บทที่ 4

ขั้นตอนและผลการวิจัย

4.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิจัย

สร้างประชากรที่จะนำมาใช้ในการวิจัยให้มีการแจกแจงแบบต่าง ๆ 3 แบบคือ แบบเอ็กโปเนนเชียล แบบทวินามและแบบปัวซองโดยใช้โปรแกรมย่อย (SUBROUTINE) ต่อไปนี้กับคอมพิวเตอร์

1) การแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล ใช้โปรแกรมย่อยชื่อ EXPON (IX, N BETA, C) ซึ่งตัวแปรในโปรแกรมมีความหมายดังนี้

IX คือ SEED หรือค่าเริ่มต้น (INITIAL VALUE)

N คือ ขนาดตัวอย่าง

BETA คือ ค่าพารามิเตอร์ (β) ของการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล

C คือ เลขลุ่มที่ต้องการ

2) การแจกแจงแบบทวินาม ใช้โปรแกรมย่อยชื่อว่า BIN (IX , N, N4 P, C) ซึ่งตัวแปรในโปรแกรมมีความหมายดังนี้

IX คือ SEED หรือค่าเริ่มต้น

N คือ ขนาดตัวอย่าง

N4 คือ ค่าพารามิเตอร์ (n) ของการแจกแจงแบบทวินาม

P คือ ค่าพารามิเตอร์ (P) ของการแจกแจงแบบทวินาม

C คือ เลขลุ่มที่ต้องการ

3) การแจกแจงแบบปัวซองใช้โปรแกรมย่อยชื่อ POISS (IX, LAMDA, N, C) ซึ่งตัวแปรในโปรแกรมมีความหมายดังนี้

IX คือ SEED หรือค่าเริ่มต้น

LAMDA คือ ค่าพารามิเตอร์ (λ) ของการแจกแจงแบบปัวซอง

N คือ ขนาดตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C คือ เลขสุ่มตามที่ต้องการ

รายละเอียดของโปรแกรมย่อย EXPON BIN และ POISS แสดงไว้ในภาคผนวก ก. เมื่อได้ประชากรที่มีการแจกแจงตามที่ต้องการแล้วสุ่มตัวอย่างตามจำนวนที่ต้องการ โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling)

4.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรที่มีการแจกแจงแบบต่าง ๆ

4.2.1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล

สำหรับขั้นตอนของการวิเคราะห์เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล จะยกล่าวถึงรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นตัวอย่างเพียงชุดเดียวเท่านั้น สำหรับตัวอย่างชุดอื่น ๆ มีวิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าเหมือนกันทุกประการ สำหรับชุดของตัวอย่างที่จะนำมาแสดงนี้ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ (β) เป็น 1.5 ขนาดช่วงของข้อมูลเท่ากับ 1.5 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และค่าเริ่มต้น IX = 65539

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลโดยตรง

เมื่อนำมาสร้างข้อมูลและการสุ่มตัวอย่างขนาด 50 ตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยใช้โปรแกรมหลัก (MAIN PROGRAM) และโปรแกรมย่อย EXPON ได้ตารางแจกแจงความถี่ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมด ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงการแจกแจงความถี่ของข้อมูลชุดที่เลือกมาเป็นตัวอย่าง

ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน	ความถี่ (O_i)
0.0065	1.5065	29
1.5065	3.0065	8
3.0065	4.5065	6
4.5065	6.0065	5
6.0065	7.5065	1
7.5065	9.0065	1
	รวม	50

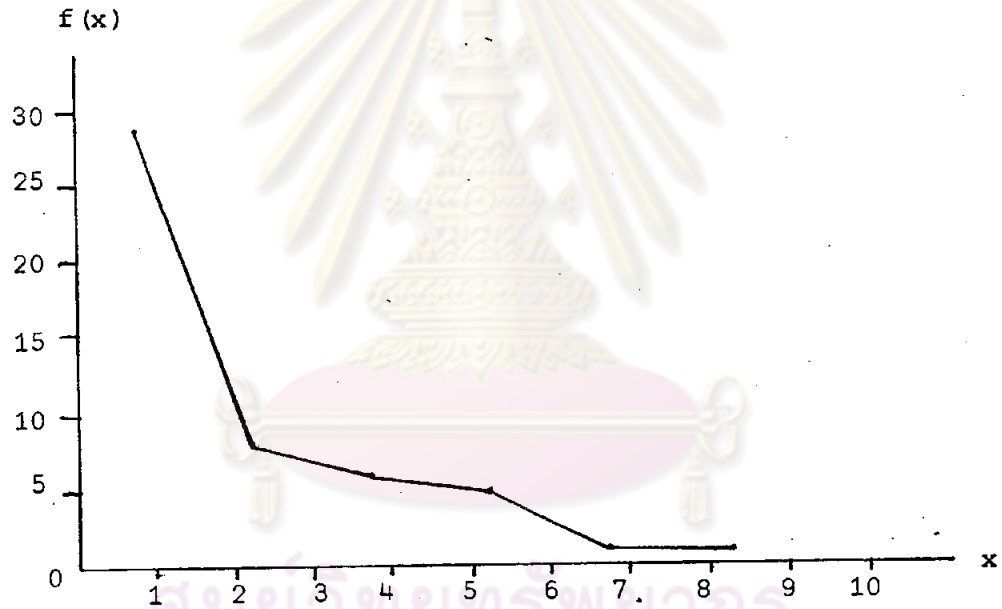
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง ($\bar{x}$) = 1.9207 ความแปรปรวนจากตัวอย่าง (s^2) = 3.7519

เนื่องจาก $\hat{\beta} = \bar{x}$

จะได้ $\hat{\beta} = 1.9207$

จากตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่ได้นำไปตรวจสอบว่ามีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียลหรือไม่โดยใช้การทดสอบภาวะสำรูปสนิทดี ในขั้นแรกนำข้อมูล 50 ตัวนี้มาลงจุด (PLOT) เพื่อดูว่าลักษณะการแจกแจงของข้อมูลพอจะอนุโลมได้ว่ามีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียลหรือไม่ โดยที่กราฟมีแกนตั้งแทนความถี่ของข้อมูล และแกนนอนแทนค่ากึ่งกลางระหว่างช่วงของข้อมูล ดังแสดงรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะการแจกแจงของข้อมูลชุดที่แสดงเป็นตัวอย่าง

จากกราฟจะเห็นว่าการแจกแจงของข้อมูลมีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล แต่การดูลักษณะของข้อมูลจากกราฟเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอที่จะสรุปว่าข้อมูลที่กำลังศึกษามีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล และมีค่าพารามิเตอร์ตามที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องมีการทดสอบในเชิงสถิติว่าข้อมูลชุดนี้มีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียลหรือไม่ โดยการใช้ตัวสถิติทดสอบไคสแควร์ ซึ่งมีสมมติฐานเพื่อการทดสอบเป็น

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล

ในการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ใช้โปรแกรมย่อยในการคำนวณค่าไคสแควร์ ชื่อ CHI (CLALT, JF, M, ME, IOTFQ , N, N4, N8, USE, FF2, K9) โดยที่

CLALT คือค่าของช่วงแต่ละช่วง

JF คือความถี่ในแต่ละช่วง

M คือจำนวนช่วงทั้งหมด

ME คือค่าประมาณของพารามิเตอร์

IOTFQ คือความถี่ทั้งหมด

N คือขนาดตัวอย่าง

N4 คือค่าพารามิเตอร์ (n) ของการแจกแจงแบบทวินาม

N8 คือจำนวนค่าของตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบบัวซอง

USE คือค่าที่กำหนดให้มีค่าเป็น 1,2,3,4 และ 5

FF2 คือค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้

K9 คือจำนวนช่วงของข้อมูลที่ได้จากการหาค่าไคสแควร์ ($K9 \leq M$)

และโปรแกรมที่ถูกเรียกใช้ (CALL) คือโปรแกรมย่อยชื่อ PROEX (CLALT, M, ME, IOTFQ, ER) ซึ่งใช้สำหรับคำนวณค่าคาดหวังและฟังค์ชั่นการแจกแจงของข้อมูลโดยที่

ER คือค่าคาดหวังของข้อมูลในแต่ละช่วงที่โปรแกรมคำนวณได้สำหรับค่าตัวแปรอื่น ๆ เหมือนกับโปรแกรมย่อย CHI

ค่าไคสแควร์ (χ^2)ที่คำนวณได้จากโปรแกรมย่อย CHI มีค่าเท่ากับ 3.3616 ที่องศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ 2 และค่าไคสแควร์จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าเท่ากับ 5.99 เนื่องจากค่าไคสแควร์ที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งเท่ากับ 3.3616 น้อยกว่าค่าไคสแควร์ที่ได้จากตารางคือ 5.99

ดังนั้นต้องยอมรับสมมติฐาน (H_0) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้มีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียลที่มีค่าพารามิเตอร์ (β) เท่ากับ 1.5 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH

จากขั้นตอนที่ 1 แสดงข้อมูลชุดที่นำมาใช้แสดงเป็นตัวอย่างมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล โดยมีค่าไคสแควร์เท่ากับ 3.3616 ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าจากข้อมูลโดยตรงดังกล่าวนี้ อาจจะยังไม่ทำให้ค่าไคสแควร์ที่มีค่าต่ำที่สุด จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการค้นหาค่าที่เหมาะสมซึ่งวิธีที่นิยมใช้กันมากคือวิธี การค้นหาตัวแปรเดียวของพาวเวลล์ โดยไม่ใช้อนุพันธ์ (POWELL'S UNIVARIATE SEARCH WITHOUT DERIVATIVE) การประมาณโดยวิธีนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้ค่าไคสแควร์ที่ประมาณได้ต่ำสุด การค้นหาค่าประมาณพารามิเตอร์ โดยวิธีนี้จะใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อมูลโดยตรง เป็นจุดเริ่มต้นในการค้นหา แล้วใช้โปรแกรมหลัก (MAIN PROGRAM) ในส่วนของวิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH (ดูที่ภาคผนวก ก หน้า 108) ซึ่งวิธีการได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 หัวข้อ 2.6 สัญญลักษณ์ที่สำคัญในส่วนนี้ได้แก่

XMA คือช่วงของการก้าวมากที่สุดที่จะยอมรับได้

XMI คือช่วงของการก้าวที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้

AS คือช่วงที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง (STEP LENGTH)

