บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้เทคนิคมอนติ-คาร์โลซิมูเลชั่น (MonteCarlo Simulation) เพื่อศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error) ของสถิติทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนและเพียร์สัน เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร มีค่าเท่ากับ 0.0 ($\rho = 0$) และศึกษาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 2 วิธี ดังกล่าว เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร มีค่าเท่ากับ 0.1, 0.2, ..., 0.9 โดยกำหนดให้ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเท่ากับ 50, 100, 150 และ 200 ตัวแปรที่ใช้ศึกษามีกษณะการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร (Bivariate Normal Distribution) ได้แก่ ตัวแปร X และ Y โดยกำหนดพารามิเตอร์ μ_1, μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปร X และ Y ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 และ σ_1^2, σ_1^2 คือ ความแปรปรวนของตัวแปร X และ Y ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1

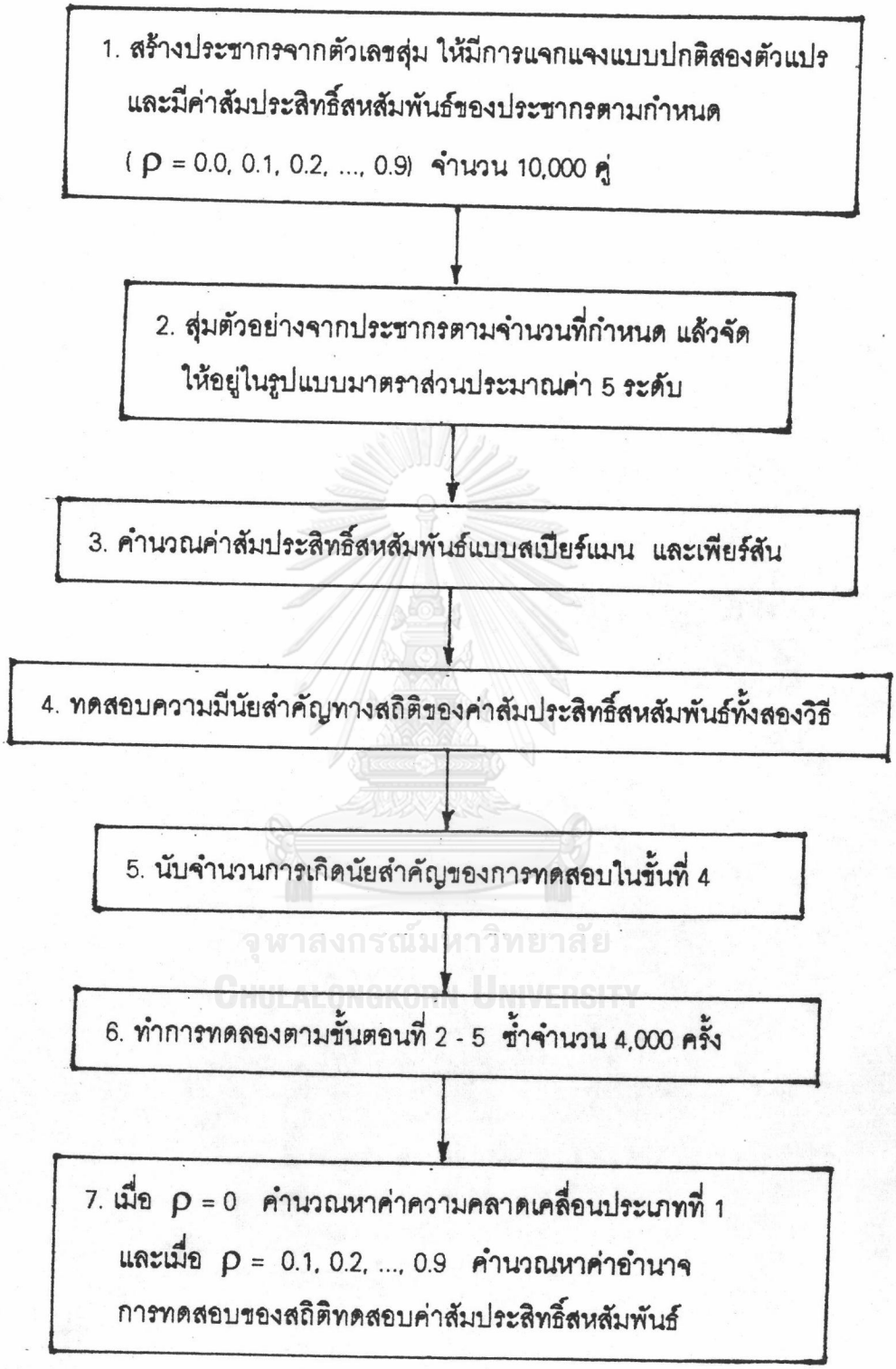
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างและจำลองการทดลอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการ โดยมีลำดับขั้นตอนตามแผนผัง ดังนี้

