



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล

โดย ผศ.ดร. จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์ และคณะ

เสร็จสิ้นโครงการ เดือนกันยายน 2556

สัญญาเลขที่ RDG5550052

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล

ประกอบด้วย 3 โครงการย่อยภายใต้แผนงานวิจัย

โครงการย่อยที่ 1

การพัฒนาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ AGV ต้นแบบเพื่องานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล

โครงการย่อยที่ 2

การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์

โครงการย่อยที่ 3

การศึกษาระบบความปลอดภัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับโรงพยาบาล

คณะผู้วิจัย

สั่งกัณฑ์

1. ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์
(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 1)
2. รศ.ดร.วรา วราวิทย์
(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 2)
3. ดร.สุภาภรณ์ เกียรติสิน
(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 3)
4. นายยุทธนา อิศรระชัยยศ
(ผู้ช่วยวิจัยส่วนของแผนงาน)

ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คณะผู้วิจัยโครงการย่อยที่ 1

1. นายวรทิต อ่อนประเสริฐ
2. นางสาวชลลดาวัลย์ มุลใจตา
3. นายวัชรวิทย์ แสนสุโพธิ์
4. นายสกล นาคธรรมมาภรณ์
5. นางสาวนันทิดา นิลหุต
6. นายรชฏ พิงสุข
7. นายเชน ตีรวิรัตน์กลชัย

[illegible]

คณะผู้วิจัยโครงการย่อยที่ 2

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์ | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 2. นายพีรภัทร โอวาทชัยพงศ์ | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 3. นายชวพล ดิเรกวัฒนะ | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 4. นายกะรัต ธนะบุญกอง | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |

คณะผู้วิจัยโครงการย่อยที่ 3

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. ผศ.ดร.อดิศร ลีลาสันติธรรม | กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 2. ดร.วรัญญู วงษ์เสรี | กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 3. อาจารย์โรจลักษณ์ จักร์ไพวงศ์ | กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 4. นายวิศวัชร อัสวมนะกุล | กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 5. นางสาวลักขมี ฐูใจ | กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 6. นายยุทธพงศ์ อุณหทวีทรัพย์ | กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 7. นายวศิน ศรีสวัสดิ์ | กลุ่มสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |

ชุดโครงการ ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการ ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล ประกอบด้วย 3 โครงการย่อย ภายใต้แผนงานวิจัย ได้แก่ โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ AGV ต้นแบบเพื่อ งานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล, โครงการย่อยที่ 2 การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและ แจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ และ โครงการย่อยที่ 3 การศึกษาระบบความปลอดภัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับโรงพยาบาล รวมไปถึงการศึกษาที่สำคัญได้แก่ การศึกษาการดำเนินการของสถานพยาบาลโดยใช้ บันทึกรูทกรรมจากระบบสารสนเทศในการกำหนดแบบจำลอง จนได้กรอบการจำลองการดำเนินการดังกล่าว ในกรณีศึกษาของการใช้ระบบคลังยาอัตโนมัติ ในขั้นตอนของการวิจัย เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ระบบโลจิสติกส์ โดยใช้ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมดังกล่าวต่อไป

ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ และระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ สำหรับกรณีศึกษาภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกฯ เป็น โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อมุ่งเน้นให้เกิด การบูรณาการและการนำเอาความรู้มาพัฒนาและต่อยอดการ ทำงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ทางด้านโลจิสติก ซึ่งอิทธิพลอย่างยิ่ง ต่อการทำงานและการจัดการ สภาพแวดล้อมภายในองค์กร การจัดระเบียบวิธีการทำงานภายในองค์กร ทำให้เกิดการพัฒนาการบริการทาง การแพทย์ได้เป็นอย่างดี โดยดัชนีชี้วัดที่สำคัญ คือ การลดภาระงานของผู้ปฏิบัติงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการ ทำงาน เพิ่มความพึงพอใจของผู้รับบริการ ทั้งนี้ ถือได้ว่าโครงการวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายหุ่นยนต์ เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ และระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโล จิสติกส์ สำหรับกรณีศึกษาภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกฯ มหาวิทยาลัยมหิดล ประสบความสำเร็จใน การเป็นต้นแบบการวิจัย

กรณีศึกษา ณ โรงพยาบาลเมตตาประชารักษ์ ได้เข้าไปแก้ปัญหาการเข้ารหัสเฉพาะส่วน header ของ ข้อมูลไฟล์ DICOM แทนการเข้ารหัสข้อมูล DICOM โดยตรง ซึ่งมีข้อมูลรูปภาพมีขนาดใหญ่กว่า header มาก header ที่ถูกเข้ารหัสเป็น header ส่วนที่บอกลักษณะการแสดงผลรูปภาพที่เก็บไว้ในไฟล์ DICOM งานวิจัยชิ้น นี้จะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับเจ้าของระบบ PACS ที่ต้องการเข้ารหัสไฟล์ DICOM ในระหว่างการส่งและ การเก็บข้อมูล เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนา ดังกล่าวนี้นี้ประกอบด้วย ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ และระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ สำหรับกรณีศึกษาภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล ทั้งนี้การโครงการวิจัยและพัฒนาดังกล่าว เป็นการนำเอาความรู้มาบูรณาการโดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ทางด้านโลจิสติกส์ โดยงานวิจัยและพัฒนาชิ้นนี้มีอิทธิพลต่อการทำงานภายในองค์กร การจัดการสภาพแวดล้อมภายในองค์กร ตลอดจนการจัดระเบียบวิธีการทำงานภายในองค์กร ยิ่งไปกว่านั้น ระบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบที่จำเพาะจงต่อการบริการทางการแพทย์ จะส่งผลต่อการออกแบบโครงสร้างภายในองค์กร การตัดสินใจ และการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยมุ่งเน้นให้เกิดประสิทธิภาพการดำเนินงานสูงสุด เพื่อให้บริการการดูแลสุขภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจาก โครงการทั้งสองมีจุดประสงค์หลังสำคัญในการ เพิ่มประสิทธิภาพการดูแลผู้ป่วย เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และการสื่อสารภายในองค์กร ตลอดจนกระบวนการการขนส่ง ทั้งผลิตภัณฑ์ และข้อมูล ดังนั้น การเปลี่ยนแปลง ซึ่งเกิดจากการนำเทคโนโลยีระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ และระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ จะนำไปให้เกิดการพัฒนา สร้างกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้การจัดการดูแลองค์กรเป็นไปได้อย่างคุ้มค่า ยังจะส่งผลให้เกิด มาตรฐานการดูแลสุขภาพเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

Abstract

There are two major projects which are Auto-Guided Vehicle and Dispensing for medical supply department in Golden Jubilee Medical Center, Mahidol University. Both of them must be integrated by logistics knowledge that is influencing the integration and alignment of organizations in the managed care environment. Moreover, automation is a specific type of technology that directly affects the organization's design, intelligence, decision-making, and performance. Through a cooperative effort, automated dispensing technologies will help manage care organization focus on operational efficiency, allowing healthcare professional to focus on patient-care optimization. The communication and transportation process, both product and data, is sweeping through and transforming both medical company and hospital within which people or staffs. For pharmacy, the transportation is the daily process. We describe the technologies used to process and distribute medication from point A to point B. Through a cooperative effort, automated dispensing technologies would help managed care organization focus on operational efficiency, allowing healthcare professional to focus on patient-care optimization and national standard.

สารบัญ

ส่วนที่ 1: แผนงานระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล

สารบัญเรื่อง

บทที่ 1: บทนำ	1
บทที่ 2: ความเป็นมา	2
บทที่ 3: วัตถุประสงค์	4
บทที่ 4: เป้าหมายของแผนงานและโครงการย่อย	5
4.1 เป้าหมายของผลผลิต (output) และตัวชี้วัด	5
4.2 เป้าหมายของผลลัพธ์ (outcome) และตัวชี้วัด	6
บทที่ 5: ภาพรวมแผนงานฯ และความเชื่อมโยงของโครงการย่อย	7
บทที่ 6: ผลลัพธ์ในภาพรวม	13
บทที่ 7: บทสรุปในภาพรวม	18
ภาคผนวก	22

สารบัญภาพ

บทที่ 5: ภาพรวมแผนงานฯ และความเชื่อมโยงของโครงการย่อย

ภาพประกอบที่ 5.1: ระบบโดยรวมของการโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล	7
ภาพประกอบที่ 5.2: เส้นทางสำหรับทดสอบหุ่นยนต์ AGV	9
ภาพประกอบที่ 5.3: ภาพรวมระบบสถานีหุ่นยนต์	10
ภาพประกอบที่ 5.4: แสดงความสัมพันธ์ของโครงการย่อยทั้ง 3 โครงการ	11

ส่วนที่ 2: กรอบการจำลองการดำเนินการของสถานพยาบาลโดยใช้บันทึกธุรกรรมจากระบบสารสนเทศในการกำหนดแบบจำลอง

สารบัญเรื่อง

บทที่ 1: บทนำ	2
บทที่ 2: ระบบงานโรงพยาบาล	3
บทที่ 3: กระบวนการพื้นฐานของผู้ป่วยในโรงพยาบาล	4
บทที่ 4: ระบบคลังยา	5
บทที่ 5: แบบจำลองระบบงานโรงพยาบาล	10
บทที่ 6: ภาระงานของสถานีบริการ	18
บทที่ 7: การบันทึกธุรกรรมบริการตามสถานีบริการ	19
บทที่ 8: การหาพารามิเตอร์ในจำลองระบบงานโรงพยาบาล	20
บทที่ 9: ตัววัดประสิทธิภาพ	24
บทที่ 10: ภาระงานในการเข้าใช้บริการโรงพยาบาล	27
บทที่ 11: การจำลองการทำงานระบบโรงพยาบาล	28
บทที่ 12: ผลการจำลอง	32
บทที่ 13: สรุป	46
ก. ลักษณะประเภท	51
ข. เอกสารในระบบยา	66
ข.1 ใบสั่งยา	66
ข.2 ฉลากยา	67
ข.3 ใบขอโอนยา	68
ข.4 ใบโอนออก	69

สารบัญภาพ

1. ระบบงานบริการในโรงพยาบาล	4
2. กระบวนการพื้นฐานในโรงพยาบาลของการเข้ารับบริการของผู้ป่วยนอก	5
3. การบริหารจัดการระบบคลังยาพื้นฐานในโรงพยาบาล	6
4. การบริหารของสถานบริการในโรงพยาบาล	12
5. ตัวแปรสุมที่สำคัญในการวิเคราะห์ระบบคิว	14
6. ระบบการบริการในโรงพยาบาล จำลองสถานการณ์การบริการโดยใช้ แถวคอย แบบ M/M/1	17
7. ระบบการบริการในโรงพยาบาล จำลองสถานการณ์การบริการโดยใช้ แถวคอย แบบ M/M/m	17
8. ลำดับการบริการของสถานบริการตามช่วงเวลาต่างๆ เริ่มจากการลงทะเบียน ถึงปิดบริการในสถานนั้น	18
9. การเก็บค่าการดำเนินการในโรงพยาบาลเพื่อนำมาคำนวณพารามิเตอร์ของ การจำลอง	21
10. เครือข่ายของสถานบริการในโรงพยาบาล ที่สร้างจากเมทริกซ์ P_{tr}	32
11. ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน ค่าเวลาตอบ สนองวัดจากเวลาผู้ป่วยนอกเริ่มเข้ารับบริการถึงรับบริการเสร็จสิ้น	33
12. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน	34
13. ค่าเวลาตอบสนองในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อ วันเท่ากับ [600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600]	35
14. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวน ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันเท่ากับ [600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600]	36
15. ค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ	37
16. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่ จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน	37
17. ค่าความยาวแถวคอยในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อ วันต่างๆ กัน	38
18. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยาวแถวคอยในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน	39

19. ค่าภาระงานในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างกัน	40
20. ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับจำนวนจัดบริการที่แผนกการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วย ต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400 และ 1,600 คน	41
21. ค่าเวลาตอบสนองเทียบ ณ จุดที่สถานบริการการเงินผู้ป่วยนอกกับจำนวนจัด บริการที่สถานบริการการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วยต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400 และ 1,600 คน	42
22. ค่าภาระงาน ณ จุดที่สถานบริการการเงินผู้ป่วยนอกกับจำนวนจัดบริการที่ สถานบริการการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วยต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400 และ 1,600 คน	43
23. ค่าเวลาตอบสนอง เทียบกับอัตราส่วนของบริการจ่ายยาที่ได้รับผลกระทบ ในระยะเวลาการกระทบต่อรายการเท่ากับ 15 นาที และ 20 นาที ค่าเวลา ตอบสนองวัดจากเวลาผู้ป่วยนอกเริ่มเข้ารับบริการถึงรับบริการเสร็จสิ้น	44
24. ค่าเวลาตอบสนองของสถานบริการห้องยาผู้ป่วยนอกเทียบกับอัตราส่วนของ บริการจ่ายยาที่ได้รับผลกระทบ ในการระยะเวลาการกระทบต่อรายการเท่ากับ 15 นาที และ 20 นาที	45
25. ตัวอย่างเอกสาร-ใบสั่งยา	66
26. ตัวอย่างเอกสาร-ฉลากยา	67
27. ตัวอย่างเอกสาร-ใบขอโอนยา	68
28. ตัวอย่างเอกสาร-ใบโอนออก	69

1. บทนำ

ปัจจุบันการลำเลียงยา เวชภัณฑ์และคนไข้ ภายในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เช่น การลำเลียงจากคลังยา ไปยังห้องจ่ายยาย่อย หรือ การลำเลียงจากห้องจ่ายยาย่อยไปยังหอผู้ป่วยต่างๆ ยังคงพึ่งพาการทำงานโดยใช้บุคลากรมนุษย์เต็มร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะการทำงานดังกล่าวยังไม่ได้เป็นการจัดการระบบเชิงโลจิสติกส์และวิศวกรรมอย่างดี ทำให้โอกาสของความผิดพลาด ล่าช้า การใช้ทรัพยากรอย่างไม่เหมาะสมยังคงเกิดขึ้นในการจัดการของโรงพยาบาลและสถานพยาบาลหลักในประเทศ ทั้งนี้ยังส่งผลไปถึงปัญหาหลักของการดำเนินการ ให้บริการทางสาธารณสุขสู่มวลชนในระดับภาพรวมของประเทศอีกด้วย จะเห็นได้จากข้อมูลของดวงพรรณ และคณะ, 2551* ในโครงการวิจัยและพัฒนาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานต้นแบบในอุตสาหกรรมบริการ:โรงพยาบาล พบว่า ผลการสัมภาษณ์เบื้องต้นกับทางโรงพยาบาลรามาธิบดี ปัญหาส่วนใหญ่จะมาจาก การเชื่อมโยงการจัดการทรัพยากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งยาในโรงพยาบาล ซึ่งมีการขาดการเชื่อมต่อของกระบวนการทางธุรกิจและระบบสารสนเทศตั้งแต่การจ่าย ณ จุดขาย-การสั่ง เติมสต็อกมาที่คลังยา การจัดการสั่งซื้อจากคลังยาจากผู้จัดสรรสินค้า ซึ่งประเด็นนี้จะมุ่งเน้นที่การจัดการวัสดุคงคลังและการเชื่อมต่อของระบบสารสนเทศผ่านกระบวนการทางธุรกิจที่เหมาะสม

2. ความเป็นมา

เนื่องจากปัญหาต่างๆของการจัดสรรซื้อและจัดเก็บเวชภัณฑ์ยาที่ไม่ได้มาตรฐานหรือยังไม่ได้รับการพัฒนานั้นก่อให้เกิดปัญหาตามมาในด้านต่างๆ

2.1 เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นจากความผิดพลาดจากการนำส่งยาจากคลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อย

2.2 เกิดการเสียเวลาและใช้ทรัพยากรบุคคลอย่างไม่เหมาะสม

2.3 ขาดความน่าเชื่อถือของระบบโลจิสติกส์ยา และคุณภาพด้านการบริการในโรงพยาบาล

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเชิงโลจิสติกส์ เพื่อนำไปสู่การจัดการโรงพยาบาลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นที่มาจากแหล่งกำเนิดตามการวิเคราะห์แผนภาพก้างปลา (Fish Bone Diagram) ประกอบไปด้วย 4M1E ได้แก่ 1) Man คนงาน พนักงาน หรือบุคลากรที่อาจเกิดความเหนื่อยล้า และความประมาท 2) Machine อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีการใช้งานยุ่งยาก ไม่มีระบบป้องกันความปลอดภัย หรือไม่สามารถบันทึก-สืบค้นข้อมูลได้ เพื่อการตรวจเช็คได้ 3) Material เกิดการใช้อุปกรณ์หรือเอกสารที่ซ้ำซ้อนและไม่จำเป็นในกระบวนการ รวมไปถึงความเป็นไปได้ของการสูญหายของเอกสารด้วย 4) Method มีกระบวนการทำงานที่ไม่เป็นระบบ 5) Environment สิ่งแวดล้อมที่มีผู้มาใช้บริการโรงพยาบาลเป็นจำนวนมากทำให้เกิดอุปสรรคในการลำเลียงยา

โดยคณะวิจัยได้เสนอแนวคิดการใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรม และระบบสารสนเทศ ได้แก่ 1) ระบบขนส่งยาโดยใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ ประเภท ยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อการนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ของโรงพยาบาล [โครงการย่อยที่ 1] 2) ระบบจัดเก็บและจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ในคลังยาของโรงพยาบาล [โครงการย่อยที่ 2] 3) ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการโลจิสติกส์ยา [โครงการย่อยที่ 3] และ 4) ระบบติดตามและตรวจสอบตำแหน่งการทำงานในภาพรวมของระบบหุ่นยนต์เพื่อการโลจิสติกส์ยา [แผนงาน] มีรายละเอียดดังนี้

- (1) ระบบขนส่งยาโดยใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ ประเภท ยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อการนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ของโรงพยาบาล [โครงการย่อยที่ 1] เพื่อลดอุปสรรคจากการลำเลียงยาในสภาพแวดล้อม

(Environment) ที่ไม่เอื้ออำนวย ซึ่งบุคคลากร (Man) อาจเกิดความเหนื่อยล้าขณะลำเลียง ซึ่งความเหนื่อยล้านี้อาจทำให้เกิดความขาดสติ และประมาทขึ้นได้ ส่งผลให้มีการขนส่งที่ล่าช้า เสียหายและเสียเวลา โดยระบบนี้จะเชื่อมโยงกับระบบติดตามและตรวจสอบตำแหน่งการทำงาน (ข้อ 4) ที่จะช่วยเรื่องกระบวนการ Logistics จัดการส่งยาให้ถูกต้อง และถูกเวลา เพื่อประสิทธิผลสูงสุด

- (2) ระบบจัดเก็บและจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ในคลังยาของโรงพยาบาล [โครงการย่อยที่ 2] เพื่อเพิ่มความสามารถของอุปกรณ์ (Machine) ในการตรวจสอบ คัดแยกยาที่ถูกต้องแม่นยำ ทั้งยังเชื่อมโยงเข้ากับระบบระบบติดตามและตรวจสอบตำแหน่งการทำงาน (ข้อ 4) เพื่อการจัดตารางการ Order ยา จาก Supplier ได้อย่างเหมาะสมไม่เกิดยาค้างคลังนานจนหมดอายุ ซึ่งการใช้ Machine ด้านสารสนเทศเข้ามาช่วยนี้จะเป็นการลด Material ที่ไปจำเป็น หรือใช้งานซ้ำซ้อนในกระบวนการลงได้ เช่นเอกสารในการดำเนินงาน สั่งยาจาก Supplier, การจดบันทึกยาคงคลัง, และการแจกจ่ายยา
- (3) ระบบรักษาความปลอดภัยของสารสนเทศเพื่อการจัดการโลจิสติกส์ยา [โครงการย่อยที่ 3] เป็นเครื่องมือ (Machine) ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลยา และตารางการลำเลียงยาต่างๆ ในระบบให้เป็นไปตามแผนงาน เพื่อให้มีการส่งยาไปยังเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง โดยจะทำงานขนานไปกับระบบ
- (4) ระบบติดตามและตรวจสอบตำแหน่งการทำงานในภาพรวมของระบบหุ่นยนต์เพื่อการโลจิสติกส์ยา [แผนงาน] เป็นการปรับปรุงกระบวนการทำงาน (Method) ให้มีสภาพการลำเลียงที่คล่องตัว มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งระบบจะทำหน้าที่ในการควบคุมจัดการด้าน Logistics ของข้อ 1 และ 2 ดังได้กล่าวมาแล้ว

ซึ่งการใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรม และระบบสารสนเทศนี้จะนำไปสู่ผลตามหลัก 7 Right (7R) Logistics ได้แก่ 1) Right Product: ส่งผลิตภัณฑ์ถูกต้อง 2) Right Quantity: ส่งผลิตภัณฑ์ในจำนวนที่ถูกต้อง 3) Right Conviction: ส่งผลิตภัณฑ์ที่ไม่เสียหาย 4) Right Customer: ส่งของให้ถูกลูกค้า 5) Right Place: ส่งของถูกที่ 6) Right Time: ส่งของให้ทันเวลา 7) Right Cost: ต้นทุนที่เหมาะสม ทั้งนี้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ ดังกล่าว จะเสริมสร้างการทำงานเชิงโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงโอกาสเชิงพาณิชย์ต่อไป

สำหรับการทบทวนวรรณกรรมได้มีรายละเอียดตามข้อเสนอโครงการย่อยที่มีความสอดคล้องแต่หลากหลาย

3. วัตถุประสงค์

- (1) เพื่อใช้วิชาการโลจิสติกส์ในการจัดการและพัฒนา ระบบนำส่งยา เวชภัณฑ์และผู้ป่วยในโรงพยาบาล
และสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด
- (2) เพื่อวิจัยและพัฒนาสร้างนวัตกรรม ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและระบบสารสนเทศในการจัดการ
โลจิสติกส์ของ ระบบนำส่งยา เวชภัณฑ์และผู้ป่วย ในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพสูงสุด

4. เป้าหมายของแผนงานและ โครงการย่อย

4.1 เป้าหมายของผลผลิต (output) และตัวชี้วัด

ตารางที่ 4.1: แสดงผลผลิตและตัวชี้วัดของแผนงานวิจัย

ผลผลิต	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เวลา	ต้นทุน
1.หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะต้นแบบฯ เพื่องานโลจิสติกส์ยา ตามหลักวิชาการโลจิสติกส์	ระบบหุ่นยนต์ 1 ระบบ	- เพิ่มความน่าเชื่อถือให้ระบบ - เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการใช้ทรัพยากร	- ลดเวลาในการปฏิบัติการของบุคลากร	
2.สถานีหุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยา ตามหลักวิชาการโลจิสติกส์	ระบบหุ่นยนต์ 1 ระบบ	- เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการใช้ทรัพยากร - เพิ่มความน่าเชื่อถือให้ระบบ	- ลดเวลาในการปฏิบัติการของบุคลากร	

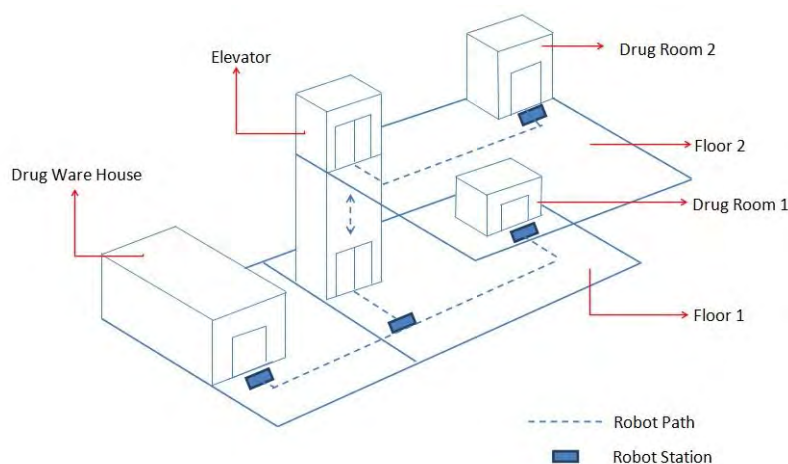
4.2 เป้าหมายของผลลัพธ์ (outcome) และตัวชี้วัด

ตารางที่ 4.2: แสดงผลลัพธ์และตัวชี้วัดของแผนงานวิจัย

ผลลัพธ์	ตัวชี้วัด			
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เวลา	ต้นทุน
1. การทดสอบการใช้งานจริงในโรงพยาบาล	ปีละ 1 ครั้ง	ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถใช้นวัตกรรมที่ออกแบบได้จริง		
2. ถ่ายทอดความรู้ให้กับโรงพยาบาล หรือ การนำเสนอผลงาน	ปีละ 2 ครั้ง	ผู้เข้าร่วมสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้		
3. แดลงข่าวความสำเร็จของผลงาน	เมื่อเสร็จสิ้นโครงการ 1 ครั้ง	ประชาชนและผู้สนใจทั่วไปได้รับรู้ถึงความก้าวหน้า และตระหนักถึงความสำคัญทางด้าน Healthcare Logistics ที่จะช่วยให้การใช้บริการโรงพยาบาลของบุคคลทั่วไปเป็นเรื่องง่ายและทั่วถึงมากขึ้น		
4. การลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากความพลาดเนื่องจากการทำงานของมนุษย์				การลดค่าต้นทุนเนื่องจากการดำเนินงานผิดพลาดของมนุษย์ลดลง 20%

5. ภาพรวมแผนงานฯ และความเชื่อมโยงของโครงการย่อย

กรอบแนวคิดการใช้ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลครอบคลุม ในส่วนของแผนโครงการนี้ จะคำนึงถึงการใช้โลจิสติกส์ในการจัดการยา ในคลังยาและการส่งยาจากคลังยาสู่ห้องจ่ายยาย่อย เพื่อเป็นกรณีศึกษาตัวอย่าง ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ประกอบไปด้วย ระบบหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ และระบบสารสนเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปสู่การจัดการโรงพยาบาลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยได้แบ่งส่วนการศึกษาและวิจัยออกเป็น 3 โครงการย่อย ได้แก่ 1. การพัฒนาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ AGV ต้นแบบเพื่องานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล, 2. การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์, และ 3. การศึกษาระบบความปลอดภัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับโรงพยาบาล ซึ่งได้ออกแบบภาพรวมของระบบไว้ดังภาพประกอบที่ 5.1



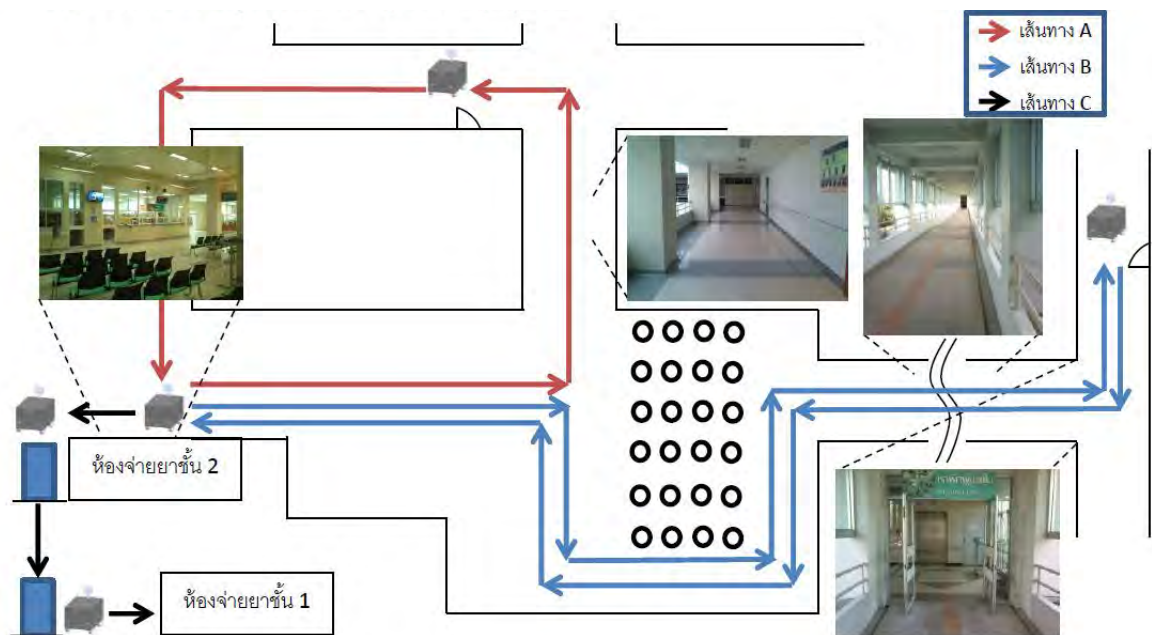
ภาพประกอบที่ 5.1: ระบบโดยรวมของการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ AGV ต้นแบบเพื่องานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล คณะวิจัยได้ใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรม คือ ระบบขนส่งยา โดยการใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อการนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ของโรงพยาบาล ซึ่งทาง

คณะวิจัยได้มีความร่วมมือทางการวิจัยกับศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ในการเข้าศึกษาขั้นตอนการแจกจ่ายยา และเส้นทางในส่งยาไปยังหน่วยต่างๆ

AGV ทำการทดสอบที่ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยแบ่งเส้นทางการรับ ส่งยา ออกเป็น 3 เส้นทาง เพื่อทดสอบความสามารถด้านการเคลื่อนที่ ความสามารถด้านการนำทาง ความสามารถด้านการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง และความสามารถด้านการรับ-ส่งยา เป็นเส้นทางระยะกลาง ที่มีรูปแบบเส้นทางการรับ-ส่งยา เส้นทาง A นี้ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพด้านการเคลื่อนที่ การนำทาง และการหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่อยู่หนึ่งของหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ และการรับ-ส่งยา

- (1) เส้นทาง B เป็นเส้นทางระยะยาวและแคบ ที่มีรูปแบบเส้นทางการรับ-ส่งยา เส้นทาง B นี้ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพด้านการเคลื่อนที่ในที่แคบ การนำทาง และการหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่เคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ และการรับ-ส่งยา
- (2) เส้นทาง C เป็นเส้นทางระยะสั้นสำหรับการเคลื่อนที่ขึ้นส่งยา-ลงลิฟท์ ที่มีรูปแบบเส้นทางการรับ-ส่งยา เส้นทาง C นี้ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงานกึ่งอัตโนมัติของหุ่นยนต์กับเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลในการเคลื่อนที่ขึ้นลงลิฟท์- โดยทั้ง 3 เส้นทาง ในศูนย์การแพทย์ฯ ถูกแสดงอยู่ในภาพประกอบที่ 5.2

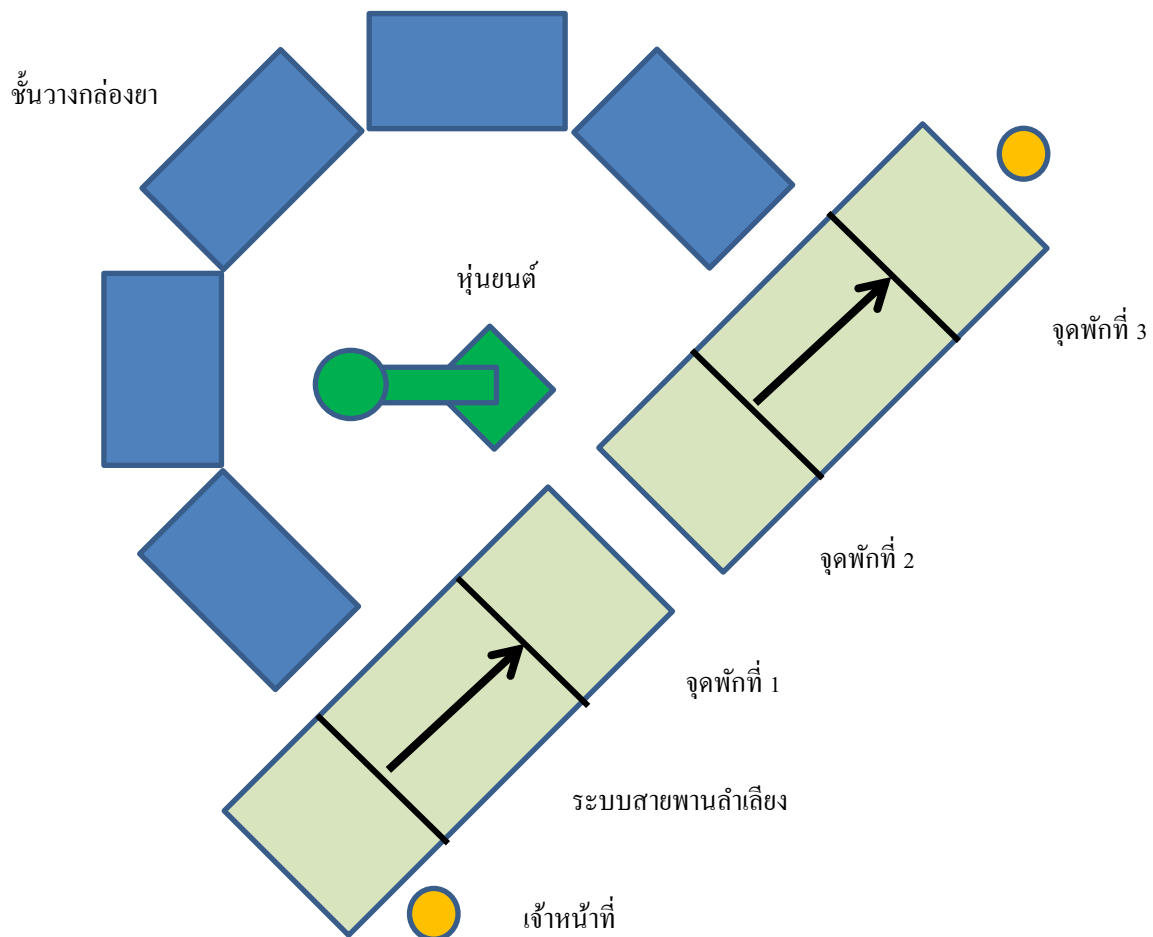


ภาพประกอบที่ 5.2: เส้นทางสำหรับทดสอบหุ่นยนต์ AGV

โครงการย่อยที่ 2 การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบ คัดแยกยาที่ถูกต้องแม่นยำ เพื่อการจัดตารางการส่งยา จาก Supplier ได้อย่างเหมาะสมไม่เกิดความค้างคั่งนานจนหมดอายุ ซึ่งความก้าวหน้า ณ ขณะนี้ ทีมวิจัยได้

