ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ | สถิติ

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์
: กรณีศึกษา สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

Analysis of Queueing System for Customer Service at the Post Office
: A Case Study of Kasetsart University, Bangkhen

นามผู้วิจัย นางสาวอภิชญา มาน้อย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์ธิดาพร ศุภภากร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์อำไพ ทองธีรภาพ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์ : กรณีศึกษา สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

Analysis of Queueing System for Customer Service at the Post Office : A Case Study of Kasetsart University, Bangkhen

โดย

นางสาวอภิชญา มาน้อย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อภิชญา มาน้อย 2553: การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์ : กรณีศึกษา สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ธิดาพร ศุภภากร, Ph.D. 110 หน้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระบบการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ โดยทำการเปรียบเทียบระบบเดิมและระบบใหม่ ระบบเดิมมีจำนวนผู้ให้บริการ 4 หน่วย และระบบใหม่มี 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 ลดจำนวนผู้ให้บริการเป็น 3 หน่วย ระบบที่ 2 เพิ่มจำนวนผู้ให้บริการเป็น 5 หน่วย โดยในแต่ละวันทั้ง 3 ระบบสามารถหาการแจกแจงเวลาการให้บริการได้หลายแบบ แต่ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะกรณีที่เป็นการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลหรือแบบแกมม่า วิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ วิธีเบย์เซียน และสร้างโปรแกรมจำลองแบบจากโปรแกรม ARENA 7.01 เพื่อใช้หาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบการทำงานของทั้งระบบเดิมและระบบใหม่ โดยพิจารณาเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ย เวลารอคอยเฉลี่ยของลูกค้าในแถวคอยและจำนวนลูกค้าในแถวคอยโดยเฉลี่ย

ผลการจำลองระบบ 1000 ครั้ง สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล พบว่า ระบบที่ 2 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบเท่ากับ 163.21 วินาที จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.1089 คน เวลาเฉลี่ยของลูกค้าในแถวคอยเท่ากับ 30.853 วินาที และจำนวนลูกค้าในแถวคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.6048 คน และสำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า พบว่า ระบบที่ 2 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบเท่ากับ 164.99 วินาที จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.1531 คน เวลาเฉลี่ยของลูกค้าในแถวคอยเท่ากับ 26.6789 วินาที และจำนวนลูกค้าในแถวคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.5242 คน ทั้งการแจกแจงเวลาในการให้บริการแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า แสดงให้เห็นว่าระบบใหม่ระบบที่ 2 ที่มีการเพิ่มช่องบริการหนึ่งช่องบริการสามารถลดระยะเวลาการรอคอย ดังนั้นระบบใหม่ระบบที่ 2 เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้ในช่วงเวลาที่มีลูกค้าจำนวนมาก

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Apichaya Manoi 2010: Analysis of Queueing System for Customer Service at the Post Office : A Case Study of Kasetsart University, Bangkhen. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Miss Thidaporn Supapakorn, Ph.D. 110 pages.

The purpose of this research is to compare the current system and the two new systems of customer service at Kasetsart Post Office. In the current system, there are four servers. For the two new systems, the first one has three servers and the second has five servers. The service time for each server perform many distributions such as lognormal, gamma or weibull distribution. Only lognormal and gamma distributions are considered. Bayesian method is applied to estimate the parameters and Arena version 7.01 is used for model simulation in order to get the average waiting time and the average number of customers of both systems and queueing for analyzing the efficiency of the system.

After 1000 times of independent simulation, the second system is the most efficient system from those two distributions. For the lognormal distribution of the service time, the average waiting time of the system and queueing are 163.21s and 30.853s, and the average number of customers of the system and queueing are 3.1089 and 0.6048, respectively. For the gamma distribution of the service time, the average waiting time of the system and queueing are 164.99s and 26.6789s, and the average number of customers of the system and queueing are 3.1531s and 0.5242s, respectively. The result suggests that the second system requires one more server to reduce the average waiting time of the system and queueing, so the second system is another decision making when there are too many customers.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ โดยคำแนะนำ การสนับสนุนให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก อาจารย์ ดร. ธิดาพร ศุภภากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ พยัคฆพงษ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. ระวี สุวรรณเดโชไชย ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และให้การช่วยเหลือทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด สำหรับทุนการศึกษาระดับปริญญาโท และขอขอบพระคุณ คุณวีระชัย เกิดพิทักษ์ หัวหน้าที่ทำการไปรษณีย์เกษตรศาสตร์ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ

ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และครอบครัวที่ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา ประโยชน์อันใดที่เกิดเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้เมตตา อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุก ๆ คนที่เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือมาโดยตลอดไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

อภิชญา มาน้อย

สิงหาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	43
อุปกรณ์	43
วิธีการ	43
ผลและวิจารณ์	47
ผล	47
วิจารณ์	73
สรุปและข้อเสนอแนะ	75
สรุป	75
ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	78
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก การแจกแจงข้อมูล	82
ภาคผนวก ข โปรแกรม WinBUGS	87
ภาคผนวก ค ข้อมูลจำนวนลูกค้า ณ ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์	93
ภาคผนวก ง โปรแกรม Arena 7.01	105
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	110

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างสัญลักษณ์ขององค์ประกอบตัวแบบแถวคอย	25
2	แสดงผลการทดสอบการแจกแจงของจำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการ	48
3	แสดงค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด	49
4	แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่	50
5	แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 1	51
6	แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 2	52
7	แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 3	53
8	แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 4	54
9	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบงานงานเดิมสำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	58
10	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ระบบที่ 1 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	59
11	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	60
12	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบงานเดิมสำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	61
13	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ (ระบบที่ 1) สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	62
14	ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ (ระบบที่ 2) สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	แสดงการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าทั้ง 3 ระบบ สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	64
16	แสดงการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าทั้ง 3 ระบบ สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	64

ตารางผนวกที่

ค1	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 1	94
ค2	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 2	94
ค3	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 3	95
ค4	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 4	95
ค5	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 5	96
ค6	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 6	96
ค7	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 7	97
ค8	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 8	97
ค9	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 9	98
ค10	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 10	98
ค11	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 11	99
ค12	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 12	99
ค13	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 13	100
ค14	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 14	100
ค15	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 15	101
ค16	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 16	101
ค17	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 17	102
ค18	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 18	102

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค19	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 19	103
ค20	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 20	103
ค21	ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 21	104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ข้อมูลทั่วไปบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด	10
2	โครงสร้างบริษัทไปรษณีย์ไทย จำกัด	11
3	โครงสร้างการบริหารงานของที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์	13
4	ลักษณะการให้บริการ	17
5	ลักษณะการเข้ามารับบริการของลูกค้า	17
6	โครงสร้างของระบบคิวที่มีหน่วยบริการ 1 หน่วย	18
7	ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งช่องบริการ	21
8	ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องบริการแบบขนานและมีแถวคอยเดียว	21
9	ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องบริการแบบขนานและมีแถวคอยมากกว่าหนึ่งแถว	21
10	ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องแบบอนุกรม	22
11	ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องบริการแบบขนานและแบบอนุกรมผสมกัน	22
12	แผนผังขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	44
13	เปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	65
14	เปรียบเทียบจำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	65
15	เปรียบเทียบเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	66
16	เปรียบเทียบจำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล	66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	เปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	67
18	เปรียบเทียบจำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	67
19	เปรียบเทียบเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	67
20	เปรียบเทียบจำนวนลูกค้ารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า	68
21	เปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า	68
22	เปรียบเทียบจำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า	69
23	เปรียบเทียบเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า	70
24	เปรียบเทียบลูกค้ารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า	70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 1-4	83
ก2	จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 5-8	83
ก3	จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 9-12	84
ก4	จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 13-16	84
ก5	จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 17-20	85
ก6	จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 21	85
ก7	ค่าของตัวแปรสุ่มแทนอัตราการเข้ามารับบริการเฉลี่ยในแต่ละวัน	85
ก8	การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ระบบงานจริง	86
ข1	Gibbs sampling trace plots for parameter of Poisson distribution and Gibbs sampling density plots for parameter of Poisson distribution สำหรับช่องบริการที่ 1	88
ข2	Gibbs sampling trace plots for parameter of Lognormal distribution สำหรับช่องบริการที่ 2	89
ข3	Gibbs sampling density plots for parameter of Lognormal distribution สำหรับช่องบริการที่ 2	90
ข4	Gibbs sampling trace plots for parameter of Lognormal distribution สำหรับช่องบริการที่ 3	90
ข5	Gibbs sampling density plots for parameter of Lognormal distribution สำหรับช่องบริการที่ 3	91
ข6	Gibbs sampling trace plots for parameter of Gamma distribution สำหรับช่องบริการที่ 4	92
ข7	Gibbs sampling density plots for parameter of Gamma distribution สำหรับช่องบริการที่ 4	92
ง1	การจำลองระบบงานเดิมโดยใช้โปรแกรม ARENA	106
ง2	รายละเอียดของ Create Module ในระบบงานเดิม	106

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ง3	รายละเอียดของ Assign Module ในระบบงานเดิม	107
ง4	รายละเอียดของ Process Module ในระบบงานเดิม	108
ง5	รายละเอียดของ Resource Spreadsheet Module ในระบบงานเดิม	108
ง6	รายละเอียดของ Record Module ในระบบงานเดิม	109
ง7	รายละเอียดของ Dispose Module ในระบบงานเดิม	109

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์ : กรณีศึกษา สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

Analysis of Queueing System for Customer Service at the Post Office : A Case Study of Kasetsart University, Bangkhen

คำนำ

การติดต่อสื่อสารเป็นกระบวนการติดต่อของมนุษย์ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร ตลอดจนบอกเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ระหว่างผู้ส่งไปยังผู้รับ แม้ทุกวันนี้ช่องทางในการสื่อสารจะมีมากมายหลากหลายรูปแบบที่มาพร้อมกับความทันสมัย ซึ่งสามารถส่งได้ทั้งเสียงและรูปภาพ สร้างความสะดวกสบาย ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็วทันใจ แต่ “ไปรษณีย์” ยังคงเป็นช่องทางหนึ่งของการสื่อสาร เป็นสื่อแทนความผูกพันที่ยังไม่เลือนหายไปจากสังคมไทย

กิจการไปรษณีย์ในสยามประเทศ ถือกำเนิดขึ้นด้วยพระมหากรุณาธิคุณ พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯให้สมเด็จเจ้าฟ้าภาณุรังสีสว่างวงศ์ กรมหลวงภาณุพันธุวงศ์วรเดช เป็นผู้นำในการจัดตั้งการไปรษณีย์ร่วมกับ เจ้าหมื่นเสมอใจราช หัวหมื่นมหาดเล็กเวรสิทธิ์ ก่อกำเนิดกิจการไปรษณีย์อย่างเป็นทางการขึ้นในวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2426 โดยมีสมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอ เจ้าฟ้าภาณุรังสีสว่างวงศ์ กรมหลวงภาณุพันธุวงศ์วรเดช ทรงดำรงตำแหน่ง “อธิบดีกรมไปรษณีย์” เป็นพระองค์แรก มีที่ทำการตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งพระนคร ด้านเหนือปากคลองโอ่งอ่าง หน้าวัดราชบูรณะหรือวัดเลียบ เรียกกันว่า ไปรษณียาคาร ซึ่งถือเป็นสถานที่ทำการแห่งแรกของกรมไปรษณีย์ ต่อมาเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520 ได้มีการจัดตั้ง “การสื่อสารแห่งประเทศไทย” (กสท.) โดยรับมอบกิจการด้านปฏิบัติการทั้งหมด รวมถึงการให้บริการไปรษณีย์จากกรมไปรษณีย์โทรเลขมาดำเนินการ โดยมีสถานะเป็นรัฐวิสาหกิจ ใช้สถานที่ปฏิบัติงาน ณ ที่ทำการไปรษณีย์กลาง ต่อมาสำนักงานใหญ่ย้ายมาอยู่ที่ถนนแจ้งวัฒนะ และปัจจุบันเรียกว่า บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด (THAILAND POST CO. , LTD.) จากอดีตจวบจนถึงปัจจุบันบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด มีศูนย์ไปรษณีย์และที่ทำการไปรษณีย์มากมายทั้งในเขตกรุงเทพมหานครและดำเนินการขยายงานไปในระดับจังหวัด (จุฑานันทน์, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด มีความมุ่งหวังในด้านการให้บริการไปรษณีย์และบริการการเงินที่มีประสิทธิภาพครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ ขยายขอบเขตของบริการไปสู่กลุ่มลูกค้าที่กว้างขวางขึ้น ขยายขอบเขตการให้บริการสู่บริการในลักษณะหรือรูปแบบใหม่ ๆ รวมทั้งพัฒนาบริการและการบริหารงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อจะได้สนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยที่ภารกิจของบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ถือเป็นการสืบทอดเจตนารมณ์และปณิธานขององค์รัชกาลที่ 5 ที่มีพระประสงค์ต้องการให้กิจการนี้อำนวยคุณประโยชน์ เป็นกิจการสาธารณูปโภคที่อำนวยความสะดวกให้กับประชาชนคนไทย จากวันนั้นจนถึงวันนี้ไปรษณีย์ไทยมีเครือข่ายที่เชื่อมโยงถึงกันทั่วประเทศ ขณะเดียวกันสามารถติดต่อกับทั่วโลกได้ มีบริการที่ครอบคลุมตั้งแต่การรับส่งจดหมาย ไปรษณียบัตร ของตีพิมพ์ ไปจนถึงบริการขนส่งสินค้าขนาดใหญ่ครบวงจร บริการด้านการเงิน และการรับชำระค่าสินค้าบริการต่าง ๆ ตลอดจนการดำเนินธุรกิจค้าปลีกและเป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าผ่านเครือข่ายไปรษณีย์ ที่สามารถส่งถึงกันได้อย่างสะดวกทันต่อความต้องการของคนยุคนี้ (บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด, 2552)

ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ได้ตระหนักถึงการให้บริการที่ดีและมีคุณภาพเสมอมา โดยคำนึงถึงการให้บริการลูกค้าเป็นสำคัญ คือต้องมีความสะดวกรวดเร็ว ถูกต้อง และทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจสูงสุด ทั้งนี้ถ้าการเข้ามารับบริการของลูกค้ามีความสม่ำเสมอตลอดเวลา ที่ทำการไปรษณีย์ สามารถจัดสรรเกี่ยวกับการให้บริการและผู้ให้บริการได้อย่างเหมาะสมและสามารถสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าหรือผู้มารับบริการได้อย่างเต็มที่ แต่เนื่องจากในสถานการณ์จริงการเข้ามารับบริการของลูกค้าไม่คงที่ โดยที่ลูกค้าแต่ละรายใช้เวลาในการรับบริการไม่คงที่ด้วยเช่นกัน ซึ่งในบางช่วงเวลามีลูกค้ามารับบริการเป็นจำนวนน้อยและบางช่วงเวลามีลูกค้ามารับบริการเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดเวลาในการรอคอย ซึ่งส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าหรือผู้มารับบริการและยังส่งผลต่อประสิทธิภาพในการให้บริการ

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาระบบการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์กรณีศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์โดยศึกษาเฉพาะในช่วงเวลา 10.30-13.30 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีลูกค้ามารับบริการเป็นจำนวนมากโดยทำการจำลองระบบการให้บริการลูกค้าระบบงานเดิมและระบบใหม่ 2 ระบบ โดยเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ จำนวนลูกค้าเฉลี่ยในระบบ เวลารอคอยเฉลี่ยของลูกค้าในคิว จำนวนลูกค้าเฉลี่ยในคิว และจัดสรรจำนวนผู้ให้บริการให้เหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการรอคอยของลูกค้าในช่วงเวลาดังกล่าว และทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการได้ดียิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์

2. เพื่อศึกษาวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีเบย์เซียน

3. เพื่อเสนอแนวทางในการจัดระบบการให้บริการลูกค้าและจัดสรรจำนวนผู้ให้บริการให้มีความเหมาะสม เพื่อช่วยลดระยะเวลาการรอคอยและทำให้การบริการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงรูปแบบเดิมของระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์สาขาเกษตรศาสตร์

2. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดระบบการให้บริการและจัดสรรผู้ให้บริการในแต่ละช่วงเวลาให้เหมาะสมกับจำนวนลูกค้า เพื่อที่จะให้การให้บริการดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. เพื่อเป็นแนวทางในการให้ที่ทำการไปรษณีย์สาขาอื่น ๆ สามารถนำไปศึกษาและประยุกต์ใช้ต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาระบบแถวคอยของผู้มารับบริการ และการให้บริการของที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ตั้งแต่วันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีผู้มารับบริการเป็นจำนวนมาก โดยเริ่มตั้งแต่เวลาที่ลูกค้าแต่ละคนเข้ามาใช้บริการจนกระทั่งเสร็จสิ้นการใช้บริการและออกจากที่ทำการไปรษณีย์ โดยทำการศึกษาหน่วยบริการที่ 1 – 4 ซึ่งให้บริการไปรษณีย์แบบครบวงจร โดยจะใช้บัตรคิวในการเข้ารับบริการและผู้มาก่อนก็จะได้รับบริการก่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บริการไปรษณีย์

บริการไปรษณีย์ คือ บริการที่บริษัทดำเนินการรับฝากข่าวสาร เอกสารและสิ่งของจากบุคคลหนึ่งแล้วนำไปส่งมอบให้แก่บุคคลหนึ่งภายในประเทศและระหว่างประเทศโดยไปรษณีย์หรือวิธีการสื่อสารอื่น รวมทั้งบริการต่อเนื่องใกล้เคียงกัน

บริการไปรษณีย์แบ่งออกตามลักษณะของการให้บริการได้ดังนี้

1. บริการหลัก คือ บริการที่บริษัทจัดให้แก่ผู้ใช้บริการในการฝากส่งข่าวสาร เอกสารและสิ่งของต่าง ๆ ครอบคลุมทุกพื้นที่ทั่วประเทศ โดยมีอัตราค่าบริการและคุณภาพที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ ไปรษณียภัณฑ์ หมายถึง ข่าวสารหรือสิ่งของซึ่งฝากส่งเข้าสู่ทางไปรษณีย์ตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของไปรษณียภัณฑ์ แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

1.1 จดหมาย

1.2 ไปรษณียบัตร

1.3 ของตีพิมพ์

1.4 พัสดุย่อย

1.5 เครื่องอ่านสำหรับคนเสียจักษุ

และพัสดุไปรษณีย์ คือ หีบห่อบรรจุสิ่งของ ตัวอย่างสินค้า หรือสินค้าซึ่งฝากส่งตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของพัสดุไปรษณีย์

2. บริการไปรษณีย์ด่วนพิเศษ (EMS) คือ บริการที่บริษัทรับดำเนินการต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ส่งทางไปรษณีย์ด้วยความรวดเร็วและแน่นอนเป็นพิเศษ

3. บริการพิเศษ คือ บริการที่บริษัทจัดให้มีขึ้นตามความเหมาะสมเพื่อให้ผู้ใช้บริการเลือกใช้ได้โดยชำระค่าบริการตามที่กำหนด ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

3.1 บริการพิเศษที่ใช้ควบคู่กับบริการหลัก เพื่อให้บริษัทดำเนินการเป็นพิเศษต่อสิ่งของส่งทางไปรษณีย์ของตน ได้แก่ บริการไปรษณีย์รับรอง บริการไปรษณีย์ลงทะเบียน บริการไปรษณีย์รับประกัน บริการไปรษณีย์ตอบรับ บริการนำจ่ายด่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 บริการพิเศษที่จัดให้มีขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการ ได้แก่ บริการธุรกิจตอบรับ บริการหนังสือพิมพ์ตราสิน บริการไปรษณียภัณฑ์ไม่มีจ่าหน้า บริการประทับตราเพื่อการเผยแพร่และโฆษณา บริการไปรษณีย์รอจ่าย บริการตู้ไปรษณีย์เช่า บริการขอถอนคืนสิ่งของส่งทางไปรษณีย์ บริการขอแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงจ่าหน้าสิ่งของส่งทางไปรษณีย์ (ไปรษณียนิเทศ, 2549)

บริการการเงิน

บริการการเงิน คือ บริการที่บริษัทรับฝากเงินหรือจำหน่ายตราสารหรือรับชำระเงินจากผู้ใช้บริการ ณ ที่ทำการไปรษณีย์แห่งหนึ่ง เพื่อจ่ายเงินให้แก่ผู้รับ ณ ที่ทำการไปรษณีย์ปลายทางแห่งใดแห่งหนึ่งโดยทางไปรษณีย์หรือวิธีการสื่อสารอื่น

การให้บริการการเงิน แบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. บริการธนาณัติ คือ บริการที่บริษัทรับฝากเงินจากผู้ฝากส่งแล้วดำเนินการออกตราสารสั่งจ่ายเงินซึ่งเรียกว่า ธนาณัติ หรือออกคำสั่งให้ที่ทำการไปรษณีย์แห่งใดแห่งหนึ่งจ่ายเงินหรือออกตราสารสั่งจ่ายเงินให้แก่ผู้รับที่มีนามระบุในตราสารนั้น ได้แก่ ไปรษณีย์ธนาณัติธรรมดา ไปรษณีย์ธนาณัติด่วนพิเศษ ธนาณัติอิเล็กทรอนิกส์

2. บริการตั๋วแลกเงินไปรษณีย์ คือ บริการที่บริษัทจำหน่ายตราสารสั่งจ่ายเงินที่เรียกว่า ตั๋วแลกเงินไปรษณีย์ซึ่งกำหนดชนิดราคาไว้แล้วเพื่อให้ผู้ซื้อส่งไปให้ผู้รับนำไปรับเงิน ณ ที่ทำการไปรษณีย์

3. บริการไปรษณีย์เก็บเงิน คือ บริการที่บริษัทรับฝากสิ่งของส่งทางไปรษณีย์เพื่อไปเรียกเก็บเงินจากผู้รับขณะรับมอบสิ่งของนั้นตามจำนวนเงินที่ระบุไว้บนห่อซอง ณ ที่ทำการไปรษณีย์อีกแห่งหนึ่ง และจัดการส่งเงินจำนวนนั้นให้แก่ผู้ฝากส่งโดยทางบริการธนาณัติ (ไปรษณียนิเทศ, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำจำกัดความ

บริษัท หมายถึง บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

ที่ทำการ หมายถึง ที่ทำการที่เป็นของบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด หรืออยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ได้แก่ ศูนย์ไปรษณีย์ ศูนย์รับฝากไปรษณีย์จำนวนมาก ที่ทำการไปรษณีย์ ที่ทำการไปรษณีย์อนุญาต และร้านจำหน่ายตราไปรษณียากร

ลูกค้า หมายถึง ผู้เข้ามาใช้บริการ ณ ที่ทำการไปรษณีย์

ผู้ให้บริการ หมายถึง คนหรือกลุ่มคนที่ทำหน้าที่ให้บริการหรือดำเนินงานให้เกิดผลลัพธ์

ช่องบริการ หมายถึง ช่องที่ใช้สำหรับให้บริการแก่ผู้เข้ารับบริการ หรือเป็นช่องสำหรับติดต่อให้บริการ

เวลาการให้บริการ หมายถึง เวลาที่ผู้รับบริการใช้ในช่องบริการ โดยนับเมื่อผู้รับบริการเริ่มได้รับการบริการจากผู้ให้บริการ

ระบบงานไปรษณีย์ หมายถึง กระบวนการปฏิบัติงานไปรษณีย์ที่บริษัทกำหนดขึ้นเพื่อดำเนินการต่อสิ่งของที่ฝากส่งเข้าสู่ทางไปรษณีย์ให้สามารถส่งถึงผู้รับได้ตามมาตรฐานบริการ โดยกระบวนการปฏิบัติงานมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ การรับฝาก การส่งต่อและการนำจ่าย

- การรับฝาก หมายถึง การปฏิบัติการของพนักงานในการรับฝากสิ่งของส่งทางไปรษณีย์จากผู้ใช้บริการ ซึ่งอาจทำได้ 3 ลักษณะดังนี้

1. การรับฝาก ณ ที่ทำการ
2. การรับฝาก ณ ตู้ไปรษณีย์
3. การรับฝาก ณ สถานที่อยู่หรือสำนักงานของผู้ฝากส่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- การส่งต่อ หมายถึง การนำสิ่งของส่งทางไปรษณีย์ที่ได้รับไว้ไปคัดแยกออกเป็นแต่ละปลายทางแล้วบรรจุลงในภาชนะที่บริษัทจัดทำขึ้นตามความเหมาะสมกับสภาพห่อของของสิ่งของส่งทางไปรษณีย์แต่ละประเภทและชนิดเพื่อคุ้มครองให้ความปลอดภัยในการส่งต่อของส่งทางไปรษณีย์เหล่านั้นไปยังที่ทำการไปรษณีย์ปลายทางโดยวิธีการขนส่งต่าง ๆ ตามที่บริษัทกำหนด

- การนำจ่าย หมายถึง การที่ที่ทำการไปรษณีย์ปลายทางส่งมอบสิ่งของส่งทางไปรษณีย์ที่ได้รับไว้ให้แก่ผู้รับ หรือผู้ได้รับมอบฉันทะจากผู้รับ หรือผู้แทนของผู้รับโดยวิธีการต่าง ๆ ที่บริษัทกำหนด (ไปรษณียนิเทศ, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ได้ทำการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด
2. การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีเบย์เซียน (Bayesian Method)
3. ทฤษฎีแถวคอย (Queueing Theory)
4. เทคนิคการจำลองแบบ (Simulation Technique)
5. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

1.1 ความเป็นมาของบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

ในปี พ.ศ. 2423 เจ้าหมื่นเสมอใจราช หัวหมื่นมหาดเล็กเวรสิทธิ์ ได้ทำหนังสือกราบบังคมทูลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ถวายคำแนะนำให้เปิดบริการไปรษณีย์ขึ้นในประเทศไทย โดยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริเห็นชอบ จึงทรงแต่งตั้งให้สมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอเจ้าฟ้าภาณุรังษี สว่างวงศ์กรมหลวงภาณุพันธุวงศ์วรเดช ผู้ทรงมีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดส่งหนังสือพิมพ์รายวันในด้านข่าวราชการ ดำรงตำแหน่งผู้สำเร็จราชการกรมไปรษณีย์ เมื่อสมเด็จเจ้าน้องยาเธอเจ้าฟ้าภาณุรังษี สว่างวงศ์ ได้ทรงวางโครงการและเตรียมการไว้พร้อมที่จะเปิดบริการไปรษณีย์ได้แล้ว ก็ได้ประกาศเปิดรับฝาก ส่งจดหมายหรือหนังสือ เป็นการทดลองในเขตพระนครและธนบุรีขึ้นเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2426 มีที่ตั้งอยู่ ณ ตึกใหญ่ริมแม่น้ำเจ้าพระยาตอนปากคลองโอ่งอ่าง ด้านทิศเหนือ (ปัจจุบันรื้อเพื่อใช้ที่สร้างสะพานคู่ขนานกับสะพานพุทธ) ที่ทำการแห่งแรกนี้ใช้เป็นที่ทำการไปรษณีย์สำหรับจังหวัดพระนคร ด้วย เรียกกันว่า “ไปรษณียาคาร”

