

บทที่ 3

การจำลองระบบ (System Simulation)

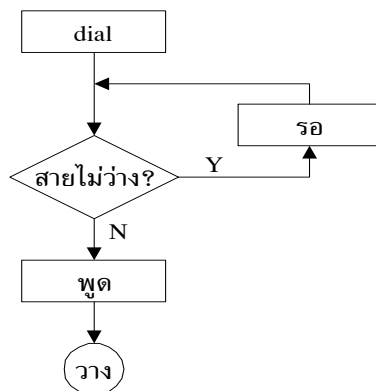
3.1 บทนำ เพื่อให้เข้าใจถึง ความหมายที่ชัดเจน และการจำลองระบบ เนื้อหาในบทนี้จะอธิบาย และยกตัวอย่างการจำลองระบบ เพื่อให้เข้าใจหลักการในการสร้างตัวแบบ (model) และพื้นฐานของตัวแบบ ว่าเราจะต้องกำหนดหน่วยย่อย entity ใดบ้างเพื่อสร้างระบบขึ้นมา
กรณีตัวอย่าง

A การโทรศัพท์เข้าคลินิก

1) ปัญหา (หรือระบบ)

ณ คลินิกแห่งหนึ่ง คนไข้จะหมุนโทรศัพท์ตลอดทั้งวันเพื่อนัดหมอ ถ้าสายไม่ว่าง คนไข้จะเว้นระยะไว้ครู่หนึ่งแล้วเรียกเข้าใหม่ และทำดังนี้จะต่อติดได้

จงสร้าง model เพื่อดูว่าลูกค้าจะต้องหมุนเข้ากี่ครั้งจึงจะต่อติด หาเวลาเฉลี่ยในการติดต่อกับแพทย์ (เริ่มเรียกเข้าจนนัดเสร็จ) และแสดงการใช้ประโยชน์ของเครื่องโทรศัพท์



2) Model จากปัญหาข้างต้นเราพัฒนา model ได้ดังนี้

ข้อตกลงในกรณีศึกษา

1. การเรียก เวลาสนอง เวลาที่ต่อไม่ติด ต้องรวมอยู่ในเวลาพูดและเวลารอ
2. มีวิธีแสดงเวลา ทำให้สร้างข้อมูลเวลาระหว่างเหตุการณ์ เวลารอ เวลาพูดโทรศัพท์
3. มีวิธีแสดงหรือสิ่งแทนเครื่องโทรศัพท์และบันทึกค่าสถานะให้ได้(ว่าง/ไม่ว่าง)
4. มีวิธีแสดงหรือใช้แทนคนใช้ผู้หมุนเข้า
5. ไม่มีบังคับก่อนหลัง ผู้ที่หมุนเข้าชนิดหมุนแล้วหมุนอีกแต่ไม่ติด ไม่มีผลว่าจะต้องได้รับโอกาสก่อน

Simulation program ควรให้สิ่งต่อไปนี้

1. นิยามของโทรศัพท์และสถานะ
2. วิธีแสดงการใช้เวลา
3. สร้างและตัดการหมุนเข้า
4. วิธีรวบรวมค่าทางสถิติ
5. การควบคุมภาวะของโทรศัพท์ ว่าง/ไม่ว่าง

ผู้สร้าง model ต้องระบุ

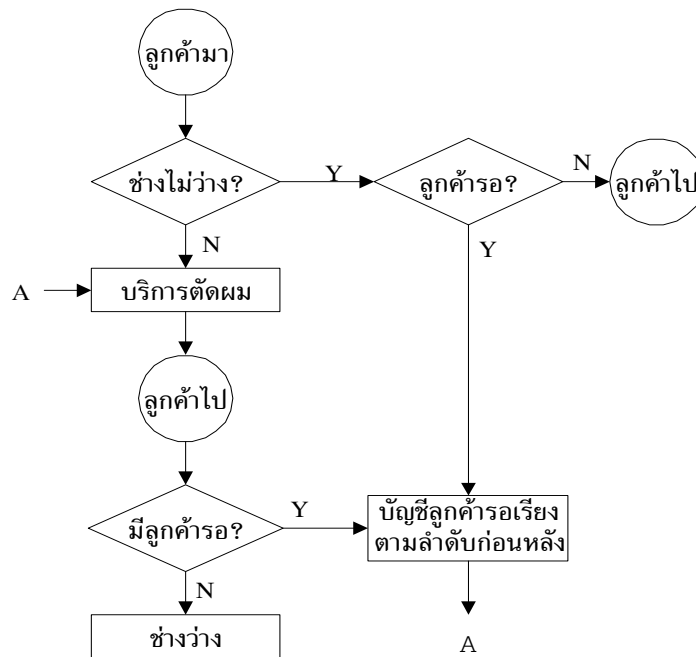
1. การแจกแจงของเวลา
2. เวลาพูด หรือเวลารอ
3. สถิติที่จะเก็บรวบรวม
4. ระยะเวลาจำลองแบบ