BE คือค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธี POWELL'S UNIVARIATE

การใช้โปรแกรมในส่วนนี้จะต้องกำหนดว่า XMA, XMI, AS, และ BE ส่วนค่าเริ่มต้นของ BE นั้นกำหนดให้เท่ากับค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อมูลโดยตรง ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 1.9207 (จากค่า $\bar{x}$ = 1.9207 ของข้อมูลในหัวข้อ 1)

สำหรับการกำหนดค่า XMA, XMI และ AS นั้น หากกำหนดค่ามากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะทำให้เสียเวลามากในการค้นหาค่าประมาณพารามิเตอร์ การกำหนดค่า XMA, XMI และ AS ที่ไม่เสียเวลามากควรกำหนดดังนี้

1. ให้ค่า XMA, XMI คงที่ระดับหนึ่ง ค่า AS เปลี่ยนแปลงในระดับต่างกัน
2. ให้ค่า XMA, AS คงที่ระดับหนึ่ง ค่า XMI เปลี่ยนแปลงในระดับต่างกัน

3. ให้ค่า XMI, AS คงที่ระดับหนึ่ง ค่า XMA เปลี่ยนแปลงในระดับต่างกัน

4. ให้ค่า XMA, XMI และ AS เปลี่ยนแปลงไปพร้อมกัน

1. เมื่อกำหนดค่า XMA = 0.40 XMI = 0.0001 และ AS = 0.005 , 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 ซึ่งได้จำนวนครั้ง (ITERATE) ในการคันหาค่าไคสแควร์ของแต่ละจำนวนครั้ง จำแนกตามค่า AS แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าไคสแควร์ของแต่ละจำนวนครั้งที่ค้นหาที่ได้จากวิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH จำแนกตามค่า AS เมื่อ XMA = 0.40 และ XMI = 0.0001

AS = 0.005		AS = 0.01		AS = 0.02		As =0.03		AS = 0.04	
จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2
1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676
2	3.331670	2	3.302529	2	3.246783	2	3.194355	2	3.145138
3	3.302529	3	3.246783	3	3.145138	3	3.055965	3	2.97855
4	2.723357	4	2.747613	4	2.742389	4	2.737116	4	2.732505
5	2.720217	5	2.722681	5	2.721468	5	2.720287	5	2.719209
6	2.720217	6	2.719821	6	2.719067	6	2.718335	6	2.717656
7	2.719706	7	2.719366	7	2.718689	7	2.718029	7	2.717418
8	2.719623	8	2.719276	8	2.718619	8	2.717974	8	2.717376
9	2.719610	9	2.719269	9	2.718612	9	2.717970		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เมื่อกำหนดค่า XMA = 0.40 AS = 0.02 และ XMI = 0.1 0.01, 0.001, 0.0001, 0.00001 ได้ค่าไคสแควร์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าไคสแควร์ของแต่ละจำนวนครั้งที่ค้นหาที่ได้จากวิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH จำแนกตามค่า XMI เมื่อ XMA = 0.40 และ AS = 0.02

XMI = 0.1		XMI = 0.01		XMI = 0.001		XMI = 0.0001		XMI = 0.00001	
จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2
1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676
2	3.246783	2	3.246783	2	3.246783	2	3.246783	2	3.246783
3	3.145138	3	3.145138	3	3.145138	3	3.145138	3	3.145138
4	2.742389	4	2.742389	4	2.742389	4	2.742389	4	2.742389
5	2.721468	5	2.721468	5	2.721468	5	2.721468	5	2.721468
		6	2.719067					6	2.719067
				6	2.719067	6	2.719867		
								7	2.718689
				7	2.718689	7	2.718689		
								8	2.718619
						8	2.718619		
								9	2.718612
						9	2.718612		
								10	2.718603

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. เมื่อกำหนดค่า XMI = 0.0001, AS = 0.02 และ XMA = 0.10 , 0.20, 0.40, 0.30, 0.80 ได้ค่าไคล่แควร์ในการคำนวณแต่ละครั้งดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าไคสแควร์ของแต่ละจำนวนครั้งที่ค้นหาที่ได้จากวิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH จำแนกตามค่า XMA เมื่อ XMI = 0.0001 และ AS = 0.02

XMA = 0.10		XMA = 0.20		XMA = 0.40		XMA = 0.60		XMA = 0.80	
จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2
1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676	1	3.361676
2	3.246783	2	3.246783	2	3.246783	2	3.246783	2	3.246783
3	3.145138	3	3.145138	3	3.145138	3	3.145138	3	3.145138
4	2.810523	4	2.742389	4	2.742389	4	2.742389	4	2.742389
5	2.723059	5	2.721468	5	2.721468	5	2.721468	5	2.721468
6	2.717300	6	2.719067	6	2.719067	6	2.719067	6	2.719067
7	2.716568	7	2.718689	7	2.718689	7	2.718689	7	2.718689
8	2.716455	8	2.718619	8	2.718619	8	2.718619	8	2.718619
9	2.716437	9	2.718612	9	2.718612	9	2.718612	9	2.718612

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. เมื่อทั้งค่า XMA, XMI, ASเปลี่ยนแปลงไปพร้อมกัน ค่าของ XMA, XMI และ AS ที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้คือ

XMA = 0.40 XMI = 0.0001 และ AS = 0.02

XMA = 0.40 XMI = 0.00001 และ AS = 0.02

จะได้ค่าไคสแควร์ในการคำนวณแต่ละครั้งดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าไคสแควร์ที่ได้จากวิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH จำแนกตามค่า XMA XMI และ AS เมื่อทั้งค่า XMA XMI และ AS เปลี่ยนแปลงไปพร้อมกัน

XMA = 0.40 XMI = 0.0001 AS = 0.02		XMA = 0.40 XMI = 0.00001 AS = 0.02	
จำนวนครั้ง	χ^2	จำนวนครั้ง	χ^2
1	3.361676	1	3.361676
2	3.246783	2	3.246783
3	3.145138	3	3.145138
4	2.742389	4	2.742389
5	2.721468	5	2.721468
6	2.719067	6	2.719067
7	2.718689	7	2.718689
8	2.718619	8	2.718619
9	2.718612	9	2.718612
		10	2.718603

จากตารางที่ 4.4 (ข้อ 3) เมื่อกำหนด XMI = 0.0001 และ AS = 0.02 ให้คงที่โดยที่ XMA เปลี่ยนค่าเป็น 0.10, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80 จะเห็นว่าค่าไคสแควร์ที่คำนวณในแต่ละครั้งเกือบเท่ากับทั้งหมด แสดงว่าเมื่อกำหนด XMI = 0.0001, AS = 0.02 และเปลี่ยนค่า XMA เป็นค่าต่าง ๆ (น้อยกว่า 1) จะได้ค่าไคสแควร์ต่ำสุดซึ่งมีค่า

ใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นเพื่อให้ทราบแน่ว่าค่าไคสแควร์ที่ได้ต่ำสุดจริง จึงทดลองเปลี่ยนค่า XMI ให้น้อยลง โดยกำหนดให้ค่า XMI = 0.00001 และเลือกค่า XMA ที่อยู่กลาง ๆ ระหว่าง 0 กับ 1 ซึ่งในที่นี้จะใช้ค่า 0.40 ผลลัพธ์ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 จากตารางนี้ ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเกือบจะเท่ากัน แต่จำนวนครั้ง (9 ครั้ง) ที่ระดับ

XMA = 0.40 , XMI = 0.0001 และ AS = 0.02 จะน้อยกว่าจำนวนครั้ง (10 ครั้ง) ที่ XMA = 0.40, XMI = 0.00001 และ As = 0.02 ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงใช้ค่า XMA = 0.40 , XMI = 0.0001 และ AS = 0.02 เพื่อจะได้ประหยัดเวลาในการประมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์มากขึ้น

จากการใช้วิธีการค้นหาตัวแปรเดียวของพาวเวลล์กับข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่าไคสแควร์ได้เท่ากับ 2.7186 และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ทำให้ค่าไคสแควร์มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.1341 ซึ่งค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้นั้นยังน้อยกว่าค่าไคสแควร์จากตาราง (χ^2table = 5.90 ที่ α = 0.05, d. f = 2) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้ยังมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียลที่ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.50

3. <u>การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH</u>

เทคนิคในการค้นหาค่าที่เหมาะสม อีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันนอกเหนือจากวิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH ก็คือวิธี HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH วิธีนี้มีจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ค่าไคสแควร์มีค่าต่ำสุดเช่นเดียวกัน ในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีนี้จะใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อมูลโดยตรงเป็นจุดเริ่มต้นในการค้นหา โดยการใช้โปรแกรมหลักในส่วนของวิธี HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH (ดูภาคผนวก ก. หน้า 110) และวิธีการค้นหาโดยวิธีนี้ได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 หัวข้อ 2.5 แล้วสัญลักษณ์ที่สำคัญ ในโปรแกรมหลักส่วนนี้ได้แก่

E คือค่าที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ (CONVERGENCE TOLERANCE)

Pl คือปัจจัยขั้นแบบแผน (PATTERN STEP FACTOR)

Al คือปัจจัยที่เพิ่มขึ้น (STEP ACCELATION FACTOR)

RRl คือปัจจัยที่ลดลง (STEP DECELATION FACTOR)

S(I) คือขนาดขั้นเริ่มต้น (INITIAL STEP SIZE) ของพารามิเตอร์ตัวที่ i

นอกจากนี้โปรแกรมหลักส่วนนี้ ยังมีโปรแกรมย่อยอีก 2 โปรแกรมที่ถูกเรียกใช้คือ

1.1 โปรแกรมย่อย CHIS (CLALT, JF, M, GU, IOTFQ, N, N4, N8, USE, U, K9) ซึ่งใช้คำนวณค่าไคสแควร์ โดยที่ความหมายของตัวแปรมีดังนี้

GU คือค่าประมาณของพารามิเตอร์

U คือค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้

ส่วนตัวแปรอื่น ๆ เหมือนกับโปรแกรมย่อย CHI

1.2 โปรแกรมย่อย EXPLO (U,N1 X, D1 , S, A1, RR1, CLALT, JF, M, IOTFQ, N, N4, N8, USE, FF1, K3) ใช้สำหรับค้นหาค่าพารามิเตอร์และค่าไคสแควร์ต่ำสุดในขั้นตอน EXPLORATORY MOVE ความหมายของตัวแปรมีดังนี้