ออกแบบระบบการจัดเก็บยาเข้าชั้น และนำยาออกจากชั้นไปยังหุ่นยนต์ AGV โดยใช้ระบบแขนกลอัตโนมัติ เพื่อการลำเลียงยาไปยังหน่วยงานต่างๆต่อไป

ภาพรวมระบบสถานีหุ่นยนต์ประกอบด้วย ระบบสารสนเทศอัจฉริยะควบคุม กล่องใส่ยาซึ่งเป็นอุปกรณ์พิเศษที่ถูกออกแบบมาเฉพาะ หุ่นยนต์ ระบบการอ่านรหัส Barcode ระบบชั้นวางกล่องยาและระบบลำเลียงต่างๆ ซึ่งทำงานกับคนจำนวนอย่างน้อย 1 คน โดยมีระบบสารสนเทศ 2 เทคโนโลยีจะกลางทำหน้าที่รับและจัดการข้อมูล ดังแสดงในภาพประกอบที่ 5.3

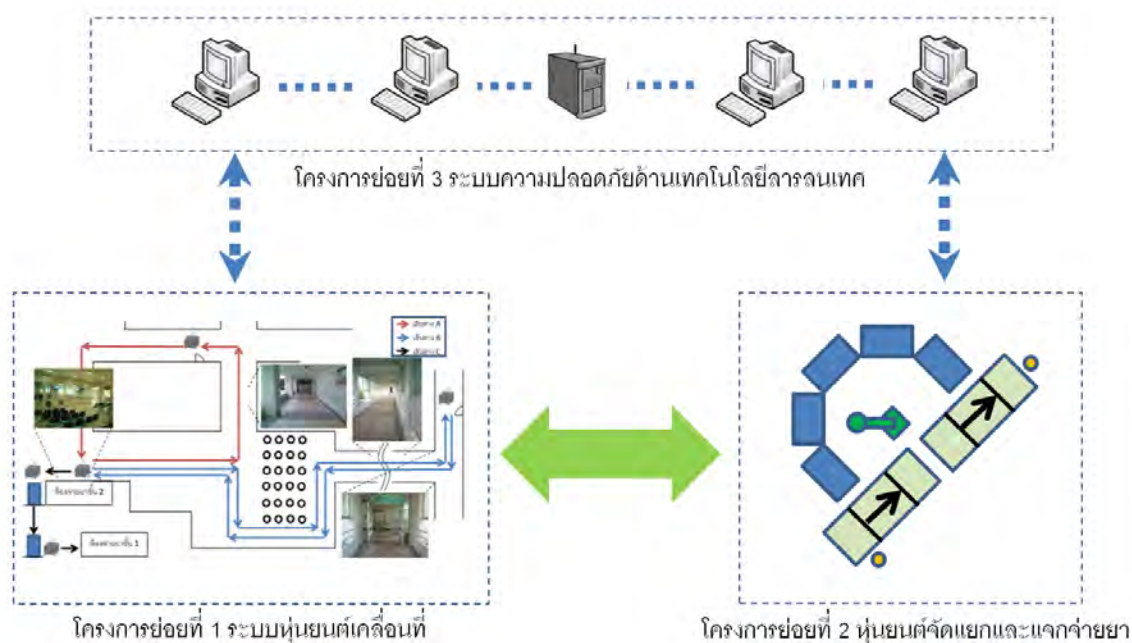


ภาพประกอบที่ 5.3: ภาพรวมระบบสถานีหุ่นยนต์

โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน

- (1) ส่วนการนำยาที่ได้รับมาจาก Supplier บรรจุในกล่องยาพิเศษ
- (2) ส่วนระบบหุ่นยนต์จัดเก็บในชั้นวาง
- (3) ส่วนระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา
- (4) ส่วนระบบจัดเตรียมเพื่อลำเลียงสู่แผนกหรือสถานีอื่น

โครงการย่อยที่ 3 การศึกษาระบบความปลอดภัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับโรงพยาบาล เป็นเครื่องมือ ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และตารางการลำเลียงยาต่างๆ ในระบบให้เป็นไปตามแผนงาน เพื่อให้มีการส่งยาไปยังเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง โดยทางทีมวิจัยได้ดำเนินการทดลองในส่วนนี้ร่วมกับโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ



ภาพประกอบที่ 5.4: แสดงความสัมพันธ์ของโครงการย่อยทั้ง 3 โครงการ

ในระบบยาของโรงพยาบาลจะเริ่มโดยการส่งยาจากภายนอกเข้ามาสู่คลังยาใหญ่เพื่อทำการคัดแยก โดยโครงการย่อยที่ 2 นี้จะทำหน้าที่ในห้องคลังยาใหญ่ เพื่อคัดแยกยาเข้าสู่ตู้ยาอย่างเป็นระบบ โดยการทำงานของแขนหุ่นยนต์อัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่หยิบยาออกจากตู้เพื่อส่งไปยังระบบหุ่นยนต์ AGV (โครงการย่อยที่ 1) ที่มีหน้าที่ขนส่งยาไปสู่ห้องจ่ายยาและหน่วยงานย่อยต่างๆ ของโรงพยาบาล โดยการทำงานจะเป็นไปแบบอัตโนมัติตามตารางเวลาหรือเมื่อได้รับคำสั่ง การทำงานของระบบทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กันโดยมีการเชื่อมต่อกันผ่านข้อมูลระบบสารสนเทศ พร้อมทั้งมีระบบการรักษาความปลอดภัยทางสารสนเทศจากโครงการย่อยที่ 3

ทั้งนี้ผลการดำเนินงานของโครงการย่อยที่ 1 ได้ออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ สำหรับนำส่งยา ระหว่างคลังยา ห้องจ่ายยา และหน่วยงานย่อยภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ได้มีการจัดทำแผนการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อส่งยา โดยวิเคราะห์จากการเข้าสำรวจการดำเนินการส่งยา ภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยแผนการทำงานของหุ่นยนต์ จะประกอบไปด้วย ตำแหน่งและเส้นทางการเดินทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อส่งยา ขั้นตอนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในแต่ละสถานีและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ร่วมระหว่างผู้ปฏิบัติงานและหุ่นยนต์ฯ ในส่วนโครงการย่อยที่ 2 ได้ดำเนินการวิเคราะห์ และแยกแยะ ชนิด และประเภทของยา ขนาดบรรจุภัณฑ์ของยาต่างๆ ปริมาณการจัดส่งยา ในแต่ละครั้งของ คลังยาและห้องจ่ายยา ส่งผลให้ได้มีการออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ยาตามการวิเคราะห์เบื้องต้น โดยมีผลลัพธ์ในการออกแบบ จำนวน 2 ขนาด เพื่อใช้ในการสาธิต ความหลากหลายของการจัดส่งยาในแต่ละครั้ง รวมถึงได้ออกแบบระบบจัดเก็บและระบบจ่ายยา ในคลังยาและห้องจ่ายยา โดยใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในเบื้องต้นเรียบร้อยแล้ว สำหรับโครงการย่อยที่ 3 ปัจจุบันได้พัฒนาระบบ PACS เสร็จเรียบร้อยแล้ว และดำเนินการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเข้ารหัสใช้สำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยเชื่อมต่อกับระบบ PACS ที่ใช้งานในโรงพยาบาลวัดไร่ขิง และกำลังจัดหาเครื่องแม่ข่ายเพื่อใช้จริง

6. ผลลัพธ์ในภาพรวม

คณะวิจัยได้เสนอแนวทางการใช้ เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรม คือ ระบบขนส่งยาโดยใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ของโรงพยาบาล เพื่อเพิ่มความเป็นอัตโนมัติในกระบวนการลำเลียงยา และลดจำนวนบุคลากร ลดเวลา รวมถึงความผิดพลาดที่อาจเกิดจากมนุษย์ได้ คณะวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบต่างๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 บริเวณส่วนบนของหุ่นยนต์ คือส่วนของการควบคุม

(1) การอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น

อุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลเชิงเส้นจะถูกติดตั้งบริเวณด้านบนของหุ่นยนต์ เพื่อตรวจวัดรหัสข้อมูลของผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ 2 สถานะ คือ

1. สามารถอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น โดยตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรดจะแสดงแสงสีแดงผ่านทางหลอดแสดงผลทางด้านหลังของตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรด และแสดงผลผ่านทางจอภาพ

2. ไม่สามารถอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น โดยตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรดจะไม่แสดงแสงสีแดงผ่านทางหลอดแสดงผลทางด้านหลังของตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรด และแสดงผลผ่านทางจอภาพ

(2) หน้าจอแสดงผลของส่วนติดต่อประสานงาน

หน้าจอแสดงผลเป็นจอภาพขนาด 8 นิ้ว ที่ชุดแผงหน้าปัดควบคุม ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงผลการทำงานต่างๆ เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นจอร์บบสัมผัส

(3) การเตือนและการติดต่อสื่อสาร

การเตือนจะเกิดขึ้นในขณะที่มีเหตุการณ์เกิดขึ้นกับตัวหุ่นยนต์ เช่น เมื่อมีวัตถุกีดขวางทางเดิน ระบบก็จะแสดงการเตือนเกิดขึ้น โดยการออกแบบ จะติดตั้งสัญญาณหลอดไฟด้านบนของตัวหุ่นยนต์ นอกจากนี้ยังมีเสียงด้วย โดยการแสดงผลทางหลอดไฟแบ่งออกเป็น 2 สถานะ คือ 1. เมื่อหุ่นยนต์กำลัง

ทำงานและสามารถติดต่อกับระบบควบคุมศูนย์กลางได้จะแสดงสถานะไฟสีเขียว 2. เมื่อหุ่นยนต์หยุดทำงานหรือไม่สามารถติดต่อกับระบบควบคุมศูนย์กลางได้จะแสดงสถานะไฟสีแดง

ส่วนที่ 2 บริเวณส่วนกลางของหุ่นยนต์ คือส่วนของการเก็บยา

(1) การควบคุมเปิด-ปิดประตูชั้นวางบรรจุภัณฑ์ในแต่ละชั้น

คณะวิจัยได้ออกแบบให้ระบบการเปิด-ปิดประตูในแต่ละชั้นวางบรรจุภัณฑ์ที่มีความเป็นอัจฉริยะ โดยจะทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไว้ ทำให้ประตูชั้นวางบรรจุภัณฑ์สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งระบบจะมีความสัมพันธ์กับการอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นที่อยู่ในส่วนที่ 2

(2) การระบุตำแหน่งการวางบรรจุภัณฑ์

เมื่อประตูชั้นวางบรรจุภัณฑ์ถูกเปิดออก ระบบจะมีความอัจฉริยะ โดยสามารถแจ้งตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการนำส่งยา โดยแสดงผลผ่านหลอดไฟแสดงผลสีเขียว ติดตั้งไว้ทางด้านบนซ้ายในแต่ละช่องที่ใช้ในการเก็บบรรจุภัณฑ์

ส่วนที่ 3 บริเวณส่วนล่างของหุ่นยนต์ คือส่วนของการขับเคลื่อน

(1) การเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ

คณะวิจัยได้ออกแบบระบบให้มีความเป็นอัตโนมัติ โดยหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ตามเส้นทาง จากการตรวจวัดและประมวลผลจากอุปกรณ์ตรวจวัด ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกติดตั้งบริเวณส่วนฐานของหุ่นยนต์ ที่ติดอยู่บนพื้นระนาบแนวเดียวกับที่การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนด ระบบอัตโนมัติของหุ่นยนต์สามารถทำงานได้โดย ปรับสวิตช์เลือกระบบการทำงานให้ไปอยู่ที่ AUTO โดยการหมุนไปทางซ้ายด้วยมือหลังจากนั้นก็ทำการกดปุ่มสีเขียวเพื่อเริ่มต้นการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ หุ่นยนต์ก็จะทำการเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่ใช้ในการนำทางสีดำ

(2) การเคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ

นอกจากระบบอัตโนมัติแล้วคณะวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบให้สามารถร่วมกับมนุษย์ได้ เช่นเดียวกัน โดยระบบนี้จะใช้ควบคุมหุ่นยนต์ด้วยมือ ผ่านทางคันโยกที่ใช้ควบคุมทิศทาง ผ่านทางแผงหน้าปัดควบคุมทางด้านขวามือของผู้ควบคุม ผู้ควบคุมจะต้องปรับระบบการทำงานให้ไปอยู่ที่ MANUAL โดยการหมุนไปทางขวาด้วยมือหลังจากนั้นก็ทำการกดปุ่มสีเขียวเพื่อเริ่มต้นการเคลื่อนที่แบบ

(3) การตัดสินใจหรือการตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทางเคลื่อนที่

ในเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะติดข้อมูลเชิงภาพด้วย เพื่อเป็นตัวช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทาง ซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งทางด้านข้างของแถบเส้นที่ใช้ในการนำทางหุ่นยนต์ โดยการทดสอบจะทำได้โดยการเคลื่อนที่หุ่นยนต์ให้พื้นที่ของกล้องทับอยู่ในตำแหน่งข้อมูลเชิงภาพและเมื่อข้อมูลเชิงภาพอยู่ในพื้นที่ของกล้อง หุ่นยนต์ก็จะถอดรหัสข้อมูลเชิงภาพเพื่อแสดงเป็นข้อความผ่านทางจอภาพ

ทั้งนี้จะเห็นวาระบบหุ่นยนต์ฯ ดังกล่าวจะประกอบไปด้วย เครือข่ายของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติหลายตัว เพื่อทำงานร่วมกัน ระบบตรวจสอบความแม่นยำและถูกต้องของตำแหน่งของหุ่นยนต์ ระบบความปลอดภัยของหุ่นยนต์ในการทำงานบนทางเดินทั่วไปร่วมกับบุคลากรและคนไข้ เป็นต้น ทั้งนี้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ ดังกล่าว จะเสริมสร้างการทำงานเชิงโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงโอกาสเชิงพาณิชย์ต่อไป

การนำหุ่นยนต์มาใช้ในโรงพยาบาลเพื่อจัดการในเรื่องการควบคุมดูแลการขนส่ง ถ่ายเทข้อมูล ยา หรือเวชภัณฑ์เป็นที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน ทั้งนี้การนำหุ่นยนต์มาใช้นั้นได้ส่งเสริมให้การทำงานของระบบโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลในเรื่องของการคัดแยกแจกจ่ายยาในเบื้องต้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในเรื่องของการลดจำนวนคนในงาน มีความแม่นยำในการจัดประเภทและแจกจ่ายยาได้ถูกต้อง ความรวดเร็วในการขนส่ง การดูแลเวชภัณฑ์ให้สามารถใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

สำหรับการพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยานั้นเราเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลของกรณีศึกษา โดยในบริเวณศูนย์การแพทย์นั้นได้ถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนและจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าแต่ละแผนกของโรงพยาบาลมีที่อยู่ค่อนข้างห่างไกลจากกันดังนั้นจึงต้องมีการจัดการเรื่องของการขนส่งยาและเวชภัณฑ์ที่ดี และเมื่อวิเคราะห์ในส่วนของคลังยาที่เป็นส่วนหลักในการขนส่งยาไปสู่แผนกต่างๆของโรงพยาบาล การส่งยาหรือเบิกยาออกจากคลังยานั้นต้องมีเจ้าหน้าที่ หรือเภสัชกรเป็นผู้อนุมัติดูแลเบิกจ่ายยาเพราะว่าถือสิทธิในการเบิกจ่ายอยู่ จากนั้นจึงวิเคราะห์ไปยังส่วนของยาและเวชภัณฑ์เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยได้คำนึงถึงประเภทยา ขนาดของยา รวมถึงความถี่ในการใช้ยา โดยการเก็บข้อมูลจากคลังยาจากกรณีดังกล่าวพบว่ามียาในคลังยาเป็นจำนวนกว่า 800 รายการ

วิธีการเดิมของการเบิกจ่ายยาในกรณีศึกษานั้นยังมีการเบิกใช้ยาโดยใช้คนถือใบสั่งยามาที่คลังยาเพื่อทำการเบิกและต้องมีการจัดรอบในการส่งยาเข้าแต่ละแผนกของโรงพยาบาลดังนั้นจะเห็นได้ว่าการควบคุมข้อมูลการส่งยา ข้อมูลยาและข้อมูลเจ้าหน้าที่ และรวมถึงค่าข้อมูลสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นหากมีการในระบบสารสนเทศจะสามารถลดความซ้ำซ้อนรวมถึงการประหยัดเวลาในการติดต่อประสานงานเก็บเป็นประวัติการใช้งานได้ ทั้งนี้การทำงานจะมีการควบคุมการไหลของวัตถุเริ่มต้นจากผู้ผลิตยานำยาที่ถูกส่งชื่อมาส่ง จากนั้นลงทะเบียนบรรจุภัณฑ์ เก็บบรรจุภัณฑ์เข้าคลังยา และแจกจ่ายยาไปตามแผนก

ต่างๆของโรงพยาบาลได้มีการนำระบบสารสนเทศมาใช้เพื่อจัดการขั้นตอนการให้ยาโดยอาศัยการอนุญาตผ่านระบบสารสนเทศรวมไปถึงการควบคุมระบบการขนส่งยาผ่านระบบสารสนเทศ

การพัฒนาระบบหุ่นยนต์ในงานโลจิสติกส์ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งออกเป็นส่วนใหญ่คือ ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาและระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ

ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา นั้นได้แบ่งการทำงานเป็นสองส่วน คือส่วนการเก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าซึ่งจะทำหน้าที่เก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าสู่คลังยา และส่วนการเก็บบรรจุภัณฑ์ยาออกที่จะนำยาไปสู่ส่วนต่างๆของแผนกในโรงพยาบาลโดยเริ่มต้นขั้นตอนจากการลงทะเบียนนำเข้าจากผู้ผลิตที่ถูกสั่งซื้อเข้ามาสู่คลังยา เริ่มต้นยาจะถูกคัดแยกด้วยรหัสข้อมูลเชิงเส้นที่ติดอยู่ฉลากของยาซึ่งระบบจะตรวจสอบชื่อยาควบคู่ไปกับการกรอกข้อมูลวันหมดอายุของยาที่นำเข้ามาานั้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการยา หลังจากระบบสารสนเทศตรวจสอบข้อมูลยาแล้วระบบจะทำการคัดประเภทบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ใส่ลงบรรจุภัณฑ์อย่างถูกประเภทตามขนาดของยาและเวชภัณฑ์ หลังจากนั้นบรรจุภัณฑ์ที่ถูกเลือกขนาดแล้วจะถูกอ่านค่าข้อมูลเชิงเส้นหนึ่งครั้งเพื่อจับคู่กับยาที่กำลังจะถูกเก็บในบรรจุภัณฑ์ เมื่อยาถูกเก็บในบรรจุภัณฑ์แล้วจะถูกส่งไปยังสายพานลำเลียงซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติของการลำเลียงโดยอาศัยการทำงานของตัวรับรู้อินฟราเรด เพื่อให้การขนส่งยาไปสู่แขนกลหุ่นยนต์ได้อย่างแม่นยำและถูกทิศทาง บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจึงมีลักษณะพิเศษเพื่อให้ถูกลำเลียงไปบนสายพานลำเลียงได้ตำแหน่งและทิศทางเดิมทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในหยิบจับของแขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและส่งบรรจุเข้าสู่ชั้นใส่ยาอีกที่ บรรจุภัณฑ์จะถูกส่งเข้าสู่สายพานลำเลียงขาเข้าไปยังบริเวณส่วนปลายของสายพานลำเลียงขาเข้า โดยบรรจุภัณฑ์จะถูกบังคับทิศทางด้วยรางบังคับทิศทางที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น เมื่อบรรจุภัณฑ์มาถึงส่วนปลายของสายพานลำเลียง ตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดจะทำการบอกข้อมูลไปยังระบบสารสนเทศเพื่อสั่งการให้แขนกลหุ่นยนต์เตรียมประจำที่เพื่อตรวจสอบและหยิบขึ้นบรรจุภัณฑ์ต่อไป หลังจากทีระบบสารสนเทศรับรู้จากสัญญาณที่ส่งมาจากระบบสายลำเลียงแล้ว หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่มาเหนือบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการอ่านข้อมูลเชิงเส้นที่ติดอยู่บนผกฉลากของบรรจุภัณฑ์เพื่อยืนยันบรรจุภัณฑ์ว่ามีเป็นบรรจุภัณฑ์ขนาดเท่าใดเพื่อที่จะนำไปคิดในการหาช่องที่สามารถในระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะต่อไป ต่อจากนั้นหุ่นยนต์นำส่วนที่เป็นมือหยิบจับเคลื่อนที่เข้าไปบนลักษณะพิเศษบนบรรจุภัณฑ์เพื่อดูบรรจุภัณฑ์ให้ติดขึ้นมากับแขนกลหุ่นยนต์โดยชิ้นส่วนของมือหยิบจับบรรจุภัณฑ์นั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นเฉพาะให้เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดแตกต่างกันและยังช่วยในการรักษาสมดุลระหว่างการเคลื่อนที่ไปยังชั้นใส่ยา ต่อมาบรรจุภัณฑ์จะถูกเก็บเข้าไปในชั้นใส่ยาอัจฉริยะโดยที่บรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่จะถูกเก็บไว้ในชั้นใส่ยาแบบที่ 1 ซึ่งมีลักษณะช่องใส่ขนาดพอดีกับบรรจุภัณฑ์ ส่วนบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กจะถูกเก็บในลักษณะทำนองเดียวกันแต่จะเก็บในชั้นใส่ยาประเภทที่ 2 ที่มีขนาดช่องใส่ยาขนาดเล็กแต่จะมีจำนวนช่องใส่ยาจำนวนมากกว่าทั้งนี้เนื่องจากผลวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ายาและเวชภัณฑ์ขนาดเล็กมีจำนวนมากกว่าแต่การที่ต้องมีบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่เพื่อให้เกิดความหลากหลายในการเก็บยาเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการทำงานเพิ่มขึ้น ทั้งนี้

เพื่อให้เกิดการใช้พื้นที่ในการทำงานได้อย่างเต็มที่จึงได้ออกแบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะให้มีลักษณะสอดคล้องกับพื้นที่ทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ และเพื่อเป็นข้อมูลว่าช่องใส่ยาสามารถใส่ยาในช่องนั้นได้หรือไม่จึงได้ติดตั้งตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดเพื่อทำการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ในชั้นใส่ยา โดยแต่ละช่องจะมีตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดติดตั้งอยู่เพื่อบอกสถานะของช่อง ส่วนที่กล่าวมาเป็นส่วนในการเก็บยาเข้าสู่คลังยา ส่วนต่อมาคือส่วนของการนำยาออกจากคลังยา โดนเริ่มต้นเมื่อมีใบสั่งยาเข้ามาในระบบสารสนเทศเจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะทำการตรวจและอนุมัติเพื่อเบิกยาออกจากคลังยา เมื่ออนุมัติแล้วระบบจะทำการควบคุมแขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่อ้างอิงจากระบบข้อมูลสารสนเทศ เมื่อแขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังหน้าชั้นใส่ยาหุ่นยนต์จะทำการตรวจรหัสข้อมูลเชิงเส้นที่ฝากล่องอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นการยืนยันข้อมูลเข้าสู่ระบบก่อนทำการหยิบ เมื่อตรวจสอบแล้วว่าบรรจุภัณฑ์ที่กำลังหยิบมีความถูกต้องหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เข้าไปหยิบกล่องออกจากช่องบนชั้นใส่ยา จากนั้นกล่องที่ถูกหยิบมาจะถูกนำไปวางบนส่วนต้นของสายพานลำเลียงขาออก เมื่อสายพานลำเลียงขาออกตรวจจับว่ามีบรรจุภัณฑ์สายพานจะเคลื่อนที่นำบรรจุภัณฑ์ไปยังส่วนปลายของสายพานและส่งต่อไปยังกล่องพักบรรจุภัณฑ์ชั่วคราวเพื่อนำส่งต่อไปยังหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติเพื่อทำการส่งต่อบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกต่างๆของโรงพยาบาลอีกหนึ่งที่เป็นอันจบขั้นตอนการทำงานของระบบหุ่นยนต์

ทั้งนี้ส่วนสำคัญในการทำงานของระบบคือระบบสารสนเทศควบคุมซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานของส่วนต่างในระบบ โดยครอบคลุมถึงระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาและระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ทั้งนี้ระบบยังมีความอัจฉริยะการประมวลผลฝั่งจ่ายยาจะอิงจากข้อมูลของยาเช่นการจัดการวันหมดอายุของยา โดยสามารถรู้ข้อมูลสถานะของยาตั้งแต่ถูกนำเข้ามาในระบบ ถูกขนย้ายไปส่วนใดจนกระทั่งยาถูกเบิกไปใช้จากแผนกต่างๆของโรงพยาบาล นอกจากนี้ระบบสารสนเทศยังมีการควบคุมสิทธิและการเข้าถึงของยา

7. บทสรุปในภาพรวม

การนำหุ่นยนต์มาใช้ในงานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลสามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาความต้องการด้านแรงงานที่ต้องการทักษะสูง ช่วยลดต้นทุนจากการจ้างแรงงานซึ่งมีผลกระทบโดยตรงกับทักษะ ถ้าแรงงานมีทักษะสูงก็จะส่งผลให้ต้นทุนในการจ้างแรงงานสูงตามไปด้วย ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน อันเนื่องมาจากพนักงานลาหยุดพัก ลดปัญหาหรือผลกระทบด้านการสื่อสารที่เกิดจากการเข้าใจไม่ตรงกัน อันเนื่องมาจากปัญหาที่ตัวบุคคล หุ่นยนต์ยังช่วยให้ระบบจ่ายยามีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น

นอกจากสามารถได้ตามเวลาที่กำหนดแล้ว ยังสามารถเร่งเวลาให้สามารถทำงานได้เร็วยิ่งขึ้น ส่งผลให้ปัญหาการคั่งค้างของยาในสถานที่ใดสถานที่หนึ่งลดลง หุ่นยนต์สามารถทำงานได้บ่อยครั้ง ตลอดเวลาโดยไม่เบื่อหน่าย ไม่จำกัด มีสภาพคงทน แข็งแรง ไม่มีปัญหาด้านสุขภาพหรือความเมื่อยล้าจากการทำงานซ้ำๆ ซึ่งเกินขอบเขตการทำงาน และข้อเป็นข้อจำกัดของมนุษย์ เกินที่มนุษย์จะทำไหว ปกติมนุษย์ก็สามารถทำงานได้ทุกอย่างแต่ข้อจำกัดของมนุษย์นั้นไม่สามารถทำงาน ได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน จะเกิดความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าจึงต้องมีการพักผ่อน ทำงานได้โดยไม่มีวันหยุด

นอกจากนี้หุ่นยนต์ยังมีความสามารถในการด้านความแม่นยำและความถูกต้องมากกว่ามนุษย์ อันเนื่องมาจากการควบคุมโดยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้สามารถกำหนดขอบเขต ข้อจำกัด ในการทำงานได้ ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง มีการประมวลผลที่รวดเร็ว การประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ทำให้หุ่นยนต์มีความฉลาด สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง แต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัด ถ้าไม่มีมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ในการจัดการ การป้อนคำสั่ง สั่งการ การควบคุมกระบวนการ ฯลฯ เมื่อเกิดปัญหาขึ้น คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวกลางในการรับรู้ ทำความเข้าใจในระบบตรวจจับต่าง ๆ หรือการป้อนข้อมูลโดยมนุษย์ นำข้อมูลที่ได้เหล่านั้น เก็บที่หน่วยเก็บข้อมูล และทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้ เพื่อที่จะไปสั่งการ อุปกรณ์ หรือระบบต่าง ๆ ให้ทำงาน

ตัวหุ่นยนต์มีความเป็นอัตโนมัติ คือสามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเอง มีอิสระในการทำงาน โดยปราศจากการควบคุมของมนุษย์ มันมีโปรแกรมที่ป้อนไว้ในหน่วยความจำของหุ่นยนต์ ที่สามารถทำให้ทำงานได้ และเมื่อเจออุปสรรคก็คิดวางแผนการทำงาน ก็สามารถหลบ หลีก หรือแก้ / กับปัญหา โดยอุปกรณ์ตรวจจับการชน ขณะที่หุ่นยนต์ชนกระทบ โปรแกรมของหุ่นจะคำนวณ และบอกลักษณะสิ่งกีดขวาง

จากนั้นก็ทำการคำนวณ และทำการเลี้ยวหลบหลีกสิ่งกีดขวางนั้น และเคลื่อนที่ต่อไปอีกครั้ง ในการตอบสนองทุกครั้งที่หุ่นกระทบสิ่งกีดขวาง มันก็จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ทุกครั้ง

จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างสูงไม่มีข้อจำกัดทางด้านการทำงาน สามารถทำงานได้ตามการออกแบบไว้ ไม่มีผลต่อความเมื่อยล้า และความเจ็บป่วย หรือว่าสภาพจิตใจในการทำงาน ทำให้เห็นได้ว่าการใช้ยานนำวิถีอัตโนมัติมาใช้ในการทำงานเป็นประจำทุกวันและมีคาบเวลาในการทำงานเฉพาะเจาะจง สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้านการขนส่งในโรงพยาบาลได้

ในการนำระบบหนึ่งเข้ามาทำงานร่วมกับระบบที่มีอยู่แล้วหรือเข้ามาแทนที่ระบบเดิมที่มีอยู่แล้วทำให้มีผลกระทบต่อการทำงานทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพเปลี่ยนแปลงไป และยิ่งไปกว่านั้นการนำระบบหุ่นยนต์เข้ามาทำงานร่วมกับมนุษย์ทำให้เกิดข้อสงสัยถึงประสิทธิภาพและผลกระทบที่เกิดขึ้น ในส่วนของระบบหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นนั้นได้มีการเข้ามาทำงานอย่างเดียวกับเจ้าหน้าที่คลังยาอยู่แล้วบางส่วนทำให้เกิดการลดงานของเจ้าหน้าที่ ทั้งนี้การทำงานของระบบหุ่นยนต์ทุกควบคุมการทำงานด้วยเงื่อนไขที่มนุษย์กำหนดขึ้นแล้วพัฒนางานไปในระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้การทำงานเป็นตามความต้องการของมนุษย์ ทั้งนี้เราสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบหุ่นยนต์ในงานคัดแยกและแจกจ่ายยาเป็นประเด็นต่างๆได้

