บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่เกิน 1 ครั้ง

4.1.1 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ตามนโยบายการให้บริการแบบ FIFO

เมื่อกำหนด $\lambda = 1$, $\mu = 5,10$, $p = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$

<u>ตัวอย่าง</u> ให้ $\lambda = 1$, $\mu = 5$, $p = 0.2$

จากสมการ (3.4)

นั่นคือ $$V_{1,FIFO} = \frac{\lambda(1+p)^2}{\mu[\mu - \lambda(1+p)]}$$

จะได้ว่า $$V_{1,FIFO} = \frac{1(1+0.2)^2}{5[5-1(1+0.2)]} = \frac{1.44}{19} = 0.075789$$

กรณีอื่น ๆ ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง และนโยบายในการให้บริการแบบ FIFO ที่ได้จากทฤษฎี

p	$V_{1,FIFO}$ เมื่อ $\mu = 10$	$V_{1,FIFO}$ เมื่อ $\mu = 5$
0.2	0.01637	0.07579
0.4	0.02279	0.10889
0.6	0.03048	0.15059
0.8	0.03952	0.20250

4.1.2 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ตามนโยบายการให้บริการแบบ PRIORITY

เมื่อกำหนด $\lambda = 1$, $\mu = 5,10$, $p = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$

<u>ตัวอย่าง</u> ให้ $\lambda = 1$, $\mu = 5$, $p = 0.2$

จากสมการ (3.6)

นั่นคือ $V_{1,\Pr iority} = (1+p)V^*_{1,\Pr iority}$

โดย $V^*_{1,\Pr iority} = \sum_{i=1}^{2} V^{i*}$

จากสมการ (3.5)

นั่นคือ $$V^{i*} = \lambda_i^* E[S_i]W_q^{i*} + \frac{\lambda_i^* E[S_i^2]}{2} \quad ; \quad i = 1,2$$

$$W_q^{1*} = \frac{\lambda(1+p)}{\mu(\mu - p\lambda)} = \frac{1(1+0.2)}{5(5-0.2)} = \frac{1.2}{24} = 0.05$$

และ $$W_q^{2*} = \frac{\lambda(1+p)}{(\mu - p\lambda)^2 - \lambda(\mu - p\lambda)} = \frac{1(1+0.2)}{(5-0.2)^2 - 1(5-0.2)} = \frac{1.2}{18.24} = 0.065789$$

จะได้ $$V^{1*} = \frac{p\lambda}{\mu}\left[W_q^{1*} + \frac{1}{\mu}\right] = \frac{0.2}{5}\left[0.05 + \frac{1}{5}\right] = 0.01$$

$$V^{2*} = \frac{\lambda}{\mu}\left[W_q^{2*} + \frac{1}{\mu}\right] = \frac{1}{5}\left[0.065789 + \frac{1}{5}\right] = 0.0331578$$

นั่นคือ $V^*_{1,\Pr iority} = V^{1*} + V^{2*} = 0.01 + 0.0331578 = 0.0631578$

จะได้ว่า $V_{1,\Pr iority} = (1+p)V^*_{1,\Pr iority} = 1.2(0.0631578) = 0.07578936$

กรณีอื่น ๆ ได้ผลดังตาราง

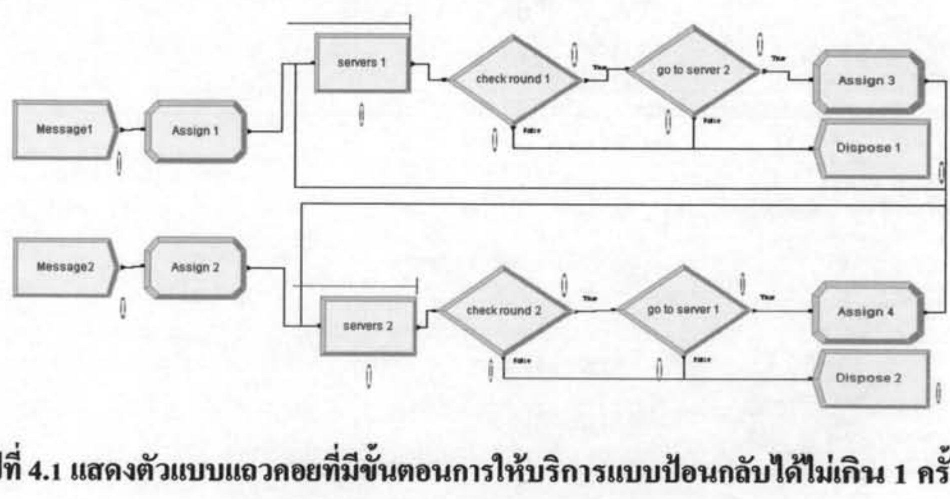
ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง และนโยบายในการให้บริการแบบ Priority ที่ได้จากทฤษฎี

p	$V_{1,Priority}$ เมื่อ $\mu = 10$	$V_{1,Priority}$ เมื่อ $\mu = 5$
0.2	0.01637	0.07579
0.4	0.02279	0.10889
0.6	0.03048	0.15059
0.8	0.03952	0.20250

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยของทั้งสองนโยบายที่ได้จากทฤษฎี ให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกสถานการณ์ เนื่องจากการที่เวลาคอยเฉลี่ยของสองนโยบายเท่ากันในกรณีที่จำกัดจำนวนครั้งในการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง สามารถเข้าใจได้โดยสังเกตว่าสำหรับแต่ละหน่วยให้บริการกระบวนการเข้ามารับบริการของลูกค้าใหม่และลูกค้าที่ป้อนกลับเป็นอิสระต่อกัน โดยแต่ละกระบวนการเป็นกระบวนการปัวส์ซอง ดังนั้นกระบวนการเข้ามารับบริการโดยรวมจึงเป็นกระบวนการปัวส์ซอง จากความรู้เกี่ยวกับ M/M/1 คือนโยบายไม่มีผลต่อเวลาคอย ดังนั้นนโยบายทั้งสองจึงมีค่าเฉลี่ยของเวลาคอยเท่ากัน

4.1.3 สร้างตัวแบบจำลองแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena

สร้างตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ตามข้อกำหนดข้างต้น ด้วยโปรแกรมจำลองเชิงพาณิชย์ (Arena) ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงตัวแบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena

4.1.4 ผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง

4.1.4.1 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีป้อนกลับ 20 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 %

	$\mu=5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.07577	0.07577	0.07606	0.07655
k	29	29	29	29
b	16384	16384	16384	16384
ic	0.00098	0.00095	0.00088	0.00069
s	0.00258		0.00232	
	$\mu=10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.01698	0.01678	0.01657	0.01719
k	25	25	24	25
b	1024	1024	1024	1024
ic	0.00097	0.00099	0.00088	0.00098
s	0.00233		0.00209	

4.1.4.2 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 40 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 40 %

	$\mu=5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.10900	0.10870	0.10880	0.10880
k	27	27	28	27
b	32768	32768	32768	32768
ic	0.00085	0.00076	0.00097	0.00087
s	0.00214		0.00249	
	$\mu=10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.02319	0.02275	0.02313	0.02274
k	25	25	24	25
b	1024	1024	1024	1024
ic	0.00099	0.00087	0.00085	0.00089
s	0.00295		0.00249	

4.1.4.3 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 60 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 60 %

	$\mu = 5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.14970	0.14980	0.15080	0.15080
k	36	36	36	36
b	32768	32768	332768	32768
ic	0.00079	0.00099	0.00096	0.00099
s	0.00232		0.00284	
	$\mu = 10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.03145	0.03051	0.03109	0.03079
k	33	33	33	32
b	2048	2048	2048	2048
ic	0.00079	0.00099	0.00068	0.00097
s	0.00224		0.00191	

4.1.4.4 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 80 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 80 %

	$\mu=5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.20250	0.20280	0.20220	0.20400
k	31	31	32	31
b	65536	65536	65536	65536
ic	0.00089	0.00079	0.00099	0.00075
s	0.00241		0.00277	
	$\mu=10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.03934	0.03955	0.03884	0.03838
k	30	30	29	29
b	4096	4096	4096	4096
ic	0.00099	0.00061	0.00079	0.00093
s	0.00264		0.00209	

จากตารางที่ 4.3-4.6 $\overline{\overline{W}}$ คือ เวลาคอยเฉลี่ยในระบบต่อผู้รับบริการแต่ละคน

k คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง Batch Means

b คือ ขนาดของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง Batch Means

ic คือ ขนาดของครึ่งช่วงความเชื่อมั่น $\left(t_{1-\frac{\alpha}{2},k-1} \frac{s}{\sqrt{k}} \right)$

ซึ่งเราสามารถใช้ในการประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Batch Means (s) ได้ จากที่กำหนดให้อัตราการเข้ารับบริการโดยเฉลี่ย และอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ยคงที่ แต่สัดส่วนในการป้อนกลับ (p) เพิ่มขึ้นตามลำดับนั้น พบว่าเมื่อสัดส่วนในการป้อนกลับเพิ่มขึ้น ก็ทำให้เวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคนเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อพิจารณานโยบายในการให้บริการ ณ สัดส่วนการป้อนกลับที่เหมือนกัน พบว่า เวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคนของทั้งสองนโยบายไม่แตกต่างกัน

4.1.5 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายการให้บริการ

ทำการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคน ของทั้งสองนโยบาย เพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงาน

เนื่องจากหน่วยให้บริการทั้งสองหน่วยเป็นอิสระต่อกันจึงใช้ค่าประมาณที่ได้จากหน่วยให้บริการใดหน่วยให้บริการหนึ่งเป็นตัวแทนเพียงหน่วยเดียวเท่านั้น

4.1.5.1 เปรียบเทียบเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยของผู้รับบริการแต่ละคน ระหว่างสองนโยบายเมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ

เมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 % นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.3 มาคำนวณเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบาย

<u>ตัวอย่าง</u> กำหนด $\lambda = 1$ และ $\mu = 5$

ก่อนการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบาย เราต้องทราบก่อนว่านโยบายทั้งสองที่นำมาทดสอบมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

จะได้ว่า $$F_{cal} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{0.0000020569}{0.00000166158} = 1.2379$$

และจาก $$F_{1-\frac{\alpha}{2}, k_1-1, k_2-1} = F_{0.9995,28,28} = 3.66$$

โดยที่ $\alpha = 0.001$

นั่นคือ $F_{cal} < F_{1-\frac{\alpha}{2},k_1-1,k_2-1}$

ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ และทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายแบบสองทาง

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : V_{FIFO} = V_{\text{Priority}}$$
$$H_1 : V_{FIFO} \neq V_{\text{Priority}}$$

จะได้ว่า
$$t_{cal} = \frac{\left(\overline{\overline{W}}_{FIFO} - \overline{\overline{W}}_{\text{Priority}}\right) - \left(V_{FIFO} - V_{\text{Priority}}\right)}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)}}$$

$$= \frac{-0.00028668}{0.000358083} = -0.8005966$$

$$S_p^2 = \frac{(k_1 - 1)S_1^2 + (k_2 - 1)S_2^2}{k_1 + k_2 - 2} = 0.000001859$$

<u>กรณีที่</u> $\alpha = 0.01$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2} = t_{0.995,56} = -2.395$$

นั่นคือ $t_{cal} > t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2}$

<u>และกรณี</u> $\alpha = 0.05$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2} = t_{0.975,56} = -1.673$$

นั่นคือ $t_{cal} > t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2}$

ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน $H_0 : V_{FIFO} = V_{\text{Priority}}$ กล่าวได้ว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายไม่แตกต่างกันเมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 % ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$

ทำการทดสอบสมมติฐานในลักษณะข้างต้นสำหรับกรณีที่ผู้รับบริการมีการป้อนกลับที่เพิ่มขึ้นเป็น 40 %, 60 % และ 80 % ตามลำดับ ที่ λ=1 และ $\mu = 5,10$ ซึ่งผลที่ได้แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การป้อนกลับ	$\mu = 5$		ผลการทดสอบ	$\mu = 10$		ผลการทดสอบ
	$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$		$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$	
20 %	0.07577*	0.07606	$V_1 = V_2$	0.01698	0.01657	$V_1 = V_2$
40 %	0.10900	0.10880	$V_1 = V_2$	0.02319	0.02313	$V_1 = V_2$
60 %	0.14970	0.15080	$V_1 = V_2$	0.03145	0.03109	$V_1 = V_2$
80 %	0.20250	0.20220	$V_1 = V_2$	0.03934	0.03884	$V_1 = V_2$

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การป้อนกลับ	$\mu = 5$		ผลการทดสอบ	$\mu = 10$		ผลการทดสอบ
	$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$		$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$	
20 %	0.07577*	0.07606	$V_1 = V_2$	0.01698	0.01657	$V_1 = V_2$
40 %	0.10900	0.10880	$V_1 = V_2$	0.02319	0.02313	$V_1 = V_2$
60 %	0.14970	0.15080	$V_1 = V_2$	0.03145	0.03109	$V_1 = V_2$
80 %	0.20250	0.20220	$V_1 = V_2$	0.03934	0.03884	$V_1 = V_2$

จากตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 จะแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO กับ Priority สำหรับกรณี $\mu = 5$ และ $\mu = 10$ พบว่าในทุก ๆ สัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับ เวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO มีค่า ***ไม่แตกต่าง*** กับเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ Priority อาจกล่าวได้ว่านโยบายการให้บริการทั้งสองนโยบายมีประสิทธิภาพในการให้บริการไม่แตกต่างจากกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$ เนื่องจากตัวอย่างที่ได้จากการจำลองในครั้งนี้มีจำนวนมาก ทำให้ค่าสถิติที่ได้มีความคงเส้นคงวาอย่างมีนัยสำคัญ

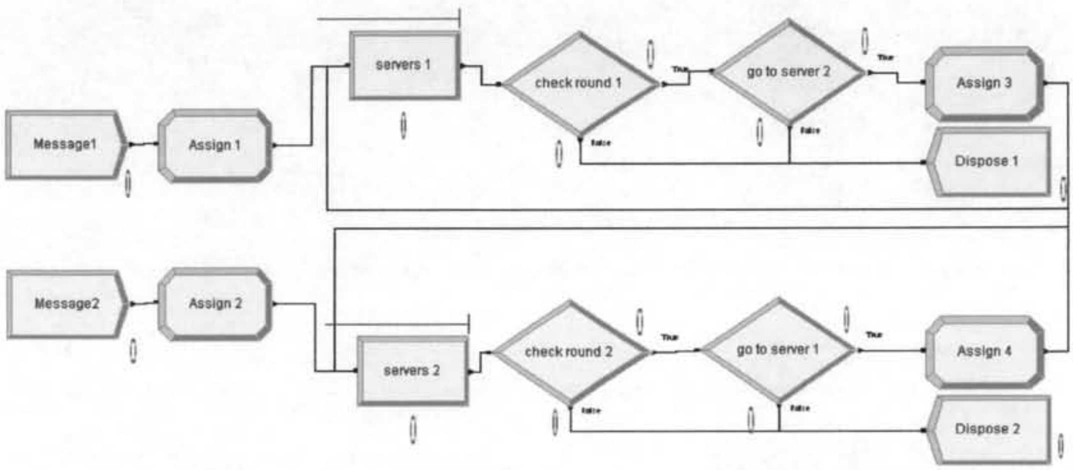
* $\overline{\overline{W}}$ ที่ได้ในตารางเกิดจากการจำลองด้วยโปรแกรม ARENA ซึ่งกำหนดการหยุดจำลองด้วย $\alpha = 0.001$ จึงทำให้ค่า $\overline{\overline{W}}$ ในตารางที่ 4.19 และตารางที่ 4.20 มีค่าเท่ากัน

ไม่ว่าค่าวิกฤติจะคำนวณจาก $\alpha = 0.01$ หรือ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานจึงสอดคล้องกันทั้งกรณี $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$

4.2 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่เกิน 2 ครั้ง

4.2.1 สร้างตัวแบบจำลองแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena

สร้างตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ตามข้อกำหนดข้างต้น ด้วยโปรแกรมจำลองเชิงพาณิชย์ (Arena) ได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 แสดงตัวแบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena

4.2.2 ผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง

4.2.2.1 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีป้อนกลับ 20 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 %

	$\mu = 5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.08188	0.08171	0.08148	0.08219
k	29	28	29	28
b	16384	16384	16384	16384
ic	0.00077	0.00094	0.00099	0.00095
s	0.00201		0.00259	
	$\mu = 10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.01788	0.01704	0.01758	0.01789
k	38	37	38	38
b	1024	1024	1024	1024
ic	0.00085	0.00072	0.00099	0.00092
s	0.00259		0.00303	

4.2.2.2 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 40 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 40 %

	$\mu = 5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.10400	0.14140	0.14120	0.14050
k	40	40	20	40
b	32768	32768	65536	32768
ic	0.00079	0.00088	0.00099	0.00093
s	0.002460387		0.002127414	
	$\mu = 10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.02873	0.02941	0.02888	0.02793
k	26	26	25	26
b	2048	2048	2048	2048
ic	0.00086	0.00086	0.00099	0.00098
s	0.00212		0.00242	

4.2.2.3 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 60 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 60 %

	$\mu = 5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.25260	0.25300	0.24750	0.24680
k	40	39	39	39
b	65536	65536	65536	65536
ic	0.00098	0.00093	0.00084	0.00093
s	0.00307		0.00258	
	$\mu = 10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.04805	0.04802	0.04689	0.04705
k	38	38	38	38
b	4096	4096	4096	4096
ic	0.00096	0.00099	0.000981	0.00084
s	0.00291		0.00299	

4.2.2.4 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 80 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 80 %

	$\mu = 5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.46540	0.46560	0.44440	0.44370
k	31	31	31	31
b	262144	262144	262144	262144
ic	0.00089	0.00089	0.00088	0.00099
s	0.00243		0.00238	
	$\mu = 10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.07948	0.07948	0.07717	0.07691
k	20	40	20	40
b	16384	8192	16384	8192
ic	0.00073	0.00074	0.00063	0.00075
s	0.00155		0.00133	

จากตารางที่ 4.9-4.12 $\overline{\overline{W}}$ คือ เวลาคอยเฉลี่ยในระบบต่อผู้รับบริการแต่ละคน

k คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง Batch Means

b คือ ขนาดของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง Batch Means

ic คือ ขนาดของครึ่งช่วงความเชื่อมั่น $\left(t_{1-\frac{\alpha}{2},k-1} \frac{s}{\sqrt{k}} \right)$

ซึ่งเราสามารถใช้ในการประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน Batch Means (s) ได้ จากที่กำหนดให้อัตราการเข้ารับบริการโดยเฉลี่ย และอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ยคงที่ แต่สัดส่วนในการป้อนกลับ (p) เพิ่มขึ้นตามลำดับนั้น พบว่าเมื่อสัดส่วนในการป้อนกลับเพิ่มขึ้น ก็ทำให้เวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคนเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อพิจารณานโยบายในการให้บริการ ณ สัดส่วนการป้อนกลับที่เหมือนกัน พบว่า เวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคนของทั้งสองนโยบายไม่แตกต่างกัน

4.2.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายการให้บริการ

ทำการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคน ของทั้งสองนโยบาย เพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

เนื่องจากหน่วยให้บริการทั้งสองหน่วยเป็นอิสระต่อกันจึงใช้ค่าประมาณที่ได้จากหน่วยให้บริการใดหน่วยให้บริการหนึ่งเป็นตัวแทนเพียงหน่วยเดียวเท่านั้น

4.2.3.1 เปรียบเทียบเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยของผู้รับบริการแต่ละคน ระหว่างสองนโยบายเมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ

เมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 % นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.9 มาคำนวณเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบาย

<u>ตัวอย่าง</u> กำหนด $\lambda = 1$ และ $\mu = 5$

ก่อนการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบาย เราต้องทราบก่อนว่านโยบายทั้งสองที่นำมาทดสอบมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

จะได้ว่า $$F_{cal} = \frac{s_2^2}{s_1^2} = \frac{0.0000020916}{0.0000012483} = 1.6756$$

จาก $$F_{1-\frac{\alpha}{2},k_2-1,k_1-1} = F_{0.9995,28,28} = 3.66$$

เมื่อ $\alpha = 0.001$

นั่นคือ $F_{cal} < F_{1-\frac{\alpha}{2},k_2-1,k_1-1}$

ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ และทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายแบบสองทาง

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : V_{FIFO} = V_{\Pr iority}$$

$$H_1 : V_{FIFO} \neq V_{\Pr iority}$$

จะได้ว่า
$$t_{cal} = \frac{\left(\overline{\overline{W}}_{FIFO} - \overline{\overline{W}}_{\Pr iority}\right) - \left(V_{FIFO} - V_{\Pr iority}\right)}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)}}$$

$$= \frac{0.00040441}{0.000339363} = 1.191675$$

โดยที่
$$S_p^2 = \frac{(k_1 - 1)S_1^2 + (k_2 - 1)S_2^2}{k_1 + k_2 - 2} = 0.000001669$$

<u>กรณีที่</u> $\alpha = 0.01$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2} = t_{0.995,56} = 2.667$$

นั่นคือ $t_{cal} < t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2}$

<u>และกรณี</u> $\alpha = 0.05$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2} = t_{0.975,56} = 2.003$$

นั่นคือ $t_{cal} < t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2}$

ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน $H_0 : V_{FIFO} = V_{\Pr iority}$ กล่าวได้ว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายไม่แตกต่างกันเมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 % ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$

ทำการทดสอบสมมติฐานในลักษณะข้างต้นสำหรับกรณีที่ผู้รับบริการมีการป้อนกลับที่เพิ่มขึ้นเป็น 40 %, 60 % และ 80 % ตามลำดับ ที่ $\lambda = 1$ และ $\mu = 5,10$ ซึ่งผลที่ได้แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของผู้รับบริการแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การป้อนกลับ	$\mu = 5$		ผลการทดสอบ	$\mu = 10$		ผลการทดสอบ
	$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$		$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$	
20 %	0.08188	0.08148	$V_1 = V_2$	0.01788	0.01758	$V_1 = V_2$
40 %	0.10400	0.14120	$V_1 = V_2$	0.02873	0.02888	$V_1 = V_2$
60 %	0.25260	0.24750	$V_1 > V_2$	0.04805	0.04689	$V_1 > V_2$
80 %	0.46540	0.44440	$V_1 > V_2$	0.07948	0.07717	$V_1 > V_2$

ตารางที่ 4.14 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของผู้รับบริการแต่ละคนของทั้งสองนโยบายเมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การป้อนกลับ	$\mu = 5$		ผลการทดสอบ	$\mu = 10$		ผลการทดสอบ
	$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$		$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$	
20 %	0.08188	0.08148	$V_1 = V_2$	0.01788	0.01758	$V_1 = V_2$
40 %	0.10400	0.14120	$V_1 = V_2$	0.02873	0.02888	$V_1 = V_2$
60 %	0.25260	0.24750	$V_1 > V_2$	0.04805	0.04689	$V_1 > V_2$
80 %	0.46540	0.44440	$V_1 > V_2$	0.07948	0.07717	$V_1 > V_2$

จากตารางที่ 4.13 และ 4.14 จะแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO กับ Priority สำหรับกรณี $\mu = 5$ เมื่อสัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับเป็น 60 % และ 80 % พบว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO มีค่า ***มากกว่า*** เวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ Priority ส่วนกรณีที่สัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับเป็น 20 % และ 40 % พบว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO มีค่า ***ไม่แตกต่าง*** กับเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ Priority สำหรับกรณี $\mu = 10$ เมื่อสัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับเป็น 20% และ 40 % พบว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO มีค่า ***ไม่แตกต่าง*** กับเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ Priority ส่วนกรณีที่สัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับ

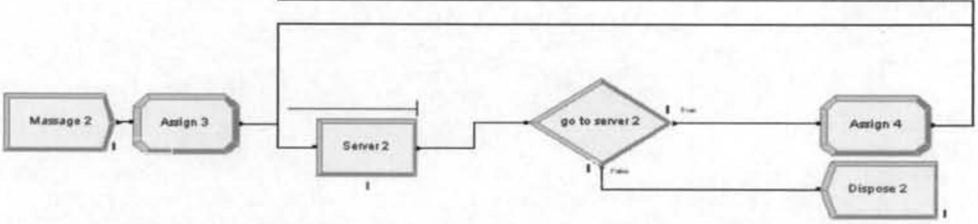
เป็น 60 % และ 80 % พบว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO มีค่า ***มากกว่า*** เวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ Priority ซึ่งผลมาจากการทดสอบข้างต้นไม่อาจสรุปได้ว่านโยบายการให้บริการทั้งสองนโยบายมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานไม่แตกต่างจากกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$ เนื่องจากตัวอย่างที่ได้จากการจำลองในครั้งนี้มีจำนวนมาก ทำให้ค่าสถิติที่ได้มีความคงเส้นคงวาอย่างมีนัยสำคัญ ไม่ว่าค่าวิกฤติจะคำนวณจาก $\alpha = 0.01$ หรือ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานจึงสอดคล้องกันทั้งกรณี $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$

สังเกตว่าผลแตกต่างกับกรณีที่จำกัดจำนวนการป้อนกลับ 1 ครั้ง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกระบวนการเข้ารับบริการของแต่ละหน่วยให้บริการประกอบด้วย กระบวนการการเข้ามารับบริการของลูกค้าใหม่และ กระบวนการของลูกค้าที่ป้อนกลับ กระบวนการของลูกค้าที่ป้อนกลับบางส่วนเป็นการป้อนกลับครั้งที่สอง ลูกค้าที่ป้อนกลับครั้งที่สองนี้เป็นลูกค้าที่เคยเป็นลูกค้าใหม่ของหน่วยให้บริการนั้น ๆ มาก่อน ดังนั้นกระบวนการของลูกค้าเข้าใหม่ และกระบวนการของลูกค้าที่ป้อนกลับจึงมีความสัมพันธ์กัน ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นเราจึงไม่สามารถระบุได้ว่ากระบวนการเข้ามาใช้บริการรวมเป็นกระบวนการปัวส์ซอง ซึ่งแตกต่างกับกรณีที่จำกัดจำนวนการป้อนกลับ 1 ครั้ง

4.3 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่จำกัดครั้ง

4.3.1 สร้างตัวแบบจำลองแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดจำนวนครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena

สร้างตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับแบบไม่จำกัดจำนวนครั้ง ตามข้อกำหนดข้างต้น ด้วยโปรแกรมจำลองเชิงพาณิชย์ (Arena) ได้ดังนี้



รูปที่ 4.3 แสดงตัวแบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดจำนวนครั้ง ด้วยโปรแกรม Simulation with Arena

4.3.2 ผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง

4.3.2.1 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีป้อนกลับ 20 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 %

	$\mu=5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.08384	0.08409	0.08339	0.08365
k	23	23	23	24
b	16384	16384	16384	16384
ic	0.00067	0.00097	0.00096	0.00099
s	0.00154		0.00221	
	$\mu=10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.01823	0.01777	0.01864	0.01816
k	24	25	25	25
b	1024	1024	1024	1024
ic	0.00079	0.00099	0.00099	0.00081
s	0.00187		0.00239	

4.3.2.2 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 40 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.16 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 40 %

	$\mu=5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.16620	0.16640	0.16690	0.16600
k	20	40	20	40
b	131072	65536	131072	65536
ic	0.00071	0.00089	0.00096	0.00078
s	0.00149		0.00203	
	$\mu=10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.03336	0.03226	0.03341	0.00098
k	37	37	37	37
b	2048	2048	2048	2048
ic	0.00082	0.00092	0.00077	0.00098
s	0.00244		0.00229	

4.3.2.3 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 60 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.17 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 60 %

	$\mu = 5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	0.49980	0.50030	0.49950	0.49980
k	38	38	37	37
b	524288	524288	524288	524288
ic	0.00099	0.00086	0.00091	0.00084
s	0.00301		0.00272	
	$\mu = 10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.08346	0.08341	0.08385	0.08313
k	26	25	26	25
b	16384	16384	16384	16384
ic	0.00075	0.00084	0.00099	0.00073
s	0.00185		0.00248	

4.3.2.4 เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการที่มีการป้อนกลับ 80 %

ผลที่ได้จากการจำลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.18 ตารางแสดงผลที่ได้จากการจำลองตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ของทั้งสองนโยบาย เมื่อสัดส่วนของผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 80 %

	$\mu = 5$			
	FIFO		PRIORITY	
	server 1	server 2	server 1	server 2
$\overline{\overline{W}}$	* หาค่าไม่ได้			
k				
b				
ic				
s				
	$\mu = 10$			
$\overline{\overline{W}}$	0.50070	0.50070	0.49980	0.49970
k	28	28	28	28
b	524288	524288	524288	524288
ic	0.00098	0.00099	0.00079	0.00056
s	0.00253		0.00206	

จากตารางที่ 4.15-4.18 $\overline{\overline{W}}$ คือ เวลาคอยเฉลี่ยในระบบต่อผู้รับบริการแต่ละคน

k คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

b คือ ขนาดของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

ic คือ ขนาดของครึ่งช่วงความเชื่อมั่น $\left(t_{1-\frac{\alpha}{2},k-1} \frac{s}{\sqrt{k}} \right)$

ซึ่งเราสามารถใช้ในการประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ได้ จากที่กำหนดให้อัตราการเข้ารับบริการโดยเฉลี่ย และอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ยคงที่ แต่สัดส่วนในการป้อนกลับ (p) เพิ่มขึ้นตามลำดับนั้น พบว่าเมื่อสัดส่วนในการป้อนกลับเพิ่มขึ้น ก็ทำให้เวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคนเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อพิจารณานโยบายในการให้บริการ ณ สัดส่วนการป้อนกลับที่เหมือนกัน พบว่า เวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคนของทั้งสองนโยบายไม่แตกต่างกัน

4.3.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายการให้บริการ

ทำการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคน ของทั้งสองนโยบาย เพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้วยการทดสอบสมมติฐาน

เนื่องจากหน่วยให้บริการทั้งสองหน่วยเป็นอิสระต่อกันจึงใช้ค่าประมาณที่ได้จากหน่วยให้บริการใดหน่วยให้บริการหนึ่งเป็นตัวแทนเพียงหน่วยเดียวเท่านั้น

4.3.3.1 เปรียบเทียบเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยของผู้รับบริการแต่ละคนระหว่างสองนโยบายเมื่อผู้รับบริการที่มีป้อนกลับ

เมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 % นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.15 มาคำนวณเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบาย

<u>ตัวอย่าง</u> กำหนด $\lambda = 1$ และ $\mu = 5$

ก่อนการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบาย เราต้องทราบก่อนว่านโยบายทั้งสองที่นำมาทดสอบมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$F_{cal} = \frac{s_2^2}{s_1^2} = \frac{0.0000014482}{0.0000007062} = 2.05064$$

จะได้ว่า $$F_{1-\frac{\alpha}{2}, k_2-1, k_1-1} = F_{0.9995,22,22} = 4.38$$

เมื่อ $\alpha = 0.001$

นั่นคือ $F_{cal} < F_{1-\frac{\alpha}{2},k_1-1,k_2-1}$

ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ และทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายแบบสองทาง

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : V_{FIFO} = V_{\Pr iority}$$
$$H_1 : V_{FIFO} \neq V_{\Pr iority}$$

จะได้ว่า

$$t_{cal} = \frac{\left(\overline{\overline{W}}_{FIFO} - \overline{\overline{W}}_{\Pr iority}\right) - \left(V_{FIFO} - V_{\Pr iority}\right)}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)}}$$

$$= \frac{0.00045}{0.00030605} = 1.4703355$$

โดยที่ $S_p^2 = \frac{(k_1 - 1)S_1^2 + (k_2 - 1)S_2^2}{k_1 + k_2 - 2} = 0.000001077$

<u>กรณีที่</u> $\alpha = 0.01$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2} = t_{0.995,44} = 2.692$$

นั่นคือ $t_{cal} < t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2}$

<u>และกรณี</u> $\alpha = 0.05$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2} = t_{0.975,44} = 2.015$$

นั่นคือ $t_{cal} < t_{1-\frac{\alpha}{2},k_1+k_2-2}$

ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน $H_0 : V_{FIFO} = V_{\Pr iority}$ กล่าวได้ว่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของทั้งสองนโยบายไม่แตกต่างกันเมื่อผู้รับบริการมีการป้อนกลับ 20 % ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$

ทำการทดสอบสมมติฐานในลักษณะข้างต้นสำหรับกรณีที่ผู้รับบริการมีการป้อนกลับที่เพิ่มขึ้นเป็น 40 % 60 % และ 80 % ตามลำดับ ที่ $\lambda = 1$ และ $\mu = 5,10$ ซึ่งผลที่ได้แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.19 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของผู้รับบริการแต่ละคนของทั้งสองนโยบาย เมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$

การป้อนกลับ	$\mu = 5$		ผลการทดสอบ	$\mu = 10$		ผลการทดสอบ
	$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$		$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$	
20 %	0.07577	0.07606	$V_1 = V_2$	0.01823	0.01864	$V_1 = V_2$
40 %	0.10900	0.10880	$V_1 = V_2$	0.03336	0.03341	$V_1 = V_2$
60 %	0.14970	0.15080	$V_1 = V_2$	0.08346	0.08385	$V_1 = V_2$
80 %	*	*	*	0.50070	0.49980	$V_1 = V_2$

ตารางที่ 4.20 ตารางแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของผู้รับบริการแต่ละคนของทั้งสองนโยบาย เมื่อลูกค้ามีการป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

การป้อนกลับ	$\mu = 5$		ผลการทดสอบ	$\mu = 10$		ผลการทดสอบ
	$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$		$\overline{\overline{W}}_{FIFO}$	$\overline{\overline{W}}_{PRIORITY}$	
20 %	0.07577	0.07606	$V_1 = V_2$	0.01823	0.01864	$V_1 = V_2$
40 %	0.10900	0.10880	$V_1 = V_2$	0.03336	0.03341	$V_1 = V_2$
60 %	0.14970	0.15080	$V_1 = V_2$	0.08346	0.08385	$V_1 = V_2$
80 %	*	*	*	0.50070	0.49980	$V_1 = V_2$

จากตารางที่ 4.19 และตารางที่ 4.20 จะแสดงผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO กับ Priority สำหรับกรณี $\mu = 5$ และ $\mu = 10$ พบว่าในทุก ๆ สัดส่วนของลูกค้าที่มีการป้อนกลับ เวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ FIFO มีค่า ***ไม่แตกต่าง*** กับเวลาคอยเฉลี่ยในระบบของลูกค้าแต่ละคนของนโยบายการให้บริการแบบ Priority อาจกล่าวได้ว่านโยบายการให้บริการทั้งสองนโยบายมีประสิทธิภาพในการให้บริการไม่แตกต่างจากกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$ เนื่องจากตัวอย่างที่ได้จากการจำลองในครั้งนี้มีจำนวนมาก ทำให้ค่าสถิติที่ได้มีความคงเส้นคงวาอย่างมีนัยสำคัญ ไม่ว่าค่าวิกฤติจะคำนวณจาก $\alpha = 0.01$ หรือ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานจึงสอดคล้องกันทั้งกรณี $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$