การวิเคราะห์ระบบแถวคอย: กรณีศึกษา ร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร
(Queuing System Analysis: The Study of 7-Eleven at Muangthai-Patthara Branch)

นิธิภัทร กมลสุข[1]
nithipatkam@pim.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจากการจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ของร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร เพื่อหาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมที่สุดจากวันที่มีลูกค้าเข้ามารับบริการอย่างหนาแน่น ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ช่วงเวลาตั้งแต่ 7.30 ถึง 9.30 น. ของแต่ละวันจะมีลูกค้ารอรับบริการมากที่สุด และอัตราการเข้ามาสู่ระบบมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง ที่มีค่าเฉลี่ย 2.42 คนต่อนาที อัตราการให้บริการมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 1.72 คนต่อนาที ผลจากการจำลองระบบอย่างอิสระกัน 100 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ 4 ระบบ จากค่าสถิติต่าง ๆ ได้แก่ เวลารอรับบริการเฉลี่ย จำนวนผู้รอรับบริการเฉลี่ยในแถวคอยและสัดส่วนเวลาว่างเฉลี่ยของผู้ให้บริการ พบว่า จำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมที่สุดคือ 2 หน่วยให้บริการ

คำสำคัญ: การจำลองทางคอมพิวเตอร์ ระบบแถวคอย ร้านค้าปลีกสมัยใหม่

Abstract

The purpose of this research is to analyze the queuing system at the 7-Eleven branch, Muangthai - Patthara, with computer simulation to indicate the optimal severs for a daily lot of customers. The results show there were many customers during 7.30 – 9.30 a.m. The distribution of number of customers is Poisson with average arrival rate of 2.42 persons per minute; the distribution of service time was Exponential with average service time being 1.72 persons per minute. the results obtained from 100 independent simulations and the studies for efficiency comparison of four systems with the average wait time, the average customers in line and the average lost time proportion of servers conclude that the optimum number of server units is two.

Keywords: Computer Simulation, Queuing System, Modern Trade

[1] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

 ISSN: 1905-3746

บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจค้าปลีกมีแนวโน้มเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2554 คาดว่าจะมีการเติบโตร้อยละ 8 ซึ่งสูงกว่าปี 2553 ที่เติบโตร้อยละ 7.3 (บุษบา จิราธิวัฒน์, 2553) จากแนวโน้มการเติบโตนี้สอดคล้องกับการขยายตัวของ ร้านค้าปลีกสมัยใหม่ (Modern Trade) เช่น ร้าน 7-Eleven ที่เดินหน้าขยายสาขาใหม่ประมาณ 450-500 สาขา ต่อปีอย่างต่อเนื่อง (สุวิทย์ กิ่งแก้ว, 2553) โลตัส เอ็กซ์เพรส ที่มีแผนการเปิดสาขาในปั๊มน้ำมันเอสโซ่แต่ละสาขาทั่วประเทศ (กาดคำ, 2551, หน้า 17) หรือ ในแผนธุรกิจของแฟมิลี่มาร์ท ในปี 2553 ที่จะขยายสาขาอย่างน้อย 72 แห่งทั่วประเทศ ภายใต้เงินลงทุนเฉลี่ย 2.5 ล้านบาทต่อสาขา ที่ถือว่าเป็นการขยายสาขามากกว่าปีที่ผ่านมา (ธวัชชัย มูลวงษ์, 2553)

ผลการขยายตัวของร้านค้าปลีกสมัยใหม่ดังกล่าว ทำให้เกิดการนำกลยุทธ์มาใช้ในการแข่งขัน เพื่อดึงดูดผู้บริโภคมากมาย จนเกิดความจงรักภักดี (Brand Loyalty) ต่อร้านค้าปลีกนั้น ๆ กลยุทธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าหรือผู้บริโภค เช่น การจัดสินค้าที่ตรงใจผู้บริโภค ความสะดวกสบายในการเลือกซื้อสินค้า ความสะดวกในการเดินทาง หรือแม้กระทั่งการให้บริการของพนักงานก็เป็นส่วนสำคัญไม่แพ้กัน เพราะถ้าพนักงานสามารถบริการด้วยความสุภาพ ให้บริการด้วยความรวดเร็ว ก็จะสร้างความประทับใจให้กับลูกค้า แต่ถ้าลูกค้าต้องใช้เวลารอคอยเพื่อชำระค่าสินค้าหรือรอรับบริการเป็นเวลานานก็อาจจะสร้างความเบื่อหน่าย ทำให้เปลี่ยนใจไปใช้บริการกับร้านค้าปลีกหรือร้านสะดวกซื้อ (Convenience Store) อื่น ถือว่าเป็นความล้มเหลวในการสร้างความจงรักภักดีต่อร้านค้าปลีกนั้น ๆ

ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าหรือผู้รับบริการในร้านค้าปลีกสมัยใหม่นี้ ผู้วิจัยจึงได้จำลองระบบการให้บริการในร้าน ภายใต้ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory) เพื่อมาวิเคราะห์หาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมและเพียงพอกับอัตราการเข้ามารับบริการของลูกค้า ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจต่อการให้บริการ ทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดระบบการให้บริการที่ลดต้นทุนในการลงทุนของร้านค้าปลีกนั้น ๆ โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร ที่มีลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นจำนวนมากในช่วงเวลาตั้งแต่ 7.30 น. ถึง 9.30 น.เป็นเวลา 10 วัน ภายใต้วัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบแถวคอยของการรอรับบริการในร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร
2. เพื่อจำลองระบบแถวคอยของการรอรับบริการในร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร
3. เพื่อหาจำนวนช่องทางการชำระค่าสินค้าและบริการที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากเวลารอรับบริการเฉลี่ย จำนวนผู้รอรับบริการเฉลี่ยในแถวคอยและสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะในช่วงเวลาที่ลูกค้าเข้ามาซื้อสินค้าเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน คืออยู่ระหว่าง 7.30 น. ถึง 9.30 น. เป็นเวลา 10 วัน ที่สุ่มมาจากเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553
2. ศึกษาเฉพาะระบบการให้บริการชำระค่าสินค้าที่หน้าจุดชำระค่าสินค้าและบริการเท่านั้น จะไม่รวมระบบที่ลูกค้าอยู่ระหว่างรอรับบริการ การประกอบหรือปรุงอาหาร เช่น รออุ่นอาหารแช่แข็ง เป็นต้น
3. ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่จุดชำระค่าสินค้าแต่ละจุดมีค่าเท่ากัน
4. การให้บริการเป็นแบบ FCFS (First Come First Service) หรือผู้มารับบริการที่มาถึงก่อนจะได้รับบริการก่อน
5. ระบบจะสิ้นสุดเมื่อผู้มารับบริการได้รับบริการหรือชำระค่าสินค้าแล้วเสร็จ โดยจะไม่พิจารณาในกรณีที่ลูกค้าออกจากแถวคอยไปก่อนที่จะชำระค่าสินค้าหรือรับบริการ
6. ระบบแถวคอยที่ศึกษาเป็นแบบมีหนึ่งแถว มีหน่วยให้บริการหน่วยเดียว (Single Queue, Single Server) และระบบแถวคอยที่มีหนึ่งแถว มีผู้ให้บริการหลายคนในแบบคู่ขนาน (Single Queue, Multiple