ต่อมาในปี พ.ศ. 2441 เสนาบดีกระทรวงโยธาธิการกราบบังคมทูลเสนอความเห็นว่าราชการของกรมไปรษณีย์และราชการของกรมโทรเลข ซึ่งตั้งขึ้นก่อนกรมไปรษณีย์แล้วนั้นเป็นงานใน ด้านสื่อสารด้วยกันควรรวมเป็นหน่วยราชการเดียวกันเสียเพื่อความสะดวกแก่การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดำเนินงาน พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเห็นเป็นสมควรจึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้รวมหน่วยงานทั้งสองเข้าด้วยกันว่า “กรมไปรษณีย์โทรเลข” ซึ่งต่อมาได้ย้ายไปใช้อาคารและที่ดินริมถนนเจริญกรุงเป็นที่ทำการและเรียกกันโดยทั่วไปว่า “กรมไปรษณีย์กลาง” การไปรษณีย์เป็นบริการสาธารณะจำเป็นต้องมีระเบียบข้อบังคับเพื่อให้ประชาชนผู้ใช้บริการ และเจ้าหน้าผู้ดำเนินบริการทราบและถือปฏิบัติเมื่อเปิดการไปรษณีย์โทรเลขได้ประมาณ 2 ปีแล้ว รัฐบาลจึงได้ตรากฎหมายขึ้นในปี พ.ศ. 2428 เรียกว่า “พระราชบัญญัติการไปรษณีย์ไทย จุลศักราช 1248” ต่อมาในปี พ.ศ. 2440 ได้ออกพระราชกำหนดไปรษณีย์ ร.ศ. 116 ยกเลิกพระราชบัญญัติฉบับแรกและใช้พระราชกำหนดนี้ตลอดมา จนกระทั่งปรับปรุงใหม่ออกเป็น “พระราชบัญญัติไปรษณีย์ พุทธศักราช 2477” มีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเศรษฐการเป็นผู้รักษาตามพระราชบัญญัติ (ปัจจุบันรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Ministry of Information and Communication Technology : ICT) เป็นผู้รักษาการ ตามพระราชบัญญัติและพระราชบัญญัติฉบับนี้ยังมีผลใช้บังคับอยู่)

เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520 ได้มีการจัดตั้ง “การสื่อสารแห่งประเทศไทย” ตามพระราชบัญญัติการสื่อสารแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2519 โดยรับมอบกิจการด้านปฏิบัติการทั้งหมด รวมถึงการให้บริการไปรษณีย์จากกรมไปรษณีย์โทรเลขมาดำเนินการ โดยมีสถานะเป็นรัฐวิสาหกิจ ใช้สถานที่ปฏิบัติงาน ณ ที่ทำการไปรษณีย์กลาง ต่อมาสำนักงานใหญ่ย้ายมาอยู่ที่ถนนแจ้งวัฒนะ ซึ่ง กสท. ได้ปรับปรุงและพัฒนาบริการให้เจริญก้าวหน้ามาโดยตลอด จนเป็นรัฐวิสาหกิจชั้นนำที่ยิ่งใหญ่ มีศักยภาพเครือข่าย ระบบ และคุณภาพระดับมาตรฐานสากล (คำเฟื่อง, 2552)

จากนโยบายรัฐบาลที่ต้องการแปรสภาพรัฐวิสาหกิจ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้เทียบเท่าภาคเอกชน ซึ่ง กสท. เป็นหนึ่งในรัฐวิสาหกิจที่ต้องดำเนินการตามนโยบาย โดยเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 คณะรัฐมนตรีมีมติให้แปรสภาพ กสท. ตามแบบกิจการโทรคมนาคม และพระราชบัญญัติทุนรัฐวิสาหกิจ พ.ศ. 2542 แยกกิจการ คือ บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด และบริษัท กสท. โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) จัดตั้งเป็นบริษัทเมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2546

บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด (ปณท.) ยังคงสถานะเป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตั้งอยู่ที่อาคารสำนักงานใหญ่ ปณท. โดยปฏิรูปภาพลักษณ์ใหม่ ปรับปรุงบริการและการให้บริการไปรษณีย์แก่ประชาชน พัฒนาการให้บริการเชิงธุรกิจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อให้ ปณท. ก้าวไกล ทันสมัย ช่วยยกระดับความเอื้อประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างต่อเนื่องตลอดไป (บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด, 2552)

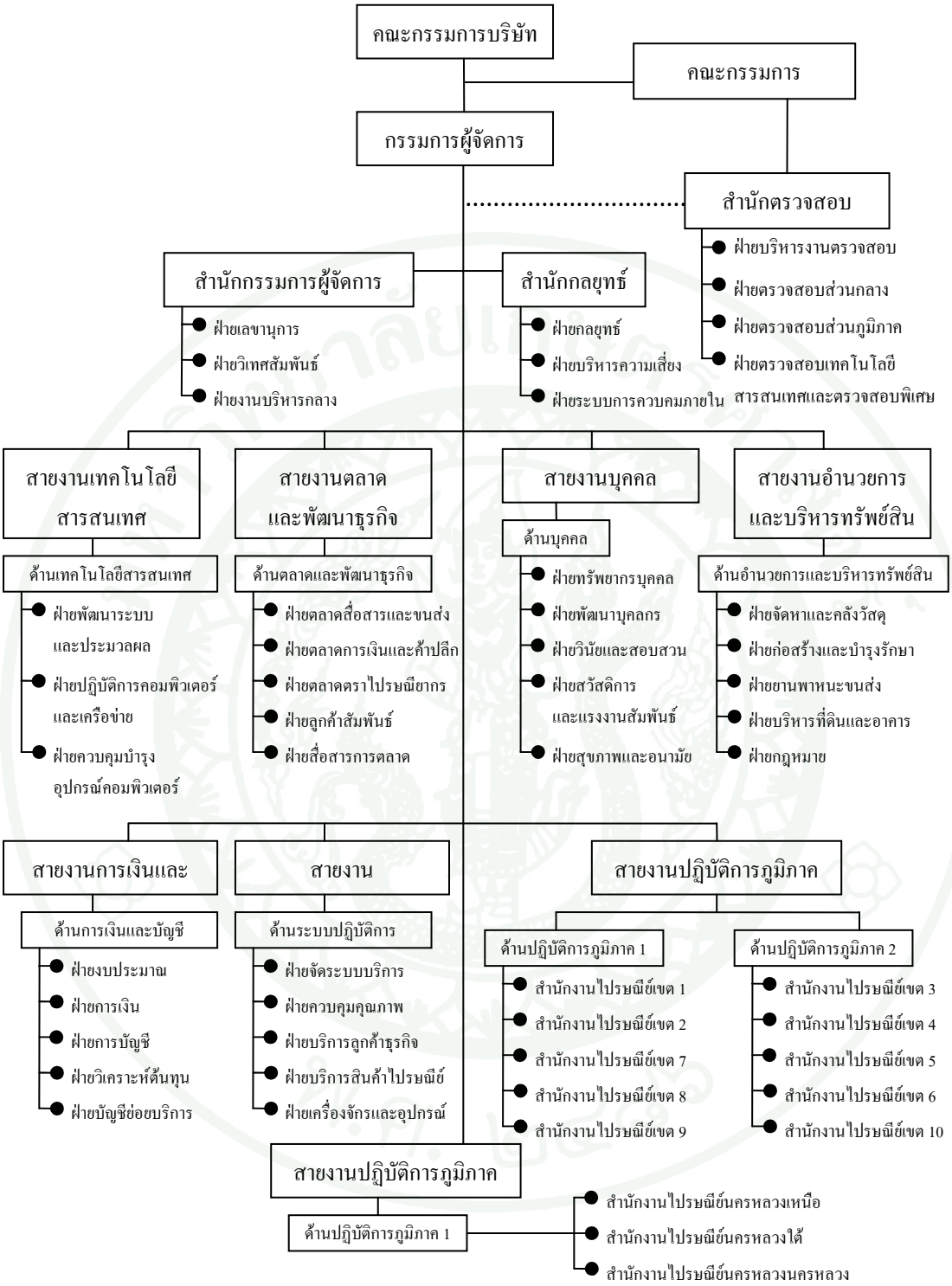
บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด เป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติทุนรัฐวิสาหกิจ พ.ศ. 2542 เมื่อวันที่ 14 สิงหาคม 2546 โดยมีกระทรวงการคลังเป็นผู้ถือหุ้น 100 เปอร์เซ็นต์

ชื่อบริษัท	บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด
ชื่อภาษาอังกฤษ	THAILAND POST CO., LTD.
เรียกโดยย่อ	ปณท.
เลขทะเบียนบริษัท	01 05546095724 (เดิมเลขที่ 10854601 449)
พนักงานและลูกจ้าง	จำนวน 20,910 คน (ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2550)
ที่ตั้งสำนักงานใหญ่	เลขที่ 111 หมู่ที่ 3 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210-0299
โทรศัพท์	0-2831-3131
โทรสาร	0-2956-8904
เว็บไซต์	www.thailand.co.th
ผู้สอบบัญชี	สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน

ภาพที่ 1 ข้อมูลทั่วไปบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

ที่มา: บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 โครงสร้างบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

ที่มา: บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 สภาพทั่วไปและโครงสร้างการบริหารงานของพื้นที่ศึกษา

ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ เนื่องจากเป็นสาขาที่ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีความจำเป็นต่ออาจารย์ นิสิตนักศึกษา และบุคลากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมถึงบุคคลภายนอกที่อยู่บริเวณใกล้เคียง

โดยที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ข้างตึกคณะวิทยาศาสตร์ เวลาเปิดทำการ วันจันทร์ – วันศุกร์ 08.30 – 16.30 น. ยกเว้นวันเสาร์ วันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์ วันหยุดชดเชย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 3 โครงสร้างการบริหารงานของที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์

ที่มา: ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีเบย์เซียน

ทฤษฎีบทของเบย์ (Bayes' Theorem)

ให้ $\mathrm{p}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{\theta})$ เป็นฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นร่วม (Joint Probability Density Function, pdf) โดยที่ $\boldsymbol{x}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวอย่างสุ่ม และ $\boldsymbol{\theta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์

$$\begin{aligned}\mathrm{p}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{\theta}) &= \mathrm{p}(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{\theta})\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta}) \\ &= \mathrm{p}(\boldsymbol{\theta}|\boldsymbol{x})\mathrm{p}(\boldsymbol{x})\end{aligned}$$

แล้วได้ว่า

$$\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta}|\boldsymbol{x}) = \frac{\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta})\mathrm{p}(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{\theta})}{\mathrm{p}(\boldsymbol{x})} \quad \text{โดยที่ } \mathrm{p}(\boldsymbol{x}) \neq 0$$

และสามารถเขียนสมการข้างต้นให้อยู่ในรูป

$$\begin{aligned}\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta}|\boldsymbol{x}) &\propto \mathrm{p}(\boldsymbol{\theta})\mathrm{p}(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{\theta}) \\ &\propto \text{Prior pdf} \times \text{Likelihood Function}\end{aligned}$$

โดยที่ $\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta}|\boldsymbol{x})$ เรียกว่า ฟังก์ชันการแจกแจงภายหลังหรือฟังก์ชันโพสทีเรีย (Posterior Distribution Function) และ $\mathrm{p}(\boldsymbol{\theta})$ เรียกว่า ฟังก์ชันการแจกแจงเบื้องต้นหรือทราบมาก่อน (Prior Distribution Function, Prior pdf) ของเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\boldsymbol{\theta}$ และ $\mathrm{p}(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{\theta})$ เรียกว่า ฟังก์ชันความหนาแน่นของตัวอย่างสุ่มเมื่อกำหนด $\boldsymbol{\theta}$ (Likelihood Function) (Zellner, 1996)

ขั้นตอนการหาฟังก์ชันโพสทีเรียและตัวประมาณแบบโพสทีเรียเบย์ (สายชล, 2544) มีดังนี้

2.1 หาฟังก์ชันความหนาแน่นร่วมของ $X_1,\ldots,X_n$ เมื่อกำหนด θ

$$f(x_1,\ldots x_n|\theta) = f(x_1|\theta)\ldots f(x_n|\theta)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 หาฟังก์ชันความหนาแน่นร่วมของ $X_1,\ldots,X_n$ เมื่อกำหนด θ และฟังก์ชันความหนาแน่นของ θ

$$f(x_1,\ldots x_n|\theta)\,g(\theta)$$

2.3 หา $\int f(x_1\ldots,x_n|\theta)g(\theta)d\theta$

2.4 หาฟังก์ชันการแจกแจงภายหลังหรือฟังก์ชันโพสทีเรียของ θ

$$f(\theta|x_1,\ldots,x_n)=\frac{f(x_1\ldots,x_n|\theta)g(\theta)}{\int f(x_1\ldots,x_n|\theta)g(\theta)d\theta}$$

2.5 หาตัวประมาณแบบโพสทีเรียเบย์ของฟังก์ชัน

$$\begin{aligned}\tau(\theta)&=E(\tau(\Theta)|X_1,\ldots,X_n)\\&=\int\tau(\theta)f(\theta|x_1,\ldots x_n)d\theta\\&=\frac{\int\tau(\theta)f(\theta|x_1,\ldots x_n)g(\theta)d\theta}{\int f(\theta|x_1,\ldots x_n)g(\theta)d\theta}\end{aligned}$$

3. ทฤษฎีแถวคอย (Queueing Theory)

แถวคอยหรือคิว (Queue) เป็นสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันทั่วไป เช่น บริการฝาก-ถอนประจำวันของธนาคารต่าง ๆ การใช้บริการของที่ทำการไปรษณีย์ และในทางธุรกิจแถวคอยนับว่ามีบทบาทอย่างมากต่อเจ้าของธุรกิจและนักลงทุน ตัวอย่างเช่น จะต้องใช้พนักงานของไปรษณีย์กี่คน เพื่อที่จะบริการลูกค้าในเวลาเร่งด่วน จะใช้พนักงานบริการสักเท่าไรและลูกค้าจะรออยู่ในแถวคอยเท่าไร, ธุรกิจปั๊มน้ำมันจะต้องจัดพื้นที่เท่าไรให้รถยนต์ เพื่อรองรับลูกค้าโดยไม่ให้แถวคอยนั้นยาวเกินไปจนลูกค้าไม่ใช้บริการและหันไปใช้บริการของปั๊มอื่น ๆ จากตัวอย่างดังกล่าว จะเห็นแถวคอยที่ใช้ในด้านธุรกิจทั่วไปเกิดขึ้นได้เมื่อการบริการ (Service) ไม่เพียงพอต่อลูกค้าที่เพิ่มปริมาณมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจว่าจะคำนวณการให้บริการต่อลูกค้าโดยเฉลี่ยเท่าไร เพื่อให้บริการต่อลูกค้า ณ เวลาหนึ่ง ด้วยโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่กำหนดให้ ขณะเดียวกันถ้ามีผู้ให้บริการจำกัด ต้องการทราบว่าลูกค้าจะรอในแถวคอยเฉลี่ยแล้วเท่าไร เพื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนวณการใช้เวลาทั้งหมดในระบบได้ ทฤษฎีที่จะใช้การอธิบายเรื่องเหล่านี้ เรียกว่า ทฤษฎีคิวหรือทฤษฎีแถวคอย ซึ่งวิศวกรชาวเดนมาร์ค ชื่อ A.K. Erlang (ค.ศ. 1920) ได้พัฒนาใช้ระบบคิวในอุตสาหกรรมด้านโทรศัพท์เป็นคนแรก นอกจากนั้นจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ทฤษฎีคิวได้ถูกประยุกต์ใช้แพร่หลายในด้านต่าง ๆ เช่น ที่ทำการไปรษณีย์, ธนาคาร โดยมีพนักงานเป็นผู้ให้บริการ (วิชัย, 2544)

ระบบแถวคอย (Queueing System)

แถวคอย หมายถึง การเข้าคิวหรือเรียงคิว เช่น การเข้าคิวคอยรับบริการฝาก-ถอนของธนาคาร หรือการเข้าคิวคอยการจ่ายเงินที่ห้างสรรพสินค้า

การที่มีคนมารอเข้าคิวกันเพื่อรอการบริการมีสาเหตุได้ดังนี้

1. มีจำนวนลูกค้ามารับบริการมากในขณะนั้น กล่าวคือ เวลาการเข้ามารับบริการลูกค้าแต่ละคนสั้นมากหรือเวลาระหว่างการมา (Inter-Arrival Time) ของลูกค้าสั้นมาก
2. มีจำนวนผู้บริการน้อย หรือเวลาในการบริการลูกค้า (Service Time) นานมาก

ตัวแปรของระบบ (State Variable)

ระบบแถวคอยมีตัวแปรที่จำเป็นต้องรู้จักอยู่ 4 ตัวแปร คือ

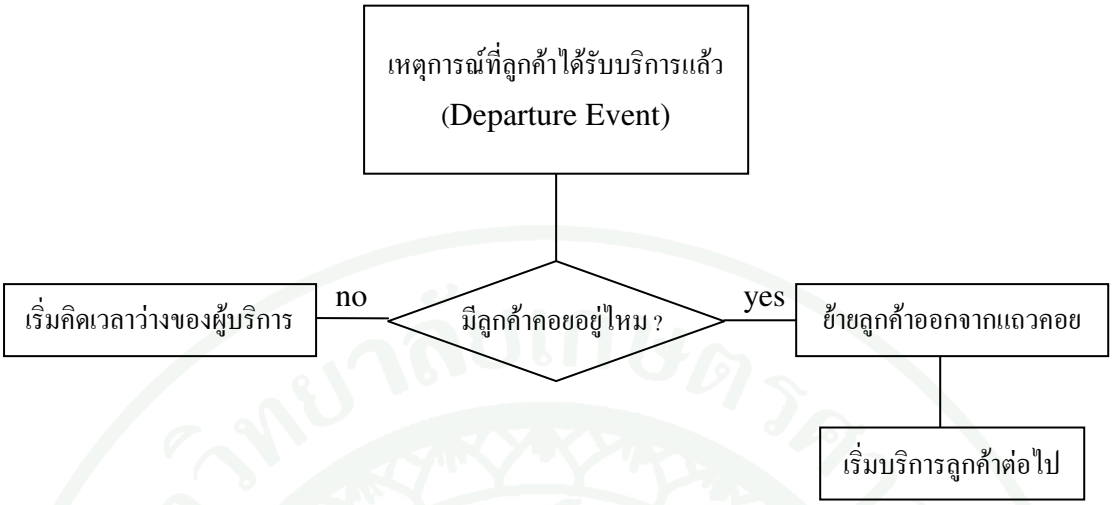
1. จำนวนลูกค้าในระบบ ณ เวลาหนึ่ง
2. จำนวนผู้บริการ
3. จำนวนลูกค้าในแถวคอย ณ เวลาหนึ่ง
4. จำนวนลูกค้าที่บริการเสร็จแล้ว

สถานภาพของผู้บริการ (State of Server)

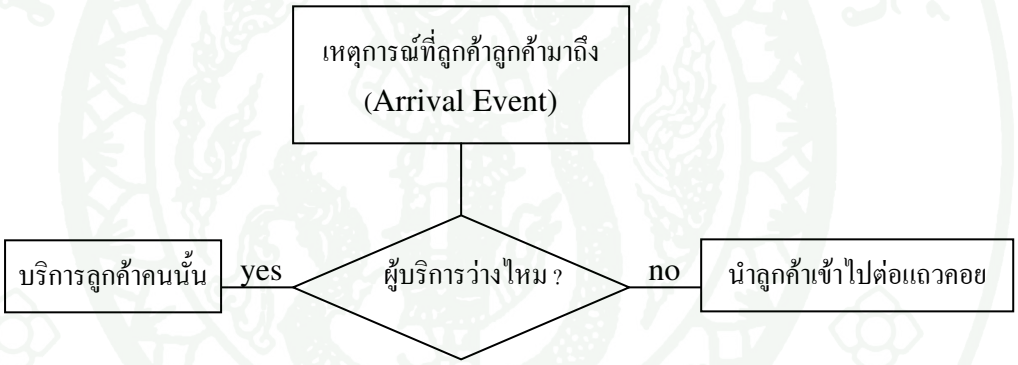
ว่าง (Ideal) คือ ไม่มีลูกค้าในระบบ

ไม่ว่าง (Busy) คือ มีลูกค้าในระบบ ทำให้ลูกค้าเพิ่มขึ้น ความยาวของแถวคอยก็มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



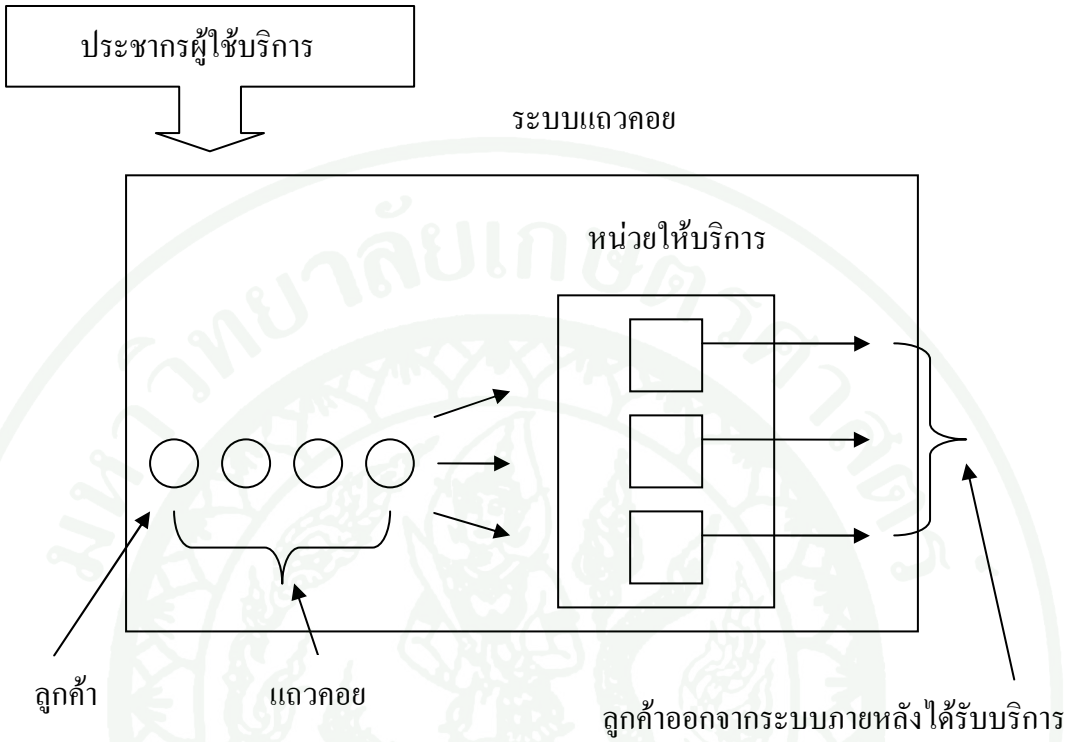
ภาพที่ 4 ลักษณะการให้บริการ



ภาพที่ 5 ลักษณะการเข้ามารับบริการของลูกค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงสร้างของระบบแถวคอย (The Structure of a Queueing System)



ภาพที่ 6 โครงสร้างของระบบคิวที่มีหน่วยบริการหลายหน่วยแบบขนาน

โครงสร้างทั่วไปของรูปแบบแถวคอยประกอบด้วย

1. ลูกค้า (Customer) ซึ่งจะมารับบริการโดยมาจากแหล่ง ๆ หนึ่งในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ลูกค้าเหล่านี้จะเข้ามาในระบบแถวคอยและเข้าแถวรอรับบริการ
2. หน่วยให้บริการ (Service Mechanism) จะให้บริการลูกค้าแต่ละคนตามระเบียบการให้บริการ (Service Discipline)
3. แถวคอย (Queue)

องค์ประกอบของระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยโดยทั่วไปจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบ

1. รูปแบบการเข้ามาของผู้รับบริการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. กระบวนการให้บริการ
3. กฎระเบียบของแถวคอย หรือกฎระเบียบให้บริการ
4. ขีดความสามารถของระบบในการให้บริการ
5. จำนวนผู้ให้บริการคู่ขนาน
6. จำนวนขั้นตอนการให้บริการ

1. รูปแบบการเข้ามาของผู้รับบริการ (Arrival Pattern of Customers)

ค่าที่ใช้ในการพิจารณา

ในการอธิบายรูปแบบการเข้าหรือกระบวนการเข้ามา (Input Process) จะอธิบายด้วยค่า 2 ค่า คือ

1) อัตราเข้ามาโดยเฉลี่ย (Average Arrival Rate) คือ จำนวนผู้ใช้บริการที่เข้ามาโดยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลา

2) ระยะห่างระหว่างการเข้ามาโดยเฉลี่ย (Average Arrival Time)

ลักษณะการเข้ามา

1) แน่นอน (Deterministic) คือ การเข้ามาอธิบายด้วยอัตราการเข้า หรือระยะห่างระหว่างเข้าเป็นค่าคงที่ เช่น การเข้ามาห่างกันทุก ๆ 5 นาที

2) สุ่ม (Random) คือ การเข้ามาอธิบายด้วยอัตราการเข้า หรือระยะห่างระหว่างเข้าที่เป็นค่าคาดหมายหรือค่าเฉลี่ย

จำนวนผู้เข้ารับบริการ

พิจารณาจำนวนผู้เข้ารับบริการ ณ เวลาหนึ่ง ๆ

1) แบบเดี่ยว (Single)

2) แบบกลุ่ม (Batch/Bulk) คือ มากกว่าหนึ่ง ขนาดของกลุ่มอาจมีค่าไม่แน่นอน มีลักษณะเป็นค่าสุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขนาดของผู้เข้ารับบริการ

1) จำกัด (Finite)

2) ไม่จำกัด (Infinite)

2. กระบวนการให้บริการ (Service Process)

ค่าที่ใช้ในการพิจารณา

ในการอธิบายกระบวนการให้บริการหรือรูปแบบการให้บริการ จะอธิบายด้วย 2 ค่า คือ

1) อัตราการให้บริการโดยเฉลี่ย (Average Service Rate) คือ จำนวนผู้ได้รับบริการแล้วเสร็จโดยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลา

2) เวลาบริการโดยเฉลี่ย (Average Service Time) คือ เวลาที่ใช้ในการให้บริการแก่ผู้รับบริการแต่ละคน

