บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจัยนี้ได้กล่าวถึงการพัฒนาและการทำงานของระบบการให้บริการในร้านอาหาร เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น ดังนั้นในบทนี้จะได้กล่าวถึง ทฤษฎีแถวคอยรูปแบบการให้บริการแถวคอย และตัวแบบแถวคอยแบบ M/M/1 การให้บริการเป็นแบบลูกค้าที่มีความจำเป็นมากกว่าจะได้รับบริการก่อน ความยาวของแถวคอยไม่จำกัด การเข้ามารับบริการเป็นแบบสุ่ม และหน่วยบริการให้อัตราคงที่การให้บริการแบบคงที่ เพื่อคำนวณเวลาในการรอคอยการใช้บริการในร้านอาหาร และจะได้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีแถวคอย

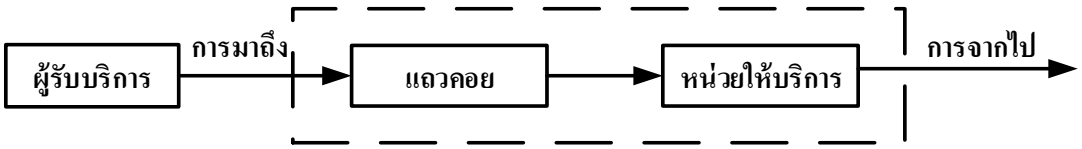
แถวคอยหรือคิว (Queue) จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีผู้มารับบริการ (Arrival) หรือลูกค้า (Customer) เข้ามารับบริการที่หน่วยงานบริการ (Srever Units) และยังไม่ได้รับบริการในทันที ดังนั้นผู้มารับบริการจึงต้องใช้เวลาในการรอเพื่อรับบริการ ทฤษฎีแถวคอย มีความหมายคือการศึกษาทางคณิตศาสตร์ของการรอในแถวคอยเพื่อที่จะทำนายหรือคาดการณ์ถึงเวลาที่ต้องรอและความยาวของแถวที่เกิดขึ้น

ในทฤษฎีแถวคอยจะช่วยให้เรื่องของการตัดสินใจในการให้บริการว่าจะทำอย่างไรไม่ให้ผู้มารับบริการต้องรอนานเกินไป จนเกิดการสูญเสียลูกค้า ระบบแถวคอยสามารถนำไปใช้ได้หลายประเภทธุรกิจ เช่น ธุรกิจการบริการ ธุรกิจการขนส่ง รวมไปถึงระบบบริการต่างๆ ในองค์กร วัตถุประสงค์และประโยชน์ของแถวคอย มีดังนี้

1. แก้ไขปัญหาการตัดสินใจเกี่ยวกับระบบแถวคอยคือ การพยายามทำให้เกิดความสมดุลระหว่าง ค่าใช้จ่ายทั้งสองด้านคือค่าใช้จ่ายในการรอคอย และค่าใช้จ่ายในการให้บริการ
2. เพื่อเป็นการพัฒนาศักยภาพในการให้บริการ เพื่อลดเวลาที่ลูกค้าคอย (Waiting Time) ให้น้อยที่สุด

3. ทำให้สามารถยกระดับการให้บริการได้อย่างเหมาะสม และสามารถทำให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นสมดุลกับความพึงพอใจของลูกค้า

กระบวนการของการรอคอยโดยทั่วไปจะประกอบด้วยองค์ประกอบและเหตุการณ์ที่สำคัญ คือการมาถึง (Arrivals) ของผู้รับบริการ การตั้งแถวคอย การเข้ารับบริการและการจากไป กระบวนการจะเริ่มต้นจากมีผู้รับบริการจากกลุ่มประชากรผู้รับบริการ (Calling Population) เข้ามาในระบบแถวคอยเพื่อรับบริการ ถ้าส่วนให้บริการ (Service Mechanism) ว่างผู้รับบริการก็จะได้รับบริการทันทีจนเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงออกไปจากระบบแถวคอย แต่ถ้าส่วนบริการกำลังให้บริการผู้รับบริการอื่นอยู่ ผู้รับบริการที่เข้ามาใหม่จะต้องเข้าแถวคอย (Queue) เพื่อรอรับบริการ พวกที่อยู่ในแถวคอยจะได้รับบริการตามระเบียนการให้บริการแถวคอย (Queue Discipline) เมื่อรับบริการเสร็จแล้วจึงออกจากระบบแถวคอย กระบวนการของการรอคอยดังกล่าแสดงโดยภาพที่ 2.1 ดังต่อไปนี้