I17999810

แผนภาพที่ 4 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากแผนผังการดำเนินการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยได้เสนอลักษณะการทำงานของโปรแกรม โดยโปรแกรมนี้จะทำงานตามขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังกล่าว

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

1. กำหนดค่าคงที่ ที่จะใช้เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 50 เก็บไว้ในตัวแปร NS และกำหนดค่าวิกฤติที ที่จะใช้ในการทดสอบนัยสำคัญ มีค่าเป็น 2.0106 เมื่อ α = .05 และ 2.6822 เมื่อ α = .01

2. กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (ρ) มีค่าเป็น 0.0

3. สร้างประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรตามที่กำหนด จำนวน 10,000 คู่

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร ในขั้นแรกใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน (Subroutine Subprogram) ที่มีชื่อว่า NORMAL ซึ่งในโปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL นี้มีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM ช่วยในการหาค่าตัวเลขสุ่ม (Random Number) แล้วนำตัวเลขสุ่มที่ได้มาแปลงให้มีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้โปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL จะนำมาแปลงให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ จากนั้นในขั้นสุดท้ายจะเป็นการแปลงข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL ให้มีความสัมพันธ์กันตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (ρ) ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นจากสมการ

$$Y_i = \rho X_i + \sqrt{1-\rho^2} \cdot W_i \qquad \text{เมื่อ } i = 1, 2, \ldots, n$$

จากสมการนี้ค่า X และ Y จะมีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปรตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM (Shannon, 1975) เป็นสับรูทีนทางวิทยาศาสตร์ (Scietific Subroutine) ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่ม ด้วยวิธี Congruential Generation Method โดยจะสุ่มตัวเลขได้ถึง 2^{29} หรือ 536,870,912 จำนวน ก่อนที่จะเกิดการซ้ำของชุดตัวเลขสุ่ม และได้

เลือกค่า 65539 เป็นค่าเริ่มต้น โดย Maclaren และ Marsaglia ได้ให้คำแนะนำว่าค่าเริ่มต้น 65539 เป็นค่าที่จะให้ชุดของตัวเลขสุ่มยาวมาก และมีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ซึ่งอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDOM (IX, RN) โดยที่ IX คือ ค่าเริ่มต้นซึ่งจะต้องกำหนดขึ้นก่อนใช้คำสั่งนี้ ในที่นี้ใช้ค่าเริ่มต้นเท่ากับ 65539 และจากการเรียกใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้เลขสุ่ม 1 จำนวน คือ RN (โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM อยู่ในภาคผนวก จ)