Servers in Parallel) คือ ระบบแถวคอยที่มีผู้ให้บริการมากกว่า 1 หน่วยลูกค้าสามารถเปลี่ยนแถวได้ทุกเวลาหากพบว่าแถวใดว่าง

นิยามศัพท์เฉพาะ

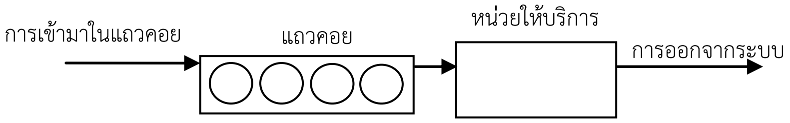
1. หน่วยให้บริการ (Server Unit) หมายถึง จุดชำระค่าสินค้าและบริการในร้าน 7-Eleven
2. ผู้ให้บริการ (Server) หมายถึง พนักงานที่ทำหน้าที่ให้บริการที่ประจำอยู่ในแต่ละหน่วยบริการ
3. ผู้เข้ามารับบริการหรือลูกค้า (Customer) หมายถึง ผู้ที่เข้ามาเลือกซื้อสินค้าและชำระค่าสินค้าในร้าน 7-Eleven
4. อัตราการเข้ามารับบริการ (Arrival Rate) หมายถึง จำนวนผู้ที่เข้ามารับบริการต่อ 1 หน่วยเวลา
5. อัตราการให้บริการ (Service Rate) หมายถึง จำนวนผู้รับบริการที่ผู้ให้บริการสามารถให้บริการได้ต่อ 1 หน่วยเวลา
6. แถวคอย (Waiting Line) หรือคิว (Queue) หมายถึง จำนวนผู้รับบริการที่อยู่ระหว่างรอชำระค่าสินค้า ณ หน่วยให้บริการ ซึ่งเป็นแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน
7. ระบบ (System) หมายถึง การดำเนินงานของพนักงานในร้าน 7-Eleven ระหว่างที่ผู้รับบริการเข้ามาในแถวคอย เพื่อชำระค่าสินค้าจนกระทั่งชำระค่าสินค้าเสร็จและได้รับสินค้าตามที่ต้องการครบถ้วน
8. การจำลองแบบปัญหา (Simulation) คือกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ระบบแถวคอยในร้าน 7-Eleven แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบ ภายใต้ขอบเขตของการวิจัย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

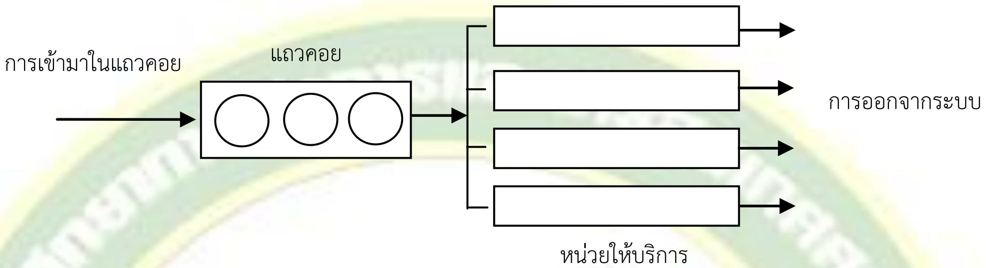
เทคนิคการจำลองแบบ (Simulation Technique)

เทคนิคการจำลองแบบเป็นเครื่องมือในการศึกษา ออกแบบและทำนายพฤติกรรมของระบบงาน ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ด้วยการทดลองซ้ำ ๆ กับตัวแบบจำลอง หรือระบบจำลองในการหาคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ ข้อดีของการจำลองแบบคือ 1) เป็นวิธีการที่เข้าใจและนำไปใช้ได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องมีความเข้าใจในการนำไปใช้มาก 2) ขั้นตอนการออกแบบพัฒนาไม่ซับซ้อน สามารถใช้เพียงขั้นตอนเดียวแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ และ 3) สามารถแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาพร้อมกับค่าคำตอบที่ได้ (Matthew and Sadiku, 1999)

การจำลองแบบคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) เป็นการจำลองประเภทหนึ่งซึ่งมีวิธีการที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและพฤติกรรมของระบบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาประเมินและทำนายผลของพฤติกรรมในบางระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาช่วยในการตัดสินใจ (Hong Lain, 2007) สำหรับการจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Event Simulation) จากทฤษฎีแถวคอย เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมที่สุด ตามโครงสร้างแถวคอยเป็นแบบ M/M/1 และแบบ M/M/C ที่มีลักษณะการทำงานของระบบเป็นไปตามภาพ 1 และภาพ 2 ซึ่งเป็นระบบการให้บริการในซุปเปอร์มาเก็ต (Super Market) หรือร้านสะดวกซื้อ (Convenience Store) ขนาดใหญ่ที่สามารถเพิ่มหน่วยให้บริการตามอัตราการเข้ามาของผู้รับบริการได้ เช่น ร้าน 7-Eleven, Lotus Express เป็นต้น