U คือค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้จากโปรแกรมย่อย

N1 คือจำนวนพารามิเตอร์ที่จะประมาณค่า

X คือค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์

D1 คือค่าที่กำหนดขึ้นซึ่งในที่นี้เท่ากับ 1.0

ส่วนความหมายของตัวแปรอื่น ๆ เหมือนกับตัวแปรเดียวกันที่ได้กล่าวมาแล้วในวิธีข้างต้น

สำหรับการกำหนดค่า E, P1, A1, RR1 และ S(I) ถ้ากำหนดมากเกินไป หรือน้อยเกินไปจะส่งผลทำให้การค้นหาค่าประมาณพารามิเตอร์ใช้เวลานานและความถูกต้องมีน้อยด้วย เหตุนี้จึงต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดค่าซึ่งผลของการกำหนดค่าเหล่านี้ในรูปแบบต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการหาค่า E, P_1, A_1, RR_1 และ S(I) โดยวิธี HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH

การกำหนดค่า				ค่าจุดเริ่มต้น-ขนาดขั้นเริ่มต้น	จำนวนครั้งของ PATTERN MOVE ที่ค่าไคสแควร์ต่ำสุด	จำนวนครั้งที่คำนวณค่าไคสแควร์	ค่าไคสแควร์ต่ำสุด	ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ทำให้ค่าไคสแควร์ต่ำสุด
E	P_1	A_1	RR_1					
0.10	2.0	0.9	0.9	-0.08	0	48	หาค่าไม่ได้	-0.079234
0.10	1.8	0.9	0.9	-0.08	0	48	หาค่าไม่ได้	-0.079234
0.10	1.8	0.8	0.8	-0.08	0	48	หาค่าไม่ได้	-0.110899
0.10	1.8	0.6	0.6	0.12	0	22	3.514052	2.090634
0.01	1.8	0.6	0.6	0.12	0	17	2.716634	2.154045
0.01	1.6	0.6	0.6	0.12	0	17	2.716634	2.154045
0.01	1.6	0.4	0.4	0.12	0	16	2.712248	2.162684
0.001	1.6	0.4	0.4	0.12	0	25	2.711943	2.161503
0.001	1.6	0.4	0.4	0.17	1	29	2.711949	2.160608
0.001	1.4	0.4	0.4	0.17	1	34	2.711945	2.160909
0.001	1.4	0.3	0.3	0.17	11	63	2.711948	2.160852
0.0001	1.4	0.3	0.3	0.17	11	63	2.711948	2.160852
0.0001	1.4	0.25	0.25	0.17	2	23	2.711952	2.160449
0.00001	1.4	0.25	0.25	0.17	2	23	2.711952	2.160449
0.00001	1.4	0.20	0.20	0.17	11	58	2.712204	2.166549
0.00001	1.35	0.20	0.20	0.17	12	62	2.712112	2.165426
0.00001	1.30	0.20	0.20	0.17	20	90	2.712016	2.163943
0.00001	1.25	0.20	0.20	0.17	22	100	2.712031	2.157927
0.000001	1.4	0.25	0.25	0.17	2	26	2.711954	2.160449
0.000001	1.4	0.20	0.20	0.17	11	58	2.712204	2.166549
0.000001	1.3	0.20	0.20	0.17	20	90	2.712016	2.163943
0.000001	1.2	0.20	0.20	0.22	23	104	2.711950	2.160053
0.000001	1.2	0.10	0.10	0.32	6	31	2.714441	2.144550
0.0000001	1.1	0.10	0.10	0.42	8	39	2.714896	2.143105
0.0000001	1.0	0.10	0.10	0.47	14	63	2.711944	2.160612

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการกำหนดค่า E Pl Al และ RRl และค่าแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับขนาดขั้นเริ่มต้น ซึ่งได้ผลลัพธ์ตามตารางที่4.6จุดที่ทำให้ค่าไคสแควร์ต่ำสุดที่ควรพิจารณามีดังนี้ จุดที่ 1 E = 0.001 Pl = 1.6 Al = 0.40 และ RRl = 0.40 ค่าความแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับขนาดขั้นเริ่มต้น = 0.17 ค่าไคสแควร์ = 2.7119419

จุดที่ 2 E = 0.0001 Pl = 1.4 Al = 0.25 RRl = 0.25 ค่าความแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับขนาดขั้นเริ่มต้น = 0.17 ค่าไคสแควร์ = 2.711952

จุดที่ 3 E = 0.00001 Pl = 1.4 Al = 0.25 RRl = 0.25 ค่าความแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับขนาดขั้นเริ่มต้น = 0.17 ค่าไคสแควร์ = 2.711952

จุดที่ 4 E = 0.000001 Pl = 1.4 Al = 0.25 RRl = 0.25 ค่าความแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับขนาดขั้นเริ่มต้น = 0.17 ค่าไคสแควร์ = 2.711954

จะเห็นว่าทั้ง 4 นี้ให้ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเกือบเท่ากัน แต่จุดที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับจุดที่ 2,3 แล้วจำนวนครั้งที่คำนวณค่าไคสแควร์ จะมากกว่าจำนวนครั้งที่คำนวณค่าไคสแควร์ของจุดที่ 2 และ 3 และค่า E ของจุดที่ 1 ยังมากพอสมควรทำให้มีความเชื่อถือได้น้อยกว่าจุดที่ 2 และ 3 ทำนองเดียวกัน จุดที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับจุดที่ 2 และ 3 แม้ค่า E จะน้อยลงก็ตาม (E = 0.000001) แต่ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้เกือบเท่ากับจุดที่ 2 และ 3 ส่วนจุดที่ 2 และ 3 ค่าไคสแควร์เท่ากัน แต่ค่า E ต่างกัน แต่ก็ควรจะเลือกค่า E = 0.00001 เพราะค่า E ที่น้อยกว่าทำให้มีความมั่นใจมากขึ้นว่าค่าไคสแควร์ที่ได้จะเป็นที่ดีที่สุด (ต่ำสุด) เมื่อใช้กับข้อมูลทั่ว ๆ ไป ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงใช้ค่า E = 0.00001 Pl = 1.4 Al = 0.25 RRl = 0.25 และค่าความแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้น กับขนาดขั้นเริ่มต้น = 0.17

ในการใช้วิธี HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH กับข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่าไคสแควร์ได้เท่ากับ 2.711952 และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ทำให้ค่าไคสแควร์มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.160449 ซึ่งค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้นั้นยังน้อยกว่าค่าไคสแควร์จากตาราง (χ^2table = 5.90 ที่ α = 0.05 df = 2) แสดงว่าข้อมูลชุดนี้ มีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียลที่มีค่าพารามิเตอร์ 1.5

เมื่อได้ศึกษาถึงวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี และจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ซึ่งยอมรับสมมติฐาน (H_o) แสดงว่าความถี่ที่ได้จากข้อมูลกับค่าคาดหวังที่ควรจะเป็นไม่แตกต่างกันมากนัก ตารางและกราฟต่อไปนี้ แสดงค่าคาดหวังที่ควรจะเป็นของวิธีประมาณทั้ง 3 วิธี

วิธีที่ 1 ประมาณจากข้อมูลโดยตรง ค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ 1.920766

วิธีที่ 2 POWELL'S UNIVARIATE SEARCH ค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ 2.134156

วิธีที่ 3 HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH ค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ 2.160449

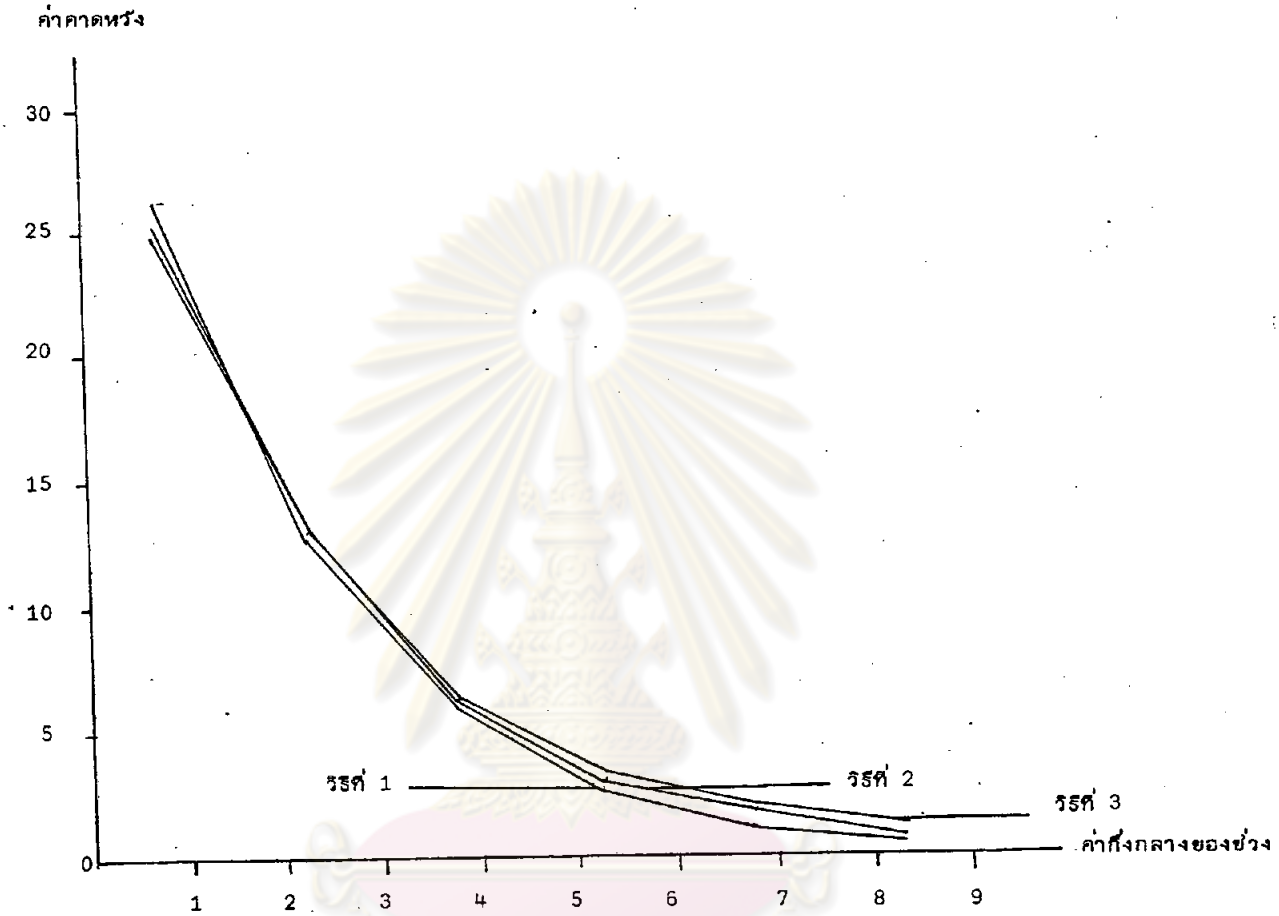
ความถี่และค่าคาดหวังจากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์แบบต่าง ๆแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงความถี่และค่าคาดหวังจากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์แบบต่าง ๆ

ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน	ความถี่ (O_i)	ค่าคาดหวังที่คำนวณได้		
			วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
0.0065	1.5065	29	27.0096	25.1647	24.9529
1.5065	3.0065	8	12.3697	12.4608	12.4624
3.0065	4.5065	6	5.6650	6.1702	6.2242
4.5065	6.0065	5	2.5945	3.0553	3.1086
6.0065	7.5065	1	1.1882	1.5128	1.5525
7.5065	9.0065	1	0.5442	0.7491	0.7754

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะการกระจายผลค่าคาดหวังเมื่อแสดงเป็นกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 แสดงค่าคาดหวังที่ได้จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี สำหรับข้อมูลชุดที่เลือกมาเป็นตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ β เป็น 1.5 10 20 และ 25 ขนาดช่องของข้อมูล R เป็น 1.5 10 และ 20 และขนาดตัวอย่างเป็น 50 100 และ 200 เมื่อทำซ้ำ ๆ กัน 1000 ครั้ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.8 ถึงตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.8 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการทดสอบภาวะสารูปสม่ำเสมอเมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 50 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์ ขนาดช่วงของข้อมูลและวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล	ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
$\beta = 1.5, R = 1.5$	100	103.64	104.35	135.18	104.09	100	100	147.90	164.41	21.0114	21.2323
$\beta = 10, R = 1.5$	100	102.47	107.29	149.23	115.08	100	100	126.67	381.69	35.8040	10.3797
$\beta = 25, R = 1.5$	100	102.89	314.82	2.16	18.56	100	100	104.05	3052.3	90.1402	78.2146
$\beta = 1.50, R = 10$	100	110.02	886.36	137.62	103.44	100	100	348.60	5054.31	14.0573	7.8132
$\beta = 15, R = 20$	100	155.63	193.17	389.58	151.04	100	100	1793.95	5040	84.4146	74.7227
$\beta = 10, R = 10$	100	103.99	104.28	136.13	104.67	100	100	155.40	162.83	22.1463	21.4084
$\beta = 25, R = 10$	100	104.04	104.88	121.90	105.82	100	100	134.58	162.63	27.7579	22.2930
$\beta = 10, R = 20$	100	98.96	96.21	142.28	53.12	100	100	302.40	462.25	6.9351	6.8416
$\beta = 20, R = 20$	100	104.18	104.31	136.85	104.90	100	100	157.73	163.27	23.0649	21.6466

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี																	
	$\alpha = 0.05$						$\alpha = 0.10$						$\alpha = 0.01$					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วิธีที่ 1	วิธีที่2	วิธีที่3	วิธีที่1	วิธีที่2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่1	วิธีที่2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
$\beta = 1.5, R = 1.5$	884	883	883	116	117	117	776	827	830	224	173	170	871	903	900	129	97	100
$\beta = 10, R = 1.5$	905	935	950	95	65	50	836	886	915	164	112	85	931	955	966	69	45	34
$\beta = 25, R = 1.5$	73	78	85	927	922	915	59	70	79	941	930	921	77	81	90	923	919	910
$\beta = 1.5, R = 10$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\beta = 1.5, R = 20$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\beta = 10, R = 10$	846	871	881	154	129	119	776	819	831	224	181	169	871	891	900	129	109	100
$\beta = 25, R = 10$	920	951	961	80	49	39	839	892	905	161	108	95	954	975	978	46	25	22
$\beta = 10, R = 20$	102	99	93	898	901	907	89	90	84	911	910	916	106	107	101	894	893	899
$\beta = 20, R = 20$	846	872	882	154	128	118	776	820	831	224	180	169	871	893	900	129	107	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการทดลองภาวะล่ารูปลักษณ์ เมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 100 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์ ขนาดตัวอย่างของข้อมูลและวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์และขนาดตัวอย่างของข้อมูล	ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่า F-FEST ของประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-FEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
$\beta = 25, R = 10$	100	103.35	104.04	114.16	103.96	100	100	120.68	139.75	44.7933	11.9699
$\beta = 1.5, R = 10$	100	103.86	1222.15	123.07	101.24	100	100	689.26	9184.36	13.0373	4.1390
$\beta = 10, R = 10$	100	103.28	103.28	123.36	101.66	100	100	144.74	154.90	32.7026	12.1772
$\beta = 10, R = 1.5$	100	102.40	103.17	107.31	103.63	100	100	119.62	151.28	24.4319	14.9368
$\beta = 1.50, R = 1.5$	100	103.21	103.59	123.09	101.84	100	100	140.48	155.12	33.1176	11.6961
$\beta = 2.5, R = 1.50$	100	101.19	143.88	535.67	280.67	100	100	106.63	2035.07	131.7901	17.8867

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล	ผลการทดสอบภาวะสารูปล่นิทดี																	
	$\alpha = 0.05$						$\alpha = 0.10$						$\alpha = 0.01$					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วิธีที่ 1	วิธีที่2	วิธีที่ 3	วิธีที่1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่1	วิธีที่ 2	วิธีที่3	วิธีที่1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
$\beta = 25, R = 10$	925	945	950	75	55	50	856	893	907	144	107	93	957	969	976	43	31	24
$\beta = 1.5, R = 10$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\beta = 10, R = 10$	928	952	953	72	48	47	877	915	917	123	85	83	963	979	979	37	21	21
$\beta = 10, R = 1.5$	386	338	368	614	662	632	853	888	908	147	112	92	952	970	981	48	30	19
$\beta = 1.5, R = 1.5$	928	952	953	72	48	47	877	915	917	123	85	83	963	978	979	37	22	21
$\beta = 25, R = 1.5$	743	763	787	257	237	213	687	726	764	313	274	236	758	780	799	242	220	201

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการทดลองภาวะล่ารูปลักษณ์ เมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 200 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์ ขนาดช่วงของข้อมูล และวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล	ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
β= 10 ,R= 1.5	100	102.23	102.59	110.23	104.08	100	100	123.03	156.03	33.8295	18.6778
β= 25 ,R= 1.5	100	101.00	102.50	109.64	103.79	100	100	104.37	165.88	27.4903	32.5504
β=1.5 ,R= 1.5	100	102.37	102.39	113.93	102.10	100	100	137.03	144.44	32.4095	7.4984

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์และขนาดข่างของข้อมูล	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี																	
	$\alpha = 0.05$						$\alpha = 0.10$						$\alpha = 0.01$					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3
$\beta = 10, R = 1.5$	928	953	966	72	47	34	871	914	929	129	86	71	958	972	979	42	28	21
$\beta = 25, R = 1.5$	940	961	974	60	39	26	882	928	941	118	72	59	959	980	991	41	20	9
$\beta = 1.5, R = 1.5$	940	962	961	60	38	39	881	906	908	119	94	92	975	985	985	25	15	15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.8 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยเมื่อกำหนดใช้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 1 สำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์ และขนาดช่วงของข้อมูลยกเว้นเมื่อค่าพารามิเตอร์ β เท่ากับ 10 และ ขนาดช่วงของข้อมูลเท่ากับ 20 ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 1 มีค่ามากกว่าวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 เมื่อ $\beta = 1.5$ $R = 10$ และ $\beta = 25$ $R = 1.5$ ค่าประมาณดังกล่าวจากวิธีที่ 3 จะมีค่ามากผิดปกติคือมีค่าถึง 886.36 และ 314.82 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 ซึ่งเท่ากับ 100

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดโดยเฉลี่ยจากวิธีที่ 3 จะมีค่าต่ำกว่าค่าไคสแควร์ต่ำสุดโดยเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 สำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูลยกเว้นเมื่อ $\beta = 25$ และ $R = 1.5$ ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 จะต่ำกว่าที่ได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 และที่ $\beta = 10$ $R = 20$ ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 2 จะต่ำกว่าที่ได้จากวิธีที่ 3 และวิธีที่ 1

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทุกระดับของค่าพารามิเตอร์ และขนาดช่วงของข้อมูล และเมื่อค่า $\beta = 1.50$ $R = 10$ และ $\beta = 1.50$ $R = 20$ ค่า MSE ที่ได้จากวิธีที่ 3 จะมีค่าสูงผิดปกติกล่าวคือเท่ากับ 5054.31 และ 5040 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าไคสแควร์ต่ำสุดจากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ ทั้ง 3 วิธี พบว่าค่า F-TEST ที่คำนวณได้จะมีค่าสูงกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) ทุกระดับค่าพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล แสดงว่าค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าไคสแควร์ต่ำสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี มีดังนี้

5.1 เมื่อ ($\beta = 1.5$ $R = 1.5$) ($\beta = 10$ $R = 1.5$) ($\beta = 10$ $R = 10$) ($\beta = 25$ $R = 10$) และ ($\beta = 20$ $R = 20$) จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานที่ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ และจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 1 ทุกระดับนัยสำคัญเช่นเดียวกัน

5.2 เมื่อ ($\beta = 25$ $R = 1.5$) และ ($\beta = 10$ $R = 20$) จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจะน้อยกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ

5.3 เมื่อ ($\beta = 1.50$ $R = 10$) และ ($\beta = 1.50$ $R = 20$) ไม่สามารถจะทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีได้เพราะขนาดช่วงของข้อมูลใหญ่เกินไป ทำให้เมื่อแจกแจงความถี่ค่าแต่ละค่าของข้อมูลตกอยู่ในช่วงนั้นทั้งหมด ทำให้จำนวนช่วงของข้อมูลมีได้แต่ 1 หรือ 2 ช่วงเป็นอย่างมาก ซึ่งมีผลทำให้องศาแห่งความเป็นอิสระ ของตัวสถิติทดสอบไคสแควร์มีค่าเป็น 0 หรือน้อยกว่า 0 จะนั้นจึงไม่สามารถทดสอบภาวะสารูปสนิทดีได้ ถึงแม้ค่าไคสแควร์จะมีค่าต่ำก็ตาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.9 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ เฉลี่ยเมื่อกำหนดใช้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบกับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยนจากวิธีที่ 1 สำหรับทุกค่าพารามิเตอร์ และขนาดช่วงของข้อมูล และเมื่อ $\beta = 1.5$ $R = 10$ ค่าประมาณดังกล่าวจากวิธีที่ 3 จะมีค่ามากผิดปกติคือมีค่าถึง 1222.15 เมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 ซึ่งเท่ากับ 100

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 สำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล และเมื่อ $\beta = 25$ $R = 1.5$ ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 จะมีค่ามากผิดปกติคือมีค่าถึง 535.67 เมื่อเทียบกับวิธีที่ 3 ซึ่งเท่ากับ 100

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทุกระดับของพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูลและเมื่อ ค่า $\beta = 1.50$ $R = 10$ และ $\beta = 25$ $R = 1.50$ ค่า MSE ที่ได้จากวิธีที่ 3 จะมีค่ามากผิดปกติกล่าวคือเท่ากับ 9184.36 และ 2035.07 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าไคสแควร์ต่ำสุดจากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี พบว่าค่า F-TEST

ที่คำนวณได้จะมีค่าสูงกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,\ 2,\ 2977)} = 3.00$) ทุกระดับค่าพารา-มิเตอร์และขนาดข่วงของข้อมูล แสดงว่าค่าประมาณพารา-มิเตอร์และค่าไคสแควร์ต่ำสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี มีดังนี้

5.1 เมื่อ ($\beta = 25$ $R = 10$) ($\beta = 10$ $R = 10$) ($\beta = 1.50$ $R = 1.50$) และ ($\beta = 25$ $R = 1.5$ จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานที่ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ และจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 1 ทุกระดับนัยสำคัญเช่นเดียวกัน

5.2 เมื่อ $\beta = 10$ $R = 1.5$ จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติ-ฐานจะน้อยกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานที่ระดับนัย-สำคัญเท่ากับ 0.05

5.3 เมื่อ $\beta = 1.5$ $R = 10$ การทดสอบภาวะสารูป-สนิทดีไม่สามารถจะทดสอบได้เพราะค่าองค์ประแห่งความเป็นอิสระของตัวสถิติทดสอบไคสแควร์ มีค่าเป็น 0 หรือน้อยกว่า 0

จากตารางที่ 4.10 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยเมื่อกำหนดใช้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับกับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีที่ 1 สำหรับทุกค่าพารามิเตอร์และขนาดข่วงของข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดโดยเฉลี่ยจากวิธีที่ 3 จะมีค่าต่ำกว่า ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 สำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทุกระดับค่าพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าไคสแควร์ต่ำสุด จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ ทั้ง 3 วิธี พบว่าค่า F-TEST ที่คำนวณได้จะมีค่ามากกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,\ 2,\ 2977)} = 3.00$) ทุกระดับพารามิเตอร์และขนาดช่วงของข้อมูล แสดงว่าค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าไคสแควร์ต่ำสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี พบว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียลจะมีมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญและจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 1 ทุกระดับนัยสำคัญ เช่นเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปัวซอง

สำหรับการแจกแจงแบบปัวซอง ซึ่งตัวแปรสุ่มเป็นตัวแปรแบบไม่ต่อเนื่อง การผลิตเลขสุ่มทำโดยใช้โปรแกรมย่อยชื่อ POISS (IX, LAMDA, N, C) ค่าที่ได้จะเป็นจำนวนเต็มบวก (0, 1, 2, 3 ,.....) สำหรับขั้นตอนของการวิเคราะห์เกี่ยวกับหัวข้อนี้ จะขอกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นตัวอย่างเพียงชุดเดียวเท่านั้น สำหรับตัวอย่างชุดอื่น ๆ มีวิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าเหมือนกันทุกประการ สำหรับชุดของตัวอย่างที่จะนำมาแสดงนี้ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ (λ) เท่ากับ 5 ขนาดตัวอย่างเท่ากัน 200 และค่าเริ่มต้น IX = 65539

การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีจากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์แบบต่าง ๆ

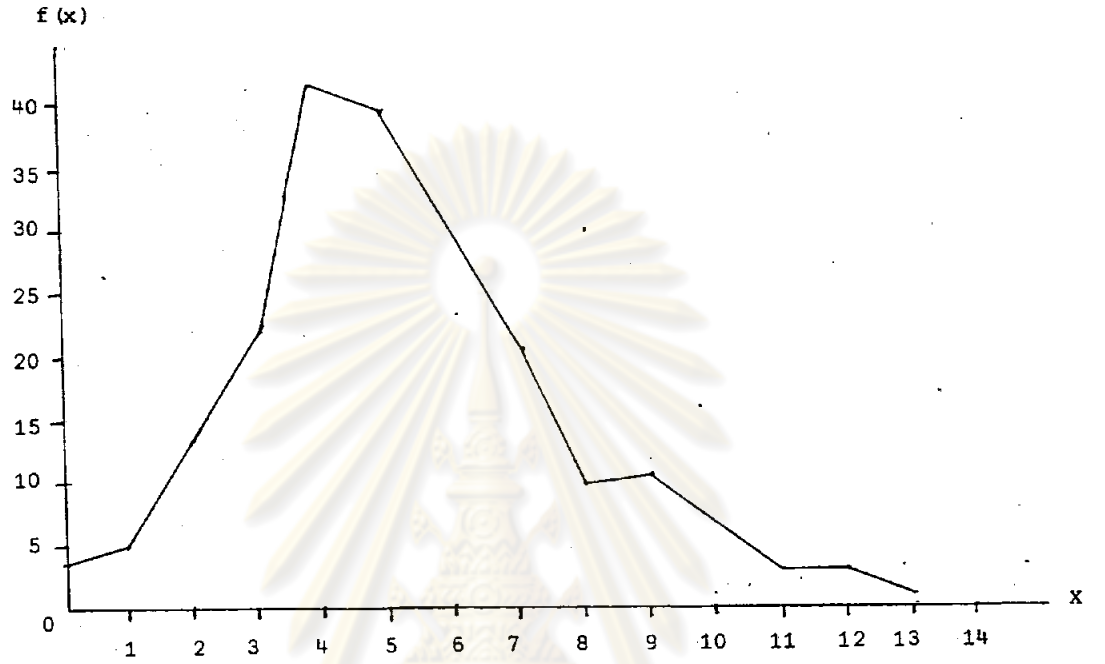
สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH และวิธี HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH การกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ยังคงใช้ค่าเหมือนกันในขั้นตอนที่ 4.2.1 ข้อ 2 และข้อ 3 การผลิตเลขสุ่ม การแจกแจงความถี่ การค้นหาค่าพารามิเตอร์และการหาค่าไคสแควร์ ยังคงใช้โปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อยต่าง ๆ เหมือนเดิม ยกเว้นโปรแกรมย่อย EXPON, PROEXP, BIN, PROBIN และ NDTR รายละเอียดเกี่ยวกับค่าต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 แสดงความถี่และค่าคาดหวังที่ได้จากการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อ $\lambda = 5$ และขนาดตัวอย่าง = 200

ตัวแปรสุ่ม (X_i)	ความถี่ (O_i)	ค่าคาดหวังที่คำนวณได้		
		วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
0	4	1.1774	1.0467	1.4216
1	5	6.0460	5.4982	7.0320
2	13	15.5230	14.4400	17.3921
3	22	26.5703	25.2826	28.6768
4	42	34.1097	33.2000	35.4626
5	40	35.0306	34.8774	35.0833
6	24	29.9803	30.5329	28.9233
7	21	21.9927	22.9111	20.4387
8	10	14.1166	15.0429	12.6374
9	11	8.0543	8.7794	6.9457
10	1	4.1358	4.6114	3.4357
11	3	1.9307	2.2020	1.5449
12	3	0.8261	0.9633	0.6368
13	1	0.3263	0.3894	0.2423
รวม	200	200	200	200

ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง $(\bar{x}) = 5.1349$ ความแปรปรวนจากตัวอย่าง $(s^2) = 5.7354$ จากตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่ได้นำไปตรวจสอบว่ามีการแจกแจงแบบปัวซ่องหรือไม่โดยใช้การทดสอบภาวะสำรูปสนิทดี ในขั้นแรกนำข้อมูล 200 ตัวนี้มาลงจุด (PLOT) เพื่อดูว่าลักษณะการแจกแจงของข้อมูล พอจะอนุโลมได้ว่ามีการแจกแจงแบบปัวซ่องหรือไม่โดยที่กราฟมีแกนตั้งแทนความถี่ของข้อมูลและแกนนอนแทนค่าของตัวแปรสุ่มดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการแจกแจงของข้อมูลชุดที่เลือกมาเป็นตัวอย่าง

จากกราฟจะเห็นว่าการแจกแจงของข้อมูลมีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบบัวช่อง แต่การดูลักษณะของข้อมูลจากกราฟเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอที่จะสรุปว่าข้อมูลที่กำลังศึกษามีการแจกแจงแบบบัวช่อง และมีค่าพารามิเตอร์ตามที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องมีการทดสอบในเชิงสถิติว่าข้อมูลชุดนี้ มีการแจกแจงแบบบัวช่องหรือไม่ โดยการใช้ตัวสถิติทดสอบไคสแควร์ ซึ่งมีสมมติฐานเพื่อการทดสอบเป็น

H_o : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบบัวช่อง

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบบัวช่อง

เมื่อนำค่าคาดหวังที่คำนวณได้จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้ค่าไคสแควร์มีค่าต่ำสุดที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 มาทดสอบสมมติฐานข้างต้น จะได้รายละเอียดของการทดสอบภาวะสรุปสนิทดีที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีสำหรับวิธีประมาณค่าแบบต่าง ๆ ในระดับนัยสำคัญ 0.05