ในเรื่องของการจ้างแรงงานเพื่อทำหน้าที่ในการขนส่งยาและเวชภัณฑ์นั้นเดิมทีนั้นต้องใช้คนจำนวนหนึ่งในการเดินขนของทำให้มีต้นทุนในการจัดจ้างแรงงาน แต่กลับกันเมื่อเทียบกับหุ่นยนต์ซึ่งไม่มีการลงทุนจ้างแรงงานจึงทำให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายถึงแม้ว่าต้นทุนในการพัฒนาหุ่นยนต์มีค่าสูงก็ตามแต่การเมื่อเปรียบเทียบระยะยาวค่าจ้างที่เกิดการจ้างแรงงานนั้นมีการสูญเสียมูลค่ามากกว่าและเหตุผลของความคุ้มค่าในการทำงานในประเด็นอื่นๆที่จะกล่าวต่อไป ทั้งนี้การใช้งานหุ่นยนต์แทนมนุษย์ทำให้สามารถนำทรัพยากรมนุษย์ไปทำงานประเภทอื่นที่ใช้ทักษะในการทำงานสูงกว่างานทั่วไปเช่น การนับจำนวนยา การขนส่งยาการตรวจสอบยาและเวชภัณฑ์ การจัดแยกประเภทยาในคลังยา ป้องกันการผิดพลาดระหว่างการนำส่งยาและเวชภัณฑ์

ประเด็นต่อมาของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์เปรียบเทียบกับแรงงานคนคือ ระยะเวลาในการทำงาน ในระหว่างที่มนุษย์ทำงานได้ในระยะเวลาในช่วงเวลาทำการที่จำกัดเนื่องระยะเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละวันมีช่วงเวลานั้นๆ ในขณะที่การทำงานของระบบหุ่นยนต์ที่นำมาประยุกต์ใช้นั้นสามารถทำงานได้ตลอดเวลาทั้งนี้หากว่าการทำงานได้ต่อเนื่องของหุ่นยนต์เกิดการจัดการด้านการขนส่งยาหรือคัดแยกและแจกจ่ายยาทำให้การเบิกจ่ายยาที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลไม่มีความจำเป็นต้องทำการนัดหมายเพื่อขอเบิกยาเป็นรอบๆทั้งนี้เพราะว่าหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ตลอดเวลาสำหรับระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา การทำงานของระบบนี้สามารถเกิดขึ้นได้แม้กระทั่งไม่ได้อยู่

ในขณะเวลาปฏิบัติงานก็ตามอย่างเช่นเหตุการณ์การสั่งยาหลายใบสั่ง ยาที่ถูกเบิกออกมาจะยังคงอยู่ในถังพักชั่วคราวและเมื่อจะทำการขนส่งใส่หุ้ยนยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติในกล่องบรรจุภัณฑ์ก็ยังคงมีการตรวจสอบของข้อมูลบรรจุภัณฑ์ในการนำส่งให้ถูกต้อง

เนื่องจากการทำงานของมนุษย์มีข้อจำกัดในเรื่องสมรรถนะของร่างกาย ทำให้การทำงานเกิดการล้าจากการทำงานเป็นระยะเวลาที่ยาวนานทั้งนี้เพื่อการส่งเสริมสุขภาพของพนักงาน ระบบหุ้ยนยนต์สามารถทำงานแทนที่มนุษย์ได้เป็นระยะเวลานานและเนื่องจากหุ้ยนยนต์มีความสามารถในการทำงานเฉพาะอย่างสูง อย่างเช่นขีดความสามารถในการนับบรรจุภัณฑ์ความจุในการขนส่งของยา เป็นต้น ทั้งนี้หากมนุษย์เกิดอาการล้าที่เกิดจากการทำงานเป็นระยะเวลานานหรือว่าทำงานหนักจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง หากมีความร้ายแรงของการสั่งยาและเวชภัณฑ์ผิดทำให้มีผลโดยตรงต่อผู้รับยาปลายทาง

ความแม่นยำของการทำงานเช่น การตรวจนับจำนวนเป็นสิ่งสำคัญในการทำงานเช่นการนับจำนวนยาที่ถูกต้องการที่เรานำระบบหุ้ยนยนต์มาใช้ทำให้การทำงานที่มีปริมาณมากมีความผิดพลาดเนื่องจากความแม่นยำมาก ดังนั้นการนำระบบหุ้ยนยนต์ที่มีขีดความสามารถในการทำงานซ้ำๆ มาใช้งานทำให้ลดความผิดพลาดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน ตัวอย่างเหตุการณ์เช่นการนับเม็ดจำนวนยาปริมาณมากใส่บรรจุภัณฑ์เป็นต้น ทั้งนี้ความถูกต้องในการทำงานด้วยระบบหุ้ยนยนต์ยังมีความถูกต้องสูงจะเห็นได้จากแต่ละขั้นตอนของการทำงานนั้นได้มีการตรวจสอบข้อมูลตลอด ทำให้เป็นการตรวจสอบความถูกต้องตลอดเวลาตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นจนกระทั่งไปยังขั้นตอนสุดท้ายของการทำงาน อีกทั้งยังมีการบันทึกการทำงานของระบบหุ้ยนยนต์ในทุกขั้นตอนทำให้เราสามารถตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้และหาสาเหตุของปัญหาได้แม้กระทั่งปัญหานั้นไม่ได้เกิดจากตัวระบบหุ้ยนยนต์เองก็ตาม

ในเรื่องของประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่หรือความเร็วในการทำงานจะเห็นได้ว่าระบบหุ้ยนยนต์สามารถปรับความเร็วในการทำงานอีกทั้งยังสามารถควบคุมระยะเวลาในการทำงานได้อย่างแน่นอนทำให้เราสามารถวางแผนในการใช้ระบบหุ้ยนยนต์ได้อย่างง่ายดาย นี่เองเป็นสาเหตุที่ทำให้ทำงานของหุ้ยนยนต์มีความตรงต่อเวลาซึ่งการตรงต่อเวลานี้ทำให้ผู้ใช้เองสามารถประเมินว่าส่วนขนส่งยาหรือว่าคัดแยกและแจกจ่ายยาจะใช้เวลานานเท่าใดในการทำงาน ทำให้สามารถไปปฏิบัติงานในส่วนอื่นต่อได้ทำให้เกิดประโยชน์ทางอ้อมขึ้นอีกในเรื่องของการใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่า

ในเรื่องของความยืดหยุ่นของการทำงานเนื่องจากตัวระบบหุ้ยนยนต์เองมีการทำงานค่อนข้างเฉพาะทำให้การทำงานมีความยืดหยุ่นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับมนุษย์ ถึงแม้ว่าตัวระบบหุ้ยนยนต์เองมีความยืดหยุ่นในการไปทำงานอย่างอื่นในระบบไม่สูงนักแต่ความสามารถในการควบคุมการทำงานในแบบเฉพาะนั้นสามารถถูกควบคุมและทำงานได้ละเอียดกว่าคือ เราสามารถควบคุมให้หุ้ยนยนต์เกิดความยืดหยุ่นหลากหลายในเชิงของความละเอียดในการทำงานได้เป็นต้น

จากข้อสรุปเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าการนำหุ้ยนยนต์มาใช้ในงานคัดแยกและแจกจ่ายยานั้นมีผลกระทบอย่างมากในเรื่องของการทำงานและการวางแผนในระบบโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล ทั้งนี้การนำหุ้ยนยนต์มา

ใช้ถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานและเป็นการขยายข้อจำกัดในการทำงานเดิมในงานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลและในส่วนของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยานั้น ตัวระบบหุ่นยนต์เองมีความเหมาะสมในการจัดการยาในคลังยาทั้งในเรื่องของการลงทะเบียน ติดตามข้อมูลยาในหลายมิติ การจัดการข้อมูลการเข้าถึงตัวยา การรับทราบสถานะของยาต่าง และรวมไปถึงการทำงานที่ถูกต้องความต้องการของมนุษย์

ในการพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาในการศึกษาการนำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในเชิงโลจิสติกส์โรงพยาบาลนั้นได้พัฒนาระบบหุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบจริงต่อไป โดยระบบหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นนี้ได้จำลองการทำงานจริงของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา โดยทำการจำลองสถานการณ์ขึ้นแต่มีขนาดของการทำงานลดสัดส่วนลงมา ทั้งนี้ในการศึกษาพบว่าระบบหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถทำงานได้ครบตามระบบการทำงานทั่วไปของการทำงานเดิมของการทำงานในแผนกคลังยาในกรณีศึกษาครั้งนี้ การพัฒนาครั้งนี้สามารถนำไปต่อยอดใช้จริงได้ในอนาคต

ภาคผนวก

1. วัตถุประสงค์และผลการดำเนินงาน

วัตถุประสงค์	ผลการดำเนินงาน
1. เพื่อใช้วิชาการโลจิสติกส์ในการจัดการและพัฒนา ระบบนำส่งยา เวชภัณฑ์ และผู้ป่วย ในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด	1. ได้ใช้วิชาการโลจิสติกส์ในการจัดการและพัฒนา ระบบนำส่งยา เวชภัณฑ์ และผู้ป่วย ในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด
2. เพื่อวิจัยและพัฒนาสร้างนวัตกรรมระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและระบบสารสนเทศในการจัดการโลจิสติกส์ของระบบนำส่งยา เวชภัณฑ์และผู้ป่วย ในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด	2. ได้วิจัยและพัฒนาสร้างนวัตกรรมระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและระบบสารสนเทศในการจัดการโลจิสติกส์ของระบบนำส่งยา เวชภัณฑ์และผู้ป่วย ในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด

2. ตารางเปรียบเทียบ Output

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่าน ดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	ผลสำเร็จ (%)	
1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะต้นแบบฯ เพื่องานโลจิสติกส์ยา ตามหลักวิชาการโลจิสติกส์	100 %	-
2. สถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยารยาตามหลักวิชาการโลจิสติกส์	100 %	-

กรอบการจำลองการดำเนินการของสถานพยาบาลโดยใช้บันทึกธุรกรรม
จากระบบสารสนเทศในการกำหนดแบบจำลอง
กรณีศึกษา: การใช้ระบบคลังยาอัตโนมัติ

วรา วราวิทย์

กันยายน 2556

สารบัญ

1 บทนำ	2
2 ระบบงานโรงพยาบาล	3
3 กระบวนการพื้นฐานของผู้ป่วยนอกในโรงพยาบาล	4
4 ระบบคลังยา	5
5 แบบจำลองระบบงานโรงพยาบาล	10
6 ภาระงานของสถานีบริการ	18
7 การบันทึกธุรกรรมบริการตามสถานีบริการ	19
8 การหาพารามิเตอร์ในจำลองระบบงานโรงพยาบาล	20
9 ตัววัดประสิทธิภาพ	24
10 ภาระงานในการเข้าใช้บริการโรงพยาบาล	27
11 การจำลองการทำงานระบบโรงพยาบาล	28
12 ผลการจำลอง	32
13 สรุป	46
ก ลักษณะประเภท	51
ข เอกสารในระบบยา	66
ข.1 ใบสั่งยา	66
ข.2 จลากยา	67
ข.3 ใบขอโอนยา	68
ข.4 ใบโอนออก	69

สารบัญรูป

1	ระบบงานบริการในโรงพยาบาล	4
2	กระบวนการพื้นฐานในโรงพยาบาลของการเข้ารับบริการของผู้ป่วยนอก	5
3	การบริหารจัดการระบบคลังยาพื้นฐานในโรงพยาบาล	6
4	การบริการของสถานบริการในโรงพยาบาล	12
5	ตัวแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์ระบบคิว	14
6	ระบบการบริการในโรงพยาบาล จำลองสถานการณ์การบริการโดยใช้ แถวคอยแบบ M/M/1	17
7	ระบบการบริการในโรงพยาบาล จำลองสถานการณ์การบริการโดยใช้ แถวคอยแบบ M/M/m	17
8	ลำดับการบริการของสถานบริการตามช่วงเวลาต่างๆ เริ่มจากการลงทะเบียนถึงปิดบริการในสถาน นั้น	18
9	การเก็บค่าการดำเนินการในโรงพยาบาลเพื่อนำมาคำนวณพารามิเตอร์ของการจำลอง	21
10	เครือข่ายของสถานบริการในโรงพยาบาล ที่สร้างจากเมทริกซ์ P_{tr}	32
11	ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน ค่าเวลาตอบสนองวัดจากเวลาผู้ป่วย นอกเริ่มเข้ารับบริการถึงรับบริการเสร็จสิ้น	33
12	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน	34
13	ค่าเวลาตอบสนองในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันเท่ากับ [600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600] คน	35
14	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันเท่ากับ [600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600] คน	36
15	ค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน	37
16	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการ ต่อวันต่างๆ กัน	37
17	ค่าความยาวแถวคอยในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน	38
18	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยาวแถวคอยในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้า รับบริการต่อวันต่างๆ กัน	39
19	ค่าภาระงานในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน	40
20	ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับจำนวนจัดบริการที่แผนกการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วย ต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400, และ 1,600 คน	41
21	ค่าเวลาตอบสนองเทียบ ณ จุดที่สถานบริการการเงินผู้ป่วยนอกกับจำนวนจัดบริการที่สถานบริการ การเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วยต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400, และ 1,600 คน	42

22	ค่าภาระงาน ณ จุดที่สถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอกกับจำนวนจัดบริการที่สถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วยต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400, และ 1,600 คน	43
23	ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับอัตราส่วนของบริการจ่ายยาที่ได้รับผลกระทบ ในการระยะเวลาการกระทบต่อรายการเท่ากับ 15 นาที และ 20 นาที ค่าเวลาตอบสนองวัดจากเวลาผู้ป่วยนอกเริ่มเข้ารับบริการถึงรับบริการเสร็จสิ้น	44
24	ค่าเวลาตอบสนองของสถานีบริการห้องยาผู้ป่วยนอกเทียบกับอัตราส่วนของบริการจ่ายยาที่ได้รับผลกระทบ ในการระยะเวลาการกระทบต่อรายการเท่ากับ 15 นาที และ 20 นาที	45
25	ตัวอย่างเอกสาร-ใบสั่งยา	66
26	ตัวอย่างเอกสาร-ฉลากยา	67
27	ตัวอย่างเอกสาร-ใบขอโอนยา	68
28	ตัวอย่างเอกสาร-ใบโอนออก	69

คำนำ

ประเทศไทยมีบุคลากรทางการบริการด้านสุขภาพและสาธารณสุขที่มีคุณภาพสูง บุคลากรทางการแพทย์เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ และผลักดันการบริการทางสาธารณสุขที่มีมาตรฐานและคุณภาพการบริการที่ดี การบริหารโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลจึงเป็นสิ่งสำคัญ มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่ได้ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่และเวลาในการทำงานในโรงพยาบาล รวมถึงการสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของกระบวนการในโรงพยาบาล เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาการทำงานและปรับปรุงกระบวนการ การจำลองเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่องเป็นเทคนิคหนึ่งที่มีความสำคัญและถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาการทำงานต่างของระบบในสถานพยาบาล อย่างไรก็ตามการสร้างแบบจำลองของโรงพยาบาลขนาดกลางและใหญ่ทำได้ยากและมีความซับซ้อนสูง

งานวิจัยนี้ได้ นิยามการเก็บข้อมูลสถานะบริการในโรงพยาบาล และ ทฤษฎีที่สถานะบริการ ที่สามารถนำมาเป็นจุดเริ่มในการกำหนดเป็นมาตรฐานให้บันทึกไว้ในระบบสารสนเทศในสถานบริการต่างๆ ในโรงพยาบาล ข้อมูลตามนิยามดังกล่าวจะสามารถนำมากำหนดค่าพารามิเตอร์กระแสการไหลของผู้ป่วยในโรงพยาบาลโดยใช้ความน่าจะเป็นหรือใช้ข้อมูลการเข้าใช้จริงในอดีตในการจำลอง ข้อดีของวิธีการนี้คือการที่แบบจำลองมีความใกล้เคียงกับลักษณะการทำงานจริงของสถานพยาบาลนั้นๆ อีกทั้งสามารถสร้างแบบจำลองได้อย่างรวดเร็วลดเวลาการเก็บข้อมูลการทำงานลงได้ เทคนิคในการพัฒนาโปรแกรมเป็นการจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่องจากไลบรารี CSIM ที่นำข้อมูลจากระบบสารสนเทศมาเป็นพื้นฐานในการกำหนดแบบจำลอง

โปรแกรมจำลองการทำงานของโรงพยาบาลในโครงการนี้ เป็นการจำลองการทำงานในระดับของผู้ป่วยกับจุดบริการต่างๆ ที่กระจายอยู่ในโรงพยาบาล เน้นขอบเขตเฉพาะการบริการผู้ป่วยนอก โปรแกรมทำการจำลองผู้ป่วยตามคุณลักษณะของการเข้ารับบริการ ผ่านไปยังการบริการตามจุดบริการต่างๆ ในโรงพยาบาล ถึงสิ้นสุดการบริการ จากโปรแกรมจำลอง ผู้ประเมินประสิทธิภาพสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้เป็นไปตามสภาพความเป็นจริง หรือปรับค่าตามทางเลือกต่างๆ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อประสิทธิภาพต่อการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่ได้ดำเนินการจากการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ผลที่ได้จากการจำลองจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกทางตัดสินใจ

การทดสอบการจำลองได้ทำกับข้อมูลของโรงพยาบาลขนาดกลางได้จำลองตามสภาวะการทำงานต่างๆ เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยต่อวันที่เข้ามาใช้บริการ โดยใช้วัดประสิทธิภาพของการดำเนินการโรงพยาบาลด้านเวลาที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการรับบริการของผู้ป่วยต่อโรงพยาบาล อีกทั้งได้จำลองการเปลี่ยนแปลงหน่วยบริการที่เป็นคอขวดในระบบ และแสดงถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงต่อเวลาตอบสนองและค่าภาระงานของสถานบริการ ที่จะเป็นแนวทางในการเลือกวิธีและปริมาณของการปรับปรุงได้ ผลการจำลองของผลกระทบจากการติดขัดในการขนส่งยาจากคลังยาไปยังห้องยาได้นำเสนอไว้ด้วย

1 บทนำ

ประเทศไทยมีบุคลากรทางการบริการด้านสุขภาพและสาธารณสุขที่มีคุณภาพสูง บุคลากรทางการแพทย์เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ และผลักดันการบริการทางสาธารณสุขที่มีมาตรฐานและคุณภาพการบริการที่ดี ทางภาครัฐได้เห็นความสำคัญในศักยภาพดังกล่าว และได้ออกนโยบายเพื่อผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางด้านการรักษาพยาบาลของภูมิภาค ประกอบกับความเหมาะสมทางตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ตั้งอยู่กลางอาเซียน และความพร้อมอุตสาหกรรมด้านการบริการอื่นๆ เช่น การท่องเที่ยว เป็นต้น ทำให้ประเทศไทยมีความโดดเด่นด้านการบริการสุขภาพเป็นอย่างมาก อีกประการหนึ่ง การบริการด้านสุขภาพเป็นสิ่งสำคัญของการบริการในสังคมที่จะส่งผลให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาอย่างยิ่งสังคมที่มีการกระจายของอายุประชากรเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ กระบวนการบริการทางสุขภาพที่ดีในสถานพยาบาลเป็นส่วนสำคัญที่จะผลักดันการบริการสาธารณสุขมูลฐาน ให้มีประสิทธิภาพ ได้มาตรฐาน และมีคุณภาพการบริการที่ดี

สถานพยาบาลมีความหลากหลายของขนาดต่างๆ กัน ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของกฎหมายตาม พระราชบัญญัติสถานพยาบาล พ.ศ. ๒๕๔๑ (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๔๗ และ พ.ศ. ๒๕๕๕, ตามลำดับ) ซึ่งได้นิยาม สถานพยาบาลตามพระราชบัญญัติ ครอบคลุมตั้งแต่รพพยาบาล คลินิก ออมนาย โรงพยาบาลขนาดเล็ก-กลาง-ใหญ่ และโรงพยาบาลศูนย์ที่มีการบริการหลากหลายทางการรักษาเฉพาะทางต่างๆ การบริการของสถานพยาบาลขนาดเล็กมีความซับซ้อนไม่มากนัก ขั้นตอนการบริการสามารถเข้าใจ วัดผลการดำเนินการ ทำให้อยู่ในวิสัยที่จะบริหารจัดการได้ไม่ยาก ซึ่งต่างกับสถานพยาบาลขนาดกลางถึงใหญ่ ที่ต้องให้บริการต่อผู้ป่วยนอกมากกว่าพันคนต่อวัน มีเตียงรองรับผู้ป่วยในมากกว่า 400 เตียง มีบุคลากรในหน่วยงานมากกว่าหนึ่งพันคน มีขั้นตอนปฏิบัติต่างๆ เพื่อประกันให้การรักษาพยาบาลเป็นไปตามมาตรฐาน การทำงานมีความซับซ้อนในการดำเนินการเป็นอย่างมาก เนื่องจากการให้บริการรักษาผู้ป่วยแต่ละรายมีผู้เกี่ยวข้องและมีรายละเอียดในการทำงานที่ต้องบูรณาการกันเป็นอย่างดีสอดคล้องประสาน

สำหรับการเข้ารับบริการพื้นฐานในโรงพยาบาลนั้น ผู้ป่วยจะเริ่มรับบริการโดยการลงทะเบียนเพื่อค้นแฟ้มประวัติการรักษา จากนั้นทำการเข้าสู่กระบวนการตรวจคัดกรองและวัดสัญญาณชีวิตต่างๆ เช่น ชีพจร ความดัน เป็นต้น เพื่อเข้ารับการวินิจฉัย และรักษาตามสภาวะของโรคภัยต่างๆ ประวัติการรักษาจะได้รับการบันทึกลงในแฟ้มประวัติ และลงนามโดยผู้ประกอบวิชาชีพในส่วนที่เกี่ยวข้อง จากนั้นเป็นการดำเนินการทางด้านการชำระเงินและจ่ายยา จนจบกระบวนการ ในหลายกรณีการวินิจฉัยและรักษาพยาบาล จะมีความเกี่ยวข้องกับหลายสถานบริการในสถานพยาบาล เช่น การตรวจวินิจฉัยทางรังสีวิทยา การตรวจห้องปฏิบัติการ กายภาพบำบัด เป็นต้น ที่แต่ละสถานบริการจะมีความซับซ้อนแตกต่างกันไปตามกรณีการรักษาที่เป็นเฉพาะ

เมื่อสถานพยาบาลมีขนาดขยายใหญ่เพิ่มมากขึ้น ประกอบด้วยแผนกเฉพาะทางต่างๆ มีการบริการการวินิจฉัยจากแพทย์และบุคลากรที่มีความชำนาญเฉพาะ ที่การทำงานมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามความซับซ้อนในการทำงานเพื่อให้ได้บริการที่ดีนั้น ไม่ได้เพิ่มความสัมพันธ์เชิงเส้น แต่มีการเพิ่มความซับซ้อนแบบทวีคูณที่ส่งผลกระทบต่อค่าบริการ ดังนั้นการคงคุณภาพการบริการให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องใช้งานระบบสารสนเทศ เพื่อ

ประมวลผลข้อมูลในการดำเนินการในส่วนต่างๆ ให้สอดคล้องและลดเวลาในการสืบค้นข้อมูล และประมวลผลวินิจฉัยในจุดต่างๆ

ระบบสารสนเทศในการบริการของสถานพยาบาล เป็นเครื่องมือสำคัญในการเก็บข้อมูลการรักษาพยาบาล เพื่อสืบค้น และแสดงผลตามจุดต่างๆ ที่ให้บริการ อีกทั้งเชื่อมต่อกับเครื่องมือในห้องปฏิบัติการต่างๆ และเครื่องมือแพทย์เฉพาะทาง อีกทั้งรวมถึงการบริหารจัดการด้านการดำเนินการบริการ การบริหารด้านค่าใช้จ่ายในการบริการตามสิทธิประโยชน์ของคนไข้ และการสร้างรายงานในมิติต่างๆ เชิงสาธารณสุข เพื่อเสริมสร้างสุขภาพของประชาชนในปัจจุบัน ระบบสารสนเทศในโรงพยาบาลจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้ ในการดำเนินการประจำวัน

เป้าหมายของการบริการในสถานพยาบาลนั้น มุ่งเน้นที่การรักษาพยาบาลที่มีความถูกต้อง มีมาตรฐาน และคุณภาพการตรวจรักษาที่ดี อีกทั้งประสิทธิภาพในการให้บริการที่มีความรวดเร็ว ผู้ป่วยได้รับบริการที่ดีและลดระยะเวลาในการรอรับบริการ การบริหารจัดการให้ได้ผลลัพธ์นั้นจำเป็นต้องอาศัยการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบโรงพยาบาลทั้งระบบ ส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาการทำงานของระบบโรงพยาบาลและระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล เพื่อวางกรอบของข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์กับการประเมินประสิทธิภาพของการบริหารจัดการระบบงานต่างๆ โดยนำข้อมูลการทำงานมาเชื่อมต่อกับโปรแกรมจำลองระบบโรงพยาบาลที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อทำการจำลองการทำงานและวัดค่าประสิทธิภาพการทำงานต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลเพื่อประกอบพิจารณาการปรับปรุงกระบวนการทำงานในโรงพยาบาลต่อไป

โปรแกรมจำลองการทำงานของโรงพยาบาลในโครงการนี้ เป็นการจำลองการทำงานในระดับของผู้ป่วยกับจุดบริการต่างๆ ที่กระจายอยู่ในโรงพยาบาล โดยไม่ได้ลงไปรายละเอียดถึงกิจกรรมการทำงานภายในสถานบริการ และจำกัดขอบเขตเฉพาะการบริการผู้ป่วยนอกเท่านั้น โปรแกรมทำการจำลองผู้ป่วยตามคุณลักษณะของการเข้ารับบริการ ผ่านไปยังการบริการตามจุดบริการต่างๆ ในโรงพยาบาล ถึงสิ้นสุดการบริการ จากโปรแกรมจำลอง ผู้ประเมินประสิทธิภาพสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้เป็นไปตามสภาพความเป็นจริง หรือปรับค่าตามทางเลือกต่างๆ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อประสิทธิภาพต่อการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่ได้ดำเนินการจากการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ผลที่ได้จากการจำลองจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกทางตัดสินใจ

รายงานฉบับนี้แสดงถึงรายละเอียดของการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจำลองการทำงานของโรงพยาบาล และแสดงผลการประเมินพื้นฐานของโรงพยาบาล ประกอบการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการดำเนินการเมื่อมีผลกระทบในระบบคลังยาต่อคุณภาพการบริการ

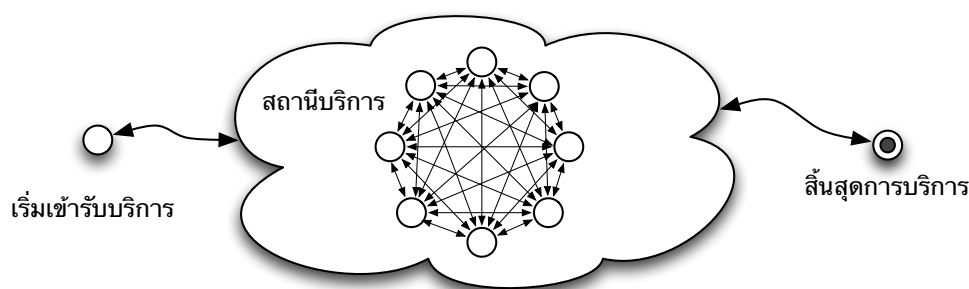
2 ระบบงานโรงพยาบาล

โรงพยาบาลเป็นสถานพยาบาลที่มีการรับผู้ป่วยค้างคืนที่อยู่ภายใต้การควบคุมของภาครัฐ และดำเนินการโดยผู้ประกอบวิชาชีพตามที่กฎหมายกำหนด โรงพยาบาลประกอบด้วยแผนกต่างๆ โดยในเอกสารฉบับนี้เรียกว่า “สถานบริการ” ที่ให้บริการตามจุดต่างๆ แต่ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการจากโรงพยาบาล โรงพยาบาลประกอบด้วยสถานบริการหลักได้แก่ เวชระเบียนผู้ป่วยนอก เวชระเบียนผู้ป่วยใน ห้องตรวจแพทย์ ที่แบ่งไปตามแผนกต่างๆ เช่น

อายุรกรรม, กุมารเวช, สูติ, นรีเวช, ศัลยกรรม, ออร์โธปิดิกส์, จักษุ, ENT, จิตเวช, หัวใจ, ทันตกรรม เป็นต้น และสถานบริการส่งเสริมสุขภาพต่างๆ เช่น ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพและความงาม, ศูนย์เทคโนโลยีช่วยการเจริญพันธุ์, คลินิกบุหรี, เวชศาสตร์ฟื้นฟู เป็นต้น อีกทั้งมีสถานบริการที่มีลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ห้องอุบัติเหตุ-ฉุกเฉิน, ห้องผ่าตัดเล็ก, ห้องผ่าตัด (OR), กายภาพบำบัด, นวดแผนไทย, ห้องเอกซเรย์, ห้องไตเทียม เป็นต้น ส่วนการบริการคนไข้ในจะมีการบริการในลักษณะของ หอผู้ป่วย หรือ Ward ต่างๆ

สถานบริการอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นการบริการส่วนสนับสนุน ได้แก่ สถานบริการด้านการเงินและจ่ายยา ตัวอย่างเช่น สถานบริการ การเงินผู้ป่วยนอก และการเงินผู้ป่วยใน ที่ให้บริการชำระเงิน หลังจากผ่านการตรวจสอบสิทธิเพื่อชำระเงินก่อนการรับยา ที่สถานบริการ ห้องจ่ายยาต่างๆ ที่แบ่งออกตามลักษณะการบริการ เช่น ห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก ห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน เป็นต้น

การบริการของโรงพยาบาลที่ดีนั้น ควรมีความยืดหยุ่นในการบริการ ที่มีการลดข้อจำกัดของการขั้นตอนสามารถเปลี่ยนแปลงลำดับของการบริการได้อย่างเหมาะสมสำหรับแต่ละบริการที่มความต้องการเฉพาะ ลักษณะการบริการสามารถนิยามในระดับสูงได้ในลักษณะของการเริ่มเข้ารับบริการ และรับบริการตามสถานบริการต่างๆ จนสิ้นสุดการบริการ ดังแสดงในรูป 1 ที่ผู้ป่วยเริ่มเข้ารับบริการ ตามสถานบริการต่างๆ จนสิ้นสุดการบริการ

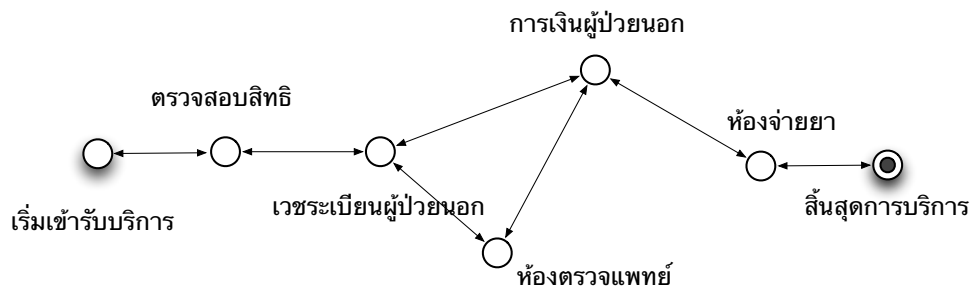


รูปที่ 1: ระบบงานบริการในโรงพยาบาล

3 กระบวนการพื้นฐานของผู้ป่วยนอกในโรงพยาบาล

การเข้ารับบริการของผู้ป่วย ดังแสดงกระแสนการทำงานในรูป 2 ส่วนใหญ่แล้วมีลักษณะของกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน ตัวอย่างเช่นการเข้ารับบริการผู้ป่วยนอกมีลำดับการเข้ารับบริการดังนี้

1. เริ่มเข้ารับบริการ
2. ตรวจสอบสิทธิ
3. เวชระเบียนผู้ป่วยนอก
4. ห้องตรวจแพทย์



รูปที่ 2: กระบวนการพื้นฐานในโรงพยาบาลของการเข้ารับบริการของผู้ป่วยนอก

- (a) ตรวจสอบสัญญาณชีวิต
- (b) วินิจฉัย
- (c) ตรวจทางห้องปฏิบัติการ หัตถการ การตรวจรักษาเฉพาะทาง และ อื่นๆ

5. การเงินผู้ป่วยนอก
6. ห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก
7. สิ้นสุดการบริการ

ปัจจุบันการบริการทางการแพทย์มีลักษณะที่เป็นรัฐสวัสดิการมากขึ้น มีการเบิกค่าใช้จ่ายตรงจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมบัญชีกลางสำหรับสิทธิพนักงานของรัฐ, การเบิกจาก สปสช., ประกันสังคม และอื่นๆ ทำให้การบริหารจัดการเรื่องสิทธิประโยชน์ในการรักษาเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของกระบวนการงาน สถานีบริการ เรื่องการตรวจสอบสิทธิ จึงเข้ามามีบทบาทในกระบวนการเพิ่มขึ้น

ในระบบโรงพยาบาลขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีสถานีบริการมากกว่า 50 สถานี การทำงานส่งต่อผู้ป่วยระหว่างสถานีบริการต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพจริงเป็นข้อพิจารณาสำคัญ ที่จะส่งผลต่อคุณภาพการบริการของโรงพยาบาล

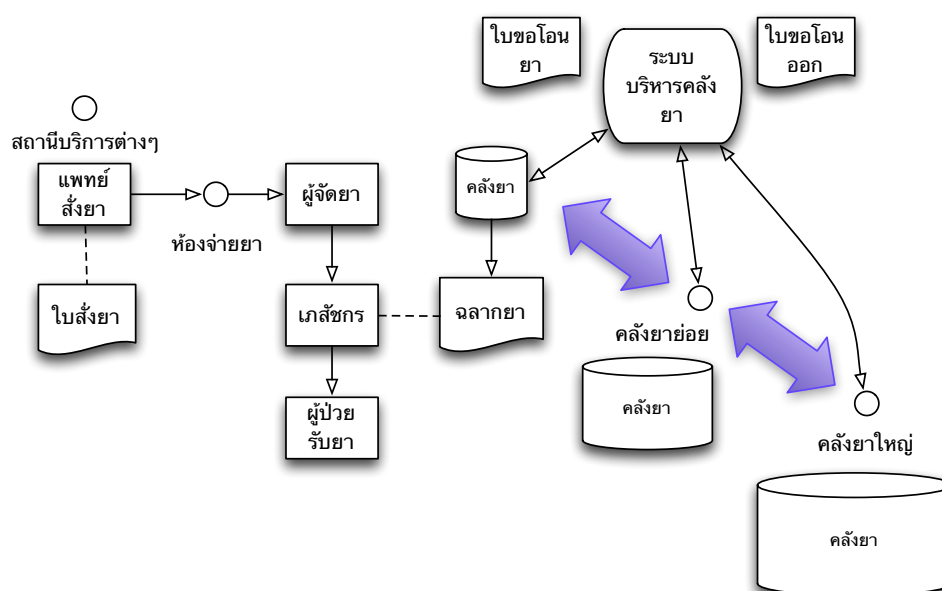
4 ระบบคลังยา

งานด้านเภสัชกรรม เป็นกระบวนการที่เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการบริการทางการแพทย์ของสถานพยาบาล การพัฒนากระบวนการให้มีประสิทธิภาพนั้นจะส่งผลให้การบริการมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น รวมถึงมีความต้องการที่จะลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานให้น้อยที่สุด เพื่อลดผลกระทบต่อผู้รับบริการ การใช้ระบบอัตโนมัติ เพื่อการดำเนินการด้านเภสัชกรรมนั้น สามารถเข้าไปทำงานได้ในหลายส่วน เช่น การจัดยา การพิมพ์สลากยา การส่งยา อย่างไรก็ตาม การนำมาใช้ของระบบอัตโนมัติดังกล่าว จะต้องเสริมกับระบบงานที่เป็นอยู่เดิมของสถานพยาบาล

โดยทั่วไป สถานีบริการที่เกี่ยวข้องกับระบบคลังยาประกอบด้วย คลังยาใหญ่ คลังยาย่อย และห้องยา คลังยาใหญ่เป็นสถานีบริการที่เป็นจุดรับเข้ายาและเวชภัณฑ์ต่างๆ ตามระบบการจัดซื้อและตรวจรับ เพื่อแจกจ่ายไปยัง

คลังยาย่อยที่กระจายไปตามจุดต่างๆ ในโรงพยาบาล การแบ่งคลังยาออกเป็นหลายระดับ เพื่อลดความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บตามจุดบริการ และให้การบริหารจัดการสต็อกยามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในรูป 3

เมื่อผู้ประกอบการวิชาชีพ ทำการสั่งยา หรือเวชภัณฑ์ผ่านระบบสารสนเทศ คำสั่งยาดังกล่าวจะไปปรากฏในห้องยาที่ถูกกำหนดไว้ จากนั้นจะมีผู้จัดยาตามคำสั่ง และเภสัชกรมีหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมอธิบายรายละเอียดการใช้ยาเมื่อผู้ป่วยมารับยา ระบบสารสนเทศจะมีการแจ้งเตือนในกรณีที่มีปริมาณยาต่ำกว่าปริมาณแจ้งเตือนที่ตั้งไว้ เพื่อดำเนินการขอโอนยาจากคลังยาย่อย ปริมาณแจ้งเตือนดังกล่าว สามารถแบ่งออกเป็น “ปริมาณแจ้งเตือนเพื่อขอโอน” และ “ปริมาณแจ้งเตือนปริมาณต่ำวิกฤต” ปริมาณแจ้งเตือนเพื่อขอโอนเป็นการแจ้งเตือนเพื่อดำเนินการโอนยาจากคลังยาต่างๆ ตามระบบการโอนยาปกติ ส่วนปริมาณแจ้งเตือนปริมาณต่ำวิกฤต เป็นการแจ้งเตือนเพื่อให้ดำเนินการใดๆ ตามความเหมาะสมเพื่อให้ได้มาซึ่งยาหรือเวชภัณฑ์ที่มีปริมาณต่ำมาก จนอาจเกิดการติดขัดในการบริการผู้ป่วยได้ ตัวอย่างเอกสารในระบบคลังยาสามารถดูตัวอย่างได้ใน ภาคผนวก ข



รูปที่ 3: การบริหารจัดการระบบคลังยาพื้นฐานในโรงพยาบาล

ระบบคลังยามีรายละเอียดจำแนกประเภทเพื่อบริหารจัดการการจ่ายยาให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้เห็นถึงข้อมูลที่เป็นลักษณะประเภทของการจัดการคลังยา จึงได้นำมาแสดงเป็นตัวอย่างโดยสังเขปดังนี้

ลักษณะประเภท:หมวดรายการ

หมวดรายการยา กำหนดประเภทยาที่ถูกควบคุมการใช้งานตามระดับควบคุมการใช้งาน ตามบทบาทหน้าที่ประกอบวิชาชีพในโรงพยาบาล และการรักษาความลับข้อมูลของผู้ป่วย

- GENERICS

- ยาเคมีบำบัด
- ยาปฏิชีวนะ
- ยา Anti-HIV
- ยาเสพติดให้โทษประเภท 2
- วัตถุออกฤทธิ์ประเภท 2
- วัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทประเภท 4
- เคมีภัณฑ์
- น้ำยาฆ่าเชื้อ

ลักษณะประเภท:การพิมพ์ (Print Type)

การพิมพ์ ระบุถึง ความต้องการในการพิมพ์ฉลากยาเพื่อติด ซอง กล่อง หรือ หีบห่อเพื่อกำกับการใช้ยา

- พิมพ์ 1 ฉลาก
- พิมพ์ตามจำนวน
- ไม่พิมพ์

ลักษณะประเภท:กลุ่มยา

กลุ่มยาเป็นลักษณะประเภทของยาต่างๆ

- ยาเม็ด
- ยาฉีด
- ยาพ่น
- ยาใช้ภายนอก
- ยาหยอดตา
- ยาหยอดหู
- อวัยวะเทียม/อุปกรณ์ในการบำบัดรักษาโรค
- อุปกรณ์

- สารเคมี
- แอลกอฮอล์
- น้ำเกลือ
- ยาฉี

ลักษณะประเภท:ประเภทบัญชียา

ประเภทบัญชียาใช้งานสำหรับประกอบการเบิกจ่าย และการเงิน

- ยาในบัญชียาหลัก
- อาหารทางทางการแพทย์
- ยานอกบัญชียาหลัก
- ยาที่เบิกราชการไม่ได้
- ยาที่ใช้เหตุผลในการจ่าย ต้องออกไปเงื่อนไขการใช้ยา

ลักษณะประเภท:หมวดบัญชียาหลัก

หมวดบัญชียาหลักสำหรับประกอบการเบิกจ่ายตามสวัสดิการภาครัฐ

- นอกบัญชียาหลักแห่งชาติ
- NED(F)
- บัญชีงานสาธารณสุขมูลฐาน
- บช.3
- บัญชี ก
- บัญชี ข
- บัญชี ค
- บัญชี ง
- บัญชี จ(1)
- บัญชี จ(2)
- ยาแผนไทยที่เบิกได้ประเภทที่1

ลักษณะประเภท:หน่วยนับ

หน่วยนับ มีความสำคัญมากในการจัดการคลังยาที่ระบุถึงหน่วยในการถ่ายโอน อย่างไรก็ตาม หน่วยนับมีจำนวนมากกว่า 173 รายการ สามารถดูรายการทั้งหมดได้ใน ภาคผนวก ก

- ครึ่ง
- ซอง
- TANK
- AMPOULE
- BAG
- BOTTLE
- BOX
- CAPSULE
- ... ฯลฯ

ลักษณะประเภท:drugdosageform

drugdosageform แสดงถึงลักษณะการใช้งานของยาต่างๆ ที่มีจำนวนมากกว่า 122 รายการ สามารถดูรายการทั้งหมดได้ใน ภาคผนวก ก

- VISCOUS
- dosage1
- dosage2
- dosage3
- drugdosageform
- TABLETS
- POWDERS
- FC TABLETS
- MODIFIED-RELEASE

- SOFTGEL CAPSULE

- ... ฯลฯ

กระบวนการงานการบริหารจัดการคลังยา มีรายละเอียดอีกมาก รวมถึงกิจกรรมที่ต้องดำเนินการในการกระจายยาต่างๆ จากคลังยาใหญ่ มาคลังยาย่อย และ ห้องจ่ายยาต่างๆ สำหรับทั้งผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และตามสถานบริการต่างๆ ในจุดต่างๆ นี้ ระบบอัตโนมัติต่างๆ สามารถนำมาใช้งานได้ในหลายจุด ตัวอย่างเช่น ในคลังยาใหญ่ สามารถใช้ระบบบริหารคลังสินค้าในการเคลื่อนย้ายยาและเวชภัณฑ์ ที่มีลักษณะเป็นลังหรือกล่องขนาดใหญ่ ส่วนการส่งยาระหว่างคลังยาระดับต่างๆ และระหว่างคลังยาย่อย กับห้องยา สามารถใช้งานระบบ AGV ส่งของระหว่างสถานบริการต่างๆ ได้เช่นเดียวกัน [1] ในห้องยาขนาดใหญ่ สามารถใช้ระบบหุ่นยนต์ในการจัดยาเพื่อแจกจ่ายให้กับผู้ป่วยภายใต้การดูแลกำกับของเภสัชกร ในอุตสาหกรรมระบบบริหารโรงพยาบาลมีผลิตภัณฑ์ระบบอัตโนมัติที่ใช้หุ่นยนต์ในการบริหารจัดการยาและเวชภัณฑ์ต่างๆ อย่างครบวงจร [2] บางโรงพยาบาลได้ขยายครอบคลุมไปถึงการขนส่งอาหารให้แก่ผู้ป่วยโดยใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติ [3] อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าระบบโรงพยาบาลมีความซับซ้อน และระบบคลังยา สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นระบบย่อยระบบหนึ่งในระบบโรงพยาบาลทั้งหมด การวิเคราะห์ การปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบคลังยา ที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของโรงพยาบาลนั้น อาจทำได้เห็นผลได้ยาก ในโครงการนี้ จึงได้พัฒนาโปรแกรมจำลองการทำงานของระบบโรงพยาบาลเพื่อศึกษาถึงผลกระทบดังกล่าว ดังจะได้แสดงในบทต่อไป

5 แบบจำลองระบบงานโรงพยาบาล

ระบบงานโรงพยาบาลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น ทางด้านการบริการผู้ป่วย จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการเพิ่มขึ้นหรือลดลง หรือ อาจมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการ การประเมินประสิทธิภาพของโรงพยาบาลนั้น จะสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และหาวิธีการดำเนินการกับการเปลี่ยนแปลงที่จะกระทำ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดตามเป้าหมายที่วางไว้ การประเมินประสิทธิภาพสามารถทำได้โดยการทดสอบกับระบบจริง อย่างไรก็ตาม ในกรณีทดสอบจริงบางครั้งไม่สามารถทำได้จากข้อจำกัดต่างๆ การประเมินประสิทธิภาพ สามารถดำเนินการได้อีกวิธีหนึ่งโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น วิธีการคำนวณจากทฤษฎีแถวคอย หรือการสร้างแบบจำลองจากห่วงโซ่มาร์คอฟเป็นต้น [5] การประเมินประสิทธิภาพโดยการจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถทำการคำนวณอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการหาแบบจำลองที่มีความถูกต้องและมีรายละเอียดใกล้เคียงกับการทำงานจริงเป็นไปได้ยาก

การจำลองระบบงาน มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในการผลิตอุตสาหกรรม ที่อยู่ในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ต่อมาได้เริ่มมีความสนใจที่จะนำมาใช้ในสถานพยาบาล [6] งานในช่วงแรกของการนำเอาการจำลองคอมพิวเตอร์ในระบบงานโรงพยาบาลได้รับการนำเสนอไว้ใน [7] ความสนใจด้านการจำลองการทำงานของโรงพยาบาลโดยใช้คอมพิวเตอร์นั้น ได้รับความสนใจมากขึ้น เมื่อการทำงานในโรงพยาบาลมีความซับซ้อนสูง ต้องการควบคุม

ค่าใช้จ่าย คุณภาพการรักษา และประสิทธิภาพในการบริการ จึงมีงานที่เกี่ยวข้องกับการจำลองเป็นจำนวนมาก [8], [9]

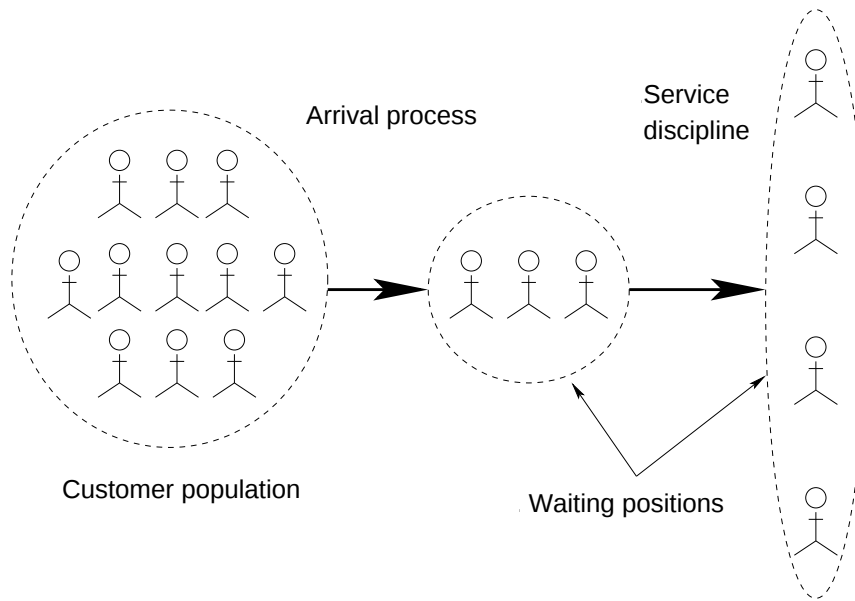
จากเทคนิคการจำลองต่างๆ นั้น การจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง [10] มีความเหมาะสมในการจำลองระบบงาน และได้รับความนิยมใช้ในการจำลองการทำงานของโรงพยาบาล การจำลองระบบงานโรงพยาบาลมีหลายระดับ ตั้งแต่การบริการการเข้าใช้งานบริการ การกำหนดเตียงผู้ป่วย การวางแผนงานด้านการบริการ และเวชภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงการสร้างแบบจำลองการทำงานตามสถานบริการต่างๆ ที่เป็นการวินิจฉัยตรวจรักษา และเป็นสถานบริการสนับสนุน ในงานวิจัย [11] และ [12] ได้มีการแบ่งประเภทของการจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ ในระดับต่างๆ ของโรงพยาบาล ผู้สนใจการจำลองระบบงานโรงพยาบาลสามารถศึกษาเบื้องต้นได้จาก [13] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบัน ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทำให้เราสามารถสร้างโปรแกรมจำลองการทำงานของระบบโรงพยาบาลที่ทำงานซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้เทคนิคการจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง เพื่อวัดค่าต่างๆ ในตัวจำลองมาประเมินการทำงานของโรงพยาบาลต่อไป ระบบสารสนเทศที่ใช้งานอยู่ในระบบโรงพยาบาล มีส่วนสำคัญที่ทำให้การจำลองระบบงานทำได้อย่างมีความถูกต้องยิ่งขึ้นโดยการนำค่าการใช้งานจริง ตามการบริการในจุดต่างๆ มาปรับพารามิเตอร์ให้ได้ผลการจำลองที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ทฤษฎีคิว (Queueing Theory) [5] เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่มีความซับซ้อนสูงมากนัก อย่างไรก็ตามวิธีการของทฤษฎีคิวที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาประจำวันมีเพียงไม่กี่วิธี ในโครงการนี้ทำการจำลองสถานบริการเป็นเครือข่ายการต่อเชื่อมของแถวคอยหรือคิว ในรายงานฉบับนี้คำว่า “แถวคอย” กับ “คิว” จะใช้แทนกันได้ การจำลองเครือข่ายคิวจะช่วยในการหาเวลาที่งานรอรับการบริการอยู่ที่คิวต่างๆในระบบ การจำลองทำได้โดยการสร้างเครือข่ายคิวของระบบงานโรงพยาบาล [14] จากนั้นสร้างโปรแกรมจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายคิวนั้นภายใต้สภาวะต่างๆ เพื่อหาค่าผลรวมของเวลาต่างๆ ที่ได้จะนำมาซึ่งเวลาตอบสนองของระบบ และตัววัดประสิทธิภาพตัวอื่น

ในการบริการของโรงพยาบาล ผู้ป่วยเข้าในการใช้บริการในระบบสามารถแสดงได้ในรูป 4 เป็นการใช้งานสถานบริการ ที่มีจำนวนหน่วยบริการ (Facility) จำนวนหนึ่ง (เช่น ห้องแพทย์ใน OPD อายุรกรรมเป็นต้น) ที่ผู้ป่วยสามารถจะเข้าใช้บริการได้ ถ้าหน่วยบริการกำลังบริการเต็มทุกหน่วย ผู้ป่วยที่เข้ามาใช้งานต้องรออยู่ในคิว ในคำจำกัดความของทฤษฎีคิว ผู้ป่วยมักถูกเรียกว่า “Customer” หรือผู้ใช้งานระบบ

เพื่อจะสามารถวิเคราะห์ระบบได้ เราจำเป็นต้องกำหนดคุณลักษณะของระบบดังต่อไปนี้

1. กระบวนการเข้าใช้ระบบ (Arrival Process): ถ้าผู้ป่วยเข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการ ณ เวลา $t_1, t_2, \dots, t_j$, ตัวแปรสุ่ม $\tau_j = t_j - t_{j-1}$ เรียกว่า “เวลาระหว่างการเข้าใช้งาน” (Interarrival Time) โดยทั่วไป การวิเคราะห์ของทฤษฎีการเข้าคิวจะสมมุติว่า τ_j เป็นลำดับของตัวแปรสุ่มที่ไม่ขึ้นอยู่ด้วยกัน ที่มีการกระจายเหมือนกัน (Independent and Identically Distributed (IID)) กระบวนการเข้าใช้งาน (Arrival Process) ที่ใช้มากที่สุดเรียกว่า การเข้าใช้งานแบบพัชอง (Poisson arrivals) ที่เป็น IID และมีการกระจายแบบ exponential การกระจายแบบอื่นเช่น Erlang และ Hyperexponential มีการใช้บ้าง



รูปที่ 4: การบริการของสถานบริการในโรงพยาบาล

2. การกระจายของเวลาบริการ (Service Time Distribution): ปริมาณที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ เวลาที่ผู้ป่วยเข้าใช้งานสถานบริการ ช่วงเวลาดังกล่าวเรียกว่าเวลาบริการ (Service Time) โดยทั่วไปเวลาบริการจะสมมุติให้เป็นตัวแปรสุ่ม ที่เป็น IID และมักใช้การกระจายแบบ Exponential การกระจายแบบอื่นเช่น Erlang และ Hyperexponential มีการใช้บ้าง ใน [17] ได้มีการทำ Distribution Fitting แล้วพบว่าบางสถานบริการ การกระจายแบบ Weibull มีความเหมาะสมมากกว่า แต่ไม่ทุกกรณี
3. จำนวนหน่วยบริการ (Number of Servers): ในสถานบริการ อาจมีจำนวนหน่วยบริการมากกว่าหนึ่ง ซึ่งทุกหน่วยถือเป็นส่วนประกอบของระบบคิว หน่วยบริการในคิวเดียวกันจะเป็นหน่วยที่เหมือนกัน และ หน่วยบริการจะสามารถบริการผู้ป่วยใดๆ ก็ได้ ถ้าหน่วยบริการไม่เหมือนกันจำเป็นต้องแบ่งออกเป็นคิวต่างหาก และพิจารณาหน่วยบริการที่เหมือนกันเป็นคิวเดียวกัน ระบบโรงพยาบาล มีความน่าสนใจเป็นพิเศษ เมื่อพิจารณาระบบการนัดคนไข้ และแพทย์เจ้าของไข้ที่มีความเชื่อมโยงของหน่วยบริการและผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม กรณีดังกล่าว ยังไม่นำมาจำลองในงานนี้
4. ขนาดของระบบ (System Capacity): จำนวนที่มากที่สุดของผู้ป่วยที่สามารถเข้ามาอยู่ในพื้นที่ทั้งหมด คือ “ขนาดของระบบ” ทั้งนี้รวมถึงผู้ป่วยที่กำลังใช้บริการในสถานบริการอยู่ และผู้ป่วยที่รอการใช้งานอยู่ โดยทั่วระบบจะมีขนาดที่จำกัด อย่างไรก็ตามถ้าระบบมีขนาดใหญ่ประมาณค่าหนึ่ง เรามักจะสมมุติว่ามีขนาดเป็นอนันต์ เพื่อให้สามารถคำนวณได้ง่ายขึ้น

ขนาดของระบบรวม-งานที่กำลังรับบริการ และ งานที่รอรับบริการอยู่

5. ขนาดประชากร (Population Size): ขนาดประชากรของตัวอย่าง ของโรงพยาบาลคือ จำนวนผู้ป่วยที่มีสิทธิในการใช้บริการจากโรงพยาบาลดังกล่าว ในทางเป็นจริงจำนวนของประชากรมีขนาดจำกัด แต่ถ้ามีประชากรจำนวนมาก เรามักจะสมมุติให้มีขนาดของประชากรเป็นอนันต์ เพื่อให้สามารถคำนวณได้ง่าย

6. รูปแบบการบริการ (Service Discipline):

การเลือกลำดับของผู้ป่วยในการเข้ารับบริการในห้องปฏิบัติการเรียกว่า “รูปแบบการบริการ”

รูปแบบการบริการที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายมากที่สุดเป็นแบบ “มาก่อนรับบริการก่อน” หรือ First Come First Served (FCFS) ตัวอย่างรูปแบบบริการอื่นได้แก่

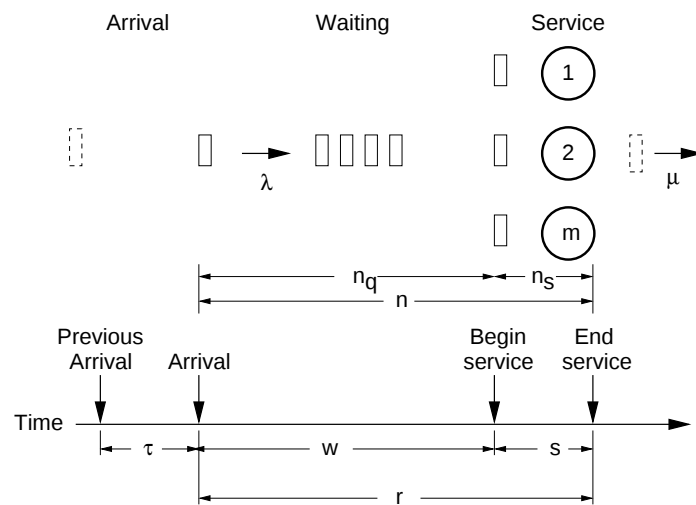
- (a) Last Come, First Served (LCFS)
- (b) Last Come, First Served with Preempt and Resume (LCFS-PR)
- (c) Round-Robin (RR)
- (d) Processor Sharing (PS)
- (e) Infinite Server (IS) หรือ Delay Center
- (f) Shortest Processing Time first (SPT)
- (g) Shortest Remaining Processing Time first (SRPT)
- (h) Shortest Expected Processing Time first (SERPT)
- (i) Biggest In, First Serve (BIFS)
- (j) Loudest Voice, First Served (LVFS)

ในการระบบชนิดของคิว เรามักจะใช้สัญกรณ์ของ Kendall ในรูปของ $A/S/m/B/K/SD$ โดยแต่ละตัวอักษรแสดงถึงพารามิเตอร์ที่ได้กล่าวมา โดยที่ A : ได้แก่ กระบวนการเข้าใช้ระบบ (Arrival Process), S : ได้แก่ การกระจายของเวลาบริการ (Service Time Distribution), m : ได้แก่ จำนวนเครื่องบริการ (Number of Servers), B : ได้แก่ ขนาดของระบบ (System Capacity), K : ได้แก่ ขนาดประชากร (Population Size), SD : ได้แก่ รูปแบบการบริการ (Service Discipline) โดยที่ การกระจายของกระบวนการเข้าใช้ระบบ และเวลาบริการมักจะแสดงโดยตัวอักษรดังต่อไปนี้ M : Exponential, E_k : Erlang with parameter k , H_k : Hyperexponential with parameter k , D : Deterministic, G : General

การกระจายแบบ Exponential แสดงโดยตัวอักษรย่อ M ที่ย่อมาจาก Memoryless หรือไม่มีความจำ ถ้าระยะเวลาระหว่างการเข้าใช้ระบบ τ มีการกระจายแบบ Exponential ด้วยค่าเฉลี่ย $1/\lambda$ ค่าคาดหวัง (ค่าเฉลี่ย) ของการเข้าใช้ระบบครั้งต่อไปจะเป็น $1/\lambda$ เสมอ ไม่ขึ้นอยู่กับเวลาการเข้าใช้ระบบในครั้งก่อนหน้า คุณสมบัติดังกล่าวเรียกว่า Memoryless ข้อมูลการเข้าใช้ระบบในอดีตไม่สามารถช่วยในการคาดหวังการเข้าใช้ระบบในอนาคตได้

ตัวอย่าง: $M/M/3/20/1500/FCFS$ แสดงถึงระบบคิวที่มี เวลาระหว่างการเข้าใช้ระบบของงาน มีการกระจายแบบ Exponential, เวลาในการบริการ มีการกระจายแบบ Exponential, มีหน่วยบริการในการบริการ 3 ชุด, ระบบคิวมีบัฟเฟอร์สำหรับงาน 20 งาน ประกอบด้วย 3 ที่สำหรับเก็บงานที่กำลังรับบริการอยู่ และอีก 17 ที่สำหรับงานที่กำลังรอรับบริการ เมื่อจำนวนงานที่อยู่ในระบบมีจำนวนเท่ากับ 20 งาน งานที่เข้ามาใหม่จะไม่ได้รับบริการเนื่องจากบัฟเฟอร์เต็ม เรียกว่างานหายไป, มีจำนวนงานทั้งหมด 1500 งานที่จะสามารถเข้าใช้บริการได้, การบริการเป็นแบบ First Come, First Served.

ตัวแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์ระบบคิวเดียว และอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในรูป 5 แสดงตัวแปรหลักๆ ในระบบคิว โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 5: ตัวแปรสุมที่สำคัญในการวิเคราะห์ระบบคิว

- λ = ค่าเฉลี่ยของเวลาการเข้าใช้ระบบ (Mean Arrival Time) ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับสถานะของระบบ เช่นจำนวนผู้ป่วยในระบบ
- s = เวลาที่ใช้ในการบริการผู้ป่วยหนึ่งงาน
- μ = ค่าเฉลี่ยอัตราการบริการต่อหนึ่งเครื่องการบริการ (Mean Service Rate per Server) $\mu = 1/E[s]$ ค่าอัตราการบริการของ m เครื่องมีค่าเท่ากับ $m\mu$
- n = จำนวนผู้ป่วยทั้งหมดในระบบ เรียกว่า “ความยาวของคิว” (Queue Length) ความยาวของคิวรวมถึงผู้ป่วยที่กำลังรับบริการอยู่ และผู้ป่วยที่กำลังรอรับบริการอยู่
- n_q = จำนวนผู้ป่วยที่กำลัง “รอ” รับบริการอยู่ ซึ่งจะต้องน้อยกว่า n ที่รวมถึงผู้ป่วยที่กำลังรับบริการอยู่
- n_s = ผู้ป่วยที่กำลัง “รับบริการ” อยู่
- r = เวลาตอบสนอง (Response Time) หรือ เวลาที่ใช้ในระบบ ซึ่งรวมถึง เวลาที่ใช้ในการรอรับบริการ และเวลาที่รับบริการ
- w = เวลารอ (Waiting Time) คือเวลาที่รอรับบริการอยู่ในคิว นับจากเริ่มเข้าใช้ระบบถึงเวลาที่เริ่มได้รับบริการ

โดยที่ “ความยาวของคิว” (Queue Length) คือ ความยาวของคิวรวมถึง-ผู้ป่วยที่กำลังรับบริการอยู่ และผู้ป่วยที่กำลังรอรับบริการอยู่ ไม่ใช่เพียงจำนวนผู้ป่วยที่รอรับบริการอยู่เท่านั้น รวมถึงผู้ป่วยที่กำลังรอรับบริการอยู่ด้วย

1. สภาวะเสถียร (Stability Condition):

ระบบที่ไม่เสถียร คือระบบที่มีโอกาสที่จำนวนผู้ป่วยในระบบเพิ่มขยายขึ้นเป็นอนันต์ สภาวะของระบบคิวที่เสถียร คือระบบที่อัตราการเข้าใช้ระบบ น้อยกว่าอัตราการให้บริการของระบบ

$$\lambda < m\mu \quad (1)$$

2. จำนวนในระบบเทียบกับจำนวนในคิว:

จำนวนผู้ป่วยในระบบคิว เท่ากับผลรวมของจำนวนผู้ป่วยในคิวที่รอรับบริการ รวมกับจำนวนผู้ป่วยที่กำลังรับบริการ

$$n = n_q + n_s \quad (2)$$

ค่า n , n_q , และ n_s เป็นตัวแปรสุ่ม จากความสัมพันธ์ดังกล่าว ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยจะเท่ากับ

$$E[n] = E[n_q] + E[n_s] \quad (3)$$

ค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดในระบบ เท่ากับผลรวมของค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ป่วยที่รอรับบริการ และค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ป่วยที่กำลังรับบริการ

ถ้าอัตราการให้บริการของเครื่องบริการไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ป่วยที่รออยู่ในคิว เราจะได้

$$Cov(n_q, n_s) = 0 \quad (4)$$

และ

$$Var[n] = Var[n_q] + Var[n_s] \quad (5)$$

คือความแปรปรวนของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดในระบบ เท่ากับผลรวมของความแปรปรวนของจำนวนผู้ป่วยที่รอรับบริการ และความแปรปรวนของจำนวนผู้ป่วยที่กำลังรับบริการ

3. จำนวนผู้ป่วยในระบบเทียบกับเวลา:

ถ้าผู้ป่วย “ไม่มี” การสูญหายไปจากระบบ -จำนวนผู้ป่วยในระบบมีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองดังต่อไปนี้

$$\text{Mean number of patients in system} = \text{arrival rate} \times \text{mean response time} \quad (6)$$

$$\text{Mean number of patients in queue} = \text{arrival rate} \times \text{mean waiting time} \quad (7)$$

สมการ 6 และ 7 คือสมการกฎของ Little

4. เวลาที่ใช้ในระบบเทียบกับเวลาที่รออยู่ในคิว

เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบคิว แสดงในรูป 5 เท่ากับผลรวมของเวลาที่ผู้ป่วยรอการบริการ และ เวลาที่ผู้ป่วยกำลังรับการบริการ

$$r = w + s \quad (8)$$

ค่า r , w , และ s เป็นตัวแปรสุ่ม จากความสัมพันธ์ดังกล่าว ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยจะเท่ากับ

$$E[r] = E[w] + E[s] \quad (9)$$

ค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองของระบบ เท่ากับผลรวมของค่าเฉลี่ยของจำนวนเวลาที่รอรับบริการ และค่าเฉลี่ยของเวลาที่รับบริการ