ภาพ 1 แสดงโครงสร้างของแถวคอยเป็นแบบ M/M/1



ภาพ 2 แสดงโครงสร้างของแถวคอยเป็นแบบ M/M/C

รูปแบบการเข้ามาของผู้รับบริการและการให้บริการ

โดยทั่วไปจะอธิบายรูปแบบการเข้ามาหรือกระบวนการเข้า (Input Process) ด้วยอัตราเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ย (Mean Arrival Rate) ซึ่งหมายถึงจำนวนผู้รับบริการเข้ามาโดยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรืออธิบายด้วย ระยะห่างระหว่างการเข้ามาโดยเฉลี่ย (Mean Arrival Time) การเข้าระบบอาจมีลักษณะแน่นอนหรือเชิงกำหนด (Deterministic) หรือไม่แน่นอนเรียกว่าแบบสุ่ม อาจเรียกว่า แบบความน่าจะเป็น (Probabilistic) ในภาวะแน่นอน (Steady State) รูปแบบการเข้ามาอธิบายได้ด้วยอัตราการเข้า หรือระยะห่างระหว่างเข้า เป็นค่าคงที่แน่นอนค่าหนึ่ง เช่น มาห่างกันทุก ๆ 5 นาที สำหรับในสภาวะไม่แน่นอนค่าดังกล่าวจะเป็นค่าวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางหรือเป็นค่าคาดหมายหรือค่าเฉลี่ย และจะพิจารณาถึงรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นด้วย (มานพ วราภักดิ์, 2552, หน้า 34) ดังนั้นการสร้างแบบจำลองระบบเพื่อให้ใกล้เคียงระบบจริงที่สุดต้องทราบรูปแบบการเข้ามาของผู้รับบริการว่าเป็นแบบใด เช่น ในกระบวนการปัวส์ซอง (Poisson Process) ระยะห่างระหว่างการเข้ามาของผู้รับบริการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล(Exponential Distribution) โดยถ้าให้ t เป็นระยะห่างระหว่างการมาสู่ระบบของผู้รับบริการอย่างต่อเนื่อง t จะมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ย $1/\lambda$ และความแปรปรวน $1/\lambda^2$ ซึ่งมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function) ของระยะห่างระหว่างการมาสู่ระบบของผู้รับบริการ คือ

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad ; \quad t > 0 \ , \quad \lambda > 0$$

หรืออัตราการเข้ามามีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง (Poisson Distribution) ถ้าให้ที่เวลา t = 0 ไม่มีลูกค้าในระบบ เมื่อ λ เป็นอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของลูกค้าต่อ 1 หน่วยเวลาและให้ X(t) เป็นจำนวนลูกค้าในระบบช่วงเวลา t ใด ๆ จะได้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า n คนในระบบช่วงเวลา t เมื่อ t > 0

$$X \sim Poi(\mu)$$

$$f(x) = P(X = x) = \frac{e^{-\mu}\mu^x}{x!} \quad ; \ x = 0,1,2, \dots$$

$$X(t) \sim Poi(\mu = \lambda t)$$

$$P(X(t) = n) = P_n(t) = \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^n}{n!} \quad ; \ n = 1,2,3, \dots$$

 ISSN: 1905-3746

นั่นคือ X(t) เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปัวส์ซองที่มีค่าเฉลี่ย λt และความแปรปรวนเป็น λt (Hamdy, 2007)

สำหรับการแจกแจงเวลาให้บริการ (Distribution of Service Time) ถ้าให้ t เป็นเวลาการให้บริการ t จะมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ย $1/\mu$ และความแปรปรวน $1/\mu^2$ โดยฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการ คือ

$$g(t) = \mu e^{-\mu t} \qquad ; \quad t > 0, \qquad \mu > 0$$

(สายสุรางค์ โชติพานิช, 2547)

การสร้างเลขสุ่ม (The Generation of Random Number)

ในการสร้างแบบจำลองนั้นต้องสร้างตัวแปรสุ่ม (Random Variables) แทนการเข้ามาของผู้รับบริการและการให้บริการของหน่วยให้บริการ ที่มีการแจกแจงตามระบบจริงที่ศึกษา ซึ่งหลักการสร้างตัวแปรสุ่มจะเริ่มจากการสร้างเลขสุ่ม (Random Number) โดยวิธีที่นิยมใช้สร้างเลขสุ่มคือวิธี Multiplicative Congruential Generator จะให้เลขสุ่มที่เรียกว่า เลขสุ่มคล้าย (Pseudo Random Number) เนื่องจากเป็นเลขที่เกิดจากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ของตัวเลขก่อนหน้า (วิมลวรรณ ปัทมรัตน์, 2545) ขั้นตอนการสร้างเลขสุ่มเริ่มจากกำหนดค่าฟังก์ชัน G(Z) ที่ถูกกำหนดโดยตัวเลขสุ่ม Z ที่เป็นจำนวนเต็ม (Integer) จากนั้นให้กำหนดค่าเริ่มต้น (Seed) Z_0 และหาเลขสุ่มตัวต่อไปจากความสัมพันธ์

$Z_{n+1} = G(Z_n)$ เมื่อ $G(Z) = (aZ+c) \bmod m$

โดยที่ Z_0 = ค่าเริ่มต้น ($Z_0 \geq 0$)
a, c = ค่าคงที่ เมื่อ (a , c ≥ 0) และ m = ค่ามอดูลัส(Modulus)