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้	ค่าไคสแควร์จากตาราง	องศาแห่งความเป็นอิสระ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
วิธีที่ 1	5.1349	15.4179	15.51	8	ยอมรับ
วิธีที่ 2	5.2526	14.7229	15.51	8	ยอมรับ
วิธีที่ 3	4.9465	9.1452	15.51	8	ยอมรับ

จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปัวซอง ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 5 ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ λ เป็น 0.5 , 5 และ 20 และขนาดตัวอย่างเป็น 50, 100 และ200 เมื่อทำซ้ำ ๆ กัน 100 ครั้ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.13 ถึงตารางที่ 4.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ เมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 50 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์และวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
$\lambda = 0.5$	100	103.46	103.76	130.05	103.20	100	100	120.38	122.33	9.7487	7.1850
$\lambda = 5$	100	101.47	101.87	114.14	107.66	100	100	123.47	138.56	20.5852	10.7948
$\lambda = 20$	100	100.79	101.30	131.80	116.00	100	100	112.77	138.09	33.8756	52.1035

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี																	
	$\alpha = 0.05$						$\alpha = 0.10$						$\alpha = 0.01$					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3
$\lambda = 0.5$	534	568	562	466	432	438	499	533	526	501	467	474	550	581	575	450	419	425
$\lambda = 5.0$	940	947	951	60	53	49	875	891	898	125	109	102	964	973	975	36	27	25
$\lambda = 20$	923	952	973	77	48	27	876	920	953	124	80	47	949	978	988	51	22	12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการทดสอบภาวะล่ารูปล่นิทตี เมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 100 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์และวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่าF-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
$\lambda = 0.50$	100	102.81	102.87	109.69	100.48	100	100	113.72	115.68	12.6790	1.7394
$\lambda = 5.0$	100	101.13	101.09	107.77	102.93	100	100	118.16	117.38	17.6231	4.6376
$\lambda = 20.0$	100	100.55	100.67	107.62	102.87	100	100	112.21	128.62	16.9215	8.3163

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี																	
	α = 0.05						α = 0.10						α = 0.01					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่1	ชุดที่2	ชุดที่3
λ = 0.50	923	937	932	77	63	68	875	886	882	125	114	118	949	964	959	51	36	41
λ = 5.0	938	951	952	62	49	48	886	896	902	114	104	98	963	975	976	37	25	24
λ = 20.0	948	960	968	52	40	32	896	916	928	104	81	72	968	978	985	32	22	15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการทดลองภาวะลำรูปลักษณ์ เมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 200 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์และวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ย			ค่าไคล์แควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-TEST ของค่าไคล์แควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
$\lambda = 0.5$	100	101.69	101.73	106.71	100.01	100	100	112.00	112.00	9.1163	0.8171
$\lambda = 5.0$	100	100.63	100.58	104.24	102.02	100	100	110.58	123.52	9.1002	1.4602
$\lambda = 20$	100	100.33	100.38	104.08	101.02	100	100	113.79	121.14	10.3344	5.0932

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์	ผลการทดลองภาวะสารูปล่นิทตี																	
	α = 0.05						α = 0.10						α = 0.01					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3
λ = 0.50	924	934	934	76	66	66	884	892	892	116	108	108	961	968	968	39	32	32
λ = 5.0	950	955	959	50	45	41	897	905	912	103	95	88	983	983	986	17	17	14
λ = 20	918	935	936	82	65	64	826	891	893	138	109	107	955	968	967	45	32	33

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.13 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยเมื่อกำหนดให้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 1 สำหรับทุกค่าพารามิเตอร์ และค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกันอีกด้วย

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 3 จะมีค่าต่ำกว่าค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 สำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทุกระดับของค่าพารามิเตอร์

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าไคสแควร์ต่ำสุดจากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี พบว่า ค่า F-TEST ที่คำนวณได้จะมีค่าสูงกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) ทุกระดับค่าพารามิเตอร์ แสดงว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าไคสแควร์ต่ำสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี พบว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปัวซอง จะมีมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญยกเว้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ของวิธีที่ 1 ที่จำนวนครั้งยอมรับสมมติฐานน้อยกว่าจำนวนครั้งปฏิเสธสมมติฐาน และจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 1 ทุกระดับนัยสำคัญเช่นเดียวกัน

จากตารางที่ 4.14 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ย เมื่อกำหนดให้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 1 เพียงเล็กน้อยสำหรับทุกค่าพารามิเตอร์

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยเมื่อกำหนดที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 3 จะมีค่าต่ำกว่าค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ย จากวิธี 1 และวิธีที่ 2 เพียงเล็กน้อยสำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณได้ประมาณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทุกระดับของค่าพารามิเตอร์

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าไคล์แควร์ต่ำสุด จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี พบว่าเมื่อ $\lambda = 0.5$ ค่า F-TEST ที่คำนวณได้ ของค่าไคล์แควร์ต่ำสุด (F-TEST = 1.7374) น้อยกว่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) นอกเหนือจากนั้น F-TEST ที่คำนวณได้ทั้งของค่าประมาณและค่าไคล์แควร์ต่ำสุด จะมากกว่า F-TEST จากตารางทุกระดับค่าพารามิเตอร์ แสดงว่าค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าไคล์แควร์ต่ำสุด ส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5) ผลการทดสอบฮาวะสำรูปสมมติ จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบบัวซองจะมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ และจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานของวิธีที่ 1 ทุกระดับนัยสำคัญ เช่นเดียวกัน

จากตารางที่ 4.15 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยเมื่อกำหนดใช้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าประมาณพารามิเตอร์เฉลี่ยจากวิธีที่ 1 เพียงเล็กน้อยสำหรับทุกค่าพารามิเตอร์

2) สำหรับค่าไคล์แควร์ต่ำสุดเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคล์แควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 3 จะมีค่าต่ำกว่าค่าไคล์แควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 สำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ จากวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทุกระดับของค่าพารามิเตอร์

4) เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์และค่าไคล์แควร์ต่ำสุด จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี พบว่าค่า F-TEST ที่คำนวณได้ของค่าประมาณพารามิเตอร์จะมีค่ามากกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) ทุกระดับค่าพารามิเตอร์ แสดงว่าค่าประมาณดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ส่วนค่า F-TEST ที่คำนวณได้ของค่าไคล์แควร์ต่ำสุด เมื่อ $\lambda = 0.50$ และ $\lambda = 5.0$ จะมีค่าน้อยกว่า F-TEST จากตาราง

($F_{(0.95,2,2997)}$ = 3.00) และเมื่อ λ = 20 ค่า F-TEST ที่คำนวณได้ (F = 5.0932) มีค่ามากกว่าค่า F-TEST จากตาราง แสดงว่าเมื่อ λ = 0.50 และ λ = 5.0 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดไม่มีความแตกต่างกัน ส่วน λ = 20 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี พบว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบบัวซ่อง จะมีมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ และจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานของวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมากกว่าวิธีที่ 1 ในขณะเดียวกันวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่าใกล้เคียงกันทุกระดับนัยสำคัญ

4.2.3 <u>เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวินาม</u>

สำหรับการแจกแจงแบบทวินามซึ่งตัวแปรสุ่มเป็นตัวแปรแบบไม่ต่อเนื่องเหมือนกับตัวแปรของการแจกแจงแบบบัวซ่อง แต่การแจกแจงแบบทวินาม มีค่าพารามิเตอร์ 2 ค่า คือค่า n และค่า P ข้อมูลได้จากการผลิตเลขสุ่มโดยใช้โปรแกรมย่อยชื่อ BIN (IX, N, N4, C) ค่าที่ได้จะเป็นจำนวนเต็มบวก (0, 1, 2, 3, ...n) สำหรับขั้นตอนของการวิเคราะห์เกี่ยวกับหัวข้อนี้ จะยกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นตัวอย่างเพียงชุดเดียวเท่านั้น สำหรับตัวอย่างชุดอื่น ๆ มีวิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าเหมือนกันทุกประการ สำหรับชุดของตัวอย่างที่จะนำมาแสดงนี้ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ n = 15 P = 0.10 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และค่าเริ่มต้น IX = 65539

การประมาณค่าพารามิเตอร์และการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีจากการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีต่าง ๆ

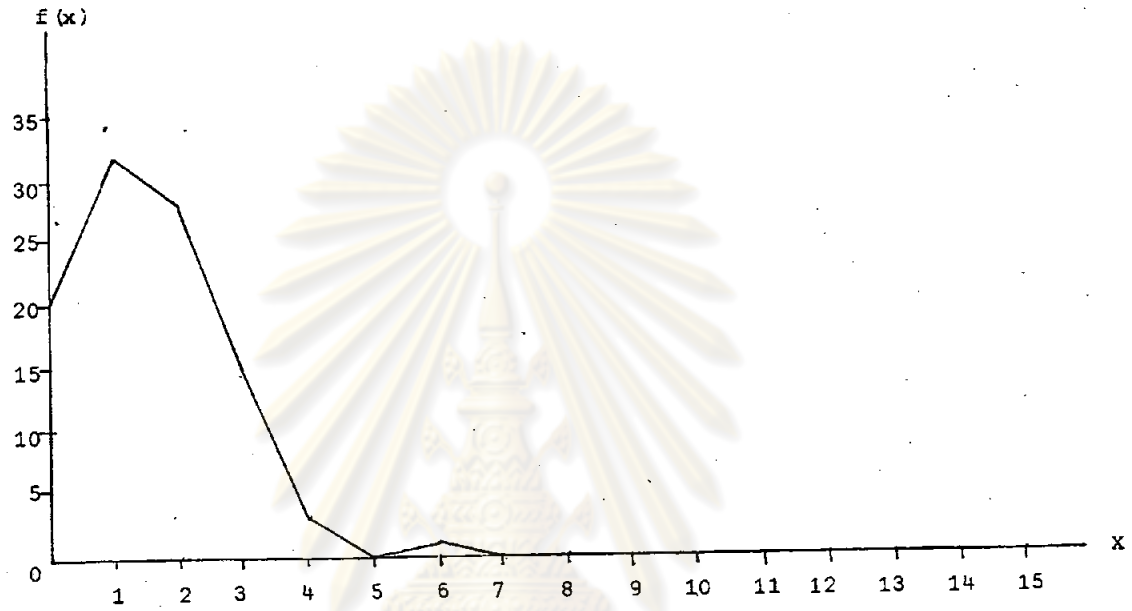
สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธี POWELL'S UNIVARIATE SEARCH และวิธี HOOKE-JEEVES PATTERN SEARCH การกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ยังคงใช้ค่าเหมือนกับในขั้นตอนที่ 4.2.1 ข้อ 2 และ ข้อ 3 การผลิตเลขสุ่ม การแจกแจงความถี่ การค้นหาค่าพารามิเตอร์และการหาค่าไคสแควร์ยังคงใช้โปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อยต่าง ๆ เหมือนเดิมยกเว้นโปรแกรมย่อย EXPON, PROEXP, POISS, PROPOI และ NDTR รายละเอียดเกี่ยวกับค่าต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงความถี่และค่าคาดหวังที่ได้จากการประมาณทั้ง 3 วิธี เมื่อค่าพารามิเตอร์ $n = 15$ $p = 0.10$ และขนาดตัวอย่าง 100

