การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สุดารัตน์ จันทิมา

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สุดารัตน์ จันทิมา

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์"

ของ สุดารัตน์ จันทิมา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย เทพกรณ์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร.เจษฎา โพธิ์จันทร์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ดร.ณัฐพล ไพศาลวิโรจน์รักษ์)

อนุมัติ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย สุดารัตน์ จันทิมา

ประธานที่ปรึกษา ดร.เจษฎา โพธิ์จันทร์

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.ม. โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

คำสำคัญ การบริหารจัดการเวลา, การลดระยะเวลาการรอคอย, ความเสมอภาค

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ และเพื่อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน) และกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค) ซึ่งทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ VBA ใน Microsoft Excel มาใช้ในการวิเคราะห์ และเมื่อนำทั้งสองกรณีมาทำการเปรียบเทียบกันจะพบว่า กรณีใหม่การจัดคิวตารางนัดหมายตามบัตรคิวนัด หรือกรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคนั้นจะมีระยะเวลาในการรอคอยที่น้อยที่สุด ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยได้อย่างมากถึง 95.3 % จึงทำให้ผู้ที่เข้ามารับการบริการไม่ต้องรอคิวนาน อีกทั้งยังสามารถลดการแออัดในพื้นที่จากการรอคิวที่ยาวนานได้อีกด้วย นอกจากนี้การบริหารจัดคิวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายงาน เช่น การบริหารจัดการคิวในร้านอาหาร การจัดตารางการเดินทาง การจัดตารางคิวตรวจล่วงหน้า เป็นต้น อีกทั้งสามารถนำไปทำการประยุกต์ใช้ หรือพัฒนาต่อยอดเป็นรูปแบบแอพพลิเคชั่น เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก ความรวดเร็วในการดำเนินงานในอนาคตอีกด้วย

Title REAL-TIME QUEUE MANAGEMENT BASE ON EQUALITY TO REDUCE WAITING TIME BY USING MATHEMATICAL MODEL

Author Sudarat Chantima

Advisor Jessada Pochan, Ph.D.

Academic Paper M.S. Thesis in Logistics and Supply Chain - (Type A 2), Naresuan University, 2022

Keywords Time Management, Reduction of waiting time, Mathematical Model, Equality

ABSTRACT

This study aims to develop a mathematical model of Real-Time queue management based on the equality principle to reduce customers' waiting time and recommend guidelines for Real-Time queue management. This study dealt with two cases of customers: the original case (taking a new queue card on the day of service/case on a first-come, first-served basis) and the new case (according to the appointment queue card/case in Real-Time on the principle of equality). VBA tools in Microsoft Excel were used for analysis. After comparing the two cases, it was found that there will be the least waiting time in the new case of scheduling appointments according to the queue card or in the case of Real-Time on the parity principle. This can help reduce the waiting time by as much as 95.3% so that people who come to receive the service do not have to wait in long queues. It can also reduce congestion in the area resulting from long queues. In addition, queue management can also be applied to various tasks, such as managing queues in restaurants, travel scheduling, scheduling queues for pre-checks, etc. And eventually, it can be used or further developed as an application to facilitate the speed of operations in the future.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ดร. เจษฎา โพธิ์จันทร์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และดร. ณัฐพล ไพศาลวิโรจน์รักษ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายในที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย เทพกรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ซึ่งเป็นผู้ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการศึกษาตลอดหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา ขอขอบพระคุณคณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร รวมไปถึงอาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ตลอดจนกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ สำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

สุดารัตน์ จันทิมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

ประกาศคุณูปการ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการศึกษา 3

ขอบเขตของงานวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการคิว 5

แนวคิดหลักความเสมอภาค 9

แนวคิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 9

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 10

ทฤษฎีแถวคอย (ทฤษฎีการจัดคิว) 10

ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability) 14

โครงสร้างข้อมูล (Data Structure).....15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....22
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....22
เครื่องมือที่ใช้ในการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....22
เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....22
สมมุติฐานการวิเคราะห์.....23
แบบจำลองการจัดคิวตารางนัดหมาย.....23
กรอบแนวคิดการดำเนินงาน.....24
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....26
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....28
บทที่ 5 บทสรุป.....49
สรุปผลการวิจัย.....49
ข้อเสนอแนะ.....50
บรรณานุกรม.....51
ภาคผนวก.....58
ประวัติผู้วิจัย.....72

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างปัญหาการจัดการจัดตาราง 5

ตาราง 2 แสดงการทบทวนข้อมูลจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 17

ตาราง 3 แสดงการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีเดิม (ตัวอย่างแต่ละรอบ) 31

ตาราง 4 แสดงการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีใหม่ (ตัวอย่างแต่ละรอบ) 32

ตาราง 5 แสดงเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวทั้ง 2 กรณี จำนวน 100 รอบ (Iteration) 33

ตาราง 6 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดคิว 43

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงกระบวนการแถวคอย.....11

ภาพ 2 แสดงระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียว มีแถวคอยแถวเดียว และมีหน่วยบริการ 1 หน่วย.....12

ภาพ 3 แสดงระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียวแถวคอย 1 แถวคอยและหน่วยให้บริการหลายหน่วย.....12

ภาพ 4 แสดงระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียว แถวคอยหลายแถวและมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย.....13

ภาพ 5 แสดงระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอน มีแถวคอยแถวเดียวและในแต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหน่วยเดียว.....13

ภาพ 6 แสดงระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอนแถวคอยหลายแถวคอย ในแต่ละขั้นตอน มีหน่วยให้บริการ หลายหน่วย.....14

ภาพ 7 แสดงกรอบแนวคิดการดำเนินงาน.....25

ภาพ 8 แสดง Flow chart แสดงการทำงาน.....27

ภาพ 9 แสดงลำดับการจับคิวกรณีเดิม (แบบจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน).....29

ภาพ 10 แสดงลำดับการจับคิวกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด).....30

ภาพ 11 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดคิว.....42

ภาพ 12 แสดงโค้ดดิ้ง (Coding) ด้วยโปรแกรม VBA.....43

ภาพ 13 แสดงตัวอย่างระบบข้อมูลพื้นฐาน.....45

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างระบบการบริการพื้นฐาน.....46

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างระบบการจองคิวออนไลน์ 47

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างบัตรคิว 47

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การดำเนินงานในชีวิตประจำวัน นั้นมีความเกี่ยวข้องและมีความสอดคล้องกับตารางเวลาในชีวิตประจำวันทั้งสิ้น โดยเวลาเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงานในแต่ละวัน ซึ่งการจัดตารางเวลาเป็นสิ่งสำคัญ และพบเจอทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น การจัดตารางเรียน การจัดตารางการจราจร การจัดตารางการเดินทาง เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบเจอปัญหาในการจัดตารางในแต่ละเป็นเภทอีกด้วย ในการจัดตารางมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ประกอบด้วย ปัญหาการจัดตารางการแข่งขันกีฬา (Bartsch, Drexl, & Kroger, 2006) ปัญหาการจัดตารางการทำงานของพนักงาน (Meisels & Schaerf, 2003) ปัญหาการจัดตารางการเดินทางขนส่ง (Cacchiani & Toth, 2012) ปัญหาการจัดตารางการผลิต (Hicks & Pongcharoen, 2006) และปัญหาการจัดตารางทางการศึกษา (Educational timetabling problem) (Pongcharoen, Promtet, Yenradee, & Hicks, 2008) ซึ่งปัญหาต่างๆเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันอย่างมาก นอกจากนี้ปัญหาการจัดตารางในแต่ละประเภทยังพบลักษณะของปัญหา (Application areas) ที่แตกต่างกันออกไป เช่น ปัญหาการจัดตารางการทำงานของพนักงานจะเห็นได้ว่า พยาบาล (Nurse) หมอ (Doctor) พนักงานขับรถ (Driver or Crew) หรือ พนักงานในสายการผลิต (Production employee) ล้วนมีปัญหาการจัดตารางการทำงานด้วยกันทั้งสิ้น เพียงแต่มีเป้าประสงค์ (Objective) ของการจัดตารางในแต่ละแบบอาจจะคล้ายหรือแตกต่างกันออกไป ในบางงานวิจัยต้องการจัดตาราง เพื่อทำให้เกิดกำไรมากที่สุด (Maximisation: Max) แต่บางงานวิจัยต้องการจัดตาราง ซึ่งพบการละเมิดข้อบังคับของผู้ใช้ตารางให้น้อยที่สุด (Minimisation: Min) เป็นต้น โดยการจัดตารางในทางปฏิบัตินั้นมีรูปแบบที่หลากหลาย ในแต่ละประเภทมีข้อจำกัดและความคล้ายคลึงกัน โดยแต่ละวิธีนั้นจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป เพื่อการหาคำตอบที่ดีที่สุด และในการหาคำตอบที่ดีที่สุดบางวิธีจะมีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาบางประเภทเท่านั้น นอกจากนี้ปัญหาในการจัดตารางบางประเภทอาจมีข้อจำกัดหรือมีความซับซ้อนมากขึ้นจึงทำให้บางวิธีไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความซับซ้อนได้ จึงเลือกใช้วิธีอื่นในการแก้ไขปัญหาการจัดตาราง โดยส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีเมต้าฮิวริสติกส์ เนื่องจากเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย อีกทั้งยังเป็นแนวทางสำหรับแก้ปัญหาแบบ NP hard problems โดยอาศัยหลักการประมาณค่าในการค้นหาคำตอบที่มีคุณภาพดีภายในเวลาที่ยอมรับได้ (Lewis, 2008) สามารถแก้ไขปัญหาที่มีขนาดใหญ่และมีความ

ซับซ้อนสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล (Talbi, 2009) ดังนั้นในการจัดตารางแต่ละรูปแบบควรเลือกให้เหมาะสมกับงาน เพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน รวมไปถึงศึกษาข้อจำกัดเพื่อนำมาเปรียบเทียบข้อแตกต่างในแต่ละประเภทและเลือกใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการดำเนินงาน โดยปัญหาการจัดตารางบางประเภทในสภาพแวดล้อมความเป็นจริงนั้นค่อนข้างมีความซับซ้อนมาก เนื่องจากมีปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความซับซ้อน ซึ่งเวลามักมีผลกับความต้องการใช้งานที่คาบเกี่ยวกัน (Overlap) อีกด้วย

ในปัจจุบันการเข้ารับการตรวจรักษาในโรงพยาบาลของรัฐ ผู้ป่วยต้องใช้เวลาในการรอคอยเป็นเวลานาน เนื่องจากมีผู้ป่วยหรือผู้เข้ารับบริการเป็นจำนวนมาก โดยทั่วไปผู้ป่วยต้องเดินทางไปยังโรงพยาบาลตั้งแต่เช้า เพื่อทำการรับบัตรคิวเป็นลำดับต้นๆ และเมื่อได้รับบัตรคิวแล้วต้องรอคอยการเข้ารับการรักษาเป็นเวลานานขึ้นอยู่กับคิวที่ได้รับผู้ป่วยบางท่านอาจต้องวางแผนการเดินทางเนื่องจากมีระยะทางที่ไกลจากโรงพยาบาลที่จะเข้าทำการรักษา บางท่านต้องเดินทางไปทำการรับบัตรคิวในช่วงเวลาที่เช้ามาก หรืออาจมีการรับบัตรคิวก่อนวันเข้ารับการรักษา เพื่อให้ได้รับการตรวจและรักษาเป็นลำดับคิวต้นๆ แต่กว่าจะได้เข้ารับการรักษาหรือการตรวจนั้นก็ใช้ระยะเวลานานและสิ้นเปลืองเวลาในการรอคอย บางท่านอาจใช้เวลาในการรอคอยที่นานถึง 6 – 8 ชั่วโมงในการนั่งรอคิว และเป็นการเสียเวลาอย่างยิ่งและอาจส่งผลต่อความตึงเครียดและส่งผลต่อเวลาการทำงานได้

ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นถึงปัญหาการบริหารจัดการคิวในโรงพยาบาล เนื่องจากการเข้ามารับบริการแต่ละครั้ง ผู้ป่วยหรือผู้ที่มารับบริการนั้นจะต้องมีการจับบัตรคิวก่อนเข้ามารับบริการเสมอ ซึ่งปัญหาที่พบในการบริหารจัดการคิวในโรงพยาบาลส่วนใหญ่จะเปิดให้ทำการจับบัตรคิวได้ก่อนเวลานัดหมาย จึงทำให้ผู้ป่วยหรือผู้ที่เข้ามาใช้บริการมาก่อนเวลาเป็นจำนวนมากที่เข้ามารอทำการรักษาเพื่อที่จะทำการจับบัตรคิวให้เป็นลำดับคิวต้นๆ ของการนัดหมาย จึงส่งผลให้พื้นที่โรงพยาบาลมีความแออัด เนื่องจากมีพื้นที่จำกัด และบางกรณีผู้ที่มีบัตรนัดหมายตามเวลาก็ต้องมาทำการจับบัตรคิดก่อนเข้ารับบริการ ถึงแม้ว่าจะมีบัตรนัดหมายแล้วก็ตาม ซึ่งทำให้ผู้ใช้บริการบางคนเสียเวลากับการรอคอยที่ยาวนาน เสียผลประโยชน์กับการรอคอยอย่างมาก เนื่องจากมีผู้เข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมากที่รอรับบริการ หรือบางกรณีมีการเรียกคิวแล้วแต่ ผู้รับบริการยังเดินทางมาไม่ถึงหรือมีการทำภาระกิจส่วนตัว เมื่อถึงคิวแล้วไม่มีการตอบรับ จึงทำให้ผู้ใช้บริการนั้นเสียสิทธิ์และต้องทำการเรียงลำดับคิวใหม่ในลำดับสุดท้ายจนกว่าจะมีการเรียกคิวอีกครั้ง เพื่อเข้ามารับบริการใหม่

โดยปัญหาดังกล่าวข้างต้นที่กล่าวมานั้นทำให้เกิดความแออัด การรอคอยที่ยาวนาน หรือเกิดคอขวดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งระหว่างรอเข้ารับบริการ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการจัดตารางในการเรียงลำดับการเรียกคิวให้เหมาะสม บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาในการรอคอยในการเข้ารับบริการดังกล่าว

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ

2. เพื่อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ

ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะพิจารณาถึงปัญหาการจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคเพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- ขั้นตอนการให้บริการในโรงพยาบาล
- ข้อมูลจำนวนผู้เข้าใช้บริการ
- ข้อมูลช่วงเวลานัดหมายภายใน 2 ชั่วโมง
  (ช่วงเวลาในการนัดหมายของผู้ป่วยนั้นมีเวลาที่แตกต่างกันออกไป เช่น คนแรกมีเวลานัดที่ 9:00 น. คนที่สอง 9:10 น. คนที่สาม 9: 20 ตามลำดับ)
- ข้อมูลช่วงเวลารายงานตัว ตั้งแต่ 09:00 – 11:00 น.
  (ช่วงเวลาในการรายงานตัวของผู้ใช้บริการ ซึ่งในการรายงานตัวนั้นผู้ป่วยต้องมารายงานตัวก่อน 11:00 น.)
- ข้อมูลเวลาในการเรียกคิว
- กำหนดให้ระยะเวลาที่ได้รับการรักษาของผู้ใช้บริการแต่ละรายมีค่าเฉลี่ยคงที่และสอดคล้องกับเวลาที่เรียกแต่ละคิวเมื่อเข้าพบแพทย์

นิยามศัพท์เฉพาะ

เมตาฮิวริสติก (Metaheuristic) หมายถึง การประมาณคำตอบที่มีความน่าเชื่อถือได้และเป็นคำตอบที่มีคุณภาพดีเพียงพอต่อการวางแผนต่าง ๆ เหมาะสำหรับใช้แก้ปัญหาการวางแผนการจัดการด้านโลจิสติกส์ อีกทั้งยังช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งแก้ไขปัญหาได้ค่อนข้างยาก (ระพีพันธ์, 2554)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) หมายถึง กระบวนการออกแบบจำลองในระบบการทำงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการใช้แบบจำลองในการเรียนรู้พฤติกรรมของงานเพื่อนำมาใช้ในการประเมินผลการใช้งาน โดยแบบจำลองที่ใช้จะต้องสามารถช่วยให้เข้าใจระบบการ

ทำงานจริงได้เพื่อให้สามารถอธิบายพฤติกรรมและสามารถทำการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานได้จริง (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2544)

คิว (Queue) หมายถึง โครงสร้างข้อมูลแบบเชิงเส้นหรือลีเนียร์ มีการจัดลำดับการเข้าและออกข้อมูลอย่างเป็นลำดับ โดยมีลักษณะการทำงานของคิวเป็นลักษณะข้อมูลใดเข้ามาก่อนก็จะดำเนินการก่อน หรือการเข้าก่อนออกก่อน ซึ่งเรียกลักษณะของการดำเนินการแบบนี้ว่า FIFO (First In First Out)

ความเสมอภาค (Equality) หมายถึง ความเท่าเทียม หรือความเท่ากัน ถือเป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่สุดเรื่องหนึ่งไม่ว่าจะกล่าวในมิติทางการเมืองหรือในทางเศรษฐกิจ หลักความเสมอภาคถือว่าเป็นหลักพื้นฐานของศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ ซึ่งมนุษย์ย่อมได้รับการรับรองและคุ้มครองจากกฎหมายอย่างเท่าเทียมกันในฐานะที่เป็นมนุษย์โดยมิต้องคำนึงถึงคุณสมบัติอื่นๆ อาทิเชื้อชาติ ศาสนา ภาษา ถิ่นกำเนิด เป็นต้น (เกรียงไกร เจริญธนาวัฒน์, 2548)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาในการรอคอยของผู้ใช้บริการ
2. ได้ข้อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานและสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งานได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนแนวคิดในงานวิจัย ดังนี้

แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการคิว

ในการดำเนินงานในปัจจุบันเรามักจะพบเจอปัญหาการจัดตารางในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปตามระบบการทำงานในแต่ละภาคส่วน ซึ่งงานวิจัยบางงานต้องการจัดตารางซึ่งทำให้เกิดกำไรมากที่สุด (Maximisation: Max) บางงานวิจัยต้องการจัดตารางซึ่งพบการละเมิดข้อบังคับของผู้ใช้ตารางให้น้อยที่สุด (Minimisation: Min) เป็นต้น แสดงในตารางที่ 1 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับงานในแต่ละประเภท และควรเลือกรูปแบบให้เหมาะสมกับงาน เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานอีกด้วย

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างปัญหาการจัดการจัดตาราง

Timetabling	Application areas	Objectives	Authors and years
Education	High school	Min number of timetable defects	Kingston (2005)
	University exam	Min number of timeslots & costs	Asmuni et al. (2005)
	University Course	Min number of total violation index	Pongcharoen et al. (2008)
Production	Job shop	Min makespan	Naderi et al. (2010)
	Flow shop	Min makespan, flow time, idle time	Yagmahan and Yenisey (2008)
	Open shop	Min makespan	Kis et al. (2010)
	Capital goods	Min mean tardiness	Hicks and Pongcharoen (2006)
	Project scheduling	Min makespan of the project	Alvarez-Valdes et al. (2008)

Timetabling	Application areas	Objectives	Authors and years
Employee	Nurse rostering	Min soft constraint violations	Hadwan et al. (2013)
	Doctor rostering	Min soft constraint violations	Puente et al. (2009)
	Crew timetabling	Max avg. number of cover crews	Gomes et al. (2006)
	Production lines	Min soft constraint violations	Meisels and Schaerf (2003)
Transportation	Train timetabling	Min travelling time of trains	Zhou and Zhong (2007)
	Mass Transit Railway	Min waiting time of passengers	Wong et al. (2008)
	Bus timetabling	Min number of synchronisations	Ibarra-Rojas and Rios-Solis (2012)
	Airline timetabling	Max flight-specific revenues	Kemppainen et al. (2007)
	Parcel distribution	Min travelling time of parcels	Hamzaoui and Ben-Ayed (2011)
Sports	Soccer leagues	Min unsatisfied numbers	Bartsch et al. (2006)
	Basketball	Min total penalty cost	Wright (2006)
	Baseball	Min traveling distances of teams	Hoshino and Kawarabayashi (2011)
	Table-tennis	Min number of constraint violations	Schonberger et al. (2004)
	Training schedule	Min soft constraint violations	Urban and Russell (2003)
	Traveling tournament	Min traveling distances of teams	Ribeiro and Urrutia (2007)

ในการดำเนินงานในชีวิตประจำวันการจัดตารางการทำงานมีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันอย่างมาก อีกทั้งยังพบเจอปัญหาการจัดตารางต่างๆ เช่น ปัญหาการจัดตารางการแข่งขันกีฬา ปัญหาการจัดตารางการทำงานของพนักงาน ปัญหาการจัดตารางการเดินทางขนส่ง ปัญหาการจัดตารางการผลิต และปัญหาการจัดตารางทางการศึกษา เป็นต้น นอกจากนี้ปัญหาในการจัดตารางในแต่ละประเภทยังมีข้อบังคับและข้อจำกัดของปัญหาในแต่ละประเภทที่แตกต่างกันออกไป และยังมีความคล้ายคลึงกันอีกด้วย เช่น ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบ Job shop กำหนดให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ทีละงาน โดยคล้ายคลึงกับข้อบังคับของปัญหาการจัดตารางการขนส่งแบบรถไฟแบบรางเดี่ยว (Single-track Train) ซึ่งรางในแต่ละช่วง (Segment) ระหว่างสองสถานีจะต้องไม่มีรถไฟมากกว่า 1 ขบวนในทิศทางสวน หรืออาจมองว่ารถไฟเหมือนกับชิ้นงานและเครื่องจักรเหมือนกับรางรถไฟในแต่ละช่วงก็ได้ สำหรับความแตกต่างของข้อบังคับการจัดตารางในบางประเภท เช่น ปัญหาการจัดตารางการศึกษาจะจัดการเรียนการสอนเป็นแบบกิจวัตร (Routine) ปกติแล้วมีระยะเวลา 1 สัปดาห์ (Schaerf, 1999) แต่ปัญหาการจัดตารางการแข่งขันกีฬาโดยเฉพาะแบบ League แล้วจะจัดการแข่งขันเป็นแบบกิจวัตรที่มีระยะเวลานานกว่า และปกตินิยมกำหนดเป็นฤดูกาลหรือปี (Bartsch et al., 2006) เช่น Soccer League ฤดูกาล 2012-2013 เป็นต้น

ปัจจุบันการแก้ไขปัญหาการจัดตารางการขนส่งในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการจัดตารางรถไฟ (Train Scheduling) ได้ดึงดูดความสนใจจากนักวิจัยจำนวนมากทั้งในกลุ่มของการวิจัยการดำเนินงาน(Operations Research: OR) และในกลุ่มของความฉลาดของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI) และยังคงได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยความท้าทายในการจัดการกับปัญหานี้ เช่น การจัดตารางรถไฟ โดยพยายามให้เกิดการรอคอยของผู้โดยสารให้น้อยที่สุด การจัดตารางโดยให้เกิดเวลาในการเดินทางให้น้อยที่สุด การจัดตารางรถไฟให้เกิดการประหยัดมากที่สุด เป็นต้น โดยที่การจัดตารางแบบต่างๆ นั้นต้องเป็นไปภายใต้ข้อบังคับและข้อจำกัดต่างๆ อีกด้วย อย่างไรก็ตาม การจัดตารางรถไฟตามวัตถุประสงค์แบบต่างๆ ที่ได้ยกตัวอย่างนั้น เป็นการจัดตารางโดยมิได้พิจารณาถึงปริมาณของลูกค้าในแต่ละเส้นทางว่ามีการให้บริการเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าด้วยหรือไม่นอกเหนือจากการได้ตารางรถไฟที่เหมาะสมที่สุด ยิ่งไปกว่านั้นการจัดตารางการทำงานของพนักงานรถไฟที่เหมาะสมที่สุดควบคู่ไปกับการจัดตารางรถไฟที่เหมาะสมที่สุดนั้นจัดเป็นงานที่ท้าทายและงานวิจัยจำนวนน้อยมากที่พิจารณาการจัดตารางทั้งสองแบบร่วมกัน

วิธีการแบบแม่นตรง (Exact Methods) บางครั้งถูกเรียกว่า Complete Methods (Blum and Roli, 2003) จัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาโดยสามารถรับประกันได้(Guarantee Optimal Solution) ว่าจะสามารถค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือตารางที่ดีที่สุด (Optimal Solution or Timetable) ได้ในทุกครั้งที่แก้ปัญหา (Talbi, 2009) วิธีการในกลุ่มนี้ เช่น Branch and Cut (Burke et al., 2012), Branch and Price (Qualizza and

Serafini, 2005), Constraints Logic Programming (Goltz and Matzke, 1998), Integer Programming (Daskalaki et al., 2004) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในกลุ่มของ วิธีการแบบแม่นตรง เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาแบบ CO หรือแบบ NP hard แล้วจะสามารถแก้ได้เฉพาะปัญหาขนาดเล็กเท่านั้น (Blum and Roli, 2003) เพราะว่าวิธีการในกลุ่มนี้จะต้องใช้เวลาในการหาคำตอบที่ดีที่สุดเป็นแบบ Exponential Computational Time ซึ่งหมายความว่าจะต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหานานมากหรือนานจนเกินกว่าจะยอมรับได้ในทางปฏิบัติเมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น

วิธีการแบบประมาณค่า (Approximate Methods) อาทิเช่น วิธีการแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) วิธีการในกลุ่มของเมต้าฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการในกลุ่มของเมต้าฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) ถูกยอมรับอย่างแพร่หลายแล้วว่าเป็นอีกแนวทางสำหรับแก้ปัญหาแบบ NP hard problems โดยอาศัยหลักการประมาณค่าในการค้นหาคำตอบที่มีคุณภาพดีภายในเวลาที่ยอมรับได้ (Lewis, 2008) สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล (Talbi, 2009) วิธีการในกลุ่มนี้ เช่น วิธีการ Cuckoo Search (Xin-She Yang, 2010b), วิธีการ Bat Algorithm (Xin-She Yang, 2010), วิธีการ Firefly Algorithm (Xin-She Yang, 2010a), วิธีการ Krill Herd (Gandomi & Alavi, 2012), วิธีการ Flower Pollination Algorithm (X.-S. Yang, 2012), วิธีการ Invasive Weed Optimisation (Mehrabian & Lucas, 2006), วิธีการ Gravitational Search (Rashedi, Nezamabadi-pour, & Saryazdi, 2009), วิธีการ Intelligent Water Drop (Shah-Hosseini, 2009), วิธีการ Backtracking Optimisation Search (Civicioglu, 2013), วิธีการ League Championship Algorithm (Kashan, 2009) เป็นต้น

แม้ว่าวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์จะมีข้อดีต่างๆ มากมายและได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน แต่วิธีการดังกล่าวก็มีปัญหาบางประการซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบเช่นกัน เนื่องจากประสิทธิภาพในการหาคำตอบของวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์นั้นขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ (Talbi, 2009; Y.Yang & Petrovic, 2005) การค้นหาและการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้กับวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์จึงเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นหลายงานวิจัยจึงได้ศึกษาและค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดให้กับวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์เพื่อให้วิธีการดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิมในการแก้ปัญหา (Figlali, Ozkale,Engin, & Figlali, 2009; Naderi et al., 2010; Pongcharoen, Chainate, & Thapatsuwan, 2007)

การพัฒนาโปรแกรมในการจัดตารางต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นอีกประเด็นที่สำคัญ เนื่องจากปัญหาการจัดตารางต่างๆ โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นแบบ Combinatorial Optimisation (CO) (Blum & Roli, 2003; Daskalaki, Birbas, & Housos, 2004) และยังถูกจัดเป็นปัญหาแบบ Non-deterministic Polynomial (NP) hard problem (Rossi-Doria et al., 2003; Socha, Sampels, & Manfrin, 2003) หมายความว่า เมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยแต่เวลาที่ต้องการในการแก้ปัญหาจะเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณ (Pongcharoen et al., 2008) ดังนั้นในหลายงานวิจัยปัจจุบันจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการนำวิธีการแก้ปัญหาขนาดใหญ่และซับซ้อนที่มีประสิทธิภาพมาประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูปมากยิ่งขึ้น(Meyers & Orlin, 2007) ประกอบด้วย วิธีการแบบแม่นตรง (Exact Methods) และวิธีการแบบประมาณค่า (Approximate Methods) เช่น วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) วิธีการในกลุ่มของเมต้าฮิวริสติกส์(Metaheuristics) เป็นต้น

แนวคิดหลักความเสมอภาค

หลักความเสมอภาคเป็นหลักพื้นฐานของศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ ที่ได้รับการคุ้มครองจากกฎหมายอย่างเท่าเทียมกัน โดยไม่คำนึงถึงคุณสมบัติอื่นๆ อาทิเชื้อชาติ ศาสนา ภาษา ถิ่นกำเนิด เป็นต้น และขณะเดียวกันก็ถือได้ว่าหลักความเสมอภาคนี้เป็นหลักที่ควบคุมไม่ให้รัฐใช้ อำนาจของตนตามอำเภอใจ ดังนั้นหลักความเสมอภาคจึงเป็นหลักสำคัญในการรับรองและคุ้มครองสิทธิเสรีภาพของประชาชนและสามารถนำมาตรวจสอบการใช้อำนาจของรัฐไม่ว่าจะเป็นฝ่าย นิติบัญญัติ ฝ่ายบริหาร และฝ่ายตุลาการได้ (เกรียงไกร, 2548) แนวคิดทางกฎหมายของหลักความเสมอภาคในปัจจุบันได้รับการรับรองอย่าง ชัดแจ้งโดยถือว่าบุคคลย่อมมีความเสมอภาคที่จะได้รับการรับรองและคุ้มครองตาม กฎหมายอย่างเท่าเทียมกัน (Fairness) โดยหลักความเสมอภาคนั้นเมื่อพิจารณาจากบทบัญญัติแห่งกฎหมายสามารถแยกประเภทของหลักความเสมอภาคได้ 2 ประเภทดังนี้หลักความเสมอภาคทั่วไป เป็นสิทธิขั้นพื้นฐานของบุคคลทุกคน และหลักความเสมอภาคเฉพาะเรื่องเป็นหลักความเสมอภาคที่ใช้เฉพาะภายในขอบเขตเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ เช่น หลักความเสมอภาคเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับชายและหญิง เป็นต้น (Suprawat, 2016)

แนวคิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สมการอธิบายพฤติกรรมจากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าของข้อมูลในระบบที่จำลองขึ้นหรือความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในระบบซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ที่เป็นสมาการเส้นตรง เช่น $y=a+bx$ หรือความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่เป็นสมการเส้นโค้ง เช่น $y1 = y0 + ekt$ ซึ่งสรุปได้ว่าโมเดลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึง

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่าง ๆ ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองนี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์และสร้างเป็นทฤษฎี เพราะสามารถทดสอบสมมุติฐานได้ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการปฏิบัติงาน และในทางวิทยาศาสตร์ การจำลองแบบปัญหาถือเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน ตามแบบจำลองของระบบงานได้

โมเดลทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอธิบายการทำงานแบบ Static System คือไม่นำเวลามาเกี่ยวข้อง และกลุ่มอธิบายการทำงานแบบ Dynamic System โดยสามารถนำคอมพิวเตอร์มาทำการคำนวณการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา โมเดลประเภทนี้เรียกว่า Computer Simulation ซึ่งสามารถนำไปใช้ทดลองการทำงานของระบบในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยศึกษาผลลัพธ์ถ้าผลการศึกษาหรือทดสอบใกล้เคียงกับความเป็นจริง ก็สามารถใช้โมเดลนี้ทำนายการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเห็นได้ชัดเจน คือ กราฟสมการในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ทั่วไปคำนวณสูตรสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำให้เห็นภาพแนวโน้มความเป็นไปได้ในอนาคตที่แสดงในกราฟได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

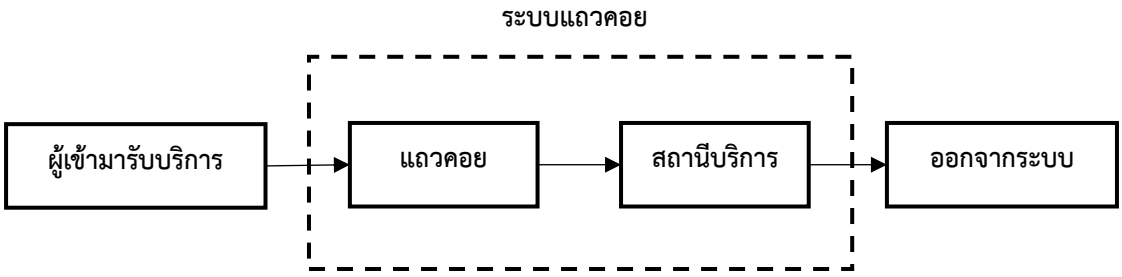
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีแถวคอย (ทฤษฎีการจัดคิว)

ทฤษฎีแถวคอย หรือ ทฤษฎีการจัดคิวเป็นการศึกษาทางคณิตศาสตร์ของการรอคิว โดยทฤษฎีการจัดคิวมีต้นกำเนิดมาจากการวิจัยของ Agner Krarup Erlang ซึ่งจะมีการสร้างแบบจำลองขึ้นเพื่อให้สามารถคาดการณ์ในสถานการณ์ของการรอคิว รวมไปถึงคาดการความยาวของคิวและเวลาที่รอได้ ทฤษฎีการจัดคิวมักถูกนำไปใช้งานในการตัดสินใจทางธุรกิจเกี่ยวกับทรัพยากรที่จำเป็นในการให้บริการ

- **องค์ประกอบของระบบแถวคอย**

ระบบแถวคอย (Queuing System) เป็นการที่มีผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ รวมไปถึงสถานที่ให้บริการ เพื่อทำให้เกิดการบริการในด้านต่างๆ โดยโครงสร้างของระบบแถวคอยมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ผู้เข้ามารับบริการหรือลูกค้า (Arrivals or Customers) แถวคอย (Queue) หน่วยให้บริการ (Servers) แสดงในภาพที่ 1



ภาพ 1 แสดงกระบวนการแถวคอย

จากภาพที่ 1 เรียกกรอบเส้นปะว่า ระบบแถวคอย อธิบายได้ดังนี้

1. ผู้เข้ามารับบริการ คือ ลูกค้าผู้ที่เข้ามาใรับบริการ ซึ่งการเข้ามาของลูกค้าเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน ไม่สามารถบอกจำนวนที่แน่ชัดได้ว่าจะมาถึงเวลาใดและมีจำนวนเท่าใด เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาหนึ่ง หรือระยะเวลาระหว่างการมาของลูกค้า

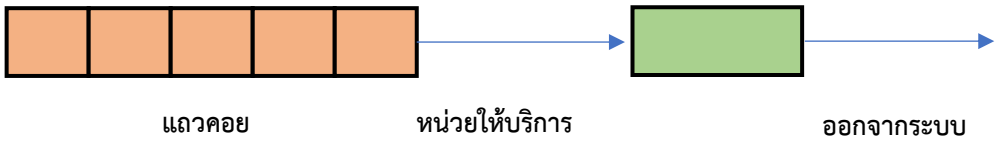
2. แถวคอย (Queue) หรือ สิ่งที่ลูกค้ารอคอยก่อนได้รับบริการ มีการให้บริการกับลูกค้าในระยะเวลาที่อยู่ในแถวคอยไม่แน่นอน เพราะลูกค้าแต่ละรายใช้เวลาในการรับบริการไม่เท่ากัน อาจกล่าวได้ในรูปแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาในการให้บริการ หรือจำนวนลูกค้าที่เสร็จจากการรับบริการในช่วงเวลาหนึ่งนั้น

3. สถานีบริการ (Server) หรือหน่วยให้บริการ ซึ่งอาจจะมีผู้ให้บริการ 1 คน หรือมากกว่า

- **รูปแบบแถวคอยผู้ให้บริการ**

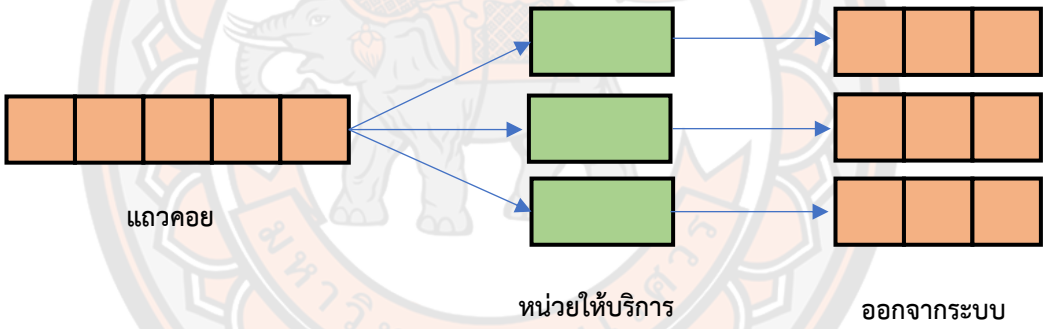
การแบ่งรูปแบบแถวคอยผู้ให้บริการจะเป็นผู้กำหนดหรือจัดรูปแบบการให้บริการ โดยจะกำหนดว่าควรมีแถวคอยแถวเดียวหรือหลายแถว มีหน่วยให้บริการกี่หน่วย มีกี่ขั้นตอนในการให้บริการ ดังนี้

1. ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียว มีแถวคอยเดียว และมีหน่วยบริการ 1 หน่วย (Single-Channel-Single-Phase System) เป็นระบบที่มีขั้นตอนเดียวในการให้บริการ และมีหน่วยให้บริการ 1 หน่วย เช่น เครื่อง ATM จำนวน 1 เครื่อง เมื่อลูกค้าได้รับบริการแล้วจะออกจากระบบ แสดงในภาพที่ 2



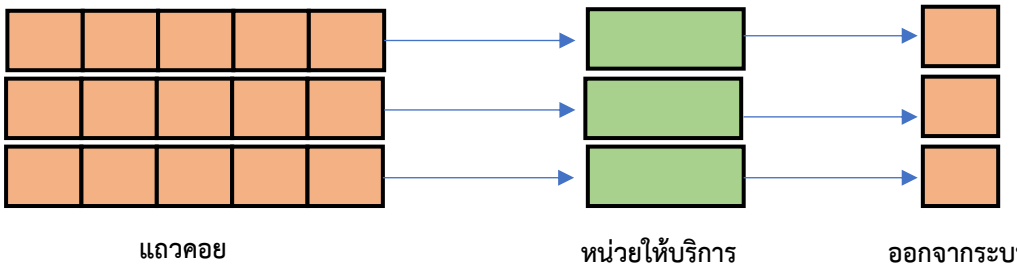
ภาพ 2 แสดงระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียว มีแถวคอยแถวเดียว และมีหน่วยบริการ 1 หน่วย

2. ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียว แถวคอย 1 แถวคอย แต่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย โดยแต่ละหน่วยทำหน้าที่อย่างเดียวกัน (Multichannel and Single-Phase System) เป็นระบบที่มีขั้นตอนในการให้บริการขั้นตอนเดียว มีแถวคอยแถวเดียวแต่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วยลูกค้าจากแถวคอยจะเข้าไปใช้บริการจากหน่วยที่ว่าง เช่น ธนาคาร ในปัจจุบัน ซึ่งจะจัดให้มีแถวคอยแถวเดียวแต่มีช่องให้บริการหลายช่อง แสดงในภาพที่ 3



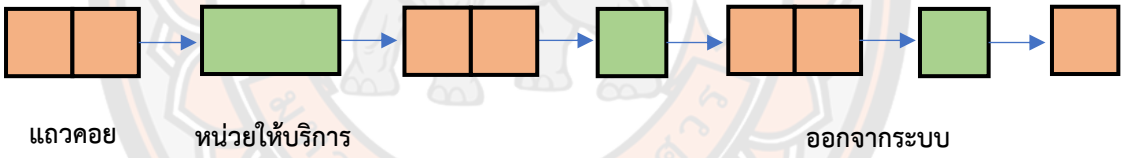
ภาพ 3 แสดงระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียวแถวคอย 1 แถวคอยและหน่วยให้บริการหลายหน่วย

3. ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียว แถวคอยหลายแถวและมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย (Multiple – Channel-Single – Phase System) เป็นระบบที่มีขั้นตอนในการให้บริการขั้นตอนเดียวแต่มีแถวคอยหลายแถว แสดงในภาพที่ 4



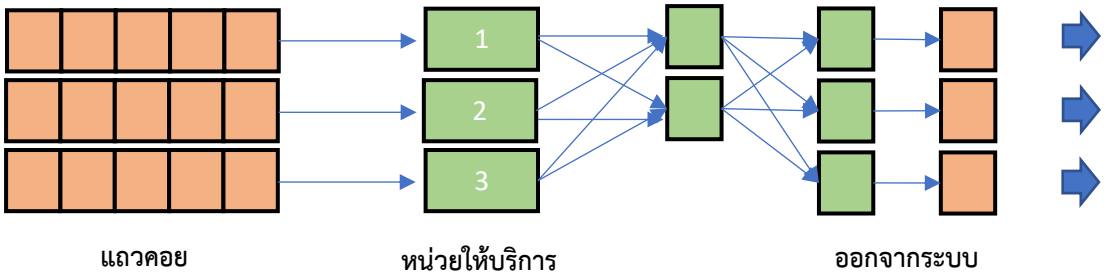
ภาพ 4 แสดงระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียว แถวคอยหลายแถวและมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย

4. ระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอน มีแถวคอยแถวเดียวและในแต่ละขั้นตอนมีหน่วยบริการจากหลายหน่วยให้บริการ เช่น โรงพยาบาล คนไข้จะต้องเข้าแถวพบแพทย์ แต่ละคนเป็นขั้นตอนแรก จากนั้นนำใบสั่งยาจากแพทย์ไปเข้าแถวเพื่อชำระเงิน และขั้นตอนสุดท้าย คือ รอรับยาในกรณีนี้เป็นรูปแบบแถวคอยที่สอดคล้องกับกรณีศึกษาอีกด้วย แสดงในภาพที่ 5



ภาพ 5 แสดงระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอน มีแถวคอยแถวเดียวและในแต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหน่วยเดียว

5. ระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอน แถวคอยหลายแถวคอย แต่ในแต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย (Multiple-Channel-Multiple-Phase System) ระบบนี้ลูกค้าต้องผ่านการรับบริการจากหลายขั้นตอน เช่น โรงพยาบาลที่มีแพทย์แต่ละด้านหลาย ๆ คน คนไข้จะรอพบแพทย์แต่ละคนแยกแถวกันและแผนกคิดเงินและจัดยาก็มีหลายหน่วย แสดงในภาพที่ 6



ภาพ 6 แสดงระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอนแถวคอยหลายแถวคอย ในแต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการ หลายหน่วย

- องค์ประกอบของระบบการจัดคิว

1. FIFO (เข้าก่อนออกก่อน) เรียกอีกอย่างว่า FCFS (มาก่อนเสิร์ฟ) – คิวที่เป็นระเบียบ First In First Out (FIFO) หรือ การเข้าก่อนออกก่อน โดย First In First Out (FIFO) ในเชิงการบริหารการปฏิบัติการ เปรียบเทียบได้กับสินค้าที่เข้ามาก่อนก็จะเป็นสินค้าที่ถูกนำออกไปใช้ก่อน เพื่อให้การทำงานสำหรับคนบริหารคลังสินค้าทำได้ง่ายขึ้น และสามารถลดปัญหาสินค้าเสื่อมสภาพจากการเก็บเป็นเวลานานได้อีกด้วย

2. LIFO (เข้าหลังออกก่อน) LIFO : Last in First out เปรียบได้กับสินค้าหรือวัตถุดิบที่ซื้อเข้ามาใช้ทีหลังสุด จะต้องถูกนำออกขายหรือนำมาใช้ก่อน โดยตามหลักของระบบการเข้าหลังออกก่อน

3. Priority Queue (คิวแบบมีลำดับความสำคัญ) เป็นการมองถึงลำดับความสำคัญ (Priority Queue) ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูลตามลำดับความสำคัญ (Priority) จากมากไปน้อย ข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดอยู่ที่หัวคิว และข้อมูลที่มีความสำคัญต่ำสุดอยู่ที่ท้ายคิว การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความสำคัญมากกว่า จะขึ้นอยู่กับประเภทของงานหรือลักษณะของข้อมูล

ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability)

ความน่าจะเป็นว่าเป็นตัวเลขระหว่างศูนย์กับหนึ่ง ที่กำหนดให้กับเหตุการณ์ (ความน่าจะเป็นที่เท่ากับ 0 ก็คือไม่มีโอกาสที่เหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้น แต่ถ้าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 แสดงว่าเหตุการณ์เหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างแน่นอน โดยทฤษฎีความน่าจะเป็นมีหลายแนวคิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากในสาขาปัญญาประดิษฐ์ และเศรษฐศาสตร์ คือ ทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์ ในทฤษฎีความน่าจะเป็น สถิติ การอนุมาน และ ปัญญาประดิษฐ์ บางครั้งจะพบคำว่า แบบเบย์ (Bayesian) มาขยายชื่อทฤษฎีหรือโมเดลต่างๆ

โครงสร้างข้อมูล (Data Structure)

โครงสร้างข้อมูลหรือลักษณะเฉพาะของชุดข้อมูลที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ เกิดจากการนำชนิดข้อมูลต่างๆ มารวมกันจนกลายเป็นโครงสร้าง ซึ่งคิว (Queue) ถือเป็นชุดข้อมูลชนิดหนึ่งที่เรียงต่อกัน และจัดลำดับการเก็บข้อมูลแบบเข้าก่อนและนำออกก่อน มักเรียกว่าไฟโฟ (FIFO = First in First out) อาจมองว่าข้อมูลเข้าใหม่จะมาเรียงต่อท้าย หากเรียกใช้ก็นำข้อมูลที่เคยเข้ามาก่อนออกไปใช้ก่อน ดังนั้นข้อมูลที่เข้ามาก่อน จะอยู่หน้าสุด และพร้อมจะออกเร็วที่สุด โดย Queue เป็น Linear Data Structure มีความคล้ายกับ Stack ซึ่ง Queue อยู่บนพื้นฐานของหลักการแบบ First In First Out (FIFO) นั้นหมายความว่าอะไรที่เข้าไปก่อน ก็จะออกก่อน เช่น การจ่ายเงิน การต่อแถวเข้าใช้บริการ เป็นต้น ในเชิงการบริหารการปฏิบัติการเปรียบเทียบได้กับสินค้าที่เข้ามาก่อนก็จะเป็นสินค้าที่ถูกนำออกไปใช้ก่อน เพื่อให้การทำงานสำหรับคนบริหารคลังสินค้าทำได้ง่ายขึ้น และสามารถลดปัญหาสินค้าเสื่อมสภาพจากการเก็บเป็นเวลานานได้อีกด้วย (สมจิตต์, 2550)

อาเรย์ (Array) เป็นประเภทข้อมูลรูปแบบหนึ่งที่สามารถเก็บข้อมูลประเภทเดียวกันแบบเป็นลำดับได้ โดยข้อมูลนั้นจะอยู่ในตัวแปรตัวเดียวกันที่เรียกว่า ตัวแปรอาเรย์ เปรียบเสมือนว่าเราสร้างห้องขึ้นมาห้องนึงเพื่อเก็บข้อมูลต่างๆในปริมาณมาก โดยข้อมูลแต่ละตัวของอาร์เรย์ เรียกว่าอีลีเมนต์ (Element) และข้อมูลแต่ละอีลีเมนต์จะมีหมายเลขเพื่อใช้ในการกำกับตำแหน่ง คือ เลขดัชนี (Index) ทำให้ถึงจะเป็นตัวแปรที่ชื่อเหมือนกัน แต่ก็จะแตกต่างกันตรงหมายเลขดัชนีที่กำกับไว้ จึงทำให้ตัวแปรอาเรย์นั้นมีประโยชน์อย่างมากในกรณีที่ต้องเก็บข้อมูลปริมาณมากเพราะสามารถเก็บทีละได้หลายจำนวน บวกกับง่ายต่อการนำออกไปใช้งานเพราะแต่ละข้อมูลถึงจะเป็นข้อมูลที่เหมือนกัน แต่มีตัวเลข index กำกับไว้อยู่เสมอดังนั้นจึงไม่ทำให้เกิดการสับสนของข้อมูล

สแตก (Stack) เป็นชุดของข้อมูลที่เรียงต่อกัน และจัดลำดับการเก็บข้อมูลแบบเข้าทีหลังและนำออกก่อน มักเรียกว่าไลโฟ (LIFO = Last in First out) อาจมองว่าข้อมูลเข้าใหม่จะมาเรียงต่ออยู่ด้านบน หากเรียกใช้ก็นำด้านบนสุดออกก่อน ดังนั้นข้อมูลที่เข้ามานานที่สุด จะอยู่ล่างสุด และจะอยู่ในสแตกนานที่สุด (บุรินทร์, 2565)

คิว (Queue) เป็นชุดของข้อมูลที่เรียงต่อกัน และจัดลำดับการเก็บข้อมูลแบบเข้าก่อนและนำออกก่อน มักเรียกว่าไฟโฟ (FIFO = First in First out) อาจมองว่าข้อมูลเข้าใหม่จะมาเรียงต่อท้าย หากเรียกใช้ก็นำข้อมูลที่เคยเข้ามาก่อนออกไปใช้ก่อน ดังนั้นข้อมูลที่เข้ามาก่อน จะอยู่หน้าสุด และพร้อมจะออกเร็วที่สุด โดย Queue เป็น Linear Data Structure มีความคล้ายกับ Stack ซึ่ง Queue อยู่บนพื้นฐานของหลักการแบบ First In First Out (FIFO) นั้นหมายความว่าอะไรที่เข้าไปก่อน ก็จะออกก่อน เช่น การจ่ายเงิน การต่อแถวเข้าใช้บริการ เป็นต้น

ในการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทบทวนวรรณกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในด้านการบริการจัดการคิวในแต่ละด้านซึ่งมีรูปแบบการทำงาน และเครื่องมือที่แตกต่างกันออกไปตามเนื้องาน โดยการทบทวนงานวิจัยทางผู้จัดทำได้ทำการทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดตารางในการดำเนินงานต่างๆ ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเน้นข้อมูลเกี่ยวกับการจัดตารางเวลา การจัดเส้นทางการขนส่ง การจัดตารางคิวในโรงพยาบาล การจัดตารางในร้านอาหาร รวมไปถึงการพัฒนาระบบคิวในโรงพยาบาลและร้านอาหาร อีกทั้งการวิเคราะห์แบบจำลอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการพิจารณาถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน เพื่อมาทำการวิเคราะห์หาข้อดี ข้อเสีย และพัฒนาในงานวิจัยต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงการทบทวนข้อมูลจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ลำดับที่	ชื่อวิจัย	ผู้แต่ง	วิธีการศึกษา	เครื่องมือที่ใช้
1	วิธีฮิวริสติกการสร้างสำหรับการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าที่ระยะเวลาเดินทางขึ้นกับเวลาภายใต้ข้อจำกัดกรอบเวลาในการรับส่งสินค้าแบบไม่เคร่งครัดและการใช้พาหนะหลายเที่ยว	วรรณวรา เนืองนิตย์นราพร และอำพล การุณสุนทวงษ์	การสร้าง (Construction Algorithm) โดยพัฒนาขั้นตอนวิธีการสร้างในการแก้ไขปัญหา 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการเดินรถเที่ยวเดียวกับฮิวริสติกแบบละโมบ (Single Tripper Vehicle with a Greedy Heuristic, ST-GH) และรูปแบบการเดินรถหลายเที่ยว (Multiple Trips per Vehicle	วิธีการทำซ้ำ โดย Figliozzi และฮิวริสติกแบบละโมบ (Greedy Heuristic)
2	การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเมต้าฮิวริสติกส์ กรณีศึกษา บริษัทผู้ให้บริการขนส่ง	ณัตพร ไชยเสนา	ศึกษาขั้นตอนการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา โดยเน้นศึกษาในส่วนการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าพร้อมทั้งศึกษาแนวทางการพัฒนา และทำการออกแบบจำลองและปรับปรุงให้ใกล้เคียงสอดคล้องกับปัญหาจริง โดยนำเทคนิควิธีการเมต้าฮิวริสติกส์ด้วยวิธีการสลับจุดส่งทีละ 3 จุด (3 - OPT)	เมต้าฮิวริสติกส์
3	การพัฒนาระบบการจองคิวตรวจล่วงหน้างานผู้ป่วยนอก ศูนย์สุขภาพ สังกัดวิทยาลัยแพทย์และการสาธารณสุข	สหุ ดีกิตติวรเวช และคณะ	พัฒนาระบบการจองคิวล่วงหน้าในโรงพยาบาล เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับผู้เข้ารับบริการ พร้อมจัดทำ web site เพื่อเพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต	สัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตแบบมีส่วนร่วมแบบสอบถาม

ลำดับที่	ชื่อวิจัย	ผู้แต่ง	วิธีการศึกษา	เครื่องมือที่ใช้
4	แนวทางการปรับใช้แชทบอทสำหรับงานบริการลูกค้า (Customer Service Chatbots) สำหรับธุรกิจ	นันท์นภัส ประจงการ	การพัฒนาตัวชี้วัด (Item Generation) จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) สำหรับการพัฒนาร่างกรอบแนวคิดวิจัย เพื่อจัดทำแชทบอทสำหรับงานบริการลูกค้าของธุรกิจ	แบบสอบถามการสัมภาษณ์กึ่งมีแบบแผน (Semi-Structured Interview
5	การออกแบบและพัฒนาระบบทะเบียนหัตถการหน่วยหัตถการแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลบึงกาฬ	สุขสันต์ สุทธิเสน และจารุวรรณ พรหมศิริ , 2019	การดำเนินการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้งานให้เกิดประโยชน์ โดยการออกแบบและพัฒนาทะเบียนหัตถการหน่วยหัตถการแพทย์แผนไทยโรงพยาบาลบึงกาฬ และประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับบริการต่อการใช้งานระบบทะเบียนหัตถการหน่วยหัตถการแพทย์แผนไทย	แบบประเมินคุณภาพ แบบประเมินความพึงพอใจ
6	การพัฒนาระบบคิว งานผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลทุ่งหว้า	ธัญกร เอี้ยวซิโป และวิไลลักษณ์ เลิศเมธากุล	ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำการพัฒนาระบบคิวของงานผู้ป่วยนอก เพื่อให้งานบริการเหมาะสมมีคุณภาพได้มาตรฐาน ให้สอดคล้องกับความต้องการ เหมาะสมกับสภาวะ สภาพการเจ็บป่วย ของผู้รับบริการ	แบบสอบถาม

ลำดับที่	ชื่อวิจัย	ผู้แต่ง	วิธีการศึกษา	เครื่องมือที่ใช้
7	ระบบแจ้งเตือนการจองคิวร้านอาหารบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	อริส ไทยประธาน ,ธนนท์ และคณะ	จัดทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบการจองคิวในร้านอาหารผ่านแอพพลิเคชั่น	Android Application
8	การปรับปรุงกระบวนการให้บริการเพื่อลดการรอคอยโดยใช้แนวคิดลีนและการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาคลินิกทันตกรรม จังหวัดขอนแก่น	ชุติพร รัตนพันธ และปณิธาน พีรพัฒนา	การสังเกตและสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากพนักงานภายในคลินิกทันตกรรม โดยการจัดระบบคิวใหม่ที่มีประสิทธิภาพโดยประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์	แบบสอบถาม
9	การวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ของระบบแถวคอย	เบญจวรรณ องอาจ และอำพล การุณสุนทวงษ์	ศึกษาระบบแถวคอยเพื่อสร้างทางเลือกที่เหมาะสมของกรณีศึกษาบีทีเอสสถานีอโศก โดยมีวัตถุประสงค์ คือวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ของระบบแถวคอยเพื่อหาประสิทธิภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงระบบ	วิธีการสังเกตและนับจำนวนผู้มาใช้บริการการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม EXTENDSIM

ลำดับที่	ชื่อวิจัย	ผู้แต่ง	วิธีการศึกษา	เครื่องมือที่ใช้
10	การจำลองระบบแถวคอย ณ จุดให้บริการฝาก–ถอน กรณีศึกษาธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาขอนแก่น	ธรรมการ สีลาเรือง และคณะ	วิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให$บริการของลูกค$าภายในจุดให้บริการฝาก–ถอน ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาขอนแก่น เพื่อนำสามาสร้างแบบจำลองรวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ลูกค้ารอคอยในการรับบริการพร้อมทั้งหาแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงโดยการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรมอารีน่า (Arena Program)	แบบฟอร์มเก็บรวบรวมข้อมูล Input Analyzer ในโปรแกรมอารีนา (Arena Program)

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดตารางเวลาพบว่าในการดำเนินงานการจัดตารางมักจะพบเจอปัญหาได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน และในการจัดตารางเวลานั้นมีความเกี่ยวข้องกับเวลาทั้งสิ้น และมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของเนื้องาน เช่น วิธีการแก้ปัญหาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์ เป็นต้น โดยผู้จัดทำได้ทำการวิจัยในหัวข้อเรื่องการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาแก้ไขปัญหาในการจัดตาราง เนื่องจากสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาได้อย่างเหมาะสมภายในระยะเวลาจำกัดได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยการดำเนินงานวิจัยนั้นประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสมมุติฐานการวิเคราะห์ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาข้อมูล รวมไปถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

- สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- สืบค้นข้อมูลหนังสือห้องสมุด
- สืบค้นข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลผลิตที่ได้ คือ ข้อมูลพื้นฐานด้านแนวคิดด้านองค์ประกอบในการบริหารจัดการคิว รวมไปถึงทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดคิว และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องในการดำเนินงาน ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และพัฒนาในการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

- คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook)

ใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพา สำหรับการสร้างแบบจำลอง โดยมีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel Core i7-10510U หน่วยความจำหลัก (RAM) 16.0 GB ความจุฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) และระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 และโปรแกรม Microsoft Office Excel สำหรับการเรียกใช้งาน Visual Basic for Application (VBA) เพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนางานวิจัย

ผลผลิตที่ได้ คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีเครื่องมือ VBA ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

สมมุติฐานการวิเคราะห์

ในการดำเนินงานวิจัยนั้นจะต้องนำชุดข้อมูลที่ได้จากการเลือกแบบสุ่มมาทำการวิเคราะห์ เนื่องด้วยสถานะการณ์โควิดยังไม่คลี่คลาย อีกทั้งโรงพยาบาลส่วนใหญ่ยังมีมาตรการความปลอดภัยที่เข้มงวดอย่างยิ่ง จึงทำให้การจัดเก็บข้อมูลในโรงพยาบาลส่วนใหญ่จึงทำได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นงานวิจัยดังเกล่านี้จึงได้นำข้อมูลแบบสุ่มมาทำการวิเคราะห์ เพื่อทำการทดสอบแบบจำลองโดยการวิเคราะห์แบบวนซ้ำจำนวนทั้งสิ้น 100 รอบ ซึ่งทำการจัดสุ่มชุดข้อมูลแบบช่วงในระยะเวลา 2 ชั่วโมง

โดยการดำเนินงานวิจัยนี้จะนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย

- ขั้นตอนการให้บริการในโรงพยาบาล
- ข้อมูลจำนวนผู้เข้าใช้บริการ
- ข้อมูลช่วงเวลานัดหมายภายใน 2 ชั่วโมง

(ช่วงเวลาในการนัดหมายของผู้ป่วยนั้นมีเวลาที่แตกต่างกันออกไป เช่น คนแรกมีเวลานัดที่ 9:00 น. คนที่สอง 9:10 น. คนที่สาม 9: 20 ตามลำดับ)

- ข้อมูลช่วงเวลารายงานตัว ตั้งแต่ 09:00 – 11:00 น.

(ช่วงเวลาในการรายงานตัวของผู้ใช้บริการ ซึ่งในการรายงานตัวนั้นผู้ป่วยต้องมารายงานตัวก่อน 11:00 น.)