ถ้าอัตราการให้บริการของเครื่องบริการไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ป่วยที่รออยู่ในคิว เราจะได้

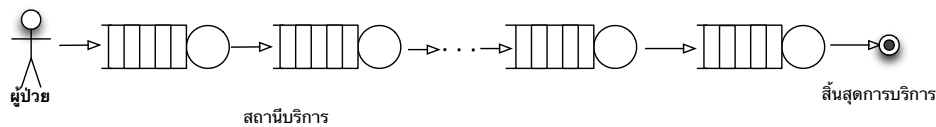
$$Cov(w, s) = 0 \quad (10)$$

และ

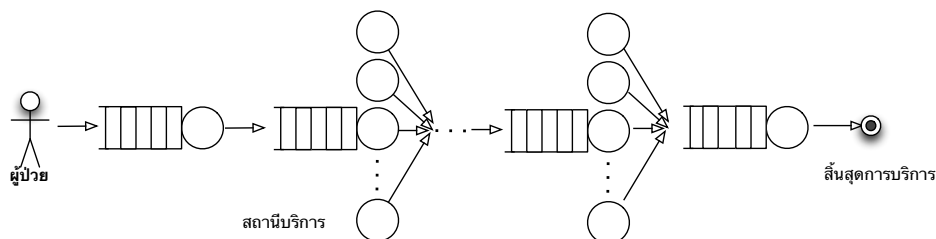
$$Var[r] = Var[w] + Var[s] \quad (11)$$

คือความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในระบบ เท่ากับผลรวมของความแปรปรวนของเวลาที่รอรับบริการ และความแปรปรวนของเวลาที่รับบริการ

พื้นฐานของการจำลองระบบโรงพยาบาลสามารถทำได้ดังแสดงรูปที่ 6 โดยจำลองการเข้ารับบริการของผู้ป่วยที่เข้ามารับการบริการในแถวคอยต่างๆ ตามสถานบริการของโรงพยาบาล การจำลองสถานการณ์การบริการของโรงพยาบาลทำโดยใช้แถวคอยที่มีลักษณะเป็นคิวเดียว หรือเรียกว่า แถวคอยแบบ M/M/1 ในกรณีที่ที่การบริการมากกว่าหนึ่งหน่วยบริการในสถานบริการเดียวกัน สามารถจำลองโดยใช้แถวคอยแบบหลายหน่วยบริการหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าแถวคอยแบบ M/M/m ดังแสดงในรูป 7



รูปที่ 6: ระบบการบริการในโรงพยาบาล จำลองสถานการณ์การบริการโดยใช้ แถวคอยแบบ M/M/1



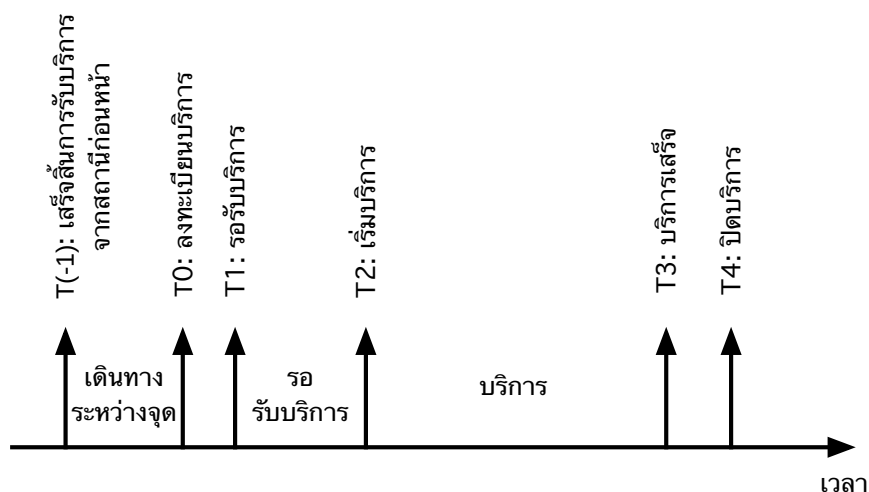
รูปที่ 7: ระบบการบริการในโรงพยาบาล จำลองสถานการณ์การบริการโดยใช้ แถวคอยแบบ M/M/m

การจำลองการทำงานในเบื้องต้น สามารถทำได้โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์บริการที่มีอยู่ในโรงพยาบาล จากนั้นกำหนดลักษณะภาระงานต่างๆ กันของสถานบริการต่างๆ และสร้างกระแสการเข้าใช้บริการของสถานบริการต่างๆ ของผู้ป่วย เพื่อวัดค่าการบริการต่างๆ เพื่อประเมินประสิทธิภาพดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวต่อไป

6 ภาระงานของสถานบริการ

สถานบริการมีหน้าที่ในการบริการผู้ป่วยตามกิจกรรมต่างๆ ในการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาล ตัวอย่างของสถานบริการ ได้แก่ เวชระเบียน, ห้องตรวจแพทย์, ห้องยา และการเงิน ดังได้แจกแจงในบทก่อนหน้านี้ พารามิเตอร์ต่างๆ ที่กำหนดคุณลักษณะของการบริการประกอบด้วย ระยะเวลาที่ใช้ในการบริการผู้ป่วย, จำนวนหน่วยบริการในสถาน, ขนาดของบริเวณที่สามารถรับผู้ป่วยในการรอรับบริการ โดยค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เหล่านี้ สามารถเก็บรวบรวมจากการบริการจริง ซึ่งระบบสารสนเทศในระบบโรงพยาบาลจะเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเก็บรวบรวมค่าบริการต่างๆ ได้มาก

รูป 8 แสดงลำดับการบริการของสถานบริการ เริ่มจาก $T(-1)$ ที่บันทึกไว้เมื่อผู้ป่วยได้รับการบริการเสร็จสิ้นจากสถานีก่อนหน้า หรือเป็น T_4 ของสถานที่บริการก่อนหน้านั้นเอง เมื่อบริการเสร็จสิ้น ผู้ป่วยเคลื่อนย้ายระหว่างจุดบริการที่ถูกกำหนดโดย ค่าเวลา $T_0 - T(-1)$ เมื่อผู้ป่วยเดินทางมาถึงเริ่มลงทะเบียนที่จุดบริการที่เวลา T_0 และดำเนินการจัดการด้านการลงทะเบียนในค่าเวลา $T_1 - T(0)$ จากนั้น รอรับบริการระหว่างช่วงเวลา $T_2 - T_1$ สถานบริการเริ่มบริการผู้ป่วยที่เวลา T_2 และสิ้นสุดบริการที่เวลา T_3 จากนั้นมีเวลาในการปิดงานการบริการรายการนี้ในช่วง $T_3 - T_4$



รูปที่ 8: ลำดับการบริการของสถานบริการตามช่วงเวลาต่างๆ เริ่มจากการลงทะเบียนถึงปิดบริการในสถานีนั้น

ในการจำลองการดำเนินการของโรงพยาบาล ค่าเวลาในช่วงต่างๆ สามารถพิจารณาได้ดังนี้

- **ค่าเวลาเคลื่อนย้ายระหว่างสถานบริการ $T_0 - T(-1)$ (T_t):** ช่วงเวลาการดำเนินการสามารถประมาณได้จากค่าเฉลี่ยของการเดินทางระหว่างจุดบริการสองจุด ซึ่งอาจเป็นค่าคงที่หรือจำลองด้วยการกระจายแบบปกติที่มีการกระจายไม่มากนัก ในกรณีที่มีการเดินทางหลายลักษณะ สามารถสร้างแบบจำลองให้มีค่าหลายยอด และจำลองค่าเฉลี่ยและการกระจายของข้อมูลตามประเภทของการเดินทาง
- **ค่าเวลาดำเนินการในการลงทะเบียนที่จุดบริการ $T_1 - T_0$:** เมื่อผู้ป่วยเดินทางมาถึงจุดบริการจะมีเริ่ม

จากการลงทะเบียนรับบริการ ระหว่างลงทะเบียนผู้รับลงทะเบียนดำเนินการตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้อง มีระบบสารสนเทศบางระบบสามารถลดระยะเวลาในส่วนนี้ไปได้มาก จากการใช้งานระบบงาน และการลงทะเบียนอัตโนมัติผ่านระบบคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เสริมอื่นๆ เช่น RFID [15]

- **ค่าเวลารับบริการ $T_2 - T_1$ (T_w):** ระหว่างลงทะเบียนแล้วผู้ป่วยรอรับบริการที่จุดบริการนั้นๆ ที่ระยะเวลารับบริการนี้ ในการบริการโรงพยาบาลมีเป้าหมายที่จะลดเวลาการรอให้น้อยลงที่สุด
- **ค่าเวลาที่ใช้ในการบริการ $T_3 - T_2$ (T_s):** ค่าเวลาที่ได้รับการบริการนั้น สามารถวัดได้จากการเริ่มรับบริการถึงสิ้นสุดการบริการของสถานบริการหนึ่งๆ โดยทั่วไปสามารถจำลองค่าเวลาในการบริการได้จากการกระจายแบบ Exponential ที่มีอัตราการบริการตามค่าเฉลี่ยที่วัดมาจากการบริการจริงในหน่วยบริการที่สถานบริการนั้นๆ
- **ค่าเวลาในการปิดงานบริการ $T_4 - T_3$:** ช่วงเวลานี้เป็นช่วงเวลาในการดำเนินการเชิงการบันทึกข้อมูลประกอบในการบริการเพื่อปิดการบริการในสถานหนึ่งๆ

จากการนิยามช่วงค่าเวลาขั้นต้น ถ้าระบบสารสนเทศสามารถวัดค่าเวลาต่างๆ จะสามารถนำมาคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อเป็นบรรทัดฐานในการจำลองการทำงาน โดยค่าเวลาของกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ในการจำลองมีดังต่อไปนี้ เวลาลงทะเบียน (T_0), เวลาเริ่มบริการ (T_2), และ เวลาบริการเสร็จ (T_3) ดังนั้นถ้าระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลสามารถบันทึกค่าเวลาดังกล่าว หรือค่าที่ใกล้เคียงมาได้จะทำให้แบบจำลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

7 การบันทึกธุรกรรมบริการตามสถานบริการ

การจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่องของระบบโรงพยาบาลนั้น นอกจากโปรแกรมจำลองแล้ว จำเป็นต้องมีพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่กระแสไหลของผู้ป่วยที่เข้าใช้บริการโรงพยาบาล ที่เริ่มจากผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการตามสถานต่างๆ จนถึงสิ้นสุดการบริการ และคุณลักษณะของการสถานบริการต่างๆ เช่น จำนวนหน่วยบริการ ระยะเวลาในการบริการ (T_s) การกระจายทางสถิติของค่าเฉลี่ยต่างๆ ที่วัดได้จากการทำงานจริง ขั้นตอนการตรวจรักษานั้น มีหลายกรณีที่ไม่เป็นไปตามการตรวจรักษาตามลำดับมาตรฐานของโรงพยาบาล อีกทั้งการเก็บค่าเวลาในการทำงานต่างๆ เช่น T_s ทำได้ยาก และใช้เวลา ในโครงการนี้ จึงได้เสนอกรอบการบันทึกกิจกรรมบริการตามสถานบริการเพื่อนำมาคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการจำลอง ถ้าระบบสารสนเทศรองรับการบันทึกธุรกรรมต่างๆ จะส่งผลให้การจำลองทำได้อย่างรวดเร็ว และมีความใกล้เคียงกับการทำงานจริงมากขึ้น

การบริการในโรงพยาบาล มีกระแสของการบริการพื้นฐาน ดังแสดงในรูป 2 เราสามารถกำหนดการบันทึกการบริการได้โดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. หมายเลขกำกับ (id)

2. หมายเลขการเข้ารับบริการ (Visiting Number, vn): เป็นหมายเลขเฉพาะการบริการของผู้ป่วยในการรับบริการหนึ่งๆ ที่เป็นหมายเลขที่ได้รับหลังจากการลงทะเบียนเข้ารับบริการ
3. ลำดับสถานีเข้ารับบริการ (Service Count, sc): ระบุถึงลำดับการเข้ารับบริการตามหมายเลขการเข้ารับบริการนั้นๆ
4. เวลา (Time Stamp, ts): เวลาที่ทำการบันทึก
5. สถานีก่อนหน้า (Previous Station, ps): สถานีบริการก่อนหน้า โดยสถานีบริการแรกได้แก่ “สถานีหน้าโรงพยาบาล” ก่อนเข้ารับบริการตามสถานีจริง เมื่อเข้ามาในกระแสการบริการแล้ว ค่านี้จะแสดงถึงความสัมพันธ์เข้าออกระหว่างสถานีบริการต่างๆ
6. สถานีปัจจุบัน (Current Station), cs: สถานีที่ผู้ป่วยรับบริการอยู่ในปัจจุบัน
7. กิจกรรมการบริการ (Service Activity, sa): กิจกรรมในการบริการประกอบด้วย: ลงทะเบียน (start), รอรับบริการ, รับบริการ (inServe), บริการเสร็จสิ้น (done), และ ปิดบริการ

ดังนั้น ในกิจกรรมต่างๆ ของโรงพยาบาล ถ้าระบบสารสนเทศสามารถบันทึกกิจกรรมในธุรกรรมต่างๆ ที่ดำเนินการในขั้นตอนตรวจรักษา ที่นิยามอยู่ในรูปแบบของชุดข้อมูลเจ็ดลำดับของ $ht = (id, vn, sc, ts, ps, cs, sa)$ ซึ่งในกระบวนการบันทึกข้อมูลในระบบสารสนเทศมีการบันทึกอยู่แล้วในหลายส่วน การจำลองระบบโรงพยาบาลในโครงการนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลขนาดกลาง ตามรูปแบบดังกล่าว ในกรณีที่ระบบสารสนเทศ ไม่สามารถบันทึกธุรกรรมที่ระบุกิจกรรมของผู้ป่วยในระบบการรักษาพยาบาลได้ทั้งหมด ระบบติดตามและระบุตำแหน่งของผู้ป่วยในโรงพยาบาล [16] จะสามารถเสริมในส่วนนี้ได้

8 การหาพารามิเตอร์ในจำลองระบบงานโรงพยาบาล

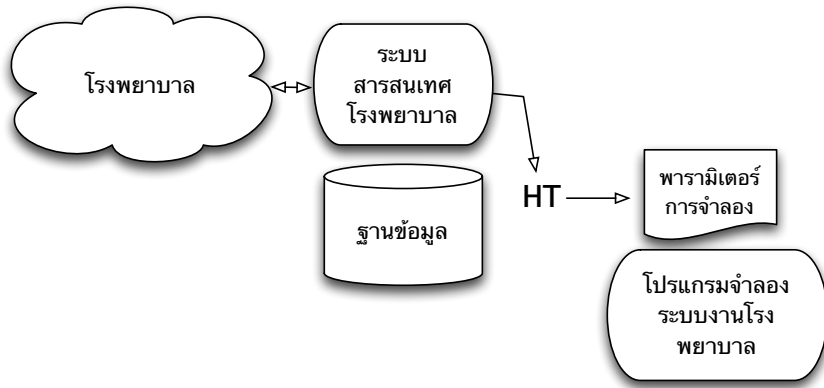
ระบบโรงพยาบาล ประกอบด้วยสถานีบริการ (Service Station SS) จำนวน N สถานี แต่ละสถานีมีคุณลักษณะตามข้อมูลสามลำดับได้แก่ $SS = (id, m, q, serviceDiscipline)$ โดย id เป็นหมายเลขกำกับของสถานบริการ SS , m เป็นจำนวนหน่วยบริการในสถานีบริการ, q เป็นจำนวนบริเวณพักคอยรับบริการของสถานีบริการนั้นๆ, และ $serviceDiscipline$ เป็นการกำหนดเวลาของการรับบริการตามลักษณะการบริการของแต่ละสถานี

การดำเนินการของโรงพยาบาลสามารถบันทึกธุรกรรมในกิจกรรมต่างๆ ระหว่างผู้ป่วยกับสถานีบริการได้จากระบบสารสนเทศหรือวิธีการอื่นในรูปแบบข้อมูลของ HT เพื่อนำมาคำนวณพารามิเตอร์ของการจำลอง ดังแสดงในรูป 9 เซ็ต HT สามารถนำมาเป็นข้อมูลเรียงลำดับของการทำงาน (Trace) ที่สามารถนำมาใช้ในการจำลองเหตุการณ์ของการเข้าใช้บริการสถานพยาบาลของผู้ป่วย โดยนำเอาข้อมูลในอดีตมาจำลองในโปรแกรมสำหรับการกำหนดเวลาที่ผู้ป่วยมาถึงหน้าโรงพยาบาล อย่างไรก็ตามการจำลองในรายงานนี้ ใช้วิธีคำนวณค่า Interarrival

Time จากจำนวนผู้ป่วยต่อวัน และกำหนดให้มีคุณลักษณะการเข้าใช้บริการแบบ IID ที่มีการกระจายแบบ Exponential

การกำหนดลำดับการเข้าใช้สถานบริการต่างๆจาก HT ทำให้สองลักษณะ วิธีแรก เราสามารถนำเอาเซตย่อยของ HT ที่มี vn เดียวกัน และนำ $\{cs_i \subset ht_i\}$ สำหรับทุกค่า ht ที่มี vn เดียวกัน และนำมารวมกันจะได้กระแสการไหลของผู้ป่วยในโรงพยาบาล $PF_i = \{ss_0, ss_x, \dots, ss_{N-1}\}$ ที่กำหนดการเข้าใช้สถานพยาบาลของผู้ป่วยตาม vn_i โดยกระแสของการใช้งานสถานบริการดังกล่าว สามารถนำมาใช้เป็นเรียงลำดับของการทำงานของเครื่องจำลองเช่นเดียวกัน อีกวิธีหนึ่งของการจำลองกระแสการใช้งานสถานบริการ สามารถคำนวณค่าเมทริกซ์ความน่าจะเป็นของการถ่ายโอนระหว่างสถานบริการ ในบทนี้เป็นการแจกแจงวิธีการหาค่าเฉลี่ยของการบริการ และเมทริกซ์ความน่าจะเป็นของการถ่ายโอนระหว่างสถานบริการ เพื่อเป็นพารามิเตอร์ของการจำลอง

กำหนดให้ (T_o) เป็นช่วงเวลาเฝ้าสังเกตที่ได้นั้นที่ ht โดยกำหนดให้จำนวน ht มีค่าเท่ากับ M ชุดกรรม ที่รวบรวมเป็นเซตของชุดกรรม $HT = \{ht_0, ht_1, ht_2, \dots, ht_M\}$



รูปที่ 9: การเก็บค่าการดำเนินการในโรงพยาบาลเพื่อนำมาคำนวณพารามิเตอร์ของการจำลอง

ค่าเฉลี่ยของการบริการ T_s ของสถานบริการ i สามารถคำนวณได้จากขั้นตอนวิธี 1 โดยเริ่มจากการค้นหา ht ที่เป็นชุดกรรมย่อยในการลงทะเบียนเริ่มรับบริการที่จุดบริการ i จากนั้นทำการค้นหา ht ที่มีสถานะเสร็จการบริการที่เป็นชุดกรรมย่อยในการบริการครั้งเดียวกันและคำนวณค่าเวลาในการบริการ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของเวลาทั้งหมด ก็จะได้ค่าเฉลี่ยของการบริการ T_s ที่สามารถนำมาเป็นบรรทัดฐานในการตั้งค่าในแบบจำลอง ในลักษณะเดียวกัน ค่าเฉลี่ยของการรอรับบริการ T_w จาก HT ของสถานบริการ i สามารถคำนวณได้จากขั้นตอนวิธี 2

ให้ Ptr เป็นเมทริกซ์ ขนาด $N \times N$ โดย $Ptr(i, j)$ เป็นความน่าจะเป็นที่ผู้ป่วยจะย้ายจากสถานบริการ i ไปยังสถานบริการ j เมื่อเสร็จการรับบริการที่สถานบริการ i กำหนดให้สถานะ 0 เป็นทางเข้าโรงพยาบาล และ เป็นทางออกจากโรงพยาบาล $(N - 1)$ เราสามารถใช้ Ptr ในการจำลองการดำเนินการของโรงพยาบาลโดยการหาค่าความน่าจะเป็นในการถ่ายโอนผู้ป่วยจากสถานบริการ i ไปยังสถานบริการ j จากข้อมูล HT ที่ได้เก็บรวบรวมมาจากการทำงานจริง จากชุดกรรมต่างๆ ที่บันทึกไว้ใน ht ค่าความน่าจะเป็นในการถ่ายโอนสามารถคำนวณได้จากจำนวนครั้งของการถ่ายโอนไปยัง สถานต่อไป j หารด้วยจำนวนการเข้าใช้บริการทั้งหมดที่สถาน i ค่านี้จะแสดง

ถึงความสัมพันธ์เข้าออกระหว่างสถานีบริการต่างๆ เมทริกซ์ Ptr สามารถคำนวณได้จากขั้นตอนวิธี 3

Data:

HT : Healthcare Transaction Activities

T_{si} : Mean service time for service station i

$serviceTime$: Service time for an ht at station i

$accumTs$: Accumulative service time

$numOfServe$: Number of services

Result: T_{si}

initialization;

begin

$accumTs \leftarrow 0$;

$numOfServes \leftarrow 0$;

for $j \leftarrow 0; j < M; j++$ **do**

if $ht_j.cs == i$ **and** $ht_j.sa == start$ **then**

for $k \leftarrow 0; k < M; k++$ **do**

if $ht_k.cs == i$ **and** $ht_j.vn == ht_k.vn$ **and** $ht_j.sc == ht_k.sc$ **and** $ht_k.sa == done$

then

$serviceTime = ht_k.ts - ht_j.ts$;

$numOfServe++$;

$accumTs += serviceTime_i$;

end

end

end

end

$T_{si} = accumTs / numOfServe$;

end

Algorithm 1: ขั้นตอนวิธี คำนวณค่าเฉลี่ยของการบริการ T_s จากเซตของธุรกรรม HT ที่บันทึกได้จากระบบการทำงานของโรงพยาบาลจริง

Data:

HT : Healthcare Transaction Activities

T_{wi} : Mean waiting time for service station i

$waitingTime$: waiting time for an ht at station i

$accumTw$: Accumulative waiting time

$numOfServe$: Number of services

Result: T_{wi}

initialization;

begin

$accumTw \leftarrow 0$;

$numOfServes \leftarrow 0$;

for $j \leftarrow 0; j < M; j++$ **do**

if $ht_j.cs == i$ **and** $ht_j.sa == start$ **then**

for $k \leftarrow 0; k < M; k++$ **do**

if $ht_k.cs == i$ **and** $ht_j.vn == ht_k.vn$ **and** $ht_j.sc == ht_k.sc$ **and** $ht_k.sa == inServe$

then

$serviceTime = ht_k.ts - ht_j.ts$;

$numOfServe++$;

$accumTw += waitingTime_i$;

end

end

end

end

$T_{wi} = accumTw / numOfServe$;

end

Algorithm 2: ขั้นตอนวิธี คำนวณค่าเฉลี่ยของการบริการ T_w จากเซตของธุรกรรม HT ที่บันทึกได้จากระบบการทำงานของโรงพยาบาลจริง

Data: HT : Healthcare Transaction Activities

$numServe[]$: a vector of N elements

Result: Ptr

initialization;

$Ptr[i, j] \leftarrow 0; \forall i, j < N;$

$numServe[i] \leftarrow 0; \forall i < N;$

begin

```
    for  $i \leftarrow 0; j < N; i++$  do
        for  $j \leftarrow 0; j < M; j++$  do
            if  $ht_j.ps == i$  and  $ht_j.sa == start$  then
                 $Ptr[i, j]++$ ;
                 $numServe[i]++$ ;
            end
        end
    end

    end

    for  $i \leftarrow 0; j < N; i++$  do
        for  $j \leftarrow 0; j < M; j++$  do
             $Ptr[i, j] = Ptr[i, j] / numServe[i];$ 
        end
    end

    end
```

end

Algorithm 3: ขั้นตอนวิธี คำนวณเมตริกซ์ Ptr ค่าความน่าจะเป็นในการถ่ายโอนผู้ป่วยจากสถานบริการ i ไปยังสถานบริการ j

จากการเฝ้าสังเกตุดของการทำงานในโรงพยาบาล จะได้มาซึ่ง HT ในช่วงเวลาการเฝ้าสังเกต T_0 จาก HT เราสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของการให้บริการ T_s และค่าเฉลี่ยในการรอรับบริการ T_w ประกอบกับเมตริกซ์ Ptr เพื่อนำไปเป็นพารามิเตอร์ในการจำลองต่อไป

9 ตัววัดประสิทธิภาพ

การกำหนดตัววัดประสิทธิภาพของโรงพยาบาล นั้นแตกต่างกันออกไปตามการทำงาน สังคม และวัฒนธรรม ใน [19] เลือกตัววัดที่จะสามารถแสดงถึงผลของการปรับปรุงที่จะสามารถลดจำนวนเตียงที่ว่างลงและไม่สามารถให้บริการได้ หรือวัดอัตราการยกเลิกการบริการ เพื่อให้สามารถบริการได้เต็มประสิทธิภาพ ที่ความต้องการดังกล่าวอาจแตกต่างจากสภาพการดำเนินการของโรงพยาบาลของรัฐในประเทศไทย ที่ไม่มีที่เพียงพอในการบริการปกติ

บางกรณี มีการเลือกตัววัดเพื่อลดระยะเวลาในการเข้ารับบริการทางการแพทย์ของผู้ป่วย [20] หรือกำหนดตัววัดเพื่อวิเคราะห์เวลาในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย [21] มีผลการศึกษาเป็นจำนวนมากที่กำหนดเฉพาะส่วนงานของแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉินเป็นศูนย์กลาง และกำหนดตัววัดประสิทธิภาพในการให้บริการในส่วนนั้น [18]

ในโครงการนั้นพิจารณาประสิทธิภาพหลักของการบริการในสถานพยาบาล ที่สะท้อนอยู่ในประสบการณ์ของผู้ป่วยที่จะได้รับการบริการที่ดี ที่จุดบริการต่างๆ ในโรงพยาบาลในภาพรวม ที่ได้รับการที่รวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล มีระยะเวลาในการตรวจรักษาที่เหมาะสมในจุดต่างๆ ที่ไม่ต้องรอรับบริการเป็นเวลานาน ในส่วนของการบริหารกระบวนการทำงานของการทำงานในโรงพยาบาลนั้น ตัววัดประสิทธิภาพหลักคงเป็นเวลาที่ใช้ในส่วนต่างๆ และค่าทางสถิติเพื่อเกิดประโยชน์ต่อการวิเคราะห์การทำงานต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในการจำลองการทำงานของโรงพยาบาลนั้น มีผลลัพธ์ของการแจกแจงบริการของระบบดังนี้

- ผู้ป่วยสามารถได้รับการรักษาพยาบาลได้อย่างถูกต้อง
- ผู้ป่วยได้รับการได้อย่างไม่ถูกต้อง หรือ
- ผู้ป่วยไม่สามารถได้รับการได้

โดยในเบื้องต้นของการจำลอง จะจำกัดการพิจารณาการแจกแจงบริการของระบบในส่วนแรกคือ ผู้ป่วยสามารถได้รับการรักษาพยาบาลได้อย่างถูกต้องเท่านั้น ในกรณีที่ระบบตอบสนองอย่างถูกต้อง เรามักใช้เวลาที่ใช้ในการบริการ (Response Time), อัตราของบริการที่ทำต่อหน่วยเวลา (Throughput) และทรัพยากรที่ใช้ระหว่างการให้บริการ (Utilization) เป็นตัววัดประสิทธิภาพ

ตัววัดประสิทธิภาพวัดทั้ง 3 ที่กล่าวมา คือ เวลา-อัตรา-ทรัพยากร (Time-Rate-Resource) สำหรับการบริการที่สำเร็จ ซึ่งมักจะเรียกว่าการตอบสนอง (Responsiveness), อัตราความสำเร็จ (Throughput), และภาระงาน (Utilization), ตามลำดับ

ตัวอย่างการตอบสนองของสถานบริการในโรงพยาบาล ได้แก่

1. Response Time: เวลาระหว่างผู้ป่วยเข้ามาถึง สถานบริการ หนึ่งๆ และผ่านออกไป
2. Throughput: อัตราความสำเร็จของสถานบริการ วัดเป็นจำนวนผู้ป่วยที่สามารถบริการได้ในหน่วยเวลา เรียกว่า “อัตราการบริการ” ของสถานบริการนั้นๆ
3. Utilization: ภาระงานเป็นการวัดเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ สถานบริการ ให้บริการอยู่ เมื่อเทียบกับเวลาเฝ้าสังเกตทั้งหมด

สถานบริการที่มีภาระงานมากที่สุด (Highest Utilization) ถือว่าเป็นสถานบริการที่เป็นคอขวด (Bottleneck) การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบจะได้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นสูงสุด ถ้าเราปรับปรุงสถานบริการที่เป็นคอขวด ดังนั้นการหาภาระงานของสถานบริการใดๆ ในระบบโรงพยาบาล จึงเป็นการประเมินประสิทธิภาพที่สำคัญ

ในกรณีที่ระบบโรงพยาบาลให้บริการผิดพลาด หรือ ผู้ป่วยได้รับการอย่างไม่ถูกต้อง มีการบริการที่ผิด และส่งผลต่อการบริการโดยตรง จึงจำเป็นต้องแจกแจงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น การแสดงตัววัดประสิทธิภาพ ในกรณีบริการผิดพลาดจะแสดงเป็นความน่าจะเป็นของความผิดพลาดนั้นๆ ในกรณีที่ระบบไม่สามารถบริการได้ อาจเกิดจากระบบไม่ทำงานเสียหาย หรือไม่ได้บริการ จึงมีความจำเป็นต้องแสดงตัววัดประสิทธิภาพในกรณีนี้ ตัวอย่างเช่น สถานีบริการอาจสามารถใช้งานได้ 99.99 เปอร์เซ็นต์ของเวลาทั้งหมด

ตัววัดประสิทธิภาพที่อิงกับผลการตอบสนองของระบบ 3 ชนิด ได้แก่ สำเร็จ, ผิดพลาด, และไม่บริการนั้น เรียกว่า ความเร็ว (Speed), ความน่าเชื่อถือ (Reliability), และความสามารถในการให้บริการ (Availability) จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าในแต่ละบริการที่อยู่ในระบบจะมีตัววัดทั้ง 3 ตัว เข้าเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ในส่วนของจำนวนตัววัดในการประเมินประสิทธิภาพ สำหรับตัววัดประสิทธิภาพหลายตัวการหาค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงผลมีความสำคัญ อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาความแปรปรวนประกอบด้วย ตัวอย่างเช่น ถ้าเวลาเฉลี่ยในการตอบสนองของระบบ มีค่าสูง และความแปรปรวนมีค่าสูง ซึ่งทั้ง 2 ตัววัด จะส่งผลทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีนี้เราจำเป็นต้องศึกษาตัววัดทั้ง 2 ตัว

พิจารณาปัญหาในการวิเคราะห์การทำงานในโรงพยาบาล เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานในสภาพต่างๆ ระบบโรงพยาบาลประกอบด้วย สถานีบริการที่ทำหน้าที่ บริการผู้ป่วยตามขั้นตอนการบริการต่างๆ

สำหรับ กรณีที่ ผู้ป่วยสามารถได้รับการรักษาพยาบาลได้อย่างถูกต้องสามารถเลือกตัววัดโดยใช้พื้นฐานของความเร็ว-อัตรา-ทรัพยากร ดังต่อไปนี้

1. เวลาตอบสนอง คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการบริการผู้ป่วยในแต่ละสถานีบริการ ช่วงเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในสถานีบริการ สามารถประมาณได้จากเวลาตอบสนอง ซึ่งเวลาตอบสนอง (Response Time) จะเป็นตัววัดที่สำคัญที่แสดงถึงคุณภาพการบริการ ความแปรปรวนของเวลาตอบสนองเป็นตัววัดที่สำคัญอีกอันหนึ่ง เนื่องจากค่าเวลาตอบสนองมีความแปรปรวนสูงจะทำให้การบริการในกรณีมีความแตกต่างกันมาก
2. อัตราความสำเร็จ คือ จำนวนผู้ป่วยที่สิ้นสุดการรับบริการต่อช่วงเวลา โดยทั่วไปแล้วยังอัตราความสำเร็จสูง ถือว่ามีประสิทธิภาพดี
3. เวลาที่ใช้ในการบริการในสถานีบริการนั้นๆ

การพิจารณาตัววัดบางครั้งสามารถรวมตัววัดประสิทธิภาพหลายตัวเข้าด้วยกัน เช่น เราสามารถพิจารณาอัตราส่วนของอัตราความสำเร็จในการส่งกับเวลาตอบสนอง เรียกว่า กำลัง (Power)

$$Power = \frac{Throughput}{Response Time} \quad (12)$$

โดยที่ถ้ากำลังสูงหมายถึง ระบบมีอัตราการบริการสูง หรือมีเวลาตอบสนองต่ำ ซึ่งทั้งสองกรณีถือว่ากำลังงานสูงดีกว่า กำลังงานต่ำ

เวลาตอบสนอง (Response Time) นิยามเป็นช่วงเวลาระหว่างเวลาที่ผู้ป่วยมาถึงสถานบริการและลงทะเบียนรับบริการ ถึงเวลาที่ผู้ป่วยได้รับการเสร็จสิ้นและออกจากสถานบริการนั้นๆ

อัตราความสำเร็จ (Throughput) วัดเป็นจำนวนการบริการผู้ป่วยต่อหน่วยเวลาที่รับการบริการจากระบบ จากนิยามดังกล่าวข้างต้น การจำลองการทำงานของสถานพยาบาล พิจารณาตัววัดประสิทธิภาพดังนี้ (อ้างอิงรูป 8)

1. เวลาตอบสนองของสถานบริการ i : $R_i = T3 - T0$
2. เวลารอรับบริการของสถานบริการ i : $R_{wi} = T2 - T0$
3. เวลาบริการของสถานบริการ i : $R_{si} = T3 - T2$
4. จำนวนผู้ป่วยในสถานบริการ i : Q_i
5. ภาระงานของในสถานบริการ i : U_i
6. เวลาตอบสนองของระบบโรงพยาบาล: RT หาจากเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยเข้ามารับบริการที่โรงพยาบาลจนเสร็จสิ้นการบริการ

จากการกำหนดตัววัดประสิทธิภาพดังกล่าว เราสามารถสร้างระบบจำลองให้สามารถรวบรวมค่าที่จำลองได้ และนำเสนอเป็นค่าทางสถิติออกมาเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

10 ภาระงานในการเข้าใช้บริการโรงพยาบาล

คุณลักษณะการเข้าใช้บริการของผู้ป่วยในสถานพยาบาล เป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะทำให้แบบจำลองระบบงานโรงพยาบาลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น การสร้างภาระงานในการเข้าใช้บริการโรงพยาบาลให้กับโปรแกรมจำลองทำได้หลายลักษณะ ที่สำคัญได้แก่

- ใช้การจำลองการเริ่มเข้าโรงพยาบาล $ht = (id, vn, sc, ts, ps, cs, sa)$ ที่มี $cs = 0$ ที่เป็นทางเข้าโรงพยาบาล เพื่อจำลองการเข้ารับบริการในแต่ละรายที่บันทึกค่า HT มาได้
- นับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาใช้บริการต่อช่วงเวลา และหาอัตราการเข้าใช้บริการของผู้ป่วย $\lambda = \frac{\text{number of patients}}{\text{time duration}}$ ซึ่งช่วง $time\ duration$ อาจมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่สนใจ ได้แก่ 15, 30, 45, 60 นาที ขึ้นอยู่กับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการเข้ารับบริการของผู้ป่วย และให้การเข้าใช้บริการมีการกระจายแบบ Exponential

11 การจำลองการทำงานระบบโรงพยาบาล

โปรแกรมจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง ทำงานโดยการกำหนดค่าเวลาเสมือนสำหรับการจำลองขึ้นมา เมื่อมีเหตุการณ์ที่สนใจเกิดขึ้น เช่น การเข้ามาในโรงพยาบาลของผู้ป่วย เหตุการณ์ดังกล่าวจะถูกนำมาเรียงลำดับการทำงานต่อกันตามแกนเวลาเสมือน และค่าเวลาเสมือนจะถูกเพิ่มค่าไปตามเหตุการณ์ในลำดับของการทำงาน จากนั้นจะทำการจำลองการดำเนินการต่างๆ ตามแบบจำลองที่กำหนดไว้ การพัฒนาโปรแกรมจำลอง สามารถพัฒนาขึ้นมาได้โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป เช่น C, C++, หรือ Java อย่างไรก็ตาม ภาษาที่รองรับการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ จะมีความเหมาะสมมากกว่าในการพัฒนาโปรแกรมจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง

เนื่องจากการจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง มีความสำคัญในการแก้ไขปัญหาต่างๆ อย่างกว้างขวาง จึงได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ และไลบรารีต่างๆ เพื่อความสะดวกในการสร้างแบบจำลอง ซอฟต์แวร์ Arena [23] และ SimioLLC [24] เป็นตัวอย่างของซอฟต์แวร์ทางการค้าที่ได้รับความนิยมในการใช้งาน อีกทั้งมีโมดูลสำหรับการทำงานในสถานพยาบาลโดยเฉพาะ [22], [24] อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์ดังกล่าวมีราคาสูง ในโครงการนี้จึงได้เลือกใช้ไลบรารี CSIM [26] ที่เป็นไลบรารีสำหรับสร้างแบบจำลองระบบต่างๆ และมีความเหมาะสมในการพัฒนาโปรแกรมในโครงการนี้ ที่นำข้อมูลจากระบบสารสนเทศ HT มาเป็นพื้นฐานในการกำหนดแบบจำลอง โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีขนาดประมาณ 1,500 บรรทัด

การสร้างแบบจำลองเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลของสถานบริการ SS ต่างๆ มารวบรวมเป็นข้อมูลนำเข้าของโปรแกรม และกำหนดลักษณะการบริการของสถานบริการทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ความเชื่อมโยงระหว่างสถานบริการสามารถทำได้จากข้อมูลเรียงลำดับการทำงาน PF หรือ สร้างตัวแปรสุ่ม ตามค่าความน่าจะเป็นจากเมทริกซ์การถ่ายโอน Ptr ในการจำลองเบื้องต้นนั้น จำลองกระแสการใช้บริการจากค่า Ptr

ในโครงการนี้ได้พิจารณาโรงพยาบาลขนาดกลาง ที่มีคนไข้นอกประมาณ 1,500 คนต่อวัน และมีเตียงคนไข้ในประมาณ 600 เตียง มีสถานบริการของคนไข้นอก 61 สถานี และเก็บข้อมูล HT จากระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลมาเป็นเวลา 10 วันติดต่อกัน เพื่อนำมาหาค่า Ptr ขนาด 63×63 ตามวิธีการที่ได้เสนอไว้ในบทก่อนหน้า และได้ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ $SS = (id, m, q, serviceDiscipline)$ ในการดำเนินการจริง โดยบันทึกจำนวนหน่วยบริการของสถานีต่างๆ และทำการ Query ค่าเฉลี่ยของ $serviceTime$ เพื่อนำมาหาค่าในตัวจำลองโดยมีสมมุติฐานให้สถานบริการมีการบริการแบบ FCFS และมีพื้นที่ในการรอ หรือ Capacity ของแถวคอยเป็นอนันต์ อย่างไรก็ตามระบบสารสนเทศที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ได้รองรับการบันทึกค่า ht ที่ถูกต้องสมบูรณ์ เช่น ในหลายสถานบริการ ไม่ได้บันทึกค่าเริ่มบริการอย่างชัดเจน เช่น การบันทึกเวลาเริ่มตรวจรักษาในห้องตรวจที่แพทย์อาจทำการตรวจรักษาก่อนการเริ่มบันทึกในระบบคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ที่ในการใช้งานต้องมีการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้ตรงกับการทำงานจริงให้มากที่สุด ถ้าสามารถกำหนดการกับค่า ht ให้เป็นมาตรฐานสำหรับระบบสารสนเทศต่างๆ ที่ใช้ในโรงพยาบาล เราสามารถจะใช้การจำลองให้เกิดประโยชน์ในการบริหารสถานพยาบาลได้มากขึ้น ในการจำลองมีรายละเอียดของสถานบริการดังนี้

ลำดับ	ชื่อสถานบริการ	จำนวนหน่วยบริการ	เวลาบริการเฉลี่ย (วินาที)
0	EntryPoint	1	0.00
1	เวชระเบียนผู้ป่วยนอก	8	315.00
2	ห้องตรวจแพทย์อายุรกรรม	12	789.00
3	การเงินผู้ป่วยนอก	6	208.00
4	Admission	2	235.00
5	ห้องอุบัติเหตุ-ฉุกเฉิน	10	2185.00
6	ห้องผ่าตัด(OR)	8	8496.00
7	กายภาพบำบัด	2	120.00
8	ทันตกรรม	2	374.00
9	ห้องเอกซเรย์	4	3170.00
10	ห้องไตเทียม	2	11270.00
11	ห้องคลอด(LR)	3	19970.00
12	ห้องวิสัญญี	2	11720.00
13	การเงินผู้ป่วยใน	3	1835.00
14	ห้องยาผู้ป่วยใน	6	1465.00
15	Ward13/1	3	186217.00
16	ห้องตรวจแพทย์กุมารเวช	10	501.00
17	ห้องผ่าตัดเล็ก	2	42350.00
18	OPDENT	4	539.00
19	ห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก	5	88.00
20	ห้องตรวจแพทย์สูติ	5	1354.00
21	ห้องตรวจแพทย์ศัลยกรรม	5	1539.00
22	ห้องตรวจแพทย์ออร์โธปิดิกส์	5	797.00
23	ห้องตรวจแพทย์จักษุ	1	817.00
24	ห้องตรวจแพทย์ENT	8	658.00
25	ห้องตรวจแพทย์จิตเวช	4	451.00
26	ห้องตรวจแพทย์ตรวจหัวใจ	4	1021.00
27	ห้องตรวจแพทย์นรีเวช	5	3133.00
28	OPDอายุรกรรม	6	273.00
29	OPDกุมารเวช	4	353.00
30	OPDสูติ	3	2328.00
31	รังสีแพทย์	4	7477.00
32	กิจกรรมบำบัด	29	278.00

ลำดับ	ชื่อสถานบริการ	จำนวนหน่วยบริการ	เวลาบริการเฉลี่ย (วินาที)
33	กายอุปกรณ์	2	29.00
34	นวดแผนไทย	2	106.00
35	ห้องตรวจแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู	2	638.00
36	สิทธิประโยชน์	4	15.00
37	กายวิภาค	1	782.00
38	OPDคัดกรอง	4	790.00
39	OPDออร์โธปิดิกส์	4	929.00
40	OPDจักษุ	4	8916.00
41	OPDจิตเวช	2	601.00
42	OPDตรวจหัวใจ	2	2121.00
43	ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพ	2	529.00
44	OPDเวชศาสตร์ฟื้นฟู	2	650.00
45	ห้องKeyยาผู้ป่วยนอก	5	99.00
46	ห้องKeyยาออร์โธปิดิกส์	2	116.00
47	OPDนรีเวช	3	1558.00
48	ห้องจ่ายยาออร์โธปิดิกส์	2	99.00
49	ห้องตรวจศูนย์ส่งเสริม	4	968.00
50	ห้องแพทย์ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพและความงาม	3	132.00
51	ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพและความงาม	2	9446.00
52	ห้องเอกซเรย์คลินิกนอกเวลา	2	3055.00
53	OPDศูนย์เทคโนโลยีช่วยการเจริญพันธุ์	2	605.00
54	OPDห้องคลอด	2	1286.00
55	OPDคลินิกหู	2	220.00
56	ห้องแพทย์คลินิกหู	2	858.00
57	ห้องCathLab	1	4744.00
58	คลินิกซีเอฟดี	1	5868.00
59	คลินิกชะลอไตเสื่อม	1	6806.00
60	ห้องตรวจแพทย์ซีเอฟดี	1	4271.00
61	ห้องตรวจแพทย์ชะลอไตเสื่อม	1	167.00
62	การบริการเสร็จสิ้น	1	1.00

ส่วนหนึ่งของความน่าจะเป็นในการถ่ายโอน เมทริกซ์ Ptr แสดงในตาราง 1 โดยในตารางแสดงเพียงส่วนหนึ่งของค่าในเมทริกซ์ ดังกล่าว แแถว และสดมภ์เป็นหมายเลขกำกับสถานบริการ จากหน้าโรงพยาบาลที่สถานบริการ 0 มีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.3602 ที่ผู้ป่วยจะไปรับบริการที่สถาน 1 ได้แก่เวชระเบียนผู้ป่วยนอก ที่ค่าความน่าจะเป็นดังกล่าว คำนวณตามขั้นตอนวิธีที่ 3 จากค่า ht ที่เก็บรวบรวมมาเป็นเวลา 10 วัน เนื่องจากพื้นที่มีจำกัดผู้สนใจสามารถดูข้อมูลในรายละเอียดได้จากแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์

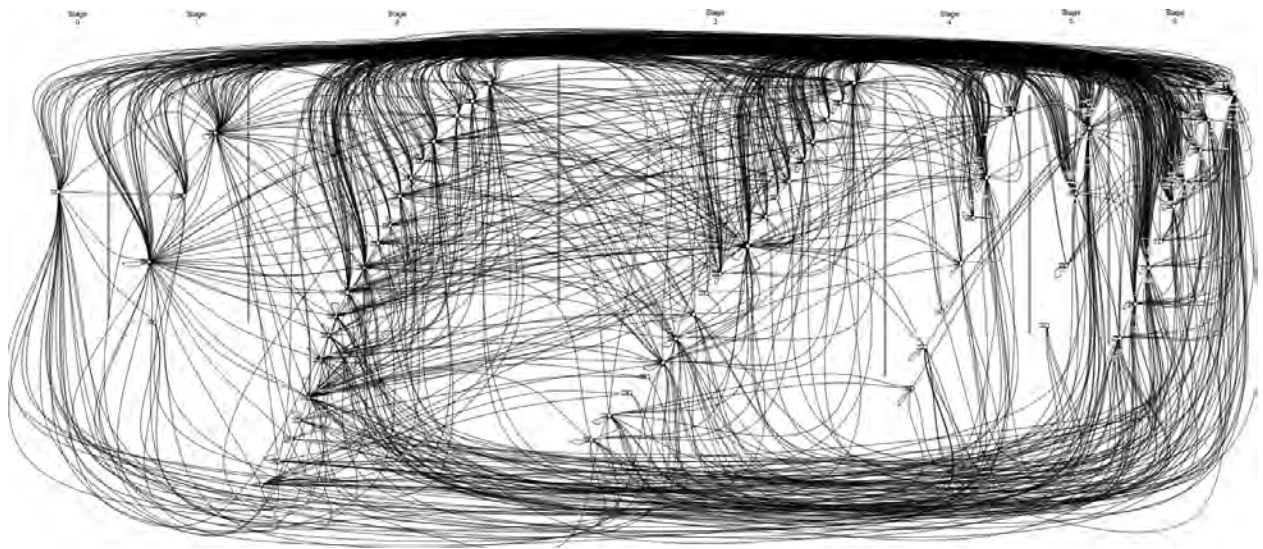
ในรูป 10 แสดงเครือข่ายของสถานบริการในโรงพยาบาล จากเมทริกซ์ Ptr ได้นำเอาความสัมพันธ์ในการโอนย้ายของผู้ป่วยระหว่างสถานมีมาสร้างเป็นเครือข่ายของสถานบริการจะเห็นได้ถึงจุดบริการที่มีความเชื่อมโยงเป็นจำนวนมาก และที่มีมากเป็นพิเศษได้แก่เวชระเบียนผู้ป่วยนอก และการเงินผู้ป่วยนอกเป็นต้น เช่นเดียวกัน วิธีที่ใช้การสร้างเมทริกซ์ Ptr จาก HT เป็นการสร้างเครือข่ายแถวคอยของสถานพยาบาลแบบอัตโนมัติ ที่สามารถได้แบบจำลองโรงพยาบาลมาได้โดยง่าย เนื่องจากพื้นที่มีจำกัดผู้สนใจสามารถดูข้อมูลในรายละเอียดได้จากแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	0.3602	0.0001	0.0326	0.0006	0.0000	0.0002	0.0049	0.0115	0.0004	...
1	0.0000	0.0049	0.0696	0.0134	0.2717	0.0012	0.0036	0.0358	0.0097	...
2	0.0005	0.0000	0.0422	0.0005	0.0005	0.0018	0.0000	0.0005	0.0036	...
3	0.0033	0.0106	0.0000	0.0006	0.0126	0.0002	0.0015	0.0023	0.0145	...
4	0.0105	0.0000	0.0316	0.0000	0.0211	0.0368	0.0000	0.0000	0.2421	...
5	0.0028	0.0006	0.2070	0.0634	0.0000	0.0011	0.0000	0.0006	0.0484	...
6	0.0040	0.0200	0.0360	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0560	...
7	0.0000	0.0000	0.6793	0.0000	0.0054	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	...
8	0.0027	0.0027	0.6676	0.0000	0.0027	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	...
9	0.0068	0.0102	0.3123	0.0154	0.1433	0.0324	0.0017	0.0017	0.0000	...
10	0.0070	0.0000	0.5282	0.0000	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	...
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0222	0.1778	0.0000	0.0000	0.0222	...
12	0.0130	0.0000	0.0260	0.0000	0.0000	0.4221	0.0000	0.0000	0.0584	...
13	0.0000	0.0088	0.0066	0.0111	0.0066	0.0686	0.0133	0.0000	0.0951	...
14	0.0048	0.0000	0.0032	0.0080	0.0064	0.0880	0.0000	0.0016	0.0928	...
15	0.0345	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1724	0.0000	0.0000	0.0000	...
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	...
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	...
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	...

ตารางที่ 1: ความน่าจะเป็นในการถ่ายโอน เมทริกซ์ Ptr ขนาด 63×63

ภาระงานในการจำลอง

ในการจำลองมีการกำหนดระยะเวลาในการจำลอง 12 ชั่วโมง หรือเท่ากับ 43,200 วินาที ระหว่างเวลา 8:00 น. ถึง 20:00 น. สำหรับการบริการผู้ป่วยนอก ในภาระงานที่แตกต่างกันตามความหนาแน่นของผู้ป่วย $NP = [700, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400]$ คนต่อวัน โดยการจำลองการเข้ารับบริการของผู้ป่วยแบ่งออกเป็น สามกรณี ได้แก่



รูปที่ 10: เครือข่ายของสถานบริการในโรงพยาบาล ที่สร้างจากเมทริกซ์ P_{tr}

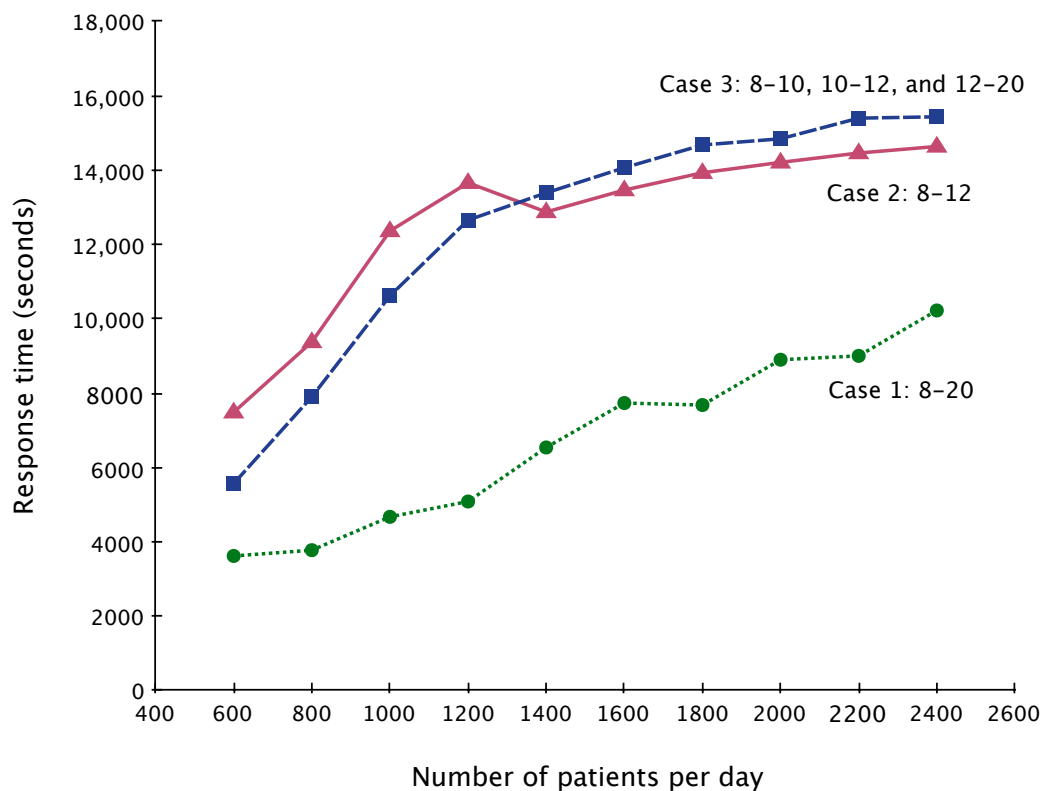
1. ผู้ป่วยกระจายกันเข้ารับบริการในระยะ 12 ชั่วโมง อัตราการเข้าขอรับบริการ λ เท่ากับ จำนวน $NP/43,200$ คนต่อวินาที
2. ผู้ป่วยกระจายกันเข้ารับบริการในระยะ 5 ชั่วโมง อัตราการเข้าขอรับบริการ λ เท่ากับ จำนวน $NP/18,000$ คนต่อวินาที ระหว่างเวลา 8:00 น. ถึง 12:00 น.
3. ผู้ป่วยจำนวนครึ่งหนึ่งเข้ามาในระยะ 2 ชั่วโมง อัตราการเข้าขอรับบริการ λ เท่ากับ จำนวน $NP/(2 \times 7,200)$ คนต่อวินาที ระหว่างเวลา 8:00 น. ถึง 10:00 น. และ ผู้ป่วยจำนวน 25% เข้ามาในระยะ 2 ชั่วโมง อัตราการเข้าขอรับบริการ λ เท่ากับ จำนวน $NP/(4 \times 7,200)$ คนต่อวินาที ระหว่างเวลา 10:00 น. ถึง 12:00 น. และ ผู้ป่วยจำนวนอีก 25% ที่เหลือเข้ามาในระยะ 8 ชั่วโมง อัตราการเข้าขอรับบริการ λ เท่ากับ จำนวน $NP/(4 \times 28,800)$ คนต่อวินาที ระหว่างเวลา 12:00 น. ถึง 20:00 น.

12 ผลการจำลอง

ผลการจำลองในส่วนค่าเวลาตอบสนอง

การจำลองในส่วนแรก ได้นำเอาค่า HT ที่เก็บผลมาจากการดำเนินการจริงของโรงพยาบาลขนาดกลาง และทำการคำนวณค่าเมทริกซ์ P_{tr} และค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการบริการของแต่ละสถานี (Service Time) และทำการจำลองเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในจำนวนผู้ป่วยต่อวันที่แตกต่างกันสามกรณี กรณีที่ 1 แบ่งค่าเฉลี่ยของการขอเข้ารับบริการเท่ากันทั้ง 12 ชั่วโมง กรณีที่ 2 กำหนดให้มีการเข้าใช้งานระหว่างเวลา 8:00-12:00 กรณีที่ 3 ครึ่งหนึ่งของผู้ป่วยขอเข้ารับบริการในช่วง 8:00-10:00 ผู้ป่วยหนึ่งในสี่ ขอเข้ารับบริการในช่วง 10:00-12:00 ผู้ป่วยหนึ่งในสี่ ขอเข้ารับบริการในช่วง 12:00-20:00 ตามรายละเอียดก่อนหน้านี้ รูป 11 แสดงค่าเวลาตอบสนองเทียบกับ

จำนวนผู้ป่วย โดยในกรณีที่มีการงานต่ำในกรณีที่ 1 ผู้ป่วยใช้เวลาเฉลี่ยในการรับบริการประมาณ 1 ชั่วโมง และประมาณ 2.5 ชั่วโมงในการงานหนาแน่น (จำนวนผู้ป่วย 2,400คน ต่อวัน) ในกรณีที่ 2 และ 3 ที่มีจำนวนผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการหนาแน่นในช่วงเช้าของวัน ตามเวลาราชการ จากผลการจำลองพบว่าในกรณีที่มีการงานต่ำ 1 ชั่วโมง 30 นาที และ 2 ชั่วโมง 15 นาที สำหรับ กรณีที่ 2 และ กรณีที่ 2, ตามลำดับ ผู้ป่วยใช้เวลาเฉลี่ยในการรับบริการประมาณ 1 ชั่วโมง และ ประมาณ 4 ชั่วโมง 10 นาที ในการงานหนาแน่น (จำนวนผู้ป่วย 2,400คน ต่อวัน)

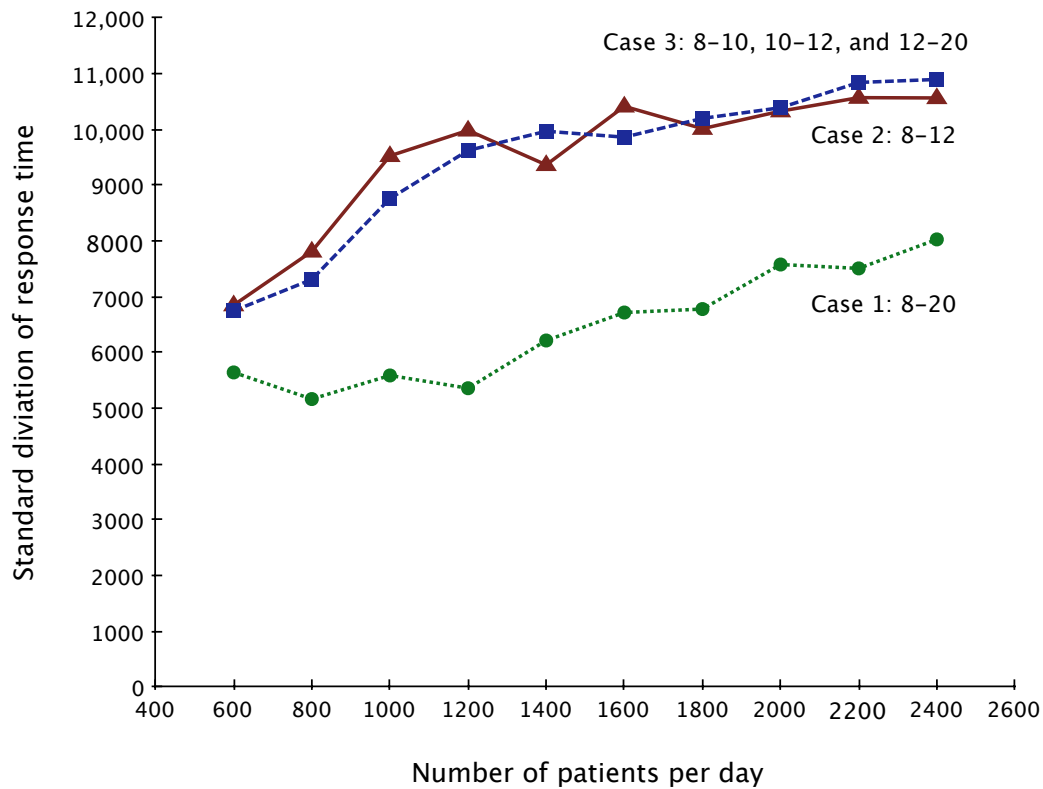


รูปที่ 11: ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน ค่าเวลาตอบสนองวัดจากเวลาผู้ป่วยนอกเริ่มเข้ารับบริการถึงรับบริการเสร็จสิ้น

รูป 12 แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน ที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลการจำลองไปในแนวทางเดียวกับเวลาตอบสนอง จากผลการจำลองของค่าเวลาตอบสนอง พบว่าแบบจำลองมีผลที่มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับการบริการจริง ถึงแม้ว่าค่า HT ที่ได้มาเป็นค่าโดยประมาณก็ตาม

ผลการจำลองในส่วนค่าเวลาตอบสนองในสถานบริการต่างๆ

ในส่วนที่สองของผลการจำลอง ได้นำตัววัดประสิทธิภาพของค่าเวลาตอบสนองในสถานบริการต่างๆ ประกอบด้วย เวชระเบียนผู้ป่วยนอก (HNR), สิทธิประโยชน์ (RIN), ห้องตรวจแพทย์อายุรกรรม (OPD-Med), ห้องตรวจแพทย์กุมารเวช (OPD-Ped), การเงินผู้ป่วยนอก (FIN), ห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก (PHA), และ ห้องอุบัติเหตุ-ฉุกเฉิน

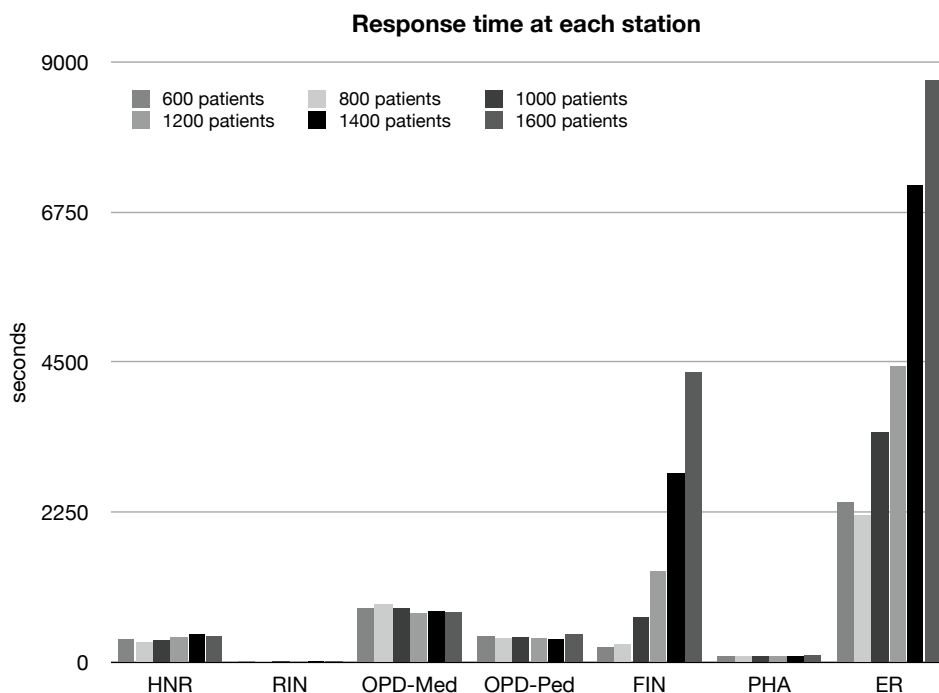


รูปที่ 12: ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน

(ER) ที่มีรายละเอียดของสถานบริการดังนี้

ลำดับ	ชื่อสถานบริการ	จำนวนหน่วยบริการ	เวลาบริการเฉลี่ย (วินาที)
1	เวชระเบียนผู้ป่วยนอก	8	315.00
36	สิทธิประโยชน์	4	15.00
2	ห้องตรวจแพทย์อายุรกรรม	12	789.00
16	ห้องตรวจแพทย์กุมารเวช	10	501.00
3	การเงินผู้ป่วยนอก	6	208.00
19	ห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก	5	88.00
5	ห้องอุบัติเหตุ-ฉุกเฉิน	10	2185.00

รูป 13 แสดงค่าเวลาตอบสนองของระบบงานในโรงพยาบาล จากผลของเวลาตอบสนอง แสดงถึงสภาวะคอขวดที่สถานี การเงินผู้ป่วยนอกและห้องอุบัติเหตุ-ฉุกเฉิน ที่เวลาตอบสนองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่จำนวนผู้ป่วยต่อวันเพิ่มขึ้น ค่าเวลาบริการเฉลี่ยของแต่ละสถานบริการที่ได้มาจาก ht อาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง แต่แนวทางการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของการจำลองที่สามารถผลักดันให้เกิดการตั้งค่าแบบอัตโนมัติ มีความสำคัญที่จะทำให้สำเร็จและใช้งานได้จริง ในงานนี้จึงยังไม่ได้ปรับค่าดังกล่าวจากการวัดค่าด้วยคนหน้างานตาม