ตัวแปรสุ่ม (X_i)	ความถี่ (O_i)	ค่าคาดหวังที่คำนวณได้		
		วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
0	20	19.4744	18.6782	18.6703
1	32	33.6640	33.1584	33.1572
2	28	27.1564	27.4699	27.4729
3	15	13.5614	14.0879	14.0932
4	4	4.6885	5.0019	5.0051
5	0	1.1886	1.3023	1.3035
6	1	0.2283	0.2568	0.2571
7	0	0.0338	0.0390	0.0391
8	0	0.0039	0.0046	0.0046
9	0	0.0004	0.0004	0.0004
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
รวม	100	100	100	100

ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง ($\bar{x}$) =1.5499 ความแปรปรวนจากตัวอย่าง (s^2) = 1.4015 จากตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่ได้นำไปตรวจสอบว่ามีการแจกแจงแบบทวินามหรือไม่ โดยใช้การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ในขั้นแรกนำข้อมูล 100 ตัวนี้มาลงจุด (PLOT) เพื่อดูว่าลักษณะการแจกแจงของข้อมูลพอจะอนุโลมได้ว่ามีการแจกแจงแบบทวินามหรือไม่ โดยที่กราฟมีแกนตั้งแทนความถี่ของข้อมูลและแกนนอนแทนค่าของตัวแปรสุ่ม ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการแจกแจงของข้อมูลชุดที่เลือกมาเป็นตัวอย่าง

จากกราฟจะเห็นว่าการแจกแจงของข้อมูลมีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบทวินาม แต่การดูลักษณะของข้อมูลจากกราฟเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอที่จะสรุปว่าข้อมูลที่กำลังศึกษามีการแจกแจงแบบทวินาม และมีค่าพารามิเตอร์ตามที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องมีการทดสอบในเชิงสถิติว่าข้อมูลชุดนี้มีการแจกแจงแบบทวินามหรือไม่ โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคสแควร์ ซึ่งมีสมมติฐานเพื่อการทดสอบเป็น

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบทวินาม

เมื่อนำค่าคาดหวังที่คำนวณได้จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้ค่าไคสแควร์มีค่าต่ำสุดที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.16 มาทดสอบสมมติฐานข้างต้นจะได้รายละเอียดของการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีสำหรับวิธีประมาณค่าแบบต่าง ๆ ที่ระดับนัย-สำคัญ 0.05

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์ p	ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้	ค่าไคสแควร์จากตาราง	องศาแห่งความเป็นอิสระ	ผลการทดสอบสมมติฐาน
วิธีที่ 1	0.1033	2.8984	9.49	4	ยอมรับ
วิธีที่ 2	0.1058	0.6310	9.49	4	ยอมรับ
วิธีที่ 3	0.1059	0.6331	9.49	4	ยอมรับ

จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ $n = 15$ $P = 0.10$ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ $n = 5, 15, 30$ $p = 0.10, 0.50, 0.75$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50, 100 และ 200 เมื่อทำซ้ำ ๆ กัน 1000 ครั้ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.18 ถึงตารางที่ 4.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการทดสอบภาวะล่ารูปล่นิทดี เมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 50 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์และวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์ p เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P	ค่า F-TEST ของไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
n = 5,P = 0.50	100	99.93	102.54	106.81	103.67	100	100	98.71	100.69	2.1418	2.9468
n = 30,p = 0.10	100	100.80	100.70	103.21	104.65	100	100	106.55	101.63	2.8852	3.1257
n = 5,p = 0.75	100	100.02	99.73	109.51	100.52	100	100	107.91	127.17	2.9162	3.3642
n = 15,p = 0.5	100	100.37	102.15	111.60	105.05	100	100	102.68	108.65	2.8154	3.5678
n = 5, p = 0.10	100	102.09	102.19	112.37	100.64	100	100	104.38	105.26	4.4187	2.2844

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี																	
	α= 0.05						α = 0.10						α = 0.01					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3
n=5 ,p=0.50	956	959	977	44	41	23	912	919	957	88	81	43	979	978	989	21	22	11
n=30,p=0.10	960	962	968	40	38	32	909	916	926	91	84	74	978	981	985	22	19	15
n=5 ,p=0.75	957	960	962	43	40	38	898	900	901	102	100	99	976	978	979	24	22	21
n=15,p=0.50	946	955	960	54	45	40	896	911	915	104	89	85	973	978	980	27	22	20
n=5 ,p=0.10	942	969	969	58	31	31	911	922	922	89	78	78	976	986	986	24	14	14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.19 ค่าประมาณพารามิเตอร์และผลการทดสอบภาวะสารูปล่นิทตี เมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 100 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์ และวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P	ค่า F-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
n = 30, P = 0.50	100	100.13	188.36	68.11	66.01	100	100	109.41	2300	96.9606	8.2178
n = 15, P = 0.75	100	99.98	100.61	103.72	101.81	100	100	106.45	111.29	3.1240	3.2142

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ผลการทดสอบภาวะสารูปสินทดี																	
	$\alpha = 0.05$						$\alpha = 0.10$						$\alpha = 0.01$					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3
n = 30, P = 0.50	947	954	955	53	46	45	900	912	925	100	88	75	967	976	986	33	24	14
n = 15, P = 0.75	961	964	963	39	36	32	912	915	920	88	85	80	981	982	985	19	18	15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 ค่าประมาณพารามิเตอร์ และผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีเมื่อจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 200 จำแนกตามค่าพารามิเตอร์และวิธีที่ใช้ประมาณ

ค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P	ค่าF-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
n = 15, P = 0.5	100	100.09	103.87	103.86	103.86	100	100	98.82	342.35	3.9648	3.4642
n = 5, P = 0.75	100	99.96	100.27	105.32	104.08	100	100	99.49	110.65	3.3468	3.1006
n = 30, P = 0.10	100	100.04	100.04	104.48	101.67	100	100	106.66	106.66	3.6920	1.5081

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี																	
	$\alpha = 0.05$						$\alpha = 0.10$						$\alpha = 0.01$					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3
n = 15, P = 0.5	955	956	960	45	44	40	913	917	920	87	88	80	983	985	987	17	15	13
n = 5, P = 0.75	949	949	954	51	51	46	905	909	912	95	91	88	982	983	986	18	17	14
n = 30,P = 0.10	943	954	962	57	46	38	893	910	915	107	90	85	964	976	977	36	24	24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.18 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยเมื่อกำหนดให้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยทั้ง 3 วิธีจะให้ค่าใกล้เคียงกันสำหรับทุกค่าพารามิเตอร์

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 3 จะมีค่าต่ำกว่าค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 สำหรับทุกค่าของพารามิเตอร์

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธี 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P จากวิธีที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทุกระดับของค่าพารามิเตอร์ ยกเว้นเมื่อ n = 5 P = 0.50 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P จากวิธีที่ 2 จะมีค่าน้อยกว่าค่า MSE ที่ได้จากวิธีการที่ 1

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคสแควร์ต่ำสุด จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธีพบว่าค่า F-TEST ที่คำนวณได้ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P มีค่าน้อยกว่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) ทุกระดับค่าพารามิเตอร์ยกเว้นเมื่อ n = 5 P = 0.10 ค่า F-TEST ที่คำนวณได้ (F = 4.4187) มากกว่า F-TEST จากตาราง ส่วนค่าไคสแควร์ต่ำสุดเมื่อ n = 5 P = 0.50 และ n = 5 P = 0.10 ค่า F-TEST ที่คำนวณได้น้อยกว่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) นอกเหนือจากนั้นค่า F-TEST ที่คำนวณได้จะมากกว่า F-TEST จากตาราง แสดงว่าทั้งค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคสไคสแควร์ต่ำสุดมีทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

5) ผลการทดลองภาวะสารูปสนิทดีพบว่า จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินามจะมีมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ และจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ส่วนใหญ่จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานจากวิธีที่ 1 เกือบทุกระดับค่าพารามิเตอร์และนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.19 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยเมื่อกำหนดให้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยเมื่อ n = 30 P = 0.50 ที่คำนวณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 1 และเมื่อ n = 15 p = 0.75ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ซึ่งเมื่อ n = 30 P = 0.50 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 3 และเมื่อ n = 15 P = 0.75 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 จะมีค่ามากกว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 3

3) ค่า MSE ของค่าประมาณ พารามิเตอร์ P เฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่ามากกว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 1 ทุกระดับค่าพารามิเตอร์

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคสแควร์ต่ำสุด จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี พบว่าค่า F-TEST ที่คำนวณได้จะมีค่ามากกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) ทุกระดับค่าพารามิเตอร์ แสดงว่าค่าประมาณและค่าไคสแควร์ต่ำสุดดังกล่าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี พบว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินามจะมีมีมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.20 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบ ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยเมื่อกำหนดให้ค่าประมาณที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยทั้ง 3 วิธีจะให้ค่าที่ใกล้เคียงกันทุกระดับค่าพารามิเตอร์

2) สำหรับค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ย เมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 3 เทียบเท่ากับ 100 ค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยจากวิธีที่ 1 และ 2 จะมีค่ามากกว่าค่าที่คำนวณได้จาก 3 สำหรับทุกค่าพารามิเตอร์

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าที่ได้จากวิธีที่ 1 เทียบเท่ากับ 100 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยจากวิธีที่ 3 จะมากกว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 1 ทุกระดับค่าพารามิเตอร์ และเมื่อ n = 15 P = 0.50 กับ n = 5 P = 3.75 ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยจากวิธีที่ 2 จะมีค่าน้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 1 ขณะเดียวกันเมื่อ n = 30 P = 0.10 ค่า MSE ดังกล่าวจากวิธีที่ 2 จะมีค่ามากกว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 1

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคล์แควร์ต่ำสุดจากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี พบว่า ค่า F-TEST ที่คำนวณได้จะมีค่ามากกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{0.95,2,2997}$ = 3.00) ทุกระดับค่าพารามิเตอร์ยกเว้นเมื่อ n = 30 P = 0.10 ค่า F-TEST ที่คำนวณได้จะน้อยกว่าค่า F-TEST จากตารางแสดงว่าเมื่อ n = 30 P = 0.10 และค่าไคล์แควร์ต่ำสุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกเหนือจากนั้นค่าดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปล่นิทดี พบว่าจำนวนที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ

4.2.4 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวินาม แต่ประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติ

กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินามโดยที่ n มีค่ามากหรือเข้าใกล้อนันต์ และ P เข้าใกล้ $\frac{1}{2}$ สามารถใช้การแจกแจงแบบปกติประมาณการแจกแจงแบบทวินามได้ แต่การแจกแจงแบบปกติเป็นการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ส่วนทวินามเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นต้องใช้ De Moivre Laplace limit Theorem มาช่วยโดยใช้ค่า "$\frac{1}{2}$" มาปรับ ซึ่งเรียกว่า "Correction for Continuity "

เนื่องจากการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \sim N(0,1)$$

และค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของทวินามเป็น $\mu = np$, $\sigma^2 = npq$

$$\text{จะได้} \quad z = \frac{x - np \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{npq}} \sim N(0,1)$$

เมื่อ x เป็นตัวแปรสุ่มของการแจกแจงแบบทวินาม

สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีนี้ ขั้นตอนของการวิจัยยังคงเหมือนกับกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม แตกต่างกันเพียง แต่การหาความน่าจะเป็นในฟังค์ชั่นการแจกแจงเท่านั้น กล่าวคือ ใช้โปรแกรมย่อยชื่อ NDTR(N, N4, P1, ER) ในการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นดังกล่าว

สำหรับผลการวิเคราะห์ได้เสนอที่ค่าพารามิเตอร์ n = 30 และ 50 P = 0.5 ขนาดตัวอย่าง (SS) เท่ากับ 50 100 และ 200 ตามลำดับ และจำนวนชุดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ชุด ซึ่งรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ได้เสนอไว้ในตารางที่ 38 ถึง ตารางที่ 40 ในภาคผนวก ข โดยแสดงที่จำนวนชุดตัวอย่างเท่ากับ 100, 200, 300 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม แต่ประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติ

ค่าพารามิเตอร์และขนาดตัวอย่าง	ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ย			ค่าไคสแควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
n = 30, P = 0.5 SS = 50	100	100.49	100.43	116.93	104.23	100	100	136.15	131.63	7.2698	19.9597
n = 30, P = 0.5 SS = 100	100	100.17	100.13	100.13	100.65	100	100	118.82	112.94	1.6235	3.0693
n = 50, P = 0.5 SS = 200	100	100.08	100.08	103.46	101.83	100	100	116.66	112.50	0.000047	2.0869

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

พารามิเตอร์และขนาดตัวอย่าง	ผลการทดสอบภาวะสารูปสมมติฐาน																	
	α = 0.05						α = 0.10						α = 0.01					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3	วธีที่ 1	วธีที่ 2	วธีที่ 3
n = 30, P = 0.50 SS = 50	949	962	973	51	38	27	903	926	939	97	74	61	974	981	985	26	19	15
n = 30, P = 0.50 SS = 100	949	961	963	51	39	37	908	922	924	92	78	76	973	980	981	27	20	19
n = 50, P = 0.05 SS = 200	958	963	968	42	37	32	913	924	926	27	76	74	982	982	985	28	18	15

หมายเหตุ SS = ขนาดตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.21 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

1) ค่าประมาณพารามิเตอร์ P โดยเฉลี่ยจะมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยจากวิธีที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ

2) เมื่อพิจารณาค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ย เมื่อใช้ค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 3 เป็นตัวเปรียบเทียบจะเห็นว่าค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยที่ได้จากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีค่าสูงกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 3 เสมอสำหรับค่าพารามิเตอร์ทุกระดับและทุกขนาดตัวอย่าง

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P ที่คำนวณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่าสูงกว่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 1 สำหรับ ค่าพารามิเตอร์ทุกระดับและทุกขนาดตัวอย่าง เมื่อใช้ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P จากวิธีที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ

4) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคสแควร์ต่ำสุดที่ได้จากวิธีประมาณค่าทั้ง 3 วิธี ปรากฏว่าค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P ที่ n = 30 P = 0.5 SS = 50 มีค่าสูงกว่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) และที่ n = 30 P = 0.5 SS = 100 กับ n = 50 P = 0.50 SS = 200 ค่า F-TEST มีค่าน้อยกว่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95\ 2,2997)} = 3.00$) ส่วนค่า F-TEST ที่คำนวณได้ของค่าไคสแควร์ต่ำสุดที่ n = 30 P = 0.50 SS = 50 กับ n = 30 P = 0.50 SS = 100 มีค่าสูงกว่า F-TEST จากตารางและที่ n = 50 P = 0.50 SS = 200 ค่า F-TEST ของค่าไคสแควร์ต่ำสุดมีค่าต่ำกว่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$)

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ปรากฏว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินามจะมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน สำหรับทุกระดับนัยสำคัญ และจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานดังกล่าว จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะเท่ากับหรือมากกว่าวิธีที่ 1 ทุกระดับนัยสำคัญเช่นเดียวกัน

4.2.5 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบทวินาม แต่ประมาณด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง

สำหรับกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินามที่มีค่าพารามิเตอร์ n มากหรือเข้าใกล้อนันต์และ P เข้าใกล้ 0 สามารถใช้การแจกแจงแบบปัวซองประมาณความน่าจะเป็นของทวินามได้ ดังนั้นในการประมาณวิธีนี้ จึงได้ว่าค่าเฉลี่ยของปัวซองซึ่งเท่ากับ λ นั้นจะเท่ากับ np ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของทวินามและค่าความแปรปรวนของปัวซองคือ λ = npq ซึ่งเป็นค่าความแบบแปรปรวนของทวินามตามลำดับ

สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีนี้ ขั้นตอนของการวิจัยต่าง ๆ ยังคงเหมือนกับกรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม แตกต่างกันเพียงแต่การหาความน่าจะเป็นของทวินามจะใช้สูตรของปัวซองประมาณค่าเท่านั้น โดยใช้โปรแกรมย่อยชื่อ PROPOI หาค่าดังกล่าว

สำหรับผลการวิเคราะห์ได้แสดงที่ค่าพารามิเตอร์ n = 100 200 P = 0.005 0.01 0.05 และขนาดตัวอย่าง (SS) = 100 และ 200 ตามลำดับ โดยที่จำนวนชุดตัวอย่างเท่ากับ 1000 ชุด สำหรับรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ได้เสนอไว้ในตารางที่ 41 ถึงตารางที่ 43 ในภาคผนวก ข โดยแสดงที่จำนวนชุดตัวอย่างเท่ากับ 100 200 300 400 500 600 700 800 900 และ 1000 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม แต่ประมาณด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง

ค่าพารามิเตอร์และขนาดตัวอย่าง	ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ย			ค่าไคล์แควร์เฉลี่ย			MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์			ค่า F-TEST ของค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่า F-TEST ของค่าไคล์แควร์ต่ำสุด
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		
n = 100, P = 0.01 SS = 50	100	103.28	102.63	106.55	100.55	100	100	113.20	107.18	4.2416	3.9463
n = 100, P = 0.05 SS = 100	100	100.09	101.86	112.54	101.72	100	100	108.46	117.65	3.2194	4.8164
n = 200, P = 0.005 SS = 100	100	103.45	103.35	102.11	101.76	100	100	107.14	100.49	3.1420	3.3424

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์และขนาดตัวอย่าง	ผลการทดสอบภาวะล่ารูปลักษณ์																	
	α = 0.05						α = 0.10						α = 0.01					
	จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐาน			จำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน		
	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3	วธีที่1	วธีที่2	วธีที่3
n = 100, p = 0.01 SS = 50	972	976	977	28	24	23	965	971	972	35	31	28	980	981	982	20	19	18
n = 100, P = 0.05 SS = 100	962	965	970	38	35	30	954	957	958	46	43	42	972	975	976	28	25	24
n = 200, P = 0.05 SS = 100	974	975	976	26	25	24	970	971	973	30	29	27	986	989	990	14	11	10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.22 สามารถสรุปผลที่สำคัญได้ดังนี้

1) ค่าประมาณพารามิเตอร์ P โดยเฉลี่ยจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่าสูงกว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 1 เมื่อใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์ P เฉลี่ยจากวิธีที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ

2) เมื่อพิจารณาค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ย เมื่อใช้ค่าที่คำนวณได้ จากวิธีที่ 3 เป็นตัวเปรียบเทียบจะเห็นว่าค่าไคสแควร์ต่ำสุดเฉลี่ยที่ได้จากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีค่าสูงกว่าที่ประมาณได้จากวิธีที่ 1 สำหรับค่าพารามิเตอร์ทุกระดับและทุกขนาดตัวอย่าง

3) ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P ที่คำนวณได้จากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 จะมีค่าสูงกว่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 1 สำหรับค่าพารามิเตอร์ทุกระดับ และทุกขนาดตัวอย่างเมื่อใช้ค่า MSE ของค่าประมาณพารามิเตอร์ P จากวิธีที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ

4) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคสแควร์ต่ำสุดที่ได้จากวิธีประมาณค่าทั้ง 3 วิธี ปรากฏว่าค่า F-TEST ที่คำนวณได้ทั้งค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคสแควร์ต่ำสุด จะมีค่ามากกว่าค่า F-TEST จากตาราง ($F_{(0.95,2,2997)} = 3.00$) ทุกระดับค่าพารามิเตอร์และขนาดตัวอย่าง แสดงว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ P และค่าไคสแควร์ต่ำสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

5) ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี พบว่าจำนวนครั้งที่ยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม จะมากกว่าจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานทุกระดับนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย