

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งกำหนดแผนการวิจัยโดยจำลอง การทดลอง ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซิมูเลชัน (Monte Carlo Simulation) เพื่อหาผลสรุปเปรียบเทียบ ความแม่นยำของวิธีประมาณค่าข้อมูลที่สูญหาย 3 วิธี คือ วิธีใช้ค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่าง วิธีใช้ สมการถดถอย และวิธีใช้ค่าเฉลี่ยระหว่างค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างและสมการถดถอย เมื่อจำนวน ข้อมูลที่สูญหายไปครั้งละ 1 ค่า และครั้งละ 2 ค่า จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 5, 10 และ 15 โดย ที่วิธีใช้สมการถดถอยและวิธีใช้ค่าเฉลี่ยระหว่างค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างและสมการถดถอย ใช้ ข้อมูลที่เป็นตัวแปรร่วมหรือตัวแปรควบคุมเพิ่ม เข้ามา ซึ่งผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างมาจากกลุ่ม ประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร (Bivariate Normal Distribution) โดยมี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สูญหาย หรือตัวแปรตามกับตัวแปรควบคุมที่ระดับ 0.2, 0.4 และ 0.6 ตามลำดับ และกำหนดค่าพารามิเตอร์อื่นในการทดลองดังนี้ ให้ μ แทนมัธยฐาน เลขคณิตของประชากรมีค่าเท่ากับ 500 ให้ σ^2 แทนความแปรปรวนของประชากรมีค่าเท่ากับ 100 มีแผนการทดลองซึ่งจำแนกตามขนาดกลุ่มตัวอย่าง เขตข้อมูลที่สูญหาย และค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

n	เขตของข้อมูล ที่สูญหาย	วิธีประมาณค่าข้อมูลที่สูญหาย						
		ค่าเฉลี่ยจาก กลุ่มตัวอย่าง	สมการถดถอย			ค่าเฉลี่ยระหว่างค่าเฉลี่ย จากกลุ่มตัวอย่าง และ สมการถดถอย		
			ρ			ρ		
			0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6
5	C.A.R.							
	REGION1							
	REGION2							
	REGION3							
10	C.A.R.							
	REGION1							
	REGION2							
	REGION3							
15	C.A.R.							
	REGION1							
	REGION2							
	REGION3							

เมื่อ n คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ρ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

REGION1 คือ เขตของข้อมูลที่สูญหายมีค่ามากกว่า $\bar{X} + 1S.D.$

REGION2 คือ เขตของข้อมูลที่สูญหายมีค่าตั้งแต่ $\bar{X} - 1S.D.$ ถึง $\bar{X} + 1S.D.$

REGION3 คือ เขตของข้อมูลที่สูญหายมีค่าน้อยกว่า $\bar{X} - 1S.D.$

C.A.R. (COVER ALL REGIONS) คือ เขตของข้อมูลที่สูญหายอยู่ระหว่าง $-4S.D.$ ถึง

+ 4S.D.

วิธีดำเนินการทดลอง

การสร้างและจำลองการทดลองครั้งนี้ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 370/3031 ในระบบ OS/VS1 ของสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN 77) รวมทั้งการใช้ Scientific Subroutine ในการสร้างการแจกแจงของประชากร และค่าความแปรปรวนของประชากร มีลำดับขั้นในการทดลองดังนี้ คือ

1. สร้างกลุ่มประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติสองตัว (Bivariate Normal Distribution) ให้มีค่าพารามิเตอร์ตามที่กำหนด ด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ตามลำดับต่อไปนี้

1.1 โปรแกรมสับรูทีน RANDOM ซึ่งเป็น Scientific Subroutine ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่มด้วยวิธี Congruential generation method ได้ถึง 2^{29} จำนวนก่อนที่เกิดการซ้ำของชุดตัวเลขสุ่ม โปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDOM (IA, IY, RN) เมื่อ IA คือ ค่าเริ่มต้นที่ต้องกำหนดขึ้นก่อนการใช้คำสั่งนี้ และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้เลขสุ่ม 1 จำนวน คือ RN มีลักษณะการแจกแจง เป็นแบบยูนิฟอร์มมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 จากนั้นจึงแปลงข้อมูลให้มีลักษณะการแจกแจง เป็นแบบปกติด้วยสับรูทีน NORMAL ตัวอย่างของโปรแกรมสับรูทีน RANDOM อยู่ในภาคผนวก

1.2 โปรแกรมสับรูทีน NORMAL (Shannon 1975: 361-362) เป็นโปรแกรมย่อยสับรูทีนที่ Marsaglia และ Bray เป็นผู้คิดขึ้นโดยมีพื้นฐานมาจากวิธีอินเวอร์สของ Box และ Muller ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วต่อการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากร เป็นแบบปกติ โปรแกรมนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL NORMAL (Y1, Y2) จากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้ตัวเลขสุ่มที่มีลักษณะการแจกแจง เป็นแบบปกติ 2 ค่าด้วยกัน คือ Y1 และ Y2 ซึ่งมีค่ามีขั้วมีเลขคณิต เท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวน เท่ากับ 1 ตัวอย่างของโปรแกรมสับรูทีน NORMAL อยู่ในภาคผนวก

1.3 สร้างกลุ่มประชากรสองตัวแปรที่มีการแจกแจง เป็นแบบปกติที่มีค่ามีขั้วมี เลขคณิต เท่ากับ 500 ค่าความแปรปรวน เท่ากับ 100 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ ρ จากตัวเลขสุ่มที่ได้ในหัวข้อ 1.2 คือ Y1 และ Y2 ดังนี้

$$X = 500 + \sqrt{100} \cdot Y1$$

นำตัวแปร X มาสร้างความสัมพันธ์กับ Y2 โดยใช้สมการซึ่งดัดแปลงมาจาก
 กรรณิกา เลียงเจริญสิทธิ์ (2527: 10) ได้ดังนี้

$$Y = \mu_2 + (\rho\sigma_2/\sigma_1)(X - \mu_1) + \sqrt{\sigma_2^2(1 - \rho^2)} \cdot Y_2$$

เมื่อ ρ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

μ_1, μ_2 คือ ค่ามัชฌิม เลขคณิตของ X และ Y ตามลำดับ

σ_1, σ_2 คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ X และ Y ตามลำดับ

$$\text{แทนค่า } \mu_1 = \mu_2 = 500 \text{ และ } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = 100$$

$$Y = 500 + \rho(X - 500) + \sqrt{100(1 - \rho^2)} \cdot Y_2$$

จากสมการข้างต้นจะได้ค่า X และ Y มีการแจกแจง เป็นแบบปกติสองตัวแปร
 ที่มีค่ามัชฌิม เลขคณิต เท่ากับ 500 ค่าความแปรปรวน เท่ากับ 100 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 เท่ากับ ρ สำหรับงานวิจัยนี้ ศึกษาที่ค่าความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0 และค่าความโค้ง
 (Kurtosis) เท่ากับ 3.0