B ร้านตัดผม

1. System

ช่างตัดผมสามารถบริการตัดแต่งผมให้ลูกค้าครั้งละ 1 คน ลูกค้าที่เข้ามาในขณะที่ช่างไม่ว่างจะต้องรอ ช่างจะเรียกลูกค้าคนแรกในคิวเข้ามารับบริการเมื่อโต๊ะว่าง ห้องตัดผมจุนคนได้ไม่จำกัด

2. model



จาก model เห็นได้ว่ามีองค์ประกอบ 2 ชนิดคือ

- 1) องค์ประกอบถาวร (constant หรือ permanent element) เป็นส่วนที่คงอยู่ตลอดเวลา จำลองแบบ ในที่นี้จะเห็นว่า ร้านตัดผม และช่างตัดผมคงอยู่ตลอดเวลา โดยช่างตัดผมเป็นผู้ให้บริการ (facility) ร้านตัดผมเป็นที่อยู่ของคิว

2) องค์ประกอบชั่วคราว (temporary หรือ transient element) เป็นส่วนที่ผ่านเข้าและออกจาก model ในระหว่างการจำลองแบบในที่นี้ลูกค้าคือองค์ประกอบชั่วคราว เรียกว่า transaction ซึ่งมีลักษณะเป็นพลวัตตามธรรมชาติ

เนื่องจาก Simulation คือ game of strategy กฎเกณฑ์ต่อไปนี่จึงต้องมีไว้ในงานจำลองแบบร้านตัดผม

1. ลูกค้ามาให้ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และได้รับบริการทันทีเมื่อช่องว่างรอจนเสร็จบริการ ถ้าช่องไม่ว่างลูกค้าต้องรอเช่นกัน
2. ช่องให้บริการลูกค้าครั้งละ 1 คน เมื่อช่องว่างลูกค้าคนแรกในคิวจะเข้ารับบริการ
3. คิวใน FIFO discipline

2.3 ทดลองจำลองแบบด้วยมือ

จากปัญหาเรื่องร้านตัดผม สมมุติเรามีข้อมูลแสดงการแจกแจงระยะห่างระหว่างการมาร้าน (t_a) และเวลาให้บริการ (t_s) ดังนี้

t_a	Prob.	t_s	Prob.
5	1/6	30	1/6
10	2/6	20	1/6
20	3/6	15	4/6

จงทดลองจำลองแบบปัญหานี้และแสดง Model ออกมาเป็นภาพการทำงาน

วิธีทำ

ถ้าเราใช้วิธีการทอดลูกเต๋าคือถ้าได้หน้า 1 ถือว่า $t_a=5$ ถ้าได้หน้า 2,3 ถือว่า $t_a=10$ ถ้าได้หน้า 4,5,6 ถือว่า $t_a=20$

ทำนองเดียวกัน ถ้าได้หน้า 1 ถือว่า $t_s=30$ ถ้าได้หน้า 2 ถือว่า $t_s=20$ ถ้าได้หน้า 3,4,5,6 ถือว่า $t_s=10$

สมมติผลการทอดลูกเต๋ากำหนดค่า t_a และ t_s โคนสุ่มปรากฏผลดังนี้(ในที่นี้ถือว่าเต็มบนหน้าลูกเต๋าคือเลขสุ่ม) สำหรับลูกค้า 10 คน