ลักษณะการบริการ

1) แน่นอน (Deterministic) คือ การบริการที่เป็นค่าคงที่

2) สุ่ม (Random) คือ การบริการที่เป็นค่าคาดหมายหรือค่าเฉลี่ย

อัตราความเร็วในการให้บริการ

อาจไม่คงที่ขึ้นกับสถานะของระบบ หากในช่วงเวลาใดที่คิวยาวผู้ให้บริการอาจเร่งบริการให้เร็วขึ้น ทำให้มีอัตราการให้บริการสูงขึ้นแต่ถ้าคิวสั้น ผู้ให้บริการอาจมีความเร็วในการบริการต่ำลง

ในกรณีที่มีผู้ให้บริการหลายคนที่ต่างให้บริการอย่างเดียวกัน แต่ละคนอาจมีความสามารถหรือความรวดเร็วต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

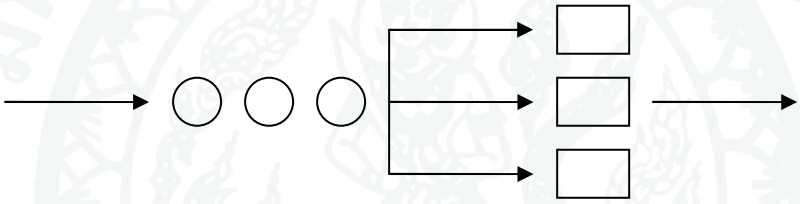
รูปแบบ

การให้บริการอาจจะจัดได้หลายแบบตามรูปต่อไปนี้

1) หน่วยบริการช่องเดียว เช่น ร้านทำฟัน

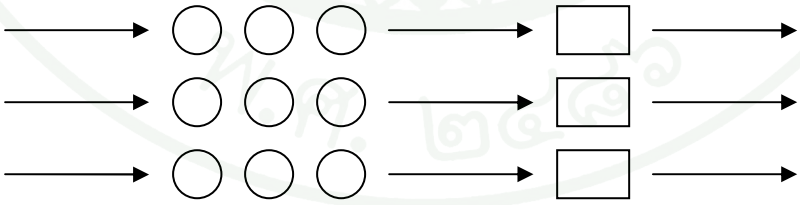
ภาพที่ 7 ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งช่องบริการ

2) หน่วยบริการหลายช่องแบบขนานและมีแถวคอยเดียว เช่น การเข้าแถวฝาก-ถอนเงินในธนาคาร



ภาพที่ 8 ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องบริการแบบขนานและมีแถวคอยเดียว

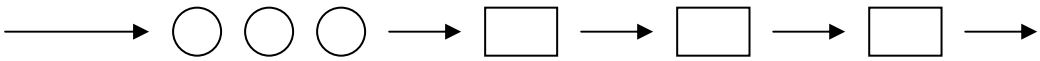
3) หน่วยบริการหลายช่องแบบขนานและมีแถวคอยมากกว่าหนึ่งแถว เช่น บริการคิดเงินในซุปเปอร์มาเก็ต



ภาพที่ 9 ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องบริการแบบขนานและมีแถวคอยมากกว่าหนึ่งแถว

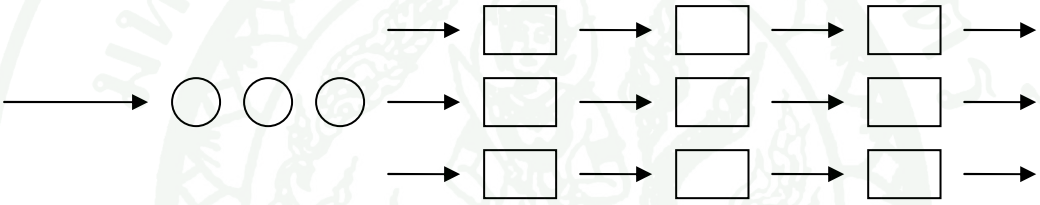
4) หน่วยบริการแบบอนุกรม เช่น การบริการในหน่วยราชการทั่วไป ที่ต้องเข้าพบทีละแผนก แผนกละโต๊ะจนจบกระบวนการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องบริการแบบอนุกรม

5) หน่วยบริการแบบผสม คือ หน่วยให้บริการแบบขนานและอนุกรมผสมกัน ลูกค้าจะเข้ารับบริการจากหน่วยให้บริการที่มีหลายหน่วยแบบขนาน เมื่อลูกค้าออกจากหน่วยให้บริการแรกจะเข้ารับบริการจากหน่วยให้บริการถัดไปแบบอนุกรม



ภาพที่ 11 ระบบแถวคอยที่มีหลายช่องบริการแบบขนานและแบบอนุกรมผสมกัน

3. กฎระเบียบของแถวคอย (Queue Discipline)

วิธีการที่ใช้ในการเลือกผู้ใช้บริการที่คอยอยู่ในแถวเพื่อเข้ารับบริการ

1) มาก่อนได้ก่อน (First Come First Served, FCFS)

2) เข้าทีหลังออกก่อน (Last In First Out, LIFO)

3) เลือกแบบสุ่ม (Service In Random Order, SIRO) คือ ไม่ขึ้นอยู่กับเวลาเข้าก่อน-หลัง

4) เวลาน้อยที่สุด (Shortest Job First, SJF) คือ เรียงลำดับตามระยะเวลาในการทำงาน งานที่ใช้เวลาทำงานน้อยที่สุดจะออกก่อน

5) อภิสิทธิ์ (Priorities) คือ กำหนดลำดับว่ากิจกรรมใดต้องทำก่อน/หลัง กิจกรรมที่มีระดับอภิสิทธิ์เท่ากันให้พิจารณาจากเวลาที่มาถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6) Round Robin คือ กำหนดระยะเวลาในการทำงานสำหรับแต่ละกิจกรรมเท่ากัน เรียกว่า Time Slice เมื่อครบกำหนดเวลาถ้ากิจกรรมไม่เสร็จสิ้นจะใส่กลับลงในแถวคอยเพื่อรอทำงานรอบต่อไป ในการเลือกว่าทำกิจกรรมใดก่อน อาจใช้วิธี FIFO หรืออภิสิทธิ์

7) Deadline คือ เรียงลำดับตามกำหนดการที่กิจกรรมต้องเสร็จสิ้น

4. ขีดความสามารถของระบบในการให้บริการ (System Capacity)

จำนวนผู้ใช้บริการซึ่งรวมถึงจำนวนผู้กำลังรับบริการและผู้ที่กำลังคอยที่ระบบสามารถรับได้ ณ เวลาหนึ่ง ๆ ในบางระบบจะไม่มีแถวคอย บางระบบจะมีความยาวคิวจำกัด (Finite Queue) และบางระบบจะมีความยาวคิวไม่จำกัด (Infinite Queue) หรือมีคิวยาวมากจนกำหนดได้ว่ามีความยาวไม่จำกัด

ในการพิจารณาขีดความสามารถของระบบในการให้บริการ จะพิจารณาจากอัตราการเข้ามาถึงของผู้รับบริการและอัตราการให้บริการ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ

1) อัตราการเข้ามาเท่ากับอัตราการให้บริการ ในลักษณะนี้หน่วยบริการจะถูกใช้ประโยชน์ต่อเนื่องกันและไม่มีแถวคอยเกิดขึ้น

2) อัตราการเข้ามามากกว่าอัตราการให้บริการ ในลักษณะนี้จะมีแถวคอยเนื่องจากมีลูกค้าที่ไม่ได้รับบริการ

3) อัตราการเข้ามาน้อยกว่าอัตราการให้บริการ ในลักษณะนี้หน่วยบริการจะถูกใช้ประโยชน์ไม่ถึง 100% และไม่มีแถวคอย

5. จำนวนผู้ให้บริการคู่ขนาน (Number of Parallel Servers)

ในบางระบบอาจจะมีผู้ให้บริการเพียงหนึ่งเดียวหรือในบางระบบอาจมีมากกว่าหนึ่ง นอกจากนี้จำนวนผู้ให้บริการอาจไม่คงที่โดยจะแปรเปลี่ยนไปตามจำนวนผู้รับบริการในระบบหรือตามเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. จำนวนขั้นตอนการให้บริการ (Number of Service Stages)

ระบบคิวบางระบบมีขั้นตอนบริการเพียงขั้นตอนเดียว แต่บางระบบอาจประกอบด้วยหลายขั้นตอน เช่น รูปแบบการให้บริการแบบอนุกรม ในระบบคิวที่มีหลายขั้นตอน อาจมีกรณีวงรอบเกิดขึ้น เช่น ในระบบสายการผลิตบางระบบ ถ้าสินค้าชนิดใดไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ สินค้าชิ้นนั้นจะถูกส่งกลับเข้ากรรมวิธีการผลิตใหม่ ทำให้เกิดวงรอบภายในระบบ

สัญลักษณ์สำหรับองค์ประกอบของตัวแบบแถวคอย

ในการกำหนดองค์ประกอบของระบบแถวคอยหรือตัวแบบแถวคอย มีสัญลักษณ์ที่ใช้ได้กะทัดรัด เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป สัญลักษณ์ที่ใช้มีรูปแบบทั่วไป มานพ (2552) ดังนี้

$$(A/B/C):(X/Y/Z)$$

โดยที่

A บอกถึงการแจกแจงของการเข้ามา โดยการกำหนดการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาห่างระหว่างการเข้ามา (Inter-Arrival Time Distribution)

B บอกถึงการแจกแจงของการบริการ โดยการกำหนดการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาบริการ (Service-Time Distribution)

C บอกถึงจำนวนผู้ให้บริการคู่ขนาน (Number of Parallel Servers) หรือจำนวนช่องบริการคู่ขนาน (Number of Parallel Service Channels)

X บอกถึงกฎระเบียบของแถวคอย (Queue Discipline) ในการให้บริการ

Y บอกถึงขีดความสามารถของระบบในการรองรับผู้ใช้บริการ คือ จำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด (จำนวนผู้กำลังใช้บริการรวมจำนวนในแถวคอย) ที่ระบบจะรับไว้ได้

Z บอกถึงขนาดประชากรผู้ใช้บริการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ขององค์ประกอบตัวแบบแถวคอย

ลักษณะ	**สัญลักษณ์**	**ความหมาย**
การแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาห่างระหว่างเข้า (A)	M	แบบเอกซ์โพเนนเชียล
	D	คงที่ (Deterministic)
	E_k	เออร์แลงก์ k เฟส (k -phase Erlang) k =1,2,…
	H_K	ไฮเพอร์เอกซ์โพเนนเชียล k เฟส (k -phase Hyperexponential)
	G	ทั่วไป ไม่จำกัดรูปแบบการแจกแจง
การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาบริการ (B)	เหมือนกับสัญลักษณ์ของการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาห่างระหว่างเข้า (A)	
จำนวนผู้ให้บริการคู่ขนาน (C)	1,2,…,c,…, ∞	
กฎระเบียบคิว (X)	*FCFS*	มาก่อนได้รับบริการก่อน
	LCFS	มาทีหลังได้รับบริการก่อน
	SIRO	ลำดับการให้บริการเป็นแบบสุ่ม
	PR	มีสิทธิ์พิเศษ
	GD	กฎระเบียบทั่วไป (General Discipline)
ขีดความสามารถของระบบ (Y)	1,2,…, m ,…, ∞	
ขนาดของประชากรผู้ใช้บริการ (Z)	1,2,…, K ,…, ∞	

ค่าวัดการดำเนินการของระบบแถวคอย

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบแถวคอยจะมีค่าวัดหรือมาตรวัด (Measures) ลักษณะการดำเนินการ (Operating Characteristics) ของระบบแถวคอย ซึ่งค่าวัดเหล่านี้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิผลของระบบแถวคอย เช่น ค่าวัดที่เป็นเวลาคอยของผู้ใช้บริการ และความยาวของแถวคอย เป็นต้น นอกจากนี้ค่าวัดเหล่านี้จะให้ประโยชน์ในการออกแบบระบบแถวคอย หรือกำหนดองค์ประกอบของระบบแถวคอย เช่น จำนวนผู้ให้บริการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าวัดพื้นฐานสำหรับการดำเนินการของระบบแถวคอยในสถานะคงที่ ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

n เป็นจำนวนลูกค้าในระบบ

c เป็นจำนวนผู้ให้บริการคู่ขนาน

λ เป็นอัตราเข้ามาโดยเฉลี่ย (Average Arrival Rate) คือ จำนวนผู้ใช้บริการที่เข้ามาโดยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลา

μ เป็นอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ย (Average Service Rate) คือ จำนวนผู้ได้รับบริการแล้วเสร็จโดยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลา

L เป็นจำนวนลูกค้าที่คาดว่าจะมีในระบบ

L_Q เป็นความยาวของแถวคอยที่คาดว่าจะมี

W เป็นเวลาที่คาดว่าลูกค้าแต่ละคนจะต้องอยู่ในระบบ

W_Q เป็นเวลาที่คาดว่าลูกค้าแต่ละคนจะต้องคอยอยู่ในแถวคอย

P_n เป็นความน่าจะเป็นที่จะมีลูกค้า n คนในระบบ

ความสัมพันธ์ระหว่าง L, W, L_Q และ W_Q

ถ้า $\lambda_0 = \lambda$ สำหรับทุก ๆ n จะได้ว่าเมื่อระบบอยู่ในสถานะคงที่

$$L = \lambda W$$
$$L_Q = \lambda W_Q$$

ในกรณีที่ λ_n ไม่เท่ากันสำหรับแต่ละค่าของ n ค่าที่ใช้แทน λ คือ ค่าเฉลี่ย λ ของอัตราการมาของลูกค้า (Average Arrival Rate) ในระยะยาว

ถ้าค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการบริการลูกค้าแต่ละคนเป็นค่าคงที่ $\frac{1}{\mu}$ แล้ว จะได้ว่า

$$W = W_Q + \frac{1}{\mu}$$

ตัวแบบแถวคอย $(M/M/c):(GD/\infty/\infty)$

ในทางปฏิบัติ ระบบแถวคอยหลาย ๆ ระบบที่พบจะเป็นระบบที่มีผู้ให้บริการหลายหน่วยที่ให้บริการอย่างเดียวกันในแบบคู่ขนาน (Multiple Channels in Parallel)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อสมมติกรณีเฉพาะสำหรับตัวแบบแถวคอย $(M/M/c):(GD/\infty/\infty)$ มีดังนี้

1. มีผู้ให้บริการมากกว่า 1 คน $(c>1)$
2. ผู้ให้บริการแต่ละหน่วยมีอัตราให้บริการโดยเฉลี่ยคงที่เท่ากัน ให้เป็น μ เพราะฉะนั้น

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu, & n = 0,1,2,...c-1 \\ c\mu, & n = c, c+1,... \end{cases}$$

3. อัตราการเข้ามามีค่าเฉลี่ยคงที่

$$\lambda_n = \lambda \text{ สำหรับทุกค่า } n = 0,1,2,...$$

4. $\lambda < c\mu$ หรือ $\rho = \dfrac{\lambda}{c\mu} < 1$

เรียก ρ ว่า อรรถประโยชน์ของผู้ให้บริการ (Server Utilization) หรือ ตัวประกอบอรรถประโยชน์ของระบบ (System Utilization Factor) ซึ่งเป็นค่าที่บอกสัดส่วนเวลาทำงาน (เวลาไม่ว่าง) โดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการต่อคน

ในกรณีที่มีผู้ให้บริการจำนวน $c=1$ ได้ค่า $\rho = \dfrac{\lambda}{\mu}$ และให้ความหมายได้ด้วยว่า เป็นจำนวนผู้ใช้บริการเข้ามาโดยเฉลี่ยในระหว่างเวลาบริการ $\dfrac{1}{\mu}$

ด้วยข้อสมมติเหล่านี้ คำนวณค่าความน่าจะเป็นที่จะมีผู้ใช้บริการอยู่ในระบบจำนวน n ณ เวลาใด ๆ ได้ว่า

$$P_n = \begin{cases} \dfrac{1}{n!}\left(\dfrac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0, & n = 0,1,2,...,c-1 \\ \dfrac{1}{c!c^{n-c}}\left(\dfrac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0, & n = c, c+1,... \end{cases}$$

และ

$$P_0 = \frac{1}{\displaystyle\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!}\frac{1}{1-\rho}}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้บริการจะต้องคอยหรือความน่าจะเป็นที่ผู้ให้บริการทั้ง c หน่วยไม่ว่าง

= ความน่าจะเป็นที่มีผู้ใช้บริการอยู่ในระบบอย่างน้อย c หน่วย

$$= \frac{c^c P_0}{c!}\sum_{n=c}^{\infty}\rho^n$$

$$= \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!(1-\rho)}P_0$$

ความยาวของแถวคอยที่คาดว่าจะมี คือ

$$L_Q = \frac{(\lambda/\mu)^c\,\rho}{c!(1-\rho)^2}P_0$$

$$= \frac{\rho^{c+1}c^c}{c!(1-\rho)^2}P_0$$

จำนวนลูกค้าที่คาดว่าจะมีในระบบ คือ

$$L = \lambda\left(W_Q + \frac{1}{\mu}\right)$$

$$= L_Q + \frac{\lambda}{\mu}$$

เวลาที่คาดว่าลูกค้าแต่ละคนจะต้องคอยอยู่ในแถวคอย

$$W_Q = \frac{L_Q}{\lambda}$$

เวลาที่คาดว่าลูกค้าแต่ละคนจะต้องอยู่ในระบบ

$$W = \frac{L}{\lambda}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแจกแจงที่เกี่ยวข้อง

1. การแจกแจงของจำนวนลูกค้าที่เข้าสู่ระบบ

ให้ x แทนจำนวนลูกค้าที่เข้าสู่ระบบทุก ๆ 5 นาที และให้ $f(x)$ เป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่เข้าสู่ระบบทุก ๆ 5 นาที ซึ่งมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง (Poisson Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ λ หน่วยเป็นคนต่อ 5 นาที และมีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของ x ดังนี้

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!}, x=0,1,2,...;\lambda>0\\ 0 \qquad ,\text{อื่น ๆ}\end{cases}$$

นั่นคือ ถ้า x เป็นตัวแปรสุ่ม $x \sim Poi(\lambda)$ แล้วจะได้ ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบปัวส์ซอง คือ

$$E(x)=\lambda$$

$$V(x)=\lambda$$

2. การแจกแจงเวลาการให้บริการของผู้ให้บริการ

ให้ x แทนเวลาการให้บริการของผู้ให้บริการ และให้ $f(x)$ เป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของผู้ให้บริการ ซึ่งมีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และการแจกแจงแบบแกมม่า ดังนี้

2.1 การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution) มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma^{2}}}e^{-\frac{1}{2\sigma^{2}}(\ln x-\mu)^{2}} & ,x>0;-\infty<\mu<\infty;\sigma>0\\ 0 & ,\text{อื่น ๆ}\end{cases}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นั่นคือ ถ้า x เป็นตัวแปรสุ่ม $x \sim Lognormal\left(\mu,\sigma^2\right)$ แล้วจะได้ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบล็อกนอร์มอล คือ

$$E\left(x\right)=e^{\mu+\frac{\sigma^2}{2}}$$

$$V\left(x\right)=e^{2\mu+\frac{\sigma^2}{2}}\left(e^{\sigma^2}-1\right)$$

2.2 การแจกแจงแบบแกมม่า (Gamma Distribution) มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f\left(x\right)=\begin{cases}\dfrac{1}{\Gamma\left(\alpha\right)\beta^{\alpha}}x^{\alpha-1}e^{-\frac{x}{\beta}}, & x>0;\alpha>0,\beta>0\\ 0 & ,\text{อื่น ๆ}\end{cases}$$

นั่นคือ ถ้า x เป็นตัวแปรสุ่ม $x \sim G\left(\alpha,\beta\right)$ แล้วจะได้ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบแกมม่า คือ

$$E\left(x\right)=\alpha\beta$$

$$V\left(x\right)=\alpha\beta^2$$

4. เทคนิคการจำลองแบบ (Simulation Technique)

4.1 ความหมายของการจำลองแบบ

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป (Shannon, 1975)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 ระบบงาน

ระบบงาน (System) หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงานนั้น เนื่องจากการจำลองแบบปัญหาเป็นการศึกษากระบวนการทำงานของระบบทั้งระบบ จึงจำเป็นต้องมีรูปแบบที่ชัดเจนของระบบงานที่เรากำลังศึกษา โดยการกำหนดขอบเขตของระบบงานนั้น (System Boundary) (วิชัย, 2544)

องค์ประกอบของระบบงาน ประกอบด้วย

1. กลุ่มขององค์ประกอบหรือสิ่งที่สนใจในการศึกษา (Element or Entity)

2. ลักษณะเฉพาะตัวของสิ่งที่สนใจศึกษา (Attribute)

3. กิจกรรม (Activity) คือ สิ่งที่เราสนใจก่อให้เกิดขึ้นเพื่อทำให้ระบบงานสามารถดำเนินงานไปจนบรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงาน

4. เหตุการณ์ (Event) คือ สิ่งที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และอาจเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบได้

5. ตัวแปรแสดงสถานภาพของระบบ (State of Variable) คือ ตัวแปรที่อธิบายระบบ ณ เวลาใด ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายที่เราศึกษา

ประเภทของระบบงาน จำแนกตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบ (State System) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท คือ

1. ระบบงานต่อเนื่อง (Continuous System) คือ ระบบงานที่เปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบต่อเนื่องตลอดเวลา

2. ระบบงานไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบเป็นช่วง ๆ ระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ระบบแน่นอน (Deterministic System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบใหม่ สามารถบอกได้แน่นอนว่าเป็นอย่างไร

4. ระบบไม่แน่นอน (Stochastic System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบที่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น

5. ระบบสถิต (Static System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบไม่เกี่ยวข้องกับเวลา

6. ระบบพลวัต (Dynamic System) คือ ระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบมีความเกี่ยวข้องกับเวลา

4.3 ตัวแบบจำลอง

ตัวแบบจำลอง คือ หุ่น หรือวัตถุ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือระบบที่เราสร้างขึ้นเพื่อใช้ศึกษาระบบการทำงานจริงที่เราต้องการศึกษาและตัวแบบที่เราจะใช้ในการจำลองนี้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยแบบจำลองมีประโยชน์ ดังนี้

4.4.1 สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่มีความซับซ้อน และไม่สามารถหาความสัมพันธ์โดยการเขียนสมการเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้

4.3.2 สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายอนาคตของระบบได้โดยใช้เวลาอันสั้นในการประมวลผลลัพธ์ของแบบจำลอง

4.3.3 สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่ไม่สามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้

4.4 ขั้นตอนวิธีของการจำลอง

การแก้ปัญหาด้วยวิธีการจำลองมีขั้นตอนหลักทั่วไป ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4.1 กำหนดวัตถุประสงค์ (Define the Objective) และขอบเขตของการศึกษา ซึ่งต้องกำหนดให้ชัดเจน

4.4.2 สร้างตัวแบบ (Formulate the Model) ในขั้นตอนนี้จะกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กำหนดเงื่อนไขหรือข้อจำกัด กำหนดข้อสมมติ และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการ หรือสมการคณิตศาสตร์ หรือแบบตรรกะ (Logical Forms)

4.4.3 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของตัวแบบ (Validate the Model) รวมถึงความถูกต้องทางตรรกะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Verification) การตรวจสอบกระทำเพื่อเป็นการประกันว่า ผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้จากตัวแบบมีความน่าเชื่อถือได้ การตรวจสอบโดยทั่วไป ถ้ามีข้อมูลจริงหรือข้อมูลข้างเคียงจะใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการตรวจสอบ และสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาจใช้วิธีเปรียบเทียบผลลัพธ์บางส่วนที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับผลลัพธ์ที่คำนวณด้วยมือ และถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่สอดคล้องกัน ควรจะได้พิจารณาทบทวนตัวแบบที่สร้างขึ้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป แล้วตรวจสอบใหม่

4.4.4 ออกแบบการทดลอง (Design the Experiment) ในขั้นนี้จะกำหนดระยะเวลานานของการทดลอง หรือกำหนดจำนวนรอบทำซ้ำของการทดลอง

4.4.5 ทำการทดลอง (Conduct the Simulation) ในขั้นนี้จะทำการทดลองตัวแบบตามแบบการทดลองที่กำหนดในขั้นตอนที่ 4.4.4 และคำนวณหาค่าวัดหรือค่าประมาณต่าง ๆ ที่ต้องการ เมื่อจบการทดลอง (จบการจำลอง) เช่น หาตัวเลขสรุปที่เป็นเวลารอคอยเฉลี่ย (มานพ, 2552)

การจำลองแบบปัญหาด้วยโปรแกรม Arena

โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับสร้างตัวแบบจำลอง และดำเนินการทดลองไปกับตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (รุ่งรัตน์, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสร้างตัวแบบจำลองนั้น จำเป็นต้องมีการนำข้อมูลรับเข้าใส่ให้กับระบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ เช่น ถ้าต้องการศึกษาระบบแถวคอยของที่ทำการไปรษณีย์ ข้อมูลรับเข้า คือ ช่วงเวลาห่างของการมาถึงของลูกค้า ข้อมูลเวลาในการให้บริการ และจำนวนผู้ให้บริการ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอน และเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของการแจกแจง การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจึงมีความสำคัญกับแบบจำลองเป็นอย่างมาก เพราะถ้าผู้วิเคราะห์ใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะไม่ถูกต้องตามไปด้วย

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

พิจารณาดูว่าข้อมูลใดบ้างมีส่วนสำคัญในการเปลี่ยนสถานภาพของระบบหรือที่เกี่ยวข้องจะต้องนำเก็บมาให้มากที่สุด

2. การจัดรูปแบบแจกแจงให้ข้อมูลนำเข้า (Identifying the Distribution)

พิจารณาดูจากกราฟแท่ง (Histogram) และทำนายรูปแบบการแจกแจง โดยนำกราฟแท่งที่ได้มาเทียบกับกราฟของการแจกแจงต่างๆ ว่ามีรูปร่างคล้ายกับการแจกแจงแบบใดมากที่สุด หรือวาดกราฟความน่าจะเป็น (Probability Plots)

3. ประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation)

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์มีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีโมเมนต์ (Method of Moments) วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Method of Maximum Likelihood) วิธีของเบย์ (Method of Bayes) เป็นต้น

4. ทดสอบการแจกแจงของข้อมูล (Goodness of Fit Test)

เป็นการทดสอบดูว่าข้อมูลที่เก็บมามีการแจกแจงดังที่คาดหมายไว้หรือไม่ จากการตั้งสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบที่คาดหมายไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบที่คาดหมายไว้

วิธีการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงมีด้วยกันหลายวิธี แต่ในโปรแกรม Arena มีอยู่ 2 วิธีด้วยกัน คือ

4.1 วิธีการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test)