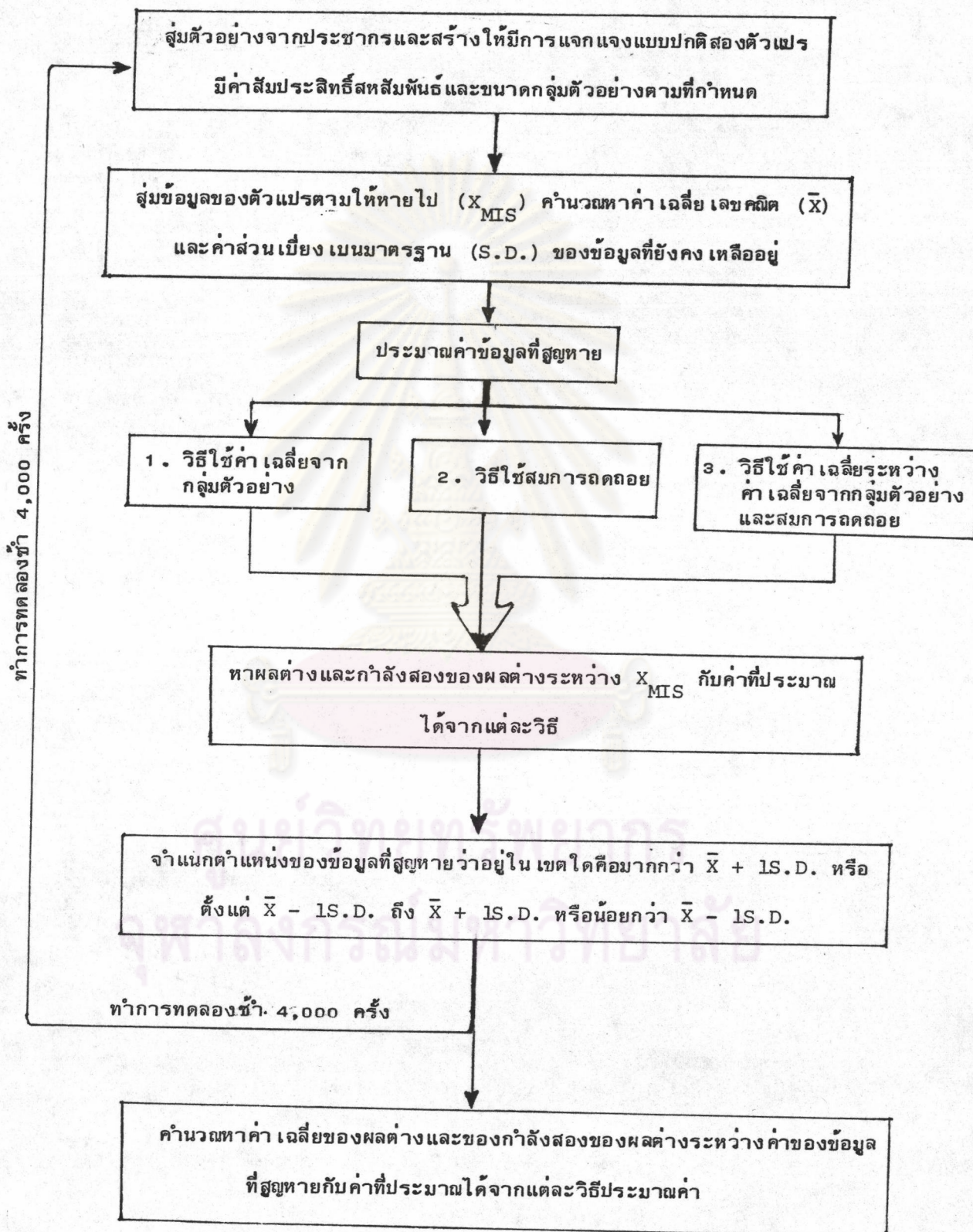
ตรวจสอบข้อมูลตามลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติสองตัวแปร
 คือตัวแปร X และ Y โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) ค่ามัชฌิม เลขคณิต
 ความแปรปรวน ความเบ้ และความโค้งตามลำดับ โดยใช้สูตรที่ VAR, SKEW และ KURTO
 ทดสอบข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 10,000 คู่ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1/ เปรียบเทียบค่าสถิติของกลุ่มประชากรสองตัวแปรที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ ตามทฤษฎีและจากการปฏิบัติ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10,000 คู่

ค่า ρ ทฤษฎี ปฏิบัติ	ตัวแปร	MEAN		VARIANCE		SKEWNESS		KURTOSIS	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
0.2 0.202	X	500	500.077	100	101.869	0	-0.046	3.0	2.876
	Y	500	500.173	100	99.300	0	0.000	3.0	3.002
0.4 0.404	X	500	500.077	100	101.869	0	-0.046	3.0	2.876
	Y	500	500.174	100	99.640	0	-0.001	3.0	2.990
0.6 0.605	X	500	500.077	100	101.869	0	-0.046	3.0	2.876
	Y	500	500.175	100	100.063	0	-0.008	3.0	2.972

2. โปรแกรมดำเนินการทดลอง เปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีประมาณค่าข้อมูลที่สูญหาย โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยของผลต่างและของกำลังสองของผลต่างระหว่างข้อมูลที่สูญหาย กับค่าที่ประมาณได้จากวิธีประมาณค่า เมื่อจำนวนข้อมูลที่สูญหายครั้งละ 1 ค่า และครั้งละ 2 ค่า จากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15 และศึกษาที่ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.2, 0.4 และ 0.6 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 18 โปรแกรม ตัวอย่างของโปรแกรมแสดงในภาคผนวก แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงต่อไปนี้ เป็นการแสดงให้เห็นลำดับขั้นตอนการทำงาน ในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ตามแผนการทดลอง