การมาถึงร้าน		การบริการ	
หน้าลูกเต๋าคือเลขสุ่ม	t_a	หน้าลูกเต๋าคือเลขสุ่ม	t_s
5	20	4	15
1	5	1	30
4	20	1	30
5	20	3	15
6	20	5	15
4	20	4	15
6	20	3	15
5	20	6	15
5	20	5	15
4	20	3	15

ให้ร้านเปิดเวลา 8.00 น. แปลว่าเริ่มงานจำลองแบบเวลา 8.00 น. จะพบว่าผลการจำลองแบบปรากฏดังนี้

ตารางคำตอบจากการจำลองระบบ

$$t = t + t_a \qquad t_b = t + t_a \quad t_e - t \qquad t_e = t + t_s \quad T_i$$

$$\qquad \qquad \qquad t_b = t_b + t_s \qquad \qquad \qquad t_e = t_e + t_s$$

ลูกค้าคนที่	เลขที่	t_a	เวลามาถึง	เวลาเริ่มบริการ	ความยาวคิวเมื่อลูกค้ามาถึง	เวลารอ	เลขที่	t_s	เวลาเสร็จบริการ	เวลาว่าง	T_w
1	5	20	820	820	0	0	4	15	835	20	-
2	1	5	825	835	①	10	1	30	905	-	10
3	4	20	845	905	1	20	1	30	935	-	30
4	5	20	905	935	1	30	3	15	950	-	60
5	6	20	925	950	2	25	5	15	1005	-	85
6	4	20	945	1005	2	20	4	15	1020	-	105
7	6	20	1005	1020	1	15	3	15	1035	-	120
8	5	20	1025	1035	1	10	6	15	1050	-	130
9	5	20	1045	1050	1	5	5	15	1105	-	135
10	4	20	1105	1105	0	-	3	15	1120	-	135

2.4 หลักการของ Simulation ที่ใช้ใน model

จากตัวอย่างข้างบน ถ้าจะทำการจำลองแบบด้วยคำสั่งคอมพิวเตอร์ จะต้องมีส่วนต่อไปนี้

- 1) clock หรือ timing mechanism เนื่องจาก model มีสภาพ dynamic เราจึงต้องมี clock ไว้สำหรับแสดง simulate time
- 2) sequencing mechanism โดยปกติ event จะเกิดขึ้นเมื่อภาวะของ model เปลี่ยนไป ซึ่งเราจะต้องปฏิบัติการบางอย่าง จากนั้นให้บันทึกเวลาของ next event และเก็บค่าเอาไว้ ตามตัวอย่างข้างบน event คือ t_a และเวลาเสร็จบริการ เหล่านี้เรียกว่า schedule event

3) stochastic function

ในการทำงานของ stochastic model ดังนั้นใน model เองจะต้องสร้างเลขสุ่มขึ้นใช้ได้
ด้วย

4) collection of statistics

ในระหว่างการจำลองแบบเราจำเป็นต้องบันทึกค่าสถิติเอาไว้ ดังนั้นโปรแกรมจะต้อง
มีวิธีเก็บค่าสถิติไว้ด้วย

2.5 การนำเสนอ model

การนำเสนอ model เราควรเสนอเป็น flow เพื่อเห็นภาพขั้นการทำงานของ model

กำหนดให้ตัวแปรต่อไปนี้แสดงความหมายต่างๆคือ

t = เวลาของลูกค้า

t_a = เวลาระหว่างเหตุการณ์ (Inter arrival)