3.2 โปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL (Shannon, 1975) เป็นโปรแกรมย่อยสับรูทีนสำหรับสร้างประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ ซึ่ง Marsaglia และ Bray เป็นผู้คิดขึ้นโดยมีพื้นฐานมาจากการหาอินเวอร์สโดยวิธีของ Box และ Muller ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่าย และรวดเร็วกว่าการสร้างประชากรให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธีอื่น โปรแกรมจะทำงานด้วยคำสั่ง CALL NORMAL (EX, STD, Y1, Y2) โดยที่ EX คือ นิพจน์ภาษาฟอร์แทรนที่แทนค่าเฉลี่ยของประชากร STD คือ นิพจน์ภาษาฟอร์แทรนที่แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ดังนั้นจึงกำหนดให้ EX มีค่าเท่ากับ 0 และ STD มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งต้องกำหนดตัวแปรทั้งสองนี้ขึ้นก่อนที่จะใช้คำสั่งนี้ และการเรียกใช้คำสั่งนี้หนึ่งครั้ง จะได้ข้อมูลสองจำนวน คือ Y1 และ Y2 ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะมีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเท่ากับ 1 และข้อมูลสองจำนวนนี้จะเป็นอิสระต่อกัน

แต่ถ้าต้องการให้ข้อมูลดังกล่าวมีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรตามที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นนั้น ต้องมีการแปลงข้อมูลก่อนโดยในที่นี้กำหนดให้ตัวแปร X_i แทนค่า Y1 และตัวแปร W_i แทนค่า Y2 และใช้สมการ

$$Y_i = \rho X_i + \sqrt{1-\rho^2} \cdot W_i \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, ..., 10,000$$

เป็นสมการแปลงข้อมูลจากตัวแปร X_i และ W_i ซึ่งตัวแปรทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติและเป็นอิสระต่อกัน จะได้ตัวแปรใหม่คือ ตัวแปร X_i และ Y_i เมื่อ i = 1, 2, ..., 10,000 ซึ่งการแจกแจงของตัวแปรทั้งสองมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร และมีความสัมพันธ์กันตามค่าสัมประสิทธิ์ของประชากรตามที่ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนด (โปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL อยู่ในภาคผนวก จ)

จากขั้นตอนการสร้างประชากรจำนวน 10,000 คู่ ให้มีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรตามกำหนดนั้น ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อมูลที่สร้างขึ้น (ในทางปฏิบัติ)ว่ามีลักษณะการแจกแจง และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระชากรสอดคล้องกับลักษณะการแจกแจง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรตามทฤษฎีเพียงใด) โดยตรวจสอบจากค่าสถิติดังนี้ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variane) ความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ถ้าค่าสถิติจากการแจกแจงของประชากรแบบปกติสองตัวแปรที่สร้างขึ้นนั้นเป็นไปตามทฤษฎี แล้วที่ทุก ๆ ค่าของ ρ = 0.0, 0.1, ..., 0.9 จะทำให้ตัวแปรทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 ค่าความเบ้เท่ากับ 0 และค่าความโด่งเท่ากับ 3 ซึ่งผลการตรวจสอบข้อมูลได้แสดงในตารางที่ 1 (โปรแกรมในการตรวจสอบข้อมูล อยู่ในภาคผนวก ง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรที่ต้องการศึกษากับค่าที่ได้จากประชากรที่สร้างขึ้น (ปฏิบัติ) จำนวน 10,000 คู่ และแสดงค่าสถิติการแจกแจงของประชากรแบบปกติสองตัวแปรที่สร้างขึ้น

ρ (ที่ศึกษา)	ρ (ที่ปฏิบัติ)	ตัวแปร	ค่าสถิติการแจกแจงของประชากร			
			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	ความเบ้	ความโด่ง
0.0	-0.0009	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0157	0.9899	-0.0001	3.0045
0.1	0.1005	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0164	0.9900	-0.0004	3.0051
0.2	0.2020	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0169	0.9907	-0.0006	3.0044
0.3	0.3033	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0173	0.9919	-0.0011	3.0020
0.4	0.4044	X	0.0077	1.0188	-0.0478	2.8789
		Y	0.0174	0.9937	-0.0022	2.9972
0.5	0.5048	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0174	0.9961	-0.0042	2.9887

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ρ (ที่ศึกษา)	ρ (ที่ปฏิบัติ)	ตัวแปร	ค่าสถิติการแจกแจงของประชากร			
			ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	ความเบ้	ความโด่ง
0.6	0.6049	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0172	0.9991	-0.0076	2.9759
0.7	0.7046	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0166	1.0028	-0.0127	2.9579
0.8	0.8038	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0156	1.0070	-0.0200	2.9343
0.9	0.9022	X	0.0077	1.0180	-0.0478	2.8789
		Y	0.0138	1.0120	-0.0304	2.9050