โดยปกติแล้ว m จะมีค่าเท่ากับ 2^t เมื่อ t คือ จำนวนเลขโดดฐานสองในระบบคอมพิวเตอร์ เช่น ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ 31 บิต m จะมีค่าเท่ากับ 2^{31-1} ซึ่ง Z_0 , a และ c เป็นจำนวนนับในแนวเดียวกัน โดยที่ m > a, m > c และ m > Z_0 การหาค่าเลขสุ่ม Z_n ตัวถัดมาหาได้จาก $Z_{n+1} = (a Z_n + c) \bmod m$ ซึ่งเรียกว่าลำดับเชิงเส้น ที่สอดคล้องกัน (Linear Congruential Sequence) ตัวอย่างเช่น ถ้า Z_0 = a = c = 7 และ m=10 จะได้เลขสุ่มตามลำดับดังนี้ 7, 6, 9, 0, 7, 6, 9, 0, ... โดยส่วนใหญ่การกำหนดเลขสุ่มมักจะกำหนดเลขสุ่ม U จากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ในช่วง (0,1) เมื่อ $U = \frac{Z_{n+1}}{m}$ กำหนดจากสมาชิกของเซต $\left\{0, \frac{1}{m}, \frac{2}{m}, \dots, \frac{(m-1)}{m}\right\}$ การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มสามารถทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือกหรือกำหนดค่าเริ่มต้น Z_0 เป็นจำนวนคี่ (Odd Number)
2. กำหนดค่า a จาก a = 8r± 3 เมื่อ r เป็นจำนวนเต็มบวก
   และ a ต้องมีค่าใกล้เคียง $2^{t/2}$ ถ้า t = 31 จะได้ค่า $a = 2^{15} + 3$ เป็นค่าที่ดีที่สุด
3. คำนวณหาเลขสุ่มถัดไปจาก $Z_{n+1} = a Z_n \bmod m$ หรือจาก $Z_{n+1} = (a Z_n + c) \bmod m$
4. คำนวณหาเลขสุ่ม U จาก $U = \frac{Z_{n+1}}{m}$

จะได้ U เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) และสำหรับการสร้างเลขสุ่ม X ในช่วง (A,B) หาได้จาก X = A+(B-A)U .... (1)

 ISSN: 1905-3746

การสร้างตัวแปรสุ่ม (The Generation of Random Variables)

ในการสร้างตัวแปรสุ่ม X จากฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น $f(x)$ โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีการแปลงแบบผกผัน (Inverse Transformation) และวิธีการปฏิเสธ (Rejection Method) โดยหลักการของวิธีการแปลงแบบผกผันคือ จะแปลงผกผันฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability Distribution Function: F(x) = P(X≤ x)) ของตัวแปรสุ่ม X ดังนั้นการกำหนดค่าของตัวแปรสุ่ม X ที่มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เกิดจาก $F(X)$ จะให้ $U = F(X)$ ซึ่งได้ค่าตัวแปรสุ่ม $X = F^{-1}(U)$

ตัวอย่างเช่น ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ย μ แล้ว $F(x) = 1 - e^{-\frac{x}{\mu}}$; $0 < x < \infty$ หาค่า x จาก $U = F(x)$ ให้ $x =$ -$\mu ln(1-U)$ เมื่อ $1-U$ คือ ตัวแปรสุ่มในช่วง (0, 1) สามารถเขียนได้ว่า $x =$ -$\mu\, ln(U)$ .... (2)

X จะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีค่าเฉลี่ย μ (Matthew, 1999, p.106)

การทดสอบรูปแบบการแจกแจงของข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บมาแล้วเมื่อยังไม่ทราบลักษณะการแจกแจง จะต้องนำมาทดสอบการแจกแจง โดยการทดสอบการแจกแจงที่นิยมใช้กันในเบื้องต้น คือ การพิจารณาจากกราฟซึ่งจะช่วยให้สามารถคาดคะเนลักษณะการแจกแจงของข้อมูลได้แล้วจึงนำมาทดสอบความเหมาะสมของลักษณะการแจกแจงที่สนใจด้วยวิธีทางสถิติตามสมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามที่กำหนด

H_1 : ข้อมูลมีการแจกแจงไม่เป็นไปตามที่กำหนด

การทดสอบการแจกแจงของข้อมูลสามารถทำได้ภายใต้การทดสอบดังนี้

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Test)

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี โดยให้การทดสอบไคสแควร์ สามารถใช้ทดสอบได้ทั้งการแจกแจงแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง โดยมีข้อสมมติว่า แต่ละค่าเป็นอิสระกัน การทดสอบทำได้โดยการแบ่งข้อมูลเป็น k ช่วงซึ่งมีตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - nP_i)^2}{nP_i}$$

เมื่อ O_i = จำนวนข้อมูลที่ตกในช่วงที่ i , n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด และ $P_i = \frac{1}{k}$

การทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (Kolmogorov – Smirnov Test)

การทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ใช้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และจะใช้เมื่อตัวแปรที่สนใจมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง การทดสอบนี้มีอำนาจการทดสอบมากกว่าการทดสอบแบบไคสแควร์

ตัวสถิติทดสอบ คือ $D_n = Max\{D_n, D_n\}$

เมื่อ $D_n = Max_{1\le i\le n}\left\{\frac{1}{n} - F(\hat{x}_i)\right\}$

และ $D_n = Max_{1\le i\le n}\left\{F(\hat{x}_i) - \left(\frac{i-1}{n}\right)\right\}$

โดยที่ $F(\hat{x}_i)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม ตามที่กำหนดในสมมติฐานหลักและ x_i เป็นข้อมูลลำดับที่ i เมื่อเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก Law and Kelton (1982) ให้ตารางค่าวิกฤตของตัวสถิติ Kolmogorov – Smirnov ที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ

 ISSN: 1905-3746

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีรยา ภัทรอาชาชัย (2547) ได้นำทฤษฎีแถวคอยมาประยุกต์ใช้กับธนาคารกรุงเทพ ธนาคารไทยพาณิชย์ และธนาคารกสิกรไทย ธนาคารละ 8 สาขา เพื่อหาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งภายหลังจากการจำลองระบบและประเมินประสิทธิภาพจากค่าสถิติที่ได้พบว่า ธนาคารทุกแห่งสามารถจัดหน่วยให้บริการที่เหมาะสมแล้ว ยกเว้นธนาคารกสิกรไทยบางสาขาที่ค่อนข้างมีลูกค้าแออัด ทำให้ต้องใช้เวลาในแถวนาน และมีบางสาขาที่สามารถลดหน่วยบริการได้อีก เช่น ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสยามสแควร์ โดยภายหลังจากปรับจำนวนหน่วยให้บริการแล้ว พบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจมากขึ้นจากเดิม