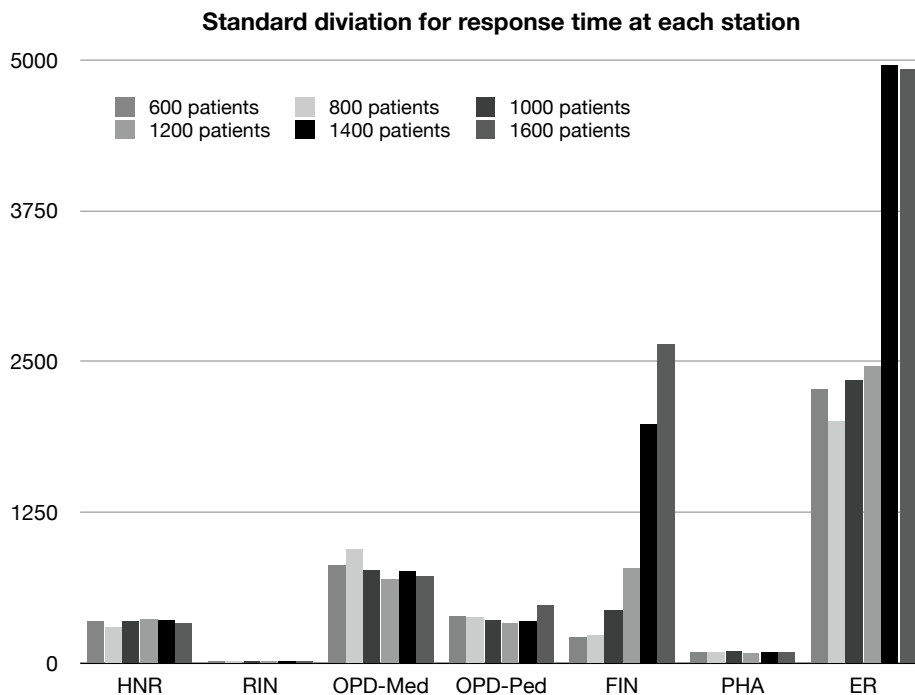


รูปที่ 13: ค่าเวลาตอบสนองในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันเท่ากับ [600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600] คน

สถานีต่างๆ

ค่าเวลาตอบสนองของแผนกอื่นๆ มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตพบว่าที่หน้าห้อง OPD อายุรกรรม และ ะ OPD กุมารเวชมักจะมีผู้ป่วยรอรับบริการเป็นจำนวนมาก การกำหนดจำนวนหน่วยบริการสำหรับ OPD อายุรกรรม และ ะ OPD กุมารเวช เท่ากับ 12 และ 10 หน่วยบริการ, ตามลำดับ นั้น มีสมมุติฐานว่ามีแพทย์ปฏิบัติงานตรวจรักษาอยู่ตลอดเวลาตามจำนวนที่กำหนด อย่างไรก็ตามในการบริการจริง ช่วงเวลาการให้บริการและจำนวนแพทย์ในแต่ละช่วงเวลาอาจไม่เท่ากัน ซึ่งลักษณะการให้บริการต่างๆ กันสามารถกำหนดได้ในแบบจำลอง

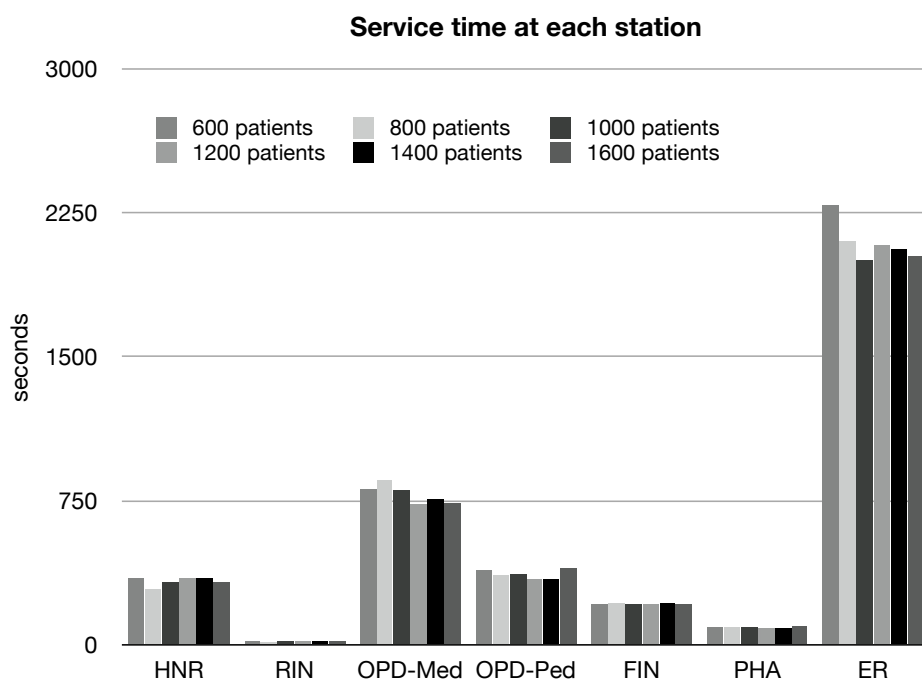
รูป 14 แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเวลาตอบสนองในสถานบริการต่างๆ เทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวัน ที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลการจำลองไปในแนวทางเดียวกับเวลาตอบสนอง จากผลการจำลองของค่าเวลาตอบสนองในสถานบริการต่างๆ พบว่าแบบจำลองมีผลที่มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับการบริการจริง เนื่องจากสถานการณ์การเงินผู้ป่วยนอก จะเป็นจุดที่มีการรอเป็นระยะเวลานานเสมอ ค่าพารามิเตอร์ ที่ต้องการปรับค่าได้แก่ คุณลักษณะของการบริการในแต่ละสถานบริการเมื่อเทียบกับเวลา และเวลาเฉลี่ยในการบริการที่วัดได้ในแต่ละสถานี



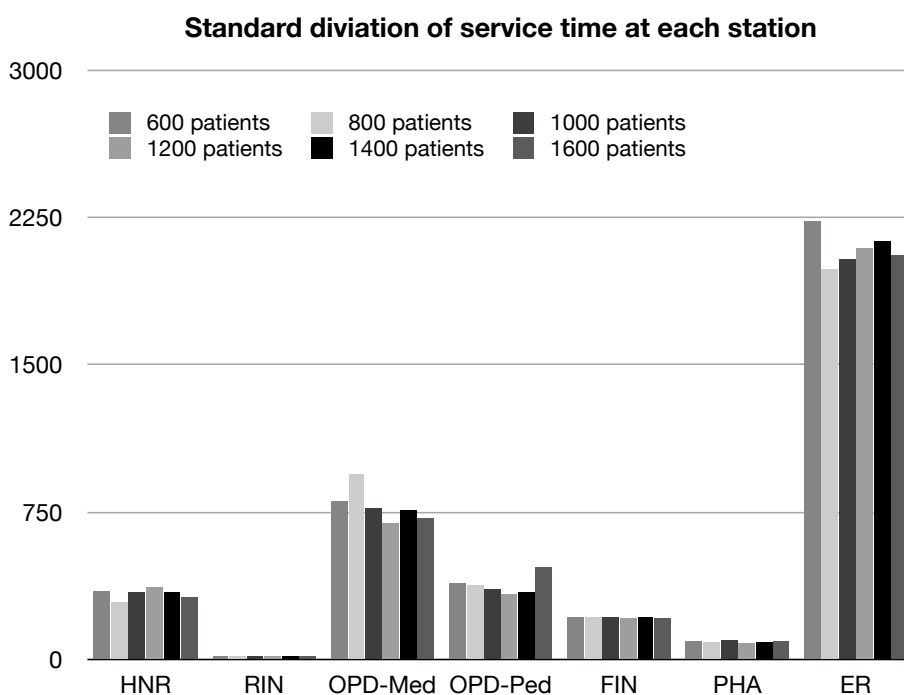
รูปที่ 14: ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันเท่ากับ [600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600] คน

ผลการจำลองในส่วนค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ

ในรูป 15 แสดงค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ 7 สถานี ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันเท่ากับ [600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600] คน ค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าเวลาเฉลี่ยที่ตั้งไว้ ผลการจำลองในส่วนนี้แสดงถึงความถูกต้องของการจำลองในส่วนของค่าเวลาบริการ โดยการปรับปรุงลักษณะบริการของสถานบริการต่างๆ ให้เป็นเฉพาะตามสถานพยาบาล ผลการจำลองในส่วนนี้จะประโยชน์ในการพิจารณา ในรูป 16 แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่มีค่าโดยประมาณเท่ากับค่าเวลาเฉลี่ย เป็นไปตามการกระจายแบบ Exponential การใช้ผลการจำลองในส่วนนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยของค่าเวลาบริการ ซึ่งผลการจำลองในส่วนนี้จะช่วยแสดงถึงความถูกต้องของการจำลองในส่วนของค่าเวลาบริการ ที่มีการกระจายต่างๆ กัน



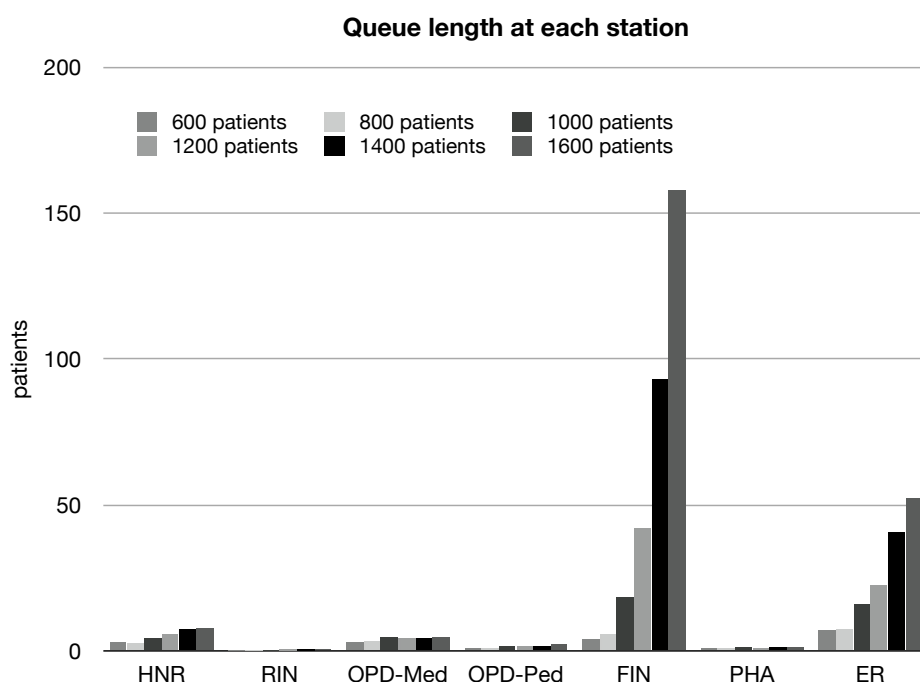
รูปที่ 15: ค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน



รูปที่ 16: ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเวลาบริการในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน

ผลการจำลองในส่วนความยาวแถวคอยในสถานบริการต่างๆ

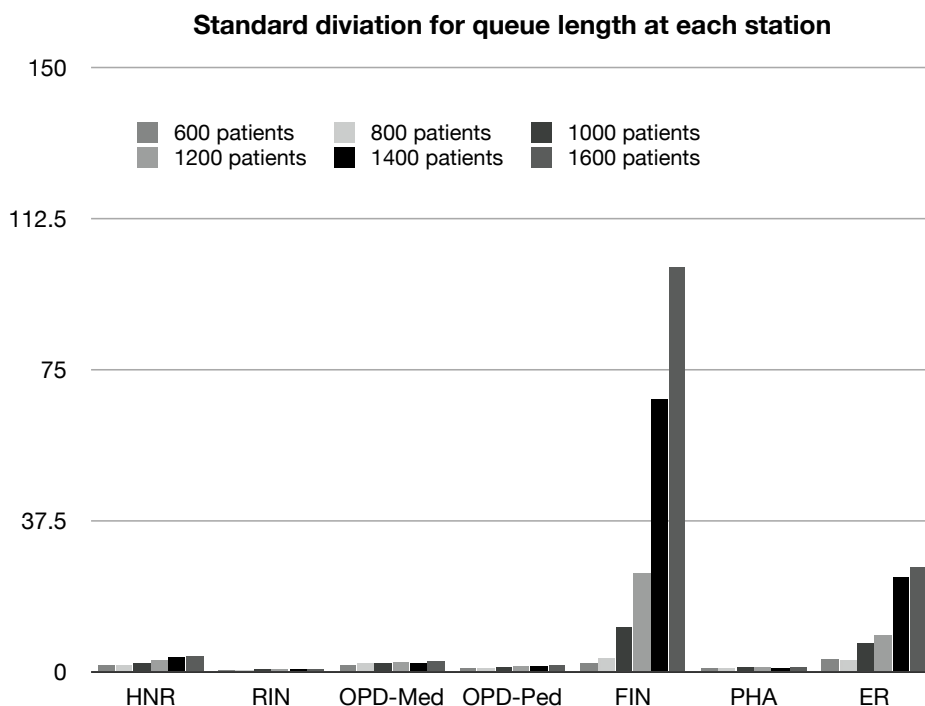
ค่าความยาวแถวคอยตามสถานบริการต่าง แสดงถึงจำนวนของผู้ป่วยที่กำลังรับบริการอยู่รวมกับผู้ป่วยที่รอรับบริการ ค่าความยาวแถวคอยจะช่วยกำหนดขนาดของพื้นที่ในการรอรับบริการ รวมถึงการพิจารณาสถานะคอขวดของการบริการ โดยสถานที่ที่มีความคับคั่งในการบริการมากจะมีจำนวนผู้ป่วยรอรับบริการมากเป็นทวีคูณ รูป 17 แสดงค่าความยาวแถวคอยในสถานบริการ เจ็ดสถานที่ที่แสดงไว้ข้างต้น จากผลการจำลองของเวลาตอบสนอง พบว่าค่าเวลาตอบสนองเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเมื่อจำนวนผู้ป่วยต่อวันเพิ่มขึ้น จากค่าความยาวแถวคอย พบว่าที่ภาระงานหนัก บริเวณสถานีของการเงินผู้ป่วยนอกมีผู้ป่วยรอรับบริการมากกว่า 150 คน ในขณะที่สถานีอื่น มีผู้รับบริการแต่ไม่มากนัก รูป 18 แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวแถวคอย



รูปที่ 17: ค่าความยาวแถวคอยในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน

ผลการจำลองในส่วนค่าภาระงานในสถานบริการต่างๆ

ค่าภาระงานของสถานบริการแสดงในรูป 19 ในสถานบริการที่เป็นคอขวด มีค่าภาระงานเข้าใกล้ 1.0 เช่น การเงินผู้ป่วยนอกและแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉิน เป็นต้น ค่าภาระงานมีความสำคัญยิ่งในการพิจารณาการให้บริการ เนื่องจากค่าภาระงานจะเพิ่มขึ้นก่อนที่ค่าเวลาตอบสนองจะเพิ่มขึ้นแบบทวีคูณ ในสถานบริการใดๆ ที่มีแนวโน้มของค่าภาระงานเพิ่มขึ้น จะต้องได้รับความสนใจในการปรับวิธีการทำงานให้สามารถควบคุมภาระงานให้อยู่ในปริมาณที่กำลังดี เนื่องจากถ้าภาระงานมากเกินไป ผู้ป่วยต้องรอรับบริการเป็นเวลานาน แต่ถ้าภาระงานน้อยเกินไป ผู้ให้บริการอาจไม่ได้ทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ

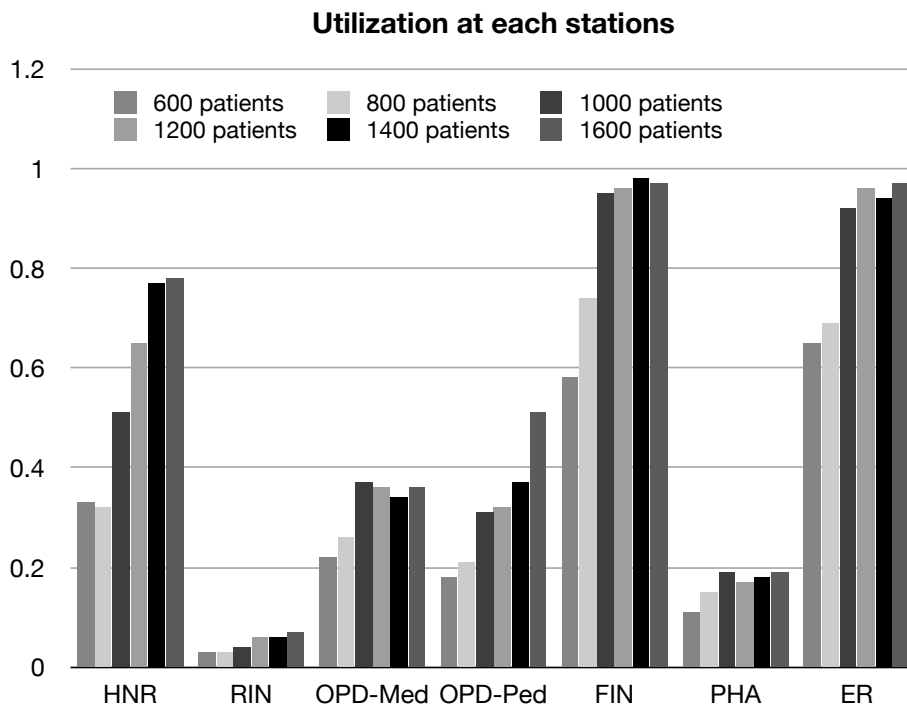


รูปที่ 18: ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยาวแถวคอยในสถานีบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน

ผลการจำลองในส่วนการเพิ่มจำนวนจัดบริการที่แผนกการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น

จากผลการจำลองที่ผ่านมาพบว่าสถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอกมีลักษณะเป็นคอขวด ของการบริการโรงพยาบาล ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ในการจำลองนี้ การจำลองจะเป็นประโยชน์เป็นอย่างมากในการตอบคำถาม ในเรื่องของผลกระทบของการปรับปรุงว่า เมื่อปรับปรุงแล้วจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการเท่าไร ในกรณีที่แผนกการเงินผู้ป่วยนอกเป็นคอขวด วิธีแก้ไขวิธีหนึ่งคือเพิ่มจำนวนผู้ให้บริการด้านการเงิน การจำลองจะช่วยตอบปัญหาว่าควรจะเพิ่มจำนวนผู้ให้บริการเป็นเท่าไรดี เพื่อแสดงถึงการพิจารณาในกรณีดังกล่าว จึงได้ทำการจำลอง การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ให้บริการทางการเงิน โดยเพิ่มจาก 6 หน่วยบริการ เป็น 8, 10, 12, 14 หน่วยบริการตามลำดับ ที่จำนวนผู้ป่วยต่อวันเท่ากับ 1200, 1400, และ 1600 คน

รูป 20 แสดงผลกระทบของการเพิ่มจำนวนหน่วยบริการที่การเงินผู้ป่วยนอก เทียบกับเวลาตอบสนองโดยรวมของผู้ป่วยนับตั้งแต่เข้ารับบริการถึงออกจากโรงพยาบาล เมื่อเพิ่มหน่วยบริการจาก 6 หน่วยเป็น 8 หน่วย พบว่าเวลาตอบสนองลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มหน่วยบริการเกิน 10 หน่วย ค่าเวลาตอบสนองไม่ลดลงมากนัก รูป 21 แสดงเวลาตอบสนองเฉพาะที่หน่วยบริการการเงินผู้ป่วยนอก ค่าเวลาตอบสนองที่หน่วยบริการนี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มหน่วยบริการขึ้นเพียงสองหน่วย แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มหน่วยบริการเพียงสองหน่วยเพียงพอต่อการเพิ่มคุณภาพการบริการในจุดนี้ อย่างไรก็ตามจะต้องศึกษาเพิ่มเติมว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสถานีที่เป็นคอขวดอย่างไร รูป 22 แสดงค่าภาระงานของสถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอก พบว่าที่จำนวนหน่วยบริการเท่ากับ 6

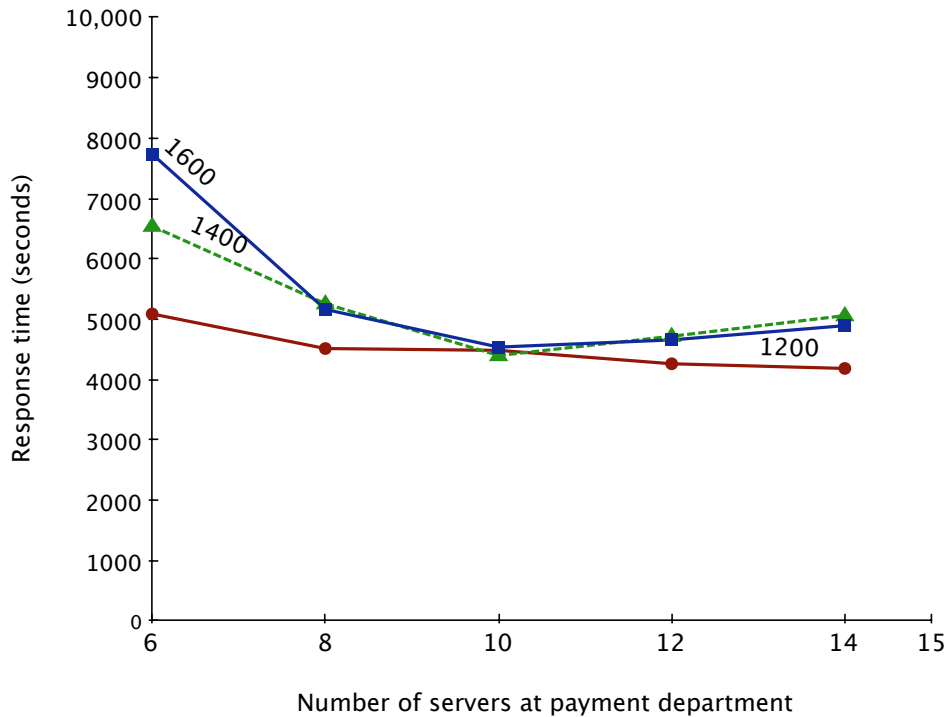


รูปที่ 19: ค่าภาระงานในสถานบริการต่างๆ ที่จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการต่อวันต่างๆ กัน

หน่วยบริการ ค่าภาระงานมีค่าสูงใกล้เคียง 1 ทำให้ผู้ป่วยรอเป็นจำนวนมาก ผู้ให้บริการต้องรับงานตลอดเวลา เมื่อเพิ่มผู้ให้บริการ 2 คน ค่าภาระงานลดลงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าเวลาตอบสนองลดลงเป็นอย่างมาก (รูป 21) การที่เวลาตอบสนองลดลงเป็นอย่างมากแล้วภาระงานยังอยู่ในระดับ 0.65 – 0.9 แสดงถึงความคุ้มค่าในการบริหารทรัพยากรบุคคลให้เกิดประโยชน์

ผลการจำลองในส่วนของผลกระทบของการหยุดบริการบางส่วนของห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก

งานศึกษาเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยใหญ่ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในการปรับปรุงโลจิสติกส์ของสถานพยาบาล จากระบบห้องยา คลังยาย่อย และคลังยาใหญ่ที่ได้กล่าวมาในของรายงานฉบับนี้ เพื่อศึกษาผลกระทบของการหยุดบริการบางส่วนห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก จึงได้ทำการจำลองการติดขัดในการส่งยาจากคลังยาย่อยมายังห้องยา หลายสถานพยาบาลบริหารจัดการการส่งยาจากคลังยาย่อยมายังห้องยาโดยการส่งวันละหนึ่งครั้งในช่วงเช้าของวัน วันละหนึ่งรอบการส่ง ในกรณีที่มีการจ่ายยาออกมากผิดปกติ จะมีการเตือนจากระบบสารสนเทศว่าปริมาณยามีจำนวนลดต่ำกว่าค่าที่กำหนด ผู้บริหารห้องยาสามารถทำใบขอโอนยาเพื่อไปรับยามาจากคลังยาย่อยและนำมาเรียงไว้ในบริเวณจ่ายยาต่อไป เพื่อไม่ให้บริการติดขัด ในกรณีที่ไม่สามารถทำได้ ยาอาจหมด ทำให้การบริการหยุดชะงัก ผู้ป่วยต้องรอรับยานานกว่าปกติ ผู้บริหารห้องยาต้องหยุดการทำงานปกติและทำตามกระบวนการเบิกจ่ายยาจากคลังยาย่อยเป็นเรื่องเร่งด่วนต่อไป ที่การดำเนินการนี้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการ

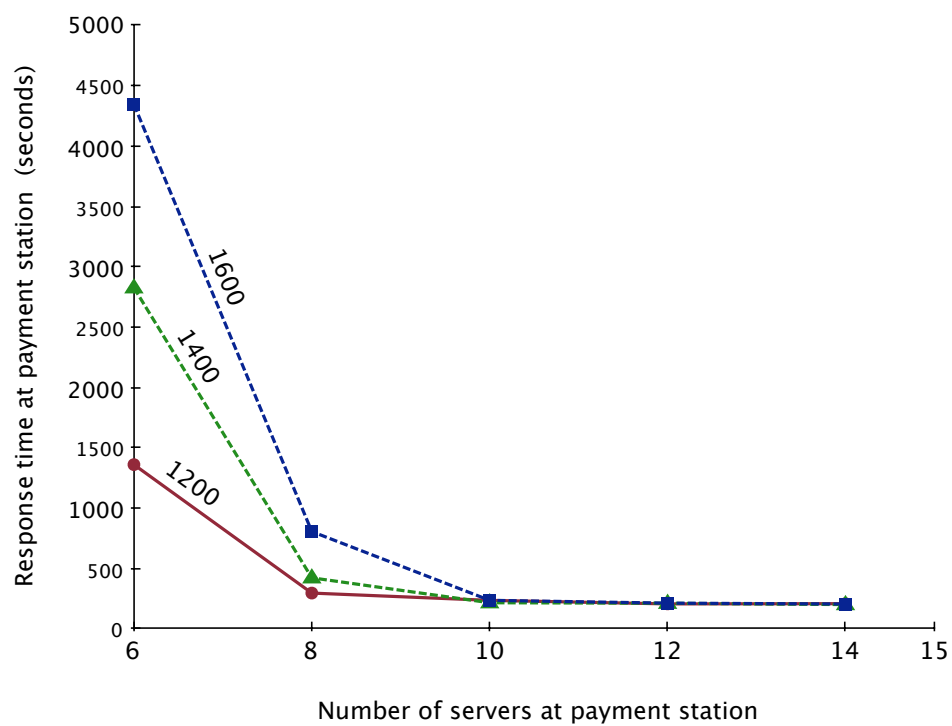


รูปที่ 20: ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับจำนวนจัดบริการที่แผนการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วยต่อวัน เท่ากับ 1,200, 1,400, และ 1,600 คน

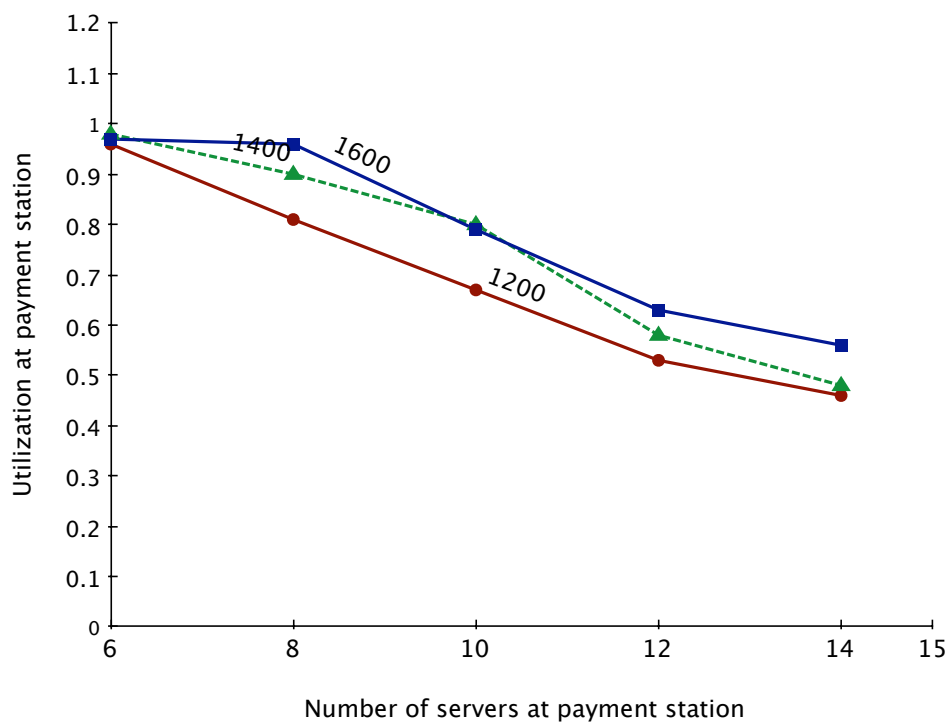
ระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ สามารถช่วยลดเวลาในส่วนนี้ลงได้ ในกรณีแรก เมื่อปริมาณยาที่มีจำนวนลดต่ำกว่าค่าที่กำหนด ระบบสามารถส่งยาจากคลังมาย่อยมายังห้องยาได้โดยตรง ทำให้ผู้บริหารห้องยาสามารถบริการผู้ป่วยอย่างไม่ติดขัด ไม่ต้องรอรอบส่งประจำวัน ในกรณีที่สอง ยาในห้องยาหมด ผู้บริหารห้องยาสามารถสั่งยาจากระบบสารสนเทศ และระบบหุ่นยนต์ จะนำยามาส่งทำให้สามารถลดเวลาไปได้ครึ่งหนึ่งของการเดินทางรับยา

เพื่อจำลองสถานการณ์ดังกล่าว จึงได้จำลองการหยุดบริการของการจ่ายยาเป็นเวลา 10 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ และแต่ละการหยุดบริการส่งผลกระทบต่อค่าบริการผู้ป่วยที่มารับยา เป็นอัตราส่วน 0-50% รูปที่ 23 แสดง ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับอัตราส่วนของบริการจ่ายยาที่ได้รับผลกระทบ พบว่าการขัดจังหวะ หรือเพิ่มเวลารับบริการที่ห้องยาผู้ป่วยนอกเป็นเวลา 10-20 นาทีส่งผลกระทบต่อภาพรวมของการบริการไม่มาก รูป 24 แสดงค่าเวลาตอบสนองของสถานบริการห้องยาผู้ป่วยนอกเทียบกับอัตราส่วนของบริการจ่ายยา พบว่าการติดขัดที่การบริการยาส่งผลกระทบต่อค่าบริการ ณ จุดห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอกอย่างมีนัยสำคัญ

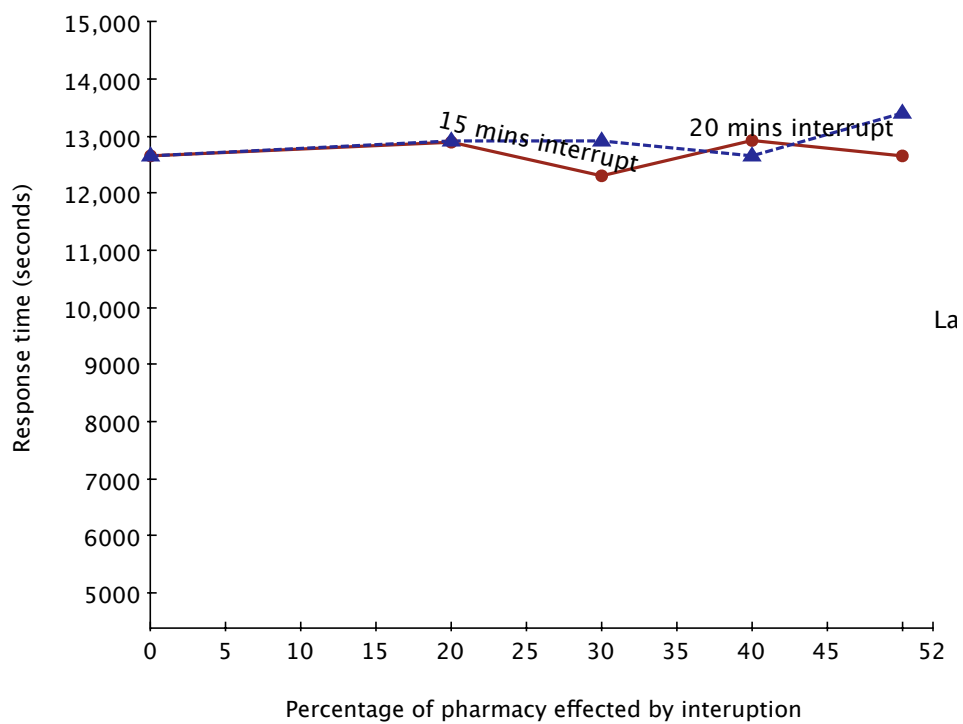
การจำลองระบบโรงพยาบาลที่ได้นำเสนอ ได้ผลการจำลองที่มีแนวโน้มสอดคล้องกับความเป็นจริง และสามารถใช่วิธีการที่นำเสนอเป็นกรอบในการพัฒนาแบบจำลองโรงพยาบาลอย่างรวดเร็วมากขึ้น ได้นำเสนอผลในมุมมองต่างๆ ที่เป็นการวัดประสิทธิภาพมาตรฐาน การสอบทวนความถูกต้องของการจำลอง และ การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการทำงานในส่วนต่างๆ ที่จะสามารถเกิดประโยชน์ต่อการบริหารโรงพยาบาลได้