- ข้อมูลเวลาในการเรียกคิว
- กำหนดให้ระยะเวลาที่ได้รับการรักษาของผู้ใช้บริการแต่ละรายมีค่าเฉลี่ยคงที่ และสอดคล้องกับเวลาที่เรียกแต่ละคิวเมื่อเข้าพบแพทย์

แบบจำลองการจัดคิวตารางนัดหมาย

T_{Total} = เวลาทั้งหมด (Fitness of Total Time)

$T_{Appointment}$ = เวลานัดหมาย (Fitness of Appointment Time)

$T_{Punctuality}$ = ความตรงต่อเวลา (Fitness of Punctuality)

$T_{Waiting}$ = เวลารอคอย (Fitness of Waiting Time)

T_{Real} = เวลาจริง (Real Time)

$T_{Reporting}$ = เวลารายงานตัว/ยืนยันการมาถึง (Reporting Time)

Objective Function: $\text{Min } (T_{Total}) = T_{Appointment} + T_{Punctuality} - T_{Waiting}$

Constraints: $T_{Appointment}, T_{Punctuality}, T_{Waiting} \geq 0$

Subject to: $T_{Punctuality} = T_{Reporting} - T_{Appointment}$, $T_{Reporting} \geq T_{Appointment}$

$T_{Punctuality} = 0$, $T_{Reporting} < T_{Appointment}$

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Reporting}$, $T_{Reporting} \geq T_{Appointment}$

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Appointment}$, $T_{Reporting} < T_{Appointment}$

กรอบแนวคิดการดำเนินงาน

การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีรูปแบบกระบวนการดำเนินงานวิจัย ในส่วนประกอบของกระบวนการดำเนินงานมีทั้งหมดจำนวน 3 ส่วน ประกอบด้วย 1) ปัจจัยนำเข้า (Input) 2) กระบวนการ (Processes) และ 3) ผลผลิต (Outputs) แสดงในภาพที่ 7

- ปัจจัยนำเข้า (Input)

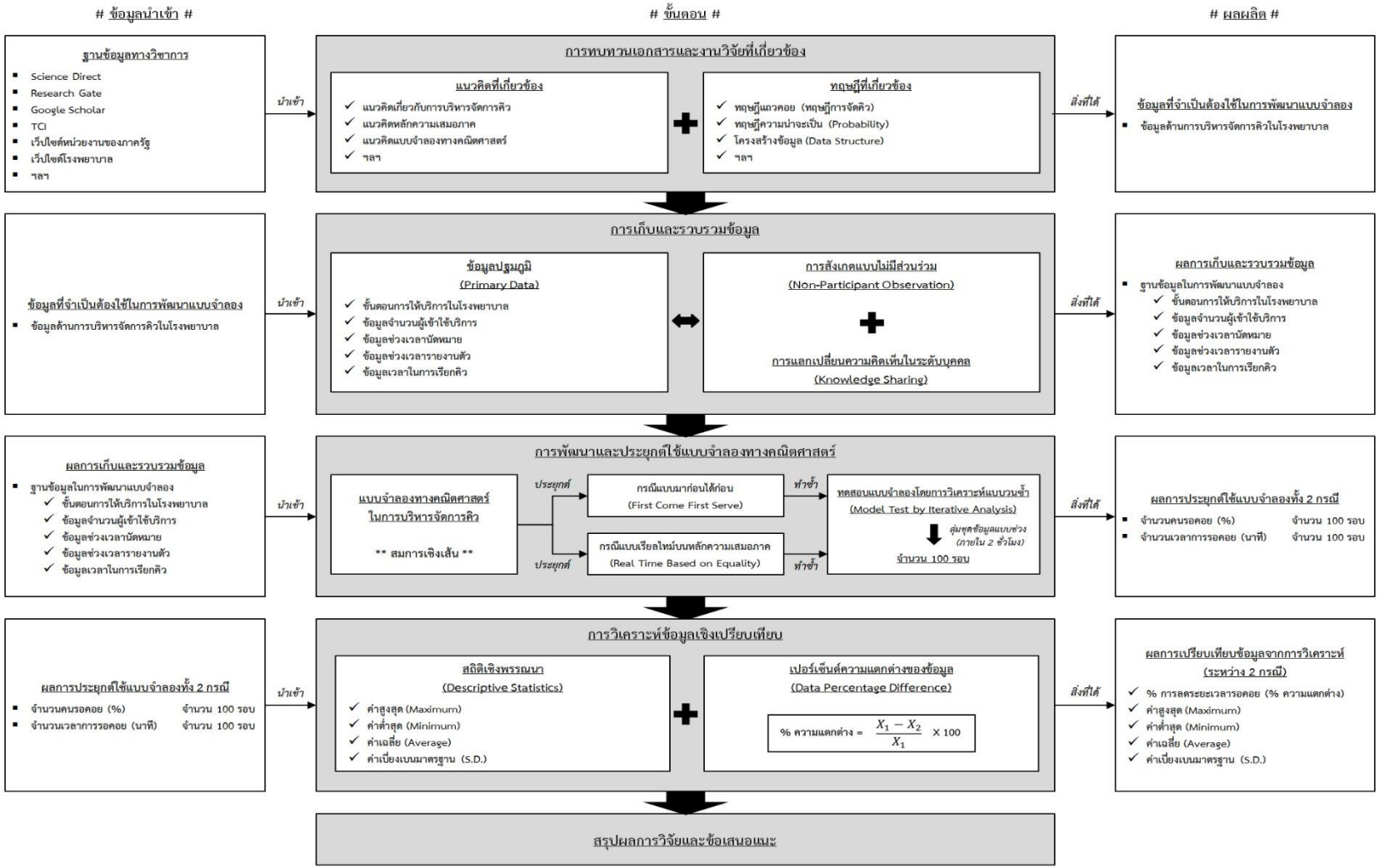
ปัจจัยนำเข้าข้อมูลถือเป็นข้อมูลสำคัญในการนำไปวิเคราะห์การทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งข้อมูลนำเข้าในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยฐานข้อมูลทางวิชาการ ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ผลการเก็บและรวบรวมข้อมูล ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

- กระบวนการ (Processes)

กระบวนการดำเนินงานในส่วนนี้จะก่อให้เกิดความเชื่อมโยงเพื่อจุดมุ่งหมายของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินงาน ซึ่งมีทั้งหมดจำนวน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การเก็บและรวบรวมข้อมูล 3) การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ และ 5) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

- ผลผลิต (Outputs)

ผลผลิตที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ผลการเก็บและรวบรวมข้อมูล ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง และผลการเปรียบเทียบข้อมูลจากการวิเคราะห์



ภาพ 7 แสดงกรอบแนวคิดการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีรูปแบบกระบวนการดำเนินงานวิจัย ในส่วนประกอบของกระบวนการดำเนินงานมีทั้งหมดจำนวน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การเก็บและรวบรวมข้อมูล 3) การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ และสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

- การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการทบทวนและรวบรวมข้อมูลต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัย เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนแนวทางการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย 1) การทบทวนแนวคิดที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย 2) การทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยในส่วนการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะทำให้ทราบถึงข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

- การเก็บและรวบรวมข้อมูล

เป็นการเก็บและรวบรวมข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ 1) ข้อมูลปฐมภูมิเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลหลัก คือ ขั้นตอนการให้บริการในโรงพยาบาล ข้อมูลจำนวนผู้เข้าใช้บริการ ข้อมูลช่วงเวลานัดหมาย ข้อมูลช่วงเวลารายงานตัว ข้อมูลเวลาในการเรียกคิว 2) การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระดับบุคคล

- พัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

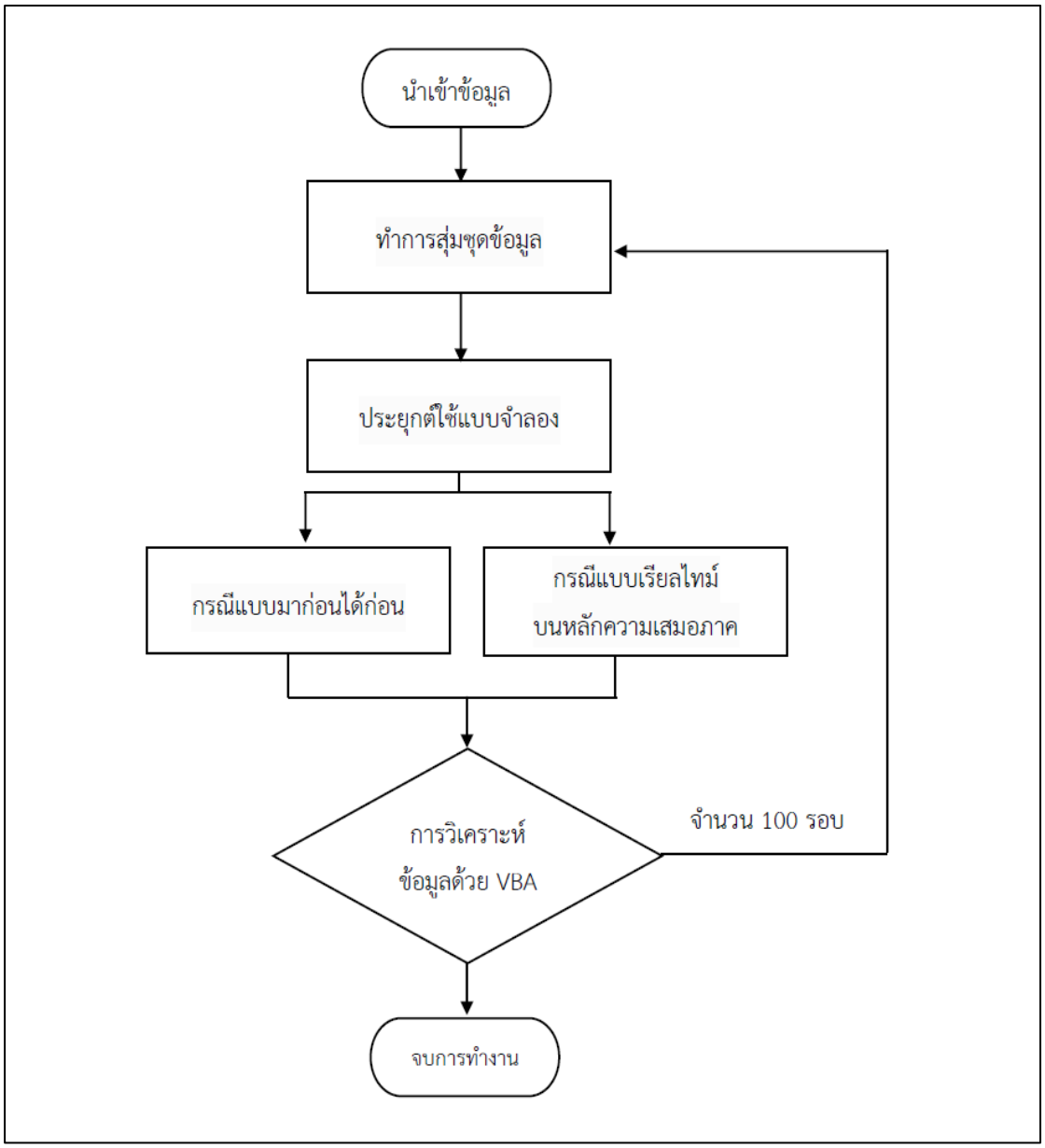
ในส่วนการพัฒนานั้นจะนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมทั้งหมดนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการวิจัย โดยจะทำการเปรียบเทียบ 2 กรณี คือ กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน) และกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค) และจะนำไปสู่การทดสอบแบบจำลองโดยการวิเคราะห์แบบวนซ้ำจำนวน 100 รอบ ซึ่งทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ VBA ใน Microsoft Excel มาใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัย

- การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบประกอบด้วยค่าสถิติเชิงพรรณนา และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของข้อมูล เพื่อจะนำไปสู่ผลการเปรียบเทียบข้อมูลจากการวิเคราะห์ระหว่าง 2 กรณี คือ กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน) และกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค)

- การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เป็นการนำผลการดำเนินการจากการวิเคราะห์ข้อมูลมาทำการสรุปผลและทำการเปรียบเทียบในแต่ละกรณี เพื่อให้เห็นความแตกต่างและผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เพื่อนำไปสู่แนวทางหรือข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งานในโรงพยาบาลในอนาคตได้



ภาพ 8 แสดง Flow chart แสดงการทำงาน

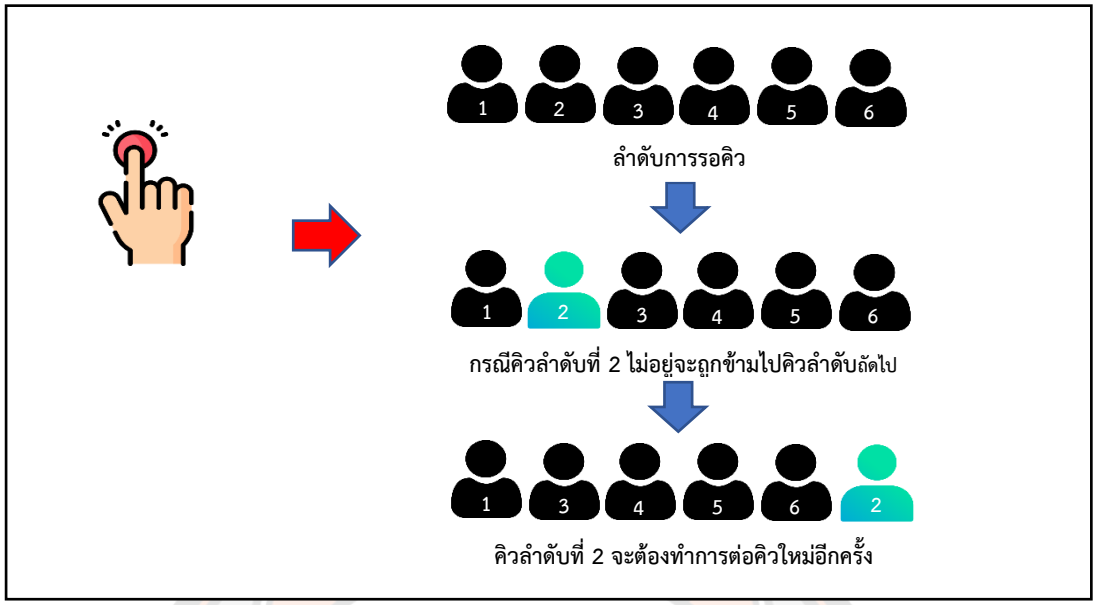
บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์การดำเนินงานวิจัยในการบริหารจัดการคิวนั้นสามารถนำมาทำการประยุกต์ให้งานได้หลากหลาย อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นรูปแบบแอพพลิเคชั่นเพื่อช่วยอำนวยความสะดวก ความรวดเร็วในการดำเนินงานอีกด้วย ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวนั้นเป็นรูปแบบการบริหารจัดการคิวที่ช่วยลดระยะเวลาในการรอคอย โดยทำการสุ่มชุดข้อมูลแบบช่วงจำนวน 100 รอบ ซึ่งแต่ละรอบจะมีการสุ่มเวลาในการรายงานตัว เพื่อทดสอบแบบจำลองการจัดคิวตารางนัดหมาย โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน)

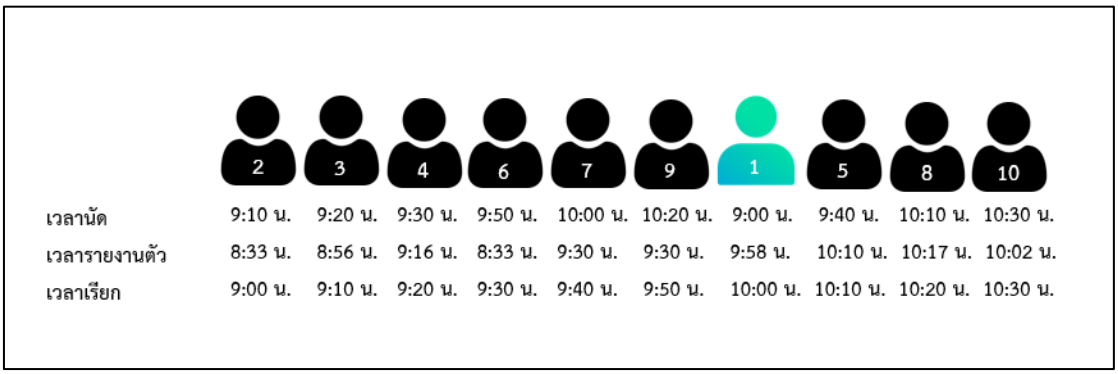
ในกรณีเดิมจะทำการจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยไม่คำนึงถึงคิวจากเวลานัดหมายซึ่งกำหนดให้ผู้ที่มารายงานตัวก่อนจะได้เข้ารับบริการก่อน ตามลำดับ โดยไม่มีบัตรคิวที่ได้ทำการจับจองล่วงหน้า ซึ่งกรณีดังเกล่านี้ผู้ที่เข้ามารับบริการส่วนใหญ่จะเดินทางเข้ามารับบริการในเวลาเดียวกันทั้งสิ้น อีกทั้งผู้ที่เข้ามารับบริการนั้นจะเดินทางมารอการรับบัตรคิวก่อนเวลานัดหมาย เช่น เดินทางมาจับบัตรคิวนัดหมายล่วงหน้าในเวลาเช้าตรู่ หรือในช่วงเวลาเช้ามืด เพื่อให้ตนเองเป็นคิวลำดับแรก ๆ จึงทำให้ผู้ที่เข้ามารับบริการบางท่านใช้ระยะเวลาการรอคอยที่ยาวนานมากถึง 6-7 ชั่วโมง ซึ่งทำให้เสียเวลาในการรอคอยอย่างมาก และหากผู้ที่เข้ามารับบริการได้ทำการจับบัตรคิวเป็นลำดับแรก ๆ แล้วแต่ท่านไม่ได้รออยู่หน้าห้องตรวจ ซึ่งอาจจะมีธุระส่วนตัว แต่เมื่อกลับเข้ามานั้นทำให้เกิดการเรียกคิวลำดับถัดไป (ข้ามคิว) แล้วนำคิวของท่านไปต่อลำดับสุดท้าย ทั้งนี้อาจทำให้เกิดระยะเวลาการรอคอยที่มากขึ้นกว่าเดิม และอาจไปเป็นธรรมกับท่านเพียงเพราะมาช้าเพียงไม่กี่นาทีเท่านั้น แสดงดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงลำดับการจับคิวกรณีเดิม (แบบจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน)

กรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค)

ในกรณีใหม่นั้นไม่มีการจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยจะจัดคิวจากการยึดเวลาตามบัตรคิวนัด ซึ่งคำนวณคิวและการเรียกตาม แบบจำลองการจัดคิวตามตารางนัดหมาย ในกรณีดังกล่าวนี้เป็นบัตรคิวที่ได้ทำการนัดหมายของผู้ที่เข้ามาใช้บริการตามคิวนัด ซึ่งในงานวิจัยการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีจุดประสงค์หลักในการพัฒนา คือ ต้องการให้มีระยะเวลาการรอคอยการรับบริการในโรงพยาบาลที่น้อยที่สุด หรือให้ผู้ใช้บริการเดินทางมาในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกับเวลานัดหมาย เพื่อไม่ให้ผู้ที่มาใช้บริการนั้นไม่เสียเวลาในการรอคอยที่นานจนเกินไป และสามารถใช้เวลาให้เกิดความคุ้มค่าอีกด้วย แสดงดังภาพ 10



ภาพ 10 แสดงลำดับการจับคิวกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด)

โดยการจับบัตรคิวนัดหมายของทั้ง 2 กรณีข้างต้นนั้น คือ กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน) และกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค) มีรูปแบบและลักษณะการดำเนินการที่แตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน โดยผลการดำเนินงานใน 2 กรณีนั้นสามารถทำการสรุปผลได้ดังตาราง 3 และตาราง 4 ซึ่งในงานวิจัยการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ VBA ใน Microsoft Excel มาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อต้องการทดสอบแบบจำลองจึงกระทำซ้ำ จำนวน 100 รอบ โดยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบในการทำงานของทั้ง 2 กรณี เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงวิธีที่ดีที่สุดในการดำเนินงาน แสดงในตาราง 5

1. กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ)

มีการจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยไม่สนใจคิวจากเวลานัดหมาย ซึ่งกำหนดให้ผู้ที่มารายงานตัวก่อนจะได้เข้ารับบริการก่อน โดยผลการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีเดิม (ตัวอย่างแต่ละรอบ)

ลำดับที่นัด	ชื่อ-นามสกุล (ผู้ถูกนัด)	เวลานัดหมาย	เวลารายงานตัว	เวลาเรียก	เวลารอคอยจริง (นาที)
1	BBBB	9:10 น.	8:33 น.	9:00 น.	27
2	FFFF	9:50 น.	8:33 น.	9:10 น.	37
3	MMMM	11:00 น.	8:39 น.	9:20 น.	41
4	OOOO	11:20 น.	8:44 น.	9:30 น.	46
5	PPPP	11:30 น.	8:47 น.	9:40 น.	53
6	CCCC	9:20 น.	8:56 น.	9:50 น.	54
7	KKKK	10:40 น.	9:12 น.	10:00 น.	48
8	DDDD	9:30 น.	9:16 น.	10:10 น.	54
9	LLLL	10:50 น.	9:17 น.	10:20 น.	63
10	RRRR	11:50 น.	9:22 น.	10:30 น.	68
11	GGGG	10:00 น.	9:30 น.	10:40 น.	70
12	IIII	10:20 น.	9:30 น.	10:50 น.	80
13	AAAA	9:00 น.	9:58 น.	11:00 น.	62
14	JJJJ	10:30 น.	10:02 น.	11:10 น.	68
15	EEEE	9:40 น.	10:10 น.	11:20 น.	70
16	HHHH	10:10 น.	10:17 น.	11:30 น.	73
17	QQQQ	11:40 น.	10:21 น.	11:40 น.	79
18	NNNN	11:10 น.	10:27 น.	11:50 น.	83
		SUM			**1,076**
		AVE.			**60**
		Max			**83**
		Min			**27**

2. กรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด)

ไม่มีการจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยจะจัดคิวโดยยึดเวลาตามบัตรคิวนัด ซึ่งคำนวณคิวและการเรียกตามแบบจำลองการจัดคิวตารางนัดหมาย โดยผลการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิว ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีใหม่ (ตัวอย่างแต่ละรอบ)

ลำดับที่นัด	ชื่อ-นามสกุล (ผู้ถูกนัด)	เวลานัดหมาย	เวลารายงานตัว	เวลาเรียก	เวลารอคอยจริง (นาที)	เวลารอคอยนับจากเวลานัด (นาที)
1	BBBB	9:10 น.	8:33 น.	9:00 น.	27	0
2	CCCC	9:20 น.	8:56 น.	9:10 น.	14	0
3	DDDD	9:30 น.	9:16 น.	9:20 น.	4	0
4	FFFF	9:50 น.	8:33 น.	9:30 น.	57	0
5	GGGG	10:00 น.	9:30 น.	9:40 น.	10	0
6	IIII	10:20 น.	9:30 น.	9:50 น.	20	0
7	AAAA	9:00 น.	9:58 น.	10:00 น.	2	2
8	EEEE	9:40 น.	10:10 น.	10:10 น.	0	0
9	HHHH	10:10 น.	10:17 น.	10:20 น.	3	3
10	JJJJ	10:30 น.	10:02 น.	10:30 น.	28	0
11	KKKK	10:40 น.	9:12 น.	10:40 น.	88	0
12	LLLL	10:50 น.	9:17 น.	10:50 น.	93	0
13	MMMM	11:00 น.	8:39 น.	11:00 น.	141	0
14	NNNN	11:10 น.	10:27 น.	11:10 น.	43	0
15	OOOO	11:20 น.	8:44 น.	11:20 น.	156	0
16	PPPP	11:30 น.	8:47 น.	11:30 น.	163	0
17	QQQQ	11:40 น.	10:21 น.	11:40 น.	79	0
18	RRRR	11:50 น.	9:22 น.	11:50 น.	148	0
		SUM			**1,076**	**5**
		AVE.			**63**	**3**
		Max			**163**	**3**
		Min			**0**	**0**

ตาราง 5 แสดงเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวทั้ง 2 กรณี จำนวน 100 รอบ (Iteration)

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
1	100.0	897.0	86.0	26.0	49.8	38.9	61.0	11.0	0.0	8.7	93.2
2	100.0	856.0	82.0	13.0	47.6	22.2	30.0	8.0	0.0	7.5	96.5
3	100.0	1,108.0	81.0	29.0	61.6	27.8	37.0	11.0	0.0	7.4	96.7
4	100.0	1,142.0	95.0	21.0	63.4	11.1	5.0	3.0	0.0	2.5	99.6
5	100.0	848.0	90.0	15.0	47.1	22.2	26.0	10.0	0.0	6.5	96.9
6	100.0	1,264.0	115.0	24.0	70.2	22.2	37.0	19.0	0.0	9.3	97.1
7	100.0	1,188.0	91.0	30.0	66.0	22.2	26.0	10.0	0.0	6.5	97.8
8	100.0	1,058.0	91.0	21.0	58.8	22.2	17.0	9.0	0.0	4.3	98.4
9	100.0	1,207.0	91.0	27.0	67.1	11.1	10.0	9.0	0.0	5.0	99.2
10	100.0	1,089.0	85.0	25.0	60.5	11.1	10.0	7.0	0.0	5.0	99.1
11	100.0	914.0	81.0	25.0	50.8	11.1	7.0	6.0	0.0	3.5	99.2

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
12	100.0	921.0	87.0	9.0	51.2	16.7	9.0	7.0	0.0	3.0	99.0
13	100.0	1,005.0	86.0	12.0	55.8	22.2	26.0	10.0	0.0	6.5	97.4
14	100.0	1,178.0	95.0	25.0	65.4	5.6	5.0	5.0	0.0	5.0	99.6
15	100.0	988.0	84.0	27.0	54.9	22.2	22.0	11.0	0.0	5.5	97.8
16	100.0	1,099.0	95.0	21.0	61.1	22.2	27.0	10.0	0.0	6.8	97.5
17	100.0	972.0	94.0	24.0	54.0	38.9	64.0	20.0	0.0	9.1	93.4
18	100.0	968.0	84.0	28.0	53.8	33.3	101.0	34.0	0.0	16.8	89.6
19	100.0	871.0	89.0	8.0	48.4	22.2	26.0	13.0	0.0	6.5	97.0
20	100.0	1,091.0	96.0	29.0	60.6	11.1	14.0	8.0	0.0	7.0	98.7
21	100.0	876.0	82.0	22.0	48.7	27.8	44.0	16.0	0.0	8.8	95.0
22	100.0	1,009.0	87.0	21.0	56.1	11.1	17.0	9.0	0.0	8.5	98.3
23	100.0	1,147.0	90.0	29.0	63.7	16.7	19.0	10.0	0.0	6.3	98.3

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
24	100.0	1,096.0	84.0	29.0	60.9	16.7	12.0	6.0	0.0	4.0	98.9
25	100.0	1,083.0	104.0	16.0	60.2	16.7	46.0	24.0	0.0	15.3	95.8
26	100.0	929.0	81.0	27.0	51.6	38.9	101.0	31.0	0.0	14.4	89.1
27	100.0	920.0	90.0	4.0	51.1	55.6	87.0	10.0	0.0	8.7	90.5
28	100.0	915.0	82.0	18.0	50.8	16.7	28.0	12.0	0.0	9.3	96.9
29	100.0	1,131.0	97.0	28.0	62.8	33.3	43.0	12.0	0.0	7.2	96.2
30	100.0	1,106.0	97.0	25.0	61.4	11.1	10.0	7.0	0.0	5.0	99.1
31	100.0	785.0	85.0	18.0	43.6	44.4	104.0	25.0	0.0	13.0	86.8
32	100.0	1,173.0	104.0	26.0	65.2	11.1	5.0	4.0	0.0	2.5	99.6
33	100.0	914.0	86.0	18.0	50.8	50.0	152.0	34.0	0.0	16.9	83.4
34	100.0	998.0	93.0	23.0	55.4	38.9	115.0	30.0	0.0	16.4	88.5
35	100.0	938.0	84.0	20.0	52.1	38.9	62.0	14.0	0.0	8.9	93.4

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
36	100.0	1,021.0	88.0	20.0	56.7	27.8	51.0	18.0	0.0	10.2	95.0
37	100.0	1,060.0	85.0	27.0	58.9	22.2	24.0	10.0	0.0	6.0	97.7
38	100.0	925.0	98.0	10.0	51.4	44.4	197.0	38.0	0.0	24.6	78.7
39	100.0	1,255.0	106.0	25.0	69.7	11.1	7.0	5.0	0.0	3.5	99.4
40	100.0	911.0	96.0	15.0	50.6	27.8	71.0	26.0	0.0	14.2	92.2
41	100.0	1,234.0	108.0	25.0	68.6	11.1	8.0	5.0	0.0	4.0	99.4
42	100.0	1,128.0	83.0	25.0	62.7	5.6	3.0	3.0	0.0	3.0	99.7
43	100.0	859.0	93.0	14.0	47.7	38.9	82.0	18.0	0.0	11.7	90.5
44	100.0	905.0	83.0	24.0	50.3	33.3	54.0	20.0	0.0	9.0	94.0
45	100.0	1,102.0	104.0	22.0	61.2	27.8	43.0	14.0	0.0	8.6	96.1
46	100.0	807.0	82.0	17.0	44.8	27.8	52.0	13.0	0.0	10.4	93.6
47	100.0	1,206.0	108.0	23.0	67.0	16.7	32.0	12.0	0.0	10.7	97.3

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
48	100.0	1,279.0	114.0	24.0	71.1	5.6	8.0	8.0	0.0	8.0	99.4
49	100.0	1,058.0	89.0	25.0	58.8	27.8	45.0	10.0	0.0	9.0	95.7
50	100.0	1,103.0	86.0	26.0	61.3	11.1	12.0	7.0	0.0	6.0	98.9
51	100.0	925.0	83.0	23.0	51.4	27.8	26.0	11.0	0.0	5.2	97.2
52	100.0	1,083.0	85.0	24.0	60.2	16.7	18.0	9.0	0.0	6.0	98.3
53	100.0	787.0	81.0	21.0	43.7	27.8	33.0	11.0	0.0	6.6	95.8
54	100.0	1,165.0	94.0	26.0	64.7	11.1	4.0	2.0	0.0	2.0	99.7
55	100.0	653.0	82.0	10.0	36.3	38.9	105.0	30.0	0.0	15.0	83.9
56	100.0	657.0	82.0	3.0	36.5	38.9	87.0	21.0	0.0	12.4	86.8
57	100.0	917.0	82.0	24.0	50.9	44.4	127.0	30.0	0.0	15.9	86.2
58	100.0	1,002.0	88.0	20.0	55.7	11.1	16.0	8.0	0.0	8.0	98.4
59	100.0	1,193.0	93.0	26.0	66.3	22.2	30.0	11.0	0.0	7.5	97.5

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
60	100.0	1,045.0	87.0	26.0	58.1	5.6	9.0	9.0	0.0	9.0	99.1
61	100.0	1,143.0	102.0	25.0	63.5	11.1	7.0	4.0	0.0	3.5	99.4
62	100.0	1,028.0	92.0	26.0	57.1	22.2	32.0	10.0	0.0	8.0	96.9
63	100.0	895.0	81.0	30.0	49.7	33.3	55.0	20.0	0.0	9.2	93.9
64	100.0	1,094.0	87.0	27.0	60.8	5.6	2.0	2.0	0.0	2.0	99.8
65	100.0	1,146.0	95.0	27.0	63.7	11.1	14.0	8.0	0.0	7.0	98.8
66	100.0	844.0	81.0	21.0	46.9	22.2	29.0	12.0	0.0	7.3	96.6
67	100.0	936.0	92.0	22.0	52.0	27.8	49.0	20.0	0.0	9.8	94.8
68	100.0	950.0	82.0	28.0	52.8	16.7	20.0	12.0	0.0	6.7	97.9
69	100.0	984.0	86.0	29.0	54.7	16.7	19.0	10.0	0.0	6.3	98.1
70	100.0	1,164.0	91.0	28.0	64.7	27.8	47.0	10.0	0.0	9.4	96.0
71	100.0	1,116.0	88.0	29.0	62.0	16.7	45.0	18.0	0.0	15.0	96.0

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
72	100.0	854.0	83.0	19.0	47.4	27.8	39.0	11.0	0.0	7.8	95.4
73	100.0	951.0	86.0	20.0	52.8	38.9	71.0	20.0	0.0	10.1	92.5
74	100.0	829.0	89.0	12.0	46.1	33.3	54.0	11.0	0.0	9.0	93.5
75	100.0	1,173.0	93.0	21.0	65.2	16.7	18.0	10.0	0.0	6.0	98.5
76	100.0	1,018.0	81.0	25.0	56.6	11.1	9.0	8.0	0.0	4.5	99.1
77	100.0	1,106.0	88.0	26.0	61.4	11.1	16.0	10.0	0.0	8.0	98.6
78	100.0	851.0	82.0	11.0	47.3	27.8	34.0	12.0	0.0	6.8	96.0
79	100.0	1,039.0	93.0	29.0	57.7	27.8	35.0	10.0	0.0	7.0	96.6
80	100.0	901.0	87.0	13.0	50.1	22.2	41.0	17.0	0.0	10.3	95.4
81	100.0	789.0	86.0	26.0	43.8	38.9	172.0	40.0	0.0	24.6	78.2
82	100.0	1,095.0	90.0	22.0	60.8	33.3	54.0	13.0	0.0	9.0	95.1
83	100.0	945.0	81.0	19.0	52.5	50.0	121.0	20.0	0.0	13.4	87.2

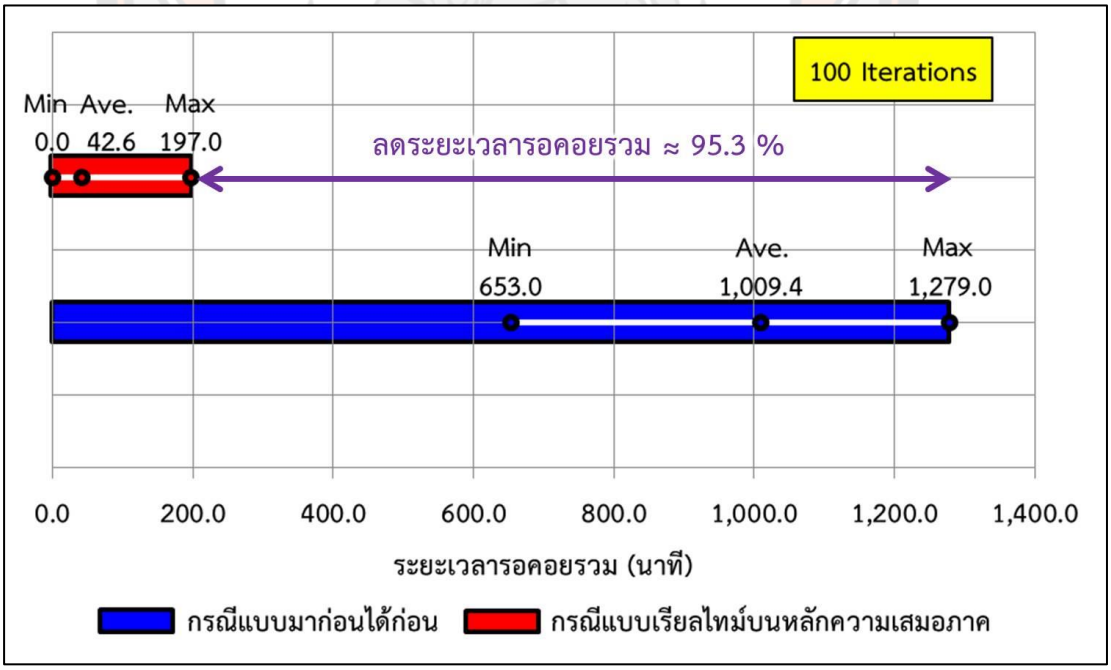
Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
84	100.0	791.0	82.0	16.0	43.9	38.9	175.0	33.0	0.0	25.0	77.9
85	100.0	1,156.0	82.0	30.0	64.2	11.1	7.0	5.0	0.0	3.5	99.4
86	100.0	849.0	86.0	14.0	47.2	38.9	54.0	10.0	0.0	7.7	93.6
87	100.0	1,060.0	87.0	25.0	58.9	16.7	32.0	17.0	0.0	10.7	97.0
88	100.0	1,058.0	88.0	23.0	58.8	22.2	39.0	18.0	0.0	9.8	96.3
89	100.0	950.0	85.0	14.0	52.8	16.7	20.0	8.0	0.0	6.7	97.9
90	100.0	762.0	81.0	15.0	42.3	38.9	94.0	30.0	0.0	13.4	87.7
91	100.0	1,142.0	99.0	25.0	63.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
92	100.0	1,095.0	91.0	25.0	60.8	22.2	25.0	10.0	0.0	6.3	97.7
93	100.0	1,090.0	94.0	24.0	60.6	22.2	21.0	7.0	0.0	5.3	98.1
94	100.0	673.0	82.0	5.0	37.4	55.6	98.0	12.0	0.0	9.8	85.4
95	100.0	897.0	83.0	11.0	49.8	50.0	75.0	13.0	0.0	8.3	91.6

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Saving
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
96	100.0	1,094.0	101.0	22.0	60.8	27.8	53.0	13.0	0.0	10.6	95.2
97	100.0	1,173.0	95.0	27.0	65.2	16.7	12.0	7.0	0.0	4.0	99.0
98	100.0	1,174.0	97.0	27.0	65.2	5.6	9.0	9.0	0.0	9.0	99.2
99	100.0	923.0	93.0	18.0	51.3	16.7	16.0	10.0	0.0	5.3	98.3
100	100.0	1,238.0	108.0	29.0	68.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
MAX	100.0	1,279.0	115.0	30.0	71.1	55.6	197.0	40.0	0.0	25.0	100.0
MIN	100.0	653.0	81.0	3.0	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.9
AVE.	100.0	1,009.4	89.7	21.7	56.1	23.8	42.6	13.2	0.0	8.4	95.3
S.D.	0.0	142.2	7.8	6.3	7.9	12.7	40.5	8.4	0.0	4.6	4.9

จากตาราง 3 การจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน) สามารถสังเกตได้ว่ามีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยโดยรวมทั้งหมดประมาณ 60 นาทีระยะเวลาการรอคอยมากสุด 83 นาที และระยะเวลาการรอคอยน้อยสุด 27 นาที

จากตาราง 4 การจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค) สามารถสังเกตได้ว่ามีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยโดยรวมทั้งหมดประมาณ 3 นาที ระยะเวลาการรอคอยมากสุด 3 นาที และระยะเวลาการรอคอยน้อยสุดที่ 0 นาที

เมื่อนำทั้งสองกรณีมาทำการเปรียบเทียบกันจะพบว่า กรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค) นั้นจะมีระยะเวลาในการรอคอยที่น้อยที่สุด ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยได้อย่างมากถึง 95.3 % จึงทำให้ผู้ที่เข้ามารับการบริการไม่ต้องรอคิวนาน อีกทั้งยังสามารถลดการแออัดในพื้นที่จากการรอคิวที่ยาวนานได้อีกด้วย ซึ่งสามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ดังตาราง 5



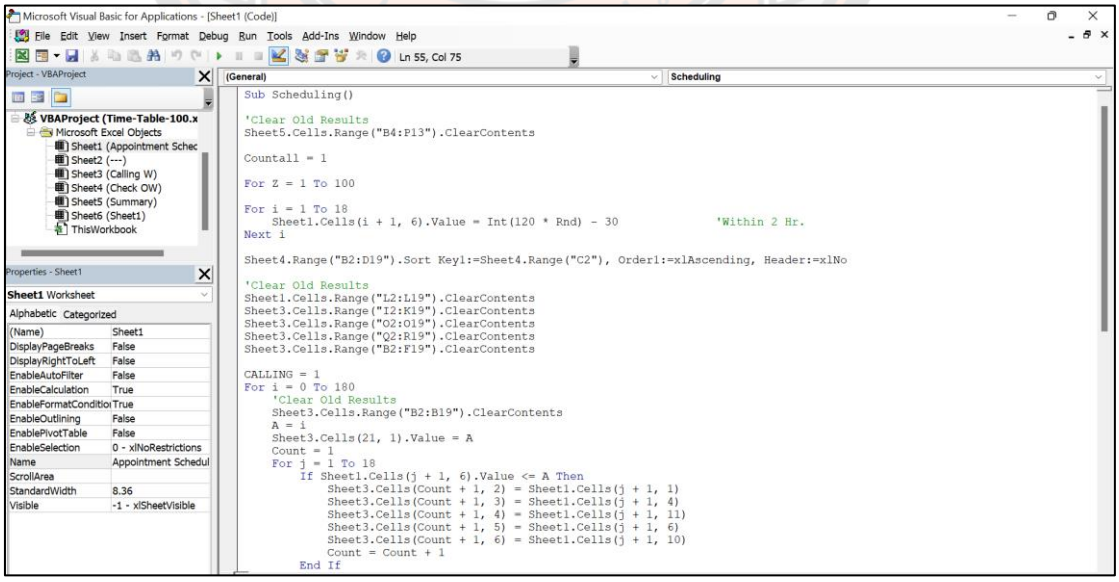
ภาพ 11 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดคิว

จากการเปรียบเทียบการจัดตารางทั้งสองกรณี คือ กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน และกรณีแบบเรียลไทล์บนหลักความเสมอภาคนั้น โดยกรณีทั้งสองสามารถสังเกตได้ชัดเจนในความแตกต่างของระยะเวลาการรอคอย ซึ่งกรณีแบบมาก่อนได้ก่อนมีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยมากถึง 1,009.4 นาที และกรณีแบบเรียลไทล์บนหลักความเสมอภาคนั้นมีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ย 42.6 นาที ซึ่งกรณีแบบเรียลไทล์บนหลักความเสมอภาคนั้นสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยได้มากถึง 95.3 % แสดงดังภาพ 11 หรือสามารถสรุปได้ดังตาราง 6