ดำรงฤทธิ์ พลสุวัตถิ์ (2551) ได้ศึกษาลักษณะการสมัครเข้าศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยเก็บข้อมูลการสมัครทุก ๆ 10 นาที ในแต่ละช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 09.00 – 16.00 น. รวม 6 ช่วงเวลา จำนวน 6 วัน พบว่า จำนวนนักศึกษาที่มาสมัครทุกช่วงเวลามีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง โดยช่วงเวลาที่ 2 มีอัตราการเข้ามาสมัครมากที่สุดคือ 1.29 คนต่อนาที และช่วงเวลาที่ 6 มีอัตราการเข้ามาสมัครน้อยที่สุดคือ 0.06 คนต่อนาที

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาลักษณะการให้บริการของเจ้าหน้าที่รับสมัครพบว่าอัตราการให้บริการทุกจุดมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่อัตราในการกรอกข้อมูลของนักศึกษาลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ณ จุดให้บริการที่ 2 มีค่าสูงสุดคือ 0.67 นาทีต่อคน หรือ 1.49 คนต่อนาที และเมื่อศึกษาเวลารอคอยของผู้มารับบริการ จุดบริการที่ 1 เวลารอคอยของผู้มารับบริการในระบบ โดยเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดคือ 1.92 นาทีต่อคน และเช่นเดียวกัน จุดบริการที่ 1 เวลารอคอยของผู้มารับบริการในแถวโดยเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.37 นาทีต่อคน และจุดบริการที่ 1, 2, และ 3 ในช่วงเวลาที่ 6 ความน่าจะเป็นที่จะไม่มีผู้มารับบริการในระบบมีค่ามาก คือ 0.97, 0.95 และ 0.98 ตามลำดับ

Hong Lian and Zhenkai Wan (2007) ได้สร้างแบบจำลองระบบแถวคอยของการให้บริการในซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีรูปแบบการให้บริการเป็นแบบ (M/M/1) : (FCFS/∞/∞) ซึ่งจากการทดสอบการแจกแจงพบว่าอัตราที่ลูกค้าเข้ามารับบริการต่อนาที มีการแจกแจงแบบ negative binomial ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 คน และเวลาการให้บริการมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 1.6 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.6 จากการจำลองระบบพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้รอรับบริการคือ 1 นาที 55 วินาที ความยาวของแถวคอยเฉลี่ย 4.22 คน และความน่าจะเป็นที่หน่วยให้บริการจะว่างคือ 35.65% และเมื่อศึกษาซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีหน่วยให้บริการมากกว่า 1 หน่วยที่ขนานกันหรืออยู่ในรูปแบบ (M/M/C) : (FCFS/∞/∞) ได้สร้างโปรแกรมคำนวณหาค่าเหมาะสมที่สุดของจำนวนหน่วยให้บริการ

Munir B. SAYYAD (2010, pp.83-86) ได้ออกแบบโปรแกรมและสร้างแบบจำลอง เพื่อลดเวลาเฉลี่ยของการให้บริการจากแถวคอยระบบ M/G/1/∞/∞ โดยใช้ภาษา C++ และกฎ Little’s Law แบบจำลองจะแสดง อัตราการเพิ่มขึ้นของการเข้ามารับบริการและได้เพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการตามอัตราการเข้ามาที่เพิ่มขึ้นนี้ เพื่อคำนวณหาจำนวนหน่วยให้บริการที่เมาะสมที่สุด ทำให้ทราบเวลาเฉลี่ยของการให้บริการที่น้อยที่สุด

วิธีดำเนินงาน

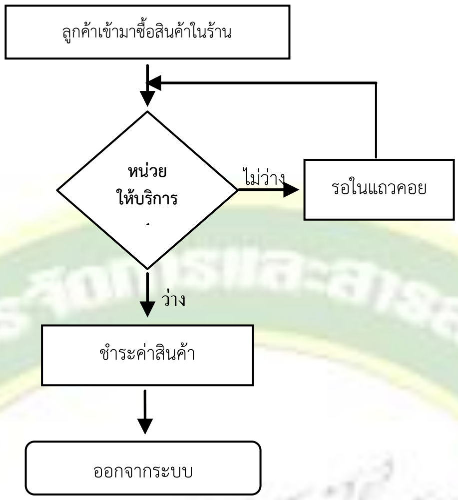
การศึกษาวิจัย เพื่อนำทฤษฎีแถวคอยมาประยุกต์ใช้ในร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร มีวิธีดำเนินงานดังนี้

1. บันทึกจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการที่จุดชำระค่าสินค้าทุก ๆ 5 นาทีอย่างต่อเนื่อง และเวลาที่พนักงานให้บริการได้ เพื่อหาอัตราและรูปแบบการแจกแจงของการเข้ามารับบริการและเวลาให้บริการ
2. สร้างแบบจำลองการทำงานของระบบที่มีจำนวนหน่วยให้บริการตั้งแต่ 1 หน่วย จนถึงหน่วยให้บริการสูงสุดที่ศึกษา คือ 4 หน่วย ด้วยโปรแกรมภาษา Visual Basic ภายใต้ข้อสมมุติ ดังนี้

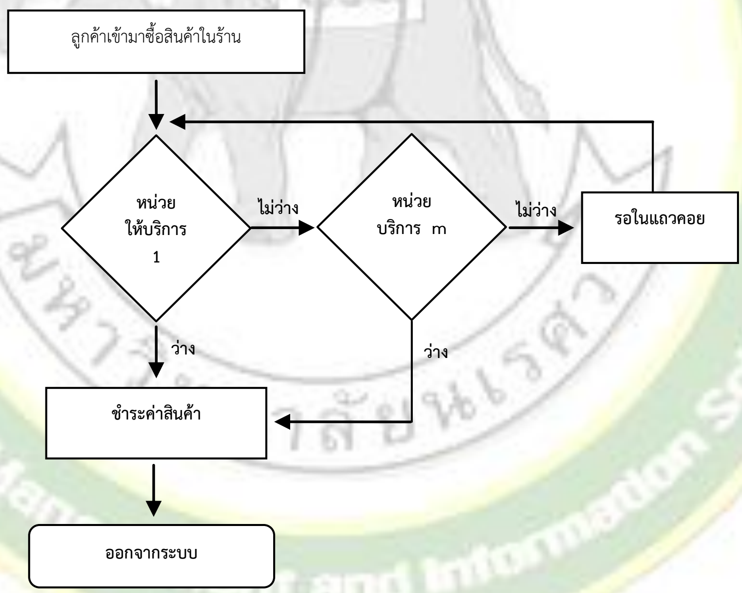
2.1 การให้บริการหรือการปฏิบัติงานในหน่วยให้บริการถือว่าไม่มีข้อผิดพลาด จึงเป็นการทำงานที่ไม่มีการย้อนกลับไปทำงานใหม่และผู้ที่เข้ามาในระบบต้องเข้ารับบริการทุกคน

2.2 อัตราการเข้ามาของลูกค้า และเวลาระหว่างการเข้ามา มีการแจกแจงตามระบบงานจริง

2.3 เวลาเริ่มต้นของระบบเป็นวินาทีที่ศูนย์ โดยกำหนดให้เริ่มต้นไม่มีผู้รับบริการอยู่ในระบบโดยการทำงานของระบบแสดงตามภาพ 3 และภาพ 4



ภาพ 3 แสดงผังการจำลองระบบการทำงานที่มีหน่วยให้บริการ 1 หน่วย



ภาพ 4 แสดงผังการจำลองระบบการทำงานที่มีหน่วยให้บริการมากกว่า 1 หน่วย

3. จำลองแบบที่สร้างขึ้นอย่างอิสระกัน 100 ครั้ง ในแต่ละครั้งคำนวณค่าสถิติที่ใช้วัดประสิทธิภาพของระบบได้แก่

3.1 เวลารอรับบริการเฉลี่ยของลูกค้าในหน่วยบริการที่ i (i = 1, 2, 3, 4)

3.2 จำนวนผู้รอรับบริการเฉลี่ยในแถวคอย ที่รอรับบริการอยู่ในหน่วยบริการที่ i (i = 1, 2, 3, 4)

3.3 สัดส่วนเวลาว่างเฉลี่ยของผู้ให้บริการ

ถ้าให้ค่าเฉลี่ยของค่าวัดประสิทธิภาพของระบบแทนด้วย μ ดังนั้นหากจำลองระบบอย่างอิสระกัน n ครั้ง (ในที่นี้ n = 100) โดยใช้ขนาดตัวอย่าง 100 รายการ จะได้ x_i เป็นข้อมูลหรือผลจากการจำลอง

 ISSN: 1905-3746

ระบบ ซึ่งสามารถตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธี Normal Probability Plot หรือวิธีโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงแบบปกติ จะหาช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) $(1-\alpha)100\%$ ของค่า μ ได้จาก

$$\bar{x} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$$ เมื่อ $\bar{x}$

แทนค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ $\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

และ S เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ประมาณจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรมีค่าเท่ากับ $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$

ส่วน $z_{\frac{\alpha}{2}}$ เป็นค่าของตัวแปรสุ่มปกติมาตรฐานที่มีพื้นที่หางด้านขวาเป็น $\frac{\alpha}{2}$

ถ้าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติจะแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติโดยการแปลง ลอการิทึม (Logarithm) แล้วหาช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)$ ร้อยละ 100 ของค่า μ ได้จาก

$$\exp\left(y_i - z_{\frac{\alpha}{2}}\frac{S_i}{\sqrt{n}}\right) \quad \text{และ} \quad \exp\left(y_i + z_{\frac{\alpha}{2}}\frac{S_i}{\sqrt{n}}\right)$$ โดยที่ y_i มีค่าเท่ากับ $\ln(x_i)$

4. ประเมินประสิทธิภาพของระบบจากค่าสถิติและค่าประมาณที่ได้ พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบจากการทดสอบ t (t-test)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจะแสดงผลการทดสอบการแจกแจงของการเข้ามารับบริการ การแจกแจงของเวลาให้บริการ จากนั้นจะแสดงผลการทำงานของระบบจากค่าสถิติเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบดังนี้

การทดสอบการแจกแจงของการเข้ามารับบริการ

การหาอัตราการเข้ามารับบริการ จะพิจารณาจากจำนวนผู้รับบริการที่เข้ามาต่อแถวเพื่อรอรับบริการหรือชำระค่าสินค้า โดยได้บันทึกจำนวนลูกค้าที่เข้ามาทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 10 วัน เขียนให้อยู่ในรูปของแผนภูมิลำต้นและใบ (Stem-and-Leaf Diagram) จากโปรแกรม R ได้ดังนี้

```
The decimal point is at the |
 5 | 0
 6 |
 7 | 00
 8 | 00000000
 9 | 00
10 | 000000000000000000
11 | 0000000000000000
12 | 000000000000000000000000000
13 | 00000000000000000000000
14 | 000000000000000000000
15 | 000000000000000000000000000
16 | 000000000000000000000000
17 | 0000000000000000000
18 | 00000000000000000
19 | 00000000000000
20 | 000000
21 | 000000
22 | 00000
23 | 00
24 | 00
```

ภาพ 5 แสดงแผนภูมิลำต้นและใบ ของจำนวนผู้รับบริการ ตั้งแต่ 7.30 ถึง 9.30 น.

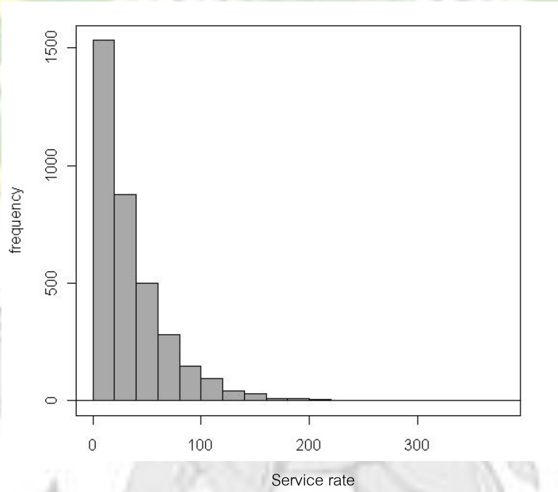
 ISSN: 1905-3746

จากแผนภูมิลำต้นและใบในภาพ 5 พบว่าข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงแบบปัวส์ซอง จึงทดสอบการแจกแจงแบบปัวส์ซองโดยใช้การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวส์ซอง ด้วยโปรแกรม R ได้ค่า P (P Value) เท่ากับ 0.873 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.01 จึงไม่ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก แสดงว่า อัตราการเข้ามารับบริการของผู้รับบริการในสาขาและช่วงเวลานี้มีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง ที่มีค่าเฉลี่ย 12.08 คนต่อ 5 นาที หรือ 2.42 คนต่อนาที และช่วงเวลาระหว่างการเข้ามาของผู้รับบริการแต่ละคนมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.34 นาที หรือ 20.4 วินาที

การทดสอบการแจกแจงของเวลาให้บริการ

จากข้อมูลเกี่ยวกับเวลาการให้บริการ ณ จุดชำระค่าสินค้า ของพนักงานร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร ที่ได้รับการบันทึกเป็นเวลา 10 วัน แสดงตามฮิสโตแกรม (Histogram) ในภาพ 6



ภาพ 6 แสดงเวลาของการให้บริการ ณ จุดชำระค่าสินค้า

ซึ่งแสดงให้เห็นรูปแบบอัตราการให้บริการมีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล เมื่อทดสอบการแจกแจงโดยใช้การทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบให้ค่า P = 0.997 ซึ่งมากกว่า 0.01 จึงไม่ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก แสดงว่าเวลาให้บริการชำระค่าสินค้าของพนักงานร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร ตั้งแต่ 7.30 ถึง 9.30 น. มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ย 34.97 วินาที หรือสามารถให้บริการลูกค้าได้ 1.72 คนต่อนาที

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบและผลการจำลองแบบ

การจำลองระบบเริ่มจากระบบที่ 1 ที่มีหน่วยให้บริการ 1 หน่วยและระบบต่อมาจะเพิ่มหน่วยให้บริการขึ้นอีกทีละหน่วย จนกระทั่งครบตามจำนวนหน่วยให้บริการทั้งหมด ที่มีในสาขานี้ คือ 3 หน่วย นอกจากนี้ยังวิเคราะห์ระบบเพิ่มอีก โดยการเพิ่มหน่วยให้บริการเป็น 4 หน่วยหรือ 4 ระบบ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบจากระบบเดิมที่มีอยู่ในร้าน

เมื่อวัดประสิทธิภาพของทุกระบบ จากเวลารอรับบริการเฉลี่ยของผู้รับบริการ ณ จุดชำระค่าสินค้า พร้อมทั้งหาช่วงความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ดังแสดงในตาราง 1 และเมื่อเปรียบเทียบทุกระบบจากการทดสอบ t ทีละคู่ พบว่าค่า P ในระบบที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นทุกระบบ มีค่าน้อยกว่า 0.01 แสดงว่า เวลารอรับบริการของระบบที่ 1 มีค่าแตกต่างจากระบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ระบบที่ 2 กับระบบที่ 3 ระบบที่ 2 กับระบบที่ 4 และระบบที่ 3 กับระบบที่ 4 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

 ISSN: 1905-3746

ตาราง 1 แสดงผลการวิเคราะห์เวลารอรับบริการเฉลี่ยทุกระบบ

ระบบที่	จำนวนหน่วยให้บริการ	ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ค่า P-value)			
			1	2	3	4
1	1	23.249 – 27.436		0.008**	0.002**	0.001**
2	2	21.339 – 25.882			0.189ns	0.186ns
3	3	23.597 – 27.137				0.051ns
4	4	18.820 – 23.735				

ns ไม่มีนัยสำคัญ
** มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ผลการเปรียบเทียบจำนวนผู้รอรับบริการเฉลี่ยในแถวคอย ทุกระบบจากการทดสอบ t ทีละคู่ตามตาราง 2 พร้อมทั้งหาช่วงความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 พบว่า ค่า P มีค่าน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าจำนวนผู้รับบริการเฉลี่ยที่อยู่ในแถวคอยแต่ละคู่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 2 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนผู้รับบริการเฉลี่ยที่อยู่ในแถวคอยทุกระบบ

ระบบที่	จำนวนหน่วยให้บริการ	ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ค่า P-value)			
			1	2	3	4
1	1	6.869 – 7.604		0.000**	0.000**	0.000**
2	2	4.908 – 5.031			0.000**	0.000**
3	3	3.688 – 3.722				0.000**
4	4	1.032 – 1.050				

** มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

และผลการเปรียบเทียบสัดส่วนเวลาว่างเฉลี่ยของผู้ให้บริการ ทุกระบบจากการทดสอบ t ทีละคู่ตามตาราง 3 พร้อมหาช่วงความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 พบว่า ค่า P มีค่าน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าสัดส่วนเวลาว่างเฉลี่ยของผู้ให้บริการแต่ละคู่มีค่าแตกต่างกัน ยกเว้นระบบที่ 2 กับระบบที่ 3 ที่ค่า P มีค่า 0.01 แสดงว่า สัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของระบบที่ 2 และระบบที่ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 3 แสดงผลการวิเคราะห์สัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของทุกระบบ

ระบบที่	จำนวนหน่วยให้บริการ	ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ค่า P-value)			
			1	2	3	4
1	1	0.116 – 0.118		0.000**	0.000**	0.000**
2	2	0.155 – 0.164			0.423	0.000**
3	3	0.158 – 0.167				0.000**
4	4	0.298 – 0.300				

ns ไม่มีนัยสำคัญ
** มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีแถวคอยในร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทรครั้งนี้ เป็นการศึกษาระบบการให้บริการชำระค่าสินค้าและบริการในช่วงเวลาที่มีลูกค้าเข้ามาซื้อสินค้าเป็นจำนวนมากในแต่ละวันทำการ เก็บรวบรวมอัตราการเข้ามารับบริการของลูกค้า ช่วงเวลาของการเข้ามารับบริการ อัตราการให้บริการของพนักงาน เป็นเวลา 10 วัน (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553) พบว่า ในช่วงเวลาดังกล่าว มีผู้รับบริการทั้งสิ้น 3,541 คน การแจกแจงของอัตราการเข้ามารับบริการของผู้รับบริการเป็นแบบปัวส์ซอง ที่มีค่าเฉลี่ย 12.08 คนต่อ 5 นาที หรือ 2.42 คนต่อนาที และได้เวลาระหว่างการเข้ามาของผู้รับบริการแต่ละคนมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนน-เชียล ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.34 นาที หรือ 20.4 วินาที ส่วนเวลาให้บริการของพนักงานในร้านมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีค่าเฉลี่ย 34.97 วินาที หรือสามารถให้บริการลูกค้าได้ 1.72 คนต่อนาที