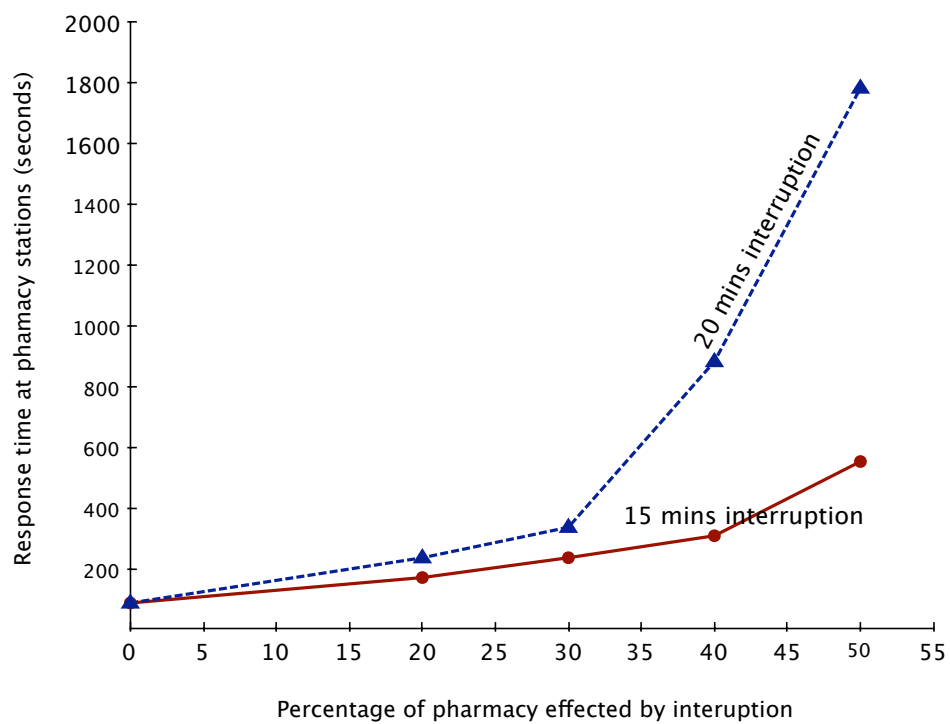
รูปที่ 21: ค่าเวลาตอบสนองเทียบ ณ. จุดที่สถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอกกับจำนวนจัดบริการที่สถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วยต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400, และ 1,600 คน



รูปที่ 22: ค่าภาระงาน ณ จุดที่สถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอกกับจำนวนจัดบริการที่สถานีบริการการเงินผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ในจำนวนผู้ป่วยต่อวันเท่ากับ 1,200, 1,400, และ 1,600 คน



รูปที่ 23: ค่าเวลาตอบสนองเทียบกับอัตราส่วนของบริการจ่ายยาที่ได้รับผลกระทบ ในการระยะเวลาการกระทบต่อรายการเท่ากับ 15 นาที และ 20 นาที ค่าเวลาตอบสนองวัดจากเวลาผู้ป่วยนอกเริ่มเข้ารับบริการถึงรับบริการเสร็จสิ้น



รูปที่ 24: ค่าเวลาตอบสนองของสถานีบริการห้องยาผู้ป่วยนอกเทียบกับอัตราส่วนของบริการจ่ายยาที่ได้รับผลกระทบ ในการระยะเวลาการกระทบต่อรายการเท่ากับ 15 นาที และ 20 นาที

13 สรุป

การบริหารโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลเป็นสิ่งสำคัญ มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่ได้ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่และเวลาในการทำงานในโรงพยาบาล รวมถึงการสร้างแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของกระบวนการในโรงพยาบาล เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาการทำงานและปรับปรุงกระบวนการ การจำลองเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่องเป็นเทคนิคหนึ่งที่มีความสำคัญ และถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาการทำงานต่างของระบบในสถานพยาบาล การดำเนินงานของแต่ละสถานพยาบาล มีลักษณะที่แตกต่างกัน การกำหนดแบบจำลองในโรงพยาบาลหนึ่ง อาจนำมาใช้อีกโรงพยาบาลหนึ่งไม่ได้ และการสร้างแบบจำลองจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากในลักษณะต่างๆ รวมถึงการเฝ้าสังเกตการทำงานตามสถานบริการต่างๆ การเก็บข้อมูลดังกล่าวทำได้ยากโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงพยาบาลขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ที่มีจำนวนแผนกเป็นจำนวนมากและหลากหลาย ในงานนี้จึงได้กำหนดกรอบการจำลอง โดยนิยามชุดข้อมูลเกี่ยวกับสถานบริการ และการนำเอาข้อมูลธุรกรรมจากระบบสารสนเทศมาเป็นพื้นฐานของโปรแกรมจำลอง เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าว จะได้สภาพแวดล้อมการจำลองพื้นฐานเพื่อทำการปรับแต่งให้ใกล้เคียงกับการทำงานจริง เพื่อให้ได้ผลตัววัดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทำให้ใช้เวลาน้อยลงในการสร้างแบบจำลอง

งานวิจัยนี้ได้ นิยามการเก็บข้อมูลสถานบริการในโรงพยาบาล $SS = (id, m, q, serviceDiscipline)$ โดยที่ $serviceDiscipline$ สามารถกำหนดให้เป็นตัวแปรสุ่มหรือกำหนดรายละเอียดการทำงานในรูปแบบของโปรแกรมย่อยได้ในแบบจำลอง นิยามที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ได้นำเสนอในโครงการนี้ได้แก่ ธุรกรรมที่สถานบริการ $ht = (id, vn, sc, ts, ps, cs, sa)$ ที่สามารถนำมาเป็นจุดเริ่มในการกำหนดเป็นมาตรฐานให้บันทึกไว้ในระบบสารสนเทศในสถานบริการต่างๆ ในโรงพยาบาล จากค่า ht ของทุกกิจกรรม จะสามารถนำมากำหนดค่าพารามิเตอร์กระแสการไหลของผู้ป่วยในโรงพยาบาลโดยใช้ความน่าจะเป็น หรือใช้ข้อมูลการเข้าใช้จริงในอดีตในการจำลอง ข้อดีของวิธีการนี้คือการที่แบบจำลองมีความใกล้เคียงกับลักษณะการทำงานจริงของสถานพยาบาลนั้นๆ อีกทั้งสามารถสร้างแบบจำลองได้อย่างรวดเร็วลดเวลาการเก็บข้อมูลการทำงานลงได้

การทดสอบการจำลองได้ทำกับข้อมูลของโรงพยาบาลขนาดกลาง ที่มีสถานบริการจำนวน 62 สถานี และได้จำลองตามสภาวะการทำงานปกติ เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยต่อวันที่เข้ามาใช้บริการ ในรายงานนี้ได้นำเสนอตัววัดประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบที่จะวัดประสิทธิภาพของการดำเนินการโรงพยาบาลด้านเวลาที่ส่งผลต่อประสบการณ์การรับบริการของผู้ป่วยต่อโรงพยาบาล อีกทั้งได้จำลองการเปลี่ยนแปลงหน่วยบริการที่เป็นคอขวดในระบบ และแสดงถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงต่อเวลาตอบสนองและค่าภาระงานของสถานบริการ ที่จะเป็นแนวทางในการเลือกวิธีและปริมาณของการปรับปรุงได้ ผลการจำลองของผลกระทบจากการตัดสินใจในการขนส่งยาจากคลังยาย่อยมายังห้องยาได้นำเสนอไว้ด้วย

ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดระบบสารสนเทศในโรงพยาบาลสามารถนำเอานิยามของธุรกรรมสถานบริการไปประกอบกับการระบบสารสนเทศโรงพยาบาล เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาประสิทธิภาพของการดำเนินการเชิงกระบวนการของโรงพยาบาล ที่สอดคล้องกับการประกันคุณภาพโรงพยาบาล (HA) อีกทั้งใช้กรอบการจำลองที่ได้นำเสนอในโครงการนี้ไปสร้างแบบจำลองสำหรับโรงพยาบาลในการแสดงถึงผลกระทบต่อ

ยุทธศาสตร์ใหม่ในการปรับปรุงบริการ

การสร้างแบบจำลองสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยการกำหนดความสอดคล้องของ ค่า *ht* ที่เก็บมาได้จากระบบสารสนเทศ กับ *ht* ตามนิยาม เนื่องจากในหลายกรณีไม่สามารถบันทึกค่า *ht* ได้ครบทุกสถานะ แต่ความไม่สมบูรณ์ของ *ht* มิได้หมายความว่าจำลองไม่ได้ ค่าการจำลองอาจคลาดเคลื่อนไปบ้าง การศึกษาความสอดคล้องของ *ht* ดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการขยายแบบจำลองนี้ในวงกว้าง อีกทั้งการกำหนด *serviceDiscipline* มีรายละเอียดอีกมากสามารถรวบรวมให้เป็นระบบเพื่อนำเสนอการทำงานจริงในสถานที่ต่างๆ ให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น อีกประการหนึ่ง กระแสการเข้ารับบริการ *PF* ที่เก็บรวบรวมได้จาก *ht* สามารถนำมารวบรวมและหาค่าทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานจริงกับกระบวนการบริการมาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. M. Evans, "Helpmate: An autonomous mobile robot courier for hospitals," in the proceedings the IROS, pp. 1695–1700, 1994.
- [2] Swisslog, "Integrated logistics solutions for warehouses, distribution centers and hospitals," <http://www.swisslog.com/>, Accessed Aug. 1, 2013.
- [3] F. Carreira, T. Canas, A. Silva, and C. Cardeira, "i-merc: A mobile robot to deliver meals inside health services," in the proceedings of the 2006 IEEE/RAM, 2006.
- [4] A. Rais and A. Viana, "Operations research in healthcare: A survey," International Transactions in Operational Research, 18:1–31, 2010.
- [5] R. Jain, "The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling," Wiley- Interscience, New York, NY, April 1991, ISBN:0471503361.
- [6] J. Kuljis, R. J. Paul, and L. K. Stergioulas, "Can health care benefit from modelling and simulation methods in the same way as business and manufacturing have?," Winter Simulation Conference. IEEE Press, Piscataway, NJ, 1449- 1453. 2007.
- [7] W. M. Hancock, P. F. Walter, "The use of computer simulation to develop hospital systems," SIGSIM Simul. Dig., 10(4), 28-32, 1979.
- [8] J. C. Lowery, "Introduction to Simulation in Care," in the Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference, 78-84. Piscataway, New Jersey: IEEE, Inc., 1996.
- [9] J. C. Lowery, "Getting Started in Simulation Healthcare." in the Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 31- 35. Piscataway, New Jersey: IEEE, Inc., 1998.
- [10] J. Banks and J. Carson, "Discrete-event system simulation," fourth edition, Pearson, 2005.
- [11] S. H. Jacobson, J. B. Jun, and J. R. Swisher, "Application of discrete-event simulation in health care clinics: a survey," Journal of the Operational Research Society, vol. 50, pp. 109-123, 1999.
- [12] S. H. Jacobson, S. N. Hall, and J. R. Swisher, "Discrete-event simulation of health care systems," In R. Hall, editor, Patient flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery, Springer International Series in Operations Research and Management Science, chapter 8, pages 211–252. Springer, New York, 2006.

- [13] S. D. Roberts, "Tutorial on the Simulation of Healthcare Systems," in the proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference, 2011.
- [14] S. Creemers, and M. Lambrecht, "Modeling a Healthcare System as a Queueing Network: The Case of a Belgian Hospital," Catholic University of Leuven (KUL), Belgium, 2007.
- [15] B. Bacheldor, "Philly Hospital Uses RTLS to Track Patient Flow, Care, and Training," RFID Journal. May 29, 2009 (www.rfidjournal.com/article/view/4934).
- [16] E. Drazen, "Using Tracking Tools to Improve Patient Flow in Hospitals," California Healthcare Foundation, April 2011.
- [17] L. Zhao and B. Lie, "Modeling and Simulation of Patient Flow in Hospitals for Resource Utilization," Telemark University College, Porsgrunn, Norway.
- [18] Wilson, J. Marcia, B. Siegel, and M. Williams, "Perfecting Patient Flow: America's Safety Net Hospitals and Emergency Department Crowding," National Association of Public Hospitals and Health Systems. Washington, DC, May 2005.
- [19] J. E. Helm, S. AhmadBeygi, M. Van Oyen, "The Flexible Patient Flow Simulation Framework," Department of Industrial and Operations Engineering University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA.
- [20] R. Hall, editor, "Patient flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery," vol. 91 of Springer International Series in Operations Research and Management Science, Springer, New York, 2006.
- [21] T. Hanne, T. Melo, and S. Nickel, "Bringing robustness to patient flow management through optimized patient transports in hospitals," Interfaces, 39:241–255, 2009.
- [22] RockwellAutomation, "Health Care Simulation," arenasimulation.com/Solutions_Health_Care.aspx, Accessed Aug. 1, 2013.
- [23] RockwellSoftware, "Arena Simulation Software," www.arenasimulation.com, Accessed Aug. 1, 2013.
- [24] SimioLLC, "Healthcare Simulation Software," <http://www.simio.com/applications/healthcare-simulation-software/healthcare-simulation-software.htm>, Accessed Aug. 15, 2013.
- [25] Simul8Corporation, "Simulation Software," www.simul8.com, Accessed Aug. 15, 2013.

- [26] H. Schwetman, “CSIM19: A Powerful Tool for Building System Model,” Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, 2001.

ก ลักษณะประเภท

ลักษณะประเภท:หมวดรายการ

- GENERICS
- ยาเคมีบำบัด
- ยาปฏิชีวนะ
- ยา Anti-HIV
- ยาเสพติดให้โทษประเภท 2
- วัตถุออกฤทธิ์ประเภท 2
- วัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทประเภท 4
- เคมีภัณฑ์
- น้ำยาฆ่าเชื้อ

ลักษณะประเภท:กลุ่มยา

- ยาเม็ด
- ยาน้ำ
- ยาพ่น
- ยาใช้ภายนอก
- ยาหยอดตา
- ยาหยอดหู
- อวัยวะเทียม/อุปกรณ์ในการบำบัดรักษาโรค
- อุปกรณ์
- สารเคมี
- แอลกอฮอล์
- น้ำเกลือ

- ยาน้ำ

ลักษณะประเภท:ประเภทบัญชียา

- ยาในบัญชียาหลัก
- อาหารทางทางการแพทย์
- ยานอกบัญชียาหลัก
- ยาที่เบิกราชการไม่ได้
- ยาที่ใช้เหตุผลในการจ่าย ต้องออกไปเงื่อนไขการใช้ยา

ลักษณะประเภท:หมวดบัญชียาหลัก

- นอกบัญชียาหลักแห่งชาติ
- NED(F)
- บัญชีงานสาธารณสุขมูลฐาน
- บช.3
- บัญชี ก
- บัญชี ข
- บัญชี ค
- บัญชี ง
- บัญชี จ(1)
- บัญชี จ(2)
- ยาแผนไทยที่เบิกได้ประเภทที่1

ลักษณะประเภท:การพิมพ์ (Print Type)

- พิมพ์ 1 ฉลาก
- พิมพ์ตามจำนวน
- ไม่พิมพ์

ลักษณะประเภท:หน่วยนับ

- ครั้ง
- ซอง
- TANK
- AMPOULE
- BAG
- BOTTLE
- BOX
- CAPSULE
- CAN
- DOZEN
- EACH
- GALLON
- GM
- ML
- PACK
- PAD
- PAIR
- PIECE
- ROLL
- SET
- SINGLE
- SUPPO

- SYRINGE
- TABLET
- TEST
- TIN
- TUBE
- UNIT
- VIAL
- SPRAY
- YARD
- ก้อน
- ขวด
- ชี้น
- ชุ่ด
- ด้าม
- ดลั้บ
- ต้าว
- ตู้
- ปอนด์
- ผีน
- ม้าวน
- หลอด
- อั้น
- เครื่อง

- เลนส์
- เส้น
- แผ่น
- ไบ
- MG.
- DRUM
- 2.5LT
- 50 GM
- ปี๊ป
- NEBULE
- RESPULE
- กระชุก
- SACHET
- แผง
- แท่ง
- DOSE
- นิ้ว
- เล่ม
- ลูก
- ม.
- TABLET
- PACK
- BOX+TUBE

- DISK
- DOSE
- LITRE
- PC
- ROLL
- BAR
- BLISTER
- DURULE
- FT
- GROSS
- KG.
- LITRE
- 1
- 2
- 3
- ยะฮู้วๆ
- กิโลไบท์
- BLISTER
- DROPS
- BLISTER
- ล้านยูนิต
- CARTRIDGE
- กิโลกรัม

- KIT
- ถัง
- คั่น
- CAPLET
- งาน
- ไวอัล
- งาน
- คู่
- ครอบ
- แท้ม
- container
- Specimen
- Location
- ราย
- CC
- ล้อ
- ระเบิด
- ข้าง
- จุด
- ข้อ
- เป้า
- ชม.
- ลป.ชม.

- Card
- Rack
- รีม
- EA
- ห่อ
- กล่อง
- เมตร
- ถุง
- แกลลอน
- ปีบ
- แพ้ม
- หีบ
- กระบอก
- พวง
- พับ
- โหล
- โคม
- แถว
- ระบบ
- ป่อ
- ลิตร
- ฟุ่ม
- เช่ง

- หวี
- ถาด
- CYL
- CUM
- ลัง
- กระสอบ
- รายการ
- ข้อความ
- ตัน
- ตารางเมตร
- PCS
- แจกกัน
- ภาพ
- คิว
- แพ็ค
- ป้าย
- เตี้ยง
- วง
- วัน
- งวด
- ฟุต
- กลองเล็ก
- หลา

- กระเช้า
- ฉมับ
- เรือน
- บาน
- เพลง
- ห้อง
- คน
- ดอก
- มัด
- โปรแกรม
- ที่
- ตัน
- ดวง

ลักษณะประเภท:drugdosageform

- VISCOUS
- dosage1
- dosage2
- dosage3
- drugdosageform
- TABLETS
- POWDERS
- FC TABLETS
- MODIFIED-RELEASE

- SOFTGEL CAPSULE
- CHEWABLE TAB
- GRANULE
- CAPSULE
- EXEMESTANE TABLETS
- ENTERIC-COATED TABLETS
- EFFERVESCENT TABLET
- CR TABLET
- MODIFIED RELEASE TABLET
- COATED TABLET
- REPETAB
- FILM-COATED TABLET
- EXTENDED RELEASE TABLET
- SCORED TABLETS
- GASTRO-RESISTANT TABLET
- CAPLET
- CAPLETS
- table
- chewable tablets
- -
- Powder for oral suspension
- Film-coated prolonged release tablet
- sustained release

- sugar-coated tablet
- extended-release tables
- powder
- Film coated tablet
- lozenge
- sustained release capsule
- dispersible tablet
- Film - coated tablet
- Granulate
- Protong release tablet
- Retard tablet
- capsule table
- Gastro-resistant table
- sustained-release capsule
- capsule Soft Gelatin
- capsnle
- FILM COATED TABLETS
- SUGAR COATED TABLETS
- FAST DISINTEGRATING TABLETS
- EXTENDED RELEASE TABLETS
- GRANULES
- CAPSULES
- SOLUTIONS

- ORODISPERSIBLE TABLETS
- PROLONGED-RELEASE TABLETS
- SOFT CAPSULES
- COATED TABLETS
- SUSTAINED RELEASE COATED TABLETS
- MODIFIED RELEASE TABLETS
- SUSPENSIONS
- DRY SUSPENSIONS
- SYRUPS
- MIXTURES
- ELIXIRS
- Syrup
- Solution
- Suspension
- Elixir
- Dry Syrup
- Inj.
- Mixture
- PARENTERALS
- solution for injection
- powder for injection
- ophth solution
- gel

- ophth suspension
- ointment
- cream
- lotion
- troche
- vaginal suppository
- ophth ointment
- ophth gel
- rectal suppository
- transdermal patch
- viscous eye drop
- powder for inhalation
- implant
- spray
- Intra-uterine system
- ophth emulsion
- emulsion
- paste
- inhalation solution
- jelly
- TABLET, ORAL
- INJECTION
- TABLET, FILM COATED

- EMULSION, ORAL
- SOLUTION OR DROPS, ORAL
- INJECTION, POWDER
- CAPSULE, SOFT
- CAPSULE OR TABLET, VAGINAL
- SYRUP OR SUSPENSION, DRY POWDER
- INHALER, METERED DOSE
- SPRAY, NASAL
- POWDER OR GRANULE, ORAL
- SOLUTION OR DROPS, NASAL
- SOLUTION OR DROPS, EYE
- TABLET, SUGAR COATED
- SOLUTION, STERILE
- TABLET, SUSTAINED RELEASE
- LOZENGE OR TROCHE OR PASTILLE
- TABLET, CHEWABLE
- GEL, OPHTHALMIC
- CAPSULE, SUSTAINED RELEASE
- FREEZE DRIED POWDER FOR INJECTION
- SUSPENSION FOR INJECTION
- SOLUTION FOR INHALATION

ข เอกสารในระบบยา

ข.1 ใบสั่งยา

1421		1/1	
		จุดบริการที่ส่ง ห้างอุบลีเหตุ - อุบลิน	
น.ส.สุต--- ---	อายุ ปี เดือน วัน	19 ธ.ค. 55 21:10	รวม 4 รายการ
024864-55	พ.ร.บ.		
1) <u>[N]</u> DICLOFENAC (DOSANAC) 75 MG/ 3ML	[AMPOULE] ย(ก)	1	5.00 0.00 5.00
ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ครั้งละ 1 ให้ญาติผู้ป่วยอธิบายคืนแผนกที่ตรวจ			
2) <u>[N]</u> DICLOFENAC ectab 25 mg	[TABLET] ย(ก)	20	10.00 10.00 0.00
รับประทาน ครั้งละ 1 เม็ด วันละ 3 ครั้ง หลังอาหาร เข้า กลางวัน เย็น			
3) <u>[N]</u> BAMOLIN tab	[TABLET] ย(NED)	20	20.00 0.00 20.00
รับประทาน ครั้งละ 1 เม็ด วันละ 3 ครั้ง หลังอาหาร เข้า กลางวัน เย็น			
4) <u>[N]</u> NEOTICA BALM 25 gm	[TUBE] ย(บพ.3)	1	9.00 0.00 9.00
ทาบริเวณที่ปวด วันละ 2 ครั้ง เช้า เย็น			
แพทย์			
พญ. ญัฐ--- ---		44.00	10.00 34.00
A : เกิดอาการไม่พึงประสงค์จากยาหรือแพ้ที่สมควรใช้ได้ในบัญชียาหลักแห่งชาติ B : ผลการรักษาไม่บรรลุเป้าหมายแม้ว่าได้ใช้ยาในบัญชียาหลักแห่งชาติครบตามมาตรฐานการรักษาแล้ว C : ไม่มีกลุ่มยาในบัญชียาหลักแห่งชาติที่ผู้ป่วยมีความจำเป็นในการใช้ยาตามข้อบ่งชี้ที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา D : ผู้ป่วยมีภาวะหรือโรคที่ห้ามใช้ยาในบัญชียาหลักแห่งชาติอย่างสมบูรณ์ (absolute contraindication) หรือมีข้อห้ามการใช้ยาในบัญชียาอื่น (contraindicated/serious/major drug interaction) ที่ผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ E : ยาในบัญชียาหลักแห่งชาติมีราคาแพงกว่า (ในเชิงความคุ้มค่า) F : ผู้ป่วยแสดงความจำนงค์ต้องการ (เบิกไม่ได้)			

รูปที่ 25: ตัวอย่างเอกสารใบสั่งยา

ข.2 ฉลากยา

น.ส. ชุต--- ---

O-1421
024864-55 19/12/55

BAMOLIN tab

20

รับประทาน ครั้งละ 1 เม็ด วันละ 3 ครั้ง หลัง
อาหาร เข้า กลางวัน เย็น

OPD [3/4]

ยากลายกล้ำเนื้อ

ยานี้อาจทำให้ง่วงนอนหรือมึนงง

รูปที่ 26: ตัวอย่างเอกสาร-ฉลากยา

ข.3 ใบขอโอนยา

ใบขอโอน

ประเภท ใบขอเบิก/ขอโอน ยาและเวชภัณฑ์
 สาขา (เข้า)
 ผู้ขอโอน น.ส. เกศ ---

คลัง (ออก) คลังยา
 คลัง (เข้า) ห้องยาผู้ป่วยนอก
 แผนกที่ขอโอน ห้องยาผู้ป่วยนอก

เลขที่ TRD-5512221
 วันที่ 19/12/2555

ลำดับ	รหัส	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ตัวคูณ	รวมจำนวน	หน่วยย่อย	หมายเหตุ
1	ICERAZETTE(1)	CERAZETTE tab (28 tab/blis.)	20	BLISTER	x 1	20	BLISTER	
2	IALEREST10 (100)	CETIRIZINE (ALEREST) tab 10 mg	100	BOX	x 100	10000	TABLET	
3	ICHALK(1000)	CHALKCAP cap 835 mg	3	BOX	x 1000	3000	CAPSULE	
4	ICHLOROQ (1000)	CHLOROQUIN PHOSPHATE tab 250 mg	1	BOTTLE	x 1000	1000	TABLET	
5	ICPM(500)	CHLORPHENIRAMINE tab 4 mg	7	BOTTLE	x 500	3500	TABLET	
6	ICPZ100(500)	CHLORPROMAZINE tab 100 mg [p]	1	BOTTLE	x 500	500	TABLET	
7	ICIN(500)	CINNARIZINE(C-PELA) tab 25 mg	2	BOX	x 500	1000	TABLET	
8	ICIP(100)	CIPROFLOXACIN(CIPROXYL) tab 500 mg	10	BOX	x 100	1000	TABLET	
9	ICLARIT(70)	CLARITHROMYCIN(CLACINA) tab 500 mg [p]	2	BOX	x 70	140	TABLET	
10	ICLINGPO(100)	CLINDAMYCIN (GPO) cap 300 mg	15	BOX	x 100	1500	CAPSULE	
11	ICLOMI25(500)	CLOMIPRAMINE (INARYL) tab 25 mg	1	BOX	x 500	500	TABLET	
12	ICLOX5000 (200)	CLOXACILLIN cap 500 mg	2	BOX	x 200	400	CAPSULE	
13	ICLOZA25(500)	CLOZAPINE (CLOPAZE) tab 25 mg	1	BOX	x 500	500	TABLET	
14	ICLOZA100(500)	CLOZAPINE(CLOPAZE) tab100 mg	1	BOX	x 500	500	TABLET	
15	ICAVU(15)	CO-AMOKSIKLAV(CAVUMOX) tab 1 gm	108	BOX	x 15	1620	TABLET	
16	ICUR(20)	CO-AMOKSIKLAV(CURAM) tab 375 mg tab	5	BOX	x 20	100	TABLET	
17	ICUR(20)	CO-AMOKSIKLAV(CURAM) tab 375 mg tab	5	BOX	x 20	100	TABLET	
18	ICOTRI(500)	CO-TRIMOXAZOLE tab 80/400 mg	4	BOX	x 500	2000	TABLET	
19	ICODI(100)	CODIGESIC tab	3	BOX	x 100	300	TABLET	
20	ICODI(100)	CODIGESIC tab	3	BOX	x 100	300	TABLET	
21	IPROCHIC(500)	COLCHICINE(PROCHIC) 0.6 mg tab [p]	10	BOX	x 500	5000	TABLET	
22	IPROCHIC(500)	COLCHICINE(PROCHIC) 0.6 mg tab [p]	10	BOX	x 500	5000	TABLET	
23	ICOMBIZY(100)	COMBIZYM TAB	15	BOX	x 100	1500	TABLET	
24	ICOMBIZY(100)	COMBIZYM TAB	15	BOX	x 100	1500	TABLET	
25	ICOM(100)	COMTAN fctab 200 mg	5	BOTTLE	x 100	500	TABLET	

หน้า 1 / 2

ผู้พิมพ์ Doaw EMR

วัน-เวลาพิมพ์ 26/12/2555 15:16

รูปที่ 27: ตัวอย่างเอกสาร-ใบขอโอนยา

ข.4 ใบโอนออก

ใบโอนออก											
ประเภท ใบโอนออก ขาและเวชภัณฑ์			คลัง (ออก) คลังยา			เลขที่ TOD-5512294					
			คลัง (เข้า) ห้องยาผู้ป่วยนอก			วันที่ 26/12/2555					
ผู้ขอโอน น.ส. เกศ--- ---			แผนก ห้องยาผู้ป่วยนอก								
ลำดับ	รหัส	รายการ	ยอด ก่อนโอน	จำนวน ขอเบิก	จำนวน จ่าย	หน่วยใหญ่	ตัวคูณ	เลขที่ผลิต	วันหมดอายุ	คงเหลือ	เลขที่ขอโอน
1	ICERAZETTE (1)	CERAZETTE tab (28 tab/blis.)	0.00	20	20	BLISTER	X 1			-20	TRD-5512221
2	IALEREST10 (100)	CETIRIZINE (ALEREST) tab 10 mg	476.00	100	100	BOX	X 100	l2H012,	07/08/2559,	376	TRD-5512221
3	ICHALK(1000)	CHALKCAP cap 835 mg	121.00	3	3	BOX	X 1000	l20402,	03/04/2558,	118	TRD-5512221
4	ICHLOROQ (1000)	CHLOROQUIN PHOSPHATE tab 250 mg	2.00	1	1	BOTTLE	X 1000	A552357,	24/04/2557,	1	TRD-5512221
5	ICPM(500)	CHLORPHENIRAMINE tab 4 mg	31.00	7	7	BOTTLE	X 500	T550616, T550457,	01/08/2560, 20/06/2560,	24	TRD-5512221
6	ICPZ100(500)	CHLORPROMAZINE tab 100 mg [p]	0.00	1	1	BOTTLE	X 500			-1	TRD-5512221
7	ICIN(500)	CINNARIZINE(C-PELA) tab 25 mg	11.00	2	2	BOX	X 500	0051011,	31/10/2559,	9	TRD-5512221
8	ICIP(100)	CIPROFLOXACIN(CIPROXYL) tab 500 mg	72.00	10	10	BOX	X 100	2506752,	29/06/2560,	62	TRD-5512221
9	ICLARIT(70)	CLARITHROMYCIN(CLACINA) tab 500 mg [p]	0.00	2	2	BOX	X 70			-2	TRD-5512221
10	ICLINGPO (100)	CLINDAMYCIN (GPO) cap 300 mg	58.00	15	15	BOX	X 100	S550475,	24/09/2557,	43	TRD-5512221
11	ICLOMI25 (500)	CLOMIPRAMINE (INARYL) tab 25 mg	10.00	1	1	BOX	X 500	OK57201,	29/02/2559,	9	TRD-5512221
12	ICLOXS000 (200)	CLOXACILLIN cap 500 mg	34.00	2	2	BOX	X 200	BE15,	25/05/2558,	32	TRD-5512221
13	ICLOZA25 (500)	CLOZAPINE (CLOPAZE) tab 25 mg	0.00	1	1	BOX	X 500			-1	TRD-5512221
14	ICLOZA100 (500)	CLOZAPINE(CLOPAZE) tab100 mg	1.00	1	1	BOX	X 500	OK70114,	11/07/2559,	0	TRD-5512221
15	ICAVU(15)	CO-AMOKSIKLAV(CAVUMOX) tab 1 gm	311.00	108	108	BOX	X 15	l014770-1,	17/07/2557,	203	TRD-5512221
16	ICUR(20)	CO-AMOKSIKLAV(CURAM) tab 375 mg tab	15.00	5	5	BOX	X 20	CC7585,	30/11/2557,	10	TRD-5512221
17	ICUR(20)	CO-AMOKSIKLAV(CURAM) tab 375 mg tab	15.00	5	5	BOX	X 20	CC7585,	30/11/2557,	10	TRD-5512221
18	ICOTRI(500)	CO-TRIMOXAZOLE tab 80/400 mg	40.00	4	4	BOX	X 500	20369,	23/04/2557,	36	TRD-5512221
19	ICODI(100)	CODIGESIC tab	108.00	3	3	BOX	X 100	l410147,	25/10/2557,	105	TRD-5512221
20	ICODI(100)	CODIGESIC tab	108.00	3	3	BOX	X 100	l410147,	25/10/2557,	105	TRD-5512221
หมายเหตุ								0.00			

รูปที่ 28: ตัวอย่างเอกสาร-ใบโอนออก