ตัวแปรที่ศึกษาเป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง หรือแบบต่อเนื่อง และใช้การแจกแจงแบบสะสมในการคำนวณ ซึ่งพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างการแจกแจงแบบสะสมของตัวอย่าง และการแจกแจงแบบสะสมของประชากรที่คาดไว้ในสมมติฐาน H_0 (ปราณีและคณะ, 2545)

ให้ D_i คือ ความแตกต่างระหว่างการแจกแจงแบบสะสมของตัวอย่าง และการแจกแจงแบบสะสมของประชากรเมื่อสมมติฐาน H_0 เป็นจริง ในกลุ่มที่ i ของตัวแปรที่ศึกษาหรือค่าที่ i ของตัวอย่างสุ่ม

$$D_i = \left| S_{ni}(x) - F_{0i}(x) \right|$$

เมื่อ $S_{ni}(x)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงแบบสะสมของตัวอย่างกลุ่มที่ i

$F_{0i}(x)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงแบบสะสมของประชากรที่คาดไว้ในสมมติฐาน H_0 กลุ่มที่ i ($i = 1, 2, ..., n$ หรือ k; n คือ ขนาดตัวอย่าง และ k คือ จำนวนกลุ่ม)

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

$$\begin{aligned} D &= \max D_i \\ &= \max \left| S_{ni}(x) - F_{0i}(x) \right| \end{aligned}$$

การปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถ้าค่าตัวสถิติทดสอบ D ให้ค่าความน่าจะเป็นสะสมมากกว่า $1-\alpha$ โดยที่ความน่าจะเป็นสะสมสามารถเปิดได้จากตารางของ Kolmogorov-Smirnov หรือจากการเปรียบเทียบ $P-value$ ที่ได้จากการทดสอบกับระดับนัยสำคัญ (มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549)

4.2 วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test)

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \qquad \nu = k-1-r$$

หรือ $$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{\left(n_i - (n \times p_{i0})\right)^2}{E_i}$$

$$O_i = n_i \quad \text{และ} \quad E_i = n \times p_{i0}$$

โดยที่

O_i คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกตหรือความถี่ที่ข้อมูลอยู่ในกลุ่มที่ i ของตัวแปรที่ศึกษา

E_i คือ ความถี่ที่คาดหวังของข้อมูลในกลุ่มที่ i ของตัวแปรที่ศึกษาเมื่อสมมติฐาน H_0 จริง

p_{i0} คือ สัดส่วนหรือความน่าจะเป็นที่คาดว่าข้อมูลแต่ละหน่วยจะอยู่ในกลุ่มที่ i ของตัวแปรที่ศึกษา $(i = 1, 2, ..., k)$

k คือ จำนวนกลุ่มของตัวแปรที่ศึกษา

r คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าและต้องทำการประมาณก่อนการทดสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การปฏิเสธสมมติฐาน H_0

จะทำการปฏิเสธภายใต้ระดับนัยสำคัญ α เมื่อ $\chi^2 > \chi^2_{\alpha,\nu}$ โดยที่ χ^2 เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ และ $\chi^2_{\alpha,\nu}$ โดยที่ เป็นค่าที่ได้จากการเปิดตาราง Chi-Square หรือพิจารณาจาก $P-value$ คือ ถ้า $P-value$ ที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (Significance Level) จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0

หลังจากการทดสอบข้อมูลนำเข้าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วก็จะสามารถสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ได้ดังนี้

1. สร้างแบบจำลองในส่วน Flowchart View เป็นส่วนที่ใช้แสดงการเชื่อมต่อของหน่วยโครงสร้าง โดยส่วนนี้ใช้สร้างแบบจำลองสำหรับแสดงกระบวนการทำงานทั้งหมดของระบบ

2. สร้างแบบจำลองในส่วน Spreadsheet View เป็นส่วนแสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับสร้างแบบจำลอง เช่น ตารางการดำเนินงาน, จำนวนผู้ให้บริการ หรือลักษณะการให้บริการ เป็นต้น ซึ่งแต่ละหน่วยตารางจัดการข้อมูลที่ถูกสร้างนี้ จะมีความสัมพันธ์กับหน่วยโครงสร้างเสมอ

3. ประมวลผลโปรแกรม โดยในส่วนนี้จะต้องกำหนดข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

3.1 จำนวนรอบของการประมวลผลซ้ำ (Number of Replication)

3.2 วันที่ตามปฏิทินและเวลาตามปฏิทิน ที่สัมพันธ์กับเวลาของการใช้งานการจำลอง (Start Date and Time)

3.3 ระบุช่วงเวลาเริ่มต้นที่มีการแกว่ง เนื่องจากในการทดลองช่วงแรกอาจมีการแกว่งของข้อมูล เพราะระบบที่ศึกษายังทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงไม่ควรนำผลการทดลองช่วงแรกมาทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ เพราะทำให้สรุปผลผิดพลาดได้ (Warm-up Period)

3.4 ความยาวของการวิ่ง (Replication Length)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5 ระบุเวลาที่ระบบทำงาน (Hour per Day) หน่วยเป็นชั่วโมงต่อวัน

3.6 หน่วยของเวลาที่ต้องการให้แสดงผลลัพธ์หลังจากการรัน โดยจะมีหน่วย วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน

4. รายงานผลลัพธ์

โปรแกรม Arena จะรายงานผลแบ่งตามประเภทของชนิดทางสถิติที่ผู้สร้างได้เลือกไว้ระหว่างการตั้งค่าก่อนการประมวลผล ซึ่งเมื่อการประมวลผลเสร็จสิ้น จะปรากฏรายงานผลลัพธ์ทางสถิติที่ต้องการ

5. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ มีดังนี้

วิมลวรรณ (2545) ศึกษาเปรียบเทียบระบบการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์โทรเลขสามเสนใน ระหว่างระบบเดิมกับระบบใหม่ ระบบเดิมมีจำนวนผู้ให้บริการ 8 หน่วย ระบบใหม่มี 3 ระบบ คือ ระบบที่ 1 มีจำนวนผู้ให้บริการ 7 หน่วย ระบบที่ 2 มีจำนวนผู้ให้บริการ 8 หน่วย และระบบที่ 3 มีจำนวนผู้ให้บริการ 9 หน่วย สร้างโปรแกรมจำลองแบบเพื่อหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบการทำงานของทั้งระบบเดิมและระบบใหม่ โดยพิจารณาอัตราการเข้ารับบริการเฉลี่ย 3 อัตรา

ผลการจำลองแบบอย่างอิสระกัน 100 ครั้ง การใช้เวลารอคอยเฉลี่ย จำนวนผู้มารับบริการเฉลี่ย และสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการในระบบที่อัตราเข้ารับบริการเฉลี่ย 8.065 คนต่อ 5 นาที ผลการทดสอบพบว่า ระบบเดิมใช้เวลารอคอยเฉลี่ย จำนวนผู้มารับบริการเฉลี่ย และสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการในระบบน้อยกว่าระบบใหม่ และมีความแตกต่างทางสถิติที่อัตราเข้ารับบริการเฉลี่ย 7.7 คนต่อ 5 นาที ผลการทดสอบพบว่า ระบบใหม่ทั้ง 3 ระบบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ของเวลารอคอยเฉลี่ย จำนวนผู้มารับบริการเฉลี่ย และสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการในระบบ ที่อัตราเข้ารับบริการเฉลี่ย 7.65 คนต่อ 5 นาที ผลการทดสอบพบว่า ระบบใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้ง 3 ระบบไม่มีความแตกต่างทางสถิติของเวลารอคอยเฉลี่ย จำนวนผู้มารับบริการเฉลี่ย และสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการในระบบ แสดงให้เห็นว่า ที่อัตราการเข้ารับบริการเฉลี่ยทั้ง 3 อัตรา ประสิทธิภาพการทำงานของระบบเดิมดีกว่าระบบใหม่

จันทรา (2548) ศึกษาระบบการให้บริการผู้ป่วยของแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลกันตัง จังหวัดตรัง งานวิจัยนี้จะทำการจำลองแบบระบบงาน 4 ระบบ โดยการเพิ่มบุคลากรในแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ระบบที่ 1 เพิ่มเจ้าหน้าที่ในขั้นตอนการลงทะเบียน 1 คน ระบบที่ 2 เพิ่มแพทย์ผู้ทำการตรวจรักษา 1 คน ระบบที่ 3 เพิ่มแพทย์ผู้ทำการตรวจรักษา 1 คน และเภสัชกร 1 คน และระบบที่ 4 เพิ่มเจ้าหน้าที่ในขั้นตอนการลงทะเบียน 1 คน และแพทย์ผู้ทำการตรวจรักษา 1 คน

ผลการจำลองแบบ พบว่าการใช้เวลารอคอยเฉลี่ย ของระบบที่ 1 ระบบที่ 2 และระบบที่ 4 ไม่แตกต่างกัน คือ ใช้เวลารอคอยในระบบเฉลี่ย 59.78 นาที และระบบที่ 3 ใช้เวลารอคอยในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุด 48.56 นาที (95% CI:42.32-53.88) แสดงให้เห็นว่าระบบที่ 3 เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ธัญญะ (2549) ศึกษาเปรียบเทียบระบบการให้บริการสัตว์ป่วย แผนกสัตว์ป่วยนอกโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน 3 งาน คือ งานเวชระเบียน งานตรวจโรค และงานเภสัชกรรม

งานเวชระเบียน ระบบเดิม มีเจ้าหน้าที่จุดทำบัตร 1 คน เจ้าหน้าที่บันทึกประวัติลงในคอมพิวเตอร์ 1 คน และเจ้าหน้าที่ห้องเวชระเบียน 1 คน ระบบใหม่มี 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 เพิ่มเจ้าหน้าที่ห้องเวชระเบียนเป็น 2 คน มีหน้าที่ค้นหาแฟ้มประวัติสัตว์ป่วยเก่าและทำแฟ้มประวัติสัตว์ป่วยใหม่ ระบบที่ 2 เพิ่มเจ้าหน้าที่ห้องเวชระเบียนเป็น 2 คน โดยให้เจ้าหน้าที่ 1 คน มีหน้าที่ค้นหาแฟ้มประวัติสัตว์ป่วยเก่า และเจ้าหน้าที่อีก 1 คน ทำแฟ้มประวัติสัตว์ป่วยใหม่ ผลวิเคราะห์การจำลองแบบ 100 ครั้ง พบว่าระบบที่ 1 สัตว์ป่วยมีเวลารอคอยเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระบบเดิม และเปอร์เซ็นต์เวลาว่างของหน่วยให้บริการไม่เกินสองเท่าของระบบเดิม ซึ่งดีกว่าระบบอื่น

งานตรวจโรค ระบบเดิม มีสัตวแพทย์ตรวจโรคสุนัข 6 คน ตรวจโรคแมว 1 คน และสัตวแพทย์ตรวจโรคสัตว์เลี้ยงพิเศษ (Exotic) 1 คน ระบบใหม่มี 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 เพิ่มสัตวแพทย์ตรวจโรคสุนัขเป็น 7 คน ระบบที่ 2 เพิ่มสัตวแพทย์ตรวจโรคสุนัขเป็น 8 คน ระบบที่ 3 เพิ่มสัตว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แพทย์ตรวจโรคสุนัขเป็น 9 คน ระบบที่ 4 เพิ่มสัตวแพทย์ตรวจโรคสุนัขเป็น 10 คน ผลวิเคราะห์จำลองแบบ 100 ครั้ง พบว่าระบบที่ 3 สัตว์ป่วยมีเวลารอคอยเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระบบเดิม และเปอร์เซ็นต์เวลาว่างของหน่วยให้บริการไม่เกินสองเท่าของระบบเดิม ซึ่งดีกว่าระบบอื่น

งานเภสัชกรรม ระบบเดิมมีเจ้าหน้าที่คิดเงิน 1 คน เจ้าหน้าที่ห้องการเงิน 1 คน เจ้าหน้าที่จัดยา 2 คน และเจ้าหน้าที่เรียกรับยา 1 คน ระบบใหม่มี 2 ระบบ คือ ระบบที่ 1 เพิ่มเจ้าหน้าที่จัดยาเป็น 3 คน ระบบที่ 2 เพิ่มเจ้าหน้าที่จัดยาเป็น 4 คน ผลวิเคราะห์การจำลองแบบ 100 ครั้ง พบว่าระบบที่ 1 สัตว์ป่วยมีเวลารอคอยเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระบบเดิม และเปอร์เซ็นต์เวลาว่างของหน่วยให้บริการไม่เกินสองเท่าของระบบเดิม ซึ่งดีกว่าระบบอื่น

ผกากรอง (2550) ศึกษาการจำลองระบบการเดินรถโดยสารขนส่งประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ กรณีศึกษาเขตการเดินรถที่ 2 กองเดินรถที่ 1 ประจำท่ามีนบุรี โดยศึกษาเฉพาะสาย 26 ซึ่งแบ่งเป็น 3 เส้นทาง โดยทำการจำลองระบบการเดินรถโดยสารขนส่งประจำทางระบบงานเดิม และจำลองระบบใหม่ 2 ระบบ เพื่อใช้เปรียบเทียบจำนวนผู้โดยสาร ระยะเวลาการรอคอยรถของผู้โดยสารในชั่วโมงเร่งด่วน และเป็นแนวทางจัดสรรจำนวนเจ้าหน้าที่ประจำท่าให้เหมาะสม

จากการเปรียบเทียบผลการจำลองสรุปได้ว่าการจำลองระบบใหม่ทั้ง 2 ระบบ ให้ประสิทธิภาพดีกว่าระบบงานเดิม นั่นคือ เวลาที่ใช้รอรถโดยสารในระบบ และเวลาที่เจ้าหน้าที่ให้บริการของระบบใหม่ทั้ง 2 ระบบน้อยกว่าระบบงานเดิม ซึ่งจะช่วยเพิ่มเที่ยวการเดินรถในชั่วโมงเร่งด่วนให้แก่องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพได้มากขึ้น

อารีรัตน์ (2550) การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง กรณีที่นักศึกษามาลงทะเบียนที่มหาวิทยาลัย โดยระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหงในปัจจุบัน จะมีช่องการลงทะเบียนที่นำมาวิจัยทั้งหมด 55 ช่องบริการ โดยแบ่งประเภทช่องการลงทะเบียนออกเป็น 2 ประเภท คือ ช่องการลงทะเบียนปกติ จำนวน 51 ช่องบริการ และช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา)วีซ่าอิเลคตรอน จำนวน 4 ช่องบริการ ซึ่งระบบที่ 1 มีลักษณะเท่าระบบเดิมทั้งหมด และใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ และระบบที่ 2 ลดจำนวนช่องการลงทะเบียนปกติเหลือ 48 ช่องบริการ และลดจำนวนช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา)วีซ่าอิเลคตรอนเหลือ 3 ช่องบริการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการจำลองแบบระบบที่ 2 จำนวน 100 ครั้ง สำหรับช่องการลงทะเบียนปกติ พบว่าจะมีเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาทีและเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินสิบเปอร์เซ็นต์ และสำหรับช่องการลงทะเบียนด้วยบัตร(นักศึกษา)วีซ่าอิเลคตรอน พบว่าจะมีเวลารอคอยเฉลี่ยไม่เกินห้านาที และเปอร์เซ็นต์การว่างงานของหน่วยให้บริการไม่เกินครึ่งหนึ่งของระบบที่1

ศิริรักษ์ (2551) ศึกษาการจัดระบบคิวลูกค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ และลดระยะเวลารอคอย ของธนาคารยูโอบี สาขา A โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระบบการจัดคิวของธนาคารในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและศึกษาลำดับขั้นตอนการทำงานที่ทำให้เกิดปัญหาคอขวด (Bottle Neck) ของกระบวนการทำงานในธนาคาร พร้อมทั้งหาแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดระยะเวลาในการรอคอยของลูกค้ามาใช้บริการกับทางธนาคาร โดยศึกษาวิธีการทำงานที่เกิดขึ้นและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการจัดการระบบแถวคอย และการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Awesim 3.0 ในการประมวลผลของการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการบริการ

จากการศึกษาพบว่า แนวทางที่นำมาใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทั้ง 2 แนวทาง คือ การเพิ่มพนักงานเพื่อให้บริการ และการจัดตารางพักของพนักงานนั้นสามารถที่จะลดระยะเวลาในการรอคอยของลูกค้าที่เกิดขึ้นได้ และช่วยให้บริการลูกค้าได้เต็มที่อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้แนวทางทั้ง 2 แนวทางควบคู่กันจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะจะทำให้การทำงานเป็นระบบและสามารถให้บริการได้เพิ่มมากขึ้น

Wachs (1976) ศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทาง และผลของการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทางในประเทศอเมริกา สรุปได้ดังนี้

ความสำคัญในการให้บริการสำหรับผู้เดินทางโดยสารประจำทาง คือ ความล่าช้าในการเดินทางและเวลาที่ใช้ในการหยุดรถควรจะน้อยที่สุดเพื่อที่จะเดินทางไปให้ถึงจุดหมายปลายทางได้ทันเวลา

เวลาที่ใช้ในการเดินมีความสำคัญเป็นสองหรือสามเท่าของเวลาที่ใช้ในรถโดยสาร ทำให้การเดินทางโดยรถส่วนตัวมีข้อได้เปรียบกว่ารถโดยสารประจำทาง เนื่องจากเสียเวลาเพียงแค่เดินมาที่จอดรถ และไม่มีการต่อรถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านความพึงพอใจในการเดินทาง ได้แก่ การได้ที่นั่งและมีเครื่องปรับอากาศ

ความคิดเห็นของผู้โดยสารประจำทางจะขึ้นอยู่กับสภาพเศรษฐกิจ และสังคม คือ คนที่มีฐานะร่ำรวยจะให้ความสำคัญกับการประหยัดเวลามากกว่าประหยัดเงิน ส่วนคนจนให้ความสำคัญกับการประหยัดเงินมากกว่าประหยัดเวลา

Greasley (2008) ศึกษาความสมดุลของวิธีการวางแผนการผลิตภายใต้เงื่อนไขของระบบที่มีความผันแปรสูง สรุปได้ดังนี้

การจำลองตัวแบบสำหรับเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่องที่ใช้ในการประมาณพื้นที่ในการเก็บของสำหรับการผลิตสิ่งทอ พบว่าเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับงานนี้คือการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะขององค์ประกอบและความสามารถขององค์ประกอบที่แสดงถึงพฤติกรรมของแถวคอย

ในกรณีศึกษาได้พบว่ากระบวนการของการรับประกันงานที่ได้จำลองขึ้นมีประโยชน์ต่อการพิจารณาการจัดสรรพื้นที่ เช่น การจัดสรรแผนกโดยความถูกต้องของข้อมูลขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องจักรและการจำลองเช่นนี้ทำให้สะดวกและง่ายขึ้น รวมทั้งทำให้เข้าใจพฤติกรรมของกำไรที่ได้จากวิธีการจำลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา

3. โปรแกรม Microsoft Office Excel 2003

4. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS รุ่น 15.0 และ MINITAB รุ่น 14

5. โปรแกรม WinBUGS รุ่น 1.4 (Bayesian Analysis Software Using Gibbs Sampling for Windows Version 1.4)

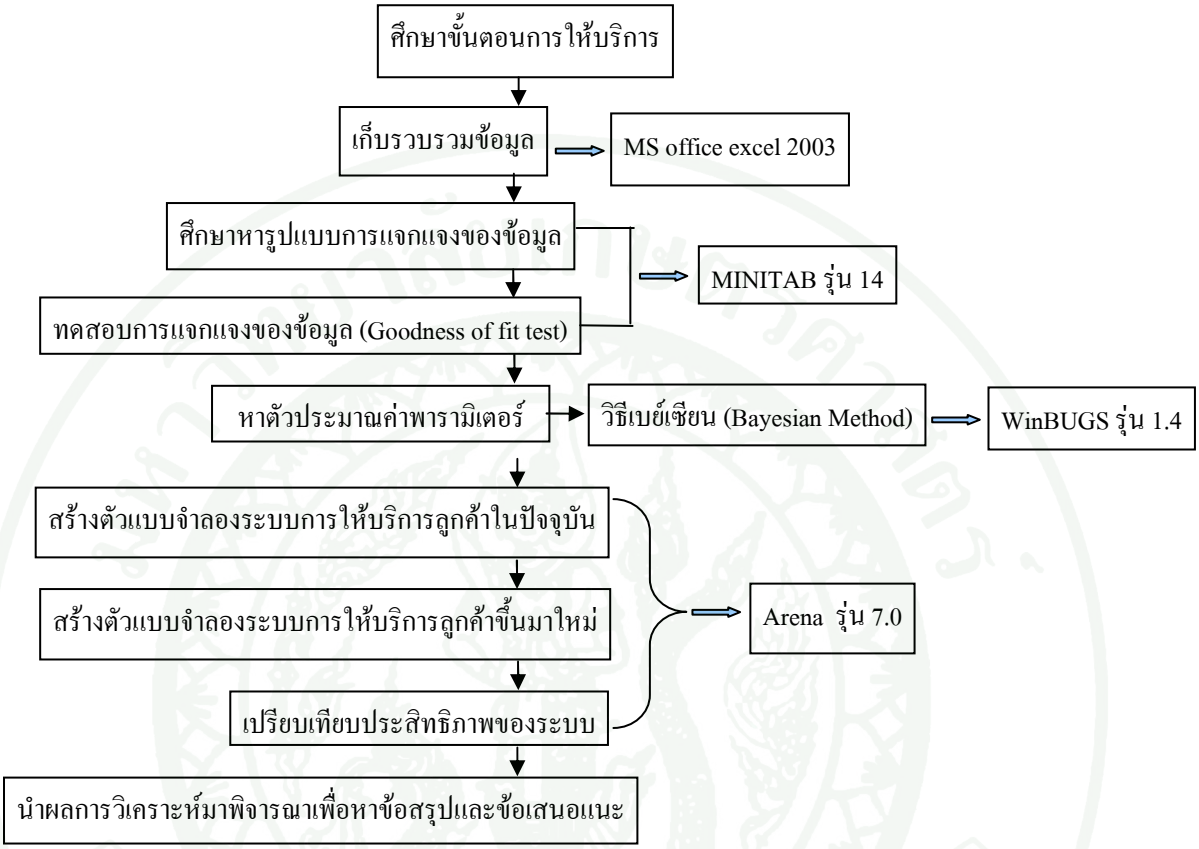
6. โปรแกรมสำเร็จรูป Arena รุ่น 7.0

วิธีการ

การวิเคราะห์ระบบขั้นตอนการให้บริการลูกค้าในด้านต่าง ๆ ของที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ได้นำทฤษฎีแถวคอย การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีเบย์เซียน โดยดำเนินการโดยโปรแกรม WinBUGS 1.4 และเทคนิคการจำลองแบบมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยจะศึกษาหารูปแบบการแจกแจงของผู้มารับบริการ และรูปแบบการแจกแจงเวลาของการให้บริการในแต่ละหน่วยบริการ และศึกษาเวลารวมทั้งหมดที่ลูกค้าใช้ในระบบโดยเฉลี่ย จำนวนลูกค้ารวมทั้งหมดที่ลูกค้าใช้ในระบบโดยเฉลี่ย เวลาในการรอคอยของลูกค้าโดยเฉลี่ย และจำนวนลูกค้าที่รอโดยเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนผังขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 12 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาขั้นตอนการให้บริการ โดยศึกษาขั้นตอนการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์สาขาเกษตรศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการดำเนินงาน โดยการสอบถามจากหัวหน้าที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์

2. เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนลูกค้า เวลาในการมาถึงและเวลาที่เข้าใช้บริการรวมถึงเวลาที่เสร็จสิ้นจากการรับบริการในแต่ละหน่วยบริการ ณ ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เป็นเวลา 21 วัน ตั้งแต่วันที่ 2 ตุลาคม ถึง 20 พฤศจิกายน 2552 ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 บันทึกจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการและเวลาที่เข้าใช้บริการรวมถึงเวลาที่เสร็จสิ้นจากการรับบริการในแต่ละหน่วยบริการ ณ ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ตั้งแต่วันศุกร์ที่ 2 ตุลาคม – 20 พฤศจิกายน 2552 ตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวมีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ทราบได้จากการสอบถามหัวหน้าที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์

3. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้แล้วมาศึกษาหารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลจำนวนลูกค้าและรูปแบบการแจกแจงเวลาในการให้บริการ เพื่อให้ทราบว่าข้อมูลดังกล่าวมีการแจกแจงรูปแบบใด โดยพิจารณาจากกราฟแท่ง (Histogram) หรือกราฟความน่าจะเป็น (Probability Plot)

4. ทดสอบภาวะรูปสนิทดี (Goodness of Fit Test) ของรูปแบบการแจกแจงที่ได้จากข้อ 3 โดยใช้ตัวสถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test) หรือตัวสถิติทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) และหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีเบย์เซียน (Bayesian Method)

5. สร้างตัวแบบจำลองระบบการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ในปัจจุบันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena 7.0 โดยทำการทดสอบ 1000 ครั้ง

6. สร้างตัวแบบจำลองระบบการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการให้บริการกับระบบเดิม โดยทำการทดสอบ 1000 ครั้ง

7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการให้บริการใหม่กับระบบเดิมโดยพิจารณาจากค่าเวลารวมทั้งหมดที่ลูกค้าใช้ในระบบโดยเฉลี่ย จำนวนลูกค้ารวมทั้งหมดที่ลูกค้าใช้ในระบบโดยเฉลี่ย เวลาในการรอคอยของลูกค้าโดยเฉลี่ย และจำนวนลูกค้าที่รอคอยโดยเฉลี่ย

8. นำผลการวิเคราะห์มาพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ใช้ในการวิจัย

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ระยะเวลาในการทำวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน 2552 สิ้นสุดเดือนกรกฎาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

การหาอัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าและอัตราการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ณ ทำการไปรษณีย์สาขาเกษตรศาสตร์

ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่มารับบริการ

จำนวนลูกค้าที่มารับบริการตั้งแต่วันที่ 2 ตุลาคม – 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ช่วงเวลา 10.30 – 13.30 น. มีลักษณะการแจกแจงแบบปัวร์ซง (Poisson Distribution) โดยมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น (Likelihood Function) (ภาพผนวก ก1-ก6) ดังนี้

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda_n}\lambda_n^{x}}{x!} \quad ; \quad x = 0,1,2,... \text{ หรือ } x \mid \lambda_n \sim Poisson(\lambda_n)$$

โดยที่ λ_n แทนพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าในวันที่ n ; $n = 1,2,3,...,19,20,21$

x แทนจำนวนลูกค้าในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : จำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ n มีการแจกแจงแบบปัวร์ซง

H_1 : จำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ n ไม่มีการแจกแจงแบบปัวร์ซง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบไคสแควร์ พบว่าค่า χ^2 และ $P-value$ ในแต่ละครั้งมีดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการแจกแจงของจำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการ

ครั้งที่	χ^2	$P-value$	ครั้งที่	χ^2	$P-value$
1	4.13	0.248	12	6.53	0.0911
2	1.90	0.601	13	1.57	0.466
3	4.52	0.356	14	3.79	0.295
4	6.29	0.0989	15	1.73	0.637
5	3.22	0.378	16	7.25	0.068
6	2.18	0.539	17	1.1	> 0.75
7	5.79	0.132	18	6.21	0.103
8	0.793	0.683	19	4.98	0.189
9	7.74	0.0524	20	5.79	0.132
10	4.85	0.198	21	4.85	0.198
11	6.87	0.0803			

ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) และสรุปได้ว่าจำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในแต่ละครั้งมีการแจกแจงแบบปัวร์ซง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยวิธีการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) ได้อัตราการเข้ามารับบริการเฉลี่ยในแต่ละวัน ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์	พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
λ_1	6.19	λ_8	5.92	λ_{15}	5.14
λ_2	5.92	λ_9	5.03	λ_{16}	7.86
λ_3	4.78	λ_{10}	5.78	λ_{17}	5.53
λ_4	5.25	λ_{11}	5.25	λ_{18}	5.56
λ_5	5.83	λ_{12}	4.97	λ_{19}	6.92
λ_6	4.97	λ_{13}	7.56	λ_{20}	5.67
λ_7	4.97	λ_{14}	5.83	λ_{21}	5.33

จากตารางที่ 3 พบว่า λ_n ; $n = 0,1,2,...,19,20,21$ ซึ่งเป็นค่าของตัวแปรสุ่มแทนอัตราการเข้ามารับบริการเฉลี่ยในแต่ละวันมีลักษณะการแจกแจงแบบแกมม่า (ภาพผนวก ก7) โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นเบื้องต้น ดังนี้

$$\lambda_n \sim Gamma(\alpha, \beta)$$

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Test)

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ค่าของตัวแปรสุ่มแทนอัตราการเข้ามารับบริการเฉลี่ยในแต่ละวัน มีการแจกแจงแบบแกมม่า

H_1 : ค่าของตัวแปรสุ่มแทนอัตราการเข้ามารับบริการเฉลี่ยในแต่ละวัน ไม่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบโคโมกอรอฟ-สไมนอฟ พบว่า $P-value$ มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) และสรุปได้ว่าค่าของตัวแปรสุ่มแทนอัตราการเข้ามารับบริการเฉลี่ยในแต่ละวันมีการแจกแจงแบบแกมม่า โดยมี $\hat{\alpha} = 0.445$ และ $\hat{\beta} = 2.82$

โดยวิธีการประมาณค่าแบบเบย์เซียน ด้วยโปรแกรม WinBUGS ได้ค่าพารามิเตอร์ λ คือ $\hat{\lambda} = 5.705$ (ภาคผนวก ข)

เนื่องจากการเก็บข้อมูลจำนวนลูกค้าที่มารับบริการมีการเก็บ 2 ช่วงเวลา คือ

1. ปิดเทอม ในช่วงเดือนตุลาคม
2. เปิดเทอม ในช่วงเดือนพฤศจิกายน

พบว่า อัตราการเข้ามารับบริการในช่วงปิดเทอมเฉลี่ยเท่ากับ 5.78 คน และอัตราการเข้ามารับบริการในช่วงเปิดเทอมเฉลี่ยเท่ากับ 6.15 คน

ผลการทดสอบความแตกต่างสำหรับค่าเฉลี่ย โดยใช้ตัวสถิติที (t-test) พบว่า $P-value$ มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) และสรุปได้ว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้ามารับบริการในช่วงปิดเทอมและเปิดเทอม

ข้อมูลเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่

เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 2 ไม่สามารถหาการแจกแจงได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ช่องบริการที่ 1, 3 และ 4 มาเป็นตัวแทนของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่

ช่องบริการที่ 1	ช่องบริการที่ 2	ช่องบริการที่ 3	ช่องบริการที่ 4
ล็อกนอร์มอล (ส่วนใหญ่)	(ไม่สามารถหาการแจกแจงได้)	ล็อกนอร์มอล (ส่วนใหญ่)	แกมม่า (ส่วนใหญ่)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 1

วันที่	การแจกแจง	$P-value$
1	$Lognormal(4.898, 0.5912)$	0.330
2	$Lognormal(5.032, 0.8443)$	0.117
3	$Lognormal(4.967, 0.5846)$	0.953
4	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
5	$Lognormal(4.900, 0.5494)$	0.183
6	$Lognormal(4.976, 0.6791)$	0.513
7	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
8	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
9	$Gamma(1.424, 138.9)$	>0.25
10	$Gamma(2.072, 73.94)$	0.057
11	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
12	$Lognormal(4.936, 0.6504)$	0.207
13	$Lognormal(4.972, 0.6804)$	0.110
14	$Lognormal(4.843, 0.6015)$	0.074
15	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
16	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
17	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
18	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
19	$Lognormal(4.713, 0.5291)$	0.135
20	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
21	$Lognormal(4.843, 0.6274)$	0.126

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 2

วันที่	การแจกแจง	$P-value$
1	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
2	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
3	$Weibull(1.801,120.4)$	>0.25
4	$Gamma(1.651,79.96)$	0.176
5	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
6	$Weibull(1.727,117.1)$	>0.25
7	$Lognormal(4.756,0.6738)$	0.297
8	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
9	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
10	$Gamma(3.070,39.05)$	>0.25
11	$Gamma(1.986,59.13)$	>0.25
12	$Lognormal(4.606,0.6454)$	0.187
13	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
14	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
15	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
16	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
17	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
18	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
19	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
20	$Lognormal(4.409,0.8211)$	0.059
21	$Lognormal(4.569,0.6334)$	0.180

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 3

วันที่	การแจกแจง	$P-value$
1	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
2	$Lognormal(5.027, 0.714)$	0.252
3	$Lognormal(5.038, 0.6526)$	0.148
4	$Lognormal(4.753, 0.6565)$	0.384
5	$Lognormal(4.811, 0.5514)$	0.513
6	$Lognormal(4.836, 0.8443)$	0.429
7	$Lognormal(4.976, 0.677)$	0.225
8	$Gamma(2.727, 59.81)$	>0.25
9	$Gamma(2.309, 74.71)$	>0.25
10	$Gamma(2.163, 76.25)$	0.244
11	$Lognormal(4.956, 0.4506)$	0.622
12	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
13	$Gamma(3.251, 49.45)$	0.115
14	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
15	$Gamma(1.761, 83.80)$	>0.25
16	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
17	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
18	$Gamma(2.732, 54.10)$	>0.25
19	$Gamma(3.582, 35.83)$	>0.25
20	$Lognormal(4.950, 0.6384)$	0.086
21	$Lognormal(4.932, 0.4855)$	0.209

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 แสดงการแจกแจงและค่าของพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณค่าแบบภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของเวลาให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 4

วันที่	การแจกแจง	$P-value$
1	$Lognormal(4.581, 0.6408)$	0.151
2	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
3	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
4	$Lognormal(4.871, 0.6147)$	0.050
5	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
6	$Gamma(3.115, 36.53)$	0.169
7	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
8	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
9	$Gamma(2.048, 71.91)$	0.075
10	$Gamma(1.989, 72.69)$	0.232
11	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
12	$Gamma(2.183, 108.4)$	>0.25
13	$Gamma(3.199, 45.00)$	>0.25
14	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
15	$Gamma(1.761, 83.80)$	>0.25
16	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
17	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
18	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
19	ไม่สามารถหาการแจกแจงได้	-
20	$Gamma(3.374, 39.93)$	0.089
21	$Gamma(2.422, 47.91)$	0.237

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนใหญ่เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 1 และช่องบริการที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 2 ตุลาคม – 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ช่วงเวลา 10.30 – 13.30 น. มีลักษณะการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล โดยมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma_n^2}}e^{-\frac{1}{2\sigma_n^2}(\ln x-\mu_n)^2} \qquad ,x>0;-\infty<\mu_n<\infty;\sigma_n>0$$

หรือ

$$x\,|\left(\mu_n,\sigma_n^2\right)\sim Lognormal(\mu_n,\sigma_n^2)$$

โดยที่ μ_n เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ และ σ_n^2 เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นเบื้องต้น ดังนี้

$$\mu_n \sim Normal(\mu,\sigma^2)$$
$$\sigma_n^2 \sim Gamma(\alpha,\beta)$$

หรือ

$$\mu_n \sim Normal(4.89,0.0942)$$
$$\sigma_n^2 \sim Gamma(65.44,0.0245)$$

โดยวิธีการประมาณค่าแบบเบย์เซียน ด้วยโปรแกรม WinBUGS (ภาคผนวก ข) ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ μ,σ^2 คือ $\hat{\mu}=131.76,\hat{\sigma}=1.76$

เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 3 โดยส่วนใหญ่ ตั้งแต่วันที่ 2 ตุลาคม – 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ช่วงเวลา 10.30 – 13.30 น. มีลักษณะการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลโดยมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x)=\frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma_n^2}}e^{-\frac{1}{2\sigma_n^2}(\ln x-\mu_n)^2} \qquad ,x>0;-\infty<\mu_n<\infty;\sigma_n>0$$

หรือ

$$x\,|\left(\mu_n,\sigma_n^2\right)\sim Lognormal(\mu_n,\sigma_n^2)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่ μ_n เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ และ σ_n^2 เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นเบื้องต้น ดังนี้

$$\mu_n \sim Normal(\mu, \sigma^2)$$
$$\sigma_n^2 \sim Gamma(\alpha, \beta)$$

หรือ

$$\mu_n \sim Normal(4.92, 0.09854)$$
$$\sigma_n^2 \sim Gamma(29.25, 0.05613)$$

โดยวิธีการประมาณค่าแบบเบย์เซียน ด้วยโปรแกรม WinBUGS (ภาคผนวก ข) ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ μ, σ^2 คือ $\hat{\mu} = 135.23, \hat{\sigma} = 1.79$

ส่วนเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 4 โดยส่วนใหญ่ ตั้งแต่วันที่ 2 ตุลาคม – 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ช่วงเวลา 10.30 – 13.30 น. มีลักษณะการแจกแจงแบบแกมม่า โดยมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha_n)\beta_n^{\alpha_n}} x^{\alpha_n - 1} e^{-\frac{x}{\beta_n}} \quad , x > 0; \alpha_n > 0; \beta_n > 0$$

หรือ

$$x \mid (\alpha_n, \beta_n) \sim Gamma(\alpha_n, \beta_n)$$

โดย α_n เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล และ β_n เป็นค่าของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นน่าจะเป็นเบื้องต้น ดังนี้

$$\alpha_n \sim Lognomal(\mu, \sigma^2)$$
$$\beta_n \sim Gamma(\alpha, \beta)$$

หรือ

$$\alpha_n \sim Lognomal(0.9548, 0.213)$$
$$\beta_n \sim Gamma(7.308, 7.905)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยวิธีการประมาณค่าแบบเบย์เซียน ด้วยโปรแกรม WinBUGS (ภาคผนวก ข) จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ α, β คือ $\hat{\alpha} = 2.459, \hat{\beta} = 56.4972$

ข้อสมมติในการจำลองแบบ

1. การจำลองระบบการให้บริการลูกค้า จะศึกษาในกรณีที่ลูกค้าเข้ามารับบริการแบบครบวงจรที่ช่องบริการที่ 1-4 เท่านั้น

2. การจำลองแบ่งออกเป็น 3 ระบบ อย่างเป็นอิสระกัน คือ ระบบเดิมมี 4 ช่องบริการ ระบบใหม่ระบบที่สองมี 3 ช่องบริการ และระบบใหม่ระบบที่สามมี 5 ช่องบริการ

3. เมื่อระบบเริ่มต้นวินาทีที่ศูนย์ไม่มีผู้มารับบริการอยู่ในระบบและผู้มารับบริการที่เข้ามาคนแรกจะได้รับบริการทันที

4. ระเบียบการให้บริการแถวคอยเหมือกันในทุกหน่วยให้บริการ คือ ลูกค้าคนไหนมาก่อนได้รับบริการก่อนคนไหนมาทีหลังได้รับบริการทีหลัง

การจำลองระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์ กรณีศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีระบบการให้บริการ 3 ระบบดังนี้

1. ระบบเดิม มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 4 คน ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น.

2. ระบบใหม่ระบบที่ 1 มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 3 คน ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น.

3. ระบบใหม่ระบบที่ 2 มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 5 คน ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าทั้ง 3 ระบบ

จากการจำลองแบบระบบการให้บริการระบบงานเดิมอย่างอิสระกัน 1000 ครั้ง จะได้ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพ คือ เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในคิว จำนวนลูกค้าเฉลี่ยในระบบ และจำนวนลูกค้าเฉลี่ยในคิว ทั้งระบบงานเดิมและระบบใหม่ 2 ระบบ ดังนี้

สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ระบบงานเดิม

ระบบงานเดิมมีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 4 ช่องบริการ ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. และเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ตารางที่ 9 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบเดิม
สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
ระบบงานเดิม		
- เวลาที่อยู่ในระบบ (วินาที)	188.14	185.9-190.22
- จำนวนลูกค้าในระบบ	3.5967	3.5167-3.6767
- เวลารอคอย (วินาที)	55.7594	53.5994-57.9194
- จำนวนลูกค้ารอคอย	1.0909	1.0409-1.1409

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการของระบบเดิม พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบใช้เวลาประมาณ 185.9-190.22 วินาที มีจำนวนลูกค้าในระบบประมาณ 3.5167-3.6767 คน เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในคิว ใช้เวลาประมาณ 53.5994-57.9194 วินาที และจำนวนลูกค้าในคิวประมาณ 1.0409-1.1409 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบใหม่ระบบที่ 1

ระบบใหม่ระบบที่ 1 มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 3 ช่องบริการ ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. และเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ตารางที่ 10 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ระบบที่ 1 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
ระบบใหม่ (ระบบที่ 1)		
- เวลาที่อยู่ในระบบ (วินาที)	272.00	262.4-281.6
- จำนวนลูกค้าในระบบ	5.2114	4.9814-5.4414
- เวลารอคอย (วินาที)	139.99	130.43-149.55
- จำนวนลูกค้ารอคอย	2.7319	2.5219-2.9419

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการของระบบใหม่ระบบที่ 1 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ ใช้เวลาประมาณ 262.4-281.6 วินาที มีจำนวนลูกค้าในระบบประมาณ 4.9814-5.4414 คน เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในคิว ใช้เวลาประมาณ 130.43-149.55 วินาที และจำนวนลูกค้าในคิวประมาณ 2.5219-2.9419 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบใหม่ระบบที่ 2

ระบบใหม่ระบบที่ 2 มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 5 ช่องบริการ ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. และเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ตารางที่ 11 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
ระบบใหม่ (ระบบที่ 2)		
- เวลาที่อยู่ในระบบ (วินาที)	163.21	162.04-164.38
- จำนวนลูกค้าในระบบ	3.1089	3.0589-3.1589
- เวลารอคอย (วินาที)	30.853	29.693-32.013
- จำนวนลูกค้ารอคอย	0.6048	0.5848-0.6248

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการของระบบใหม่ระบบที่ 2 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ ใช้เวลาประมาณ 162.04-164.38 วินาที มีจำนวนลูกค้าในระบบประมาณ 3.0589-3.1589 คน เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในคิว ใช้เวลาประมาณ 29.693-32.013 วินาที และจำนวนลูกค้าในคิวประมาณ 0.5848-0.6248 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ระบบเดิม

ระบบเดิม มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 4 ช่องบริการ ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. และเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ตารางที่ 12 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบเดิม
สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
ระบบงานเดิม		
- เวลาที่อยู่ในระบบ (วินาที)	198.42	194.28-202.56
- จำนวนลูกค้าในระบบ	3.7523	3.6423-3.8623
- เวลารอคอย (วินาที)	58.0587	54.5387-61.5787
- จำนวนลูกค้ารอคอย	1.134	1.064-1.204

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการของระบบเดิม พบว่าระบบงานเดิม เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ ใช้เวลาประมาณ 194.28-202.56 วินาที มีจำนวนลูกค้าในระบบประมาณ 3.6423-3.8623 คน เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในคิว ใช้เวลาประมาณ 54.5387-61.5787 วินาที และจำนวนลูกค้าในคิวประมาณ 1.064-1.204 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบใหม่ระบบที่ 1

ระบบใหม่ระบบที่ 1 มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 3 ช่องบริการ ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. และเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ตารางที่ 13 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ระบบที่ 1 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
ระบบใหม่ (ระบบที่ 1)		
- เวลาที่อยู่ในระบบ (วินาที)	338.48	316.93-360.03
- จำนวนลูกค้าในระบบ	6.4966	6.4339-6.9566
- เวลารอคอย (วินาที)	200.66	179.71-221.61
- จำนวนลูกค้ารอคอย	3.921	3.8665-4.361

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการของระบบใหม่ระบบที่ 1 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ ใช้เวลาประมาณ 316.93-360.03 วินาที มีจำนวนลูกค้าในระบบประมาณ 6.4339-6.9566 คน เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในคิว ใช้เวลาประมาณ 179.71-221.61วินาที และจำนวนลูกค้าในคิวประมาณ 3.8665-4.361 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบใหม่ระบบที่ 2

ระบบใหม่ระบบที่ 2 มีเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าจำนวน 5 ช่องบริการ ให้บริการตั้งแต่เวลา 10.30-13.30 น. และเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ตารางที่ 14 ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าของระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ผลการวิเคราะห์	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย
ระบบใหม่ (ระบบที่ 2)		
- เวลาที่อยู่ในระบบ (วินาที)	164.99	162.76-167.22
- จำนวนลูกค้าในระบบ	3.1531	3.0931-3.2131
- เวลารอคอย (วินาที)	26.6789	25.1389-28.2189
- จำนวนลูกค้ารอคอย	0.5242	0.4942-0.5542

ผลการจำลองแบบระบบการให้บริการของระบบใหม่ระบบที่ 2 พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในระบบ ใช้เวลาประมาณ 162.76-167.22 วินาที มีจำนวนลูกค้าในระบบประมาณ 3.0931-3.2131 คน เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าอยู่ในคิว ใช้เวลาประมาณ 25.1389-28.2189 วินาที และจำนวนลูกค้าในคิวประมาณ 0.4942-0.5542 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าทั้ง 3 ระบบ สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ระบบงาน	เวลาที่อยู่ในระบบ โดยเฉลี่ย (วินาที)	จำนวนลูกค้าในระบบ โดยเฉลี่ย (คน)	เวลารอคอย โดยเฉลี่ย (วินาที)	จำนวนลูกค้ารอคอย โดยเฉลี่ย (คน)
เดิม	188.14	3.5967	55.7594	1.0909
	(185.9,190.22)	(3.5167,3.6767)	(53.5994,57.9194)	(1.0409,1.1409)
ใหม่ 1	272.00	5.2114	139.99	2.7319
	(262.4,281.6)	(4.9814,5.4414)	(130.43,149.55)	(2.5219,2.9419)
ใหม่ 2	163.21	3.1089	30.8530	0.6048
	(162.04,164.38)	(3.0589,3.1589)	(29.693,32.013)	(0.5848-0.6248)

ตารางที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบการจำลองแบบระบบการให้บริการลูกค้าทั้ง 3 ระบบ สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ระบบงาน	เวลาที่อยู่ในระบบ โดยเฉลี่ย (วินาที)	จำนวนลูกค้าในระบบ โดยเฉลี่ย (คน)	เวลารอคอย โดยเฉลี่ย (วินาที)	จำนวนลูกค้ารอคอย โดยเฉลี่ย (คน)
เดิม	198.42	3.7523	58.0587	1.134
	(194.28,202.56)	(3.6423,3.8623)	(54.5387,61.5787)	(1.064,1.204)
ใหม่ 1	338.48	6.4966	200.66	3.921
	(316.93,360.03)	(6.4339,6.9566)	(179.71,221.61)	(3.8665,4.361)
ใหม่ 2	164.99	3.1531	26.6789	0.5242
	(162.76,167.22)	(3.0931,3.2131)	(25.1389,28.2189)	(0.4942-0.5542)

หมายเหตุ (,) แทนช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ย

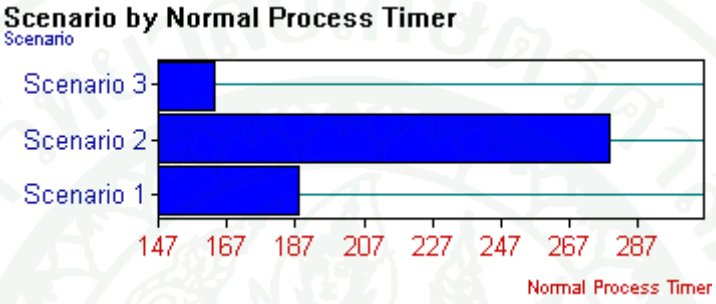
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

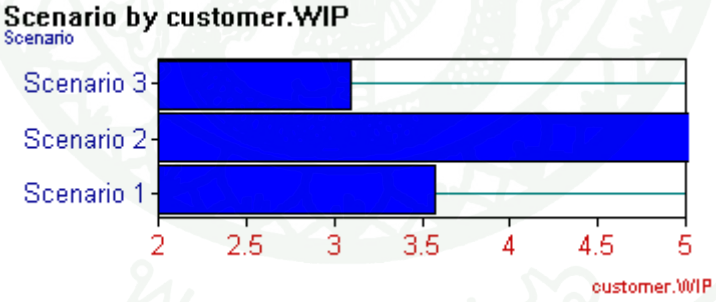
กำหนดให้ Scenario 1 แทนระบบเดิม

Scenario 2 แทนระบบใหม่ระบบที่ 1

Scenario 3 แทนระบบใหม่ระบบที่ 2

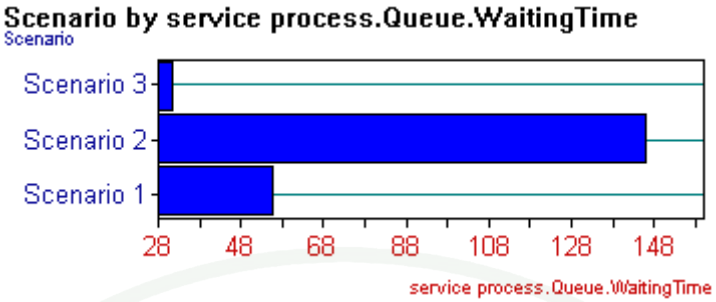


ภาพที่ 13 เปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

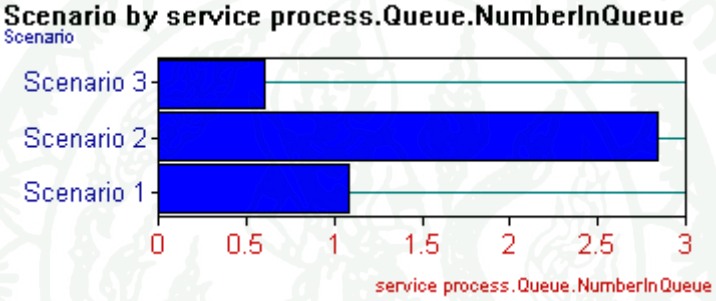


ภาพที่ 14 เปรียบเทียบจำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 เปรียบเทียบเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

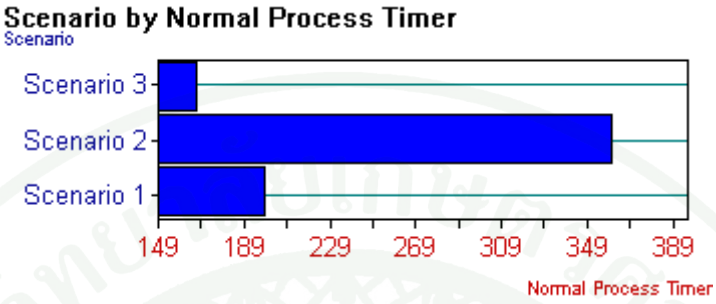


ภาพที่ 16 เปรียบเทียบจำนวนลูกค้ารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบระบบใหม่ที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

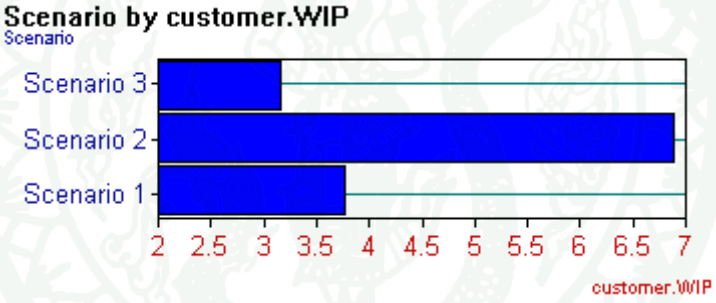
จากภาพที่ 13-16 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ย เวลารอคอยโดยเฉลี่ย และจำนวนลูกค้ารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล จะได้เวลาที่อยู่ในระบบของระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลาน้อยกว่าระบบงานเดิม ดังนั้น ระบบใหม่ระบบที่ 2 มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

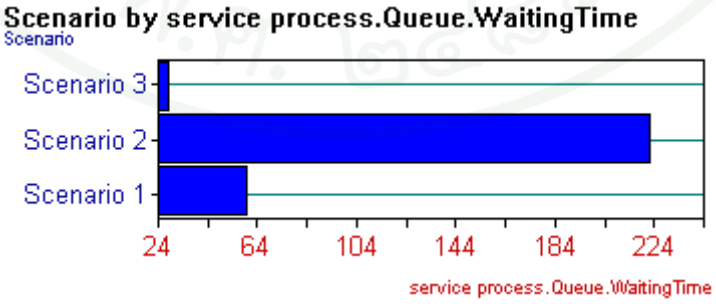
สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า



ภาพที่ 17 เปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

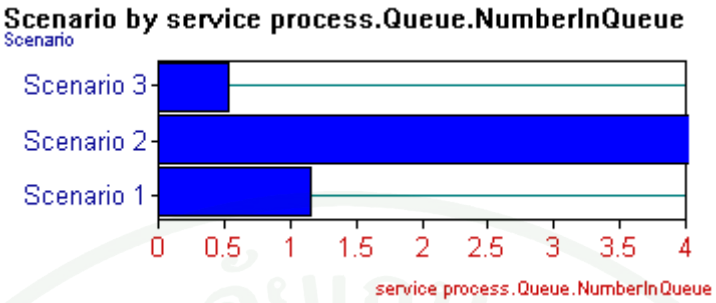


ภาพที่ 18 เปรียบเทียบจำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า



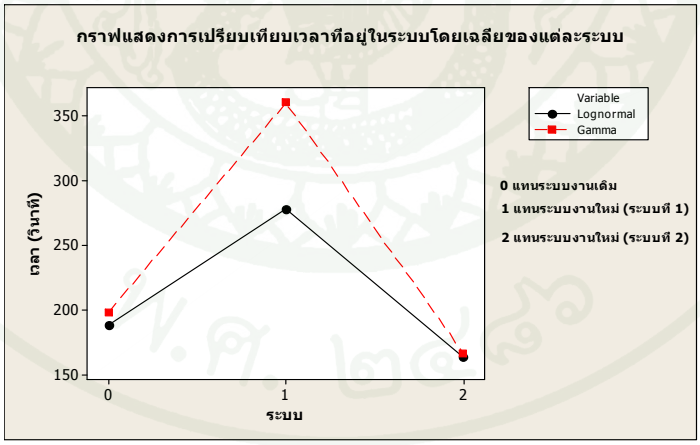
ภาพที่ 19 เปรียบเทียบเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบจำนวนลูกค้ารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