เมื่อจำลองระบบการให้บริการ 4 ระบบจากการเพิ่มหน่วยให้บริการทีละหน่วย แล้วประเมินประสิทธิภาพของระบบจากเวลารอรับบริการเฉลี่ย จำนวนผู้รับบริการโดยเฉลี่ยและสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการ ผลปรากฏว่า เวลารอรับบริการเฉลี่ยในแต่ละระบบมีค่าไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ยกเว้นเมื่อเปรียบเทียบระบบที่ 1 กับระบบที่ 4 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยระบบที่ 1 จะมีเวลารอรับบริการเฉลี่ยมากกว่าระบบที่ 4 แต่เมื่อเปรียบเทียบจากจำนวนผู้รอรับบริการเฉลี่ยพบว่า ทุกระบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 โดยระบบที่มีหน่วยให้บริการมากกว่าจะมีเวลารอรับบริการน้อยกว่า และเมื่อพิจารณาจากสัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการ พบว่าทุกระบบมีค่าแตกต่างกัน โดยระบบที่มีหน่วยให้บริการมากกว่าจะมีสัดส่วนเวลาว่างน้อยกว่ายกเว้นในระบบที่ 2 กับระบบที่ 3 ที่สัดส่วนเวลาว่างโดยเฉลี่ยของผู้ให้บริการมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาระบบการให้บริการของร้าน 7-Eleven สาขาเมืองไทย-ภัทร ที่มีหน่วยให้บริการสูงสุด 3 หน่วย โดยปกติแล้วทางร้านจะเปิดให้บริการครบทุกหน่วยเมื่อมีผู้มารับบริการเป็นจำนวนมาก ที่อยู่ในช่วงเวลาประมาณ 7.30 น. ถึง 9.30 น.ของแต่ละวัน จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่จำลองขึ้นตั้งแต่ 1 หน่วยให้บริการจนถึงหน่วยให้บริการสูงสุด 3 หน่วยนี้ ทำให้เห็นว่าเวลารอรับบริการเฉลี่ยของผู้รับบริการมีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นเมื่อมีหน่วยให้บริการเพียงหน่วยเดียว อันเนื่องมาจากระบบที่จำลองขึ้น ลูกค้าสามารถเปลี่ยนหน่วยให้บริการได้ เมื่อเห็นว่าหน่วยให้บริการใดมีจำนวนผู้รอรับบริการในแถวน้อยที่สุด จึงทำให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบจากจำนวนผู้รับบริการโดยเฉลี่ยที่รออยู่ในแถว พบว่าทุกระบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากช่วงความเชื่อมั่น ร้อยละ95 แสดงให้เห็นว่า หากต้องการให้มีลูกค้ารออยู่ในแถวน้อยกว่าจะต้องเพิ่มหน่วยให้บริการมากขึ้น แต่ถึงอย่างไรก็ตามจะต้องพิจารณาถึงความคุ้มค่าของการลงทุนด้วย เพราะหากเพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการมากเกินไป คือเพิ่มให้มีหน่วยบริการ 4 หน่วยจะพบว่าสัดส่วนเวลาว่างจะมากกว่าระบบที่มีหน่วยให้บริการ 2 ถึง 3 หน่วยเกือบเท่าตัว ในขณะที่หากเปรียบเทียบเฉพาะที่มีหน่วยให้บริการ 2 กับ 3 หน่วย พบว่าสัดส่วนเวลาว่างและเวลารอรับบริการเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้นหน่วยให้บริการที่เหมาะสมที่สุดควรกำหนดให้มี 2 หน่วยเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

กาดคำ[นามแฝง]. (7 มกราคม 2551). เศรษฐกิจ. **ประชาชาติธุรกิจ**, 17.

ดำรงฤทธิ์ พลสุวัตถ์. (30 กันยายน 2551). **การวิเคราะห์ระบบแถวคอย: กรณีศึกษาการรับสมัครนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยี วิทยาเขตพระนครเหนือ.** สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2553, จาก http://repository.rmutp.ac.th

ธวัชชัย มูลวงษ์. (21 เมษายน 2553). **กรุงเทพธุรกิจ.** สืบค้นเมื่อ 31 ธันวาคม 2553, จาก http://www.bangkokbiznews.com

บุษบา จิราธิวัฒน์. (26-29 ธันวาคม 2553). **ฐานเศรษฐกิจ** สืบค้นเมื่อ 30 ธันวาคม 2553, จาก http://www.thanonline.com

มานพ วราภักดิ์. (2552). **การวิจัยดำเนินการ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิมลวรรณ ปัทมรัตน์. (2545). **การวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข.** วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีรยา ภัทรอาชาชัย. (2547). **การศึกษาการประยุกต์ตัวแบบแถวคอยในวงการธนาคารไทย**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

สายสุรางค์ โชติพานิช. (2547). **การวิเคราะห์ระบบแถวคอยของการเข้ารับบริการเจาะเลือดโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวิทย์ กิ่งแก้ว. (23 ธันวาคม 2553). **แนวหน้า**. สืบค้นเมื่อ 30 ธันวาคม 2553, จาก http://www.ryt9.com/s/nnd/1054530

Hamdy, A. T. (2007). **Operations research: An introduction**. (8th ed.). Singapore: Pearson Education International.

Hong, L. and Zhenkai, W. (2007). The computer simulation for queuing systems. **World Academy of Science, Engineering and Technology.** 34(23), 511-514.

Law, A. N. and Kelton, W. D. (1982). **Simulation modeling and analysis**. New York: McGraw-Hill.

Matthew, N. O. and Sadiku. (1999). A tutorial on simulation of queuing models. **International Journal of Electrical Engineering Education,** 36(2), 102-120.

Sayyad, M. B. (2010). Novel approach to improve qos of a multiple server comunications. **Network and System Sciences**, 3(31012), 83-86.