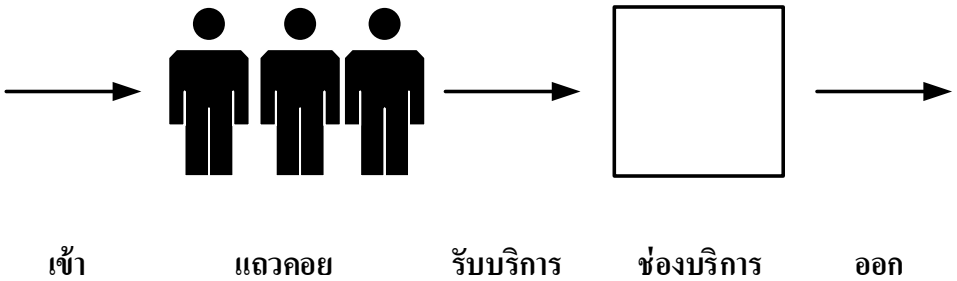


ภาพที่ 2.1 กระบวนการของการรอคอย

รูปแบบการให้บริการแถวคอย

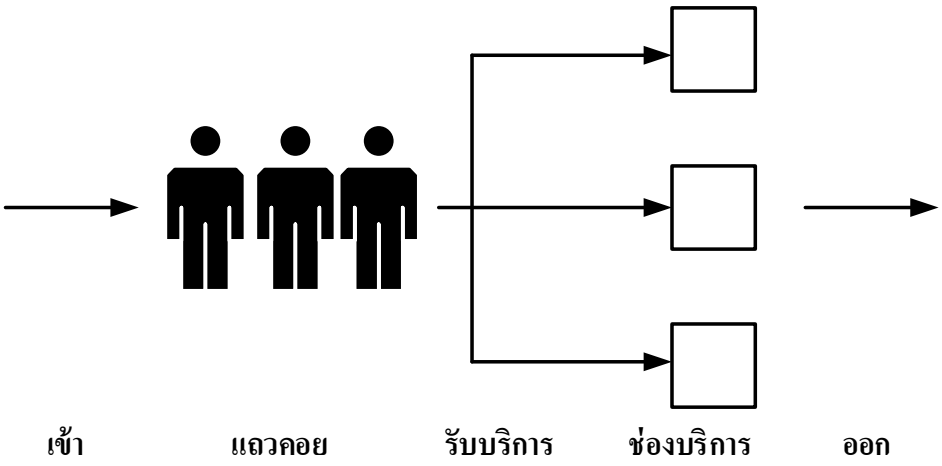
การให้บริการสามารถจัดได้หลากหลายรูปแบบ

1. หน่วยบริการช่องเดี่ยว



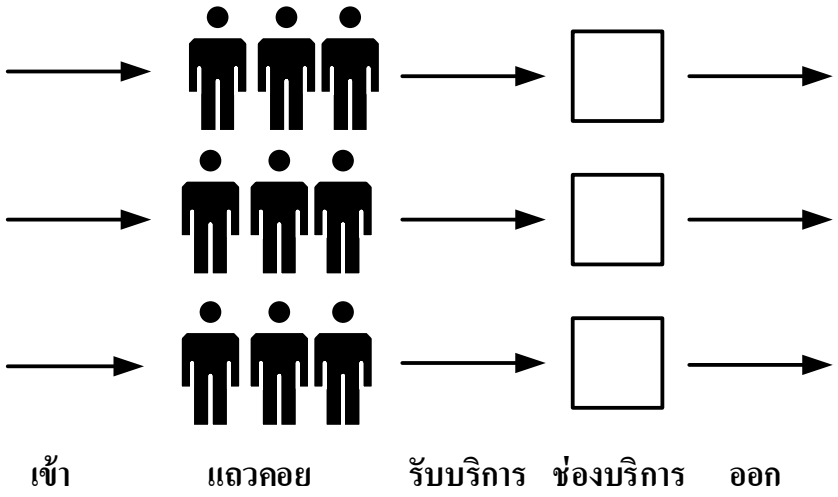
ภาพที่ 2.2 หน่วยบริการช่องเดียว

2. หน่วยบริการหลายช่องแบบขนาน มีช่องให้บริการมากกว่าหนึ่ง แต่มีแถวคอยแถวเดี่ยว



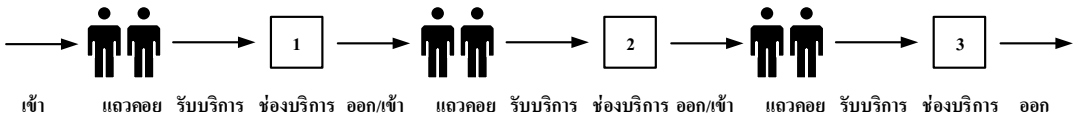
ภาพที่ 2.3 หน่วยให้บริการหลายช่องแบบขนาน