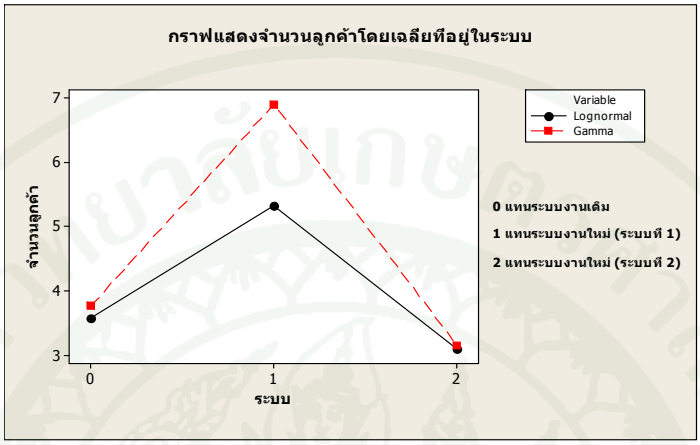
จากภาพที่ 17-20 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ย เวลารอคอยโดยเฉลี่ย และจำนวนลูกค้ารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า จะได้เวลาที่อยู่ในระบบของระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลาน้อยกว่าระบบเดิม ดังนั้น ระบบใหม่ระบบที่ 2 มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิม



ภาพที่ 21 เปรียบเทียบเวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

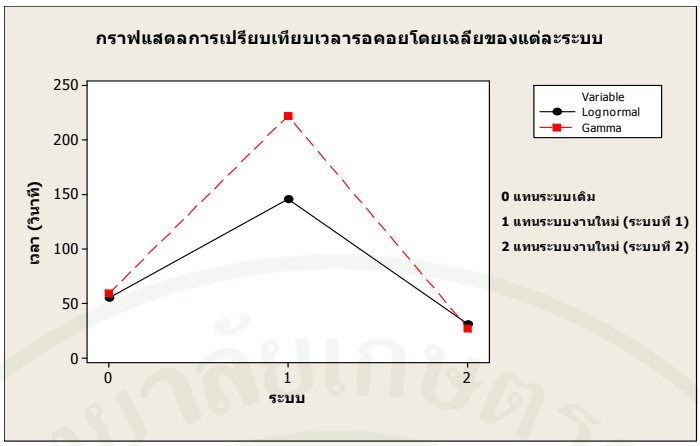
จากภาพที่ 21 ทั้งเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า พบว่าระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยน้อยกว่าระบบเดิมและระบบใหม่ระบบที่ 1



ภาพที่ 22 เปรียบเทียบจำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า

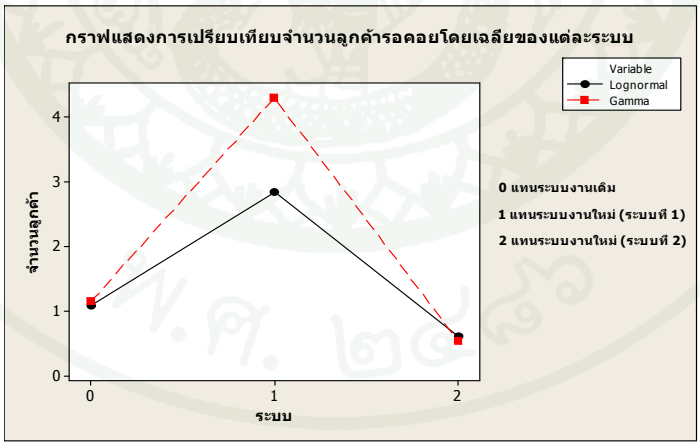
จากภาพที่ 22 ทั้งเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า พบว่าระบบใหม่ระบบที่ 2 มีจำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยน้อยกว่าระบบเดิมและระบบใหม่ระบบที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 เปรียบเทียบเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า

จากภาพที่ 23 ทั้งเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า พบว่าระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลาที่อยู่ในคิวโดยเฉลี่ยน้อยกว่าระบบเดิมและระบบใหม่ระบบที่ 1



ภาพที่ 24 เปรียบเทียบจำนวนลูกค้ารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 24 ทั้งเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลและแบบแกมม่า พบว่าระบบใหม่ระบบที่ 2 มีจำนวนลูกค้าที่อยู่ในคิวโดยเฉลี่ยน้อยกว่าระบบเดิมและระบบใหม่ระบบที่ 1

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองกับผลที่เกิดขึ้นกับระบบงานจริง

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองกับผลที่เกิดขึ้นกับระบบงานจริง

ระบบงานจริง

คำนวณจากอัตราการเข้ามาของลูกค้าโดยเฉลี่ยเท่ากับจำนวนลูกค้าทั้งหมด/เวลา จะได้ค่าเท่ากับ 5.7275 และเวลาการให้บริการมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (ภาพผนวกที่ ก8) ได้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 265.16 วินาที จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.0914 คน เวลารอคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ103.46 วินาที และจำนวนลูกค้าในแถวคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.0315 คน

ทำการทดสอบความแตกต่างสำหรับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองและระบบงานจริงของเวลาที่อยู่ในระบบ จำนวนลูกค้าในระบบ เวลารอคอย และจำนวนลูกค้าในแถวคอยสำหรับการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลได้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 188.14 วินาที จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.5967 คน เวลารอคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 55.7594 วินาที และจำนวนลูกค้าในแถวคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.0909 คน และการแจกแจงแบบแกมม่าได้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 198.42 วินาที จำนวนลูกค้าในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.7523 คน เวลารอคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 58.0587 วินาที และจำนวนลูกค้าในแถวคอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.134 คน

พบว่าผลที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองมีค่าแตกต่างจากที่ได้ในระบบงานจริง เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลที่เป็นตัวแทนจากช่องบริการที่ 1 และช่องบริการที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบงาน

ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ มีการให้บริการแบบครบวงจรจำนวน 4 ช่องบริการ และได้มีความตระหนักถึงการให้บริการที่ดีและมีคุณภาพ จึงมีการกำหนดระยะเวลาที่ลูกค้าใช้เวลารอในแถวคอย คือไม่ควรเกิน 5 นาทีต่อคน ซึ่งถ้าระยะการรอคอยโดยเฉลี่ยเกิน 5 นาที จะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบงานและทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจ

ถ้าทำการเพิ่มค่าของเวลาที่ลูกค้าคนหนึ่ง ๆ มาห่างจากลูกค้าคนก่อนหน้านี้เป็นการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.801 จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบงาน นั่นคือ ทำให้เวลารอคอยโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 319.93 วินาที หรือประมาณ 5.33 นาที เห็นได้ว่าถ้าค่าของเวลาที่ลูกค้าคนหนึ่ง ๆ มาห่างจากลูกค้าคนก่อนหน้านี้เพิ่มขึ้น ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ควรจะมีการเพิ่มช่องบริการจาก 4 ช่องบริการเป็น 5 ช่องบริการเพื่อทำให้ประสิทธิภาพของระบบงานดียิ่งขึ้นและทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

ในการจำลองระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์ กรณีศึกษา : ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ โดยวิจารณ์ข้อดีและข้อเสียของแต่ละระบบ ดังนี้

การจำลองระบบเดิม มีเจ้าหน้าที่ให้บริการจำนวน 4 ช่องบริการ ตั้งแต่เวลา 10.30 – 13.30 น. ให้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย และเวลารอคอยโดยเฉลี่ยปานกลาง

การจำลองระบบใหม่ระบบที่ 1 มีการลดเจ้าหน้าที่ให้บริการจาก 4 ช่องบริการ เหลือจำนวน 3 ช่องบริการ ตั้งแต่เวลา 10.30 – 13.30 น. ให้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย และเวลารอคอยโดยเฉลี่ยค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับระบบเดิม เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว และเมื่อทำการลดช่องบริการลงอีกจึงทำให้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย และเวลารอคอยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

การจำลองระบบใหม่ระบบที่ 2 มีการเพิ่มเจ้าหน้าที่ให้บริการจาก 4 ช่องบริการ เป็นจำนวน 5 ช่องบริการ ตั้งแต่เวลา 10.30 – 13.30 น. ให้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย และเวลารอคอยโดยเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งหรือเกือบครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับระบบเดิม เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก เมื่อทำการเพิ่มช่องบริการจึงทำให้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย และเวลารอคอยโดยเฉลี่ยลดลง

การจำลองระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าพบว่าระบบใหม่ระบบที่ 2 ระบบให้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย และเวลารอคอยโดยเฉลี่ยน้อยกว่าระบบเดิมและระบบใหม่ระบบที่ 1 ซึ่งช่วยลดเวลารอคอยของลูกค้าได้มาก เพียงแต่ในระบบใหม่ระบบที่ 2 นั้นใช้จำนวนเจ้าหน้าที่ในการให้บริการเพิ่มมากขึ้น 1 คน ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น

ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ มีการให้บริการแบบครบวงจรจำนวน 4 ช่องบริการ และได้มีความตระหนักถึงการให้บริการที่ดีและมีคุณภาพ จึงมีการกำหนดระยะเวลาที่ลูกค้าใช้เวลารอในแถวคอย คือไม่ควรเกิน 5 นาทีต่อคน ซึ่งถ้าระยะการรอคอยโดยเฉลี่ยเกิน 5 นาที จะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบงานและทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถ้าทำการเพิ่มค่าของเวลาที่ลูกค้าคนหนึ่ง ๆ มาห่างจากลูกค้าคนก่อนหน้านี้เป็นการแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยที่ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.801 จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบงาน นั่นคือ ทำให้เวลารอคอยโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 319.93 วินาที หรือประมาณ 5.33 นาที เห็นได้ว่าถ้าค่าของเวลาที่ลูกค้าคนหนึ่ง ๆ มาห่างจากลูกค้าคนก่อนหน้านี้เพิ่มขึ้น ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ควรจะมีการเพิ่มช่องบริการจาก 4 ช่องบริการเป็น 5 ช่องบริการเพื่อทำให้ประสิทธิภาพของระบบงานดียิ่งขึ้นและทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการจำลองระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าที่ทำการไปรษณีย์ กรณีศึกษา : ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ โดยทำการจำลองระบบเดิม และจำลองระบบใหม่ขึ้นมา 2 ระบบ เพื่อเปรียบเทียบระบบเดิมกับผลที่ได้จากระบบใหม่ 2 ระบบ เพื่อเสนอทางเลือกในการบริหารงานของบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด โดยผลการวิเคราะห์ สรุปได้ดังนี้

สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ระบบเดิมใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย 188.14 วินาที

ระบบใหม่ระบบที่ 1 ใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย 272.00 วินาที

ระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย 163.21 วินาที

สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ระบบเดิมใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย 198.42 วินาที

ระบบใหม่ระบบที่ 1 ใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย 338.48 วินาที

ระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย 164.99 วินาที

เมื่อพิจารณาเวลารอรับบริการทั้งหมดโดยเฉลี่ยของระบบงานผลการศึกษาพบว่า

สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ระบบเดิมใช้เวลารอคอยโดยเฉลี่ย 55.7594 วินาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบใหม่ระบบที่ 1 ใช้เวลารอคอยโดยเฉลี่ย 139.99 วินาที

ระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลารอคอยโดยเฉลี่ย 30.8530 วินาที

สำหรับเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า

ระบบเดิมใช้เวลารอคอยโดยเฉลี่ย 58.0587 วินาที

ระบบใหม่ระบบที่ 1 ใช้เวลารอคอยโดยเฉลี่ย 200.66 วินาที

ระบบใหม่ระบบที่ 2 ใช้เวลารอคอยโดยเฉลี่ย 26.6789 วินาที

ในระบบใหม่ระบบที่ 1 ใช้เวลาที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยมากกว่าระบบเดิมและระบบใหม่ระบบที่ 2 ทั้งเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของระบบเดิมและระบบใหม่ระบบที่ 2 ยังใช้เวลาน้อยกว่าระบบใหม่ระบบที่ 1 ทำให้ลูกค้าในระบบและในแถวคอยน้อยกว่าระบบใหม่ระบบที่ 1 ที่สำคัญระบบใหม่ระบบที่ 2 เมื่อเพิ่มเจ้าหน้าที่ในการให้บริการมา 1 คนทำให้การให้บริการรวดเร็วยิ่งขึ้น ทั้งยังสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าอีกด้วยเนื่องจากไม่ต้องเสียเวลารอรับบริการเป็นเวลานานหลายนาที

ดังนั้นระบบใหม่ระบบที่ 2 น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีของการให้บริการของที่ทำการไปรษณีย์สาขาเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ ได้กำหนดระยะเวลาที่ลูกค้าใช้เวลารอในแถวคอย คือไม่ควรเกิน 5 นาทีต่อคน นั่นคือถ้าระยะการรอคอยโดยเฉลี่ยเกิน 5 นาที จะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบงานและทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจ ผู้วิจัยขอเสนอว่าควรเลือกใช้ระบบใหม่ระบบที่ 2 ซึ่งมีเจ้าหน้าที่ในการให้บริการ 5 ช่องบริการ เพื่อช่วยให้การบริการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องจ้างเจ้าหน้าที่ในการให้บริการเพิ่มเนื่องจากช่วงเวลาที่ใช้ในการวิจัยเป็นช่วงเวลาหนึ่งที่มีลูกค้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งในช่วงเวลานี้ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์ อาจจะให้หัวหน้าแผนกรับฝากเข้ามาช่วยเพิ่มเติมจาก 4 ช่องบริการเป็น 5 ช่องบริการ และช่วงเวลาที่มีลูกค้าจำนวนน้อยสามารถใช้ระบบงานเดิม ซึ่งมีเจ้าหน้าที่ในการให้บริการ 4 ช่องบริการซึ่งมีความเหมาะสมแล้ว

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการแจกแจงข้อมูลเวลาในการให้บริการที่ใช้เป็นเพียงตัวแทนจากช่องบริการหนึ่งช่องบริการจึงเป็นตัวแทนที่ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป ควรหาการแจกแจงจากข้อมูลทั้งหมดที่เก็บมาเพื่อให้เป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลจริง ๆ

2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรใช้วิธีประมาณค่าแบบเบย์ที่เป็นตัวแบบผสมเนื่องจากข้อมูลเวลาการให้บริการที่ได้อาจมีการแจกแจงที่แตกต่างกัน

3. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของลูกค้ามาศึกษาด้วย เพื่อช่วยในการหาประสิทธิภาพการทำงาน เช่น ด้านความสะดวก ด้านความรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คำเฟื่อง. 2552. **ประวัติไปรษณีย์ไทย.** แหล่งที่มา: http//www.vcharkarn.com/vblog/46293, 4 สิงหาคม 2552

จันทรา ณ นคร. 2548. **การจำลองแบบปัญหาการรอคอยของผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลกันตัง จังหวัดตรัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฑานันทน์ บุญทราหาญ. 2552. **เส้นทางไปรษณีย์ไทย 125 ปี แห่งการสื่อสาร.** แหล่งที่มา: http://www.ohozaa.com/variety/view.php?qID=2230, 4 สิงหาคม 2552.

ธัญญะ ประโยชน์เจริญผล. 2549. **การวิเคราะห์ระบบการให้บริการสัตว์ป่วย แผนกสัตว์ป่วยนอก โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บริษัทไปรษณีย์ไทย จำกัด. 2549. **ไปรษณียนิเทศ 2549.** แหล่งที่มา: http://www.thailandpost.com/thpost/download/File/PostalDirective.pdf, 26 กุมภาพันธ์ 2553.

บริษัทไปรษณีย์ไทย จำกัด. 2551. **ข้อมูลทั่วไปและโครงสร้างบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด.** แหล่งที่มา: http://www.thailandpost.com/about_annual.asp, 14 กันยายน 2552.

ปราณี นิลกรณ์, ไพบูลย์ รัตนประเสริฐ, สุดา ตระการเถลิงศักดิ์, วีรานันท์ พงศาภักดี และ วัฒนา เกาศัลย์. 2545. **สถิติพื้นฐาน 1.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ผกากอง อรรถการุณพันธ์. 2550. **การจำลองระบบการเดินรถโดยสารขนส่งประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ กรณีศึกษาเขตการ เดินรถที่ 2 กองเดินรถที่ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยภาคกลาง. 2552. **ระบบแถวคอย.**
แหล่งที่มา:http://www.tuct.ac.th/computer/sm/chapter7.pdf**,** 19 กรกฎาคม 2552.

มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2549. **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS**.
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

มานพ วราภักดิ์. 2550. **การจำลอง.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**,** กรุงเทพมหานคร.

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. 2551. **คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena**. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.
368 น.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2544. **การจำลองเชิงคอมพิวเตอร์.** สกายบุ๊กส์, กรุงเทพฯ.

วิมลวรรณ ปัทมรัตน์. 2545. **การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศิริรักษ์ แย้มสุวรรณ. 2551. **การจัดการระบบคิวลูกค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการและลดระยะเวลาการรอคอย กรณีศึกษา ธนาคาร ยูโอบี จำกัด (มหาชน) สาขา A.**
การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองปริญญาโท, มหาวิทยาวิทยาลัยหอการค้าไทย

สายชล สินสมบูรณ์. 2549. **สถิติคณิตศาสตร์1.** จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ

อารีรัตน์ ลักษมีลออ. 2550. **การวิเคราะห์ระบบการลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gelman, A., J. B. Carlin, H. S. Stern and D.R. Rubin. 2008. **Bayesian Data Analysis, 3rd ed.**,
Chapman & Hall, Canada.

Greasley, A. 2008. Using simulation for facility design: A case study. **Journal of Simulation Modelling Practice and Theory** 16**:** 670-677.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Shannon, R.E. 1975. **Systems Simulation: the art and science.** Prentice – Hall Inc, New York.

Wachs. M. 1976. Consumer Attitude toward Transit Service. **Journal of American Institute of Planners** 42: 96-104.

Zellner, A. 1996. **An Introduction to Bayesian Inference in Econometrics,** Wiley Classics Library Edition Published, John Wiley & Sons, Inc, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

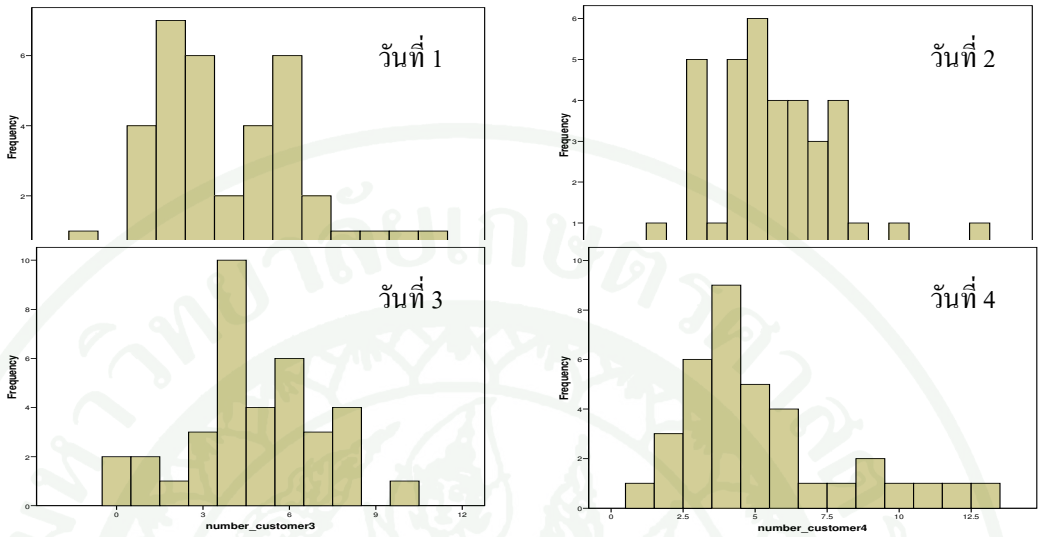
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

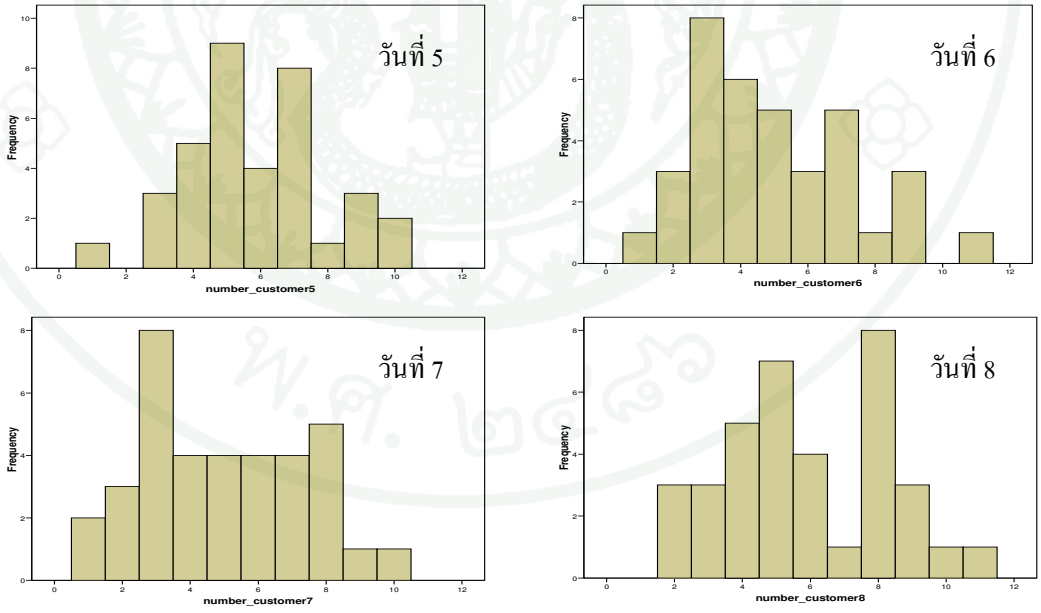
การแจกแจงข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพแสดงการแจกแจงความถี่

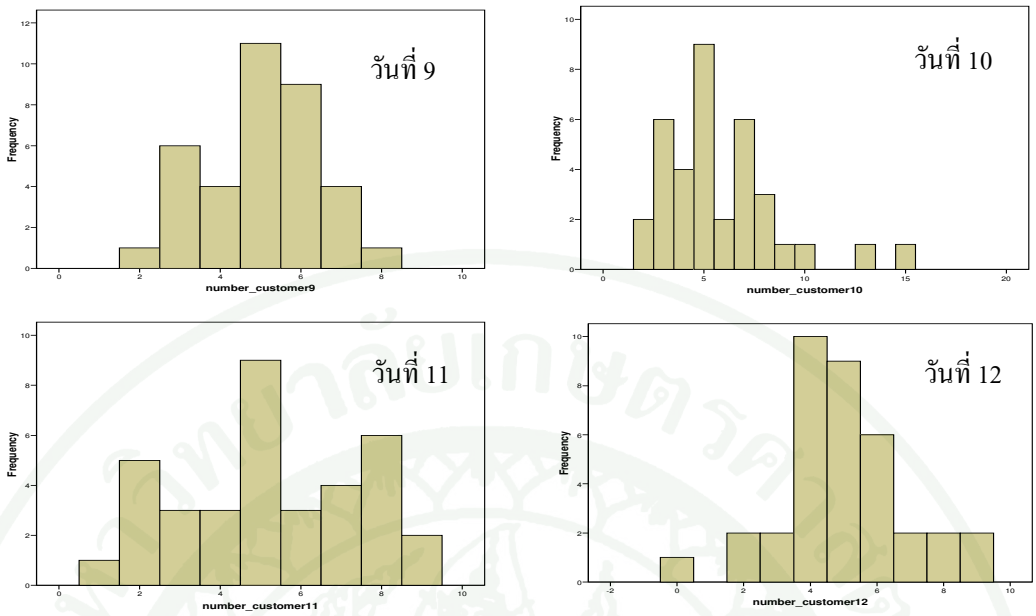


ภาพผนวกที่ ก1 จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 1-4

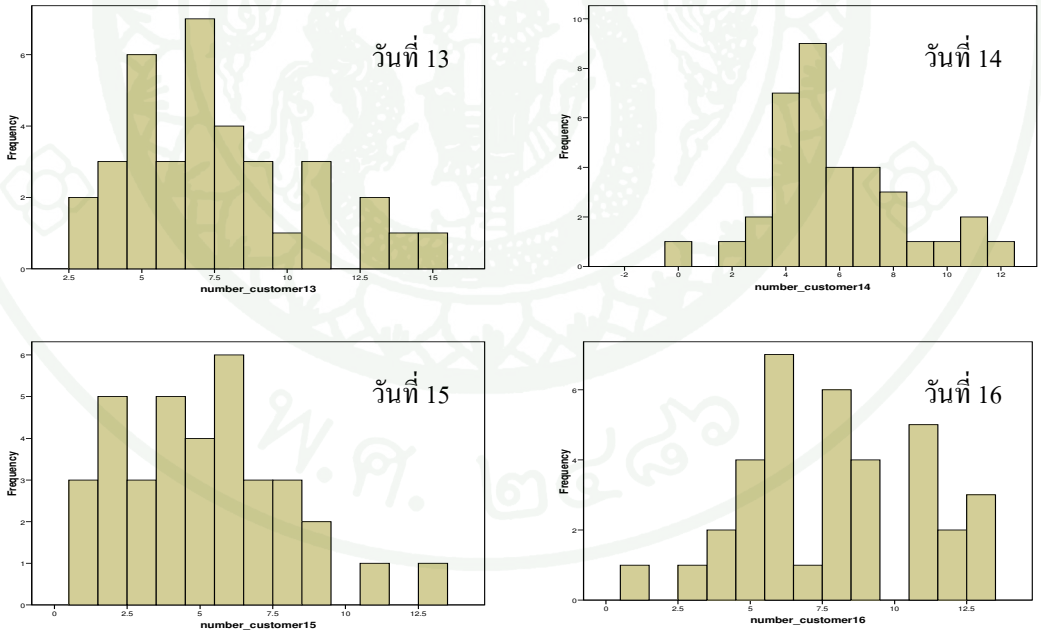


ภาพผนวกที่ ก2 จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 5-8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

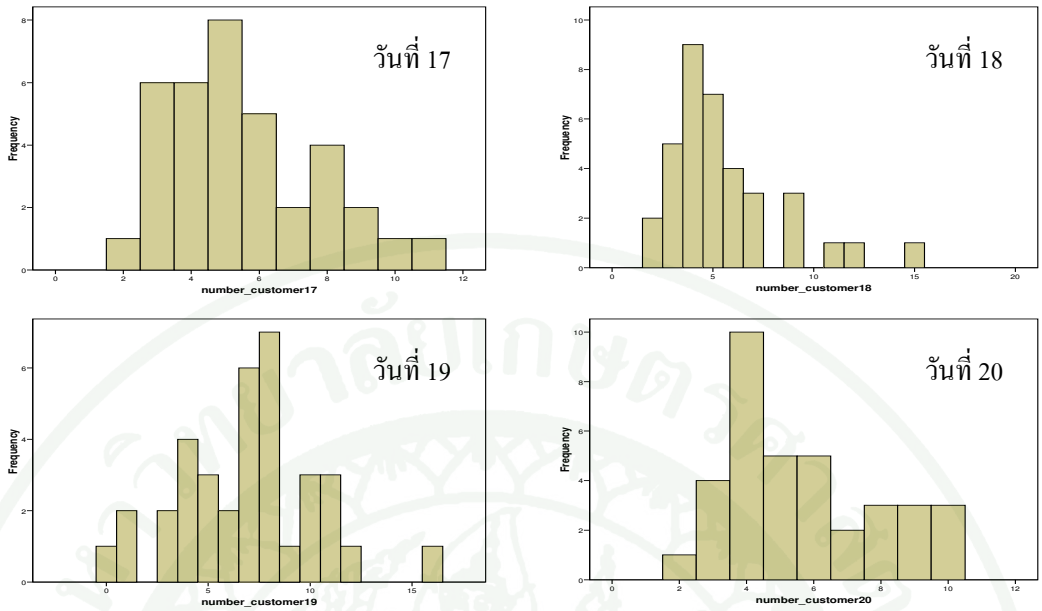


ภาพผนวกที่ ก3 จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 9-12

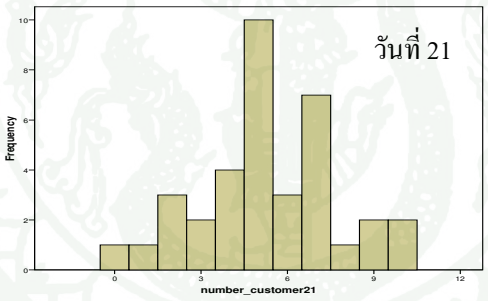


ภาพผนวกที่ ก4 จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 13-16

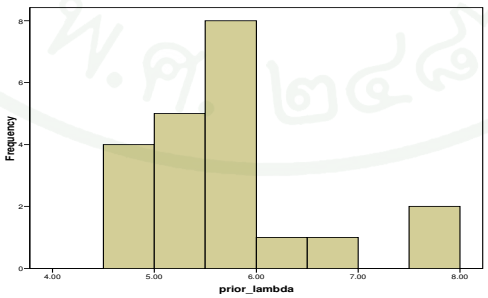
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ก5 จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 17-20

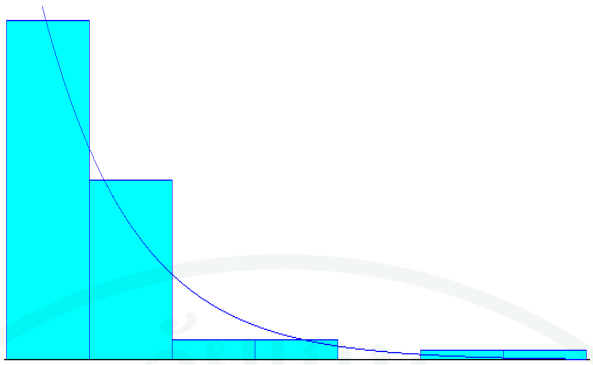


ภาพผนวกที่ ก6 จำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการไปรษณีย์ในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 21



ภาพผนวกที่ ก7 ค่าของตัวแปรสุ่มแทนอัตราการเข้ามารับบริการเฉลี่ยในแต่ละวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



Distribution Summary

Distribution: Exponential

Expression: 49 + EXPO(114)

Square Error: 0.009484

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0808

Corresponding p-value > 0.15

ภาพผนวกที่ ก8 การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ของระบบงานจริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

โปรแกรม WinBUGS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

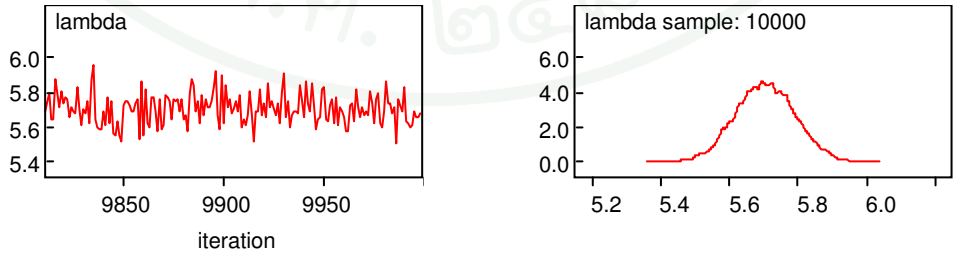
การประมาณค่าแบบเบย์เซียน (Bayesian method) ด้วยโปรแกรม WinBUGS

1. อัตราการเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ย

```
model
{
        for(i in 1:n) {
                x1[i] ~ dpois(lambda)
                }
                lambda ~ dgamma(0.445,2.82)
}
data list(n=756,
        x1 = c(6,4,9,5,5,9,5,4,7,4,4,4,6,3,11,7,8,8,12,5,3,8,10,8,7,3,8,7,5,13,5,4,8,1,4,3,
        8,9,9,10,7,12,8,4,5,7,9,3,4,6,9,7,4,2,4,2,5,7,5,16,8,6,5,2,2,4,0,5,2,6,6,5,
        7,4,4,6,5,2,8,0,3,5,8,5,3,6,6,8,5,7,4,6,6,1,4,1,0,4,3,8,4,4,4,4,7,10,6,4,
        9,4,5,4,3,8,4,5,3,6,4,4,13,5,6,3,1,9,5,2,4,3,11,4,2,7,4,4,3,6,5,12,6,3,2,10,
        3,9,4,10,5,5,3,9,8,4,5,7,5,7,4,9,6,10,7,6,6,6,7,5,3,5,7,7,4,5,5,5,4,1,7,7,
        4,5,9,4,5,6,1,8,3,4,3,9,5,7,2,6,7,9,7,3,4,4,2,3,2,3,5,3,5,7,6,3,3,7,4,11,
        8,8,6,8,4,4,8,2,5,3,2,3,5,3,3,2,7,3,9,4,5,7,7,3,4,1,6,5,1,8,3,7,6,3,6,10,
        5,3,6,2,4,7,4,5,11,6,8,8,10,6,9,8,3,8,8,3,6,4,5,4,2,8,9,5,5,8,9,2,5,4,8,5,
        7,6,5,3,6,6,6,5,6,5,6,5,5,3,4,7,4,4,6,6,8,7,3,3,5,3,6,3,4,5,5,5,5,5,7,2,
        5,3,5,10,5,3,5,8,15,7,7,5,7,4,4,8,3,8,3,13,5,5,3,6,5,2,7,7,3,9,7,2,5,4,6,4,
        7,2,5,5,5,7,8,5,5,8,5,5,3,5,6,7,3,8,8,3,6,2,6,2,2,8,4,4,2,9,1,8,5,7,9,4,
        4,5,6,5,4,6,9,4,9,8,7,3,4,4,4,2,7,5,0,4,5,6,3,6,5,2,6,5,8,4,4,5,5,5,6,4,
        8,7,7,9,9,7,4,15,13,9,4,5,8,11,10,4,6,5,7,7,11,5,8,11,14,7,5,6,5,3,8,7,6,5,3,13,
        9,8,7,6,5,5,4,5,4,6,7,4,2,5,3,5,3,11,4,0,5,5,7,4,6,6,8,4,12,5,4,10,5,8,11,7,
        8,5,3,2,8,9,6,11,6,7,5,2,1,3,4,6,9,2,6,13,4,1,7,4,1,4,6,4,2,5,3,7,2,6,8,5,
        9,6,8,13,12,8,11,8,5,9,9,7,13,9,11,5,5,8,6,5,6,6,11,6,8,11,12,13,8,1,11,6,4,3,4,6,
        6,5,4,5,8,7,3,3,6,4,4,8,9,6,9,5,3,5,6,8,6,11,5,5,4,3,4,5,3,2,3,10,4,7,5,8,
        4,9,6,5,4,7,9,5,5,6,4,4,11,3,3,3,2,3,5,4,9,7,7,12,2,3,5,5,4,4,6,6,15,5,4,4,
        10,7,10,8,5,11,8,12,11,7,5,11,5,8,8,7,8,4,9,3,0,1,7,8,10,4,4,8,7,7,6,1,16,4,6,3,
        7,3,3,4,2,4,4,10,4,8,6,7,4,3,9,5,6,3,4,6,4,5,6,5,10,9,9,4,4,4,10,5,8,8,6,5,
        10,9,5,2,5,5,7,1,4,10,6,3,0,6,9,2,8,2,7,4,3,7,5,5,7,7,5,4,4,7,5,5,5,6,5,7))
```

ผลที่ได้ใน WinBUGS

node	mean	sd	MC error	2.5%	median	97.5%	start	sample
lambda	5.705	0.08733	8.496E-4	5.535	5.704	5.879	1	10000



ภาพผนวกที่ ข1 Gibbs sampling trace plots for parameter of Poisson distribution and Gibbs sampling density plots for parameter of Poisson distribution

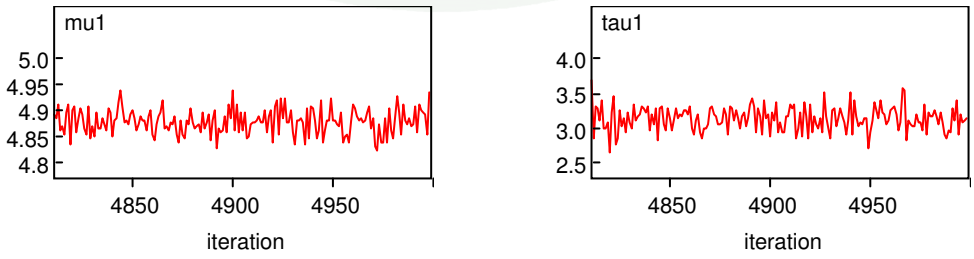
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 1 โดยเฉลี่ย

```
model
{
        for(i in 1:n) {
                x1[i] ~ dlnorm(mu1,tau1)
                }
                mu1 ~ dnorm(4.89,0.0942)
                tau1 ~ dgamma(65.44,0.0245)
}
data list(n=553,
        x1 =
c(67,120,120,126,360,246,128,360,180,304,62,123,128,69,60,65,68,188,151,175,202,342,86,100,178,2
51,138,165,165,56,205,131,202,249,140,82,217,155,104,113,106,88,102,768,57,124,95,170,71,184,16
8,74,599,74,65,92,162,49,
183,208,54,204,193,259,405,73,225,93,210,212,172,107,217,196,269,140,84,293,131,80,18,159,2125,
178,123,68,101,399,336,113,65,25,121,77,764,104,233,
98,69,194,336,127,178,28,151,179,101,105,86,135,74,240,214,198,506,130,413,115,61,123,88,69,196,
201,111,165,154,167,105,123,109,171,169,63,241,83,107,333,321,169,273,96,162,54,238,449,85,268,
73,79,79,131,81,177,309,63,169,166,135,115,84,109,153,123,145,114,224,164,122,65,168,114,67,194,
143,43,111,157,127,154,63,124,834,62,93,131,314,129,178,320,88,236,81,103,86,319,290,98,410,204,
154,135,
190,139,353,70,318,68,285,97,147,133,463,73,60,81,178,31,164,90,121,139,173,103,321,15,150,95,12
0,133,83,36,42,290,158,63,100,70,170,207,126,87,235,553,71,107,80,135,91,98,177,123,238,
675,184,92,301,505,100,162,151,13,230,230,301,74,198,273,94,163,224,105,74,53,114,163,367,130,1
46,313,157,164,48,124,70,132,232,172,173,676,75,93,214,159,65,75,94,104,119,61,159,108,158,66,94
,191,96,117,142,127,115,218,287,113,
317,179,221,162,79,177,348,62,206,123,60,185,71,69,81,1253,121,129,354,106,147,61,25,82,86,445,2
36,175,220,63,279,437,194,161,105,94,158,113,215,81,83,87,81,96,224,284,108,116,234,361,262,119,
159,71,149,
136,412,55,161,308,62,63,214,158,505,108,79,112,105,167,66,116,119,111,123,370,23,134,54,71,68,9
2,224,66,213,132,527,179,121,62,173,81,189,193,77,115,169,151,84,223,87,88,172,144,197,91,281,13
9,68,187,98,115,144,78,
98,161,72,60,86,66,84,129,178,54,87,129,74,63,211,97,98,100,46,70,116,90,299,155,71,163,71,72,198
,95,371,174,148,61,212,75,142,84,160,207,76,83,26,121,67,155,160,46,227,128,236,120,117,70,72,74,
197,64,276,210,154,329,110,87,153,155,
78,129,167,189,140,207,84,470,84,105,107,357,305,275,12,74,311,90,213,158,100,70,45,128,175,117,
95,119,181,326,152,32,64,89,105,203,87,149,274,112,104,97,342,105,129,128,113,60,138,178,358,67,
115,177,78,119,218,79,143))
```

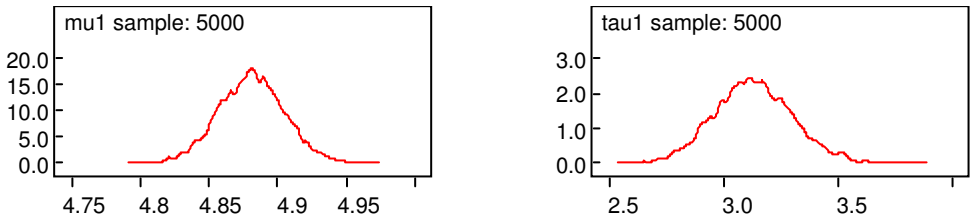
ผลที่ได้ใน WinBUGS

node	mean	sd	MC error	2.5%	median	97.5%	start	sample
mu1	4.881	0.0237	3.679E-4	4.835	4.881	4.929	1	5000
tau1	3.134	0.1698	0.00239	2.809	3.129	3.486	1	5000



ภาพผนวกที่ ข2 Gibbs sampling trace plots for parameter of Lognormal distribution

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



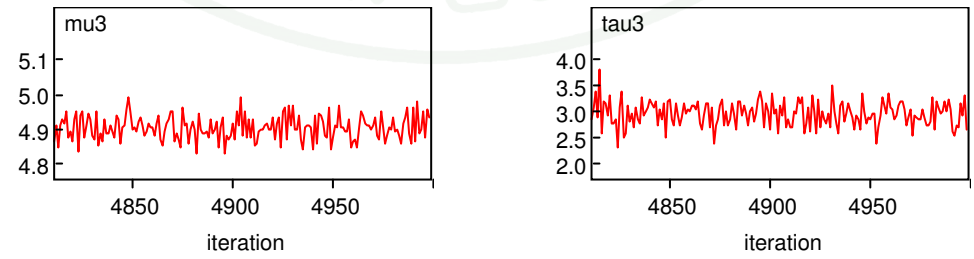
ภาพผนวกที่ ข3 Gibbs sampling density plots for parameter of Lognormal distribution

3. เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 3 โดยเฉลี่ย

```
model
{
        for(i in 1:n) {
                x3[i] ~ dlnorm(mu3,tau3)
                }
                mu3 ~ dnorm(4.92,0.09854)
                tau3 ~ dgamma(29.25,0.05613)
}
data list(n=267,
        x3 =
c(244,129,41,100,163,108,108,89,369,109,123,83,183,69,202,305,158,84,1320,270,70,171,310,106,29
2,130,193,243,123,331,128,316,724,151,176,134,60,148,65,149,50,142,100,142,216,15,199,79,117,20
6,87,152,96,61,125,74,75,402,73,197,167,93,86,267,60,236,61,127,316,85,87,111,416,129,132,109,42,
414,168,71,83,427,205,127,125,76,103,103,61,183,89,60,95,147,168,89,150,143,120,72,148,83,274,15
1,35,104,65,163,277,154,562,25,160,80,90,60,12,112,45,61,65,274,75,304,123,511,163,88,169,170,13
9,121,77,174,181,87,199,103,373,283,84,65,149,79,274,810,149,70,819,291,157,144,104,572,172,364,
132,119,87,93,76,169,159,133,154,315,119,221,111,139,50,281,47,477,63,71,142,83,182,69,
142,90,79,213,231,123,189,143,134,119,202,134,114,97,65,348,133,397,83,148,145,103,236,238,113,
160,75,164,75,108,195,123,189,137,168,411,119,146,64,163,87,72,676,63,95,199,169,123,154,78,327,
592,170,36,111,113,162,174,135,188,78,197,217,113,85,217,216,71,533,69,130,153,235,82,132,203,9
9,177,131,171,217,63,108,97,69,126,208))
```

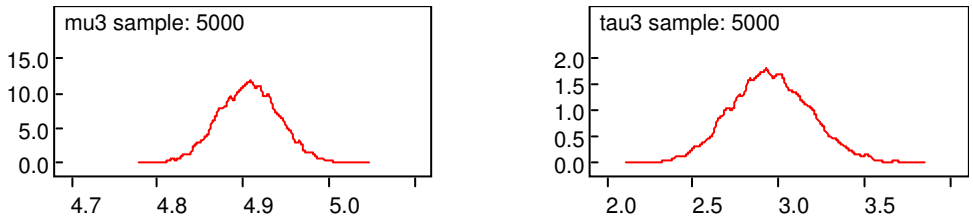
ผลที่ได้ใน WinBUGS

node	mean	sd	MC error	2.5%	median	97.5%	start	sample
mu3	4.907	0.03509	5.749E-4	4.839	4.907	4.977	1	5000
tau3	2.956	0.2328	0.003464	2.512	2.949	3.432	1	5000



ภาพผนวกที่ ข4 Gibbs sampling trace plots for parameter of Lognormal distribution

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข5 Gibbs sampling density plots for parameter of Lognormal distribution

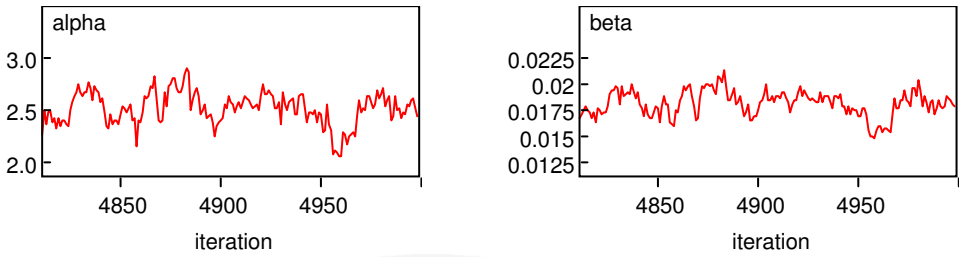
4. เวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ช่องบริการที่ 4 โดยเฉลี่ย

```
model
{
        for(i in 1:n) {
                x4[i] ~ dgamma(alpha,beta)
                }
                alpha ~ dlnorm(0.9548,0.213)
                beta ~ dgamma(7.308,7.905)
}
data list(n=387,
        x4 = c(49,64,117,89,148,151,60,90,173,62,154,125,172,287,61,69,123,
189,186,37,210,288,84,163,60,29,164,64,83,69,125,127,16,87,70,233,134,178,73,118,63,62,75,113,88,
150,105,68,
224,227,73,142,347,44,139,143,157,16,327,287,96,105,128,38,171,139,94,704,128,13,80,88,98,174,12
3,237,115,94,93,128,81,64,123,61,
113,167,34,467,98,143,16,127,134,75,456,72,110,233,285,145,93,
370,94,215,185,108,117,100,250,99,495,214,118,10,151,49,183,70,220,53,38,155,63,69,175,79,164,14
3,73,82,133,158,73,10,49,166,164,
249,113,393,225,170,216,146,168,272,177,9,123,291,66,77,256,
478,303,339,144,103,653,667,118,138,109,115,445,270,395,108,236,
62,116,69,131,84,105,288,93,67,114,204,264,212,115,247,66,70,
73,80,230,205,172,219,60,149,160,66,243,235,104,189,113,118,
142,70,160,90,64,215,210,85,160,235,111,417,152,17,199,169,88,92,100,161,166,412,142,113,139,14
7,91,104,204,48,49,14,212,
213,139,119,36,70,39,89,101,131,152,119,222,154,153,115,18,79,
38,98,109,175,69,263,142,103,51,78,77,290,13,100,109,67,68,118,74,178,123,28,63,196,100,222,
102,103,126,104,517,100,71,279,173,79,169,104,199,125,383,166,
219,130,229,132,167,109,177,148,62,133,65,77,179,114,164,52,70,149,92,103,25,36,97,158,148,174,1
39,79,111,163,129,70,71,158,66,74,109,15,106,203,178,
92,38,159,68,164,12,140,138,79,36,107,117,70,74,66,89,187,579,
150,170,58,234,92,187,13,112,225,225,81,155,39,46,107,97,29,111,94,112,60,139,120,124,93,135,189
,71,195,77,100,85,74,21))
```

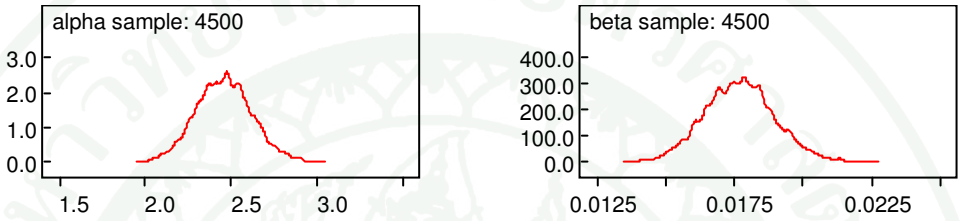
ผลที่ได้ใน WinBUGS

node	mean	sd	MC error	2.5%	median	97.5%	start	sample
alpha	2.459	0.163	0.00792	2.145	2.459	2.795	501	4500
beta	0.0177	0.001295	6.364E-5	0.01522	0.0177	0.02033	501	4500

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข6 Gibbs sampling trace plots for parameter of Gamma distribution



ภาพผนวกที่ ข7 Gibbs sampling density plots for parameter of Gamma distribution

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ข้อมูลจำนวนลูกค้า ณ ที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค1 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 1

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	6	11.31-11.35	6	12.31-12.35	7
10.36-10.40	4	11.36-11.40	3	12.36-12.40	3
10.41-10.45	9	11.41-11.45	11	12.41-12.45	8
10.46-10.50	5	11.46-11.50	7	12.46-12.50	7
10.51-10.55	5	11.51-11.55	8	12.51-12.55	5
10.56-11.00	9	11.56-12.00	8	12.56-13.00	13
11.01-11.05	5	12.01-12.05	12	13.01-13.05	5
11.06-11.10	4	12.06-12.10	5	13.06-13.10	4
11.11-11.15	7	12.11-12.15	3	13.11-13.15	8
11.16-11.20	4	12.16-12.20	8	13.16-13.20	1
11.21-11.25	4	12.21-12.25	10	13.21-13.25	4
11.26-11.30	4	12.26-12.30	8	13.26-13.30	3

ตารางผนวกที่ ค2 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 2

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	8	11.31-11.35	4	12.31-12.35	8
10.36-10.40	9	11.36-11.40	6	12.36-12.40	6
10.41-10.45	9	11.41-11.45	9	12.41-12.45	5
10.46-10.50	10	11.46-11.50	7	12.46-12.50	2
10.51-10.55	7	11.51-11.55	4	12.51-12.55	2
10.56-11.00	12	11.56-12.00	2	12.56-13.00	4
11.01-11.05	8	12.01-12.05	4	13.01-13.05	0
11.06-11.10	4	12.06-12.10	2	13.06-13.10	5
11.11-11.15	5	12.11-12.15	5	13.11-13.15	2
11.16-11.20	7	12.16-12.20	7	13.16-13.20	6
11.21-11.25	9	12.21-12.25	5	13.21-13.25	6
11.26-11.30	3	12.26-12.30	16	13.26-13.30	5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค3 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 3

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	7	11.31-11.35	3	12.31-12.35	0
10.36-10.40	4	11.36-11.40	6	12.36-12.40	4
10.41-10.45	4	11.41-11.45	6	12.41-12.45	3
10.46-10.50	6	11.46-11.50	8	12.46-12.50	8
10.51-10.55	5	11.51-11.55	5	12.51-12.55	4
10.56-11.00	2	11.56-12.00	7	12.56-13.00	4
11.01-11.05	8	12.01-12.05	4	13.01-13.05	4
11.06-11.10	0	12.06-12.10	6	13.06-13.10	4
11.11-11.15	3	12.11-12.15	6	13.11-13.15	7
11.16-11.20	5	12.16-12.20	1	13.16-13.20	10
11.21-11.25	8	12.21-12.25	4	13.21-13.25	6
11.26-11.30	5	12.26-12.30	1	13.26-13.30	4

ตารางผนวกที่ ค4 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 4

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	9	11.31-11.35	13	12.31-12.35	2
10.36-10.40	4	11.36-11.40	5	12.36-12.40	7
10.41-10.45	5	11.41-11.45	6	12.41-12.45	4
10.46-10.50	4	11.46-11.50	3	12.46-12.50	4
10.51-10.55	3	11.51-11.55	1	12.51-12.55	3
10.56-11.00	8	11.56-12.00	9	12.56-13.00	6
11.01-11.05	4	12.01-12.05	5	13.01-13.05	5
11.06-11.10	5	12.06-12.10	2	13.06-13.10	12
11.11-11.15	3	12.11-12.15	4	13.11-13.15	6
11.16-11.20	6	12.16-12.20	3	13.16-13.20	3
11.21-11.25	4	12.21-12.25	11	13.21-13.25	2
11.26-11.30	4	12.26-12.30	4	13.26-13.30	10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค5 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 5

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	3	11.31-11.35	5	12.31-12.35	3
10.36-10.40	9	11.36-11.40	7	12.36-12.40	5
10.41-10.45	4	11.41-11.45	4	12.41-12.45	7
10.46-10.50	10	11.46-11.50	9	12.46-12.50	7
10.51-10.55	5	11.51-11.55	6	12.51-12.55	4
10.56-11.00	5	11.56-12.00	10	12.56-13.00	5
11.01-11.05	3	12.01-12.05	7	13.01-13.05	5
11.06-11.10	9	12.06-12.10	6	13.06-13.10	5
11.11-11.15	8	12.11-12.15	6	13.11-13.15	4
11.16-11.20	4	12.16-12.20	6	13.16-13.20	1
11.21-11.25	5	12.21-12.25	7	13.21-13.25	7
11.26-11.30	7	12.26-12.30	5	13.26-13.30	7

ตารางผนวกที่ ค6 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 6

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	4	11.31-11.35	5	12.31-12.35	2
10.36-10.40	5	11.36-11.40	7	12.36-12.40	3
10.41-10.45	9	11.41-11.45	2	12.41-12.45	5
10.46-10.50	4	11.46-11.50	6	12.46-12.50	3
10.51-10.55	5	11.51-11.55	7	12.51-12.55	5
10.56-11.00	6	11.56-12.00	9	12.56-13.00	7
11.01-11.05	1	12.01-12.05	7	13.01-13.05	6
11.06-11.10	8	12.06-12.10	3	13.06-13.10	3
11.11-11.15	3	12.11-12.15	4	13.11-13.15	3
11.16-11.20	4	12.16-12.20	4	13.16-13.20	7
11.21-11.25	3	12.21-12.25	2	13.21-13.25	4
11.26-11.30	9	12.26-12.30	3	13.26-13.30	11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค7 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 7

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	8	11.31-11.35	5	12.31-12.35	4
10.36-10.40	8	11.36-11.40	3	12.36-12.40	1
10.41-10.45	6	11.41-11.45	3	12.41-12.45	6
10.46-10.50	8	11.46-11.50	2	12.46-12.50	5
10.51-10.55	4	11.51-11.55	7	12.51-12.55	1
10.56-11.00	4	11.56-12.00	3	12.56-13.00	8
11.01-11.05	8	12.01-12.05	9	13.01-13.05	3
11.06-11.10	2	12.06-12.10	4	13.06-13.10	7
11.11-11.15	5	12.11-12.15	5	13.11-13.15	6
11.16-11.20	3	12.16-12.20	7	13.16-13.20	3
11.21-11.25	2	12.21-12.25	7	13.21-13.25	6
11.26-11.30	3	12.26-12.30	3	13.26-13.30	10

ตารางผนวกที่ ค8 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 8

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	5	11.31-11.35	10	12.31-12.35	2
10.36-10.40	3	11.36-11.40	6	12.36-12.40	8
10.41-10.45	6	11.41-11.45	9	12.41-12.45	9
10.46-10.50	2	11.46-11.50	8	12.46-12.50	5
10.51-10.55	4	11.51-11.55	3	12.51-12.55	5
10.56-11.00	7	11.56-12.00	8	12.56-13.00	8
11.01-11.05	4	12.01-12.05	8	13.01-13.05	9
11.06-11.10	5	12.06-12.10	3	13.06-13.10	2
11.11-11.15	11	12.11-12.15	6	13.11-13.15	5
11.16-11.20	6	12.16-12.20	4	13.16-13.20	4
11.21-11.25	8	12.21-12.25	5	13.21-13.25	8
11.26-11.30	8	12.26-12.30	4	13.26-13.30	5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค9 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 9

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	7	11.31-11.35	5	12.31-12.35	5
10.36-10.40	6	11.36-11.40	3	12.36-12.40	3
10.41-10.45	5	11.41-11.45	3	12.41-12.45	6
10.46-10.50	3	11.46-11.50	7	12.46-12.50	3
10.51-10.55	6	11.51-11.55	4	12.51-12.55	3
10.56-11.00	6	11.56-12.00	4	12.56-13.00	5
11.01-11.05	6	12.01-12.05	6	13.01-13.05	5
11.06-11.10	6	12.06-12.10	6	13.06-13.10	5
11.11-11.15	6	12.11-12.15	8	13.11-13.15	5
11.16-11.20	5	12.16-12.20	8	13.16-13.20	5
11.21-11.25	6	12.21-12.25	3	13.21-13.25	7
11.26-11.30	5	12.26-12.30	3	13.26-13.30	3

ตารางผนวกที่ ค10 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 10

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	5	11.31-11.35	7	12.31-12.35	5
10.36-10.40	3	11.36-11.40	4	12.36-12.40	2
10.41-10.45	5	11.41-11.45	4	12.41-12.45	7
10.46-10.50	10	11.46-11.50	8	12.46-12.50	7
10.51-10.55	5	11.51-11.55	3	12.51-12.55	3
10.56-11.00	3	11.56-12.00	8	12.56-13.00	9
11.01-11.05	5	12.01-12.05	3	13.01-13.05	7
11.06-11.10	8	12.06-12.10	13	13.06-13.10	2
11.11-11.15	15	12.11-12.15	5	13.11-13.15	5
11.16-11.20	7	12.16-12.20	5	13.16-13.20	4
11.21-11.25	7	12.21-12.25	3	13.21-13.25	6
11.26-11.30	5	12.26-12.30	6	13.26-13.30	4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค11 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 11

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	7	11.31-11.35	3	12.31-12.35	2
10.36-10.40	2	11.36-11.40	5	12.36-12.40	8
10.41-10.45	5	11.41-11.45	6	12.41-12.45	4
10.46-10.50	5	11.46-11.50	7	12.46-12.50	4
10.51-10.55	5	11.51-11.55	3	12.51-12.55	2
10.56-11.00	7	11.56-12.00	8	12.56-13.00	9
11.01-11.05	8	12.01-12.05	8	13.01-13.05	1
11.06-11.10	5	12.06-12.10	3	13.06-13.10	8
11.11-11.15	5	12.11-12.15	6	13.11-13.15	5
11.16-11.20	8	12.16-12.20	2	13.16-13.20	7
11.21-11.25	5	12.21-12.25	6	13.21-13.25	9
11.26-11.30	5	12.26-12.30	2	13.26-13.30	4

ตารางผนวกที่ ค12 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 12

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	4	11.31-11.35	4	12.31-12.35	5
10.36-10.40	5	11.36-11.40	4	12.36-12.40	2
10.41-10.45	6	11.41-11.45	4	12.41-12.45	6
10.46-10.50	5	11.46-11.50	2	12.46-12.50	5
10.51-10.55	4	11.51-11.55	7	12.51-12.55	8
10.56-11.00	6	11.56-12.00	5	12.56-13.00	4
11.01-11.05	9	12.01-12.05	0	13.01-13.05	4
11.06-11.10	4	12.06-12.10	4	13.06-13.10	5
11.11-11.15	9	12.11-12.15	5	13.11-13.15	5
11.16-11.20	8	12.16-12.20	6	13.16-13.20	5
11.21-11.25	7	12.21-12.25	3	13.21-13.25	6
11.26-11.30	3	12.26-12.30	6	13.26-13.30	4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค13 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 13

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	8	11.31-11.35	8	12.31-12.35	14
10.36-10.40	7	11.36-11.40	11	12.36-12.40	7
10.41-10.45	7	11.41-11.45	10	12.41-12.45	5
10.46-10.50	9	11.46-11.50	4	12.46-12.50	6
10.51-10.55	9	11.51-11.55	6	12.51-12.55	5
10.56-11.00	7	11.56-12.00	5	12.56-13.00	3
11.01-11.05	4	12.01-12.05	7	13.01-13.05	8
11.06-11.10	15	12.06-12.10	7	13.06-13.10	7
11.11-11.15	13	12.11-12.15	11	13.11-13.15	6
11.16-11.20	9	12.16-12.20	5	13.16-13.20	5
11.21-11.25	4	12.21-12.25	8	13.21-13.25	3
11.26-11.30	5	12.26-12.30	11	13.26-13.30	13

ตารางผนวกที่ ค14 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 14

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	9	11.31-11.35	2	12.31-12.35	6
10.36-10.40	8	11.36-11.40	5	12.36-12.40	6
10.41-10.45	7	11.41-11.45	3	12.41-12.45	8
10.46-10.50	6	11.46-11.50	5	12.46-12.50	4
10.51-10.55	5	11.51-11.55	3	12.51-12.55	12
10.56-11.00	5	11.56-12.00	11	12.56-13.00	5
11.01-11.05	4	12.01-12.05	4	13.01-13.05	4
11.06-11.10	5	12.06-12.10	0	13.06-13.10	10
11.11-11.15	4	12.11-12.15	5	13.11-13.15	5
11.16-11.20	6	12.16-12.20	5	13.16-13.20	8
11.21-11.25	7	12.21-12.25	7	13.21-13.25	11
11.26-11.30	4	12.26-12.30	4	13.26-13.30	7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค15 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 15

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	8	11.31-11.35	1	12.31-12.35	1
10.36-10.40	5	11.36-11.40	3	12.36-12.40	4
10.41-10.45	3	11.41-11.45	4	12.41-12.45	6
10.46-10.50	2	11.46-11.50	6	12.46-12.50	4
10.51-10.55	8	11.51-11.55	9	12.51-12.55	2
10.56-11.00	9	11.56-12.00	2	12.56-13.00	5
11.01-11.05	6	12.01-12.05	6	13.01-13.05	3
11.06-11.10	11	12.06-12.10	13	13.06-13.10	7
11.11-11.15	6	12.11-12.15	4	13.11-13.15	2
11.16-11.20	7	12.16-12.20	1	13.16-13.20	6
11.21-11.25	5	12.21-12.25	7	13.21-13.25	8
11.26-11.30	2	12.26-12.30	4	13.26-13.30	5

ตารางผนวกที่ ค16 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 16

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	9	11.31-11.35	13	12.31-12.35	8
10.36-10.40	6	11.36-11.40	9	12.36-12.40	11
10.41-10.45	8	11.41-11.45	11	12.41-12.45	12
10.46-10.50	13	11.46-11.50	5	12.46-12.50	13
10.51-10.55	12	11.51-11.55	5	12.51-12.55	8
10.56-11.00	8	11.56-12.00	8	12.56-13.00	1
11.01-11.05	11	12.01-12.05	6	13.01-13.05	11
11.06-11.10	8	12.06-12.10	5	13.06-13.10	6
11.11-11.15	5	12.11-12.15	6	13.11-13.15	4
11.16-11.20	9	12.16-12.20	6	13.16-13.20	3
11.21-11.25	9	12.21-12.25	11	13.21-13.25	4
11.26-11.30	7	12.26-12.30	6	13.26-13.30	6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค17 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 17

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	6	11.31-11.35	9	12.31-12.35	4
10.36-10.40	5	11.36-11.40	6	12.36-12.40	3
10.41-10.45	4	11.41-11.45	9	12.41-12.45	4
10.46-10.50	5	11.46-11.50	5	12.46-12.50	5
10.51-10.55	8	11.51-11.55	3	12.51-12.55	3
10.56-11.00	7	11.56-12.00	5	12.56-13.00	2
11.01-11.05	3	12.01-12.05	6	13.01-13.05	3
11.06-11.10	3	12.06-12.10	8	13.06-13.10	10
11.11-11.15	6	12.11-12.15	6	13.11-13.15	4
11.16-11.20	4	12.16-12.20	11	13.16-13.20	7
11.21-11.25	4	12.21-12.25	5	13.21-13.25	5
11.26-11.30	8	12.26-12.30	5	13.26-13.30	8

ตารางผนวกที่ ค18 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 18

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	4	11.31-11.35	11	12.31-12.35	2
10.36-10.40	9	11.36-11.40	3	12.36-12.40	3
10.41-10.45	6	11.41-11.45	3	12.41-12.45	5
10.46-10.50	5	11.46-11.50	3	12.46-12.50	5
10.51-10.55	4	11.51-11.55	2	12.51-12.55	4
10.56-11.00	7	11.56-12.00	3	12.56-13.00	4
11.01-11.05	9	12.01-12.05	5	13.01-13.05	6
11.06-11.10	5	12.06-12.10	4	13.06-13.10	6
11.11-11.15	5	12.11-12.15	9	13.11-13.15	15
11.16-11.20	6	12.16-12.20	7	13.16-13.20	5
11.21-11.25	4	12.21-12.25	7	13.21-13.25	4
11.26-11.30	4	12.26-12.30	12	13.26-13.30	4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค19 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 19

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	10	11.31-11.35	5	12.31-12.35	10
10.36-10.40	7	11.36-11.40	8	12.36-12.40	4
10.41-10.45	10	11.41-11.45	8	12.41-12.45	4
10.46-10.50	8	11.46-11.50	7	12.46-12.50	8
10.51-10.55	5	11.51-11.55	8	12.51-12.55	7
10.56-11.00	11	11.56-12.00	4	12.56-13.00	7
11.01-11.05	8	12.01-12.05	9	13.01-13.05	6
11.06-11.10	12	12.06-12.10	3	13.06-13.10	1
11.11-11.15	11	12.11-12.15	0	13.11-13.15	16
11.16-11.20	7	12.16-12.20	1	13.16-13.20	4
11.21-11.25	5	12.21-12.25	7	13.21-13.25	6
11.26-11.30	11	12.26-12.30	8	13.26-13.30	3

ตารางผนวกที่ ค20 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 20

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	7	11.31-11.35	4	12.31-12.35	10
10.36-10.40	3	11.36-11.40	3	12.36-12.40	9
10.41-10.45	3	11.41-11.45	9	12.41-12.45	9
10.46-10.50	4	11.46-11.50	5	12.46-12.50	4
10.51-10.55	2	11.51-11.55	6	12.51-12.55	4
10.56-11.00	4	11.56-12.00	3	12.56-13.00	4
11.01-11.05	4	12.01-12.05	4	13.01-13.05	10
11.06-11.10	10	12.06-12.10	6	13.06-13.10	5
11.11-11.15	4	12.11-12.15	4	13.11-13.15	8
11.16-11.20	8	12.16-12.20	5	13.16-13.20	8
11.21-11.25	6	12.21-12.25	6	13.21-13.25	6
11.26-11.30	7	12.26-12.30	5	13.26-13.30	5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค21 ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาทุก ๆ 5 นาที ในวันที่ 21

ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า	ช่วงเวลา	จำนวนลูกค้า
10.30-10.35	10	11.31-11.35	0	12.31-12.35	7
10.36-10.40	9	11.36-11.40	6	12.36-12.40	7
10.41-10.45	5	11.41-11.45	9	12.41-12.45	5
10.46-10.50	2	11.46-11.50	2	12.46-12.50	4
10.51-10.55	5	11.51-11.55	8	12.51-12.55	4
10.56-11.00	5	11.56-12.00	2	12.56-13.00	7
11.01-11.05	7	12.01-12.05	7	13.01-13.05	5
11.06-11.10	1	12.06-12.10	4	13.06-13.10	5
11.11-11.15	4	12.11-12.15	3	13.11-13.15	5
11.16-11.20	10	12.16-12.20	7	13.16-13.20	6
11.21-11.25	6	12.21-12.25	5	13.21-13.25	5
11.26-11.30	3	12.26-12.30	5	13.26-13.30	7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

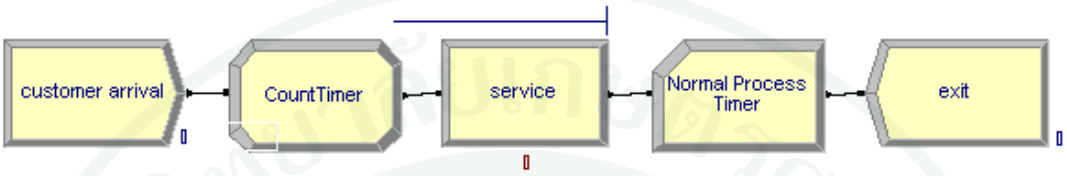
ภาคผนวก ง

โปรแกรม Arena 7.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสร้างแบบจำลองระบบงานเดิมโดยใช้โปรแกรม ARENA

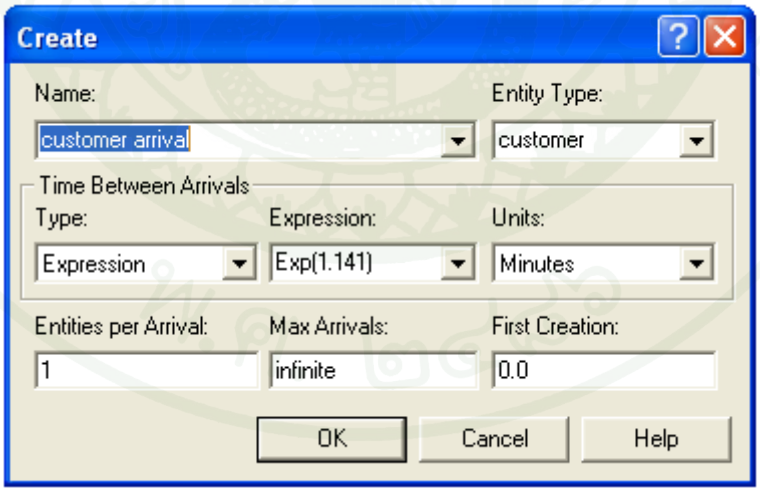
โปรแกรม ARENA เป็นโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบงานเดิมของที่ทำการไปรษณีย์ กรณีศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ สาขาเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ง1 การจำลองระบบงานเดิมโดยใช้โปรแกรม ARENA

จากภาพผนวกที่ ง1 แสดงการจำลองระบบงานเดิมโดยใช้โปรแกรม ARENA มีขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังนี้

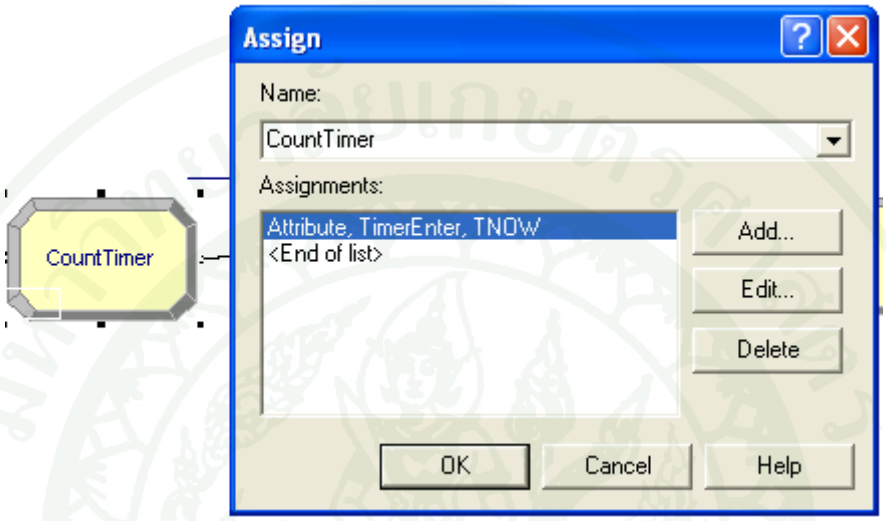
1. Create Module ในระบบงานเดิม หาการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาที่ลูกค้าคนหนึ่งๆมาห่างจากลูกค้าคนก่อนหน้านี้ โดยกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ดังแสดงในภาพผนวกที่ ง2



ภาพผนวกที่ ง2 รายละเอียดของ Create Module ในระบบงานเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

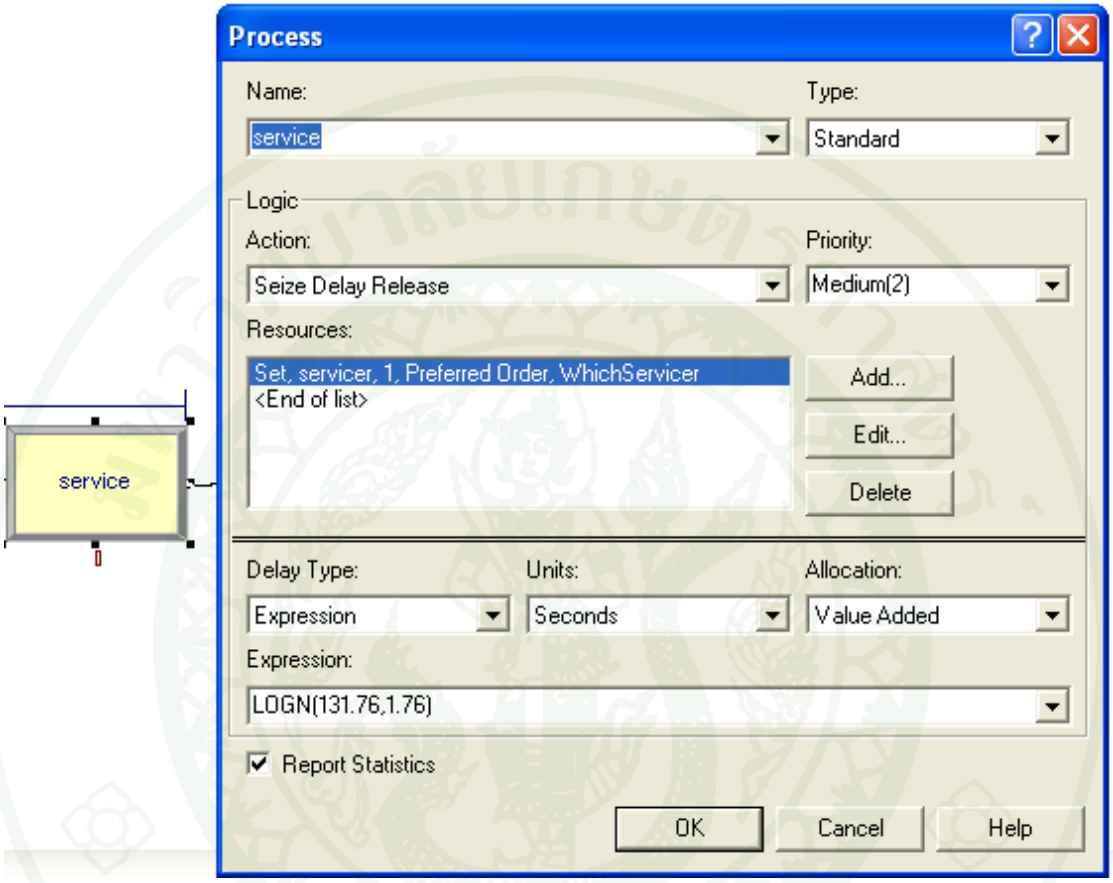
2. Assign Module ในระบบงานเดิม โดยโมดูลนี้จะทำหน้าที่กำหนดคุณสมบัติให้กับลูกค้า 1 คุณสมบัติ คือ คุณสมบัติชื่อ TimeEnter ให้ค่า TNOW ใช้เก็บค่าเวลาปัจจุบันขณะที่ลูกค้าเข้าสู่โมดูล Count Timer เพื่อคำนวณเวลาที่ลูกค้าใช้ในระบบในภายหลัง ดังแสดงในภาพผนวกที่ ง3



ภาพผนวกที่ ง3 รายละเอียดของ Assign Module ในระบบงานเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. Process Module ในระบบงานเดิม หาการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ดังแสดงในภาพผนวกที่ ง4 และ ง5



ภาพผนวกที่ ง4 รายละเอียดของ Process Module ในระบบงานเดิม

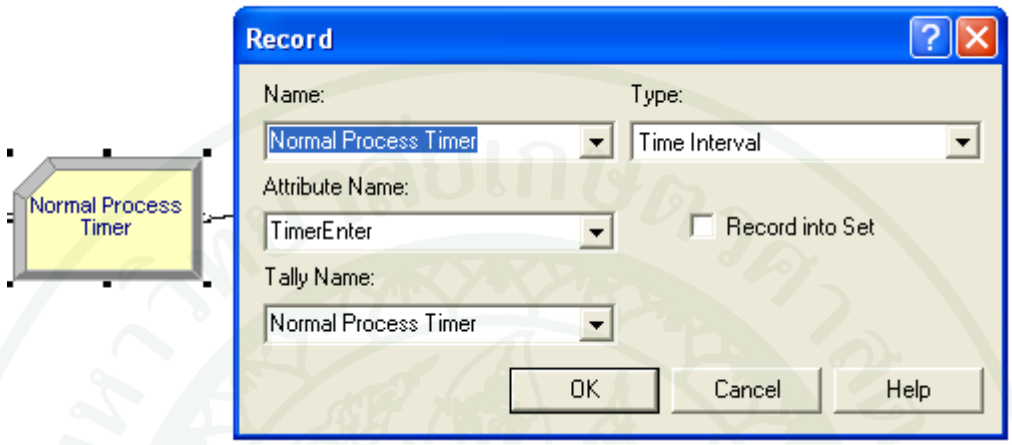
Schedule - Basic Process

	Name	Format Type	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1	servicer1 sch	Duration	Capacity	Hours	1.0	1 rows
2	servicer2 sch	Duration	Capacity	Hours	1.0	1 rows
3	servicer3 sch	Duration	Capacity	Hours	1.0	1 rows
4	servicer4 sch	Duration	Capacity	Hours	1.0	1 rows

ภาพผนวกที่ ง5 รายละเอียดของ Resource Spreadsheet Module ในระบบงานเดิม

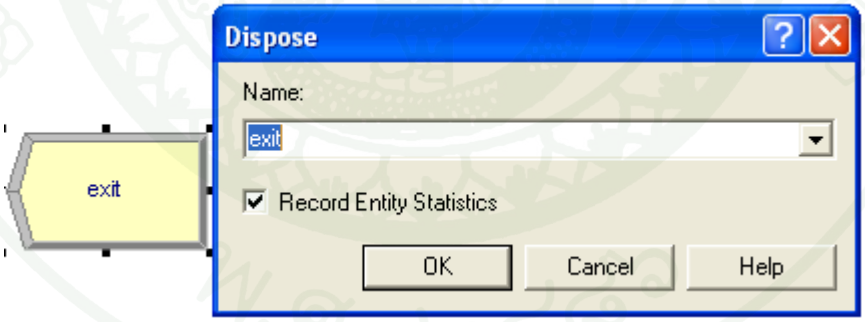
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. Record Module ในระบบงานเดิม โดยโมดูลนี้จะทำหน้าที่เพื่อเก็บข้อมูลด้านเวลาที่ลูกค้าใช้ในระบบ ดังแสดงในภาพผนวกที่ ง6



ภาพผนวกที่ ง6 รายละเอียดของ Record Module ในระบบงานเดิม

5. Dispose Module ในระบบงานเดิม เป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการจำลองของระบบ ดังแสดงในภาพผนวกที่ ง7



ภาพผนวกที่ ง7 รายละเอียดของ Dispose Module ในระบบงานเดิม

หมายเหตุ ระบบใหม่ทั้ง 2 ระบบทำในลักษณะเดียวกัน แต่จะลดหรือเพิ่มช่องบริการ และเปลี่ยนการแจกแบบอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอภิชญา มาน้อย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	14 พฤศจิกายน 2528
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สถิติ) มหาวิทยาลัยศิลปากร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนการศึกษาระดับปริญญาโทจาก บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์