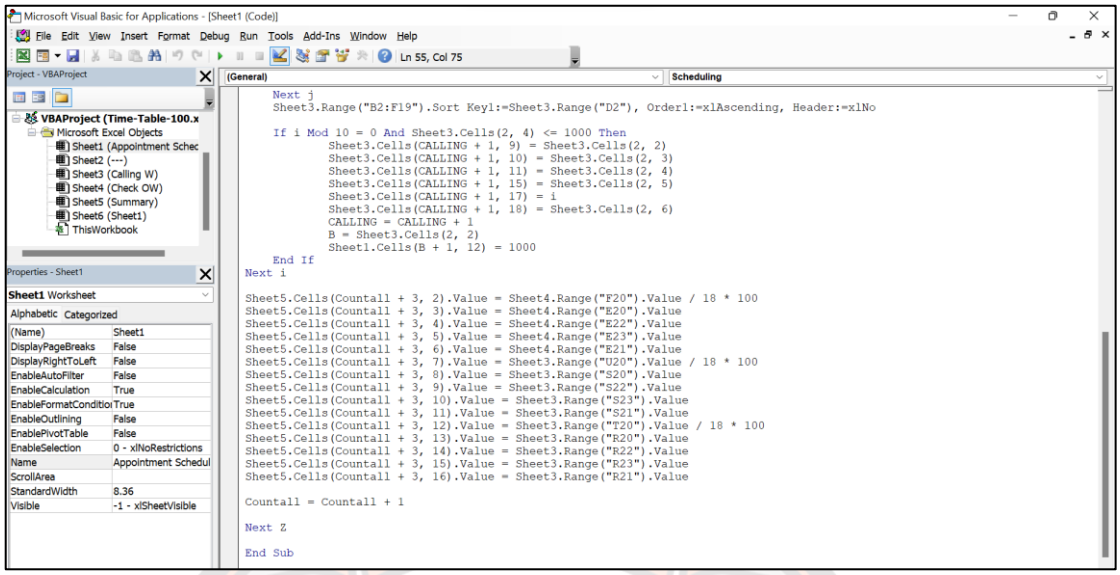
ตาราง 6 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดคิว

กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน (นาที)	กรณีแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค (นาที)
1,279.0	197.0
653.0	0.0
1,009.4	42.6

ในงานวิจัยการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทางผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองโดยการโค้ดดิ้ง (Coding) ด้วยโปรแกรม VBA ใน Microsoft Excel ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพ 12



ภาพ 12 แสดงโค้ดดิ้ง (Coding) ด้วยโปรแกรม VBA



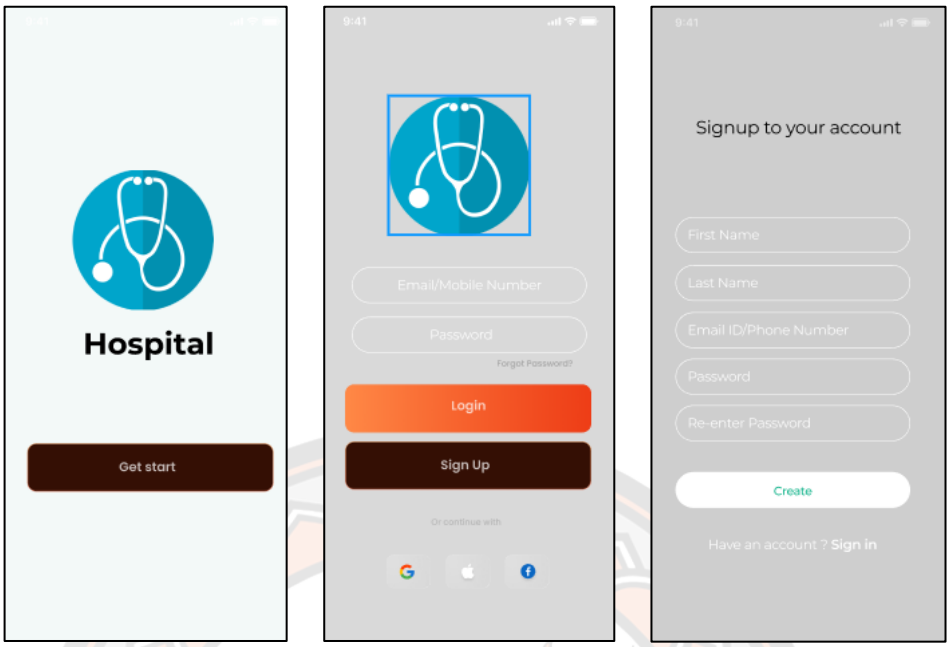
ภาพ 12 แสดงโค้ดดิ้ง (Coding) ด้วยโปรแกรม VBA (ต่อ)

แนวทางการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์

การบริหารจัดการคิวสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายงาน เช่น การจัดตารางเวลาการเดินทาง การจัดการคิวในร้านอาหาร การจัดการคิวในหน่วยงานรัฐและเอกชน เป็นต้น ในการบริหารจัดการคิวนั้นมักจะมีเงื่อนไขในเรื่องของ จำนวนผู้ใช้บริการ ระยะเวลาการรอคอย ระยะเวลาในการนัดหมาย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปบูรณาการ เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการคิว โดยนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเป็นแอพพลิเคชั่นต่อไปได้ในอนาคต เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยงานวิจัยนี้จะมีแนวทางในการพัฒนาในการต่อยอดการบริหารจัดการคิว โดยการพัฒนาดิจิทัลแพลตฟอร์มการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์ โดยมีรายละเอียดต้นแบบการพัฒนาของแต่ละส่วนในระบบแพลตฟอร์ม แสดงดังต่อไปนี้

1. ระบบข้อมูลพื้นฐาน

ระบบข้อมูลพื้นฐานนั้นเป็นการจัดเก็บข้อมูลเบื้องต้นก่อนการเข้าใช้งานในระบบ โดยผู้ที่จะเข้าทำการใช้บริการจะต้องทำการลงทะเบียนข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงผู้ใช้งาน อีกทั้งจัดเก็บประวัติของผู้ใช้บริการ เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล แสดงดังภาพ 13

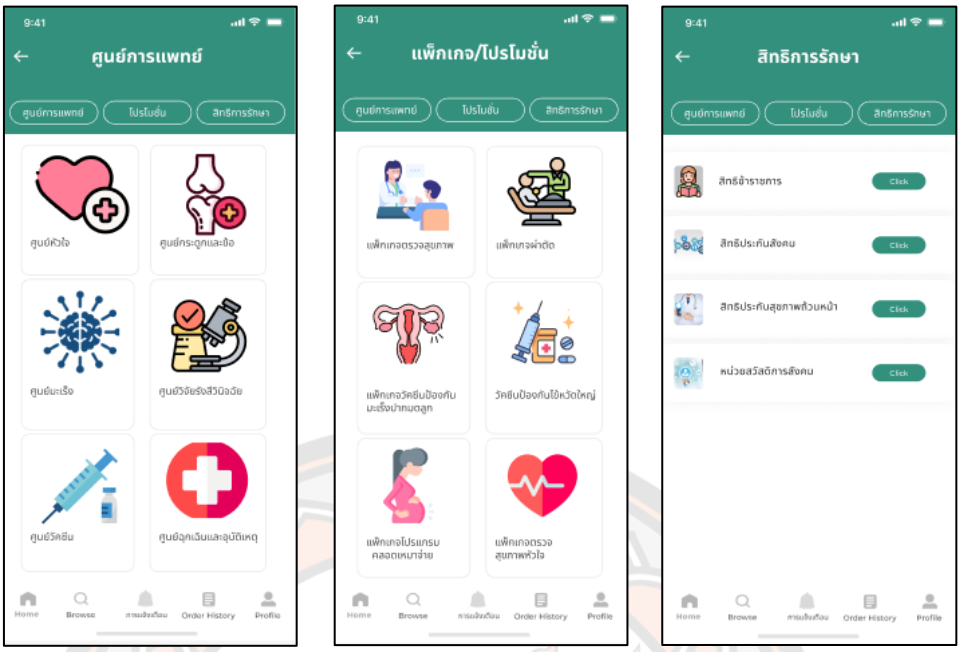


ภาพ 13 แสดงตัวอย่างระบบข้อมูลพื้นฐาน

จากภาพสามารถอธิบายรายละเอียดก่อนการเข้าใช้งานในระบบได้ดังนี้ โดยก่อนการเข้าใช้งานทุกครั้งผู้ที่ใช้บริการจะต้องทำการลงทะเบียนทุกครั้งก่อนเข้าสู่ระบบ เพื่อเป็นการจัดเก็บประวัติข้อมูลในการใช้บริการ ซึ่งมีรายละเอียดที่ประกอบไปด้วยข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล อีเมล เบอร์โทรศัพท์ รหัสการเข้าใช้งานในระบบ โดยผู้ที่ใช้งานต้องดำเนินการกรอกรายละเอียดข้อมูลให้ครบถ้วน

2. ระบบการบริการพื้นฐาน

ระบบการบริการพื้นฐานนั้นเป็นส่วนหลักของการใช้บริการ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลและการบริการในโรงพยาบาล ซึ่งระบบการบริการพื้นฐานในส่วนนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ศูนย์การแพทย์ แพ็กเกจ/โปรโมชั่น สิทธิการรักษา ซึ่งข้อมูลการบริการพื้นฐานนั้นสามารถช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงรูปแบบการรักษาได้ง่ายมากยิ่งขึ้นอีกทั้งสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานอีกด้วย แสดงดังภาพที่ 14

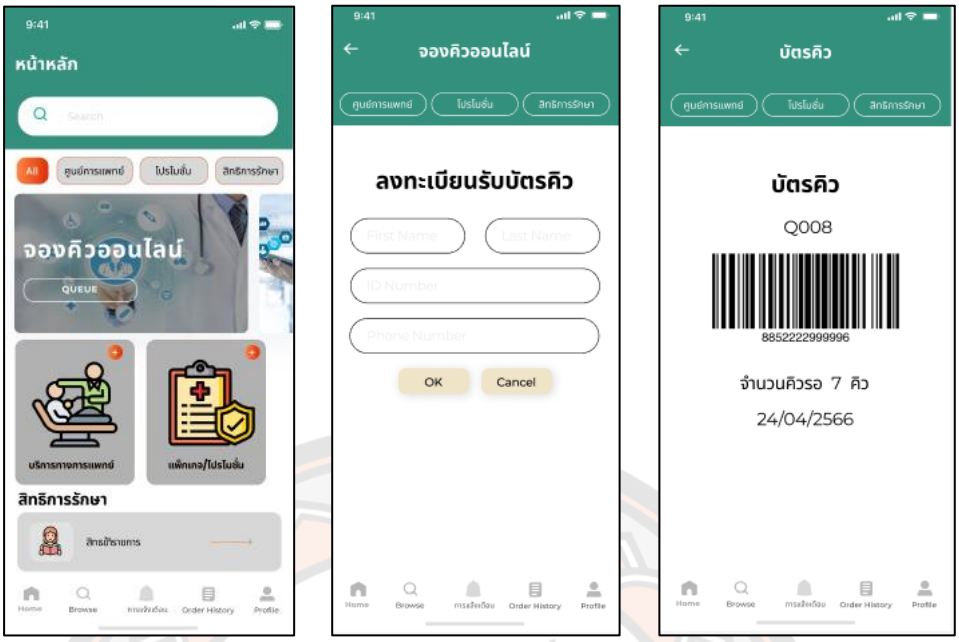


ภาพ 14 แสดงตัวอย่างระบบการบริการพื้นฐาน

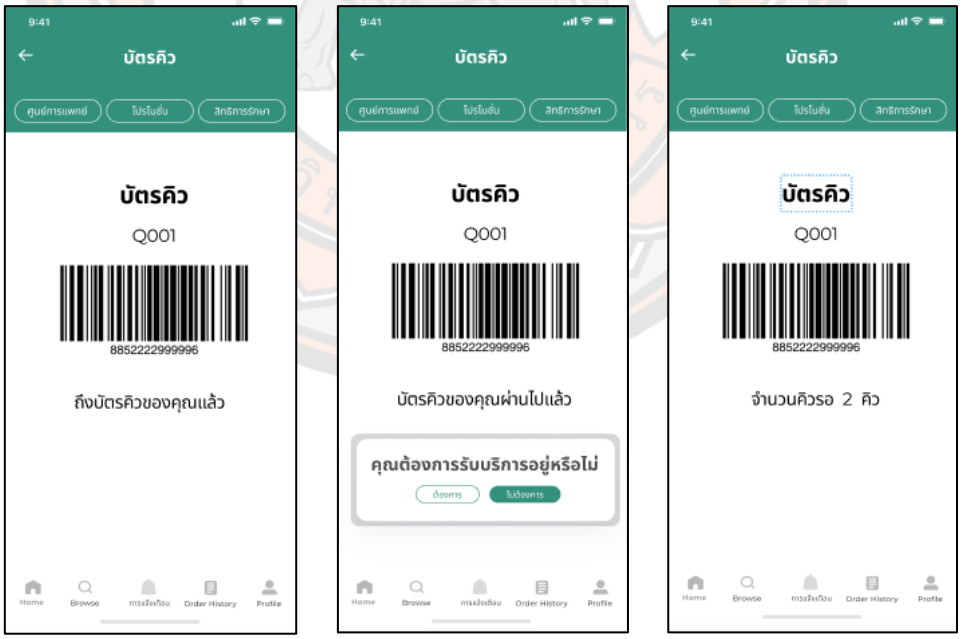
จากภาพสามารถอธิบายรายละเอียดในส่วนระบบการบริการพื้นฐาน โดยระบบการบริการพื้นฐานนั้นประกอบด้วย 1) ข้อมูลศูนย์การแพทย์ แสดงถึงการบริการทางการแพทย์ในแต่ละด้านที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้ที่เข้ามาใช้บริการทราบถึงข้อมูลและการบริการนั้นๆ ได้แก่ ศูนย์หัวใจ ศูนย์กระดูกและข้อ ศูนย์มะเร็ง ศูนย์วิจัยรังสีวินิจฉัย ศูนย์วัคซีน ศูนย์ฉุกเฉินและอุบัติเหตุ 2) ข้อมูลแพ็กเกจโปรโมชั่น แสดงถึงโปรโมชั่นในการรักษาหรือแพ็กเกจการบริการผู้ป่วยเมื่อเข้าใช้บริการ ได้แก่ แพ็กเกจตรวจสุขภาพ แพ็กเกจผ่าตัด แพ็กเกจวัคซีนป้องกันมะเร็งปากมดลูก วัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ แพ็กเกจโปรแกรมคลอดเหมาจ่าย แพ็กเกจตรวจสุขภาพหัวใจ และ 3) ข้อมูลสิทธิในการรักษาพยาบาล แสดงสิทธิการรักษาของผู้ป่วยที่มาใช้บริการ ซึ่งสิทธิการรักษา ได้แก่ สิทธิข้าราชการ สิทธิประกันสังคม สิทธิประกันสุขภาพถ้วนหน้า หน่วยสวัสดิการสังคม

3. ระบบการจองคิวออนไลน์

ระบบการบริหารจัดการคิว หรือการจองคิวรูปแบบออนไลน์ เป็นระบบการจองคิวผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยที่ผู้ป่วยหรือผู้ที่มีความต้องการเข้ามารับบริการสามารถจองคิวผ่านระบบออนไลน์ได้ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการเข้าใช้บริการทางการแพทย์ อีกทั้งยังลดความแออัดในพื้นที่ได้อีกด้วย แสดงดังภาพที่ 15 และภาพที่ 16



ภาพ 15 แสดงตัวอย่างระบบการจองคิวออนไลน์



ภาพ 16 แสดงตัวอย่างบัตรคิว

จากภาพสามารถอธิบายรายละเอียดในส่วนระบบการจองคิวออนไลน์ โดยระบบการจองคิวออนไลน์นั้น เมื่อผู้ใช้บริการทำการกดรับบัตรคิวออนไลน์ผู้ใช้บริการจะต้องทำการกรอกข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ชื่อ-สกุล เลขบัตรประชาชน และเบอร์โทรศัพท์ เพื่อทำการจับจองคิว เมื่อทำการลงทะเบียนรับบัตรคิวเรียบร้อย ผู้ใช้บริการจะแสดงเห็นหน้าจอ ที่ระบุจำนวนคิวที่รอ บาร์โค้ด ลำดับคิว วันที่ แสดงดังภาพที่ 15 และเมื่อถึงคิวผู้ใช้บริการระบบจะมีการแจ้งเตือนเมื่อถึงคิว ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีพร้อมเข้าใช้บริการ เป็นกรณีเมื่อถึงคิวผู้ป่วยสามารถใช้บริการได้ทันทีตามลำดับคิว และกรณีไม่พร้อมเข้าใช้บริการ ผู้ป่วยอาจจะทำธุรส่วนตัว หรือยังมาไม่ถึงนั้นกรณีนี้จะทำการเรียกคิวถัดไปก่อน และเมื่อผู้ป่วยพร้อมใช้บริการจะต้องทำการกดยืนยันความต้องการใช้บริการต่อ เพื่อให้ระบบได้ทำการจัดลำดับคิวให้ท่านอีกครั้ง แสดงดังภาพที่ 16

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้เข้ามารับบริการในโรงพยาบาลแต่ละวันมีจำนวนมาก ทั้งในรูปแบบผู้ป่วยตามบัตรคิวนัด และผู้ป่วยทั่วไป ซึ่งในการบริการก่อนเข้าพบคุณหมอในแต่ละครั้งนั้นจะต้องทำการจับบัตรคิวทุกครั้งก่อนเข้ารับบริการ ซึ่งผู้ป่วยส่วนใหญ่มีความประสงค์ที่จะเข้ารับการบริการเป็นลำดับคิวต้นๆ จึงทำให้ผู้ที่เข้ารับบริการมักจะรีบมาจับบัตรคิวล่วงหน้า เพื่อรอรับการบริการดังกล่าว โดยปัญหาดังกล่าวข้างต้นที่กล่าวมานั้นทำให้เกิดความแออัด การรอคอยที่ยาวนานในระหว่างรอเข้ารับบริการ อีกทั้งผู้ป่วยที่มาตรงตามเวลานัดนั้นยังเกิดการรอคอยที่ยาวนานอีกด้วย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการจัดตารางในการเรียงลำดับการเรียกคิวให้เหมาะสม บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาในการรอคอยในการเข้ารับบริการดังกล่าว

โดยการดำเนินงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาในเรื่องการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 กรณี คือ กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน) และกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/เรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค) จากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองนั้นพบว่าการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีใหม่ตามบัตรคิวนัดนั้น สามารถสังเกตได้ว่ามีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่น้อยกว่ากรณีเดิม ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยได้อย่างมาก ถึง 95.3 % จึงทำให้ผู้ที่เข้ามารับการบริการไม่ต้องรอคิวที่ยาวนาน อีกทั้งผู้ที่เข้ารับบริการตามบัตรนัดนั้นก็สามารถเดินทางมารับการบริการได้ตามเวลานัดหมายโดยไม่ต้องรอคอยนาน จึงสามารถลดระยะเวลาได้อย่างมาก อีกทั้งยังช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการและสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้บริการได้อีกด้วย

ทั้งนี้ได้มีการพัฒนาดิจิทัลแพลตฟอร์มการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์ เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเป็นแอพพลิเคชั่นต่อไปได้ในอนาคต เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการ อีกทั้งสร้างความพึ่งพาใจกับผู้ใช้งานอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินงานวิจัยการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานได้หลายหลาย ทั้งเรื่องของการจัดตารางในโรงพยาบาล การจัดตารางในการเดินทาง การจัดตารางในร้านอาหาร เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานที่ เวลา ของบริบทนั้นๆ อีกทั้งยังสามารถดำเนินการต่อยอดการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้เกิดความเรียลไทม์บนแอพพลิเคชั่นบนมือถือ หรือการนำปัญญาประดิษฐ์ (AI : Artificial Intelligence) เข้ามาช่วยในการทำงาน เพื่อให้เกิดความสะดวกสะบายต่อผู้ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถลดระยะเวลาการรอคอยที่จะก่อให้เกิดความแออัดในพื้นที่นั้นได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เกรียงไกร เจริญธนาวัฒน์. (2548). หลักความเสมอภาค. สืบค้นเมื่อ วันที่ 6 มิถุนายน 2565 จาก http://www.public-law.net/publaw/view.aspx?id=657

ชุติพร รัตนพันธ และปณิธาน พีรพัฒนา. (2559).การปรับปรุงกระบวนการให้บริการเพื่อลดการรอคอยโดยใช้แนวคิดลีนและการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาคลินิกทันตกรรม จังหวัดขอนแก่น.

ธรรมการ สีลาเรือง และคณะ. (2557). การจำลองระบบแถวคอย ณ จุดให้บริการฝาก–ถอน กรณีศึกษาธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาขอนแก่น. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ. คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธัญกร เอี้ยวชิโป และวิไลลักษณ์ เลิศเมธากุล. (2560). R2R “การพัฒนาระบบคิว งานผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลทุ่งหว้า”.

บุรินทร์ รุจจนพันธุ์. (2565). โครงสร้างข้อมูล (Data Structures). สืบค้นเมื่อ วันที่ 6 มิถุนายน 2565 จาก webmaster@thaiall.com

ระพีพันธ์ ปิตาคะโส. (2554). วิธีการเมตาฮิวริสติก เพื่อแก้ไขปัญหาการวางแผนการผลิตและการจัดการโลจิสติกส์.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2544). การจำลองแบบปัญหา (Simulation), สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

สมจิตต์ ลิขิตถาวร. (2550). โครงสร้างข้อมูลและการวิเคราะห์อัลกอริทึมด้วยซี Data structures and algorithm analysis in C. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น,

สพุ ดีกิตติวรเวช และคณะ. (2555). การพัฒนาระบบการจองคิวตรวจล่วงหน้างานผู้ป่วยนอกศูนย์สุขภาพ สังกัดวิทยาลัยแพทย์และการสาธารณสุขมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สุขสันต์ สุทธิเสน และจารุวรรณ พรหมศิริ. (2562). การออกแบบและพัฒนาระบบทะเบียนหัตถการหน่วยหัตถการแพทย์แผนไทยโรงพยาบาลบึงกาฬ. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคบึงกาฬ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 บึงกาฬ. หน้าที่ 58-64.

Alvarez-Valdes, R., Crespo, E., Tamarit, J. M., & Villa, F. (2008). GRASP and path relinking for project scheduling under partially renewable resources. European Journal of Operational Research, 189(3), 1153-1170. doi: 10.1016/j.ejor.2006.06.073

Asmuni, Hishammuddin, Burke, Edmund K., Garibaldi, Jonathan M., & McCollum, Barry.(2005). Fuzzy multiple heuristic orderings for examination timetabling. Lecture Notes in Computer Science, 3616, 334-353. doi: 10.1007/11593577_19

Bartsch, T., Drexl, A., & Kroger, S. (2006). Scheduling the professional soccer leagues of Austria and Germany. Computers & Operations Research, 33(7), 1907-1937. doi:10.1016/j.cor.2004.09.037

Blum, Christian, & Roli, Andrea. (2003). Metaheuristics in combinatorial optimization:Overview and conceptual comparison. ACM Computing Surveys, 35(3), 268-308. doi: http://doi.acm.org/10.1145/937503.937505

Cacchiani, V., & Toth, P. (2012). Nominal and robust train timetabling problems. European Journal of Operational Research, 219(3), 727-737. doi: 10.1016/j.ejor.2011.11.003

Civicioglu, Pinar. (2013). Backtracking Search Optimization Algorithm for numerical optimization problems. Applied Mathematics and Computation, 219(15), 8121-8144.doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2013.02.017

Daskalaki, S., Birbas, T., & Housos, E. (2004). An integer programming formulation for a casestudy in university timetabling. European Journal of Operational Research, 153(1),117-135.

Figlali, N., Ozkale, C., Engin, O., & Figlali, A. (2009). Investigation of Ant System parameter interactions by using design of experiments for job-shop scheduling problems. Computers & Industrial Engineering, 56(2), 538-559.

Gandomi, Amir Hossein, & Alavi, Amir Hossein. (2012). Krill herd: A new bio-inspired optimization algorithm. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 17(12), 4831-4845. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.cnsns.2012.05.010

Gomes, M. C., Cavique, L., & Themido, I. (2006). The Crew Timetabling Problem: An extensionof the Crew Scheduling Problem. Annals of Operations Research, 144(1), 111-132.doi: 10.1007/s10479-006-0017-8

Hadwan, M., Ayob, M., Sabar, N. R., & Qu, R. (2013). A harmony search algorithm for nurse rostering problems. Information Sciences, 233, 126-140. doi: 10.1016/j.ins.2012.12.025

Hamzaoui, S., & Ben-Ayed, O. (2011). Parcel distribution timetabling problem. Operations Management Research, 4(3-4), 138-149. doi: 10.1007/s12063-011-0056-4

Hicks, Christian, & Pongcharoen, Pupong. (2006). Dispatching rules for production scheduling in the capital goods industry. International Journal of Production Economics, 104(1),154-163. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.07.005

Hoshino, R., & Kawarabayashi, K. (2011). A multi-round generalization of the traveling tournament problem and its application to Japanese baseball. European Journal of Operational Research, 215(2), 481-497. doi: 10.1016/j.ejor.2011.06.014

Ibarra-Rojas, O. J., & Rios-Solis, Y. A. (2012). Synchronization of bus timetabling. Transportation Research Part B-Methodological, 46(5), 599-614. doi: 10.1016/j.trb.2012.01.006

Kashan, Ali Husseinzadeh. (2009). League Championship Algorithm: a new algorithm for numerical function optimization. Proceedings of Soft Computing and Pattern Recognition, 2009. SOCPAR '09, 43-48. doi: 10.1109/SoCPaR.2009.21

Kemppainen, K., Nieminen, J., & Vepsalainen, A. P. J. (2007). Estimating the costs of airport congestion due to fast connections. Journal of Air Transport Management, 13(4),169-174. doi: 10.1016/j.jaratraman.2007.02.002

Kingston, Jeffrey H. (2005). A Tiling Algorithm for High School Timetabling. Lecture Notes in Computer Science, 3616, 208-225

Kis, T., de Werra, D., & Kubiak, W. (2010). A projective algorithm for preemptive open shopscheduling with two multiprocessor groups. Operations Research Letters, 38(2), 129-132. doi: 10.1016/j.orl.2009.10.007

Lewis, R. (2008). A survey of metaheuristic-based techniques for University Timetabling problems. Or Spectrum, 30(1), 167-190. doi: 10.1007/s00291-007-0097-0

Mehrabian, A. R., & Lucas, C. (2006). A novel numerical optimization algorithm inspired from weed colonization. Ecological Informatics, 1(4), 355-366. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoinf.2006.07.003

Meisels, A., & Schaerf, A. (2003). Modelling and solving employee timetabling problems.Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, 39(1-2), 41-59. doi:10.1023/a:1024460714760

Meyers, Carol, & Orlin, James B. (2007). Very large-scale neighborhood search techniques in timetabling problems. Lecture Notes in Computer Science, 3867, 24-39. doi:10.1007/978-3-540-77345-0_2

Naderi, B., Ghomi, S. M. T. Fatemi, & Aminnayeri, M. (2010). A high performing metaheuristic for job shop scheduling with sequence-dependent setup times. Applied Soft Computing, 10(3), 703-710.

Pongcharoen, P., Chainate, W., & Thapatsuwan, P. (2007). Exploration of genetic parameters and operators through travelling salesman problem. Science Asia, 33, 215-222. doi:10.2306/scienceasia1513-1874.2007.33.215

Pongcharoen, P., Promtet, W., Yenradee, P., & Hicks, C. (2008). Stochastic optimisation timetabling tool for university course scheduling. International Journal of Production Economics, 112(2), 903-918. doi: 10.1016/j.ijpe.2007.07.009

Puente, J., Gomez, A., Fernandez, I., & Priore, P. (2009). Medical doctor rostering problem in a hospital emergency department by means of genetic algorithms. Computers & Industrial Engineering, 56(4), 1232-1242. doi: 10.1016/j.cie.2008.07.016

Rashedi, Esmat, Nezamabadi-pour, Hossein, & Saryazdi, Saeid. (2009). GSA: A Gravitational Search Algorithm. Information Sciences, 179(13), 2232-2248. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2009.03.004

Ribeiro, C. C., & Urrutia, S. (2007). Heuristics for the mirrored traveling tournament problem.European Journal of Operational Research, 179(3), 775-787. doi: 10.1016/j.ejor.2005.03.061

Rossi-Doria, Olivia, Sampels, Michael, Birattari, Mauro, Chiarandini, Marco, Dorigo, Marco,Gambardella, Luca M, . . . Stützle, Thomas. (2003). A Comparison of the Performance of Different Metaheuristics on the Timetabling Problem. Lecture Notes in Computer Science, 2740, 329-351. doi: 10.1007/978-3-540-45157-0_22

Schaerf, A. (1999). A Survey of Automated Timetabling. Artificial Intelligence Review, 13(2),87-127. doi: 10.1023/a:1006576209967

Schonberger, J., Mattfeld, D. C., & Kopfer, H. (2004). Memetic Algorithm timetabling for noncommercial sport leagues. European Journal of Operational Research, 153(1), 102-116. doi: 10.1016/s0377-2217(03)00102-4

Shah-Hosseini, Hamed. (2009). The intelligent water drops algorithm: a nature-inspired swarm-based optimization algorithm. International Journal of Bio-Inspired Computation, 1(1), 71-79. doi: 10.1504/IJBIC.2009.022775

Socha, Krzysztof, Sampels, Michael, & Manfrin, Max. (2003). Ant Algorithms for the University Course Timetabling Problem with Regard to the State-of-the-Art. Lecture Notes in Computer Science, 2611, 334-345. doi: 10.1007/3-540-36605-9_31

Talbi, E.G. (2009). Metaheuristics: From Design to Implementation: Wiley.

Urban, T. L., & Russell, R. A. (2003). Scheduling sports competitions on multiple venues.European Journal of Operational Research, 148(2), 302-311. doi: 10.1016/s0377-2217(02)00686-0

Wong, R. C. W., Yuen, T. W. Y., Fung, K. W., & Leung, J. M. Y. (2008). Optimizing timetable synchronization for rail mass transit. Transportation Science, 42(1), 57-69. doi:10.1287/trsc.1070.0200

Wright, M. B. (2006). Scheduling fixtures for Basketball New Zealand. Computers & Operations Research, 33(7), 1875-1893. doi: 10.1016/j.cor.2004.09.024

Yagmahan, Betul, & Yenisey, Mehmet Mutlu. (2008). Ant colony optimization for multiobjective flow shop scheduling problem. Computers & Industrial Engineering, 54(3),411-420. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2007.08.003

Yang, Xin-She. (2010). A New Metaheuristic Bat-Inspired Algorithm. In JuanR González, DavidAlejandro Pelta, Carlos Cruz, Germán Terrazas & Natalio Krasnogor (Eds.), Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization (NICSO 2010) (Vol. 284, pp. 65-74): Springer Berlin Heidelberg.

Yang, Xin-She. (2012). Flower Pollination Algorithm for Global Optimization. In Jérôme Durand-Lose & Nataša Jonoska (Eds.), Unconventional Computation and Natural Computation (Vol. 7445, pp. 240-249): Springer Berlin Heidelberg.

Yang, Xin-She (2010a). Firefly algorithm, stochastic test functions and design optimisation. International Journal of Bio-Inspired Computation, 2(2), 78 - 84. doi:10.1504/IJBIC.2010.032124

Yang, Xin-She (2010b). Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms: Second Edition (2 ed.). UK:Luniver Press

Yang, Yong, & Petrovic, Sanja. (2005). A Novel Similarity Measure for Heuristic Selection in Examination Timetabling. Lecture Notes in Computer Science, 3616, 247-269. doi:10.1007/11593577_15

Zhou, X. S., & Zhong, M. (2007). Single-track train timetabling with guaranteed optimality:Branch-and-bound algorithms with enhanced lower bounds. Transportation Research Part B-Methodological, 41(3), 320-341. doi: 10.1016/j.trb.2006.05.003

ภาคผนวก

สไลด์การนำเสนอสอบวิทยานิพนธ์

ความเป็นมาของปัญหา

ปัญหาการจัดตารางเป็นปัญหาที่ทุกหน่วยงานต้องพบเจอ

3

ความเป็นมาของปัญหา (ต่อ)

การนัดหมาย

หมอมีการนัดหมายเพื่อติดตามผล 2 สัปดาห์/ครั้ง หรือ 1 เดือน/ครั้ง

บัตรนัด 09:00 น. – 12:00 น.
(ไม่ระบุเวลาที่แน่นอน)

วันละ 20/40/60 คน
(ช่วงเวลาเดียวกันทุกคน)

วันนัดหมาย

จับบัตรคิวล่วงหน้า 1 วัน
(ช่วงเย็นของวันก่อนนัดหมาย)

จับบัตรคิวก่อนเวลานัดหมาย
(04:00 – 09:00 น.)

จับบัตรคิวช่วงเวลานัดหมา
(09:00 – 12:00 น.)

การบริหารจัดการของตารางเข้าพบแพทย์ไม่มีประสิทธิภาพ
(เสียเวลาจับบัตรคิวล่วงหน้า/คนที่มาตามเวลาเสียเวลารอคอย)

4

ความเป็นมาของปัญหา (ต่อ)

5

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1 เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค ในการลดระยะเวลาในการรอคอยของผู้ใช้บริการ

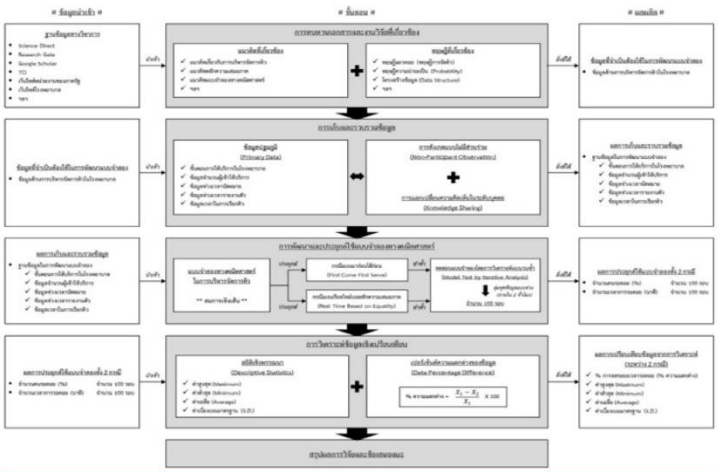
2 เพื่อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค ในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ

6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

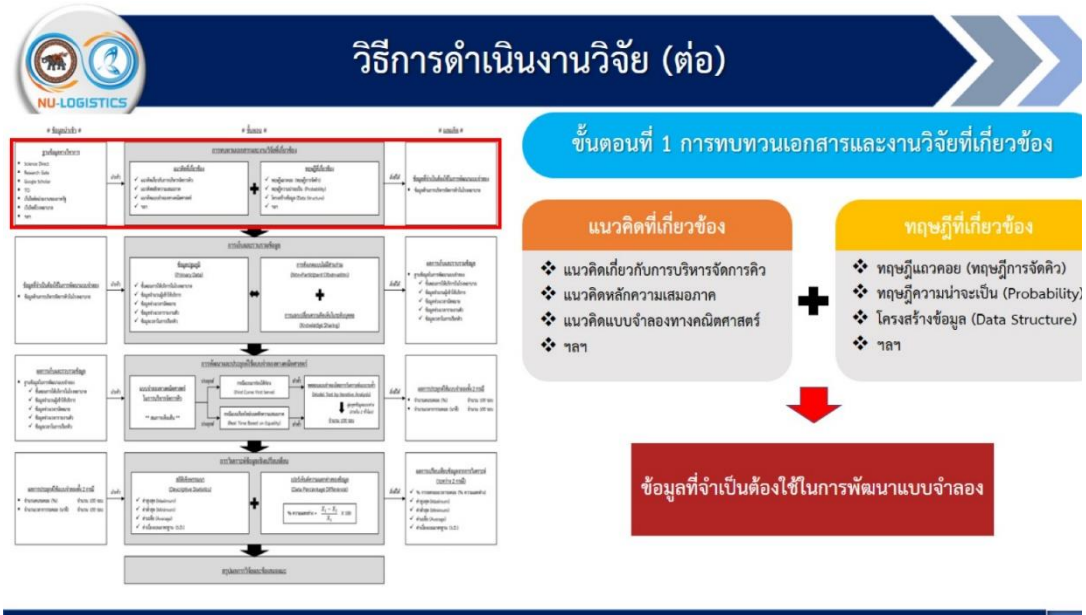
1. ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาในการรอคอยของผู้ใช้บริการ
2. ได้ข้อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ

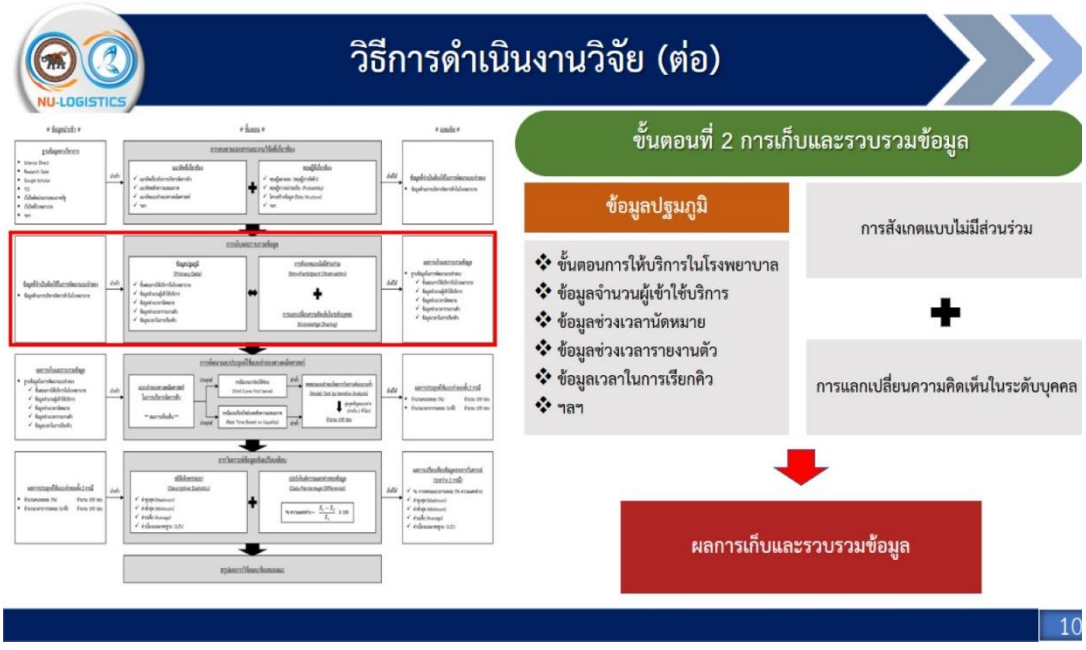
วิธีการดำเนินงานวิจัย

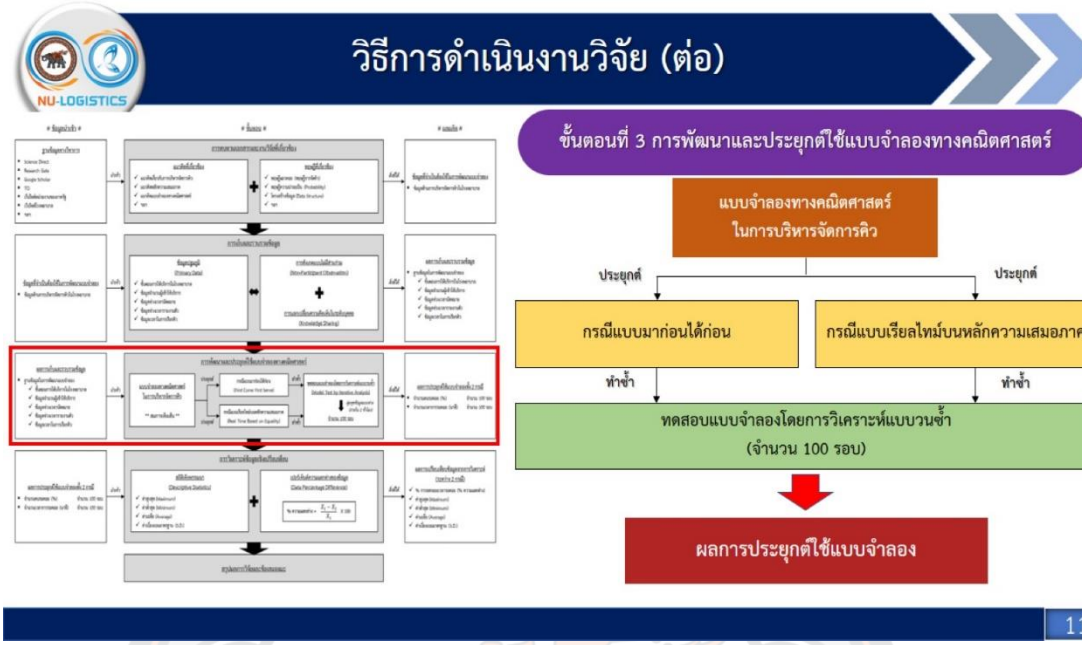


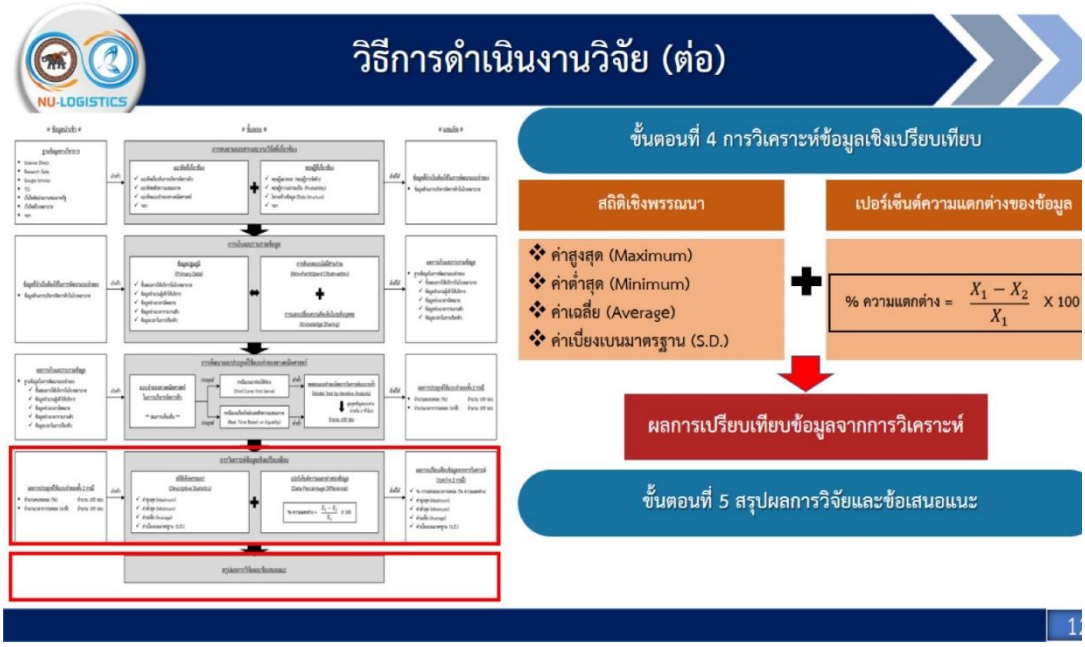
ขั้นตอนการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน

- ขั้นตอนที่ 1 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ขั้นตอนที่ 2 การเก็บและรวบรวมข้อมูล
- ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
- ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ
- ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ


วิธีการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)
ขั้นตอนที่ 1 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
แนวคิดที่เกี่ยวข้อง
แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการคิว
แนวคิดหลักความเสมอภาค
แนวคิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
ฯลฯ
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
ทฤษฎีแถวคอย (ทฤษฎีการจัดคิว)
ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability)
โครงสร้างข้อมูล (Data Structure)
ฯลฯ
ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง
9


วิธีการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)
ขั้นตอนที่ 2 การเก็บและรวบรวมข้อมูล
ข้อมูลปฐมภูมิ
ขั้นตอนการให้บริการในโรงพยาบาล
ข้อมูลจำนวนผู้เข้าใช้บริการ
ข้อมูลช่วงเวลานัดหมาย
ข้อมูลช่วงเวลารายงานตัว
ข้อมูลเวลาในการเรียกคิว
ฯลฯ
การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม
การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระดับบุคคล
ผลการเก็บและรวบรวมข้อมูล
10

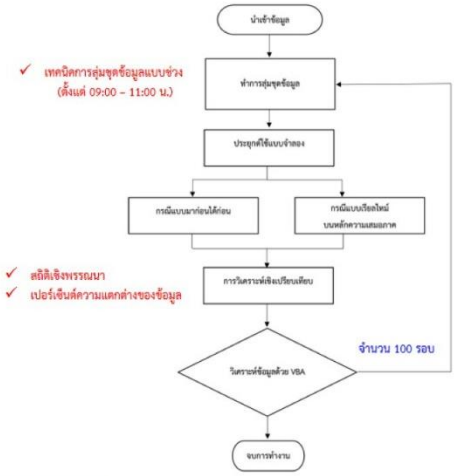

วิธีการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)
ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
ในการบริหารจัดการคิว
ประยุกต์
ประยุกต์
กรณีแบบมาก่อนได้ก่อน
ทำซ้ำ
ทำซ้ำ
ทดสอบแบบจำลองโดยการวิเคราะห์แบบวนซ้ำ
(จำนวน 100 รอบ)
ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง


วิธีการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ
สถิติเชิงพรรณนา
ค่าสูงสุด (Maximum)
ค่าต่ำสุด (Minimum)
ค่าเฉลี่ย (Average)
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของข้อมูล
% ความแตกต่าง = $\frac{X_1 - X_2}{X_1}$ X 100
ผลการเปรียบเทียบข้อมูลจากการวิเคราะห์
ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิธีการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

สมมุติฐานการวิเคราะห์

- ขั้นตอนการให้บริการในโรงพยาบาล
- ข้อมูลจำนวนผู้เข้าใช้บริการ
- ข้อมูลช่วงเวลานัดหมายภายใน 2 ชั่วโมง
  (ช่วงเวลาในการนัดหมายของผู้ป่วยนั้นมีเวลาที่แตกต่างกันออกไป เช่น คนแรกมีเวลานัดที่ 9:00 น. คนที่สอง 9:10 น. คนที่สาม 9: 20 ตามลำดับ)
- ข้อมูลช่วงเวลารายงานตัว ตั้งแต่ 09:00 – 11:00 น.
  ช่วงเวลาในการรายงานตัวของผู้ใช้บริการ ซึ่งในการรายงานตัวนั้น ผู้ป่วยต้องมารายงานตัวก่อน 11:00 น.
- ข้อมูลเวลาในการเรียกคิว
- กำหนดให้ระยะเวลาที่ได้รับการรักษาของผู้ใช้บริการแต่ละรายมีค่าเฉลี่ยคงที่ และสอดคล้องกับเวลาที่เรียกแต่ละคิวเมื่อเข้าพบแพทย์



Flow Chart แสดงการทำงาน

ผลการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

1. ผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

ผลการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

2. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ฐานข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลอง

กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/มาก่อนได้ก่อน)

มีการจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยไม่สนใจคิวจากเวลานัดหมาย ซึ่งกำหนดให้ผู้ที่มารายงานตัวก่อนจะได้เข้ารับบริการก่อน

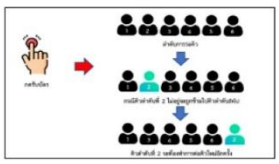
ผลการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

3. ผลการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผลการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 1

กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/มาก่อนได้ก่อน)

มีการจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยไม่สนใจคิวจากเวลานัดหมาย ซึ่งกำหนดให้ผู้ที่มารายงานตัวก่อนจะได้เข้ารับบริการก่อน



แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Objective Function: $\text{Min } (T_{Total}) = T_{Waiting}$

Subject to:

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Reporting}$, $T_{Reporting} \geq T_{Appointment}$

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Appointment}$, $T_{Reporting} < T_{Appointment}$

T_{Total} = Fitness of Total Time (ทั้งหมด)

$T_{Appointment}$ = Fitness of Appointment Time (เวลานัดหมาย)

$T_{Waiting}$ = Fitness of Waiting Time (เวลารอคอย)

T_{Real} = Real Time (เวลาจริง)

$T_{Reporting}$ = Reporting Time (เวลารายงานตัว/ยืนยันการมาถึง)

ผลการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

แสดงตัวอย่างแต่ละรอบ

กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ)

การจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยไม่สนใจคิวจากเวลานัดหมาย ซึ่งกำหนดให้ผู้ที่มารายงานตัวก่อนจะได้เข้ารับบริการก่อน โดยผลการจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิว

กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ) สามารถสังเกตได้ว่ามีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ย โดยรวมทั้งหมด**ประมาณ 60 นาที**ระยะเวลาการรอคอย**มากสุด 83 นาที** และระยะเวลาการรอคอย**น้อยสุด 27 นาที**

ลำดับที่นัด	ชื่อ-นามสกุล (ผู้ถูกนัด)	เวลานัดหมาย	เวลารายงานตัว	เวลาเรียก	เวลารอคอยจริง (นาที)
1	BBBB	9:10 น.	8:33 น.	9:00 น.	27
2	FFFF	9:50 น.	8:33 น.	9:10 น.	37
3	MMMM	11:00 น.	8:39 น.	9:20 น.	41
4	OOOO	11:20 น.	8:44 น.	9:30 น.	46
5	PPPP	11:30 น.	8:47 น.	9:40 น.	53
6	CCCC	9:20 น.	8:56 น.	9:50 น.	54
7	KKKK	10:40 น.	9:12 น.	10:00 น.	48
8	DDDD	9:30 น.	9:16 น.	10:10 น.	54
9	LLLL	10:50 น.	9:17 น.	10:20 น.	63
10	RRRR	11:50 น.	9:22 น.	10:30 น.	68
11	GGGG	10:00 น.	9:30 น.	10:40 น.	70
12	IIII	10:20 น.	9:30 น.	10:50 น.	80
13	AAAA	9:00 น.	9:58 น.	11:00 น.	62
14	JJJJ	10:30 น.	10:02 น.	11:10 น.	68
15	EEEE	9:40 น.	10:10 น.	11:20 น.	70
16	HHHH	10:10 น.	10:17 น.	11:30 น.	73
17	QQQQ	11:40 น.	10:21 น.	11:40 น.	79
18	NNNN	11:10 น.	10:27 น.	11:50 น.	83
			SUM		1,076
			AVE.		60
			Max		83
			Min		27

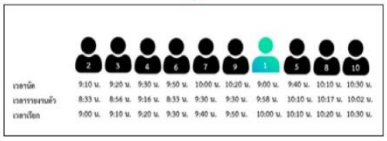
ผลการดำเนินงานวิจัย

3. ผลการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผลการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 2

กรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/แบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค)

ไม่มีการจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยจะจัดคิวโดยยึดเวลาตามบัตรคิวนัด ซึ่งคำนวณคิวและการเรียกตาม แบบจำลองการจัดคิวตารางนัดหมาย



แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Objective Function: $\text{Min } (T_{Total}) = T_{Appointment} + T_{Punctuality} - T_{Waiting}$

Constraints: $T_{Appointment}, T_{Punctuality}, T_{Waiting} \geq 0$

Subject to:

$T_{Punctuality} = T_{Reporting} - T_{Appointment}$, $T_{Reporting} \geq T_{Appointment}$

$T_{Punctuality} = 0$, $T_{Reporting} < T_{Appointment}$

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Reporting}$, $T_{Reporting} \geq T_{Appointment}$

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Appointment}$, $T_{Reporting} < T_{Appointment}$

T_{Total} = Fitness of Total Time (ทั้งหมด)

$T_{Appointment}$ = Fitness of Appointment Time (เวลานัดหมาย)

$T_{Punctuality}$ = Fitness of Punctuality (ความตรงต่อเวลา)

$T_{Waiting}$ = Fitness of Waiting Time (เวลารอคอย)

T_{Real} = Real Time (เวลาจริง)

$T_{Reporting}$ = Reporting Time (เวลารายงานตัว/ยืนยันการมาถึง)

ผลการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

แสดงตัวอย่างแต่ละรอบ

กรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด)

การจับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ โดยไม่สนใจคิวจากเวลานัดหมาย ซึ่งกำหนดให้ผู้ที่มารายงานตัวก่อนจะได้เข้ารับบริการก่อน

กรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด) สามารถสังเกตได้ว่ามีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ย โดยรวมทั้งหมดประมาณ 3 นาที ระยะเวลาการรอคอย**มากสุด 3 นาที** และระยะเวลาการรอคอย**น้อยสุด 0 นาที**

ลำดับที่นัด	ชื่อ-นามสกุล (ผู้ถูกนัด)	เวลานัดหมาย	เวลารายงานตัว	เวลาเรียก	เวลารอคอยจริง (นาที)	เวลารอคอยนับจากเวลานัด (นาที)
1	BBBB	9:10 น.	8:33 น.	9:00 น.	27	0
2	CCCC	9:20 น.	8:56 น.	9:10 น.	14	0
3	DDDD	9:30 น.	9:16 น.	9:20 น.	4	0
4	FFFF	9:50 น.	8:33 น.	9:30 น.	57	0
5	GGGG	10:00 น.	9:30 น.	9:40 น.	10	0
6	III	10:20 น.	9:30 น.	9:50 น.	20	0
7	AAAA	9:00 น.	9:58 น.	10:00 น.	2	2
8	EEEE	9:40 น.	10:10 น.	10:10 น.	0	0
9	HHHH	10:10 น.	10:17 น.	10:20 น.	3	3
10	JJJJ	10:30 น.	10:02 น.	10:30 น.	28	0
11	KKKK	10:40 น.	9:12 น.	10:40 น.	88	0
12	LLLL	10:50 น.	9:17 น.	10:50 น.	93	0
13	MMMM	11:00 น.	8:39 น.	11:00 น.	141	0
14	NNNN	11:10 น.	10:27 น.	11:10 น.	43	0
15	OOOO	11:20 น.	8:44 น.	11:20 น.	156	0
16	PPPP	11:30 น.	8:47 น.	11:30 น.	163	0
17	QQQQ	11:40 น.	10:21 น.	11:40 น.	79	0
18	RRRR	11:50 น.	9:22 น.	11:50 น.	148	0
			SUM		1,076	5
			AVE.		63	3
			Max		163	3
			Min		0	0

ผลการดำเนินงานวิจัย

3. ผลการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองทั้ง 2 กรณี

- จำนวนคนรอคอย (%) จำนวน 100 รอบ
- จำนวนเวลาการรอคอย (นาที) จำนวน 100 รอบ

Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)					Savi
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)					
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
1	100.0	897.0	86.0	26.0	49.8	38.9	61.0	11.0	0.0	8.7	93.
2	100.0	856.0	82.0	13.0	47.6	22.2	30.0	8.0	0.0	7.5	96.
3	100.0	1,108.0	81.0	29.0	61.6	27.8	37.0	11.0	0.0	7.4	96.
4	100.0	1,142.0	95.0	21.0	63.4	11.1	5.0	3.0	0.0	2.5	99.
5	100.0	848.0	90.0	15.0	47.1	22.2	26.0	10.0	0.0	6.5	96.
98	100.0	1,174.0	97.0	27.0	65.2	5.6	9.0	9.0	0.0	9.0	99.
99	100.0	923.0	93.0	18.0	51.3	16.7	16.0	10.0	0.0	5.3	98.
100	100.0	1,238.0	108.0	29.0	68.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.

จำนวน 100 รอบ (Iteration)

ผลการดำเนินงานวิจัย

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลจากการวิเคราะห์ (ระหว่าง 2 กรณี)

- % การลดระยะเวลารอคอย (% ความแตกต่าง)
- ค่าสูงสุด (Maximum)
- ค่าต่ำสุด (Minimum)
- ค่าเฉลี่ย (Average)
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

	กรณีเดิม (จับบัตรคิวใหม่ในวันใช้บริการ/มาก่อนได้ก่อน)					กรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด/แบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาค)				
Round	W/O (จับบัตรคิวใหม่)					W (ตามคิวนัด)				Sav
	เวลารอคอย (จริง)					เวลารอคอย (นับจากเวลานัด)				
	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	คนรอ (%)	รวม (นาที)	สูงสุด (นาที)	ต่ำสุด (นาที)	เฉลี่ย (นาที/คน)	
MAX	100.0	1,279.0	115.0	30.0	71.1	55.6	197.0	40.0	0.0	25.0	10
MIN	100.0	653.0	81.0	3.0	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7
AVE.	100.0	1,009.4	89.7	21.7	56.1	23.8	42.6	13.2	0.0	8.4	9
S.D.	0.0	142.2	7.8	6.3	7.9	12.7	40.5	8.4	0.0	4.6	4

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1
เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาในการรอคอยของผู้ใช้บริการ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Objective Function: $\text{Min } (T_{Total}) = T_{Appointment} + T_{Punctuality} - T_{Waiting}$

Constraints: $T_{Appointment}, T_{Punctuality}, T_{Waiting} \geq 0$

Subject to:

$T_{Punctuality} = T_{Reporting} - T_{Appointment}$, $T_{Reporting} \geq T_{Appointment}$

$T_{Punctuality} = 0$, $T_{Reporting} < T_{Appointment}$

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Reporting}$, $T_{Reporting} \geq T_{Appointment}$

$T_{Waiting} = T_{Real} - T_{Appointment}$, $T_{Reporting} < T_{Appointment}$

T_{Total} = Fitness of Total Time (ทั้งหมด)

$T_{Appointment}$ = Fitness of Appointment Time (เวลานัดหมาย)

$T_{Punctuality}$ = Fitness of Punctuality (ความตรงต่อเวลา)

$T_{Waiting}$ = Fitness of Waiting Time (เวลารอคอย)

T_{Real} = Real Time (เวลาจริง)

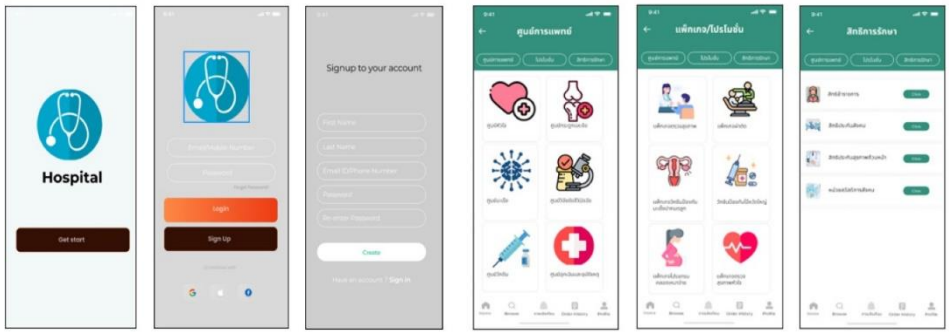
$T_{Reporting}$ = Reporting Time (เวลารายงานตัว/ยืนยันการมาถึง)

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 (ต่อ)
เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาในการรอคอยของผู้ใช้บริการ

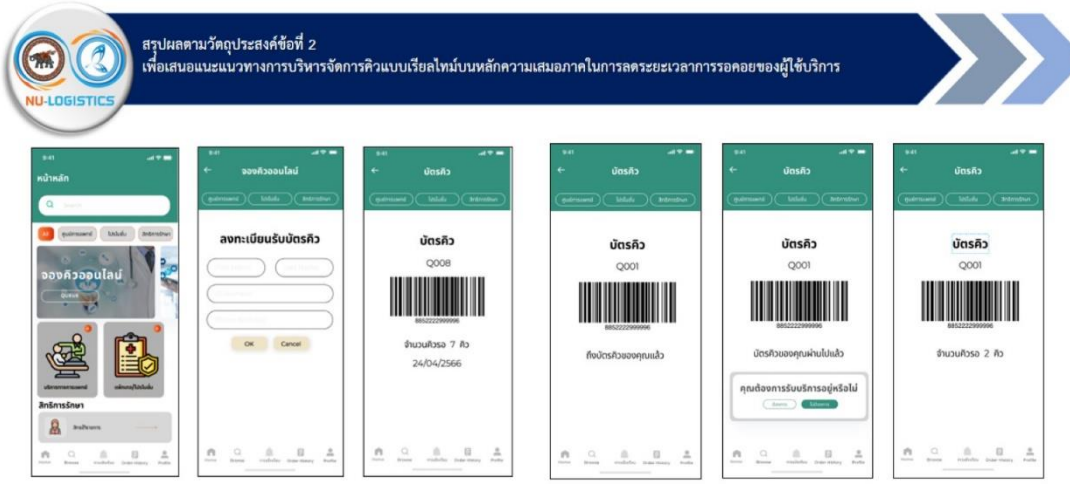
เมื่อนำทั้งสองกรณีมาทำการเปรียบเทียบกันจะพบว่า กรณีที่สอง การจัดคิวตารางนัดหมายและการวิเคราะห์เวลารอคิวกรณีใหม่ (ตามบัตรคิวนัด) นั้นจะมีระยะเวลาในการรอคอยที่น้อยที่สุด สามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยได้อย่างมากถึง 95.3 %

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2
เพื่อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการคิวแบบเรียลไทม์บนหลักความเสมอภาคในการลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ใช้บริการ

ในการต่อยอดนั้นสามารถนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้งาน
เพื่อให้เกิดความเรียลไทม์บนแอพพลิเคชั่นบนมือถือ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายต่อผู้ใช้งาน



แสดงตัวอย่างระบบการจองคิวออนไลน์



แสดงตัวอย่างระบบการจองคิวออนไลน์

25