แผนภาพที่ 2 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง



จากแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการทดลองรายละเอียดในการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เสนอตามลำดับต่อไปนี้

โปรแกรมที่ 1 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 จำนวนข้อมูลที่สูญหายครั้งละ 1 ค่า และที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2 ซึ่งมีขั้นตอนทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สุ่มข้อมูลตามระดับขนาดกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด คือ $n = 5$ มีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 500$, $\sigma^2 = 100$ และ $\rho = 0.2$ สุ่มข้อมูลให้หายไปครั้งละ 1 ค่า ด้วยวิธี Systematic Random Sampling โดยใช้นิพจน์ของภาษาฟอร์แทรนกำหนดตำแหน่งที่หายไป คือ $n/2 + 1$ กรณี $n = 5$ จะได้ว่า $5/2 + 1$ มีค่าเท่ากับ $2 + 1 = 3$ ซึ่งนิพจน์ของภาษาฟอร์แทรนจำนวนเต็มหารด้วยจำนวนเต็มผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนเต็ม

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่ามัธยฐาน เลขคณิต และค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่เหลืออยู่ ในที่นี้คือขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 4

ขั้นตอนที่ 3 ประมาณค่าข้อมูลที่สูญหายด้วยวิธีประมาณค่า 3 วิธี คือ วิธีใช้ค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างวิธีใช้สมการถดถอย และวิธีใช้ค่าเฉลี่ยระหว่างค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่าง และสมการถดถอย ทหาผลต่างระหว่างค่าของข้อมูลที่สูญหายกับค่าที่ประมาณได้จากแต่ละวิธีประมาณค่า และนำค่าผลต่างที่ได้นี้ยกกำลังสอง นำค่าผลต่างและผลต่างกำลังสองของแต่ละวิธีประมาณค่าเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาตำแหน่งของข้อมูลที่สูญหายว่าอยู่ในเขตใดเขตหนึ่งใน 3 เขตต่อไปนี้คือ

4.1 เขตข้อมูลที่ 1 ค่าของข้อมูลที่สูญหายมีค่ามากกว่า ค่ามัธยฐาน เลขคณิตรวมกับหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ มากกว่า $\bar{X} + 1S.D.$

4.2 เขตข้อมูลที่ 2 ค่าของข้อมูลที่สูญหายมีค่าเท่ากับ หรือมากกว่า ค่ามัธยฐาน เลขคณิตลบหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่น้อยกว่า หรือเท่ากับค่ามัธยฐาน เลขคณิตบวกกับหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ มีค่าตั้งแต่ $\bar{X} - 1S.D.$ ถึง $\bar{X} + 1S.D.$

4.3 เขตข้อมูลที่ 3 ค่าของข้อมูลที่สูญหายมีค่าน้อยกว่า ค่ามัธยฐาน เลขคณิตลบหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือน้อยกว่า $\bar{X} - 1S.D.$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่ามัชฌิม เลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างที่ยังคง เหลืออยู่

S.D. คือ ค่าส่วน เบี่ยง เบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ยังคง เหลืออยู่

จำแนกค่าที่เป็นผลต่างระหว่างข้อมูลที่สูญหายกับค่าที่ประมาณได้จากวิธีประมาณค่า และกำลังสองของค่าผลต่างดังกล่าวตามตำแหน่งของข้อมูลที่สูญหาย ว่าอยู่ในเขตไหน และแต่ละ เขตมีจำนวน เท่าใด

ขั้นตอนที่ 5 ทำการทดลองซ้ำ 4,000 ครั้ง ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ จำแนกตามตำแหน่งการสูญหายของข้อมูลเป็นเขตข้อมูลที่ 1, 2, 3 และของทุก ๆ เขตรวมกัน

6.1 หาผลรวมของผลต่างระหว่างค่าของข้อมูลที่สูญหายกับค่าที่ประมาณได้จากวิธีประมาณค่าทั้ง 3 วิธี แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