t_s = เวลาบริการ

t_e = เวลาเสร็จบริการ

N = จำนวนลูกค้า

T_w = เวลารอสะสม

T_i = เวลาว่างสะสม

N_{max} = จำนวนลูกค้าทั้งหมด

ภาพ Model ปรากฏดังนี้

ค่าเริ่มต้น

$$N = 0 \quad t = 800 \quad T_i = 0$$

$$N_{max} = 10 \quad t_e = 800 \quad T_w = 0$$

คนที่ 1

$$t = t + t_a = 800 + 20 = 820$$

$$(t_a = 20 \quad t_s = 15) \quad t = 820 > t = 800$$

$$T_i = 0 + t - t_e = 0 + 820 - 800 = 20$$

$$t_e = t + t_s = 820 + 15 = 835$$

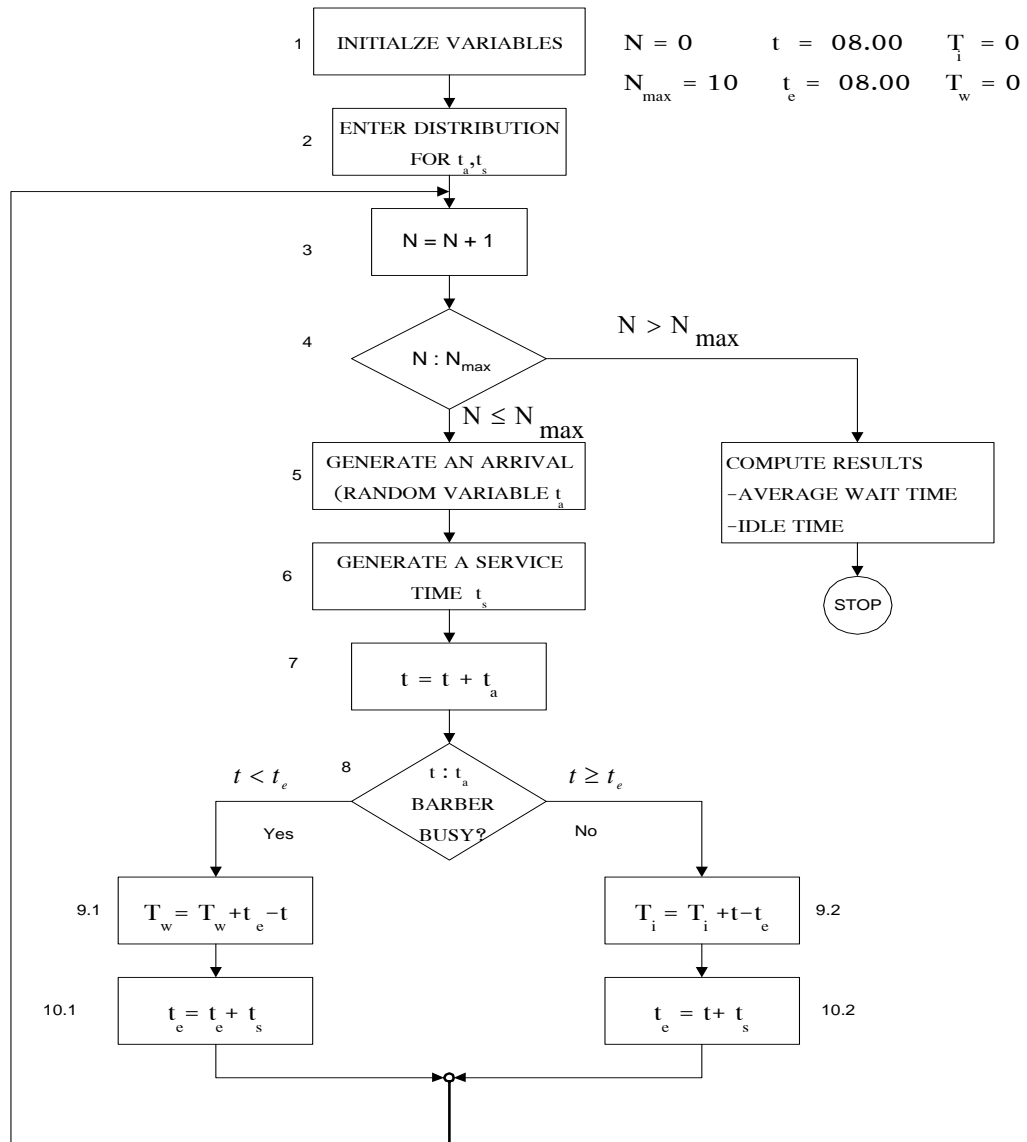
คนที่ 2 $t = t + t_a = 820 + 5 = 825 < t_e = 835$ หรือ
 $(t_a = 5, t_s = 30)$ $T_w = T_w + t_e - t = 0 + 835 - 825 = 10$
 $t_e = t_e + t_s = 835 + 30 = 905$

คนที่ 3 $t = t + t_a = 825 + 20 = 845 < t_e = 905$ หรือ
 $(t_a = 20, t_s = 30)$ $T_w = T_w + t_e - t = 10 + 905 - 845 = 30$
 $t_e = 905 + 30 = 935$

คนที่ 4 $t = t + t_a = 845 + 20 = 905 < t_e = 935$ หรือ
 $(t_a = 20, t_s = 15)$ $T_w = T_w + t_e - t = 30 + 935 - 905 = 60$
 $t_e = t_e + t_s = 935 + 15 = 950$

คนที่ n :

ขั้นตอนที่ได้จากกระบวนการจำลองระบบนี้จะนำเสนอในหน้าที่ 53



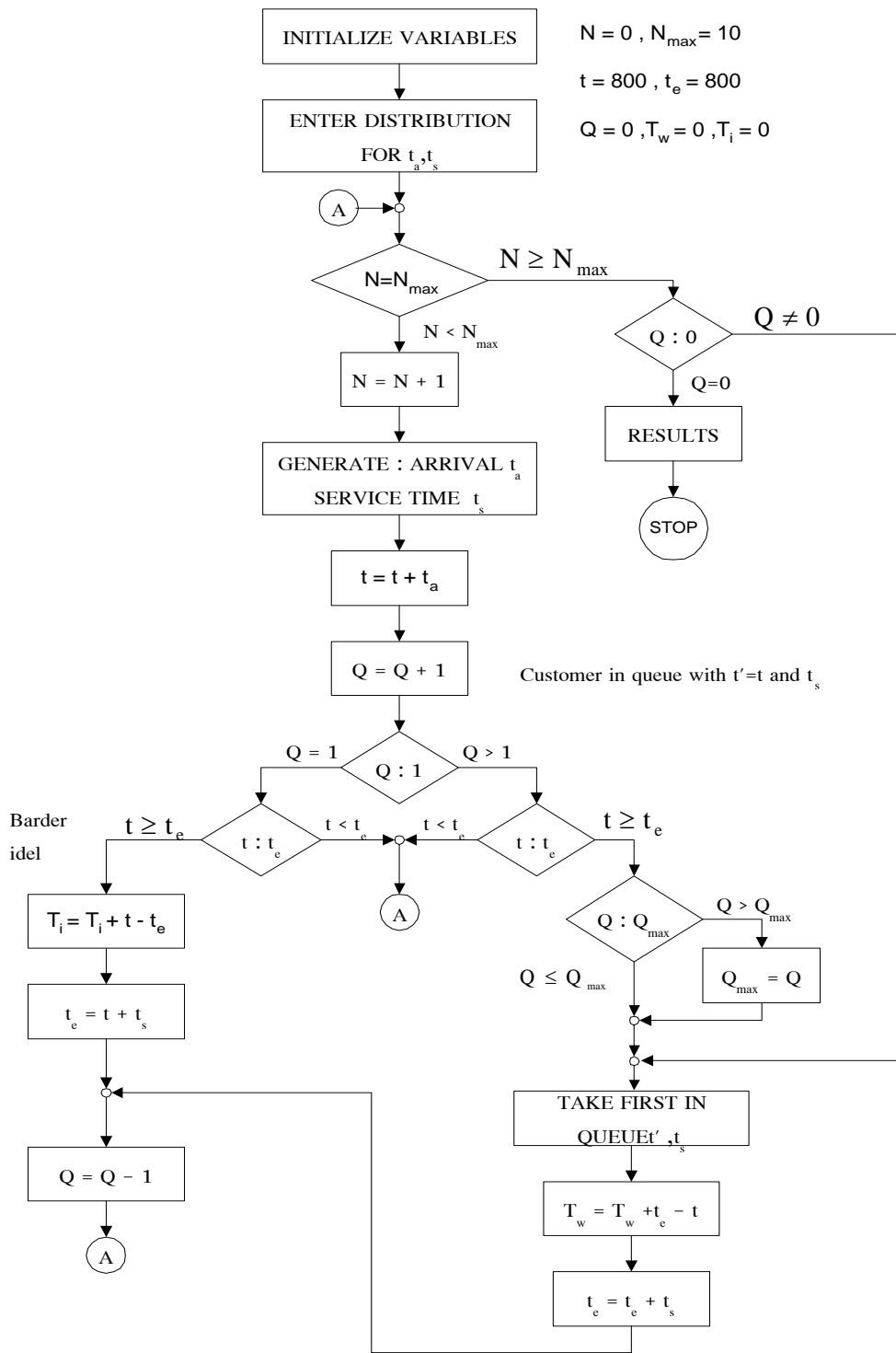
Barbershop block diagram without handling of the queue.

