อยละ 11-20 จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 190 ส่วนเท่า ๆ กัน และระดับการซ้ำประมาณร้อยละ 21-30 จะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 101 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนจะมีพื้นที่เท่ากับ 0.009 ตารางหน่วย โดยประมาณ

ตอนที่ 2 เสนอการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทดลองหาลักษณะการกระจายของค่าสถิติทดสอบ เอช เปรียบเทียบกับลักษณะการกระจายของค่าสถิติทดสอบ เอช เมื่อกลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากันและระดับการซ้ำของค่าสังเกตแตกต่างกัน

โปรแกรมที่ 10 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10,10,10) เปรียบเทียบลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช่ค่าแก้ในระดับการซ้ำที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ ประมาณร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ซึ่งในแต่ละระดับการซ้ำคอมพิวเตอร์ได้คำนวณค่า เอช และหาค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละขั้นทั้งหมด 51 ขั้นไว้แล้วในตอนที่ 1 โปรแกรมที่ 1-3 อยู่ในขั้นตอนการทำงานขั้นตอนที่ 2

ของโปรแกรม ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะนำค่าความถี่ที่สังเกตได้ของทั้ง 3 ระดับมาคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง แล้วทดสอบด้วยการทดสอบการแจกแจงด้วยไคส์แคว้ (Chi-Square Test of Homogeneity of Distribution) นำค่าไคส์แคว้ที่คำนวณได้ แปลงให้อยู่ในรูปของ $\sqrt{2X^2} - \sqrt{2n-1}$ เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางความน่าจะเป็นของการกระจายปกติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 ถ้าพบว่าไม่นัยสำคัญที่ระดับใดก็ตาม จะดำเนินการทดลองต่อด้วยโปรแกรมที่ 11-13 แต่ถ้าไม่นัยสำคัญก็จะข้ามไปดำเนินการทดลองโปรแกรมที่ 14 ต่อไป

โปรแกรมที่ 11 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10,10,10) เปรียบเทียบลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช้ค่าแก้ในระดับการซ้ำที่แตกต่างกัน 2 ระดับคือร้อยละ 5-10 และ 11-20 ซึ่งในแต่ละระดับการซ้ำคอมพิวเตอร์ได้คำนวณค่า เอช และหาค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละขั้น ทั้งหมด 51 ขั้นไว้แล้ว ในตอนที่ 1 โปรแกรมที่ 1-2 อยู่ในขั้นตอนการทำงานขั้นตอนที่ 2 ของโปรแกรม ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะนำค่าความถี่ที่สังเกตได้ของทั้ง 2 ระดับมาคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง แล้วทดสอบด้วยการทดสอบการแจกแจงด้วยไคส์แคว้ (Chi-Square Test of Homogeneity of Distribution) นำค่าไคส์แคว้ที่คำนวณได้ แปลงให้อยู่ในรูปของ $\sqrt{2X^2} - \sqrt{2n-1}$ เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางความน่าจะเป็นของการกระจายปกติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05

โปรแกรมที่ 12 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10,10,10) เปรียบเทียบลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช้ค่าแก้ ในระดับการซ้ำที่แตกต่างกัน 2 ระดับ คือประมาณร้อยละ 5-10 และ 21-30 ซึ่งในแต่ละระดับการซ้ำ คอมพิวเตอร์ได้คำนวณค่า เอช และหาค่าความถี่ที่สังเกตได้ในแต่ละขั้น ทั้งหมด 51 ขั้นไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 ของแต่ละโปรแกรม ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะนำค่าความถี่ที่สังเกตได้ของทั้ง 2 ระดับมาคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง แล้วทดสอบด้วยการทดสอบการแจกแจงด้วยไคส์แคว้ (Chi-Square Test of Homogeneity of Distribution) นำค่าไคส์แคว้ที่คำนวณได้ แปลงให้อยู่ในรูปของ $\sqrt{2X^2} - \sqrt{2n-1}$ เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางความน่าจะเป็นของการกระจายปกติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05

โปรแกรมที่ 13 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (10,10,10) เปรียบเทียบลักษณะการกระจายของสถิติทดสอบ เอช ที่ไม่ใช่ค่าแก๊ ในระดับการเข้าที่แตกต่างกัน 2 ระดับคือประมาณร้อยละ 5-10, 11-20 และ 21-30 ซึ่งในแต่ละระดับการเข้า คอมพิวเตอร์ได้คำนวณค่า เอช และหาค่าความถี่ที่สังเกตได้ ในแต่ละชั้นทั้งหมด 51 ชั้นไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 ของแต่ละโปรแกรม ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะนำค่าความถี่ที่สังเกตได้ของทั้ง 2 ระดับมาคำนวณหาค่าความถี่ที่คาดหวัง แล้วทดสอบด้วยการทดสอบการแจกแจงด้วยไคสแควร์ (Chi-Square Test of Homogeneity of Distribution) นำค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้แปลงให้อยู่ในรูปของ $\sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2n-1}$ เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางความน่าจะเป็นของการกระจายปกติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05

โปรแกรมที่ 14 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (15,15,15) ขบวนการของโปรแกรมการทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 10 แตกต่างกันเฉพาะขนาดของกลุ่มตัวอย่างและถ้าพบว่าไม่นัยสำคัญที่ระดับใดก็ตาม จะดำเนินการทดลองต่อด้วยโปรแกรมที่ 15-17 แต่ถ้าไม่มีความสำคัญก็จะข้ามไปดำเนินการทดลองในขั้นตอนที่ 18 ต่อไป

โปรแกรมที่ 15-17 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (15,15,15) ขบวนการของโปรแกรมการทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 11-13 แตกต่างกันเฉพาะขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

โปรแกรมที่ 18 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (20,20,20) ขบวนการของโปรแกรมการทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 14 แตกต่างกันเฉพาะขนาดของกลุ่มตัวอย่างและถ้าพบว่าไม่นัยสำคัญที่ระดับใดก็ตาม จะดำเนินการทดลองต่อด้วยโปรแกรมที่ 19-21

โปรแกรมที่ 19-21 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ (20,20,20) ขบวนการของโปรแกรมการทำงานทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 11-13 แตกต่างกันเฉพาะขนาดของกลุ่มตัวอย่าง