6.2 หาผลรวมกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าของข้อมูลที่สูญหายกับค่าที่ประมาณได้จากวิธีประมาณค่าทั้ง 3 วิธี แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

เมื่อคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว ก็จะพิมพ์ผลของค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าของข้อมูลที่สูญหายกับค่าที่ประมาณได้จากวิธีประมาณค่า จำแนกตามตำแหน่งการสูญหายของข้อมูลเป็นเขตที่ 1, 2, 3 และผลรวมของทุกเขต

โปรแกรมที่ 2-3 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 จำนวน การสูญหายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 ค่า เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 1 แต่แตกต่างในลักษณะของการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4 และ 0.6 สำหรับโปรแกรมที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 4 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลองเมื่อการสูญหายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 ค่า และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2 เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 1 แต่แตกต่างในลักษณะของการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10 และตำแหน่งการสูญหายของข้อมูลด้วยวิธี Systematic Random Sampling จะได้ $n/2 + 1$ เมื่อ $n = 10$ มีค่าเท่ากับ $5 + 1$ เป็นตำแหน่งที่ 6

โปรแกรมที่ 5-6 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10 จำนวนการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 ค่า เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 4 แต่แตกต่างในลักษณะของการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4 และ 0.6 สำหรับโปรแกรมที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 7 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 ค่า และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2 เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 1 แต่แตกต่างในลักษณะของการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 15 และตำแหน่งการสุ่มทนายของข้อมูล คือ $n/2 + 1$ เมื่อ $n = 15$ มีค่าเท่ากับ $7 + 1$ เป็นตำแหน่งที่ 8

โปรแกรมที่ 8-9 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 ค่า เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 7 แต่แตกต่างในลักษณะของการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4 และ 0.6 สำหรับโปรแกรมที่ 8 และ 9 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 10 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 จำนวนการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 2 ค่า และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2 โดยกำหนดตำแหน่งที่หายไปของค่าที่ 1 คือ $n/2 + 1$ เมื่อ $n = 5$ คือ ตำแหน่งที่ 3 และตำแหน่งที่หายไปของค่าที่ 2 คือตำแหน่งที่ n ในที่นี้คือตำแหน่งที่ 5 โปรแกรมนี้สร้างขึ้นในทำนองเดียวกับโปรแกรมที่ 1 ตั้งแต่ลำดับชั้นตอนที่ 1 ถึงชั้นตอนที่ 6 แตกต่างกัน เฉพาะการคำนวณค่าแทนข้อมูลที่สูญหายไปค่าที่ 2 ของวิธีประมาณค่าทั้งสามวิธี

โปรแกรมที่ 11-12 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 จำนวนการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 2 ค่า เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 10 แต่แตกต่างในลักษณะของการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4 และ 0.6 สำหรับโปรแกรมที่ 11 และ 12 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 13 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 2 ค่า และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2 เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 10 แต่แตกต่างในลักษณะของการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10 และตำแหน่งการสุ่มทนายของข้อมูลด้วยวิธี Systematic Random Sampling ค่าที่ 1 คือตำแหน่งที่ $n/2 + 1$ และค่าที่ 2 คือตำแหน่งที่ n เมื่อ $n = 10$ จะได้ตำแหน่งที่ 6 และ 10 ของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

โปรแกรมที่ 14-15 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10 จำนวนการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 2 ค่า เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 13 แต่แตกต่างกันในลักษณะของการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4 และ 0.6 สำหรับโปรแกรมที่ 14 และ 15 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 16 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 2 ค่า และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2 เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 10 แต่แตกต่างกันในลักษณะของการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 15 และตำแหน่งการสุ่มทนายไปของข้อมูลค่าที่ 1 คือตำแหน่งที่ $n/2 + 1$ และค่าที่ 2 คือตำแหน่งที่ n เมื่อ $n = 15$ จะได้ตำแหน่งที่ 8 และ 15 ของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

โปรแกรมที่ 17-18 เป็นโปรแกรมที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนการสุ่มทนายของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 2 ค่า เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 16 แต่แตกต่างกันในลักษณะของการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4 และ 0.6 สำหรับโปรแกรมที่ 17 และ 18 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย