บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการให้บริการแบบป้อนกลับเมื่อมีหน่วยให้บริการหรือผู้ให้บริการ (Server) 2 หน่วย ที่มีนโยบายการให้บริการแบบไม่กำหนดความสำคัญในการให้บริการก่อน (FIFO) กับ นโยบายการให้บริการแบบกำหนดความสำคัญในการให้บริการก่อน (PRIORITY) ซึ่งในการเปรียบเทียบจะพิจารณาจากเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยของผู้รับบริการ หรือลูกค้า (Customers) ที่เข้ามารับบริการแต่ละคน โดยใช้โปรแกรมการจำลองระบบเชิงพาณิชย์ Arena ซึ่งแบ่งตัวแบบแถวคอยที่จะทำการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น (p) 20 % 40% 60% และ 80% ตามลำดับ
2. ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น (p) 20 % 40% 60% และ 80% ตามลำดับ
3. ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่จำกัดครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น (p) 20 % 40% 60% และ 80% ตามลำดับ

แผนการทดลองและขั้นตอนในการวิจัยของแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ สำหรับใช้เปรียบเทียบพฤติกรรมการให้บริการแบบป้อนกลับเมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย ที่มีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO และ Priority ดังนี้

1. จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการของทั้งสองหน่วย มีลักษณะเป็นกระบวนการปัวส์ซอง (Poisson Process) คือ อัตราการเข้ามาใช้บริการโดยเฉลี่ยของลูกค้าในแต่ละหน่วยเท่ากับ λ_j โดย j เท่ากับ 1 และ 2 หรือกล่าวได้ว่า เวลาระหว่างการเข้ามารับบริการของลูกค้าคนที่ g กับลูกค้าคนที่ $g-1$ $\left(Interarrival\ Time: T_{g_j}\right)$ โดย $g = 1, 2, \ldots$ ของทั้งสองหน่วยบริการ เป็นตัวแปรสุ่มซึ่งเป็นอิสระกัน ทุก ๆ g และมีแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\dfrac{1}{\lambda_j}$

2. เวลาในการให้บริการต่อลูกค้าคนที่ g $(Service\ Time : S_{g_j})$ ของแต่ละหน่วยบริการ เป็นตัวแปรสุ่มซึ่งเป็นอิสระต่อกัน ทุก ๆ g และมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\frac{1}{\mu_j}$

3. ระบบแถวคอยของแต่ละหน่วยบริการเป็นอิสระต่อกัน (Independent Poisson Process)

4. ลูกค้าของแต่ละหน่วยให้บริการจะเข้ารับบริการทีละคน

5. ความยาวของแถวคอยในแต่ละหน่วยให้บริการยาวไม่จำกัด

6. ลูกค้าที่อยู่ในแถวคอยจะรอจนกว่าจะได้รับบริการ (ไม่มีการหนีคิว)

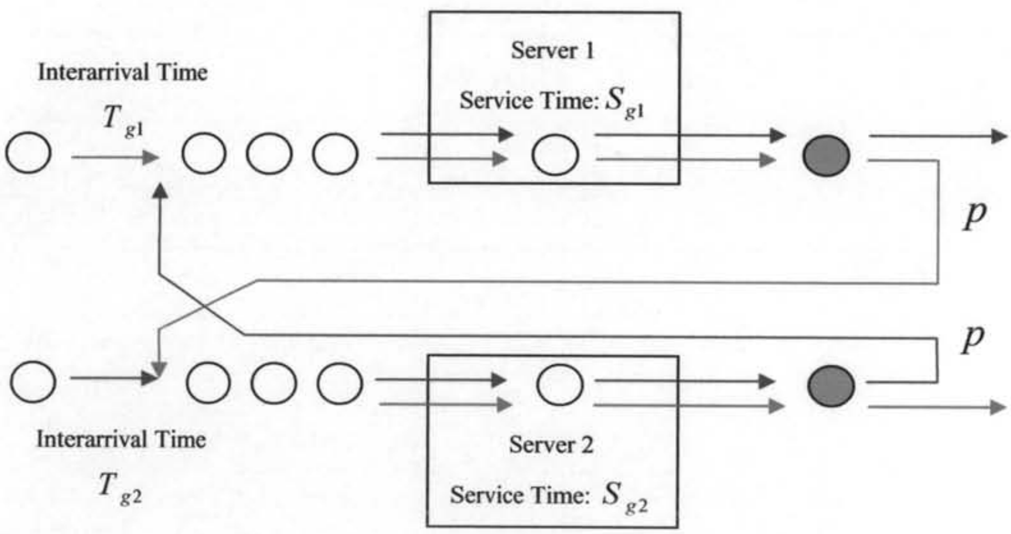
7. กำหนดให้ $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = 1$ นั่นคือ $T_{g1} = T_{g2} = T_g$ ซึ่ง $T_g \overset{iid}{\sim} Exp(\lambda)$

8. กำหนดให้ $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ นั่นคือ $S_{g1} = S_{g2} = S_g$ ซึ่ง $S_g \overset{iid}{\sim} Exp(\mu)$

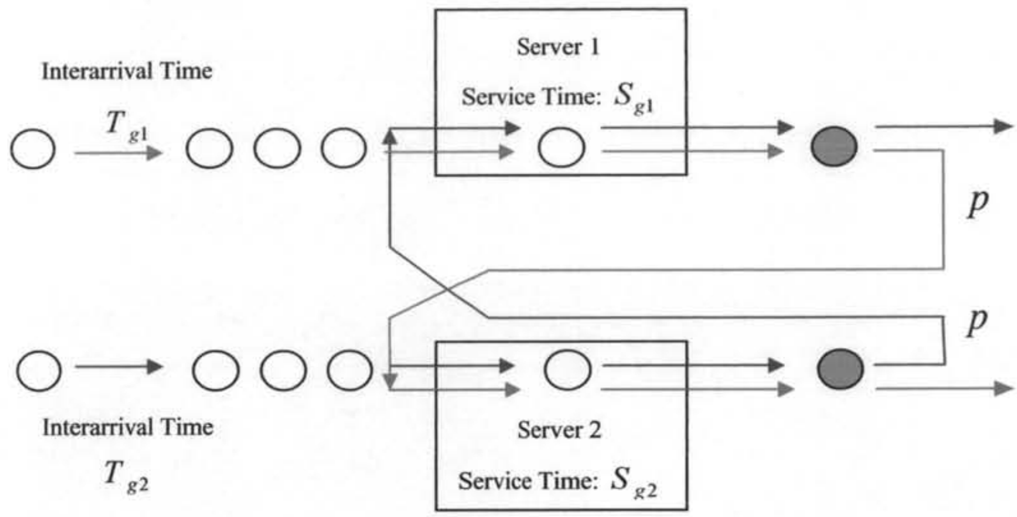
3.2 ขั้นตอนในการวิจัย มีดังนี้

3.2.1 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่เกิน 1 ครั้ง

3.2.1.1 ศึกษาลักษณะของตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ตามนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกัน (FIFO and Priority)



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO

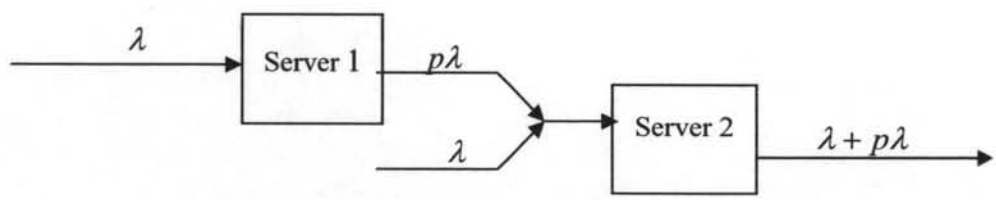


รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ PRIORITY

จากรูปที่ 3.1 และ 3.2 เราสามารถแยกพิจารณาเป็นสองกระบวนการดำเนินงานคือ

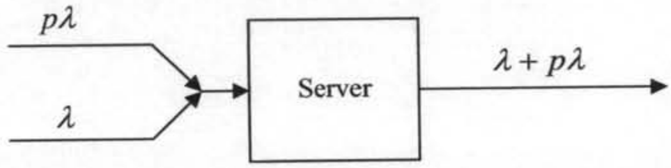
1. กระบวนการที่ลูกค้าเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 1 แล้ววนซ้ำมาเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 2 จากนั้นจะออกจากระบบทันที (เส้นสีแดง)
2. กระบวนการที่ลูกค้าเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 2 แล้ววนซ้ำมาเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 1 จากนั้นจะออกจากระบบทันที (เส้นสีน้ำเงิน)

จากที่เรากำหนดให้ $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = 1$ และ $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ นั่นหมายความว่าเวลาคอยเฉลี่ยของกระบวนการทั้งสองข้างต้นย่อมเท่ากัน ณ สัดส่วนการป้อนกลับ (p) ต่าง ๆ เราจึงพิจารณาเพียง 1 กระบวนการดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงอัตราการเข้ารับบริการเมื่อมีการป้อนกลับเพียง 1 ครั้งด้วยความน่าเป็น p

เราจะพบว่าในแต่ละหน่วยให้บริการ ลูกค้าที่เข้ามารับบริการในระบบจะมาจาก 2 แหล่ง คือ มาจากภายนอกระบบ และมาจากอีกหนึ่งหน่วยบริการด้วยความน่าจะเป็น p ดังรูป 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาจาก 2 แหล่งที่อิสระต่อกัน เมื่อมีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น p

กำหนดให้ λ^* แทน อัตราการเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยของลูกค้าที่เป็นจริง (effective arrival rate)

λ_i^* แทน อัตราการเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยที่เป็นจริงของลูกค้ากลุ่มที่ i โดย $i = 1,2$

และ ระบบแถวคอยของแต่ละหน่วยบริการเป็นอิสระต่อกัน (Independent Poisson Process)

จะได้ว่า

$$\lambda^* = \sum_{i=1}^{2} \lambda_i^*$$

เมื่อ

$$p\lambda = \lambda_1^* \qquad \text{.....................} \qquad (3.1)$$

$$\lambda = \lambda_2^* \qquad \text{.....................} \qquad (3.2)$$

ให้ $V_{1,FIFO}$ แทน เวลาคอยโดยเฉลี่ยในระบบเมื่อมีการให้บริการเป็นแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง และมีนโยบายในการให้บริการแบบ FIFO

และ $V_{1,FIFO}^*$ แทน เวลาคอยโดยเฉลี่ยในระบบเมื่อมีการให้บริการเป็นแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง และมีนโยบายในการให้บริการแบบ FIFO ที่เป็นจริง หมายถึงเวลาคอยโดยเฉลี่ยในระบบเป็นผลมาจากอัตราการเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยของลูกค้าที่เป็นจริง

เนื่องจาก $S_i \sim Exp(\mu)$

จะได้ว่า $E[S_i] = \dfrac{1}{\mu}$

และ $E[S_i^2] = \dfrac{2}{\mu^2}$

จากสมการ (2.1) จะได้ว่า

$$V^{*}_{1,FIFO}=\frac{p\lambda\left[\frac{2}{\mu^{2}}\right]+\lambda\left[\frac{2}{\mu^{2}}\right]}{2\left(1-p\lambda\left[\frac{1}{\mu}\right]-\lambda\left[\frac{1}{\mu}\right]\right)}=\frac{\lambda(1+p)}{\mu[\mu-\lambda(1+p)]}$$

จากสูตรของลิตเติ้ล (Little's formula)

$$V=\frac{L}{\lambda} \qquad \text{นั่นคือ} \quad L=V\times\lambda$$

ในทำนองเดียวกัน $\quad V^{*}=\frac{L}{\lambda^{*}} \qquad$ นั่นคือ $\quad L=V^{*}\times\lambda^{*}$

ดังนั้น

$$V=\frac{\lambda^{*}}{\lambda}V^{*} \qquad \text{....................} \qquad (3.3)$$

$$=\frac{\lambda(1+p)}{\lambda}V^{*}$$

$$=(1+p)V^{*}$$

นั่นคือ

$$V_{1,FIFO}=\frac{\lambda(1+p)^{2}}{\mu[\mu-\lambda(1+p)]} \qquad \text{....................} \qquad (3.4)$$

ให้ $V_{1,\Pr iority}$ แทน เวลาคอยโดยเฉลี่ยในระบบเมื่อมีการให้บริการเป็นแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง และมีนโยบายการให้บริการแบบ Priority

และ $V^{*}_{1,\Pr iority}$ แทน เวลาคอยโดยเฉลี่ยในระบบเมื่อมีการให้บริการเป็นแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง และมีนโยบายการให้บริการแบบ Priority ที่เป็นจริงหมายถึงเวลาคอยโดยเฉลี่ยในระบบเป็นผลมาจากอัตราการเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยของลูกค้าที่เป็นจริง

จากสมการ (2.2) จะได้ว่า

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

เมื่อ V^{i*} แทนเวลาคอยเฉลี่ยที่ใช้ในระบบของลูกค้ากลุ่มที่ i ที่เป็นจริง $i=1,2$

$$V^{i*} = \lambda_i^* E[S_i] W_q^{i*} + \frac{\lambda_i^* E[S_i^2]}{2} \qquad \text{.........................} \ (3.5)$$

และ W_q^{i*} แทนเวลาคอยเฉลี่ยในแถวคอยของลูกค้ากลุ่ม i ที่เป็นจริง $i=1,2$

จากสมการ (2.4) และสมการ (2.5) จะได้ว่า

$$W_q^{1*} = \frac{\lambda_1^* E[S_1^2] + \lambda_2^* E[S_2^2]}{2(1-\lambda_1^* E[S_1])}$$

และ

$$W_q^{2*} = \frac{\lambda_1^* E[S_1^2] + \lambda_2^* E[S_2^2]}{2(1-\lambda_1^* E[S_1] - \lambda_2^* E[S_2])(1-\lambda_1^* E[S_1])}$$

จากสมการ (3.1) และสมการ (3.2) จะได้ว่า

$$W_q^{1*} = \frac{p\lambda\left[\frac{2}{\mu^2}\right] + \lambda\left[\frac{2}{\mu^2}\right]}{2\left(1-p\lambda\left[\frac{1}{\mu}\right]\right)} = \frac{\lambda(1+p)}{\mu(\mu-p\lambda)}$$

และ

$$W_q^{2*} = \frac{p\lambda\left[\frac{2}{\mu^2}\right] + \lambda\left[\frac{2}{\mu^2}\right]}{2\left(1-p\lambda\left[\frac{1}{\mu}\right]-\lambda\left[\frac{1}{\mu}\right]\right)\left(1-p\lambda\left[\frac{1}{\mu}\right]\right)}$$

$$= \frac{\frac{2(p\lambda+\lambda)}{\mu^2}}{2\left[\frac{\mu-\lambda(1+p)}{\mu}\right]\left[\frac{\mu-p\lambda}{\mu}\right]}$$

$$= \frac{\lambda(1+p)}{(\mu-p\lambda)^2 - \lambda(\mu-p\lambda)}$$

จากสมการ (3.5) จะได้ว่า

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

$$= \frac{p\lambda}{\mu}W_q^{1*} + \frac{p\lambda}{\mu^2}$$

$$= \frac{p\lambda}{\mu}\left[W_q^{1*} + \frac{1}{\mu}\right]$$

และ

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

$$= \frac{\lambda}{\mu}W_q^{2*} + \frac{\lambda}{\mu^2}$$

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

จากสมการ (3.3) จะได้ว่า

$$V_{1,\Pr iority} = (1+p)V^{*}_{1,\Pr iority} \qquad \text{.........................} \quad (3.6)$$

3.2.1.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเวลาคอยเฉลี่ยของทั้งสองนโยบายของแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1ครั้ง

จากสมการ (3.6) จะได้ว่า

$$V_{1,\Pr iority} = (1+p)\left\{\frac{p\lambda}{\mu}\left[\frac{\lambda(1+p)}{\mu(\mu-p\lambda)}+\frac{1}{\mu}\right]+\frac{\lambda}{\mu}\left[\frac{\lambda(1+p)}{(\mu-p\lambda)^2-\lambda(\mu-p\lambda)}+\frac{1}{\mu}\right]\right\}$$

$$=\frac{(1+p)\lambda}{\mu}\left\{\frac{p(\lambda+\mu)}{\mu(\mu-p\lambda)}+\frac{\lambda\mu(1+p)+(\mu-p\lambda)(\mu-p\lambda-\lambda)}{\mu(\mu-p\lambda)(\mu-p\lambda-\lambda)}\right\}$$

$$=\frac{(1+p)\lambda}{\mu[\mu-\lambda(1+p)]}\left\{\frac{(\mu-\lambda(1+p))(p\lambda+p\mu+\mu-p\lambda)+\lambda\mu(1+p)}{\mu(\mu-p\lambda)}\right\}$$

$$=\frac{(1+p)\lambda}{\mu[\mu-\lambda(1+p)]}\left\{\frac{(\mu-\lambda(1+p))\mu(p+1)+\lambda\mu(1p+1)}{\mu(\mu-p\lambda)}\right\}$$

$$=\frac{(1+p)\lambda}{\mu[\mu-\lambda(1+p)]}\left\{\frac{(p+1)(\mu-p\lambda-\lambda+\lambda)}{(\mu-p\lambda)}\right\}$$

$$=\frac{(1+p)^2\lambda}{\mu[\mu-\lambda(1+p)]} \qquad \text{..........................} \quad (3.7)$$

จากสมการ (3.4) และ สมการ (3.7) จะเห็นได้ว่ามีค่าเท่ากันนั่นคือ เวลาคอยเฉลี่ยของทั้งสองนโยบายเมื่อมีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1ครั้ง มีค่าไม่แตกต่างกัน จากการที่เวลาคอยเฉลี่ยของสองนโยบายเท่ากันในกรณีที่จำกัดจำนวนครั้งในการป้อนกลับได้ไม่เกิน 1 ครั้ง สามารถเข้าใจได้โดยสังเกตว่า สำหรับแต่ละหน่วยให้บริการกระบวนการเข้ามารับบริการของลูกค้าใหม่และลูกค้าที่ป้อนกลับเป็นอิสระต่อกัน โดยแต่ละกระบวนการเป็นกระบวนการปัวส์ซอง ดังนั้นกระบวนการเข้ามารับบริการโดยรวมจึงเป็นกระบวนการปัวส์ซอง จากความรู้เกี่ยวกับ M/M/1 คือนโยบายไม่มีผลต่อเวลาคอย ดังนั้นนโยบายทั้งสองจึงมีค่าเฉลี่ยของเวลาคอยเท่ากัน

3.2.1.3 สร้างตัวแบบจำลองแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 1ครั้ง ตามนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกัน ด้วยโปรแกรมการจำลองระบบเชิงพาณิชย์ ARENA

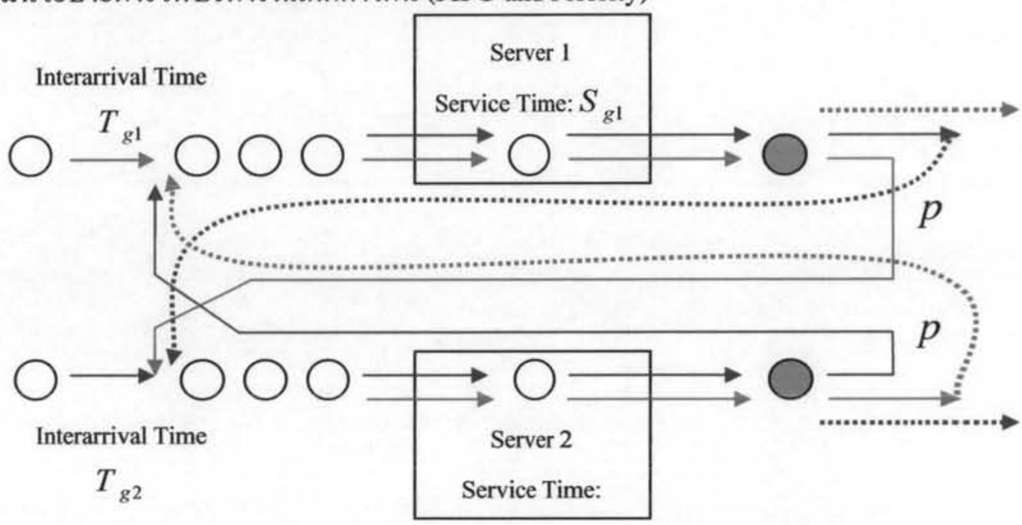
3.2.1.4 ทำการจำลองตัวแบบแถวคอยที่สร้างขึ้น และหยุดการจำลองในสถานการณ์ต่าง ๆ นั้น เมื่อขนาดของครึ่งช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval half width) ของเวลาคอยเฉลี่ยในระบบ น้อยกว่า 0.001 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$ โดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยแบบจับกลุ่ม (method of batch mean)

3.2.1.5 ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคน ซึ่งเป็นตัววัดประสิทธิภาพของการดำเนินงาน ของนโยบายการให้บริการทั้งสองนโยบายเมื่อสัดส่วนในการป้อนกลับของผู้รับบริการเพิ่มขึ้น

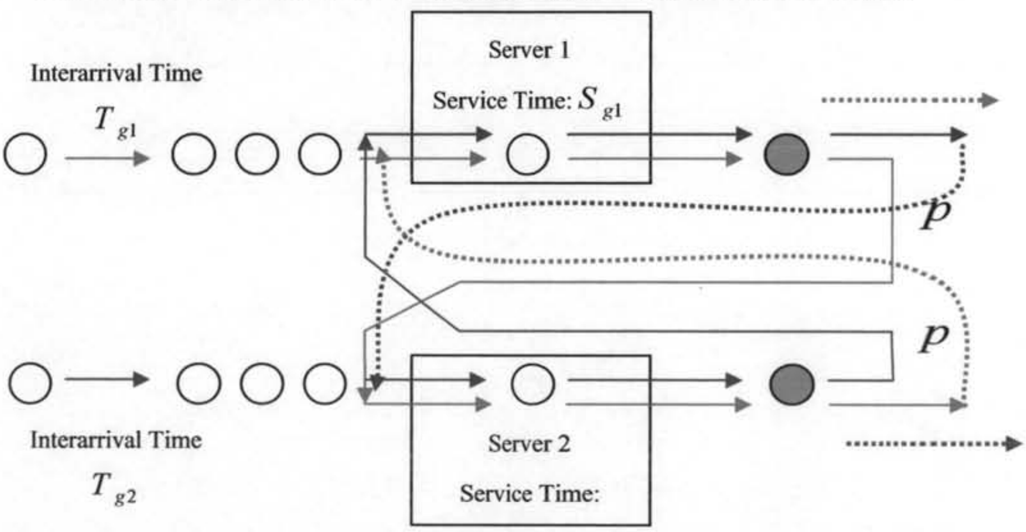
3.2.1.6 เปรียบเทียบค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานจากการจำลองตัวแบบแถวคอย ระหว่างนโยบายการให้บริการทั้งสอง ด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายดังกล่าว

3.2.2 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่เกิน 2 ครั้ง

3.2.2.1 ศึกษาลักษณะของตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ ได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ตามนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกัน (FIFO and Priority)



รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO

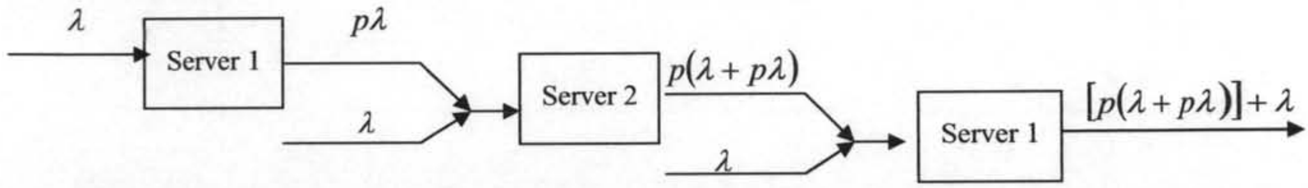


รูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง เมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ PRIORITY

จากรูปที่ 3.5 และ 3.6 เราสามารถแยกพิจารณาเป็นสองกระบวนการดำเนินงานคือ

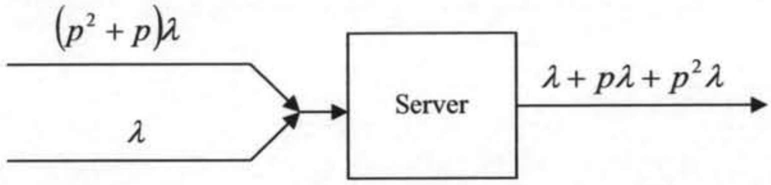
1. กระบวนการที่ลูกค้าเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 1 วนซ้ำมาเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 2 และวนซ้ำกลับไปยังหน่วยที่ 1 อีกครั้งจากนั้นออกจากระบบทันที (เส้นสีแดง)
2. กระบวนการที่ลูกค้าเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 2 วนซ้ำมาเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 1 และวนซ้ำกลับไปยังหน่วยที่ 2 อีกครั้งจากนั้นออกจากระบบทันที (เส้นสีน้ำเงิน)

จากที่เรากำหนดให้ $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = 1$ และ $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ นั่นหมายความว่าเวลาคอยเฉลี่ยของกระบวนการทั้งสองข้างต้นย่อมเท่ากัน ณ สัดส่วนการป้อนกลับ (p) ต่าง ๆ เราจึงพิจารณาเพียง 1 กระบวนการดังนี้



รูปที่ 3.7 แสดงอัตราการเข้ารับบริการเมื่อมีการป้อนกลับเพียง 2 ครั้งด้วยความน่าเป็น p

เราจะพบว่าในแต่หน่วยให้บริการ ลูกค้าที่เข้ามารับบริการในระบบจะมาจาก 2 แหล่ง คือ มาจากภายนอกระบบ และมาจากอีกหนึ่งหน่วยบริการด้วยความน่าจะเป็น $p^2 + p$ ดังรูป 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาจาก 2 แหล่งที่ไม่อิสระต่อกัน เมื่อมีการป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ด้วยความน่าจะเป็น p

3.2.2.2 สร้างตัวแบบจำลองแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่เกิน 2 ครั้ง ตามนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกัน ด้วยโปรแกรมการจำลองระบบเชิงพาณิชย์ ARENA

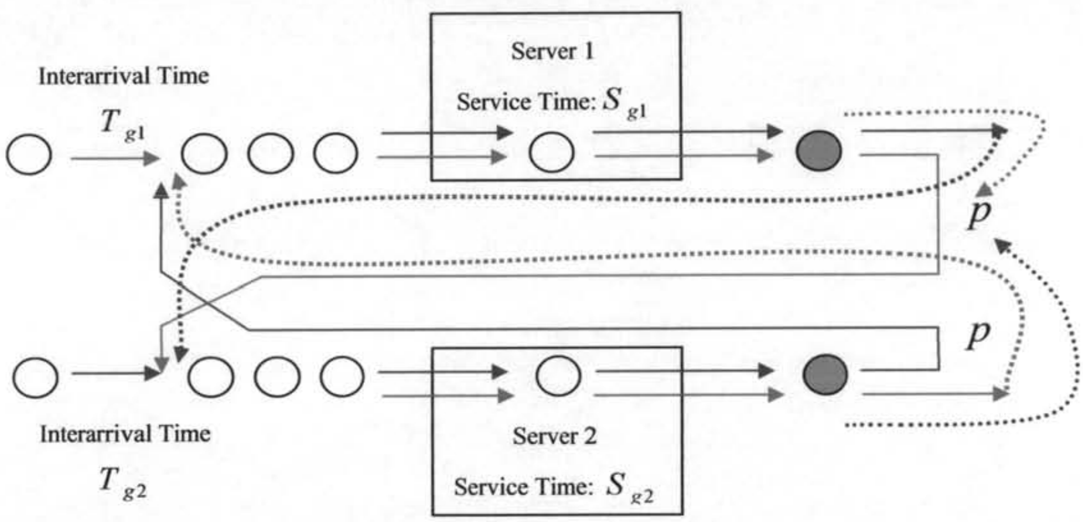
3.2.2.3 ทำการจำลองตัวแบบแถวคอยที่สร้างขึ้น และหยุดการจำลองในสถานการณ์ต่าง ๆ นั้น เมื่อขนาดของครึ่งช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval half width) ของเวลาคอยเฉลี่ยในระบบ น้อยกว่า 0.001 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$ โดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยแบบจับกลุ่ม (method of batch mean)

3.2.2.4 ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคน ซึ่งเป็นตัววัดประสิทธิภาพของการดำเนินงาน ของนโยบายการให้บริการทั้งสองนโยบายเมื่อสัดส่วนในการป้อนกลับของผู้รับบริการเพิ่มขึ้น

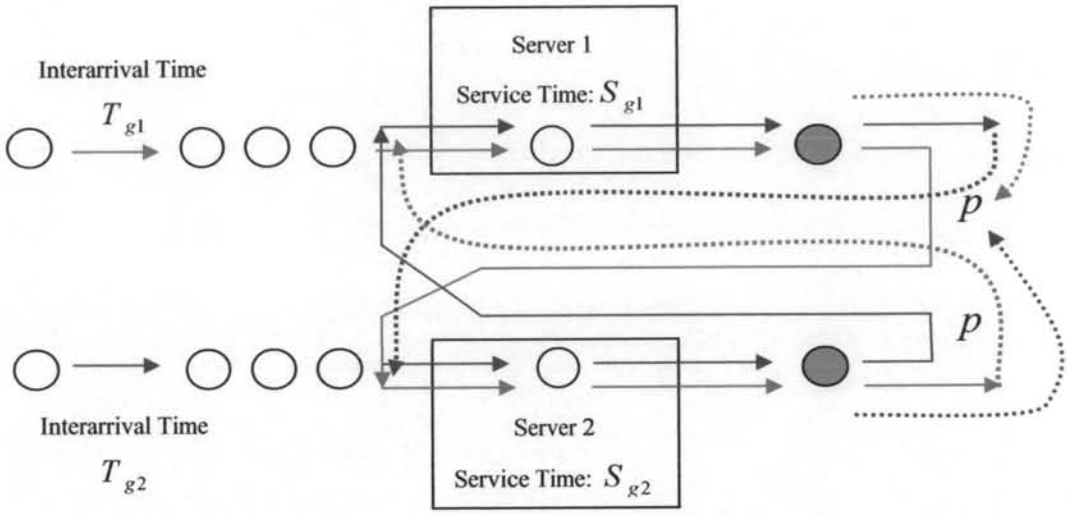
3.2.2.5 เปรียบเทียบค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานจากการจำลองตัวแบบแถวคอย ระหว่างนโยบายการให้บริการทั้งสอง ด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายดังกล่าว

3.2.3 ตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับ (Feedback queuing system) ได้ไม่จำกัดครั้ง

3.2.3.1 ศึกษาลักษณะของตัวแบบแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ตามนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกัน (FIFO and PRIORITY)



รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดจำนวนครั้งเมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ FIFO

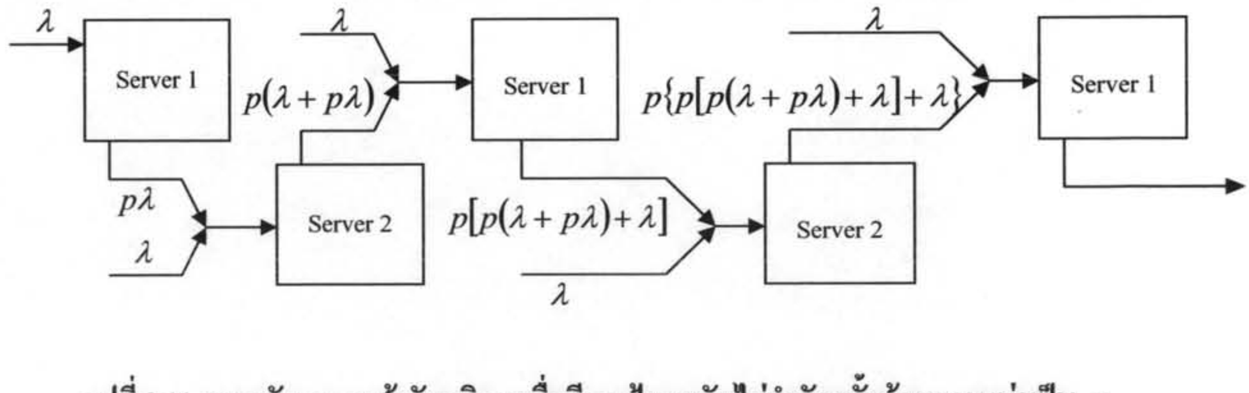


รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างของระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดจำนวนครั้งเมื่อมีหน่วยให้บริการ 2 หน่วย และมีนโยบายการให้บริการแบบ PRIORITY

จากรูปที่ 3.9 และ 3.10 เราสามารถแยกพิจารณาเป็นสองกระบวนการดำเนินงานคือ

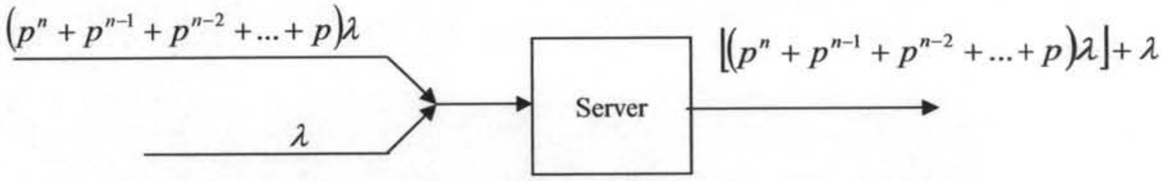
1. กระบวนการที่ลูกค้าเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 1 แล้ววนซ้ำมาเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 2 และสามารถวนซ้ำได้อีกไม่จำกัดครั้ง (เส้นสีแดง)
2. กระบวนการที่ลูกค้าเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 2 แล้ววนซ้ำมาเข้ารับบริการที่หน่วยให้บริการที่ 1 และสามารถวนซ้ำได้อีกไม่จำกัดครั้ง (เส้นสีน้ำเงิน)

จากที่เรากำหนดให้ $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = 1$ และ $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ นั่นหมายความว่าเวลาคอยเฉลี่ยของกระบวนการทั้งสองข้างต้นย่อมเท่ากัน ณ สัดส่วนการป้อนกลับ (p) ต่าง ๆ เราจึงพิจารณาเพียง 1 กระบวนการดังนี้



รูปที่ 3.11 แสดงอัตราการเข้ารับบริการเมื่อมีการป้อนกลับไม่จำกัดครั้งด้วยความน่าเป็น p

เราจะพบว่าในแต่หน่วยให้บริการ ลูกค้าที่เข้ามารับบริการในระบบจะมาจาก 2 แหล่ง คือ มาจากภายนอกระบบ และมาจากอีกหนึ่งหน่วยบริการด้วยความน่าจะเป็น $p^n + p^{n-1} + p^{n-2} + ... + p$ ดังรูป 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าที่มาจาก 2 แหล่งที่ไม่อิสระกัน เมื่อมีการป้อนกลับไม่จำกัดครั้งด้วยความน่าจะเป็น p

3.2.3.2 สร้างตัวแบบจำลองแถวคอยที่มีการให้บริการแบบป้อนกลับได้ไม่จำกัดครั้ง ตามนโยบายการให้บริการที่แตกต่างกัน ด้วยโปรแกรมการจำลองระบบเชิงพาณิชย์ ARENA

3.2.3.3 ทำการจำลองตัวแบบแถวคอยที่สร้างขึ้น และหยุดการจำลองในสถานการณ์ต่าง ๆ นั้น เมื่อขนาดของครึ่งช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval half width) ของเวลาคอยเฉลี่ยในระบบ น้อยกว่า 0.001 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และ $\alpha = 0.05$ โดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยแบบจับกลุ่ม (method of batch mean)

3.2.3.4 ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าเวลาคอยเฉลี่ยในระบบแถวคอยต่อผู้รับบริการแต่ละคน ซึ่งเป็นตัววัดประสิทธิภาพของการดำเนินงาน ของนโยบายการให้บริการทั้งสองนโยบายเมื่อสัดส่วนในการป้อนกลับของผู้รับบริการเพิ่มขึ้น

3.2.3.5 เปรียบเทียบค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานจากการจำลองตัวแบบแถวคอย ระหว่างนโยบายการให้บริการทั้งสอง ด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองนโยบายดังกล่าว