

รายการอ้างอิง



ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา . การวิจัยขั้นดำเนินงาน : การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางธุรกิจ . กรุงเทพมหานคร

: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.

กัลยา วานิชย์บัญชา . หลักสถิติ . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539.

ธีรพร วีระถาวร . ความน่าจะเป็นเบื้องต้น : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.

มานพ วราภักดิ์ . การจำลองเบื้องต้น . กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2547.

มานพ วราภักดิ์ . ทฤษฎีความน่าจะเป็น . กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2545.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ . การจำลอง . กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอม

เกล้าพระนครเหนือ , 2542.

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง . การวิจัยการดำเนินงาน . กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , 2539.

ส่องศรี พิทยารัตน์ , มณฑา พัววิไล , สรชัย พิศาลบุตร , สุชาดา กิระนันท์ . หลักสถิติ .

กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537.

ภาษาอังกฤษ

Donald Gross, Carl M. Harris . **Fundamentals of Queueing Theory** . New York : John Wiley & Sons , 1985.

Fishman , G.S. Grouping Observations in Digital Simulation . **Management Science** 24 (1977) : 510-521.

Goldsman , D. and G. Tokal . Output Analysis Procedures for Computer Simulation . **In Proceeding of the 2000 , Winter Simulation Conference** : 39-45.

J.A. White , J.W. Schmidt , G.K. Bennett . **Analysis of Queueing Systems** : A Subsidiary of Harcourt Brace Joravovich , 1975.

Shane G. Henderson . Mathematics for Simulation . **In Proceeding of the 2001 , Winter Simulation Conference** : 83-94.

Sheldon M Ross . **Simulation** . San Diego : Academic Press , 1997.

W. David Kelton , Randall P. Sadowski , David T. Sturrock . **Simulation with Arena** . Singapore : McGraw-Hill , 2003.

Wolff , Ronald W. **Stochastic modeling and the theory of queue** . New York : Prentice-Hall , 1988.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรม Arena

โปรแกรม Arena เป็นโปรแกรมที่สามารถประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์และซับซ้อนได้แทบทุกระบบ เช่น ธุรกิจที่ให้บริการลูกค้า กระบวนการผลิต ระบบการขนส่ง ระบบแถวคอย และการจัดการโซ่อุปทาน เป็นต้น โดยการนำหลักการและทฤษฎีการจำลอง (Simulation) ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability) ทฤษฎีสถิติ (Statistics) และการวิจัยขั้นดำเนินการ (Operation Research) มาใช้ ซึ่งเวอร์ชันที่ใช้นี้เป็นเวอร์ชันสำหรับใช้ในการศึกษา (Student version 7.01) ซึ่งหากผู้ที่สนใจต้องการศึกษาเพิ่มเติมสามารถสืบค้นได้จาก www.arenasimulation.com และ www.rockwellsoftware.com หรือ หนังสือ Simulation with Arena (W. David Kelton , Randall P.Sadowski , David T. Sturrock . **Simulation with Arena** , Third Edition . Singapore : McGraw-Hill , 2003)

หนังสือ Simulation with Arena จัดทำขึ้นโดย W. David Kelton (Professor , Department of Quantitative Analysis and Operations Management , University of Cincinnati) Randall P.Sadowski (Product Manager , Application Programs , Rockwell Software) และ David T. Sturrock (Director , Simulation Development , Rockwell Software)

โดยที่ในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ใช้โปรแกรม Arena (Student version 7.01) ในการจำลองตัวแบบแถวคอยวนซ้ำแบบช่างานร้านอาหาร เพื่อช่วยในการจำลองค่าสำหรับเปรียบเทียบนโยบายในการให้บริการของร้านอาหาร ซึ่งหลักการที่ใช้จากโปรแกรม คือ การคำนวณเวลาคอยเฉลี่ยในร้านอาหารต่อลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการแต่ละคน เมื่อกำหนดค่าตัวแปรของสถานการณ์ต่าง ๆ ภายใต้ระบบเปลี่ยนแปลงไป

ส่วนประกอบของแบบจำลองของโปรแกรม Simulation with Arena

1. Entities

สิ่งที่เข้าสู่ระบบ เคลื่อนที่ไปในระบบ เปลี่ยนสถานะ และส่งผลกระทบต่อ entities อื่นๆ รวมถึงสถานะของระบบ เช่น ลูกค้า เข้าสู่ระบบ รับบริการ และออกจากระบบ

2. Attributes

คุณลักษณะร่วมกันของ entities ทุกตัว เช่น เวลาที่เข้าสู่ระบบ หมายเลข ลี เป็นต้น

3. Variables

ข้อมูลที่สะท้อนคุณลักษณะของระบบ เช่น ระบบทำงาน/ว่าง นาฬิกาแสดงเวลาของระบบ ความยาวแถวคอยของระบบ ณ เวลาปัจจุบัน

4. Resources

ทรัพยากรของระบบที่จะให้บริการ entities ซึ่ง entities จะทำให้ resource busy จนกว่าจะให้บริการเสร็จ

5. Queues

แถวคอยที่ entities ใช้คอยเนื่องจาก Resource ไม่ว่าง

6. Statistical Accumulators

ตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลทางสถิติต่างๆ เช่น

- จำนวนของลูกค้าที่รับบริการเสร็จ
- เวลารอคอยของลูกค้าในแถวคอยทั้งหมด
- เวลาของระบบ
- ความยาวของแถวคอย

7. Events

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของระบบ เช่น

- เริ่มต้นการทำงานของระบบ
- ลูกค้ามาถึง
- ลูกค้าออกจากระบบ
- จบการทำงาน

8. Simulation Clock

นาฬิกาของระบบ

9. Starting & Stopping

เงื่อนไขในการเริ่มต้น และสิ้นสุดการจำลองแบบ และจะแปลความหมายเป็นค่าของ Attributes และ Statistical Accumulators ต่างๆ อย่างไร

โดยที่ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาได้จาก Statistical Accumulators คือ เวลาคอยเฉลี่ยในร้านอาหารต่อลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการแต่ละคน

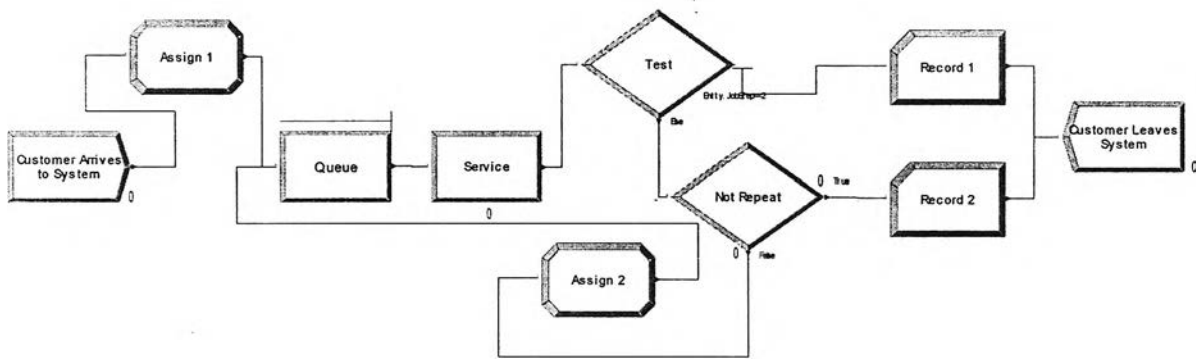
ประโยชน์ของโปรแกรม Simulation with Arena ในเชิงธุรกิจ คือ

- หลีกเลี่ยงการลงทุนที่ผิดพลาด ที่เกิดจากการตัดสินใจทำจริงจากความรู้สึกหรือสัญชาตญาณ
- ออกแบบกระบวนการที่ด้านทานการแข่งขันและความไม่แน่นอนของสิ่งต่างๆในระบบ
- เหยื่อลูกค้าที่ซ่อนอยู่และกำจัดคอขวด (Bottleneck) ที่มีอยู่ในการทำจริงและกระบวนการภายในที่ทำอยู่
- ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับลูกค้าสูงสุดของการบริการและการส่งมอบ

ภาคผนวก ข

แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองตัวแบบแถวคอย

1. ตัวแบบแถวคอยวนซ้ำแบบสามัญ



1.1 ตัวแบบแถวคอยวนซ้ำแบบสามัญ ซึ่งมีนโยบายการให้บริการแบบไม่กำหนดความสำคัญ การให้บริการก่อน

Model statements for module: Create 1

10\$ CREATE,

1,MinutesToBaseTime(0.0),Customer:MinutesToBaseTime(EXPO(10)):NEXT(11\$);

11\$ ASSIGN: Customer Arrives to System.NumberOut=Customer Arrives to System.NumberOut + 1:NEXT(0\$);

Model statements for module: Assign 1

0\$ ASSIGN: Entity.Sequence=1:NEXT(1\$);

Model statements for module: Seize 1

1\$ QUEUE, Queue.Queue;

SEIZE, 2,VA:

Resource 1,1:NEXT(15\$);

15\$ DELAY: 0.0,,VA:NEXT(3\$);

Model statements for module: Process 1

3\$ ASSIGN: Service.NumberIn=Service.NumberIn + 1:

Service.WIP=Service.WIP+1;

45\$ STACK, 1:Save:NEXT(17\$);

17\$ DELAY: Uniform(0,10),,VA:NEXT(26\$);
 26\$ TALLY: Service.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;
 50\$ ASSIGN: Service.VATime=Service.VATime + Diff.VATime;
 51\$ TALLY: Service.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;
 16\$ RELEASE: Resource 1,1;
 65\$ STACK, 1:Destroy:NEXT(64\$);
 64\$ ASSIGN: Service.NumberOut=Service.NumberOut + 1:
 Service.WIP=Service.WIP-1:NEXT(4\$);

Model statements for module: Decide 1

4\$ BRANCH, 1:
 If,Entity.JobStep==2,6\$,Yes:
 Else,5\$,Yes;

Model statements for module: Decide 2

5\$ BRANCH, 1:
 With,50/100,69\$,Yes:
 Else,70\$,Yes;
 69\$ ASSIGN: Not Repeat.NumberOut True=Not Repeat.NumberOut True + 1:NEXT(7\$);
 70\$ ASSIGN: Not Repeat.NumberOut False=Not Repeat.NumberOut False + 1:NEXT(9\$);

Model statements for module: Record 2

7\$ COUNT: Record 2,1:NEXT(8\$);

Model statements for module: Dispose 1

8\$ ASSIGN: Customer Leaves System.NumberOut=Customer Leaves System.NumberOut +
 1;
 71\$ DISPOSE: Yes;

Model statements for module: Assign 2

9\$ ASSIGN: Entity.Sequence=1:
 Entity.JobStep=2:
 Picture=Picture.Woman:NEXT(1\$);

Model statements for module: Record 1

6\$ COUNT: Record 1,1:NEXT(8\$);

1.2 ตัวแบบแถวคอยวนซ้ำแบบสามัญ ซึ่งมีนโยบายการให้บริการแบบกำหนดความสำคัญการให้บริการก่อน

Model statements for module: Create 1

10\$ CREATE,

1,MinutesToBaseTime(0.0),Customer:MinutesToBaseTime(EXPO(10)):NEXT(11\$);

11\$ ASSIGN: Customer Arrives to System.NumberOut=Customer Arrives to System.NumberOut + 1:NEXT(0\$);

Model statements for module: Assign 1

0\$ ASSIGN: Entity.Sequence=1:NEXT(8\$);

Model statements for module: Hold 1

8\$ QUEUE, Queue.Queue;

SCAN:

(Service.NumberIn == Service.NumberOut) || ((Service.NumberIn == Service.NumberOut) && (Entity.JobStep == 2))

:NEXT(1\$);

Model statements for module: Process 1

1\$ ASSIGN: Service.NumberIn=Service.NumberIn + 1;

Service.WIP=Service.WIP+1;

43\$ STACK, 1:Save:NEXT(15\$);

15\$ DELAY: Uniform(0,10),,VA:NEXT(24\$);

24\$ TALLY: Service.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;

48\$ ASSIGN: Service.VATime=Service.VATime + Diff.VATime;

49\$ TALLY: Service.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;

63\$ STACK, 1:Destroy:NEXT(62\$);

62\$ ASSIGN: Service.NumberOut=Service.NumberOut + 1;

Service.WIP=Service.WIP-1:NEXT(2\$);

Model statements for module: Decide 1

```
2$    BRANCH,    1:
        If,Entity.JobStep==2,4$,Yes:
        Else,3$,Yes;
```

Model statements for module: Decide 2

```
3$    BRANCH,    1:
        With,50/100,67$,Yes:
        Else,68$,Yes;

67$    ASSIGN:    Not Repeat.NumberOut True=Not Repeat.NumberOut True + 1:NEXT(5$);
68$    ASSIGN:    Not Repeat.NumberOut False=Not Repeat.NumberOut False + 1:NEXT(7$);
```

Model statements for module: Record 2

```
5$    COUNT:    Record 2,1:NEXT(6$);
```

Model statements for module: Dispose 1

```
6$    ASSIGN:    Customer Leaves System.NumberOut=Customer Leaves System.NumberOut +
                1;

69$    DISPOSE:    Yes;
```

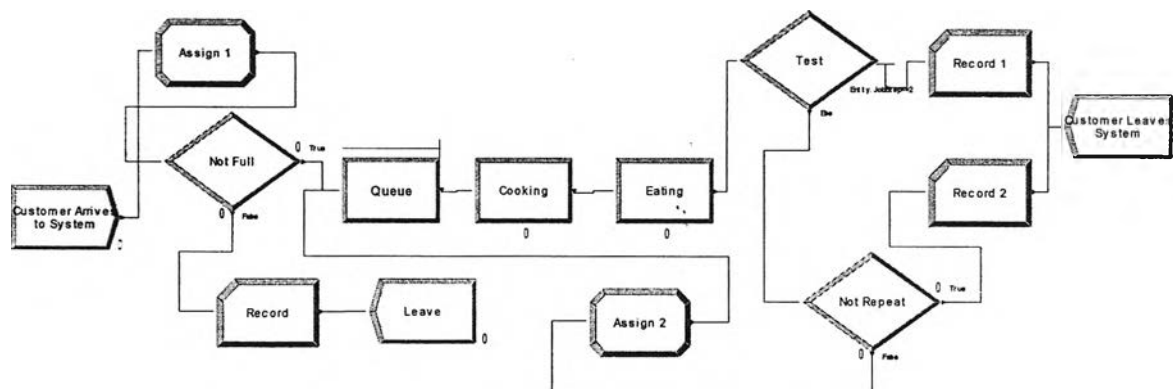
Model statements for module: Assign 2

```
7$    ASSIGN:    Entity.Sequence=2:
                Entity.JobStep=2:
                Picture=Picture.Woman:NEXT(8$);
```

Model statements for module: Record 1

```
4$    COUNT:    Record 1,1:NEXT(6$);
```

2. ตัวแบบแถวคอยวนซ้ำแบบข่ายงานร้านอาหาร



2.1 ตัวแบบแถวคอยวนซ้ำแบบข่ายงานร้านอาหาร ซึ่งมีนโยบายการให้บริการแบบไม่กำหนดความสำคัญการให้บริการก่อน

Model statements for module: Create 1

```
14$ CREATE,
```

```
1,MinutesToBaseTime(0.0),Customer:MinutesToBaseTime(EXPO(10)):NEXT(15$);
```

```
15$ ASSIGN: Customer Arrives to System.NumberOut=Customer Arrives to
System.NumberOut + 1:NEXT(0$);
```

Model statements for module: Assign 1

```
0$ ASSIGN: WIP=EntitiesWIP(Customer):
```

```
Entity.Sequence=1:NEXT(10$);
```

Model statements for module: Decide 3

```
10$ BRANCH, 1:
```

```
If,WIP<=15,18$,Yes:
```

```
Else,19$,Yes;
```

```
18$ ASSIGN: Not Full.NumberOut True=Not Full.NumberOut True + 1:NEXT(1$);
```

```
19$ ASSIGN: Not Full.NumberOut False=Not Full.NumberOut False + 1:NEXT(11$);
```

Model statements for module: Seize 1

```
1$ QUEUE, Queue.Queue;
```

```
SEIZE, 2,VA:
```

```
Resource 1,1:NEXT(21$);
```

21\$ DELAY: 0.0,,VA:NEXT(3\$);

Model statements for module: Process 1

3\$ ASSIGN: Cooking.NumberIn=Cooking.NumberIn + 1;
 Cooking.WIP=Cooking.WIP+1;

51\$ STACK, 1:Save:NEXT(23\$);

23\$ DELAY: Uniform(0,10),,VA:NEXT(32\$);

32\$ TALLY: Cooking.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;

56\$ ASSIGN: Cooking.VATime=Cooking.VATime + Diff.VATime;

57\$ TALLY: Cooking.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;

22\$ RELEASE: Resource 1,1;

71\$ STACK, 1:Destroy:NEXT(70\$);

70\$ ASSIGN: Cooking.NumberOut=Cooking.NumberOut + 1;
 Cooking.WIP=Cooking.WIP-1:NEXT(13\$);

Model statements for module: Process 2

13\$ ASSIGN: Eating.NumberIn=Eating.NumberIn + 1;
 Eating.WIP=Eating.WIP+1;

102\$ STACK, 1:Save:NEXT(74\$);

74\$ DELAY: EXPO(5),,VA:NEXT(83\$);

83\$ TALLY: Eating.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;

107\$ ASSIGN: Eating.VATime=Eating.VATime + Diff.VATime;

108\$ TALLY: Eating.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;

122\$ STACK, 1:Destroy:NEXT(121\$);

121\$ ASSIGN: Eating.NumberOut=Eating.NumberOut + 1;
 Eating.WIP=Eating.WIP-1:NEXT(4\$);

Model statements for module: Decide 1

4\$ BRANCH, 1:
 If,Entity.JobStep==2,6\$,Yes:
 Else,5\$,Yes;

Model statements for module: Decide 2

5\$ BRANCH, 1:
 With,50/100,126\$,Yes:
 Else,127\$,Yes;

126\$ ASSIGN: Not Repeat.NumberOut True=Not Repeat.NumberOut True + 1:NEXT(7\$);

127\$ ASSIGN: Not Repeat.NumberOut False=Not Repeat.NumberOut False + 1:NEXT(9\$);

Model statements for module: Record 2

7\$ COUNT: Record 2,1:NEXT(8\$);

Model statements for module: Dispose 1

8\$ ASSIGN: Customer Leaves System.NumberOut=Customer Leaves System.NumberOut +
1;

128\$ DISPOSE: Yes;

Model statements for module: Assign 2

9\$ ASSIGN: Entity.Sequence=1:

Entity.JobStep=2:

Picture=Picture.Woman:NEXT(1\$);

Model statements for module: Record 1

6\$ COUNT: Record 1,1:NEXT(8\$);

Model statements for module: Record 3

11\$ TALLY: Record,BET,1:NEXT(12\$);

Model statements for module: Dispose 2

12\$ ASSIGN: Leave.NumberOut=Leave.NumberOut + 1;

129\$ DISPOSE: Yes;

2.2 ตัวแบบแถวคอยวนซ้ำแบบขายงานร้านอาหาร ซึ่งมีนโยบายการให้บริการแบบกำหนด
ความสำคัญการให้บริการก่อน

Model statements for module: Create 1

14\$ CREATE,

1,MinutesToBaseTime(0.0),Customer:MinutesToBaseTime(EXPO(10)):NEXT(15\$);

15\$ ASSIGN: Customer Arrives to System.NumberOut=Customer Arrives to
System.NumberOut + 1:NEXT(0\$);

Model statements for module: Assign 1

0\$ ASSIGN: WIP=EntitiesWIP(Customer):

Entity.Sequence=1:NEXT(10\$);

Model statements for module: Decide 3

```

10$    BRANCH,    1:
        If,WIP<=15,18$,Yes:
        Else,19$,Yes;
18$    ASSIGN:    Not Full.NumberOut True=Not Full.NumberOut True + 1:NEXT(1$);
19$    ASSIGN:    Not Full.NumberOut False=Not Full.NumberOut False + 1:NEXT(11$);

```

Model statements for module: Seize 1

```

1$    QUEUE,    Queue.Queue;
        SEIZE,    2,VA:
        Resource 1,1:NEXT(21$);
21$    DELAY:    0.0,,VA:NEXT(3$);

```

Model statements for module: Process 1

```

3$    ASSIGN:    Cooking.NumberIn=Cooking.NumberIn + 1:
        Cooking.WIP=Cooking.WIP+1;
51$    STACK,    1:Save:NEXT(23$);
23$    DELAY:    Uniform(0,10),,VA:NEXT(32$);
32$    TALLY:    Cooking.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;
56$    ASSIGN:    Cooking.VATime=Cooking.VATime + Diff.VATime;
57$    TALLY:    Cooking.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;
22$    RELEASE:    Resource 1,1;
71$    STACK,    1:Destroy:NEXT(70$);
70$    ASSIGN:    Cooking.NumberOut=Cooking.NumberOut + 1:
        Cooking.WIP=Cooking.WIP-1:NEXT(13$);

```

Model statements for module: Process 2

```

13$    ASSIGN:    Eating.NumberIn=Eating.NumberIn + 1:
        Eating.WIP=Eating.WIP+1;
102$   STACK,    1:Save:NEXT(74$);
74$    DELAY:    EXPO(10),,VA:NEXT(83$);
83$    TALLY:    Eating.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;
107$   ASSIGN:    Eating.VATime=Eating.VATime + Diff.VATime;
108$   TALLY:    Eating.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;
122$   STACK,    1:Destroy:NEXT(121$);

```

121\$ ASSIGN: Eating.NumberOut=Eating.NumberOut + 1:

Eating.WIP=Eating.WIP-1:NEXT(4\$);

Model statements for module: Decide 1

; 4\$ BRANCH, 1:

If,Entity.JobStep==2,6\$,Yes:

Else,5\$,Yes;

Model statements for module: Decide 2

5\$ BRANCH, 1:

With,50/100,126\$,Yes:

Else,127\$,Yes;

126\$ ASSIGN: Not Repeat.NumberOut True=Not Repeat.NumberOut True + 1:NEXT(7\$);

127\$ ASSIGN: Not Repeat.NumberOut False=Not Repeat.NumberOut False + 1:NEXT(9\$);

Model statements for module: Record 2

7\$ COUNT: Record 2,1:NEXT(8\$);

Model statements for module: Dispose 1

8\$ ASSIGN: Customer Leaves System.NumberOut=Customer Leaves System.NumberOut +
1;

128\$ DISPOSE: Yes;

Model statements for module: Assign 2

9\$ ASSIGN: Entity.Sequence=2:

Entity.JobStep=2:

Picture=Picture.Woman:NEXT(1\$);

Model statements for module: Record 1

6\$ COUNT: Record 1,1:NEXT(8\$);

Model statements for module: Record 3

11\$ TALLY: Record,BET,1:NEXT(12\$);

Model statements for module: Dispose 2

12\$ ASSIGN: Leave.NumberOut=Leave.NumberOut + 1;

129\$ DISPOSE: Yes;



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย โสภณ บัญชาบุษบง เกิดปีมะเส็ง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากคณะ
พาณิชยศาสตร์และการบัญชี ภาควิชาสถิติ สาขาวิชาสถิติคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เมื่อปี พ.ศ. 2543 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี ภาควิชา
สถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2545