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. สุ่มตัวอย่างจำนวน NS คู่ จากประชากรจำนวน 10,000 คู่ แล้วจัดให้อยู่ในรูปของมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

การจัดข้อมูลที่สุ่มมาให้มีลักษณะเป็นอันดับแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ทำได้โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ซึ่งโปรแกรมย่อยนี้จะทำงานโดยใช้คำสั่ง CALL CONTIN (X, Y, NS, A, B, C) เมื่อ X และ Y คือ ตัวแปรจำนวน 10,000 คู่ ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามที่กำหนดที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 NS คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และ A, B, C คือ ข้อมูลที่จัดเตรียมไว้เพื่อความสะดวกในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่อไป ใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาซึ่งผ่านการจัดให้อยู่ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าแล้ว โปรแกรมนี้จะเรียกใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM เพื่อสุ่มตัวอย่างมาจัดลงในพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงแบบปกติของตัวแปรทั้งสอง ในรูปมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDOM (IA, RN) จากการใช้คำสั่งนี้หนึ่งครั้ง จะได้เลขสุ่มหนึ่งจำนวน คือ RN เลขสุ่มนี้จะเป็นเลขทศนิยม ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และเนื่องจากการสุ่มตัวอย่างดังกล่าวต้องการเลขสุ่มที่เป็นจำนวนเต็มมีค่าระหว่าง 1 ถึง 10,000 เพื่อนำไปสุ่มค่า X และ Y จากประชากรจำนวน 10,000 คู่ ที่จะนำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จึงต้องแปลงค่าของ RN ซึ่งเป็นเลขทศนิยมมาเป็นจำนวนเต็มโดยใช้นิพจน์ K = RN*10,000 ค่า K ที่ได้จะเป็นเลขสุ่มชนิดจำนวนเต็มมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10,000 แล้วจึงนำค่า K นี้ไปใช้เป็นตัวชี้ตำแหน่ง (Subscript) ของตัวแปร X และ Y ที่จะนำมาใช้ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะนำเอาค่าของตัวแปรตามตัวชี้ตำแหน่ง จากหน่วยความจำมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง เช่น K มีค่าเท่ากับ 15 คอมพิวเตอร์ก็จะไปนำค่าของตัวแปร X และ Y คู่ที่ 15 ของประชากรทั้งหมดมาจัดลงในพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงแบบปกติของตัวแปรทั้งสอง ในรูปของมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เป็นต้น ในการจัดข้อมูลลงในพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงแบบปกติของทั้งสองตัวแปรนั้น ได้กำหนดจากค่าต่ำสุดไปหาค่าสูงสุดของพื้นที่ใต้โค้ง ดังนี้คือ น้อยที่สุด = 1 น้อย = 2 ปานกลาง = 3 มาก = 4 มากที่สุด = 5 โดยแต่ละส่วนคิดเป็น 20 % ของพื้นที่ใต้โค้ง ดังนี้

น้อยที่สุด (1) มีค่าอยู่ในช่วง -3.000 σ ถึง -0.842 σ

น้อย (2) มีค่าอยู่ในช่วง -0.841σ ถึง -0.253 σ

ปานกลาง (3) มีค่าอยู่ในช่วง -0.252 σ ถึง 0.252 σ

มาก (4) มีค่าอยู่ในช่วง 0.253 σ ถึง 0.841 σ

มากที่สุด (5) มีค่าอยู่ในช่วง 0.842 σ ถึง 3.000 σ

เมื่อได้จัดข้อมูลที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ให้อยู่ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ แล้ว ผู้วิจัยใช้ตัวแปร A เก็บจำนวนข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปคู่ลำดับ ดังนี้ (1,1), (1,2), ..., (5,4), (5,5) ที่เป็นแบบตารางการณ์จรขนาด 5X5 เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน ส่วนตัวแปร B และ C นั้นเก็บค่าที่จะต้องนำไปใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ดังสมการต่อไปนี้