3. หน่วยบริการหลายช่อง มีช่องให้บริการมากกว่าหนึ่ง และมีแถวคอยหลายแถว



ภาพที่ 2.4 หน่วยให้บริการหลายช่อง

4. หน่วยบริการแบบอนุกรม การเข้ารับบริการมีหลายช่อง หลายขั้นตอนต่อเนื่องกัน



ภาพที่ 2.5 หน่วยบริการแบบอนุกรม

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบแถวคอย

โดยทั่วไปของระบบแถวคอยที่เกิดขึ้น จะมีผู้มารับบริการ (Arriving customer) หรือลูกค้า (Customer) เข้ามาในระบบแถวคอย (System) เมื่อผู้มารับบริการมาถึงและไม่ได้รับการบริการทันที ดังนั้นผู้มารับบริการจะต้องรอในบริเวณรอรับการบริการ (Waiting line) เพื่อรอรับการบริการจากผู้ให้บริการ (Server) และเมื่อผู้มารับบริการได้รับการบริการจนแล้วเสร็จ ก็จะออกจากระบบ (Departing customer) แต่ในบางครั้งที่ระบบเต็ม ไม่มีสถานที่ให้คอยก็จะส่งผลให้ผู้มารับบริการบางส่วนไม่เข้ารับบริการและออกจากระบบ (Blocked customer) ทำให้เกิดการสูญเสียลูกค้าเกิดขึ้น ลักษณะทั่วไปของระบบแถวคอย จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

1. รูปแบบของการเข้ามาของผู้รับบริการ ประกอบไปด้วย
   - จำนวนประชากรที่มีสิทธิเข้ามารับบริการ
   - รูปแบบการเข้ามาของผู้มารับบริการ (Arriving pattern) อาทิ เช่น
     - M: Markovian หมายถึงการเข้ามาของผู้มารับ บริการมีรูปแบบการกระจายแบบปัวส์ซอง
     - D: Deterministicหมายถึงการเข้ามาของผู้มารับบริการมีรูปแบบการกระจายแบบกำหนดได้แน่นอน
     - G: General หมายถึง การเข้ามาของผู้มารับบริการ มีรูปแบบการกระจายแบบทั่วไป โดยทราบค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของการเข้ามาของผู้มารับบริการ
     - E_k: หมายถึงการเข้ามาของผู้มารับบริการ มีรูปแบบการกระจายแบบเออร์แลงค์อันดับที่ k

- พฤติกรรมของผู้มารับบริการที่เข้ามาในระบบ
  - เมื่อมาถึงอาจไม่เข้ารับบริการ เนื่องจากคิวเต็ม (balking)
  - เมื่อรออยู่ในคิวเป็นระยะเวลาหนึ่งก็จะปฏิเสธที่จะคอยต่อไป และออกจากระบบก่อน (reneging)
  - ในกรณีที่มีมากกว่าหนึ่งแถว ผู้อยู่ในแถวอาจเปลี่ยนแถวจากแถวหนึ่งไปอีกแถวหนึ่ง (jockeying)

2. โครงสร้างของระบบประกอบด้วย
- จำนวนผู้ให้บริการคู่ขนาน (number of servers)
- จำนวนความจุของระบบ (system capacity)
  - แสดงถึงจำนวนผู้มารับบริการทั้งหมดที่สามารถอยู่ในแถวคอยได้

3. รูปแบบการให้บริการ ประกอบด้วย
- กฎเกณฑ์ของแถวคอย
  - มาก่อนได้รับบริการก่อน (First Come, First Serve)
  - มาทีหลังได้รับบริการก่อน (Last Come, First Serve)
  - แถวคอยแบบมีสิทธิพิเศษ (Priority)
    - หยุดบริการผู้มารับบริการปัจจุบัน แล้วให้บริการผู้มารับบริการที่มีสิทธิพิเศษทันที (Preemptive)
    - บริการผู้มารับบริการปัจจุบันให้เสร็จก่อน จากนั้นจึงบริการผู้มารับบริการที่มีสิทธิพิเศษ (Non Preemptive)
  - กฎเกณฑ์แบบสุ่ม (Random)
- รูปแบบการให้บริการ
  - M: Markovian หมายถึงเวลาในการให้บริการมีรูปแบบการกระจายแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล
  - D: Deterministic หมายถึง เวลาในการให้บริการมีรูปแบบการกระจายแบบกำหนดได้แน่นอน

- G: General หมายถึง เวลาในการให้บริการมีรูปแบบการกระจายแบบทั่วไป โดยทราบค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของเวลาในการให้บริการ
- E_k: หมายถึงเวลาในการให้บริการมีรูปแบบการกระจายแบบเออร์แลงค์อันดับที่ k

สัญลักษณ์สำหรับองค์ประกอบของระบบแถวคอย

ในการกำหนดองค์ประกอบของระบบแถวคอยมีการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นสากลเรียกว่า แคนดอลโนเตชัน (Kendall notation) โดยมีรูปแบบดังนี้

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

โดยที่

A คือ รูปแบบการเข้ามาของผู้มารับบริการ

B คือ รูปแบบการให้บริการ

C คือ จำนวนผู้ให้บริการคู่ขนาน

X คือ จำนวนผู้มารับบริการที่สามารถอยู่ในระบบ ณ เวลานั้นๆ

Y คือ กฎเกณฑ์ของแถวคอย

Z คือ จำนวนประชากรที่สามารถขอรับบริการ

ตัวอย่าง $(M / M / 1) : (\infty / FCFS / \infty)$ หมายถึง ระบบแถวคอยที่

M คือ รูปแบบการเข้ามาของผู้มารับบริการเป็นแบบปัวส์ซอง

M คือ รูปแบบเวลา การให้บริการเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

1 คือ มีผู้ให้บริการจำนวน 1 คน

∞ คือ จำนวนผู้มารับบริการที่สามารถอยู่ในระบบ ณ เวลานั้นๆ ของระบบมีค่าไม่จำกัด

FCFS คือ กฎเกณฑ์ของแถวคอยเป็นแบบมาก่อนให้บริการก่อน

∞ คือ จำนวนประชากรที่สามารถขอรับบริการได้ มีค่าไม่จำกัด

รูปแบบการเข้ามาด้วยอัตราเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ย หมายถึงจำนวนผู้เข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลา การเข้ามาอาจมีลักษณะแน่นอนหรือเป็นแบบไม่ เป็นสภาวะที่ไม่แน่นอน ค่าดังกล่าวจะเป็นค่าคาดหมายหรือค่าเฉลี่ย และพิจารณารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นด้วย ดังนั้นการสร้างแบบจำลองเพื่อให้ใกล้เคียงระบบจริงจะต้องทราบรูปแบบการเข้ามาของผู้รับบริการว่าเป็นแบบใด เช่น เป็น กระบวนการปัวส์ซอง (Poisson Process) ระยะห่างการเข้ามารับบริการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) มีค่าเฉลี่ย $1/\lambda$ และมีความแปรปรวน $1/\lambda^2$ มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการเข้ามาในระบบ

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, t > 0, \lambda > 0 \quad (1)$$

และการแจกแจงเวลาการให้บริการ ให้ t เป็นเวลาการให้บริการ t จะมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล มีค่าเฉลี่ย $1/\mu$ และค่าความแปรปรวน $1/\mu^2$ โดยจะมีฟังก์ชันความน่าจะเป็นของเวลาการให้บริการ

$$g(t) = \mu e^{-\mu t}, t > 0, \mu > 0 \quad (2)$$

ตัวแบบแถวคอย M/M/1

ในการศึกษานี้ได้ใช้ตัวแบบแถวคอยแบบ M/M/1 ไม่จำกัดความยาวแถวคอย แบบช่องทางเดียว หน่วยให้บริการหน่วยเดียว (Single Queue, Single Server) การให้บริการเป็นแบบลูกค้าที่มีความจำเป็นมากกว่าจะได้รับบริการก่อน ความยาวของแถวคอยไม่จำกัด การเข้ามารับบริการเป็นแบบสุ่ม และหน่วยบริการให้อัตราคงที่การให้บริการแบบคงที่

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตัวแบบแถวคอย

λ หมายถึง อัตราการเข้ามารับบริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา)

μ หมายถึง อัตราการให้บริการ (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่หน่วยบริการให้บริการได้ในหนึ่งหน่วยเวลา)

W หมายถึง เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้ารออยู่ในแถวคอย

ρ หมายถึง ความหนาแน่นของมาใช้บริการ หรือประสิทธิภาพการให้บริการ

ในงานวิจัยนี้ใช้สูตรการคำนวณสำหรับตัวแบบ M/M/1 ไม่จำกัดความยาวแถวคอยเพื่อการวิเคราะห์ระบบแถวคอย มีดังนี้

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \tag{3}$$

$$W = \frac{\rho/\mu}{1-\rho} \tag{4}$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับคิวนั้นเป็นงานวิจัยที่มีความหลากหลายรูปแบบและเป็นงานวิจัยที่ได้รับความสนใจในศึกษาและพัฒนาก่อนหน้านี้แล้วมีดังต่อไปนี้

ผศ.วีรยา ภัทรอาชาชัย (2547) ได้ศึกษา “การศึกษาการประยุกต์ตัวแบบแถวคอยในวงการธนาคารไทย” การวิจัยนี้เป็นเป็นการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ 1.จำนวนช่องหน้าต่างที่ธนาคารจัดสรรมีความเหมาะสมหรือไม่ และ 2. ความพึงพอใจโดยภาพรวมของผู้มาใช้บริการว่าหลังจากที่ธนาคารปรับเปลี่ยนมาให้บริการแถวคอยแบบใหม่แล้วลูกค้ายังคงพึงพอใจอยู่หรือไม่ จะศึกษาโดยเก็บค่า λ และ μ วิธีการทดลองโดยออกแบบสอบถามกับผู้เข้ามาใช้บริการตามธนาคาร 24 แห่ง ในช่วงเวลา 10.00-11.00 น. ผลลัพธ์จากการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ และการจำลองสถานการณ์พบว่าธนาคารที่ศึกษาทุกแห่งสามารถจัดช่องให้บริการของธนาคารที่ค่อนข้างเหมาะสมแล้ว และจากการประมวลผลแบบสอบถามพบว่าลูกค้ามีความพึงพอใจต่อการเปลี่ยนระบบแถวคอยแบบใหม่

สุพัดี กิตติวรเวช,สมใจ พุทธาพิทักษ์ผลและเพชรมณี วิริยะสืบพงศ์ (2555)ได้ศึกษา “การพัฒนาระบบการจองคิวตรวจล่วงหน้างานผู้ป่วยนอก ศูนย์สุขภาพ สังกัดวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี” การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาระบบการจองคิวตรวจล่วงหน้าในงานผู้ป่วยนอก ในงานผู้ป่วยนอก ศูนย์สุขภาพสังกัดวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เพื่อลดระยะรอคอยของผู้รับบริการ การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาการให้บริการ ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาระบบการจองคิวตรวจ

ล่วงหน้าดำเนินการพัฒนาเว็บไซต์ในการจองคิวตรวจ ทดลองระบบ และปรับปรุงแก้ไข ระยะที่ 3 เป็นการประเมินผลระบบการจองคิวตรวจล่วงหน้า จากบุคลากรที่มารับบริการ เครื่องมือในการวิจัยที่ แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล และระยะเวลารอคอย ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจในคุณภาพบริการ และส่วนที่ 3 แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ระบบจองคิวทางอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า ระบบการจองคิวล่วงหน้าทางอินเตอร์เน็ต จำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 43.31 ผู้รับบริการมารับบริการตามเวลาที่ตนเองกำหนดได้ ทำให้ระยะเวลารอคอยหลังใช้ระบบจองคิวตรวจล่วงหน้าลดลงจากก่อนพัฒนาระบบเดิม 28 นาที 33 วินาที เป็น 3 นาที 29 วินาที คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้รับบริการต่อคุณภาพบริการและการจองคิวล่วงหน้าผ่านอินเตอร์เน็ตอยู่ในระดับดีมาก

ธีรพงศ์ ชูชื่น และจิรรัฐ ศรีโชค (2555) ได้ศึกษา “ระบบการจัดการร้านอาหาร” การวิจัยนี้เพื่อพัฒนาระบบการจัดการร้านอาหาร โดยระบบสามารถจัดการข้อมูลพนักงาน ข้อมูลการขาย ข้อมูลการสั่งซื้อวัตถุดิบ ข้อมูลตรวจสอบวัตถุดิบ และการออกรายงานสำหรับผู้บริหาร เพื่อช่วยการตัดสินใจในการวางแผนบริหารกิจการให้เกิดผลกำ ระบบการจัดการร้านอาหารเป็นเว็บแอพพลิเคชั่น โดยใช้ภาษา PHP , HTML และใช้ MySQL client version: 5.0.51a เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ผลการประเมินความเหมาะสม และผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบโดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานทั่ว สามารถระบุได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดีบดีมากและสามารถที่จะนำไปใช้งานภายในร้านอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