Model นี้ยังไม่เก็บสถิติเกี่ยวกับคิว (Q) ซึ่งเราจะได้อัปเดตปรับปรุงขึ้นให้สมบูรณ์ขึ้น

ต่อไป

รูปแบบของ Model คือลูกค้าเข้ามาในร้าน และรอจนกระทั่งได้รับบริการ แต่ความเป็นจริงเราต้องพิจารณาขนาดของร้าน เพราะขนาดของร้านจะควบคุมคิวตัวเองว่าควรมีกี่คน นอกนี้ลูกค้าจะตัดสินใจออกจากร้านหรือไม่ เข้าร้านถ้าคิวยาวเกินไป หรือบางทีช่างอาจปฏิเสธไม่รับลูกค้าถ้าเห็นว่าคิวยาว ดังนั้นจึงสมควรที่เราจะมีสถิติสำหรับคิวไว้ด้วย

Model ต่อไปนี้จะรวมเอาขั้นตอนการรวบรวมสถิติเกี่ยวข้องกับคิว (queue statistics) ไว้ด้วย โดยเสนอไว้ 2 แนวทางดังภาพ กรณีทั้งสองนี้เมื่อลูกค้าเข้าสู่คิว ถ้า queue length เท่ากับ 1 ($Q=1$ คือลูกค้ากำลังรับบริการ 1 คน) เราจะทดสอบว่าช่างว่างหรือไม่ ถ้าช่างไม่ว่างเราจะสร้างลูกค้า(เลขสุ่มแสดงการมา)คนใหม่ ถ้า $Q>1$ เวลาของลูกค้ายุติท้ายจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับเวลาเสร็จบริการของลูกค้าคนปัจจุบัน ถ้าลูกค้ามาถึงก่อนเสร็จบริการ เราจะสร้างลูกค้าขึ้นมาเพื่อเชคดูว่า event ถัดไปคือ new arrival หรือ end of service ถ้าบริการเสร็จก่อนลูกค้าคนใหม่เข้ามาเราก็หยิบลูกค้าคนแรกในคิวมารับบริการ



Barbershop block diagram with queue handling (first approach)

$$N=0, N_{\max}=10, t=800, t_e=800, T_i=0, T_w=0$$

คนที่ 1 ($t_a=20, t_s=15$)

$$N=1 \quad t=800+t_a=800+20=820$$

$$Q=0+1=1, t'=820$$

$$t:t_e \text{ พบว่า } t > t_e=800$$

$$Q:1 \text{ พบว่า } Q=1$$

$$T_i=T_i+t-t_e=0+820-800=20$$

$$t_e=t+t_s=820+15=835$$

$$? Q=Q-1=0$$

คนที่ 2 ($t_a=5, t_s=30$)

$$t=820+5=825$$

$$Q=0+1=1$$

$$t:t_e \text{ พบว่า } t=825 < t_e=835$$

$$Q:1 \text{ พบว่า } Q > 1 \quad Q:1 \text{ พบว่า } Q=1 \therefore t' = t = 825$$

$$T_w = T_w + t_e - t' = 0 + 835 - 825 = 10$$

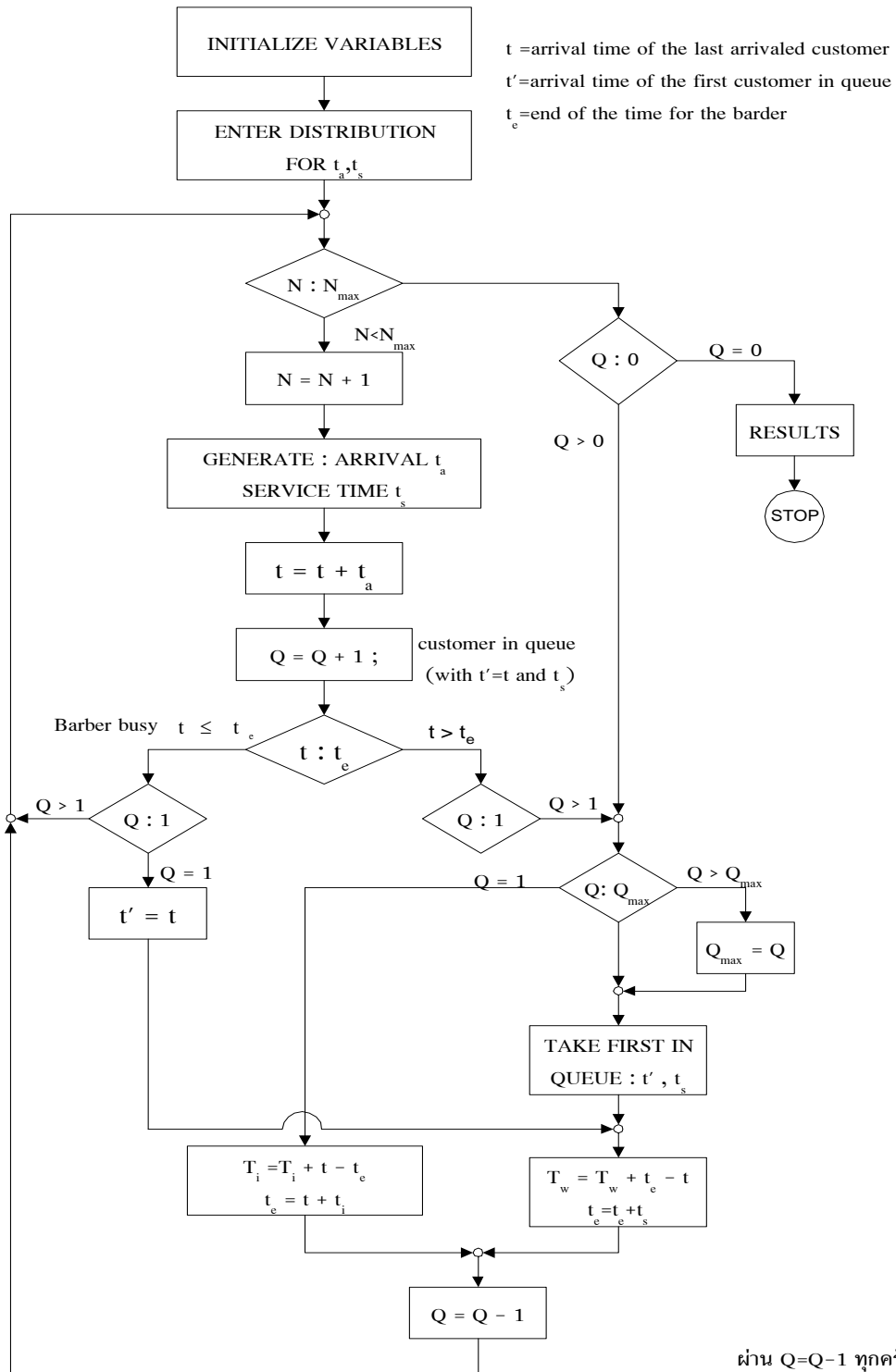
$$t_e=835+30=905$$

$$Q=1-1=0$$

คนที่ 3 ($t_a=20, t_s=30$)

$$t = t + t_a = 825 + 20 = 845$$

$$Q=...$$



ผ่าน $Q=Q-1$ ทุกครั้ง ผิด
เพราะคนไม่เพิ่มในคิว

Barbershop block diagram with queue handlink (second approach)

แบบฝึกหัด

1. ให้นักศึกษานำผังภาพที่แสดงการจำลองระบบในแต่ละกรณีศึกษา ไปปรับให้เป็น Structure Flow Chart
2. จากงานในข้อ 1 ให้นำไปเขียนโปรแกรม โดยการกำหนด Input ในค่าต่างๆกันแล้วดูผลลัพธ์
3. ให้ออกแบบระบบประสานในงานตัวอย่างกรณีศึกษาข้อ A เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ง่ายขึ้นโดยสามารถเลือก Input ข้อมูลได้สะดวก