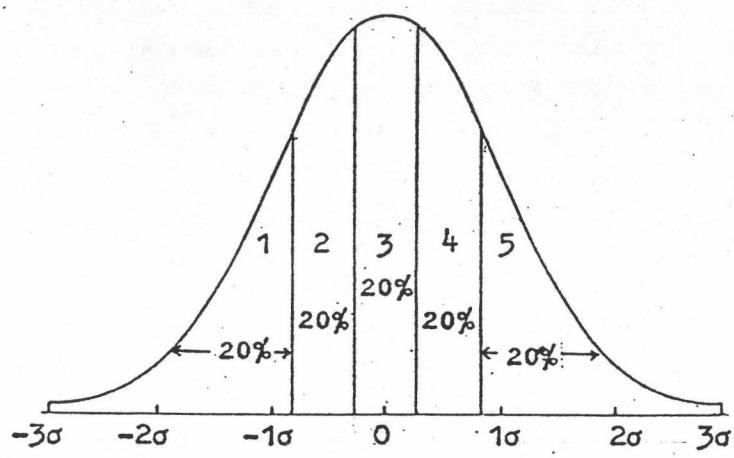
$$B = N\sum_{i=1}^{N} X_i Y_i - \sum_{i=1}^{N} X_i \sum_{i=1}^{N} Y_i$$

$$C = \left(N\sum_{i=1}^{N} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{N} X_i \right)^2 \right) \left(N\sum_{i=1}^{N} Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{N} Y_i \right)^2 \right)$$

(โปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN อยู่ในภาคผนวก จ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภาพที่ 5 การกำหนดมาตราส่วนประมาณค่าตามขนาดพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงแบบปกติ



5. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และเพียร์สัน

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และเพียร์สัน จะทำได้โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน SPEMAN และโปรแกรมย่อยสับรูทีน PEASON ตามลำดับ ซึ่งการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทั้ง 2 วิธีนี้ ได้มีการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อความสะดวกต่อการคำนวณไว้แล้วในโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN โปรแกรมย่อยสับรูทีน SPEMAN นี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL SPEMAN (A, NS, MC, RHOC) โดยที่ A คือ ข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้จากโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ซึ่งเป็นแบบตารางการณ์จรขนาด 5X5 NS คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา MC คือ ค่าต่ำสุดของจำนวนแถวหรือจำนวนสดมภ์ (ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 5) ส่วน RHOC คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{RHOC} = 1-\frac{\left(6M^2\sum D^2\right)}{n^3\left(M^2-1\right)}$$

และจากการใช้คำสั่งนี้หนึ่งครั้ง จะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนหนึ่งค่าเก็บไว้ในตัวแปร RHOC ส่วนโปรแกรมย่อยสับรูทีน PEASON นี้ จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL PEASON (B, C, NS, RHOXY) โดยที่ B,C คือ ค่าที่ได้จัดเตรียมไว้จากโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN NS คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ส่วน RHOXY คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{RHOXY} = \frac{N\sum_{i=1}^{N}X_iY_i-\sum_{i=1}^{N}X_i\sum_{i=1}^{N}Y_i}{\sqrt{\left(N\sum_{i=1}^{N}X_i^2-\left(\sum_{i=1}^{N}X_i\right)^2\right)\left(N\sum_{i=1}^{N}Y_i^2-\left(\sum_{i=1}^{N}Y_i\right)^2\right)}}$$

และจากการใช้คำสั่งนี้หนึ่งครั้ง จะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันหนึ่งค่า เก็บไว้ในตัวแปร RHOXY (โปรแกรมย่อยสับรูทีน SPEMAN และ PEASON อยู่ในภาคผนวก จ)

6. คำนวณหาค่าที (t-test) จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทั้งสองวิธี

โปรแกรมจะคำนวณค่าที (t คำนวณ) จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ของแต่ละวิธี จากสูตร

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

ในโปรแกรมนี้ให้ ts แทนค่า t ที่คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และ tp แทนค่า t ที่คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที (t ตาราง) และเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทั้งสองวิธี มีลักษณะการแจกแจงเช่นเดียวกับการแจกแจงที (Student's t-distribution) ที่ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom) เท่ากับ n-2 และในงานวิจัยครั้งนี้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่างขนาด 50, 100, 150 และ 200 ซึ่งทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการใช้ค่าวิกฤตจากตารางที เพราะค่าวิกฤตในตารางทีจะไม่ครอบคลุมทุกกรณีในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างขนาด 200 จะไม่ปรากฏค่าวิกฤตอยู่ในตาราง ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการคำนวณประมาณค่าวิกฤตทีของการทดสอบ ตามที่ Games (1977:531-534) ได้เสนอแนะให้ใช้วิธีการประมาณค่าวิกฤตที ด้วยวิธี Linear Harmonic Interpolation พราะวิธีนี้จะให้ค่าใกล้เคียงมากกว่าการประมาณค่าวิกฤตด้วยวิธี Linear Interpolation โดยเฉพาะกรณีที่การประมาณค่าวิกฤตนั้นต้องประมาณค่าจากขั้นแห่งความเป็นอิสระที่แตกต่างกันมากๆ สูตรที่ใช้ในการประมาณค่าวิกฤติที ตามวิธี Linear Interpolation คือ

$$t = t_0(1-\theta) + t_1(\theta)$$

รายละเอียดและวิธีการคำนวณ รวมทั้งค่าวิกฤติทีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แสดงในภาคผนวก ข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติและนับการเกิดนัยสำคัญของการทดสอบ

โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าทีที่คำนวณได้กับค่าวิกฤตทีของขั้นตอนที่ 6 ถ้าปรากฏว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ค่าทีที่คำนวณได้จากสูตร (t-คำนวณ) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤตทีที่กำหนด (t-ตาราง) เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการนับจำนวนไว้ แต่ถ้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ค่าทีที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าวิกฤตทีที่กำหนด เครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่นับจำนวน

8. ทำการทดลอง ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 4 ถึง 7 ซ้ำจำนวน 4,000 ครั้ง

โปรแกรมจะกลับไปดำเนินการโดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 4 จนถึงขั้นตอนที่ 7 ซึ่งโปรแกรมจะเริ่มโดยการสุ่มตัวอย่างมาใหม่ตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างเดิม พร้อมทั้งจัดให้อยู่ในรูปมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ แล้วคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละวิธีจนถึงขั้นการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติและนับจำนวนการเกิดนัยสำคัญไว้

9. เมื่อ $\rho = 0$ จะคำนวณหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และเมื่อ $\rho = 0.1, 0.2, ..., 0.9$ จะคำนวณหาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้จะคำนวณหาอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรเท่ากับ 0 ($\rho = 0$) และคำนวณหาอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และเพียร์สัน เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรไม่เท่ากับ 0 ($\rho = 0.1, 0.2, ..., 0.9$) โดยหาจากสัดส่วนของจำนวนครั้งที่เกิดนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

10. กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (ρ) ให้มีค่าเพิ่มขึ้น 0.1 และถ้าค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่ามากกว่า 1 โปรแกรมจะข้ามไปทำขั้นตอนที่ 11 แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 1 ให้กลับไปทำตามขั้นตอนที่ 3 ถึงขั้นตอนที่ 9

11. กำหนดค่าของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (NS) ให้มีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งละ 50 และถ้าค่าของจำนวนกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 200 ให้เลิกทำงาน แต่ถ้าน้อยกว่า 200 ให้กลับไปทำตามขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 10 โดยกำหนดค่าวิกฤตที ที่ใช้ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติดังตารางต่อไปนี้

ตาราง ค่าวิกฤติที่ที่ใช้ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

NS	α	
	0.05	0.01
50	2.0106	2.6822
100	1.9845	2.6269
150	1.9761	2.6095
200	1.9720	2.6009

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY