



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ
เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์

โดย รศ.ดร. วรา วราวิทย์ และคณะ

เสร็จสิ้นโครงการ เดือนกันยายน 2556

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร.วรา วราวิทย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์	ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
3. นายพีรภัทร โอวาทชัยพงศ์	ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
4. นายชวพล ดิเรกวัฒนะ	ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
5. นายกะรัต ธนะบุญกอง	ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ชุดโครงการ ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยและพัฒนาสถานี่หุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อคัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ ดังกล่าวนี้นี้ ศึกษาและวิจัยระบบการรับยา แยกแยะ และแจกจ่ายยา ทำให้เกิดความสะดวกและถูกต้อง นอกจากนี้ จากผลการวิจัยดังกล่าว ยังลดความสับสนที่เกิดจากการใช้คนในการทำงาน เพิ่มประสิทธิภาพ ลดขนาดของคลังยา ซึ่งเดิมมีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็ก และยังผลให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และต้นแบบ นวัตกรรมใหม่ ดังนั้น การนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบโลจิสติกส์นำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยแจกจ่าย แยกแยะ และจัดสรรเวชภัณฑ์ จึงนับได้ว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างดี

ในการดำเนินงานตามโครงการนี้ ก่อให้เกิดการศึกษา วิจัย และพัฒนาระบบหุ่นยนต์สำหรับการรับยา แยกแยะ จัดยา และแจกจ่ายยาเพื่อความสะดวกและความถูกต้องในการปฏิบัติงานของระบบการจัดจ่ายยาในโรงพยาบาล ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบมีข้อผิดพลาดน้อยลงที่สุด ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน เพิ่มความถูกต้องในการจัดเก็บและแจกจ่ายยา เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อผู้ป่วย การวิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจัดแยกยาและวิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจ่ายยา เพื่อนำมาใช้ในระบบหุ่นยนต์สำหรับการรับยา แยกแยะ จัดยา และแจกจ่ายยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลงานวิจัยชิ้นนี้สามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์ทางการรับยา แยกแยะ จัดยา และแจกจ่ายยาสถานพยาบาลได้ เพื่อประโยชน์ของเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์และผู้ป่วย โดยการลดภาระงาน ลดระยะเวลาในการดำเนินงาน เพิ่มความถูกต้องแม่นยำและความสะดวกในการใช้ปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ เพิ่มความปลอดภัยในการรักษาที่เกี่ยวข้องกับเวชภัณฑ์ของผู้ป่วย

บทคัดย่อ

ข้อจำกัดและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานภายในคลังยา อันได้แก่ การปฏิบัติงานภายในกรอบเวลาที่จำกัด ความผิดพลาดในการเบิกจ่ายยาตลอดจน ภาระงานของบุคคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องนั้นสามารถลดทอนให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุดได้ ถึงแม้ข้อผิดพลาดโดยส่วนใหญ่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายมากนัก ทว่า เพื่อเสริมความปลอดภัยของผู้ป่วยและประสิทธิภาพในการทำงานอย่างสูงสุด ทางคณะผู้วิจัยจึงทำการวางแผนงานจัดตั้งระบบข้อมูลที่สามารถแสดงสถานะออนไลน์ในกระบวนการจัดแยกยาและแจกจ่ายยา เพื่อลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นที่คลังยาศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล โดยในระบบติดตามการจัดแยกและแจกจ่ายยานั้น เจ้าหน้าที่จะสามารถเพิ่มเติมหรือปรับแก้ข้อมูลของยาในขณะที่ยาอยู่ในลำดับกระบวนการต่างๆในระบบด้วยข้อมูลเชิงเส้น จุดประสงค์ของการปฏิบัติงานในระบบนี้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ ซึ่งรวมถึงเภสัชกรและพยาบาล สามารถเข้าถึงสถานะในการปฏิบัติงาน รวมทั้งเพื่อเพิ่มคุณภาพในการดูแลผู้ป่วยด้วยการลดความผิดพลาดทางการรักษา ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ลดภาระงานและพัฒนาระบบการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

Time consuming, medication error, and working load in medical supply department almost are significant by interruption and distraction. Although only a small percentage of these errors cause harm, they need to be minimized in an effort to improve patient safety and working efficiency. In an attempt to reduce the number of interruptions at the medical supply department in Golden Jubilee Medical Center, Mahidol University, we plan to implement an information system to provide an online status of prescription progress during the dispensing progress. This prescription tracking system, by barcode, will allow pharmacy staff to enter and update it as it moves along the dispensing process. The objective of implementing this system is to provide a shared tool for staff, pharmacist ,and nurses to allow visibility of the status of a implementation include improving patient care by reducing medication errors, time consuming, work loading, and inefficiency workflow.

สารบัญเรื่อง

บทที่ 1: บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 เป้าหมายโครงการ	3
1.4 ทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย	3
1.4.1 การขนส่งยาในโรงพยาบาล	3
1.4.2 หุ่นยนต์กับการขนส่งยา	4
1.5 หลักการและเหตุผล	6
1.6 ภาพรวมของโครงการ	7
1.6.1 การออกแบบส่วนหยิบจับกล่องหรือซองบรรจุภัณฑ์ยา (Gripper) และกล่องหรือซองบรรจุภัณฑ์ (Drug Package)	8
1.6.2 การออกแบบชั้นวางของ (Drug Shelf) สำหรับกล่องหรือซองบรรจุภัณฑ์ยา (Drug Package)	8
1.6.3 การพัฒนาระบบประมวลผลสำหรับควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Articulated Robot)	9
1.7 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย	11
บทที่ 2: หลักการและทฤษฎี	12
2.1 หลักการแก้ปัญหาในการส่งยาโดยใช้หุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์อัตโนมัติ	12
2.2 ภาพรวมและปัญหาของการจัดจ่ายส่งยาโดยย่อ	15
2.3 ทฤษฎีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้อง	16
2.3.1 แนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามแนว X-Y บนชั้นวางยา	16
2.3.2 แนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่หยิบจับอิสระด้วยข้อต่อ (Articulated Joint) และ มือหยิบของ (Gripper)	18
2.3.3 ระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดและแจกจ่ายยาในคลังยา	19
2.4 บทสรุปย่อ	20
2.5 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย	21

บทที่ 3: การศึกษาและวิเคราะห์สถานพยาบาล	23
3.1 ภาพรวมตัวอย่างสถานพยาบาลกรณีศึกษา ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	23
3.1.1 ลักษณะอาคาร และพื้นที่การทำงานของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	23
3.1.2 จำนวนและหน้าที่ของบุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนกเภสัชกรรมคลังยา	28
3.2 โลจิสติกส์ยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	28
3.2.1 ภาพรวมของระบบการขนส่งยาในศูนย์การแพทย์	28
3.2.2 ระบบการส่งยาจากผู้แทนยาเพื่อเข้าคลังยา	29
3.2.3 ระบบการคัดแยกและแจกจ่ายยาในห้องคลังยา	31
3.2.4 ระบบการส่งยาจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่างๆในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	31
3.3 การศึกษาและวิเคราะห์ผลคลังยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	32
3.3.1 ประเภทของยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	32
3.3.2 วิธีการจัดเก็บรักษายาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	35
3.3.3 วิธีการนำยาเข้า-ออกจากห้องคลังยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	37
3.4 บทสรุปย่อย	38
3.5 เอกสารประกอบงานวิจัย	41
บทที่ 4: การพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	42
4.1 ภาพรวมของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	42
4.2 ระบบสารสนเทศควบคุมการทำงานของระบบ	44
4.2.1 การติดต่อและสั่งการระบบผ่านทางระบบสารสนเทศโดยผู้ใช้งานตามหน้าที่ต่างๆ	46
4.2.2 การเชื่อมต่อสั่งการและปรับเปลี่ยนฐานข้อมูลกลางของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ	51
4.5.3 การติดตามและตรวจสอบสถานะข้อมูลของการนำยาเข้าคลังและการส่งจ่ายยา	54

4.3 ระบบสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก	56
4.3.1 การออกแบบสายพานลำเลียง	57
4.3.2 การออกแบบและติดตั้งตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรด	58
4.3.3 การควบคุมการทำงานของระบบสายพาน	58
4.4 ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะ	61
4.4.1 การออกแบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะในระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	61
4.4.2 การตรวจสอบการมีอยู่ของบรรจุภัณฑ์ด้วยตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดประเภท ดิจิตอล	63
4.4.3 การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ในงานระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	63
4.5 ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา	65
4.4.1 หน้าที่และลำดับการทำงานของแขนกลหุ่นยนต์	66
4.4.2 ส่วนประกอบของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา	69
4.6 บทสรุปย่อย	73
บทที่ 5: การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์ฯ	74
5.1 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	74
5.2 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ ในระดับห้องปฏิบัติการ	75
5.2.1 การติดต่อและสั่งการระบบผ่านทางระบบสารสนเทศโดยผู้ งานตามหน้าที่ต่างๆ	75
5.2.2 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในการนำยาเข้าและจ่ายยา ออกจากคลังยา	77
5.3 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์ฯ ในระดับห้องปฏิบัติการ	80
5.4 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับกรณีศึกษา	81
5.4.1 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในการนำยาเข้าคลังยา และจ่ายยาออกจากคลังยาในระดับกรณีศึกษา	82
5.5 การวิเคราะห์ผลการสาธิตและการทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายในระดับกรณีศึกษา	86
5.6 บทสรุปย่อย	88
บทที่ 6: การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์	89

6.1 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ของภาพรวมการส่งยาในกรณีศึกษา	89
6.2 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ในการใช้ระบบหุ่นยนต์ในกรณีศึกษา	92
6.3 บทสรุปย่อย	95
บทที่ 7: บทสรุป	96
7.1 ภาพรวมระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา	96
7.2 ผลกระทบการใช้ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา	99
ภาคผนวก	102

สารบัญภาพ

บทที่ 1: บทนำ

ภาพประกอบที่ 1.5.1:	การติดรหัสข้อมูลเชิงเส้นสำหรับจำแนกชนิดหรือประเภทของยา	6
ภาพประกอบที่ 1.5.2:	ระบบสายพานลำเลียงยาแบบรางคู่สำหรับห้องจ่ายยาของทาง โรงพยาบาล	7
ภาพประกอบที่ 1.6.1:	ชั้นวางของต้นแบบ (Drug Shelf)	9
ภาพประกอบที่ 1.6.4:	ภาพรวมระบบจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Articulated Robot)	10

บทที่ 2: หลักการและทฤษฎี

ภาพประกอบที่ 2.1.1:	องค์ประกอบโดยรวมของหุ่นยนต์ HelpMate	12
ภาพประกอบที่ 2.1.2:	แขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่เชื่อมต่อกับฐานหุ่นยนต์ที่สามารถ เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง	13
ภาพประกอบที่ 2.1.3:	หุ่นยนต์จัดเก็บหนังสือซึ่งพัฒนาโดยกลุ่มนักวิจัยจากประเทศญี่ปุ่น	14
ภาพประกอบที่ 2.1.4:	ระบบการจัดเก็บยาที่นำระบบหุ่นยนต์และรางเลื่อนมาประยุกต์ใช้	14
ภาพประกอบที่ 2.3.1:	ลักษณะของหุ่นยนต์จ่ายยา ROWA Robot	17
ภาพประกอบที่ 2.3.2:	ภาพรวมระบบการจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์แบบข้อต่อ	18

บทที่ 3: การศึกษาและวิเคราะห์สถานพยาบาล

ภาพประกอบที่ 3.1.1:	ผังอาคารโดยรวมของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	24
ภาพประกอบที่ 3.1.2:	ผังอาคารชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	26
ภาพประกอบที่ 3.1.3:	ผังอาคารชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	27
ภาพประกอบที่ 3.1.4:	ภายในอาคารของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก	28
ภาพประกอบที่ 3.2.1:	การขนส่งของยาโดยทั่วไปในโรงพยาบาล	29
ภาพประกอบที่ 3.3.1:	แสดงข้อมูลความถี่ของปริมาณในการใช้ยาใน 5 เดือน	33
ภาพประกอบที่ 3.3.2:	ตู้แช่สำหรับเก็บยา	35
ภาพประกอบที่ 3.3.3:	ตู้เก็บยาที่มีความเสี่ยงสูง	36
ภาพประกอบที่ 3.3.4:	การเก็บยาที่มีขนาดกล่องใหญ่และมีจำนวนมาก	36
ภาพประกอบที่ 3.3.5:	ตัวอย่างใบบันทึกการเข้าออกของยาในแต่ละชนิด	37
ภาพประกอบที่ 3.3.6:	ตัวอย่างใบเบิกยา	38

บทที่ 4: การพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

ภาพประกอบที่ 4.1.1:	ภาพรวมของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	43
ภาพประกอบที่ 4.1.2:	แสดงการทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	44
ภาพประกอบที่ 4.2.1:	ภาพแผนผังความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram)	46
ภาพประกอบที่ 4.2.2:	ภาพหน้าตาการสั่งยาเข้าคลังของเภสัชกร	47
ภาพประกอบที่ 4.2.3:	ภาพหน้าตาในการอ่านค่าไบสัทยาเข้าคลังยาและ รายละเอียดยา	47
ภาพประกอบที่ 4.2.4:	ภาพรายละเอียด วันหมดอายุและจำนวนของยา และภาพแสดงชนิด ขนาดของบรรจุภัณฑ์	48
ภาพประกอบที่ 4.2.5:	ภาพแสดงรายละเอียดขั้นตอนการบรรจุยาลงในบรรจุภัณฑ์	48
ภาพประกอบที่ 4.2.6:	ภาพหน้าตารายละเอียดของการสั่งจ่ายยา	49
ภาพประกอบที่ 4.2.7:	ภาพแสดงสถานะของการสั่งจ่ายยา	50
ภาพประกอบที่ 4.2.8:	ภาพหน้าตาการตรวจสอบรายการการสั่งจ่ายยาของเภสัชกร	51
ภาพประกอบที่ 4.2.9:	แผนผังการติดต่อผ่านเครือข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจก จ่ายยาอัตโนมัติ	51
ภาพประกอบที่ 4.2.10:	แผนผังการส่งต่อข้อมูลระหว่างระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ และระบบฐานข้อมูลหลัก	53
ภาพประกอบที่ 4.2.11:	แผนผังการติดต่อและส่งข้อมูลระหว่างการสั่งจ่ายยาออก จากคลังยา	54
ภาพประกอบที่ 4.2.12:	ตารางแสดงรายละเอียดสถานะต่างๆของไบสัทยาเข้าและ ไบสัทยาจ่าย	54
ภาพประกอบที่ 4.2.13:	ภาพแสดงบรรจุภัณฑ์ยาที่อยู่จัดเก็บอยู่บนชั้นใส่ยา	56
ภาพประกอบที่ 4.2.14:	ภาพแสดงสถานะของไบสัทยาทั้งหมดของระบบ	56
ภาพประกอบที่ 4.3.1:	ระบบสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก	57
ภาพประกอบที่ 4.3.2:	แสดงการตรวจจับค่าขอบของบรรจุภัณฑ์สำหรับการ ใช้ตรวจนับจำนวน	59
ภาพประกอบที่ 4.3.3:	แผนผังแสดงการควบคุมการทำงานของระบบสาย พานลำเลียงขาเข้า	59
ภาพประกอบที่ 4.4.1:	ชั้นใส่ยาในระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	61

ภาพประกอบที่ 4.4.2:	แสดงพื้นที่การทำงานในส่วนของแขนกลหุ่นยนต์ (ก) และ ชั้นใส่ยาที่ออกแบบเฉพาะสำหรับแขนกลหุ่นยนต์ (ข)	62
ภาพประกอบที่ 4.4.3:	สถิติยาที่มีการเบิกจ่ายสูงสุด 18 อันดับ	64
ภาพประกอบที่ 4.4.4:	ลักษณะบรรจุภัณฑ์ในระบบ 2 ประเภทโดยแบ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ ขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก	65
ภาพประกอบที่ 4.5.1:	แขนกลหุ่นยนต์ในงานคัดแยกและแจกจ่ายยา	66
ภาพประกอบที่ 4.5.2:	แขนกลหุ่นยนต์กำลังเคลื่อนบรรจุภัณฑ์ไปสู่ชั้นใส่ยา	67
ภาพประกอบที่ 4.5.3:	แขนกลหุ่นยนต์	69
ภาพประกอบที่ 4.5.4:	แบบจำลองส่วนปลายแขนหุ่นยนต์สำหรับจับ-วางวัตถุ ด้วยระบบลม	70
ภาพประกอบที่ 4.5.5:	แสดงตำแหน่งของส่วนปลายแขนหุ่นยนต์ขณะสปริงหดตัว มากที่สุด (ก) และแสดงตำแหน่งของส่วนปลายแขนหุ่นยนต์ ขณะสปริงยืดตัวมากที่สุด (ข)	71
ภาพประกอบที่ 4.5.6:	แสดงสมดุลของแรงกระทำของหัวดูดลมและ กล่องบรรจุภัณฑ์ยาในการเคลื่อนที่ในทิศทางต่างๆ	71

บทที่ 5: การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์ฯ

ภาพประกอบที่ 5.2.1:	แผนผังการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ	76
ภาพประกอบที่ 5.2.2:	ภาพแสดงการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติในห้อง ปฏิบัติการ	76
ภาพประกอบที่ 5.2.3:	ภาพแสดงค่ารหัสเชิงเส้นด้านในได้บรรจุภัณฑ์ยา	77
ภาพประกอบที่ 5.2.4:	ภาพแสดงค่ารหัสเชิงเส้นบนฝาบรรจุภัณฑ์	77
ภาพประกอบที่ 5.2.5:	ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทำการอ่านค่ารหัส เชิงเส้นของฝาบรรจุภัณฑ์	78
ภาพประกอบที่ 5.2.6:	ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทำการหยิบยา จากสายพานลำเลียง	78
ภาพประกอบที่ 5.2.7:	ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยานำบรรจุภัณฑ์วางลง บนชั้นใส่ยาอัจฉริยะ	79
ภาพประกอบที่ 5.2.8:	ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทำการหยิบบรรจุภัณฑ์ ออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะ	79

ภาพประกอบที่ 5.4.1:	ภาพระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับกรณีศึกษาในคลังยา ของศูนย์การแพทย์ฯ	81
ภาพประกอบที่ 5.4.2:	ภาพเจ้าหน้าที่คลังยาเข้าสู่ระบบสารสนเทศโดยการอ่านค่า รหัสเชิงเส้นของตนเองและทดสอบระบบ	82
ภาพประกอบที่ 5.4.3:	ภาพแสดงขั้นตอนการอ่านรหัสเชิงเส้นของบรรจุภัณฑ์และยา	83
ภาพประกอบที่ 5.4.4:	ภาพแสดงขั้นตอนการบรรจุยาใส่ลงในบรรจุภัณฑ์	83
ภาพประกอบที่ 5.4.5:	ภาพการอ่านค่าฝาบรรจุภัณฑ์และการนำบรรจุภัณฑ์วางลง บนสายพานลำเลียงขาเข้า	84
ภาพประกอบที่ 5.4.6:	ภาพบรรจุภัณฑ์ขณะเคลื่อนที่มาถึงตัวตรวจจับรับรู้	84
ภาพประกอบที่ 5.4.7:	ภาพแขนหุ่นยนต์ขณะทำการหยิบบรรจุภัณฑ์ไปวางลงบนชั้นใส่ยา	85
ภาพประกอบที่ 5.4.8:	ภาพขณะหุ่นยนต์นำยาออกจากชั้นใส่ยาไปวางลงบนสาย พานลำเลียงขาออก	85
ภาพประกอบที่ 5.4.9:	ภาพที่ปลายทางของสายพานลำเลียงซึ่งมีหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ ประเภทยานำวิถีแบบอัตโนมัติคอยรับส่งต่อบรรจุภัณฑ์ยา	86

บทที่ 6: การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์

ภาพประกอบที่ 6.1.1:	แผนผังขั้นตอนของระบบในการรับยาเข้าคลัง	90
ภาพประกอบที่ 6.1.2:	แผนผังแสดงขั้นตอนการแจกจ่ายยา	91
ภาพประกอบที่ 6.2.1:	ความถี่ของการสั่งยาในช่วงจำนวนต่างๆ ในเวลา 5 เดือน	93
ภาพประกอบที่ 6.2.2:	การจัดวางของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา	94

สารบัญสมการ

บทที่ 4: การพัฒนาหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ

สมการที่ 4.3.1: อธิบายการคำนวณและปรับปรุงระยะห่างในการตรวจสอบ บรรจุภัณฑ์บน สายพานลำเลียง	58
สมการที่ 4.3.2: แสดงการคำนวณจำนวนวัตถุจากค่าขอบของวัตถุ	59

บทที่ 1

บทนำ

การจัดการระบบในระบบในโรงพยาบาล ทั้งในเรื่องการจัดการข้อมูล ยาหรือเวชภัณฑ์นั้น เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจโดยเฉพาะการจัดการเชิงโลจิสติกส์ ทั้งนี้เพื่อให้ผลลัพธ์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อาทิ การลดข้อผิดพลาดที่เกิดในการทำงานด้านการขนส่ง เพิ่มขีดความสามารถในการทำงานในเรื่องของความเร็วและเวลา เป็นต้น ระบบคลังยาเป็นหัวใจหลักในการขนส่งยาและเวชภัณฑ์ไปสู่แผนกต่างๆในโรงพยาบาล ต้องอาศัยการทำงานที่มีความเข้าใจในระบบเป็นอย่างดี โดยปัจจุบันการใช้คนจัดการข้อมูลที่มีจำนวนมากอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ รวมไปถึงการขนส่งข้อมูล ยา และเวชภัณฑ์ ดังนั้นในการศึกษาและพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาจึงมีความจำเป็น เพื่อลดข้อผิดพลาดดังกล่าว

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันระบบหุ่นยนต์ได้ถูกนำเข้ามาใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น จุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความแม่นยำ ความสะดวกสบาย และความถูกต้องให้กับงานที่จำเป็นต้องใช้ความแม่นยำสูง อีกทั้งยังช่วยลดภาระการทำงานของมนุษย์ ในทางการแพทย์ได้มีการนำระบบหุ่นยนต์มาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น อาทิ การนำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในด้านการผ่าตัด เนื่องจากหุ่นยนต์มีความถูกต้องและมีความแม่นยำสูง จึงสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยลดระยะเวลาในการผ่าตัดได้ ส่วนด้านโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลเป็นอีกด้านที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างมากในการนำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนถ่ายสิ่งต่างๆ อาทิเช่น การขนส่งคนไข้ และการขนส่งยาไปตามสถานที่ต่างๆในโรงพยาบาลซึ่งในกรณีนี้จะเป็นการช่วยเพิ่มความถูกต้องของการขนถ่าย ลดความสับสนที่เกิดจากการใช้คนในการขนถ่าย ลดความผิดพลาดที่เกิดจากความล้าและความสับสนที่เกิดขึ้นจากมนุษย์เป็นสำคัญอีกด้วยดังนั้นการขนถ่ายและจัดส่งยานั้นนับได้ว่าเป็นอีกด้านหนึ่งที่น่าจะมีการนำระบบหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เสริมประสิทธิภาพในการทำงาน

ยา วัสดุ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ต่างๆ ที่ใช้ในการบำบัดรักษาผู้ป่วยรวมเรียกว่า สินค้าเวชภัณฑ์ (Medical Supplies) เป็นสินค้าที่เกี่ยวข้องกับความเป็นความตายของประชาชน แตกต่างกับสินค้าอุปโภค

บริโภคตรงที่ ถ้าผู้บริโภคไม่ได้สินค้ามา จะไม่ส่งผลต่อคุณภาพของชีวิตมากนัก ในทางตรงกันข้าม หากผู้ป่วยไม่ได้สินค้าเวชภัณฑ์ หรือเกิดความผิดพลาดจากการจัดการการขนส่งสินค้าเวชภัณฑ์เหล่านี้ ตลอดจนสินค้ามีความเสื่อมสภาพหรือหมดอายุ เพราะการเก็บรักษา หรือการขนส่งไม่มีคุณภาพ ทำให้ไม่สามารถนำไปรักษาได้ จะส่งผลเสียแก่ผู้ป่วย หรือทำให้เสียชีวิตทันทีได้แผนกบริการเวชภัณฑ์หรือคลังยา จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการบริการผู้ป่วยในสถานประกอบการพยาบาล โดยแผนกดังกล่าวจะมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการจัดการยา รวมทั้งเวชภัณฑ์ที่ไม่ใช่ยา จะต้องจัดสรรให้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน และคำนึงถึงความถูกต้อง แม่นยำ และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการบริการทางเวชภัณฑ์ แต่เนื่องด้วยทุกวันนี้ตามโรงพยาบาลทั่วไป มีจำนวนคนผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอกจำนวนมากบุคลากรที่ทำหน้าที่ในการแยกจ่ายขนส่ง และให้บริการทางเวชภัณฑ์ต้องเสียเวลามากในการจัดและคัดแยกยา รวมถึงการขนส่งยาซึ่งมีจำนวนมากกว่า 2,000 รายการต่อการทำงานหนึ่งวัน ความล่าช้าจากการทำงานจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่อาจนำมาซึ่งความผิดพลาดของการขนส่งยา ทำให้ส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับคนไข้ที่ได้รับยา

ดังนั้นการประยุกต์ระบบหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดแยกและแจกจ่ายยา สามารถกำจัดปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้ ทั้งนี้เนื่องด้วยระบบหุ่นยนต์มีความแม่นยำสูง สามารถทำงานซ้ำๆ ได้ดีกว่ามนุษย์ และการทำงานของหุ่นยนต์ควรอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของมนุษย์เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดที่จะส่งผลร้ายแรงต่อคนไข้ได้ การวิจัยและพัฒนาสถานี่หุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์นี้ จะเป็นประโยชน์สูงสุดในการประยุกต์วิทยาการหุ่นยนต์มาใช้ในระบบโลจิสติกส์ทางการแพทย์

1.2 วัตถุประสงค์

โครงการวิจัยและพัฒนาสถานี่หุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อคัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์นี้ มีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ คือ

(1) ศึกษา วิจัย และพัฒนาระบบหุ่นยนต์สำหรับการรับยา แยกแยะ จัดยา และแจกจ่ายยา เพื่อความสะดวกและถูกต้องของระบบการจัดจ่ายยาในโรงพยาบาล

(2) วิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจัดแยกยา

(3) วิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจ่ายยา

ทั้งนี้เพื่อวิจัย และพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และต้นแบบนวัตกรรมใหม่ โดยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในการจัดแยกและแจกจ่ายยาสำหรับระบบโลจิสติกส์ภายในโรงพยาบาล เพื่อช่วยลดปัญหาการจัดแยกและแจกจ่ายยาที่อาจจะเป็นสาเหตุของความผิดพลาดอันเนื่องมาจากปัจจัยหลายสาเหตุ เช่น ความอ่อนล้าจากการทำงานของเจ้าหน้าที่ซึ่งจะต้องทำการคัดแยกและแจกจ่ายยาที่มีจำนวนมากในแต่ละวัน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความถูกต้องของการขนถ่าย และลดความสับสนที่เกิดจากการใช้คนในการขนถ่ายนอกจากนี้ระบบการจัดเก็บสินค้าเวชภัณฑ์ จำเป็นต้องมีระบบการจัดการและการเก็บรักษาที่ดี มีการควบคุมอย่าง

เข้มงวด ทั้งในเรื่องของอุณหภูมิซึ่งมีความสำคัญมากต่อการเสื่อมสภาพของเวชภัณฑ์ และในเรื่องของบรรจุภัณฑ์สินค้าเมื่อมีการขนส่งออกไปให้ผู้ป่วย เนื่องจากสินค้าเวชภัณฑ์บางประเภทไม่สามารถโดนแสงได้ หรือมีความไวต่อความร้อน ความชื้นและแสงสว่าง ซึ่งหากการบรรจุผลิตภัณฑ์สินค้าไม่ดีพอ ทำให้สินค้าเวชภัณฑ์โดนแสง ความร้อนและความชื้นที่มากเกินไป ส่งผลให้สรรพคุณของเวชภัณฑ์นั้นเสื่อมสภาพและไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังนั้นในการดูแลและการควบคุมคุณภาพสินค้าเวชภัณฑ์นี้จำเป็นจะต้องทำตั้งแต่ขั้นตอนการจัดเก็บ การหยิบ และการบรรจุ รวมถึงการขนส่ง เพื่อให้เวชภัณฑ์มีอายุตามเวลาที่กำหนดไว้ และมีสรรพคุณคงเดิม ดังนั้น การนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยแจกจ่าย แยกแยะ และจัดการเวชภัณฑ์และระบบโลจิสติกส์ภายในโรงพยาบาลนั้น จึงนับได้ว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว

1.3 เป้าหมายโครงการ

ในการศึกษา วิจัยและพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์นั้นจะทำการศึกษาและพัฒนาเพื่อหาต้นแบบของระบบหุ่นยนต์ที่นำมาใช้ในการจัดแยกและจ่ายยา โดยในโครงการนี้จะมีขอบเขตอยู่ที่คลังยาขนาดเล็กเพื่อเป็นต้นแบบในระยะเริ่มต้น ซึ่งเป้าหมายหลักของโครงการคือ การนำระบบหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการจัดแยกและจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล เพื่อเก็บและเบิกจ่ายยาจากชั้นวางโดยใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรมเข้าเสริม โดยระบบดังกล่าวจะทำหน้าที่แทนบุคคลากรเหล่านั้นในการจัดการยา เพื่อลดจำนวนของบุคลากรในงานดังกล่าว เพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องในการขนย้ายยาจากบริเวณที่เก็บยาไปยังผู้ป่วยและห้องจำหน่าย จุดมุ่งหมายของระบบนอกเหนือจากการการทำงานทดแทนแล้ว ยังเป็นการวางแผนจัดการยาซึ่งทำให้การใช้พื้นที่ห้องเก็บยามีประสิทธิภาพสูงสุด

1.4 ทบทวนวรรณกรรม

1.4.1 การขนส่งยาในโรงพยาบาล

การบริหารเวชภัณฑ์เป็นกลไกสำคัญของการดำเนินการภายในสถานบริการสาธารณสุขและระบบโลจิสติกส์ภายในโรงพยาบาล ซึ่งครอบคลุมถึงการส่งของ การจัดเก็บ การเบิกจ่าย และการสำรองเวชภัณฑ์คงคลัง[1-2] ดังนั้น แผนกขนส่งเวชภัณฑ์จึงมีบทบาทสำคัญมากในการบริหารและจัดการเวชภัณฑ์ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน โดยมีความถูกต้องแม่นยำและลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของสถานประกอบการ ซึ่งนับได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง [3]

ทั้งนี้ การพิจารณากิจกรรมย่อยในแต่ละแผนกขององค์กรหรือส่วนงาน ยังสามารถช่วยเพิ่มวิสัยทัศน์ในด้านต้นทุนของการดำเนินการ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มโอกาสในการปรับปรุงระบบดังกล่าวให้เหมาะสมและดีขึ้น[4]

โดยการปรับปรุงระบบโลจิสติกส์สำหรับการจัดการทางเภสัชกรรมภายในโรงพยาบาล และสามารถพัฒนาไปสู่ระบบคลังเวชภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดความสัมพันธ์สำหรับการดำเนินงานที่ีระหว่างหน่วยงานจ่ายเวชภัณฑ์กับหน่วยบริการอื่นๆในโรงพยาบาล นอกจากนี้ยังส่งผลดีต่อการบริการจัดการยาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจนการเพิ่มระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ [5]

จากกรณีศึกษาของโรงพยาบาลหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา มีการเริ่มใช้การบริหารแบบทันเวลาพอดีควบคู่กับระบบการบริหารคลังสินค้าแบบเชื่อมโยงกับผู้ผลิต และระบบหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ ทำให้ประสิทธิภาพในการบริหารเวชภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น[6] ทั้งในด้านความถูกต้องและความเหมาะสม ระบบการจัดการคลังเวชภัณฑ์จะทำหน้าที่เริ่มตั้งแต่การจัดซื้อจัดหาเวชภัณฑ์ที่มีคุณภาพในราคาที่เหมาะสมเพื่อเตรียมไว้ให้บริการผู้ป่วยรับยามาจากโรงงานผู้ผลิต ตลอดจนเก็บรักษา และขนส่งไปยังสถานเบิกจ่ายยา[2] อีกทั้งยังเป็นคลังยาสำรองให้แก่สถานอนามัยในเขตอำเภอเมือง (ในกรณีสถานประกอบการ หรือโรงพยาบาลประจำจังหวัด) แต่เนื่องจากในแต่ละวันผู้ป่วยที่เข้ารับบริการมีจำนวนมาก ดังนั้นการปรับปรุงการบริหารงานเวชภัณฑ์ให้มีคุณภาพและตรงตามมาตรฐานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการ

การปรับปรุงกระบวนการทำงานจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ปฏิบัติงาน เพื่อชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องและรายละเอียดของวิธีการทำงานของระบบ เพื่อป้องกันการก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งเวลาและการใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็น หลักการศึกษาระบบการจ่ายยาร่วมกับการนำหุ่นยนต์เข้ามาช่วยพัฒนา ปรับปรุง และเสริมระบบดังกล่าว สามารถนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์สภาพการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาและหาแนวทางในการปรับปรุงให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น[7]

1.4.2 หุ่นยนต์กับการขนส่งยา

หุ่นยนต์หรือระบบจ่ายยาอัตโนมัติเข้ามาช่วยในงานทางด้านเภสัชกรรมเริ่มตั้งแต่มาก่อนปี ค.ศ. 1970 มีจุดประสงค์หลักในการลดเวลาในการทำงาน ทั้งยังเพิ่มความสะดวกให้กับบุคลากรและผู้ป่วยที่เกี่ยวข้อง นอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาแล้ว การนำหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในงานด้านเภสัชกรรมยังช่วยในเรื่องของการลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการทำงานซ้ำๆ ของบุคลากร

ในยุคเริ่มแรกของประเทศสหรัฐอเมริกา โรงพยาบาลนิยมใช้ระบบการกระจายยาสำหรับผู้ป่วยแบบสำรองยาบนหอผู้ป่วย (Ward Stock System) โดยเภสัชกรจะจ่ายยาในขนาดบรรจุภัณฑ์สำหรับผู้ป่วย และพยาบาลบนประจำหอผู้ป่วย จะเป็นผู้จัดเตรียมยาจ่ายให้กับผู้ป่วยในแต่ละราย จะมีการสำรองยาไว้บนหอผู้ป่วยจำนวนหนึ่ง ในขณะที่บางโรงพยาบาล โดยเฉพาะในโรงพยาบาลเอกชนและโรงพยาบาลขนาดเล็ก นิยมใช้ระบบการกระจายยาแบบใบสั่งยารายบุคคล (Individual Inpatient หรือ Prescription Order System) โดยพยาบาลจะคัดลอกคำสั่งยามายังฝ่ายเภสัชกรรม และฝ่ายเภสัชกรรมจะจ่ายยาและคิดค่ายาของผู้ป่วยแต่ละราย

ต่อมาภายหลัง จึงมีการผสมผสานระบบกระจายยาทั้งสองแบบคือระบบการกระจายยาสำหรับผู้ป่วยแบบสำรองยาบนหอผู้ป่วย และระบบการกระจายยาแบบใบสั่งยารายบุคคลเข้าด้วยกัน แต่จากรายงานการวิจัย

หลายๆฉบับมีข้อสรุปว่า ระบบการกระจายยาแบบดังกล่าว มีข้อดีอยู่หลายประการ อาทิเช่น มีจำนวนยาเหลือค้างบนหออผู้ป่วยเป็นปริมาณมาก ปัญหายาหมดอายุ การเก็บรักษาไม่ถูกวิธีทำให้ยาเสื่อมสภาพและเกิดความคลาดเคลื่อนจากการใช้ยาสูง(Medication Error) ทำให้เกิดผลเสียทั้งต่อผู้ป่วยและโรงพยาบาล

จนกระทั่งในช่วงทศวรรษที่ 1960 ได้มีการพัฒนาระบบการกระจายยาแบบหนึ่งหน่วยขนาดใช้หรือระบบยูนิตโดส(Unit Dose System) ซึ่งจุดดังกล่าวนี้เป็นต้นกำเนิดทำให้เกิดระบบส่งจ่ายยาและระบบขนส่งยาอัตโนมัติ โดยเริ่มจากความคิดริเริ่มการจัดยาตามขนาดการใช้ (Unit Dose) สำหรับผู้ป่วยเป็นรายๆไป ระบบการกระจายยาดังกล่าว มักพบและใช้ในฝ่ายเภสัชกรรมผู้ป่วยใน เป็นการจ่ายยาที่มีการควบคุมและดูแลอย่างใกล้ชิด โดยจำเป็นต้องมีข้อมูลการให้ยาเพื่อกำกับการจัดจ่ายยาให้ผู้ป่วย นอกจากนี้ยาที่ถูกจ่ายไปจะต้องจัดให้ครั้งละไม่เกิน 24 ชั่วโมง อยู่ในสภาพที่ใช้ได้ทันที และมีฉลากระบุชื่อผู้ป่วย เติงและเวลาบริโภคยานั้นๆด้วย

โดยในปัจจุบันระบบการกระจายยาดว้ยหุ่นยนต์อัตโนมัติที่เป็นลักษณะการกระจายยาแบบหนึ่งหน่วยขนาดใช้เป็นที่นิยมมากในประเทศสหรัฐอเมริกาประมาณร้อยละ 90 [6] จากการรายงานและศึกษา พบว่าระบบการกระจายยาแบบหนึ่งหน่วยขนาดใช้ สามารถลดปัญหามูลค่ายาคงคลัง ยาหมดอายุ ยาเสื่อมสภาพ และความคลาดเคลื่อนจากการใช้ยาที่เกิดจากระบบการกระจายยาแบบเดิมได้มาก

นอกจากการแบ่งประเภทของหุ่นยนต์ส่งยาแบบอัตโนมัติ ดังที่กล่าวไปแล้ว ยังสามารถแบ่งประเภทของระบบส่งยาได้อย่างกว้างๆ ดังนี้คือ

- (1) หุ่นยนต์ขนส่งยาแบบช่อง เพื่อการจัดเก็บ เป็นหุ่นยนต์ที่ซับซ้อนน้อย ส่วนใหญ่ใช้ในโรงพยาบาลขนาดกลางและขนาดเล็ก
- (2) หุ่นยนต์ระบบการจัดเก็บแบบสุ่มหุ่นยนต์เหล่านี้เป็นชนิดที่พบมากที่สุดของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการระบบขนส่งยา โดยจะพบใช้ในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ หรือคล้งยาขนาดใหญ่

ทั้งนี้ ระบบขนส่งและจ่ายยาแบบอัตโนมัติ เป็นหุ่นยนต์ที่ออกแบบมาเพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากความล้าของบุคคลากร โดยหุ่นยนต์สามารถกำหนดความเร็วจ่ายและเพิ่มความจุของเวชภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ หน้าที่หลักสำคัญของระบบหุ่นยนต์จ่ายยาอัตโนมัติ ประกอบไปด้วย ต้องสามารถจ่ายยาได้อย่างเหมาะสม นำยาเข้าสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ และสามารถเก็บสินค้าคงคลังได้

ข้อดีอีกประการหนึ่งที่สำคัญของระบบหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการขนส่งและจ่ายยาแบบอัตโนมัติคือ สามารถช่วยลดเวลาในการขนส่ง เนื่องจากยาจะถูกขนส่งตามขั้นตอนการทำงานของระบบอย่างอัตโนมัติ โดยจากการศึกษา เวลาเฉลี่ยในการจัดส่งเป็นจุด จะใช้เวลาประมาณจุดละ 20 วินาที อย่างไรก็ตามหากใบสั่งยาจากแพทย์มีรายการยา มากกว่าหนึ่งรายการ ตัวอย่างเช่น 8 รายการ จะใช้เวลาทั้งสิ้นเพียง 160 วินาที หรือ 2 นาที

ด้วยประโยชน์ของหุ่นยนต์ดังกล่าว จะช่วยในการจัดเก็บ แจกจ่ายและแบ่งเบาภาระหน้าที่ของเภสัชกรได้ จึงเป็นการช่วยแก้ปัญหาที่มักเกิดขึ้นในฝ่ายเภสัชกรรมของของโรงพยาบาล

1.5 หลักการและเหตุผล

โลจิสติกส์ในโรงพยาบาลเป็นอีกด้านที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างมากที่จะมีการนำระบบหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพในการขนถ่ายสิ่งต่างๆ เช่น การขนถ่ายคนไข้ การขนถ่ายยาไปตามสถานที่ต่างๆ ในโรงพยาบาล ในกรณีนี้นอกจากเพิ่มความถูกต้องของการขนถ่าย ลดความสับสนที่เกิดจากการใช้คนในการขนส่ง ลดความผิดพลาดที่เกิดจากความล้า ความสับสนที่เกิดขึ้นจากมนุษย์เป็นสำคัญ

การบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์สำหรับยาและเวชภัณฑ์จึงนับเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น และมีความสำคัญอย่างมากตั้งแต่การจัดเก็บยาอย่างมีคุณภาพถูกต้อง รวมถึงสามารถนำส่งยาไปยังหอผู้ป่วยและห้องยาอยู่อื่นๆทั่วทั้งโรงพยาบาลเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับยาอย่างถูกต้องรวดเร็วตรงตามเวลาและปลอดภัยรวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่ายาและเวชภัณฑ์เหล่านั้นอยู่ตำแหน่งใดโดยการติดตามหรือจำแนกด้วยระบบรหัสข้อมูลเชิงเส้นหรือรหัสข้อมูลเชิงภาพไว้ที่เวชภัณฑ์ ดังภาพประกอบที่ 1.5.1 เพื่อเป็นการเพิ่มความถูกต้องและความแม่นยำต่อการตรวจสอบมากยิ่งขึ้น



ภาพประกอบที่ 1.5.1: การติตรหัสข้อมูลเชิงเส้นสำหรับจำแนกชนิดหรือประเภทของยา[8]

แต่การดำเนินงานของโรงพยาบาลส่วนใหญ่นั้นจะมีหลายกระบวนการที่ซับซ้อนทำให้ผู้ป่วยใช้เวลาเป็นจำนวนมากการนำระบบบริหารและจัดการโลจิสติกส์มาใช้จึงสามารถช่วยให้โรงพยาบาลให้บริการได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยดังภาพประกอบที่ 1.5.2 แสดงตัวอย่างของระบบสายพานลำเลียงยาแบบรางคู่สำหรับห้องจ่ายยาของทางโรงพยาบาล



ภาพประกอบที่ 1.5.2: ระบบสายพานลำเลียงยาแบบรางคู่สำหรับห้องจ่ายยาของทางโรงพยาบาล[9]

สำหรับระบบโลจิสติกส์ของการขนถ่ายและจัดส่งยาเป็นอีกด้านที่น่าจะนำระบบหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องด้วยทุกวันนี้ตามโรงพยาบาลหลักๆ มีผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอกจำนวนมาก ส่งผลให้บุคลากรที่ทำหน้าที่ในการจ่ายและขนส่งยา ต้องเสียเวลาในการจัดยาจำนวนมากต่อวัน และเสียเวลาในการส่งยาและแยกยาไปมากต่อการทำงานหนึ่งวัน ความล่าช้าจากการทำงานเป็นสาเหตุหนึ่งที่สามารถเกิดนำมาซึ่งความผิดพลาดของการส่งยาได้ และส่งผลกระทบต่อตรงกันคนไข้ที่ได้รับยา

ซึ่งระบบหุ่นยนต์มีข้อได้เปรียบ คือ สามารถทำงานซ้ำๆ กันได้หลายครั้ง เหมาะสำหรับการขนส่งที่ทำเป็นประจำ มีความละเอียด ถูกต้อง แม่นยำ รวมถึงมีความเป็นอัตโนมัติ สามารถลดจำนวนคนและลดเวลาในการทำงานลงได้เป็นอย่างดี

1.6 ภาพรวมของโครงการ

การออกแบบและการพัฒนาระบบการจ่ายยาด้วยหุ่นยนต์มีหลายแนวคิด ซึ่งแต่ละแนวคิดจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป ผลจากการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียต่างๆ ของแต่ละแนวคิด พบว่าแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประเภทข้อต่อ (Articulated Robot) คือหุ่นยนต์ที่โครงการสนใจนำมาใช้พัฒนาระบบการจ่ายยาด้วยหุ่นยนต์ เนื่องจากมีความแม่นยำสูงในการกำหนดตำแหน่งปลายแขน การพัฒนาระบบการจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เริ่มจาก 1) การออกแบบส่วนหยิบจับกล่องบรรจุภัณฑ์ยา (Gripper) และกล่องบรรจุภัณฑ์ยา (Drug Package) 2) การออกแบบชั้นใส่ยา (Drug Shelf) สำหรับกล่องหรือซองบรรจุภัณฑ์ยา และ 3) การพัฒนาระบบประมวลผลสำหรับควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Articulated Robot) โดยรายละเอียดของการออกแบบและระบบประมวลผลของหุ่นยนต์จะถูกกล่าวถึงต่อไป

1.6.1 การออกแบบส่วนหยิบจับกล่องหรือซองบรรจุภัณฑ์ยา (Gripper) และกล่องบรรจุภัณฑ์ยา (Drug Package)

การออกแบบชิ้นส่วนหยิบจับ (Gripper) และกล่องหรือซองบรรจุภัณฑ์ (Drug Package) ทำเพื่อให้แขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประเภทข้อต่อ (Articulated Robot) ที่นำมาใช้ในระบบการจ่ายยา สามารถค้นหาและหยิบกล่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในส่วนนี้จะเริ่มทำการออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ยาก่อน

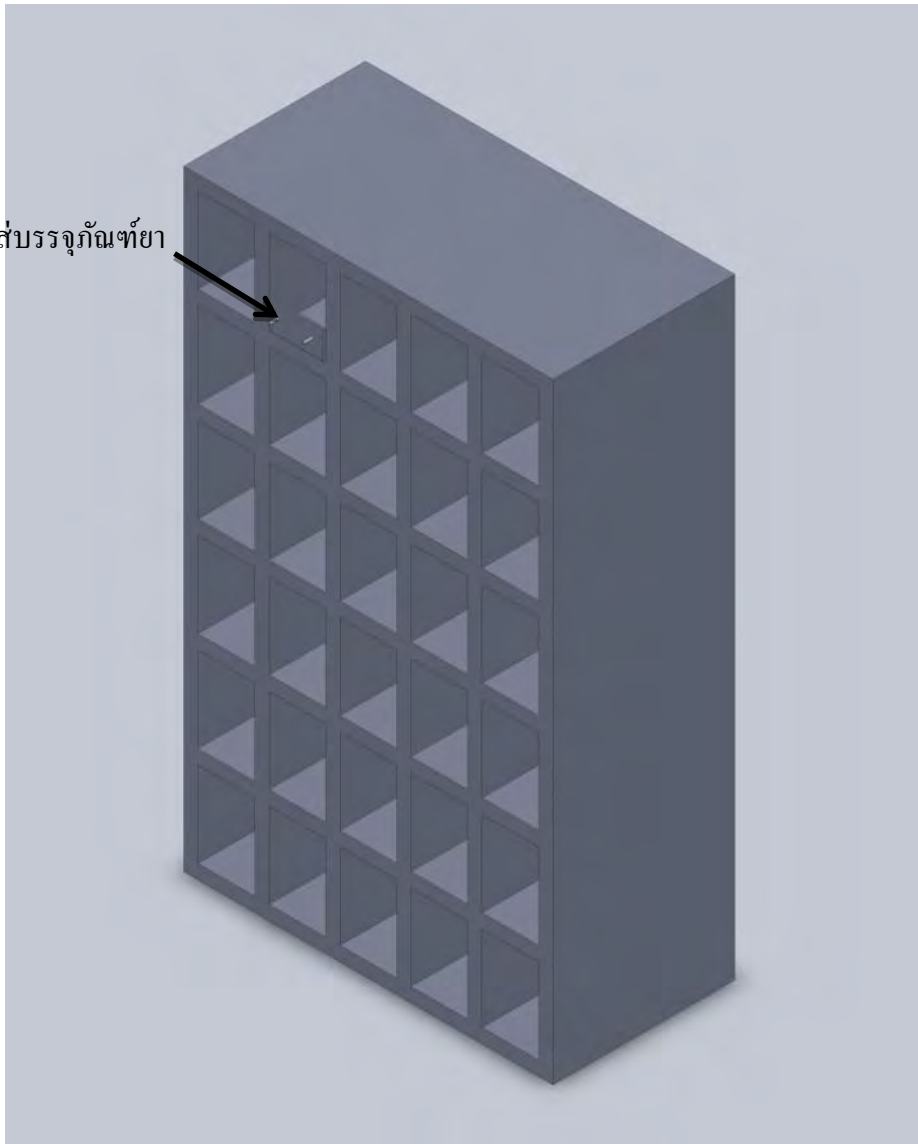
การออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ยาจะต้องคำนึงถึงลักษณะของยาที่ต้องการนำส่งเป็นหลัก โดยลักษณะของยาที่ต้องการนำส่งคือ 1) ยาเม็ด ซึ่งเป็นลักษณะที่มีการใช้เป็นจำนวนมากและมีขนาดบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน 2) ยาน้ำ โดยมากถูกบรรจุภายในขวดซึ่งมีขนาดของบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน และ 3) ยาฉีด ซึ่งเป็นยาประเภทเดียวที่มีบรรจุภัณฑ์ขนาดใกล้เคียงกัน การออกแบบกล่องต้องคำนึงถึงขนาดของบรรจุภัณฑ์ยาเป็นสำคัญ ต้นแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ยาที่ออกแบบมีลักษณะของกล่องใส่บรรจุภัณฑ์ยาเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีช่องสำหรับสอดส่วนหยิบจับ (Gripper) ทั้ง 2 ด้าน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุหลุดออกจากส่วนหยิบจับ (Gripper) โดยอาศัยรหัสข้อมูลเชิงเส้น (Bar Code) ที่ติดอยู่รอบกล่อง ในการตรวจสอบความถูกต้องของยาที่ต้องการนำส่ง และที่ด้านเดียวกันนั้นมีแท่งกำหนดระยะระหว่างกล่องๆ เพื่อเป็นช่องว่างให้ส่วนหยิบจับ (Gripper) สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้สะดวกเมื่อต้องการหยิบบรรจุภัณฑ์นี้

การออกแบบส่วนหยิบจับ (Gripper) สำหรับการเคลื่อนย้ายกล่องใส่บรรจุภัณฑ์ยาดังต้นแบบที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยส่วนหยิบจับต้นแบบ (Gripper) โดยประกอบด้วยส่วนยึดติดทำหน้าที่ยึดติดกับปลายแขนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Articulated Robot) ส่วนเคลื่อนที่ทำหน้าที่ปรับระยะของส่วนหยิบจับให้พอดีกับขนาดของกล่อง

1.6.2 การออกแบบชั้นวางของ (Drug Shelf) สำหรับกล่องหรือซองบรรจุภัณฑ์ยา (Drug Package)

การออกแบบชั้นใส่ยา (Drug Shelf) สำหรับเก็บกล่องใส่บรรจุภัณฑ์ยาดังต้นแบบ ถูกออกแบบให้เป็นช่องเรียงต่อกันทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ในเบื้องต้นออกแบบให้มีช่องสำหรับใส่กล่องๆ 30 ช่องต่อหนึ่งชั้นวาง โดยแต่ละช่องมีขนาดใหญ่กว่ากล่องๆ เล็กน้อย เพื่อความสะดวกในการใส่กล่องๆ เข้าออก ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1.6.3 ที่ด้านบนของช่องใส่ของแต่ละช่องจะมีการติดรหัสข้อมูลเชิงเส้น (Bar Code) เพื่อระบุข้อมูลยาแต่ละชนิด ในกรณีที่มีการหยิบบรรจุภัณฑ์ เข้าหรือออกจากชั้น หุ่นยนต์จะทำการตรวจสอบความถูกต้องในการหยิบยาจากชั้นจากรหัสข้อมูลเชิงเส้น (Bar Code) ที่ติดอยู่ที่ชั้น กล่อง และคำสั่งจากห้องจ่ายยา

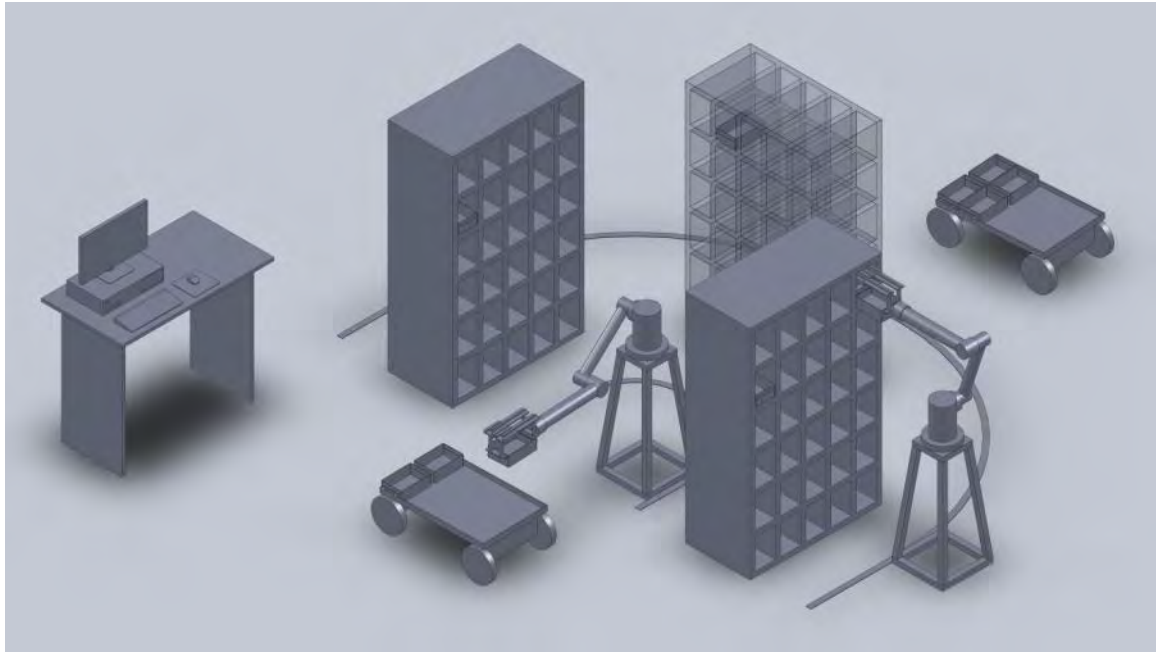
กล่องใส่บรรจุภัณฑ์ยา



ภาพประกอบที่ 1.6.1: ชั้นวางของต้นแบบ (Drug Shelf)

1.6.3 การพัฒนาระบบประมวลผลสำหรับควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ประเภทข้อต่อ (Articulated Robot)

ระบบประมวลผลสำหรับควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อรับคำสั่งจากห้องจ่ายยาหรือแผนกต่างๆ เช่น แผนกอายุรศาสตร์ เป็นต้น และควบคุมแขนหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปหยิบกล่องใส่บรรจุภัณฑ์ยา (Drug Package) มาส่งให้หุ่นยนต์กระจายยา โดยภาพประกอบที่ 1.6.4 แสดงภาพรวมทั้งหมดของระบบการจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Articulated Robot)



ภาพประกอบที่ 1.6.2: ภาพรวมระบบจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประเภทข้อต่อ
(Articulated Robot)

ระบบสั่งการจะประมวลผล และส่งคำสั่งไปควบคุมแขนหุ่นยนต์ ให้เคลื่อนที่ไปหยิบกล่องใส่บรรจุภัณฑ์ยาชนิดที่ได้รับมอบหมาย โดยแขนหุ่นยนต์ฯ จะเคลื่อนที่ไปยังชั้นวางของต่างๆ ตามเส้นทางที่กำหนดไว้ และนอกเหนือจากการหยิบยาจากชั้นวางของแล้ว หุ่นยนต์ยังสามารถเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดเพื่อเก็บยาเข้าชั้นวางของได้

การออกแบบและพัฒนาระบบการจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Articulated Robot) ยังอยู่ในขั้นของการวางแผนการทำงานของแขนหุ่นยนต์ฯ และออกแบบการออกแบบกล่องใส่บรรจุภัณฑ์ยา (Drug Package) ส่วนหยิบจับ (Gripper) และชั้นใส่ยา (Drug Shelf) รวมไปถึงการพัฒนากระบวนการประมวลผลและระบบควบคุมสำหรับตัวระบบสารสนเทศ ที่จะกล่าวต่อไป

1.7 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย

- [1] Quick JD. et al., "Managing Drug Supply". West Hartford: Kumarian Press, 1997.
- [2] Desselle SP, Zgarrick DP. "Pharmacy Management: Essentials for All Practice Settings", New York: McGraw-Hill, 2009.
- [3] Pokharel S., "Perception on information and communication technology perspectives in logistics", Enterp Info Manag 2005; 18(2):136-49.
- [4] Christopher M., "Logistics and SupplyChain Management", London: Prentice Hall, 1998
- [5] Burt T., "Seeing the future: innovative supply chain management strategies", Health.c Exec 2006; 2(1):16-21.
- [6] Aptel O., "Pourjalali H. Improving activities and decreasing costs of logistics in hospitals: a comparison of US and French hospitals", Int J Account 2001; 36:65-90.
- [7] Meyers FE, Stewart JR., "Motion and Time Study for Lean Manufacturing", Upper Saddle River:Prentice-Hall, 2002.
- [8] <http://riverplusblog.com/tag/motorola/>
- [9] <http://www.ap-machinery.com/hospitalconveyor.html>

บทที่ 2

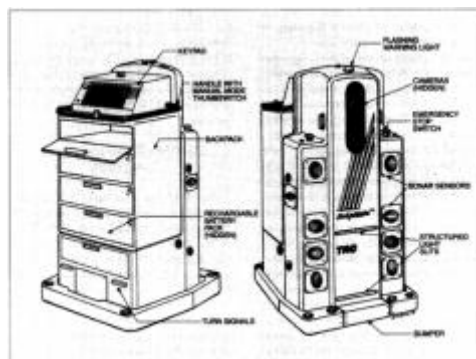
หลักการและทฤษฎี

2.1 หลักการแก้ปัญหาในคลังยาโดยใช้หุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อจัดจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์

ในปัจจุบัน หุ่นยนต์ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น โดยเรียกหุ่นยนต์เหล่านี้ว่า หุ่นยนต์บริการ ซึ่งจะแตกต่างจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรมคือ หุ่นยนต์จะทำงานบริการให้มนุษย์โดยตรง การนำหุ่นยนต์มาใช้ในโรงพยาบาล มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เช่น หุ่นยนต์เพื่อการวินิจฉัย การรักษา ศัลยกรรมและการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วย เป็นต้น อย่างไรก็ตามการนำหุ่นยนต์มาช่วยในการจัดเก็บ แยกแยะ และจัดเตรียมวัสดุ เช่น ระบบหุ่นยนต์ในห้องจ่ายยานั้นก็มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี

ในปี 1991 มหาวิทยาลัยเยลส์ เริ่มวิจัยเรื่องการวางแผนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อใช้ในโรงพยาบาล ซึ่งในที่สุดนำไปสู่การพัฒนาหุ่นยนต์ที่ใช้ในโรงพยาบาลตัวแรกของโลก คือ HelpMate โดยบริษัท Transitions Research Corporation[1] โดยหน้าที่หลักของหุ่นยนต์ดังกล่าวเพื่อใช้ในการขนส่งยาและเวชภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงข้อมูลของผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยมีการขนส่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่เป็นเป้าหมาย หุ่นยนต์ได้ออกแบบให้มีระบบนำทางโดยใช้วิธีที่เรียกว่า บัค 2 (Bug 2) เป็นการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยที่ไม่มีข้อมูลของสภาพแวดล้อมโดยรวมของพื้นที่อยู่ในระบบมาก่อน ซึ่งหากหุ่นยนต์พบเจอสสิ่งกีดขวาง หุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่ตามขอบของสิ่งกีดขวางนั้นๆ จนกระทั่งสามารถเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางไปได้ในที่สุด รูปที่

2.2.1 แสดงองค์ประกอบโดยรวมของหุ่นยนต์ HelpMate[2]



ภาพประกอบที่ 2.1.1: องค์ประกอบโดยรวมของหุ่นยนต์ HelpMate

อย่างไรก็ดีตัวอย่างงานวิจัยสำหรับการจัดเก็บหรือหยิบสิ่งของจากชั้นวางโดยใช้ระบบหุ่นยนต์ และนำวัสดุมายังสถานะนั้น อาจมีการประยุกต์ใช้งานในลักษณะเดียวกัน โดยเฉพาะในห้องสมุด หุ่นยนต์เลือกและจัดเก็บหนังสือจากชั้นวางได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยผู้ร่วมวิจัยในโครงการนี้ได้พัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยจอร์นส์ ฮอปกิน เมืองบัลติมอร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา[3] โดยหุ่นยนต์ดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการจัดเก็บหนังสือเข้าชั้นวางหนังสือและมีการสแกนรหัสข้อมูลเชิงเส้นเพื่อจัดเก็บข้อมูลต่างๆเข้าระบบ โดยตัวหุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่งและมีการเชื่อมต่อแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ารวมกันกับตัวหุ่นยนต์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.1.2 นอกจากนี้ตัวอย่างงานวิจัยที่ต่อเนื่อง เช่น งานวิจัยที่ประเทศญี่ปุ่นที่ได้มีการนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาการหุ่นยนต์ประยุกต์รวมกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาเป็นระบบสำหรับการจัดเก็บและจัดเรียงหนังสือจากภายนอกพื้นที่โดยหุ่นยนต์จะสามารถจดจำตำแหน่งต่างๆบนชั้นวางหนังสือ และสามารถหยิบหนังสือได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งหุ่นยนต์ดังกล่าวมีรูปแบบดังภาพประกอบที่ 2.1.3 โดยหุ่นยนต์ประกอบด้วยหน่วยการค้นซึ่งมีกล้องเป็นตัวรับสัญญาณภาพและส่งไปประมวลผลต่อไป มีส่วนของแขนกลที่ใช้ในการหยิบจับหนังสือ และส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์[4-6] โดยงานวิจัยดังกล่าวได้รับการนำเสนอระหว่างปี 2002-2008



ภาพประกอบที่ 2.1.2: แขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่เชื่อมต่อกับฐานหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง



ภาพประกอบที่ 2.1.3: หุ่นยนต์จัดเก็บหนังสือซึ่งพัฒนาโดยกลุ่มนักวิจัยจากประเทศญี่ปุ่น

ในปี 2009 กลุ่มนักวิจัยจากประเทศจีน ได้วิเคราะห์ถึงการจัดการเรื่องเวลาของการจัดเก็บและหยิบของจากชั้นวางที่มีความหนาแน่นของวัสดุ[7] โดยการศึกษาดังกล่าว เป็นการอ้างอิงในส่วนของตรวจสอบเรื่องประสิทธิภาพทางเวลาในการทำงานของระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์กับงานบนชั้นวางของซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้วิธีการดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดเก็บยาภายในโรงพยาบาล[8-9] แสดงตัวอย่างวรรณกรรมที่แสดงผลความสำเร็จในการใช้ระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในการจ่ายยา โดยงานวิจัยดังกล่าว ได้มีการออกแบบทั้งในส่วนของโครงสร้างและระบบควบคุมของหุ่นยนต์ มีการวิเคราะห์ลักษณะของระบบการจำแนกและแจกจ่ายยาประยุกต์รวมกับระบบหุ่นยนต์ มีการใช้ระบบประมวลผล เพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลในคลังยา โดยระบบการแจกจ่ายยาโดยใช้หุ่นยนต์ดังกล่าว มีโครงสร้างดังภาพประกอบที่ 2.1.4 ประกอบด้วย 1)พื้นที่หรือชั้นสำหรับกักเก็บยา 2) รางเลื่อนหรือลิฟต์ที่ใช้ในการจัดเก็บยาเข้าชั้นและ 3) กล้องควบคุม[10]



ภาพประกอบที่ 2.1.4: ระบบการจัดเก็บยาที่นำระบบหุ่นยนต์และรางเลื่อนมาประยุกต์ใช้

จากงานวิจัยและตัวอย่างข้างต้นทำให้เห็นว่า ปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในคลังยาเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดความผิดพลาด ลด

เวลาและจำนวนบุคลากรช่วยเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพในการคัดแยกและแจกจ่ายพร้อมขนส่งยาไปยังแผนกต่างๆให้แก่โรงพยาบาล

2.2 ภาพรวมและปัญหาของการจัดจ่ายส่งยาโดยย่อ

กระบวนการการจัดแยกและแจกจ่ายยาในโรงพยาบาล เริ่มตั้งแต่การขนย้ายบรรจุภัณฑ์ยาที่ตัวแทนจำหน่ายยานำมาส่ง มาเก็บไว้ยังชั้นใส่ยาภายในคลังยา จากนั้นทำการจัดเรียงยาให้ตรงตามหมวดหมู่สภาพแวดล้อมที่ยาต้องการ วันหมดอายุของยา และลำดับก่อนหลังของการนำเข้า สุดท้ายจึงจ่ายยาไปยังแผนกบริการต่างๆของโรงพยาบาลตามใบสั่งและความต้องการของแผนกนั้นๆ จะเห็นได้ว่าในกระบวนการที่กล่าวมานี้จำเป็นต้องใช้เจ้าหน้าที่ ซึ่งเป็นทรัพยากรทางบุคคลจำนวนมาก รวมถึงต้องใช้เวลามากในการทำงานดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในคลังยาของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีความต้องการในการขนย้ายและแจกจ่ายยาไปยังแผนกต่างๆในโรงพยาบาลที่มีอยู่จำนวนมาก หรือแม้กระทั่งการจัดเก็บยาดังกล่าวไปไว้ในที่อื่นนอกเหนือจากคลังยาหลัก ซึ่งในความเป็นจริงแล้วบุคลากรเหล่านั้นยังมีภาระหน้าที่อื่นๆที่ต้องรับผิดชอบควบคู่ไปด้วย จากเหตุผลดังกล่าว จึงนำมาสู่โครงการวิจัยระบบสถานีหุ่นยนต์อัตโนมัติเพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาในคลังยา เพื่อจัดเก็บและนำยาออกจากชั้นวางโดยใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรมเข้าเสริม โดยระบบดังกล่าวจะทำหน้าที่แทนบุคคลกรเจ้าหน้าที่ เป็นการช่วยลดจำนวนและภาระงานของบุคลากรในส่วนของการจัดระเบียบยา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำถูกต้องในการขนย้ายยาจากบริเวณคลังยาไปยังห้องผู้ป่วยและห้องจำหน่ายยา จุดมุ่งหมายของระบบนอกเหนือจากการการทำงานทดแทนแล้ว ข้ายังเป็นการวางแผนบริหารพื้นที่จัดเก็บยาซึ่งทำให้การใช้พื้นที่คลังเก็บยามีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด

ในระบบการจัดเก็บยาแบบปกติ จำเป็นต้องมีบุคลากร เพื่อนำยาจากตัวแทนจำหน่ายมาจัดเก็บไว้ในชั้นใส่ยาในคลังยา โดยที่ชั้นใส่ยาเหล่านี้ได้มีการแบ่งหมวดหมู่และประเภทของยาตามชนิดและลักษณะการเก็บ เช่น ยาน้ำชนิดก. จะเก็บไว้คนละตำแหน่งกับยาเม็ดชนิด ข. ยาที่เก็บภายใต้อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้น 75% จะเก็บคนละตำแหน่งกับยาที่เก็บภายใต้อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ความชื้น 60% นอกจากนี้การเก็บยานั้นชั้นใส่ยาภายในคลังยาจำเป็นต้องมีการเรียงลำดับการนำเข้าก่อน-หลัง เพื่อให้ยาที่ใกล้เสื่อมสภาพนั้นอยู่ด้านหน้าและยาที่นำเข้าใหม่กว่าอยู่ชั้นถัดไปตามลำดับ โดยด้านหน้าในที่นี้ อาจเป็นด้านซ้ายสุด ด้านหน้าสุดหรือด้านขวาสุดขึ้นอยู่กับระบบการจัดเก็บยาภายในคลัง ในขั้นตอนการเก็บรักษาสดดังกล่าว หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ยา ซึ่งความผิดพลาดในที่นี้อาจจะเกิดจากหลายสาเหตุ อาทิเช่น การเก็บยาผิดสภาพแวดล้อม ส่งผลให้ตัวยาสีเสื่อมสภาพ การจัดยาเข้าชั้นผิดลำดับ ทำให้ยาถูกเก็บไว้นานและหมดสภาพในที่สุด นอกจากนี้บุคลากรในคลังยา จะต้องทำการบันทึกบัญชีการนำเข้า-ออกทุกครั้ง ทำให้เกิดความยุ่งยาก และเสียเวลาอย่างมากในการตรวจสอบ เพราะมีระบบหลายๆอย่างที่ทับซ้อนกัน

ในหลายขั้นตอน ช้ำยังทำให้เอกสารประจำวันเกี่ยวกับการเบิกจ่ายหรือส่งคืนยานั้นมีจำนวนมากมีผลทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้

ในส่วนขอระบบการจ่ายยา โดยปกติแล้วเภสัชกรจะเป็นผู้ทำการสั่งยาผ่านระบบเครือข่ายของโรงพยาบาล จากนั้นทางคลังยาจะทำการนำยาออกจากชั้นใส่ยา พร้อมทั้งทำบัญชีออกเพื่อเตรียมให้บุคลากรนำยาเหล่านี้ไปส่งยังแผนกต่างๆ ภายในโรงพยาบาลตามวันและเวลาที่นัดหมายในเอกสารกำกับยา และสำหรับบางแผนกที่มีความต้องการยาเป็นประจำในรายวันหรือรายสัปดาห์ ก็จะมีการเตรียมยาไว้เพื่อแจกจ่ายให้เป็นประจำ นอกจากนี้ยังมีการจ่ายยาให้ผู้ป่วยโดยตรงจากคลังยาอีกด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละวันจะมีจำนวนยาที่ออกจากคลังยาเป็นจำนวนมาก และหลากหลายประเภทโดยไม่ซ้ำกันในแต่ละวัน

เมื่อมองระบบการจ่ายยาโดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่า บุคลากรของโรงพยาบาลนั้นถูกใช้ไปเป็นจำนวนมากโดยไม่มีการวางแผนในการใช้ทรัพยากรดังกล่าวอย่างคุ้มค่า ทั้งในขั้นตอนการจัดเก็บและแจกจ่ายยา การดูแลรักษายาขณะที่อยู่ในคลังยา การรับรายการและจัดทำเอกสารการนำยาเข้า-ออกจากคลังยา และการขนส่งยาไปยังแผนกบริการต่างๆ ภายในโรงพยาบาล ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้เป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรบุคคลและเป็นการสูญเสียเวลาอย่างมาก

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ทำให้สามารถสังเกตเห็นได้ว่าในระบบการคัดแยกและแจกจ่ายยาของคลังยาจำเป็นต้องใช้บุคลากรเป็นจำนวนมากในการทำงาน และลักษณะการทำงานดังกล่าวนี้มีลักษณะการทำงานที่เหมือนเดิมซ้ำซ้อนในทุกวัน จึงอาจจะส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า และก่อให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้จากการจัดเก็บยาผิดชั้น การลำดับก่อน-หลังในการเก็บบรรจุภัณฑ์ยา ความถูกต้องในการบันทึกรายละเอียดของการจัดเก็บและจัดส่งบรรจุภัณฑ์ยา รวมไปถึงการจ่ายยาที่ไม่ถูกต้องไปยังแผนกบริการต่างๆ ในโรงพยาบาล ซึ่งผลต่างๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลเสียต่อผู้ป่วยและรูปลักษณ์ขององค์กรทั้งสิ้น นอกจากนี้ระยะเวลาและข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดในกระบวนการทั้งหมดนั้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการจ่ายยาของโรงพยาบาลไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ทั้งหมดนี้เปรียบเสมือนกำแพง ที่ขีดขวางมิให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาอย่างครบถ้วน และทันถ่วงที

2.3 ทฤษฎีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 แนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามแนว X-Y บนชั้นวางยา

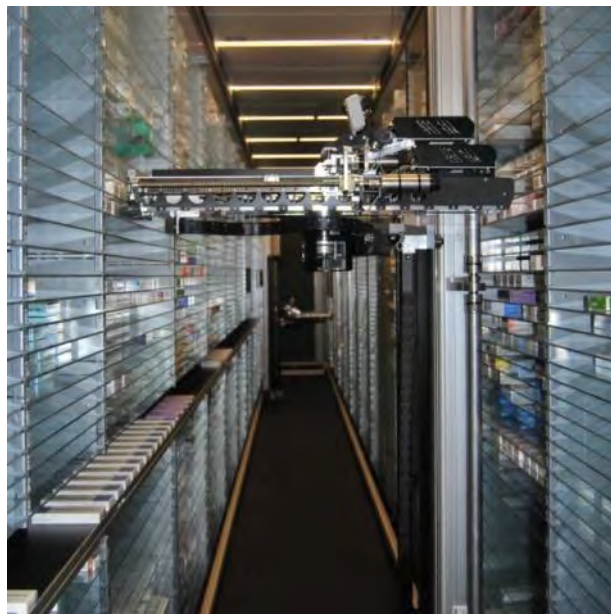
การออกแบบหุ่นยนต์ให้มีการเคลื่อนที่ตามแนว X-Y มักพบอย่างแพร่หลายในการออกแบบระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรมโดยการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดังกล่าวจะอยู่บนระนาบหนึ่งๆ ตัวอย่างของหุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนที่ในแนวระนาบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ระบบหุ่นยนต์เชิงอุตสาหกรรมเพื่อจัดการสินค้าบนวางสายพานและระบบหุ่นยนต์เพื่อใช้ในงานวิจัยการจัดเรียงสารพันธุกรรมขนาดเล็กเป็นต้น

ลักษณะของระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามแนว X-Y คือ ตัวหุ่นยนต์จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ประสานกันระหว่างทิศทางตรงในสองทิศทางใดๆ ที่ตั้งฉากกัน เช่น การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Vertical) และ การเคลื่อนที่

แนวนราบ (Horizontal) เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนที่ที่ประสานกันในสองทิศทาง จะทำให้หุ่นยนต์ดังกล่าวสามารถทำงานในพื้นที่การทำงานที่มีลักษณะเป็นระนาบ

สาเหตุของการนำเอาแนวคิด ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามแนว X-Y มาใช้ในการจัดแยกและแจกจ่ายยาในคลังยา คือ ชั้นวางยาโดยทั่วไป มักมีลักษณะ พื้นี่หน้าตรงของชั้นเป็นลักษณะของระนาบแนวนนึ่ง โดยช่องสำหรับยาแต่ละชนิดจะถูกจัดเรียงอยู่บนระนาบนั้นๆ ซึ่งการทำงานในลักษณะหยิบและจัดยาบนชั้นดังกล่าวจึงทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับงานในการจัดแยกและแจกจ่ายยาบนชั้นวางยา โดยระบบหุ่นยนต์สำหรับงานจัดแยกและแจกจ่ายยาที่ถูกพัฒนาและวางจำหน่ายในปัจจุบันก็มักเป็นหุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนที่ตามแนว X-Y ดังที่กล่าวถึง ตัวอย่างเช่น ROWA Robot ที่ผลิตโดยบริษัท ARX[1] ดังภาพประกอบที่ 2.3.1

การทำงานของระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามแนวระนาบ X-Y บนชั้นวางยา มีความสามารถในการเคลื่อนที่ของ ฐานของหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Vertical) และ เคลื่อนที่แนวนราบ (Horizontal) โดยเคลื่อนที่อยู่บนรางที่วางขนานกับระนาบหน้าชั้นวางยา โดยรางเดี่ยวในแนวตั้งเกาะอยู่กับชั้นวางยา ตัวรางสามารถเคลื่อนที่ไปมาในทิศซ้ายหรือขวาได้ ส่วนรางแนวเส้นระดับจะวางตัวอยู่บนรางในแนวตั้ง ตัวรางสามารถเคลื่อนที่ไปมาในทิศขึ้นหรือลงได้ หรือกลับกันโดยส่วนของหุ่นยนต์ที่วางอยู่บนฐานที่เคลื่อนแนวระนาบ ประกอบไปด้วยส่วนของแขนหุ่นยนต์เพื่อหยิบจับยา หรือ บรรจุภัณฑ์ใส่ยา และตัวรับรู้สำหรับอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น บนบรรจุภัณฑ์หรือ ช่องใส่ยาชนิดต่างๆ เพื่อการระบุชนิดของยาที่หยิบและวางให้ถูกต้องและแม่นยำ

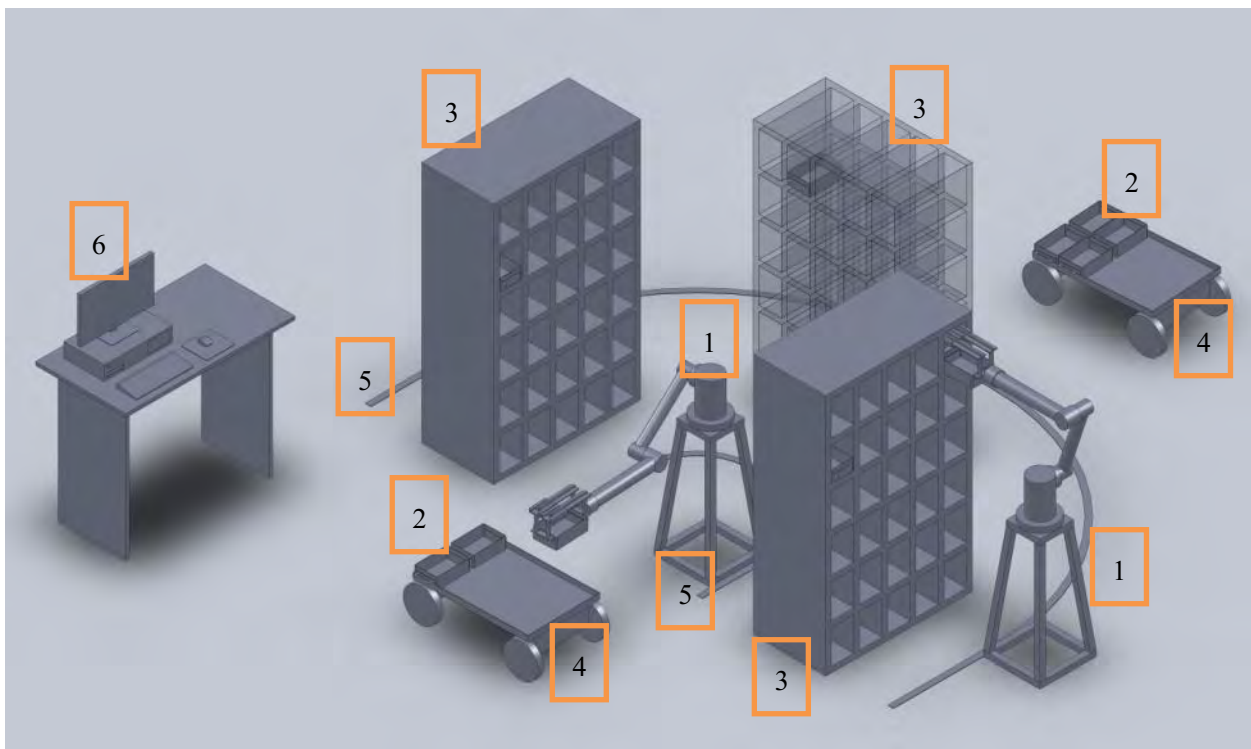


ภาพประกอบที่ 2.3.1: ลักษณะของหุ่นยนต์จ่ายยา ROWA Robot [1]

ข้อดีของการนำเอาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามแนวระนาบ X-Y บนชั้นวางยามาใช้ในการจัดแยกและแจกจ่ายยาในคลังยาคือ การควบคุมการทำงานของระบบหุ่นยนต์เป็นไปได้อย่างง่ายและไม่ซับซ้อน รวมถึงการ

สร้างและบำรุงระบบเป็นไปได้โดยง่าย ส่วนข้อเสียของการใช้ระบบหุ่นยนต์ในลักษณะนี้คือ ข้อจำกัดของพื้นที่การทำงาน กล่าวคือ หุ่นยนต์ดังกล่าวจะถูกจำกัดการทำงานให้อยู่บนระนาบเดียวเท่านั้น จึงสามารถทำงานบนชั้นวางยาได้เพียงระนาบเดียวเท่านั้น ในกรณีที่ห้องยามีพื้นที่จำกัด การจัดเรียงยาไม่สามารถจัดเก็บอยู่บนเพียงชั้นเดียวได้ การจัดเรียงยาอาจจัดอยู่บนชั้นวางยาที่มีขนาดเล็กแต่มีจำนวนมาก ซึ่งทำให้ต้องมีการติดตั้งระบบหุ่นยนต์ดังกล่าวอยู่บนทุกชั้นใส่ยา ซึ่งนำไปสู่ให้เกิดความสิ้นเปลืองในการสร้างระบบดังกล่าว

2.3.2 แนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่หยิบจับอิสระด้วยข้อต่อ (Articulated Joint) และมือหยิบของ (Gripper)



ภาพประกอบที่ 2.3.2: ภาพรวมระบบการจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์แบบข้อต่อ

จากภาพประกอบที่ 2.3.2 จะเห็นได้ว่า แขนหุ่นยนต์ที่มีลักษณะเป็นข้อต่อ (Articulate Joint) ในแต่ละข้อต่อมีความสามารถในการทำงานในลักษณะของวงกลมที่มีข้อต่อเป็นจุดศูนย์กลางเมื่อแขนหุ่นยนต์ดังกล่าวประกอบด้วยหลายข้อต่อ การทำงานของหุ่นยนต์จะเป็นอิสระในทิศทางของการทำงาน อย่างไรก็ตาม แขนของหุ่นยนต์ดังกล่าวตั้งอยู่บนฐานที่ไม่เคลื่อนที่ ดังนั้น อาณาเขตที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้จึงไม่กว้างเหมือนหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่ในแนว X-Y การขนส่งยาที่มีระยะทางไกลจึงต้องการการบูรณาการระบบอื่นๆ เข้ามาช่วยได้แก่ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ เป็นต้น ระบบการจ่ายยาด้วยแขนหุ่นยนต์แบบข้อต่อมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

- (1) แขนหุ่นยนต์แบบข้อต่อ (Articulated Robot Arm) เคลื่อนที่อิสระพร้อมมือหยิบของ (Gripper) ที่ถูกออกแบบมาเพื่อหยิบบรรจุภัณฑ์ใส่ยาที่ถูกออกแบบโดยเฉพาะ
- (2) บรรจุภัณฑ์ใส่ยาที่ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับมือหยิบของ (Gripper) ของหุ่นยนต์
- (3) ชั้นวางบรรจุภัณฑ์ใส่ยาที่ถูกออกแบบมาสำหรับบรรจุภัณฑ์ของระบบ
- (4) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติสำหรับขนถ่ายยาไปยังที่ต่างๆ ที่กำหนดไว้
- (5) เส้นทางเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ไปยังชั้นวางยาแต่ละชั้น
- (6) ระบบประมวลผลสำหรับรับคำสั่งจากห้องจ่ายยา และควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์

ในการพัฒนาระบบการจ่ายยาด้วยหุ่นยนต์ จะเริ่มจากการออกแบบมือหยิบของ (Gripper) ของหุ่นยนต์ และบรรจุภัณฑ์ใส่ยา จากนั้นจะเป็นการพัฒนาระบบควบคุมแขนหุ่นยนต์เพื่อหยิบบรรจุภัณฑ์ใส่ยาจากชั้นวางยา และนำไปบรรจุบนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ เพื่อนำส่ง และการควบคุมแขนหุ่นยนต์เพื่อหยิบบรรจุภัณฑ์ใส่ยาจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติไปเก็บไว้ที่ชั้นวางยาเพื่อรอขนส่งต่อไป ทั้งนี้ระบบการจ่ายยาด้วยหุ่นยนต์จะใช้รหัสข้อมูลเชิงภาพหรือรหัสข้อมูลเชิงเส้น เป็นแทนชื่อยาต่างๆ ที่สนใจ

2.3.3 ระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดและแจกจ่ายยาในคลังยา

ในการจัดเก็บยาเข้าคลังยาเมื่อมีบรรจุภัณฑ์ยาถูกนำเข้ามาบนรางสายพานนำเข้า บรรจุภัณฑ์เหล่านั้นจะถูกตรวจจับด้วยตัวรับรู้อินฟราเรด จากนั้นรางสายพานลำเลียงจะทำการเคลื่อนบรรจุภัณฑ์โดยอัตโนมัติไปสู่อีกด้านหนึ่ง เพื่อส่งบรรจุภัณฑ์ให้แขนกลหุ่นยนต์ทำการระบุตัวยาโดยใช้เครื่องอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นบริเวณปลายมือหยิบของของแขนกล จากนั้นจึงบันทึกข้อมูลการนำเข้าและโยกย้ายบรรจุภัณฑ์นั้นๆ เข้าบรรจุบนชั้นใส่ยา ในส่วนของชั้นใส่ยาจะมีการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ยาเพื่อป้องกันถึงสถานะบนช่องนั้นๆ ของชั้นใส่ยา โดยใช้ตัวรับรู้อินฟราเรดเช่นเดียวกับบนรางสายพาน ในกรณีที่ทำการจ่ายยาออกจากชั้นใส่ยา แขนกลหุ่นยนต์ซึ่งทราบตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ของยาที่ต้องการจะทำการดึงยาออกจากชั้น ทำการบันทึกข้อมูลการส่งออกและนำไปวางบนรางสายพานส่งออก ขณะที่รางสายพานส่งออกสามารถรับรู้ได้ว่ามีบรรจุภัณฑ์จากตัวรับรู้อินฟราเรดและทำการส่งบรรจุภัณฑ์ออกไปอีกด้านหนึ่งของรางสายพาน เพื่อเตรียมทำการส่งออกสู่ภายนอกคลังยาต่อไป

2.4 บทสรุปย่อ

บทนี้ได้บรรยายถึงหลักการแก้ปัญหาในคลังยาโดยใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเบื้องต้น มีการกล่าวถึงภาพรวมของระบบการแจกจ่ายยาจากคลังยาไปยังแผนกต่างๆในโรงพยาบาล กล่าวถึงปัญหาต่างๆ ที่ขึ้นภายในคลังยาและระบบการแจกจ่ายยา เช่นการใช้ทรัพยากรบุคคลและเวลาอย่างสิ้นเปลืองในการคัดแยกและแจกจ่ายยา จึงมีการนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์เข้ามาประยุกต์ในระบบการคัดแยกและแจกจ่ายยาภายในโรงพยาบาล เพื่อช่วยลดภาระงานของบุคลากร เพิ่มประสิทธิภาพ ความแม่นยำ เป็นการวางแผนบริหารและการใช้พื้นที่ภายในคลังยาให้เกิดประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่ามากที่สุด นอกจากนี้ ภายในบทนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้อง โดยประกอบไปด้วย 1) แนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแนวระนาบ X-Y บนชั้นวางยา 2) แนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่หิบบจับอิสระด้วยข้อต่อ (Articulated Joint) และมือหิบบของ (Gripper) และ 3) ระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดและแจกจ่ายยาในคลังยา ซึ่งสำหรับแนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามแนวระนาบ X-Y นั้น มีข้อดีตรงที่การควบคุมการเคลื่อนที่ตามระดับ X-Y บนชั้นวางยาเป็นไปได้ง่ายและไม่ซับซ้อน แต่จะมีข้อจำกัดในส่วนของพื้นที่การใช้งาน ซึ่งหากคลังยามีพื้นที่จำกัด หรือเป็นคลังยาขนาดเล็ก การใช้หุ่นยนต์ประเภทนี้จึงดูเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ ดังนั้น จึงมีการนำแนวคิดการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่หิบบจับอิสระด้วยข้อต่อ (Articulated Joint) และมือหิบบของ (Gripper) ซึ่งเหมาะสำหรับคลังยาขนาดเล็กที่มีพื้นที่จำกัดมากกว่าแทน นอกจากนี้ ในบทนี้ได้กล่าวถึงภาพรวมและอุปกรณ์ของระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้องกับการจัดและแจกจ่ายยาโดยย่อ ส่วนในเรื่องของภาพรวมตัวอย่างสถานพยาบาลในกรณีศึกษา ระบบโลจิสติกส์ยาในศูนย์การแพทย์ การศึกษาและผลการวิเคราะห์คลังยาจะถูกกล่าวในบทถัดไป

เอกสารอ้างอิงในงานวิจัย

- [1] Skewis, T, Evans, J, Lumelsky, V, Krishnamurthy, B, Barrows, B, “Motion Planning for A Hospital Transport Robot”, Proc. 1991 IEEE International Conference on Robotics and Automation, California, USA, April 1991, pp. 58-63.
- [2] Evans, J, Krishnamurthy, B, Barrows, B, Skewis, T, Lumelsky, V, “Handling Real-World Motion Planning: A Hospital Transport Robot”, Proc. 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation, February, 1992, pp. 15-20.
- [3] Suthakorn, J, Lee, S, Zhou, Y, Thomas, R, Choudhury, S, and Chirikjian, GS, “A Robotics Library System for an Off-Site Shelving Facility”, Washington DC, USA, April 2000, pp. 3589-3594.
- [4] Tomizawa, T., Ohya, A, and Yuta, S, “Book Browsing System Using An Autonomous Mobile Robot Teleoperated via the Internet”, Proc. 2002 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and System, 2002, pp. 1284-1289.
- [5] Tomizawa, T., “Remote Book Browing System Using A Mobile Manipulator,” Proc. 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and System, 2003, pp. 256-261.
- [6] Tomizawa, T., “Object Posture Recognition for Remote Book Browsing Robot System”, Proc. 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and System, 2003, pp. 3218-3223.
- [7] Kim, BK, Sugawara, T, Ohara, K, Kitagaki, K, and Ohba, K, “Design and Control of the Librarian Robot System in the Ubiquitous Robot Technology Space”, Proc. IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication,” Technical University of Munich, Germany, Aug 2008, pp. 616-621.
- [8] Zang J, Yun, C, Zhang, Z, and Li, A, “The Planning of Dense Storage Input/Output Based on a Minimum Time Algorithm”, Proc. IEEE International Conference on BioRobotics and Biomimetics, Bangkok, Thailand, Feb 2009, pp. 2210-2214.
- [9] Liu, X, Yun, C, Zhao, X, Wang, W, Ma, Y, “Design and Application for Automated Medicine Depositing and Dispensing System of Pharmacy”, Proc. IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, 2008, pp. 332-336.

- [10] Deloitte, "Robotic Dispensing Automation in Pharmacy,"
[http://www.deloitte.com/assets/DcomAustralia/Local%20Assets/Documents/Industries/
LSHC/1011_Automation%20in%20Pharmacy_National%203.PDF](http://www.deloitte.com/assets/DcomAustralia/Local%20Assets/Documents/Industries/LSHC/1011_Automation%20in%20Pharmacy_National%203.PDF).

บทที่ 3

การศึกษาและวิเคราะห์สถานพยาบาล

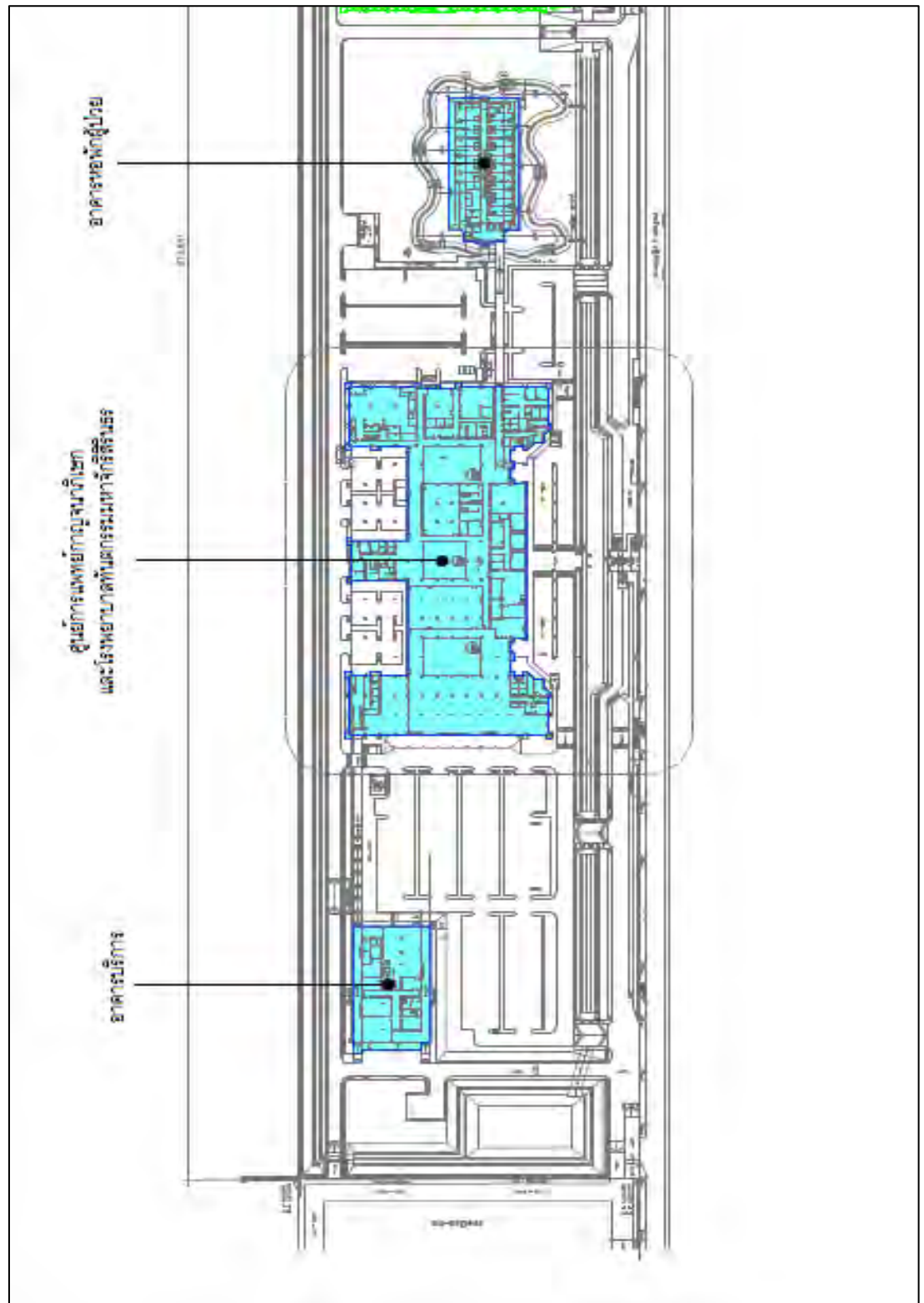
3.1 ภาพรวมตัวอย่างสถานพยาบาลกรณีศึกษา ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ในการศึกษาระบบระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล โดยมีโรงพยาบาลของภาครัฐและเอกชน จำนวนทั้งสิ้น 1,299 แห่งในประเทศไทยแบ่งตามสถานภาพ โรงพยาบาลรัฐบาล 875 แห่ง (ข้อมูล ปี 2547 กระทรวงสาธารณสุข) โรงพยาบาลเอกชน 424 แห่ง เป็นโรงพยาบาลประเภททั่วไป 376 แห่ง และประเภทเฉพาะโรค 48 แห่ง [สำนักงานสถิติแห่งชาติ] สำหรับกรณีศึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ได้เลือกศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ซึ่งเป็นสถานพยาบาลขนาดเล็กให้บริการผู้ป่วยในได้ 60 เตียงเป็นห้องพิเศษเดี่ยว 20 เตียง ห้องพิเศษรวม 40 เตียง

3.1.1 ลักษณะอาคาร และพื้นที่การทำงานของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ในภาพประกอบที่ 3.1.1 จะเห็นได้ว่าศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกประกอบด้วยอาคารหลัก ส่วนคือ

- (1). ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกและโรงพยาบาลทันตกรรม
- (2). อาคารหอพักผู้ป่วย
- (3). อาคารบริการ



ภาพประกอบที่ 3.1.1: แผนผังโดยรวมของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

โดยศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกและโรงพยาบาลทันตกรรมเป็นอาคารที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ตั้งอยู่ตรงกลางสุดของแผนผัง อาคารหอพักผู้ป่วยจะอยู่ทางด้านขวาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกและอาคารบริการจะเป็นอาคารขนาดเล็กตั้งอยู่ทางซ้ายของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

อาคารศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกและทันตกรรมจะมีจำนวนชั้นทั้งหมด 4 ชั้น ส่วนชั้นบนสุดจะเป็นชั้นดาดฟ้าของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยแต่ละชั้นจะประกอบไปด้วยแผนกต่างๆที่สำคัญ ดังนี้

ชั้น 1 ประกอบด้วย แผนกเภสัชกรรมคลังยา ห้องประชุมใหญ่ ศูนย์อาหาร และคลินิกฟื้นฟูวิถีชีวิตผู้สูงอายุ

ชั้น 2 ประกอบด้วย แผนกเภสัชกรรม แผนกเวชระเบียน แผนกผู้ป่วยนอก 1 แผนกผู้ป่วยนอก 2 แผนกเทคนิคการแพทย์ แผนกรังสีเทคนิค แผนกเวชศาสตร์ฟื้นฟูและแผนกทันตกรรม

ชั้น 3 ประกอบด้วย ห้องผ่าตัด แผนกผู้ป่วยนอก 3 คลินิกเวชศาสตร์ช่องปากและปริทันตวิทยา คลินิกทันตกรรมศัลยกรรม และคลินิกทันตกรรมจัดฟัน

ชั้น 4 ประกอบด้วย แผนกแพทย์ทางเลือก งานเวชสารสนเทศ สำนักงานโรงพยาบาลทันตกรรม และสำนักงานผู้บริหาร

สำหรับห้องที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบงานโครงการวิจัยการพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อคัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์นั้น คือแผนกเภสัชกรรมคลังยา ซึ่งเป็นห้องคลังยา โดยตั้งอยู่ที่ชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ภาพประกอบที่ 3.1.2 แสดงแผนผังอาคารชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยพื้นที่ A คือแผนกเภสัชกรรมคลังยา

ส่วนโครงการวิจัยพัฒนาระบบขนส่งยาโดยการใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ ประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ของโรงพยาบาล ซึ่งได้แก่แผนกเภสัชกรรม แผนกผู้ป่วยใน 2 (OPD 2) และแผนกผู้ป่วยนอก (IPD) นั้น โดยห้องต่างๆเหล่านี้ได้จัดตั้งอยู่ที่ชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ภาพประกอบที่ 3.1.3 แสดงแผนผังอาคารชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยพื้นที่ B คือแผนกเภสัชกรรมและพื้นที่ C คือแผนกผู้ป่วยใน 2 (OPD 2)



ภาพประกอบที่ 3.1.2: ผังอาคารชั้น 1 ของศูนย์การแพทยกาญจนาภิเษก



ภาพประกอบที่ 3.1.4: ภายในอาคารของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

3.1.2 จำนวนและหน้าที่ของบุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนกเภสัชกรรมคลังยา

จากการสำรวจและสอบถามบุคลากรภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกพบว่า จำนวนบุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนกเภสัชกรรมคลังยามีจำนวนทั้งสิ้น 5 คน ประกอบด้วย

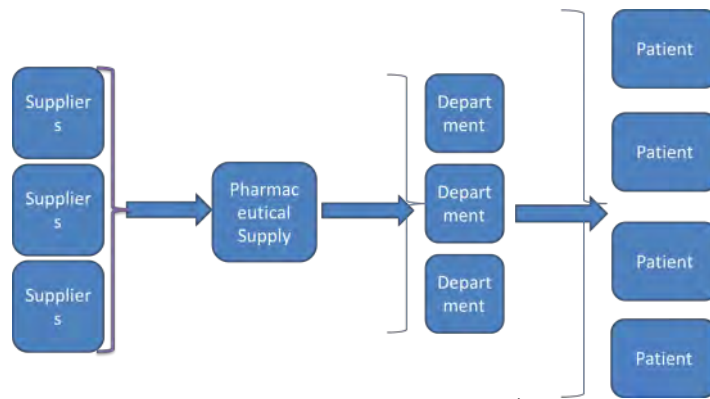
- (1) เภสัชกร จำนวน 2 คน ซึ่งประกอบด้วยหัวหน้าเภสัชกร จำนวน 1 คน และเภสัชกร จำนวน 1 คน
- (2) เจ้าหน้าที่ประจำคลังยา จำนวน 3 คน ซึ่งมีวุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยมีหน้าที่หลักคือทำการรวบรวม วิเคราะห์และจัดแยกยา

3.2 โลจิสติกส์ยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

โลจิสติกส์เป็นระบบการจัดการทางด้านการขนส่งเคลื่อนย้ายวัสดุ ข้อมูล และทรัพยากรต่างๆ โดยมีการเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ ระบบโลจิสติกส์ยังรวมถึงการบริหารวัสดุคงคลัง การจัดการวัตถุดิบ และบรรจุภัณฑ์หีบห่อ ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งมีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น ลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการขนส่ง ทำให้การขนส่งเป็นไปอย่างมีระบบ ส่งผลให้การทำงานมีความเป็นไปด้วยความสะดวก และช่วยเพิ่มความแม่นยำในการทำงาน[1]

3.2.1 ภาพรวมของระบบการขนส่งยาในศูนย์การแพทย์

ยาหรือเวชภัณฑ์ภายในสถานพยาบาลต่างๆ รวมถึงที่ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกซึ่งเป็นสถานพยาบาลกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนั้น ตัวยาจะถูกจำแนกและแจกจ่ายไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ ซึ่งภาพประกอบด้านล่างได้แสดงให้เห็นถึงการขนส่งของยาโดยทั่วไป



ภาพประกอบที่ 3.2.1: การขนส่งของยาโดยทั่วไปในโรงพยาบาล

ภาพประกอบที่ 3.2.1 แสดงการขนส่งของยาจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค โดยยาจะถูกนำมาเก็บที่คลังยา ก่อนที่จะมีการเบิกจ่ายให้กับแผนกต่างๆในโรงพยาบาล หากแผนกต่างๆในศูนย์การแพทย์ มีความต้องการ เบิกจ่ายยา ทางแผนกจะทำการขอเบิกยามายังคลังยา จากนั้นคลังยาก็จะตรวจเช็คและนำยาแจกจ่ายไปยัง แผนก ตามชนิดและจำนวนจากใบสั่งยาที่ได้รับการรับรองจากเภสัชกรที่แผนกนั้นๆ จากนั้นยาจะถูกแจกจ่าย จากแผนกดังกล่าวให้แก่ผู้ป่วย โดยการสั่งยาจากแผนกต่างๆ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1).เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำห้องคลังยา รับเอกสารการให้สั่งยาจากแผนกต่างๆของ โรงพยาบาล โดยที่เจ้าหน้าที่ประจำแผนกทุกแผนกจะต้องเดินทางมาส่งเอกสารที่ห้องคลังยา
- (2).เจ้าหน้าที่ รวบรวมรายการยาทั้งหมดของแต่ละวัน เพื่อส่งให้กับหัวหน้าฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำ ห้องคลังยา ซึ่งจะมีอำนาจอนุมัติการจัดจ่ายยา
- (3).เจ้าหน้าที่จัดและแยกยา ตามใบสั่งยาของแต่ละแผนก
- (4).เจ้าหน้าที่ทำการบันทึกรายการและจำนวนยาที่ถูกนำออก
- (5).นำยาที่จัดไว้มารอที่ไว้จุดนำยาออกเพื่อรอเจ้าหน้าที่ประจำแผนกมารับยาออก
- (6).เจ้าหน้าที่ประจำแต่ละแผนกฯ มารับยาจากห้องคลังยา
- (7). มีการลงข้อมูลทั้งหมดไว้ที่คอมพิวเตอร์ เพื่อทำการปรับข้อมูลสถานะของยาและข้อมูลต่างๆ ภายในระบบ

3.2.2 ระบบการสั่งยาจากผู้แทนยาเพื่อเข้าคลังยา

เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมจำนวน 3 คนที่ประจำห้องคลังยา จะเป็นผู้สำรวจ และติดตามปริมาณยาใน คลังยาอย่างต่อเนื่อง ด้วยระบบการเช็คจำนวนโดยการนับชิ้นของยาทั้งหมดที่มีในคลังยาในแต่ละชนิด ทั้งนี้ ขั้นตอนการตรวจนับจำนวนยาที่เหลือจะต้องทำทุกสัปดาห์ โดยมีการระบุและจดบันทึก เพื่อนำไปตรวจกับ จำนวนยาที่จะวางแผนในการสั่งเข้าคลัง หลังจากขั้นตอนการตรวจสอบจำนวนเรียบร้อยแล้วเจ้าหน้าที่จะ รายงานให้หัวหน้าฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำห้องคลังยาทราบเพื่อทำการออกไปสั่งซื้อยาจากผู้แทนจำหน่ายยา

การสั่งซื้อยาจะเป็นไปตามปริมาณที่เห็นสมควรของเภสัช โดยอิงอยู่บนพื้นฐานของหลักสถิติการใช้ยา ย้อนหลังเวลา 3-5 เดือน หลังจากผู้แทนยาแต่ละชนิดได้รับคำสั่งสั่งซื้อยาเรียบร้อยแล้ว ยาจะถูกจัดเตรียมและนำมาส่งยังห้องคลังยา เมื่อยาถูกส่งมายังคลังยาตามเวลาที่กำหนด เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมซึ่งประจำห้องคลังยาจะทำการตรวจสอบ และจัดเก็บยาตามความสำคัญ ลักษณะ และข้อจำกัดต่างๆของยา

โดยขั้นตอนการรับยาจากใบสั่งซื้อ มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1). การตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร

1.1 เจ้าหน้าที่คลังยา จะต้องทำการตรวจสอบความครบถ้วนของเอกสารประกอบการส่งยา อาทิ ใบคำสั่งซื้อ สำเนาใบสั่งซื้อ ใบส่งของ สำเนาใบส่งของ ใบกำกับภาษี สำเนาใบกำกับภาษี ใบวิเคราะห์ยา และใบรับเปลี่ยนคืนสินค้า (เฉพาะกรณีสินค้าที่จัดส่งมีอายุการใช้งานคงเหลือต่ำกว่า 1 ปี)

1.2 เจ้าหน้าที่คลังยาตรวจสอบรายละเอียดของเอกสารการส่งยา ได้แก่ ตรวจสอบข้อความของใบส่งของ/ใบกำกับภาษีให้ตรงกับใบสั่งซื้อ ซึ่งได้แก่ ชื่อยา ขนาดความแรง จำนวน ราคา ส่วนของแถม ให้ตรงกัน

1.3 เจ้าหน้าที่คลังยาแยกใบส่งของออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 สำหรับงานพัสดุ ชุดที่ 2 สำหรับให้เจ้าหน้าที่คลังยา

1.4 เจ้าหน้าที่คลังยาทำการลงข้อมูลยาที่รอการตรวจรับลงคอมพิวเตอร์ แล้วนำเอกสารชุดที่ 1 ส่งงานพัสดุเพื่อออกใบตรวจรับพัสดุ และนำใบนำส่งสินค้าเข้าคลัง

(2). การตรวจรับยา

2.1 คณะกรรมการการที่เป็นตัวแทนจากงานเภสัชกรรม ทำการตรวจสอบยา นับจำนวน ชื่อ ยาและขนาดความแรง รูปแบบของยาให้ตรงตามใบสั่งซื้อ วันที่ยาหมดอายุหรือวันผลิต Lot.No. ของยาในกรณีที่พบว่ายา มีอายุคงเหลือต่ำกว่า 1 ปี ให้สอบถามว่ามีเอกสารรับคืนแนบมาด้วยหรือไม่

2.2 คณะกรรมการที่เป็นตัวแทนหน่วยงานของโรงพยาบาล ทำการตรวจสอบชื่อยา ขนาดความแรง รูปแบบของยา วันที่หมดอายุ หรือวันผลิต Lot.No.ของยาและจำนวนของยา แล้วคณะกรรมการเซ็นต์เอกสารการตรวจรับยาด้วย หลังจากนั้นนำเอกสารตรวจรับส่งงานพัสดุเพื่อดำเนินงานต่อไป

2.3 เจ้าหน้าที่ คลังยาทำการคัดแยกยาที่คณะกรรมการตรวจรับเรียบร้อยแล้ว เพื่อรอเก็บเข้าคลัง

(3). การรับยาเข้าคลัง

3.1 เมื่อเจ้าหน้าที่พัสดุส่งใบนำส่งสินค้าเข้าคลังให้งานเภสัชกรรมแล้ว เจ้าหน้าที่คลังยานำเอกสารการส่งยาจากบริษัทมาแนบกับใบนำส่งสินค้าเข้าคลัง แล้วทำการเก็บยาเข้าคลัง

3.2 การเก็บยาเข้าคลังต้องเรียงยาโดยดูวันหมดอายุของยา จัดเรียงตาม First Expire First Out: FEFO (ยาที่หมดอายุก่อนให้เรียงไว้ข้างหน้า ถ้าพื้นที่ไม่พอวาง ต้องเรียงยาสองชั้น ให้ว่ายาที่หมดอายุก่อนไว้แถวบน)

หมายเหตุ แผนกต่างๆของโรงพยาบาล หมายถึง ฝ่ายเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก, แผนกสูตินารีเวช, แผนกศัลยกรรมพื้นฟู เป็นต้น

3.2.3 ระบบการคัดแยกและแจกจ่ายยาในห้องคลังยา

เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมจะเป็นผู้คัดแยกยาเป็นกลุ่มยาประเภทต่างๆ ได้แก่ ยาประเภทฉีดยาเม็ดและยาน้ำ เป็นต้น เพื่อความสะดวกในการแบ่งแยก การหยิบใช้ และการเรียกค้นหายาแต่ละกลุ่มจะทำการจัดแยกไว้ที่ชั้นเก็บยาเรียงตามตัวอักษร มีการจัดเรียงเพื่อให้สามารถหยิบยาที่ได้รับมาก่อนหน้าออกก่อนได้ และทำการจัดเรียงใหม่ทุกครั้งเมื่อทำการเรียงยาขึ้นชั้นเก็บยา

ทั้งนี้ เมื่อมีการสั่งยาเข้าคลังจำนวนมาก การจัดเรียงยาเข้าตำแหน่งต่างๆ อาจจะมีปัญหา โดยเฉพาะการจัดเรียงและคัดแยกยา ตามวันผลิตและวันหมดอายุ ทั้งนี้ เจ้าหน้าที่ยังต้องคำนึงถึง ยาที่ค้างอยู่ในชั้นตอนต่างๆในการเบิกจ่าย ยาที่อยู่ในชั้นตอนการแลกเปลี่ยนระหว่างโรงพยาบาล เป็นต้น เพราะอาจจะกระทบต่อระบบโดยรวมได้

ในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ได้จัดแยกและแบ่งยาเป็นประเภทต่างๆ ซึ่งมีประมาณ 803 รายการ โดยได้ถูกจัดแบ่งประเภทยาออกเป็น 17 ประเภท อาทิ ยาเม็ด ยาหยอดหู ยาหยอดตา ยาป้ายตา ฉีดพ่น เป็นต้น ยาแต่ละประเภทจะถูกแยกและแบ่งย่อยไปอีก ตามลำดับชื่อตัวอักษร เพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้

3.2.4 ระบบการส่งยาจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่าง ๆ ในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ในกรณีที่แผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 10 แผนกต้องการสั่งยา เจ้าหน้าที่ประจำแผนกต่างๆจะต้องนำไปรายการยามาส่งยังห้องคลังยาในทุกวันศุกร์ ก่อนเวลา 12.00 น. จากนั้นจะต้องทำการเซ็นชื่อเพื่อยืนยันตัวเอง และยืนยันว่าเป็นเจ้าหน้าที่ประจำแผนกใด นอกจากนี้ข้อมูลการสั่งยาจะต้องถูกจัดส่งในรูปแบบของไฟล์อิเล็กทรอนิกส์มายังห้องคลังยาอีกด้วย หลังจากนั้นเจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำคลังยาจะเป็นผู้รวบรวม วิเคราะห์ และจัดแยกข้อมูลยาทั้งหมดตามความต้องการของแผนกต่างๆ และนำยาเหล่านั้นมาจัดเรียงโดยแยกเป็นหมวดหมู่ตามความต้องการของแผนก เมื่อเสร็จขั้นตอนดังกล่าว หัวหน้าเภสัชกรรมที่ประจำคลังยาจะเป็นผู้ตรวจสอบและลงนามรับรองและขอเจ้าหน้าที่ประจำแผนกต่างๆมารับยาต่อไป

3.3 การศึกษาและวิเคราะห์ผลคล้งยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

3.3.1 ประเภทของยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ยาในห้องคล้งยาคล้งยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกมีรายการยา ประมาณ 803 รายการ โดยได้ถูกจัดแบ่งประเภทยาออกเป็น 17 ประเภท ดังนี้

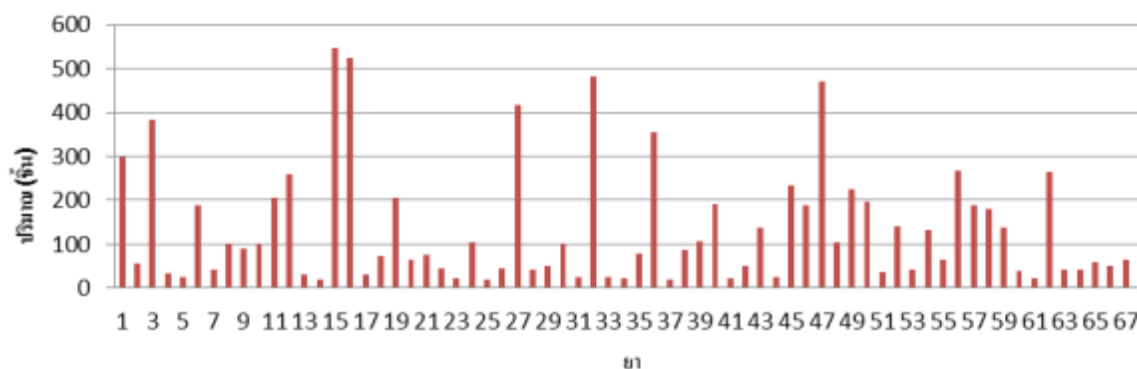
- (1). ยาเม็ด (Capsule)
- (2). ยาหยอดหู (Ear drop)
- (3). ยาหยอดตา (Eye Drop)
- (4). ยาป้ายตา (Eye Ointment)
- (5). ฉีดพ่น (Spray, Inhaler)
- (6). แก๊ส (Gas)
- (7). ยาฉีด (Injection)
- (8). ของเหลวกึ่งแข็ง (Jelly, Gel)
- (9). โลชั่น (Lotion)
- (10). ครีมทา (Cream)
- (11). ยาแขวนตะกอน (Suspension)
- (12). ขี้ผึ้ง (Ointment)
- (13). ของเหลวสำหรับรับประทาน (Liquid for oral use [Solution, Syrup])
- (14). เม็ดยา (Tablet)
- (15). กลุ่มยาสัน্নับสนุน (Suppository, Pessaries, Enema)
- (16). แป้งที่ใช้ในช่องปาก (Powder for oral use)
- (17). อื่นๆ (Other external use)

คณะวิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลยา และคัดกรองยาสำหรับเป็นตัวแทนในการศึกษาโดยวิเคราะห์จากข้อมูลทางสถิติดังที่แสดงในตารางที่ 3.3.1

ตารางที่ 3.3.1: ผลการศึกษาวិเคราะห์ข้อมูลยาทั้งสิ้น 596 รายการ

	ข้อมูลเฉลี่ย
ค่าเฉลี่ย	143.48
ค่ามัธยฐาน	32.50
ฐานนิยม	1
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	323.0914774
ค่าสูงสุด	2736.00
ค่าต่ำสุด	0.50

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น เมื่อพิจารณาข้อมูลจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า 323.0914774 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าทางศูนย์การแพทย์ฯ มีปริมาณการจ่ายยาที่มีความแตกต่างกันมาก คณะวิจัยจึงคัดกรองยา จาก 596 รายการ เหลือ 67 รายการ เพื่อทำการศึกษา โดยวิเคราะห์ข้อมูลความถี่ของปริมาณการใช้ยาใน 5 เดือน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.3.1



ภาพประกอบที่ 3.3.1: แสดงข้อมูลความถี่ของปริมาณในการใช้ยาใน 5 เดือน

ผลการคัดกรองข้อมูลทางสถิติ โดยสังเกตจากจำนวนการเบิกจ่ายยาช่วงเวลา 5 เดือน 67 รายการ ดังนี้

1	3% LCD Cream 500gm	24	Fluimucil A 600	47	Neurontin 300mg
2	Agrippal S1	25	Fluocinolone oral past 0.1% 5g	48	Norvasc 10mg
3	Alpha D3 Capsule 0.25	26	Fosamax Plus	49	Norvasc 5mg
4	Aslum suspension 240 ml	27	Genteal 0.3%	50	N-S-S 100 ml
5	Beclazide MR	28	Genteal gel	51	N-S-S Irrigation 1000 ml
6	B-mouth wash 180 ml	29	Glucobay 100mg	52	Nyst Oral
7	Bowa gel 240ml	30	Glucobay 50mg	53	Re-B-Forte
8	Brown Mixture 180 ML	31	Glucophage 850mg	54	Senokot 7.5 mg
9	Caltab-1250 mg	32	GPO Analgesic balm 30g	55	Sermion Tab 30mg
10	Cardura XL 4 mg	33	Hepalac Solution 100ml	56	Singulair 5mg
11	Cavumox table 1 gm	34	Januvia 100mg	57	Tear Naturale Free 32's
12	Ceftrex Inj 1 gm iv	35	Lipanthyl 100mg	58	Tear Naturale II 15ml
13	Clotrimazole Cream 15gm	36	Lipitor 10mg	59	Tramcinolone Cream 0.1% w/w 15g
14	Coamox 250mg/5ml 60ml	37	Lumigan 0.03% ml	60	Ultracet tab
15	Cozaar 100mg	38	Madiplot 10Mg	61	Unima 133ml
16	Cozaar 50mg	39	Metformin Hydrocholride Tablets 500mg	62	Urea cream 10% 30gm
17	D-5-1/2-S 1000ml	40	Minidiab Tab 5Mg	63	Utmox 15mg
18	Dermovate Cream 0.05% 15gm	41	Miracid 20mg	64	Utmox 30mg
19	Diclofenac gel 1% w/w 30g	42	MM Milk of Magnesia Suspension 240 ML	65	Viartril-s powder 1500mg
20	Diffiam solution 0.15 200ml	43	Montek 10mg	66	Zefxon Inj
21	Elomet 0.1% 15gm	44	Mucil 200	67	Zyrtec 10mg
22	Flexsa capsule 500MG	45	Nasacort AQ 55mcg 120ds		
23	Flixonase AQ nasal spray 50mcg 120ds	46	Nasonex 50 mcg/d 140dose		

พบว่ายาที่มีการเบิกจ่ายมากที่สุด 10 อันดับแรก ประกอบด้วย

- (1) Cozaar
- (2) Cozaar
- (3) GPO Analgesic balm
- (4) Neurontin
- (5) Genteal 0.3%

- (6) Alpha D3 Capsule
- (7) Lipitor 10mg
- (8) 3% LCD Cream
- (9) Singulair 5mg
- (10) Urea cream 10%

3.3.2 วิธีการจัดเก็บรักษายาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ยาหรือสินค้าเวชภัณฑ์นั้น จำเป็นต้องมีระบบการจัดเก็บรักษาที่ดี มีการควบคุมอย่างเข้มงวด ทั้งในเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่างรวมทั้งตำแหน่งการจัดเก็บด้วย ซึ่งยาแต่ละประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกัน บางตัวไม่สามารถโดนแสงได้ หรือมีความไวต่อความร้อน ดังนั้นวิธีการเก็บรักษาจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพของยาให้ไม่เสื่อมสภาพก่อนเวลาที่กำหนด ภาพประกอบที่ 3.3.2-3.3.3 แสดงการเก็บยาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยยาแต่ละประเภทนั้นจะมีรูปแบบและวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน



ภาพประกอบที่ 3.3.2: ตู้แช่สำหรับเก็บยา



ภาพประกอบที่ 3.3.3: ตู้เก็บยาที่มีความเสี่ยงสูง

ยาบางชนิดไม่ได้ทำการจัดเรียงขึ้นบนชั้นจัดยาเพราะมีจำนวนมาก และขนาดใหญ่ อีกทั้งยาชนิดต่างๆ เหล่านี้ไม่ได้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของยาที่มีความเสี่ยงสูง ดังนั้นเจ้าหน้าที่จึงทำการเก็บยาไว้เป็นกลุ่มดังภาพประกอบที่ 3.3.4



ภาพประกอบที่ 3.3.4: การเก็บยาที่มีขนาดกล่องใหญ่และมีจำนวนมาก

จะเห็นได้ว่า การจัดเก็บยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกนั้น บางส่วนยังไม่ได้ถูกแยกหมวดหมู่อย่างชัดเจน ทำให้ในบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดและความสับสนระหว่างการคัดเลือกและแจกจ่ายยาเกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงควรมีการนำระบบโลจิสติกส์มาช่วยในการจัดการ แยกแยะ และจัดสรรประเภทของยาให้มีระบบระเบียบเพิ่มมากขึ้น

3.3.3 วิธีการนำเข้า-ออกจากห้องคลั่งยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ในการหยิบยาเข้า-ออกจากคลังยา เจ้าหน้าที่จะทำการเขียนบันทึกรายละเอียดซึ่งประกอบด้วย ชื่อยา วันเวลาในการนำยาเข้า-ออก และจำนวนของยาไว้ทุกครั้งที่ทำกรหยิบยาหรือเติมยาเข้ามายังชั้นเก็บยาในคลังยา โดยภาพประกอบที่ 3.3.5 แสดงถึงตัวอย่างใบบันทึกการเข้า-ออกของยาแต่ละชนิด

Dose(s) of Phosphate			Age			
Sex	Age	Particulars	Residual	Sum of Squares	Sum of Squares	Sum of Squares
1	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
2	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
3	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
4	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
5	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
6	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
7	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
8	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
9	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
10	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
11	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
12	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
13	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
14	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
15	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
16	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
17	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
18	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
19	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
20	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
21	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
22	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
23	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
24	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
25	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
26	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
27	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
28	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
29	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
30	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
31	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
32	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
33	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
34	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
35	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
36	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
37	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
38	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
39	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
40	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
41	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
42	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
43	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
44	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
45	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
46	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
47	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
48	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
49	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
50	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
51	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
52	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
53	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
54	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
55	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
56	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
57	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
58	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
59	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
60	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
61	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
62	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
63	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
64	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
65	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
66	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
67	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
68	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
69	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
70	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
71	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
72	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
73	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
74	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
75	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
76	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
77	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
78	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
79	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
80	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
81	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
82	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
83	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
84	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
85	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
86	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
87	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
88	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
89	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
90	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
91	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
92	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
93	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
94	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
95	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
96	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
97	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
98	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
99	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000
100	1-10	1000 mg	1000	1000	1000	1000

ภาพประกอบที่ 3.3.5: ตัวอย่างופןที่การเข้าออกของยาในแต่ละชนิด

หลังจากนั้นจะมีการบันทึกข้อมูลลงระบบฐานข้อมูลของศูนย์การแพทยากาญจนานิเทศในภายหลัง เพื่อเป็นการปรับปรุงบัญชียาให้เป็นปัจจุบันที่สุด โดยการมารับยาที่เบิกจากหน่วยงานอื่น เจ้าหน้าที่คลังยาจะทำการจัดยาและวางไว้บนพื้น โดยมีใบเบิกยาวางบนกองยาของแต่ละหน่วยงานที่ทำการเบิก ดังภาพประกอบที่ 3.3.6



ภาพประกอบที่ 3.3.6: ตัวอย่างใบเบิกยา

จะเห็นได้ว่าระบบการจัดจำแนกและขนส่งยาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกนั้น ยังจำเป็นต้องใช้บุคลากรมาช่วยในการจัดสรร และคัดแยกยาเพื่อจัดส่งต่อไปกับแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนเป็นการใช้จำนวนทรัพยากรบุคคลอย่างสิ้นเปลือง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การนำระบบหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการคัดแยกยานั้น จะสามารถช่วยลดภาระหน้าที่ของบุคลากรเหล่านี้ อีกทั้งยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการคัดแยกแจกจ่ายยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกให้มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

3.4 บทสรุปย่อ

ข้อมูลส่วนต้นที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์สถานพยาบาล วิเคราะห์จากส่วนประกอบในการขนส่งยาที่มีขนาดใหญ่ โดยได้ทำการเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์โครงสร้างและองค์ประกอบของส่วนคลังยาเพื่อเข้าใจการทำงานและความสอดคล้องในแต่ละหน้าที่ ส่วนต่อมาคือการศึกษาส่วนของโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลหรือการทำงานขนส่งยาในระบบคลังยาเดิมของสถานพยาบาลในกรณีศึกษา และส่วนสุดท้ายคือส่วนของวิเคราะห์คลังยาในศูนย์การแพทย์เพื่อเป็นข้อมูลในเรื่องของขนาดและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อใช้ในการออกแบบสร้าง

และพัฒนาในส่วนของโครงการย่อยระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา และโครงการย่อยหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถี

พยาบาลขนาดเล็ก โดยถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนคือโครงสร้างส่วนประกอบในกรณีศึกษาเป็นสถานส่วนศูนย์การแพทย์ อาคารหอพักผู้ป่วยและอาคารบริการซึ่งอยู่ในส่วนที่ต่างสถานที่กันดังนั้นการประยุกต์นำหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ มาเป็นส่วนเชื่อมต่อในการขนส่งบรรจุภัณฑ์ยาจึงเป็นส่วนเสริมการทำงาน ทั้งนี้การที่มีเจ้าหน้าที่ในส่วนงานคลังยาหลายระดับที่มีการเข้าถึงของยาได้แตกต่างกันจึงได้มีการนำระบบสารสนเทศมาใช้ในการจัดการขั้นตอนการให้ยาโดยอาศัยการอนุญาตผ่านระบบสารสนเทศ ส่วนหนึ่งที่เป็นส่วนเชื่อมต่อและเป็นจุดเริ่มต้นคือคลังยาซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ถูกเลือกให้เป็นสถานีกลางทางการขนส่งบรรจุภัณฑ์ยา

ในการควบคุมระบบการขนส่งยาได้อาศัยการจัดการข้อมูลทางโลจิสติกส์เช่น ข้อมูลยา ข้อมูลบรรจุภัณฑ์ ข้อมูลเจ้าหน้าที่ และข้อมูลอื่นๆที่จะกล่าวต่อไปในส่วนการพัฒนาหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา ทั้งนี้การทำงานจะมีการควบคุมการไหลของวัตถุเริ่มต้นจากผู้ผลิตยานำยาที่ถูกส่งชื่อมาส่ง จากนั้นลงทะเลเบียนบรรจุภัณฑ์ เก็บบรรจุภัณฑ์เข้าคลังยา และแจกจ่ายยาไปตามแผนต่างๆ ของโรงพยาบาล โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ได้ถูกควบคุมผ่านระบบสารสนเทศกลางเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาการเข้าถึงบรรจุภัณฑ์ ความแม่นยำในการส่งและลดข้อผิดพลาดซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของโลจิสติกส์ หลักจากวิเคราะห์วิธีการทำงานเบื้องต้นของการทำงานของระบบที่มีอยู่แล้ว จึงได้ทำการศึกษาต่อในส่วนของคุณลักษณะเฉพาะของยาและบรรจุภัณฑ์เพื่อนำมาพัฒนาออกแบบในระบบ

จากการศึกษาเบื้องต้นเหล่านี้จึงได้สรุปให้เห็นส่วนที่จะต้องถูกพัฒนาดังนี้

- (1) การกรอกข้อมูลโดยการเขียนทำให้สร้างภาระงานต่อเจ้าหน้าที่และอาจจะเกิดความผิดพลาดจากการลงข้อมูลได้
- (2) การลงข้อมูลในฐานข้อมูลและเป็นการซ้ำทำให้เกิดภาระงานเพิ่มขึ้น และการปรับปรุงในฐานข้อมูลเกิดการล่าช้าอีกด้วย
- (3) ปัญหาการสั่งยาที่เกิดจากการคาดคะเนของหัวหน้าหน่วยและยาแต่ละชนิดมีจำนวนมากอาจจะทำให้การสั่งยาเกิดการตกหล่นได้
- (4) การสั่งยาจำนวนมากและการจัดเก็บตลอดจน หลักกระบวนการจัดแยกยา ทำให้พื้นที่ในการทำงานลดลง

(5) การกรอกข้อมูลในหลายขั้นตอนอาจทำให้เกิดความผิดพลาดจากความเมื่อยล้าของการทำงานได้

ปัญหาดังกล่าวข้างต้นสามารถนำวิทยาการความรู้ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมเข้ามาใช้ในการขนถ่าย เพื่อลดภาระการใช้แรงของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานด้วยเนื่องความหลากหลายของยา ยกตัวอย่าง เช่น การใช้สายพานในการลำเลียงยาเข้าและออกจากคลัง

การเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลให้เข้ากับเครื่องอ่าน เช่น เครื่องอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น ซึ่งยาแต่ละชนิดมีระบบฐานข้อมูลของตัวเอง และสามารถปรับปรุงข้อมูลได้อย่างทันทีทันใด

การใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการจัดเก็บเพื่อก่อให้เกิดความสะดวกรบาย ความแม่นยำ และความถูกต้องของการทำงาน เนื่องจากหุ่นยนต์สามารถทำงานซ้ำๆ กันได้ดี

3.5 เอกสารประกอบงานวิจัย

[1] รศ.ดร.สมชัย ปุณณากุล, Production Planning and Control, 2555.

บทที่ 4

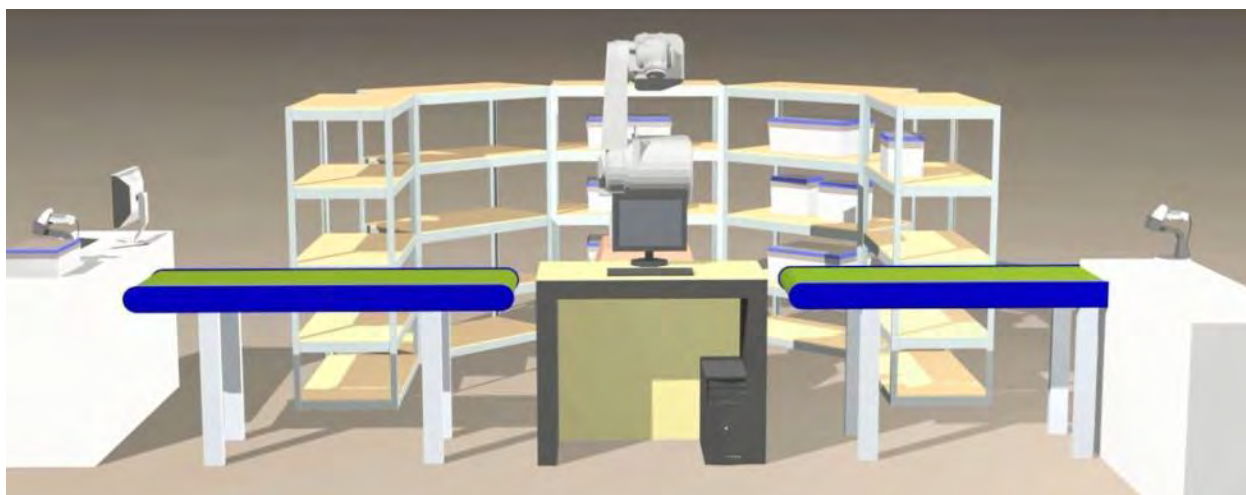
การพัฒนาระบบหุ่นยนต์

คัดแยกและแจกจ่ายยา

ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเชิงโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลได้มีการนำระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยามาใช้ในห้องคลีนยาในส่วนความสามารถในการจัดเก็บ คัดแยกและแจกจ่ายยา แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานเชิงอุตสาหกรรมได้ถูกนำมาใช้ในหลายรูปแบบ ส่วนหนึ่งได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการคัดแยกและแจกจ่ายยาโดยจะเพิ่มส่วนของอุปกรณ์พิเศษในการทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อให้เข้ากับลักษณะที่จะนำมาประยุกต์ใช้ ในส่วนของการพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยานั้นได้แบ่งการทำงานเป็นหลายส่วน โดยหลักๆ สามารถแยกออกตามการทำงานได้ 4 ส่วน คือส่วนของการลำเลียงยาเพื่อเข้าสู่คลีนยา ส่วนของชั้นใส่ยาซึ่งทำหน้าที่เก็บยา ส่วนของแขนกลหุ่นยนต์ที่ใช้ในการหยิบยาจากส่วนลำเลียงและบรรจุเข้าในชั้นใส่ยา และสุดท้ายส่วนควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบ

4.1 ภาพรวมของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยานั้นได้แบ่งการทำงานเป็นสองส่วน คือส่วนการเก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าซึ่งจะทำหน้าที่เก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าสู่คลีนยา และส่วนการเก็บบรรจุภัณฑ์ยาขาออกที่จะนำไปสู่ส่วนต่างๆ ของแผนกในโรงพยาบาล ตามรูปภาพประกอบที่ 4.1.1

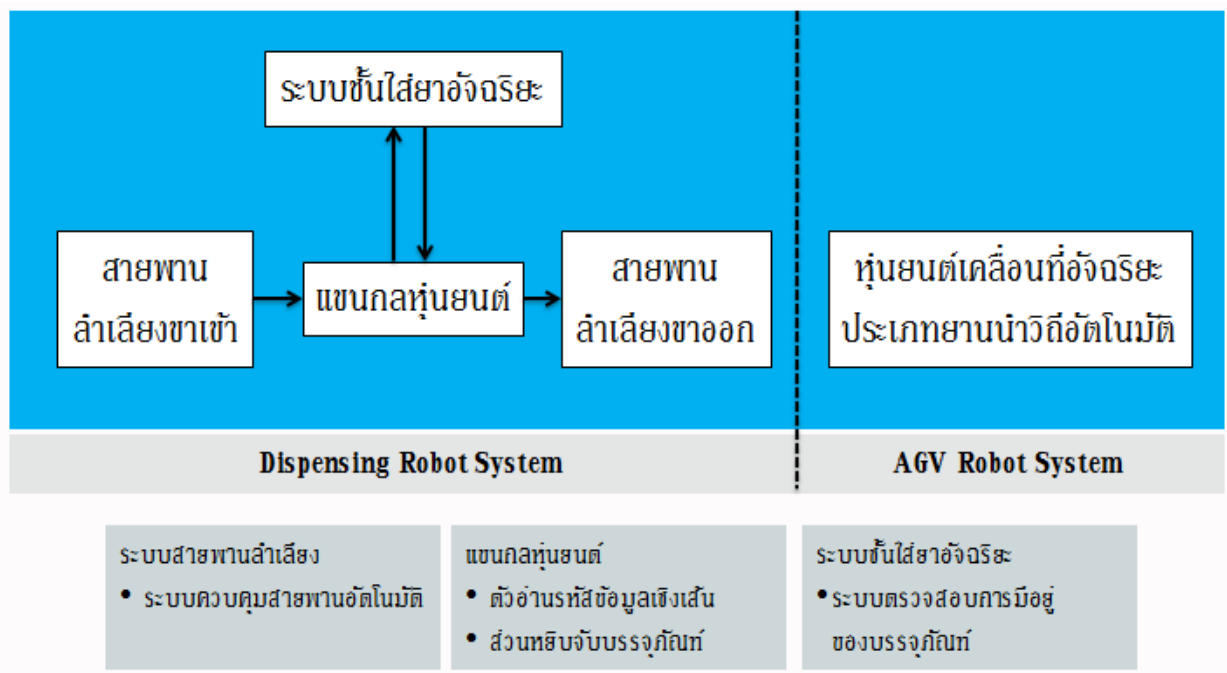


ภาพประกอบที่ 4.1.1: ภาพรวมของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

การทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยานั้นเริ่มต้นการทำงานจากการนำยาเข้ามาจากบริษัทซึ่งเป็นบรรจุกัณฑ์มาทำการขึ้นทะเบียนยาในระบบคลังยา จากนั้นยาเหล่านี้จะถูกนำมาคัดแยกประเภทต่างๆ การวิเคราะห์ข้อมูลยาเช่น ขนาดของยา เป็นต้น หลังจากถูกคัดประเภทแล้วยาเหล่านี้จะถูกจัดเก็บเข้าบรรจุกัณฑ์ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อเก็บในชั้นใส่ยาและนำสู่ส่วนต่างๆ ของระบบแจกจ่ายยา ยาที่อยู่ในบรรจุกัณฑ์แล้วจะถูกลำเลียงเข้าสู่ในระบบลำเลียงขาเข้า ต่อจากนั้นในส่วนแขนกลหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นจะทำการเก็บบรรจุกัณฑ์เข้าสู่ชั้นใส่ยาที่มีระบบตรวจสอบตนเองว่ามีบรรจุกัณฑ์วางอยู่ในชั้นใส่ยาหรือไม่เพื่อส่งต่อในระบบควบคุมการทำงาน ส่วนแรกที่ถูกกล่าวไปเป็นส่วนครั้งแรกของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา โดยส่วนที่สองนั้นจะเป็นส่วนแจกจ่ายยาไปสู่ส่วนต่างๆ ที่ได้ทำการส่งคำร้องขอยาเข้ามาในคลังยา หลังจากที่มีใบสั่งยาจากแต่ละแผนกในโรงพยาบาล ระบบควบคุมจะทำการตรวจสอบในคลังยาว่าสามารถแจกจ่ายไปยังส่วนที่มีคำร้องในแผนกนั้นได้หรือไม่ จากนั้นแขนกลหุ่นยนต์จะทำการจ่ายยาเข้าสู่สายพานลำเลียงขาออกเพื่อส่งต่อไปยังส่วนของหุ่นยนต์นำส่งยาเคลื่อนที่อัตโนมัติ สำหรับการแจกจ่ายยาไปยังแผนกของโรงพยาบาลที่อยู่นอกบริเวณคลังยา

การทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยามีลักษณะเป็นการทำงานทางเดียวโดยแบ่งเป็นฝั่งบรรจุกัณฑ์ขาเข้าและบรรจุกัณฑ์ขาออกซึ่งสามารถเขียนได้ตามแผนผังการทำงานหลักตามภาพประกอบที่

4.1.2



ภาพประกอบที่ 4.1.2: แสดงการทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

ทั้งนี้การทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยายังเชื่อมโยงการทำงานเข้าสู่หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานำวิถีอัตโนมัติ

4.2 ระบบสารสนเทศควบคุมการทำงานของระบบ

ในการควบคุมการทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาอัตโนมัติจะอ้างอิงการทำงานผ่านทางระบบสารสนเทศจากระบบฐานข้อมูลส่วนกลาง ซึ่งในระบบฐานข้อมูลส่วนกลางจะทำการเก็บข้อมูลที่สำคัญต่างๆ ที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบ เช่น ข้อมูลจำเพาะของยาในคลังยา ข้อมูลต่างๆ ของกล่องบรรจุภัณฑ์ยา ข้อมูลของที่ว่างและตำแหน่งในการเก็บยาบนชั้นใส่ยา ข้อมูลของผู้ใช้และสิทธิเข้าใช้งาน ข้อมูลคำสั่งในการรับยาและจ่ายยา ข้อมูลในการตรวจสอบสถานะปัจจุบันของขั้นตอนในการแจกจ่ายยา เป็นต้น ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะถูกเก็บไว้เป็นตารางต่างๆ ในฐานข้อมูลส่วนกลาง ดังแสดงเป็นรูปแบบของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram) ดังภาพประกอบที่ 4.2.1 ระบบฐานข้อมูลจะทำงานร่วมกับผู้ใช้งานตามหน้าที่ในแผนกต่างๆ ซึ่งผู้ใช้งานในแต่ละหน้าที่จะมีสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลแตกต่างกัน เช่น สิทธิในการสั่งจ่ายยาออกจากคลังยา สิทธิในการนำยาเข้าเก็บในคลังยา ฯลฯ

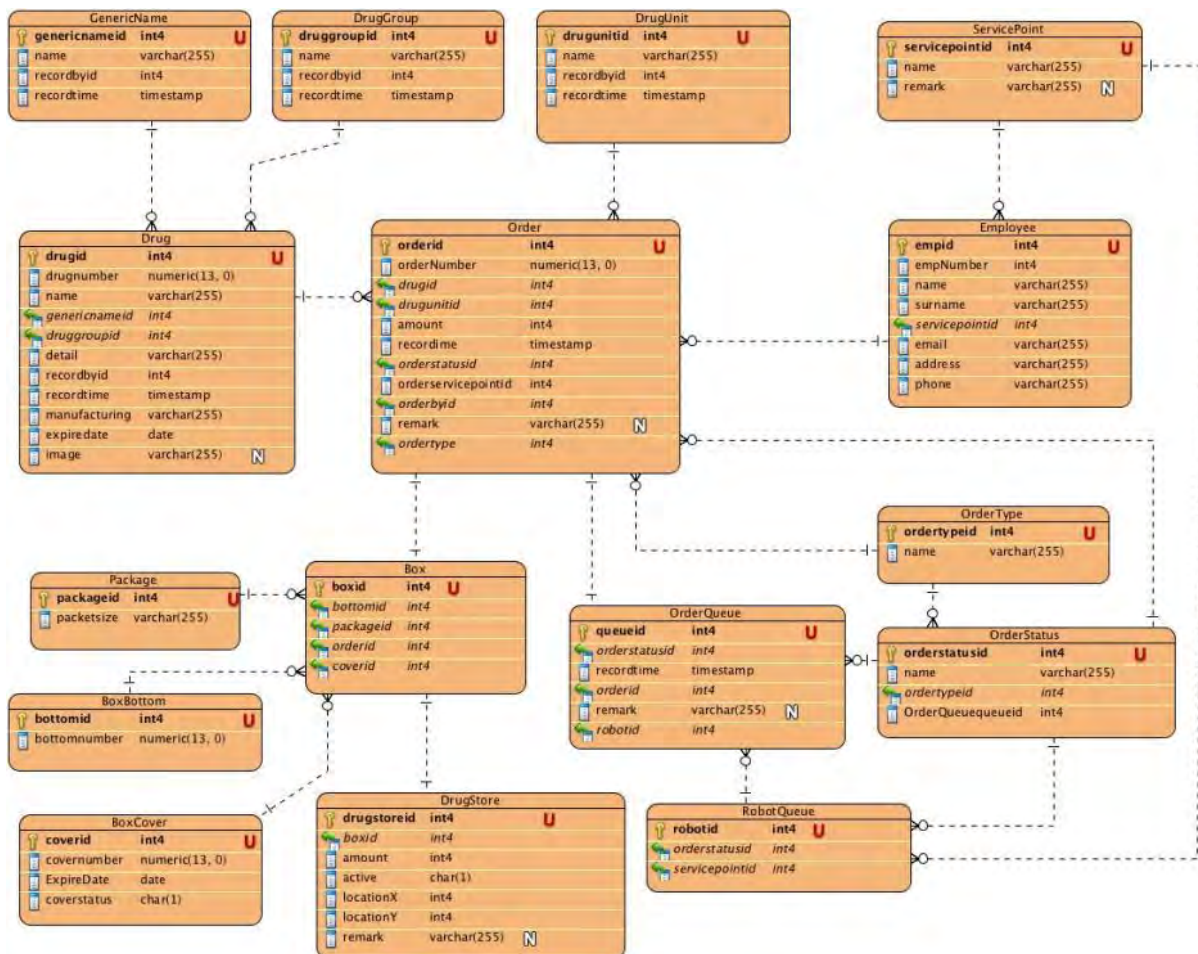
ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายถึงการควบคุมการทำงานของระบบซึ่งแยกเป็น 3 ส่วนคือ

(1) ส่วนของผู้ใช้งานตามหน้าที่ต่างๆ ติดต่อและสั่งงานผ่านทางระบบสารสนเทศเพื่อทำการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมในฐานข้อมูลส่วนกลาง ทำให้เกิดข้อมูลใหม่ของคำสั่งการนำยาเข้าคลังหรือคำสั่งการจ่ายยาออกจากคลัง

(2) ส่วนของการเชื่อมต่อระหว่างระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยากับระบบฐานข้อมูลส่วนกลาง เพื่อทำการส่งข้อมูลตำแหน่งในการนำยาเข้าคลังยาและข้อมูลตำแหน่งในการจ่ายยาออกจากคลังยา ไปควบคุมหุ่นยนต์แจกจ่ายยาให้เคลื่อนที่ไปขนย้ายยาตามคำสั่งของผู้ใช้ที่ได้ร้องขอผ่านทางระบบสารสนเทศ

(3) ส่วนของการติดตามตรวจสอบข้อมูลสถานะของบรรจุภัณฑ์ยาที่เก็บไว้บนชั้นใส่ยาอัจฉริยะและสถานะของการนำยาเข้าและออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะซึ่งทั้ง 3 ส่วนนั้นทำงานเป็นขั้นเป็นตอนไปพร้อมๆ กัน โดยคำสั่งทั้งหมดจะถูกสร้างหรือกำหนดโดยผู้ใช้งานตามหน้าที่และความรับผิดชอบต่างๆ กัน

ซึ่งในระบบนี้จะแบ่งได้ออกเป็น (1) เจ้าหน้าที่คลังยา ทำหน้าที่ในการนำยาเข้าคลังและนำยาเข้าบรรจุภัณฑ์ (2) เจ้าหน้าที่ตามแผนกในโรงพยาบาล ทำหน้าที่ส่งคำร้องขอส่งยาต่อคลังยา (3) เภสัชกร ทำหน้าที่ส่งนำยาเข้าไปเก็บในคลังยา และตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของการสั่งจ่ายยา (4) ผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่ตรวจสอบและติดตามสถานะภาพรวมของระบบทั้งหมด



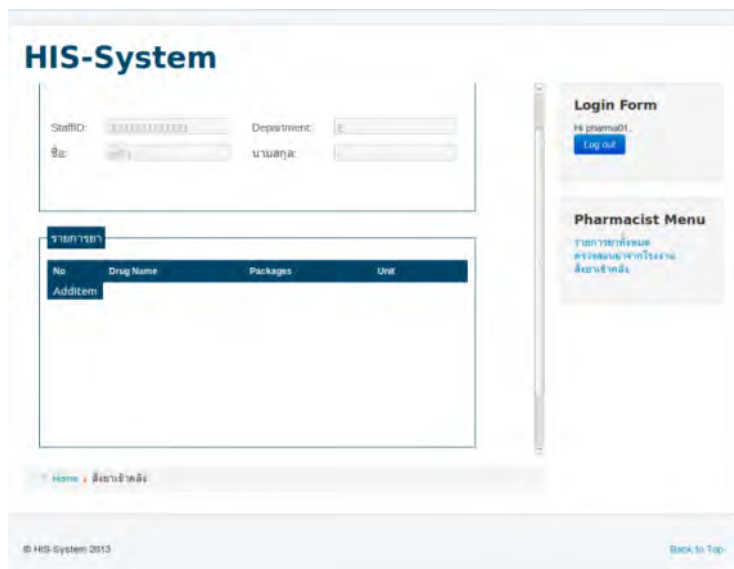
ภาพประกอบที่ 4.2.1: ภาพแผนผังความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram)

4.2.1 การติดต่อและสั่งการระบบผ่านทางระบบสารสนเทศโดยผู้ใช้งานตามหน้าที่ต่างๆ

การติดต่อและสั่งการระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติแบบออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการนำยาเข้าคลังยา โดยเริ่มตั้งแต่การนำยาบรรจุเข้าบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบไว้ ลงทะเบียนบรรจุภัณฑ์ยา เพื่อทำการเก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าไปใส่ในชั้นใส่ยาอัจฉริยะโดยหุ่นยนต์ทำหน้าที่นำบรรจุภัณฑ์ยาเข้าไปใส่โดยอัตโนมัติ และ ส่วนของการนำบรรจุภัณฑ์ยาออกจากชั้นอัจฉริยะเพื่อส่งต่อไปให้กับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV) เพื่อทำการนำบรรจุภัณฑ์ยาไปแจกจ่ายให้กับหน่วยต่างๆ ที่ทำการร้องขอผ่านทางระบบสารสนเทศ

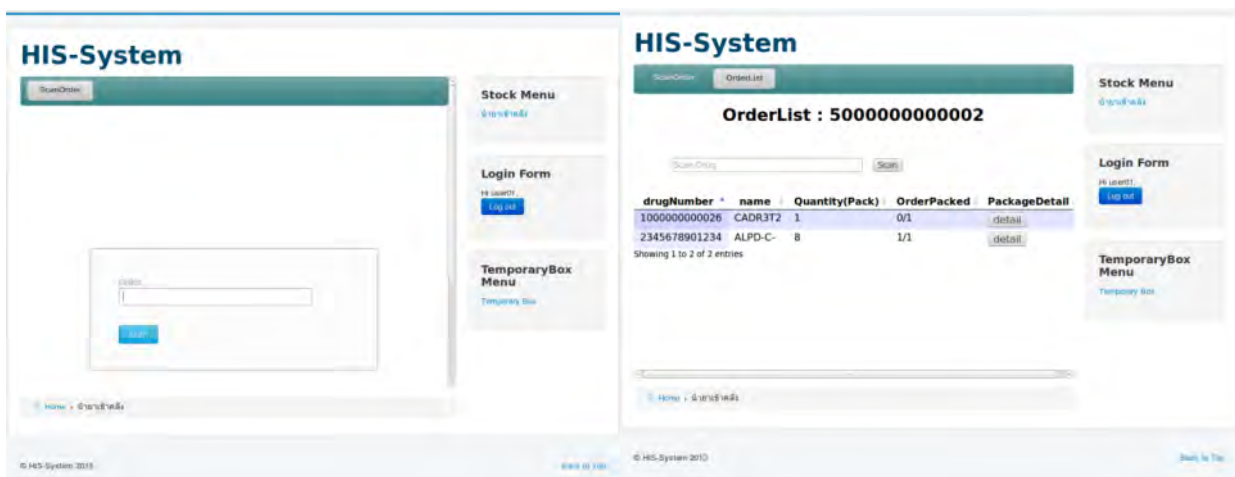
4.2.1.1 ขั้นตอนการสั่งการระบบเพื่อนำยาเก็บเข้าคลังยาโดยเจ้าหน้าที่ห้องคลังยาและเภสัชกร

ในการนำยาเข้าบรรจุภัณฑ์และนำเข้าคลังยาจะเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ห้องคลังยาและเภสัชกร ซึ่งเภสัชกรจะเป็นผู้สั่งยาเข้าไปเก็บในคลังยา โดยทำการเข้าสู่ระบบเพื่อทำการสั่งยาเข้าคลังโดยเลือกที่หน้าต่างสั่งยาเข้าคลังตามภาพประกอบที่ 4.2.2



ภาพประกอบที่ 4.2.2: ภาพหน้าต่างการสั่งยาเข้าคลังของเภสัชกร

หลังจากการสั่งนำยาเข้าคลังยาของเภสัชกรแล้ว รายชื่อข้อมูลของการสั่งยาซึ่งประกอบด้วยชนิดของยา จำนวนของยา และขนาดบรรจุภัณฑ์ของยาจะถูกสร้างเป็นใบสั่งยาเข้าคลังโดยมีเลขรหัสข้อมูลเชิงเส้นกำกับอยู่ ซึ่งใบสั่งยาเข้าคลังนั้นเจ้าหน้าที่ของห้องคลังยาจะนำเลขรหัสข้อมูลเชิงเส้นของใบสั่งยาเข้าคลังมาอ่านค่าเข้าในระบบ โดยทำการเข้าสู่ระบบในนามของเจ้าหน้าที่ห้องคลังยา ดังภาพประกอบที่ 4.2.2 เมื่ออ่านค่าใบสั่งยาเข้าคลังสำเร็จระบบจะแสดงรายละเอียดของยาชนิดต่างๆที่ต้องการจะนำเข้าไปเก็บในคลังยา ดังภาพประกอบที่ 4.2.3



ภาพประกอบที่ 4.2.3: ภาพหน้าต่างในการอ่านค่าใบสั่งยาเข้าคลังยาและรายละเอียดยา

เจ้าหน้าที่คลังยาจะนำยาที่ตรงกับรายชื่อของยาที่ต้องการนำเข้าคลังมาอ่านค่ารหัสข้อมูลเชิงเส้นตามใบสั่งยาเข้าคลังยา โดยระบบจะแสดงรูปภาพรายละเอียด ชนิดและจำนวนของยา ซึ่งเจ้าหน้าที่คลังยาจะต้องใส่วันหมดอายุของยาลงไปในระบบฐานข้อมูลด้วย หลังจากนั้นระบบจะแสดงภาพชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่จะนำมาใส่ยาเพื่อใช้ในการนำยาเข้าไปเก็บในชั้นใส่ยา ดังภาพประกอบที่ 4.2.4 เจ้าหน้าที่ห้องคลังยาจะนำบรรจุภัณฑ์ดังแสดงในระบบมาบรรจุยาข้างต้น โดยมีวิธีการดังนี้ (1.) อ่านค่ารหัสข้อมูลเชิงเส้นด้านในของกล่องบรรจุภัณฑ์ (2.) อ่านค่ารหัสของมูลเชิงเส้นของยา (3.) อ่านค่ารหัสข้อมูลเชิงเส้นของฝาปิดบรรจุภัณฑ์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.2.5

Drug Information		Package Size	
ALPD-C-			
			
Detail	Alpha D3 capsule 0.25mcg (Alfacalcidol)	1 Package	1 box/Package
Quantity(Pack)	8		
Expiration Date	2013-10-31		

ภาพประกอบที่ 4.2.4: ภาพรายละเอียด วันหมดอายุและจำนวนของยา และภาพแสดงชนิด ขนาดของบรรจุภัณฑ์

Packing Steps

Stocking Step

Scan internal Package

drugNumber	name	detail	PackageSize	Package	Internal Package Number	Quantity(Pack)	External Package Number	Expire Date
1000000000026	CADR3T2	Cardura XL 4 mg (Doxazosin mesylate)	B	0/1		0		2013-10-31

Showing 1 to 1 of 1 entries

Step 1
Please scan the internal package barcode



Step 2 :
Please scan boxes that need to be stocked



Step 3 :
Please scan the external package barcode



ภาพประกอบที่ 4.2.5: ภาพแสดงรายละเอียดขั้นตอนการบรรจุยาลงในบรรจุภัณฑ์

เมื่อทำการบรรจุยาลงในบรรจุภัณฑ์ตามขั้นตอนข้างต้นเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการจัดเก็บลำดับของการนำยาเข้าคลังรวมทั้งรหัสของบรรจุภัณฑ์ลงไปยังระบบฐานข้อมูลหลัก หลังจากนั้นเจ้าหน้าที่คลังยาจะนำบรรจุภัณฑ์ไปวางไว้บนสายพานลำเลียงขาเข้า ระบบก็จะดำเนินการลำเลียงบรรจุภัณฑ์เข้าไปยังระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติเพื่อทำการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ที่ส่งไปในชั้นใส่ยาอัตโนมัติต่อไปซึ่งเจ้าหน้าที่จะดำเนินการลักษณะนี้จนครบทั้งใบสั่งยาเข้าคลังยา

4.2.1.2 ขั้นตอนการสั่งการระบบเพื่อจ่ายยาออกจากคลังยา

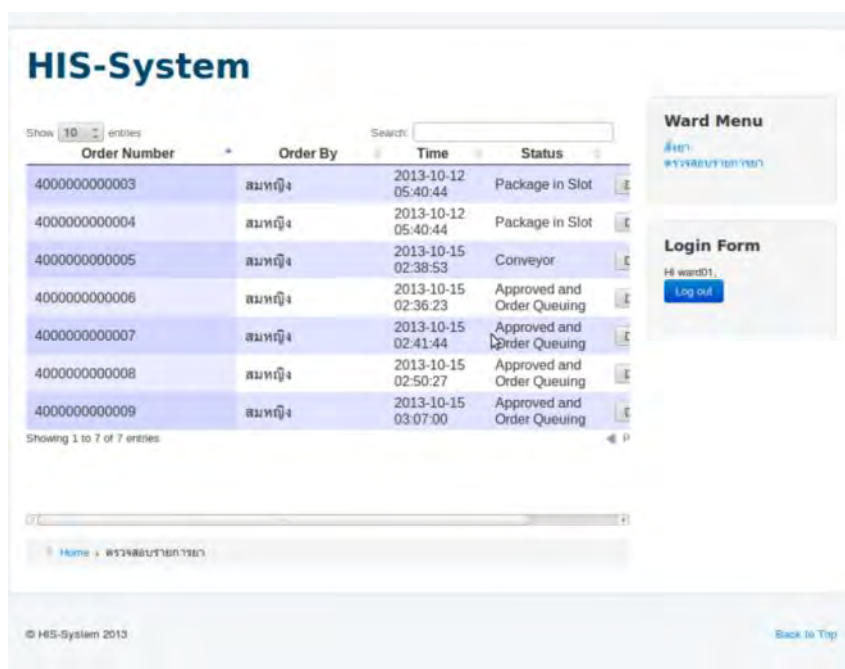
การสั่งยาออกจากระบบเพื่อทำการแจกจ่ายยาไปตามแผนกต่างๆในโรงพยาบาล เจ้าหน้าที่ตามแผนกของโรงพยาบาลจะเข้าสู่ระบบสารสนเทศในนามเจ้าหน้าที่แผนกจะมีสิทธิในการสร้างใบจ่ายยาโดยเลือกที่หน้าต่างสั่งยาของระบบสารสนเทศ โดยจะมีรายละเอียดของชื่อ รหัส และสังกัดของผู้สั่งจ่ายยา ซึ่งจะมีตัวเลือกให้เลือกชนิดรายการของยาที่ต้องการจะจ่าย เจ้าหน้าที่สามารถทำการเพิ่มหรือลบรายการยาได้ตามต้องการดังภาพประกอบที่ 4.2.6

No	Name	Packages
1	MNO-T	1
2	CEZL-4	1

ภาพประกอบที่ 4.2.6: ภาพหน้าต่างรายละเอียดของการสั่งจ่ายยา

หลังจากที่เจ้าหน้าที่ทำการสร้างใบสั่งจ่ายยาเสร็จเรียบร้อยแล้วระบบฐานข้อมูลก็จะเก็บใบสั่งจ่ายยาเข้าไปในระบบเพื่อรอให้เภสัชกรทำการตรวจสอบความถูกต้องของการจ่ายยา โดยเจ้าหน้าที่แผนกโรงพยาบาล

สามารถที่จะตรวจสอบสถานะของการส่งจ่ายยาได้ที่หน้าต่างตรวจสอบรายการยาในระบบสารสนเทศดังกล่าวประกอบที่ 4.2.7



The screenshot displays the 'HIS-System' interface. At the top, there's a header with the system name. Below it, a search bar and a 'Show 10 entries' dropdown are visible. The main content is a table with columns: Order Number, Order By, Time, and Status. The table lists seven entries with their respective order numbers, the person who placed the order (สมหญิง), the time (ranging from 2013-10-12 to 2013-10-15), and the status (e.g., Package in Slot, Conveyor, Approved and Order Queuing). To the right of the table, there's a 'Ward Menu' section with a search bar and a 'Login Form' section with a 'Log out' button. At the bottom, there's a footer with the copyright notice '© HIS-System 2013' and a 'Back to Top' link.

Order Number	Order By	Time	Status
4000000000003	สมหญิง	2013-10-12 05:40:44	Package in Slot
4000000000004	สมหญิง	2013-10-12 05:40:44	Package in Slot
4000000000005	สมหญิง	2013-10-15 02:38:53	Conveyor
4000000000006	สมหญิง	2013-10-15 02:36:23	Approved and Order Queuing
4000000000007	สมหญิง	2013-10-15 02:41:44	Approved and Order Queuing
4000000000008	สมหญิง	2013-10-15 02:50:27	Approved and Order Queuing
4000000000009	สมหญิง	2013-10-15 03:07:00	Approved and Order Queuing

ภาพประกอบที่ 4.2.7: ภาพแสดงสถานะของการส่งจ่ายยา

เภสัชกรจะทำการเข้าสู่ระบบเพื่อทำการตรวจสอบรายการยาที่ถูกส่งเข้ามา ดังรูปภาพประกอบที่ 4.2.8 เมื่อทำการตรวจสอบใบรายการส่งจ่ายยาเสร็จเรียบร้อยแล้วถ้าใบรายการส่งจ่ายยาถูกต้องเภสัชกรจะกดยืนยันการส่งยา แต่ถ้าใบรายการส่งจ่ายยาไม่ถูกต้องเภสัชกรจะกดยกเลิกใบรายการส่งจ่ายยา ซึ่งเจ้าหน้าที่ที่สร้างใบรายการส่งจ่ายยาจะต้องทำการสร้างใบรายการส่งจ่ายยาใหม่เข้าสู่ระบบอีกครั้ง

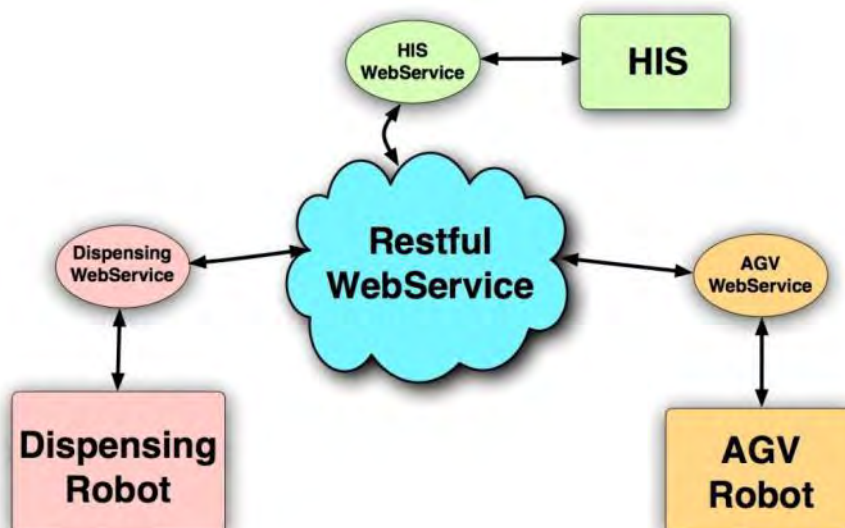
ใบรายการส่งจ่ายยาที่ถูกยืนยันโดยเภสัชกรเรียบร้อยแล้ว จะถูกระบบฐานข้อมูลจะจัดเก็บและทำการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งการจัดเก็บของยาที่ถูกส่งจ่ายในใบรายการนั้นบนชั้นใส่ยาอัจฉริยะ ข้อมูลตำแหน่งดังกล่าวจะถูกจัดเตรียมไว้ให้ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติดำเนินการจ่ายยาออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะต่อไป



ภาพประกอบที่ 4.2.8: ภาพหน้าต่างการตรวจสอบรายการการสั่งจ่ายยาของเภสัชกร

4.2.2 การเชื่อมต่อสั่งการและปรับเปลี่ยนฐานข้อมูลกลางของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ

ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาจะถูกเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลผ่านทางระบบโครงข่ายบริการ (Web Service) ดังภาพประกอบที่ 4.2.9 โดยระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาอัตโนมัติจะมีระบบโครงข่ายบริการโดยเฉพาะเป็นของระบบเอง ซึ่งระบบโครงข่ายบริการนี้จะติดต่อกับระบบโครงข่ายบริการหลักของระบบฐานข้อมูลหลัก (Hospital Information System or HIS) ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อทำการติดต่อร้องขอตำแหน่งในการนำยาเข้าหรือจ่ายยาออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะ และปรับเปลี่ยนข้อมูลสถานะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำยาเข้าและจ่ายยาออกจากคลังยา



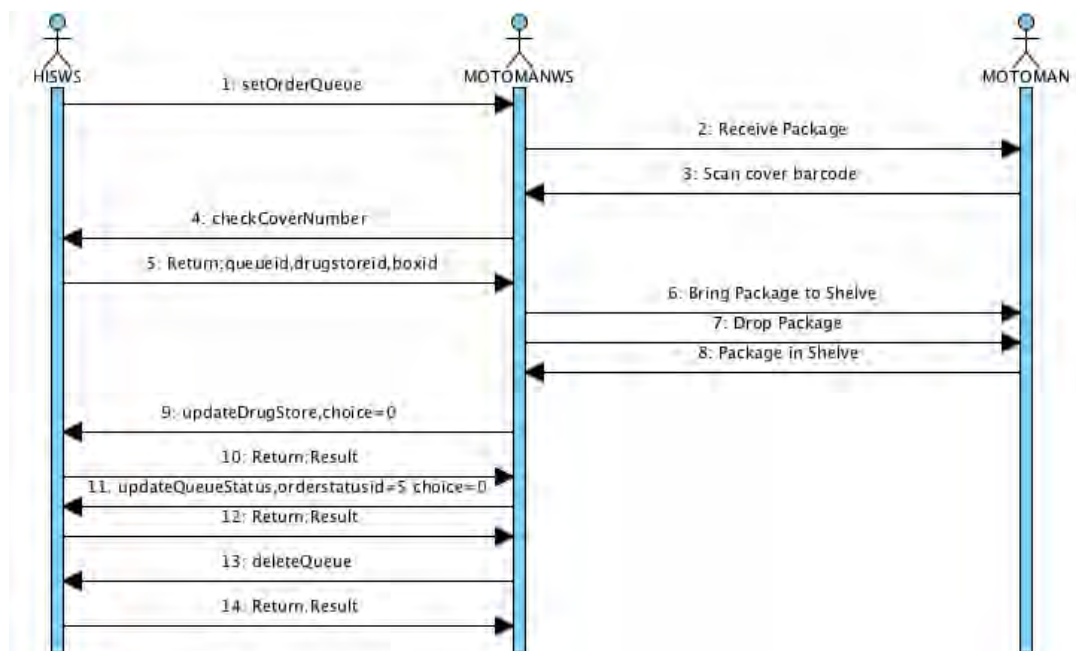
ภาพประกอบที่ 4.2.9: แผนผังการติดต่อผ่านโครงข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ

4.2.2.1 ขั้นตอนการควบคุมและสั่งการในการนำยาเข้าคลังของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาอัตโนมัติ

การทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาอัตโนมัติเริ่มการเจ้าหน้าที่คลังยานำบรรจุภัณฑ์ที่ทำการบรรจุยาสำเร็จแล้วตามขั้นตอนในหัวข้อ 4.2.1 วางลงบนระบบสายพานลำเลียงขาเข้า เมื่อบรรจุภัณฑ์เคลื่อนที่มาถึงยังจุดปลายของสายพานลำเลียง ระบบตัวรับรู้ตัวจับได้ว่าบรรจุภัณฑ์มารออยู่ที่ตำแหน่งที่สามารถนำบรรจุภัณฑ์เข้าไปในชั้นใส่ยาอัจฉริยะแล้ว ระบบตัวรับรู้จะส่งสัญญาณไปยังหุ่นยนต์แจกจ่ายยาเพื่อสั่งการให้หุ่นยนต์แจกจ่ายยาเคลื่อนแขนหุ่นยนต์มายังตำแหน่งที่บรรจุภัณฑ์วางรออยู่ จากนั้นเครื่องอ่านบาร์โค้ดข้อมูลเชิงเส้นที่ติดอยู่บนแขนหุ่นยนต์แจกจ่ายยา จะทำการอ่านบาร์โค้ดเชิงเส้นที่ติดอยู่บนฝาบรรจุภัณฑ์ และนำบาร์โค้ดเชิงเส้นนี้จะถูกส่งต่อไปยังระบบโครงข่ายบริการ (Web Service) ของระบบหุ่นยนต์เพื่อเชื่อมต่อไปยังระบบโครงข่ายบริการของฐานข้อมูลหลัก (Web Service HIS)

หลังจากระบบฐานข้อมูลหลักรับบาร์โค้ดเชิงเส้นไปแล้วจะทำการประมวลผลกับข้อมูลบรรจุภัณฑ์ข้อมูลลำดับการส่งนำยาเข้าคลังยาพร้อมทั้งประมวลผลควบคุมไปโดยใช้ตัวรับรู้ที่อยู่บนชั้นใส่ยาอัจฉริยะ เพื่อทำการหาตำแหน่งของชั้นใส่ยาที่เหมาะสมในการใส่บรรจุภัณฑ์ดังกล่าวแล้วทำการส่งตำแหน่งนั้นรวมถึงข้อมูลอื่นๆที่จำเป็นในการจัดเก็บยาเข้าไปที่ระบบโครงข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ หุ่นยนต์อัตโนมัติก็就会被สั่งการให้เคลื่อนที่ไปหยิบบรรจุภัณฑ์บนสายพานลำเลียงขาเข้าแล้วเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งจัดเก็บยาบนชั้นใส่ยาอัจฉริยะ แต่ถ้าวัดข้อมูลเชิงเส้นของฝาบรรจุภัณฑ์ไม่มีปรากฏอยู่บนฐานข้อมูลหลัก ระบบก็จะสั่งให้หุ่นยนต์ทำการยกเลิกบรรจุภัณฑ์กล่องนั้นโดยทำการหยิบบรรจุภัณฑ์นั้นไปใส่ไว้ในกล่องพักบรรจุภัณฑ์ที่ชั่วคราว

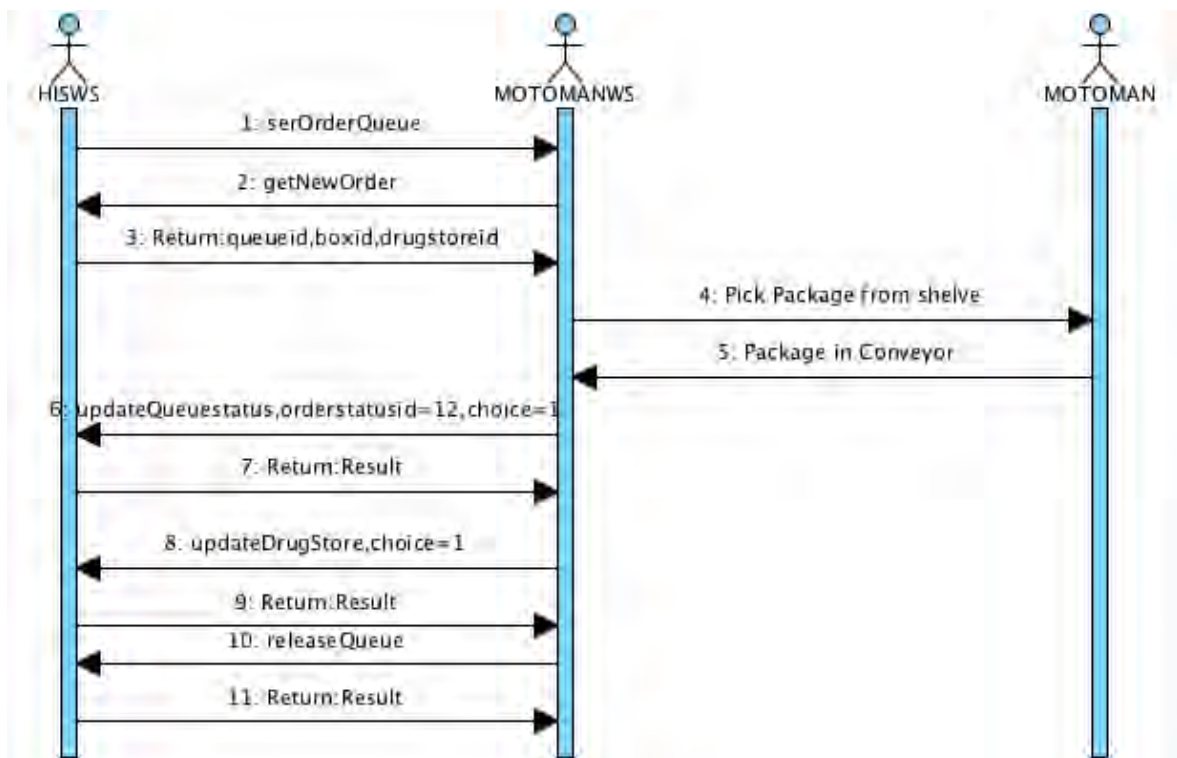
หลังจากที่หุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาอัตโนมัติได้ดำเนินการนำบรรจุภัณฑ์เข้าไปใส่ในชั้นใส่ยาอัจฉริยะเรียบร้อยแล้ว ระบบโครงข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติจำเป็นจะต้องส่งข้อมูลไปยังระบบฐานข้อมูลหลักเพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลของชั้นใส่ยาอัจฉริยะและข้อมูลของลำดับและสถานะของรายการใบนำยาเข้าคลังยา โดยแผนผังการทำงานและการส่งข้อมูลระหว่างระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติกับระบบฐานข้อมูลหลักแสดงในภาพประกอบที่ 4.2.10



ภาพประกอบที่ 4.2.10: แผนผังการส่งต่อข้อมูลระหว่างระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติและระบบฐานข้อมูลหลัก

4.2.2.2 ขั้นตอนการควบคุมและสั่งการในการส่งจ่ายยาออกจากคลังของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ

เมื่อมีการสั่งจ่ายยาของผู้ใช้ผ่านระบบสารสนเทศและมีการยืนยันการสั่งจ่ายยาของเภสัชกรผ่านทางระบบสารสนเทศตามหัวข้อ 4.2.1 เรียบร้อยแล้ว ระบบฐานข้อมูลหลักและระบบโครงข่ายบริการหลักจะทำการปรับปรุงและเตรียมข้อมูลสร้างลำดับการสั่งจ่ายยา และเมื่อระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติทำการร้องขอคำสั่งในการจ่ายยา ระบบโครงข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติจะได้รับข้อมูลลำดับ โดยเรียงตามรหัสและตำแหน่งบรรจุภัณฑ์ของยาที่ผู้ใช้ทำการสั่งจ่ายยา จากนั้นแขนกลหุ่นยนต์จ่ายยาอัตโนมัติจะถูกสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งของชั้นใส่ยาที่เก็บบรรจุภัณฑ์ของยาที่ต้องการและทำการหยิบบรรจุภัณฑ์นั้นออกจากชั้นใส่ยาแล้วนำไปวางไว้ที่สายพานลำเลียงขาออก เพื่อทำการส่งต่อบรรจุภัณฑ์ไปยังระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีแบบอัตโนมัติให้เคลื่อนที่ไปส่งบรรจุภัณฑ์ยาตามสถานที่ที่ผู้สั่งจ่ายยาต่อไป และหลังจากหุ่นยนต์ดำเนินการหยิบบรรจุภัณฑ์ออกจากชั้นใส่ยาเรียบร้อยแล้ว ระบบโครงข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติจะต้องทำการ ส่งข้อมูลกลับไปยังระบบฐานข้อมูลหลัก เพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลสถานะของการสั่งจ่ายยา สถานะของชั้นใส่ยาอัจฉริยะ แผนผังการติดต่อและส่งข้อมูลระหว่างระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติกับระบบฐานข้อมูลหลักในระหว่างการสั่งจ่ายยาออกจากคลังยาแสดงในภาพประกอบที่ 4.2.11



ภาพประกอบที่ 4.2.11: แผนผังการติดต่อและส่งข้อมูลระหว่างการส่งจ่ายยาออกจากคลังยา

4.2.3 การติดตามและตรวจสอบสถานะข้อมูลของการนำยาเข้าคลังและการส่งจ่ายยา

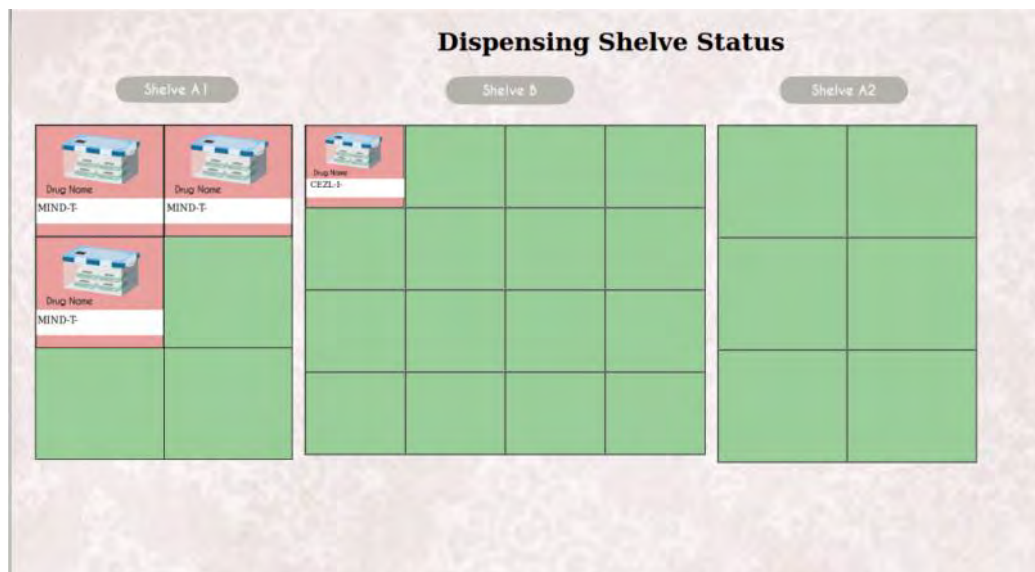
การติดตามและตรวจสอบสถานะของใบสั่งนำยาเข้าคลังยา และการส่งจ่ายยาสามารถตรวจสอบได้โดยการผ่านเข้าสู่ระบบของ เจ้าหน้าที่แผนกที่ทำการส่งจ่ายยาเพื่ออยู่สถานะของการสั่งยาที่ตนเองได้ทำการสั่งไป และในส่วนของเภสัชกรก็สามารถตรวจสอบสถานะและติดตามขั้นตอนของการนำยาเข้าคลัง รวมถึงสถานะขั้นตอนของการส่งจ่ายยาออกจากคลังยา ได้โดยการผ่านเข้าสู่ระบบเช่นกัน โดยสถานะขั้นตอนต่างๆของการนำเข้าและส่งจ่ายยามีรายละเอียดตามภาพประกอบที่ 4.2.12

ภาพประกอบที่ 4.2.12 ตารางแสดงรายละเอียดสถานะต่างๆของใบสั่งนำยาเข้าและใบสั่งจ่ายยา

1	Waiting Industrial Confirmation
2	Information Confirmation and Shipping
3	Order was Received
4	Conveyor
5	In Shelf
6	invalid Package

7	Shelve is full
8	Waiting for Approve
9	Approved and Order Queuing
10	Reject
11	Conveyor
12	Waiting in Temp Box
13	Pick Drug from Temp Box
14	Package in Slot
15	Invalid Package
16	Package Shipping
17	Waiting Staff
18	Pick Drug From Slot
19	Confirm Drug at AGV
20	Confirm Drug at Service Point
21	Order Complete

นอกเหนือจากนี้ เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบจะสามารถติดตามดูสถานะปัจจุบันของบรรจุภัณฑ์ยาที่ถูกจัดเก็บไว้อยู่ในชั้นใส่ยาอัตโนมัติได้ และยังสามารถติดตามสถานะของใบสั่งนำยาออกและส่งจ่ายยาในระบบได้ทั้งหมด ซึ่งสามารถเรียกแสดงได้หลังจากเข้าสู่ระบบในนามของผู้ดูแลระบบ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.2.13 และ 4.2.14



ภาพประกอบที่ 4.2.13: ภาพแสดงบรรจุภัณฑ์ยาที่อยู่จัดเก็บอยู่บนชั้นใส่ยา

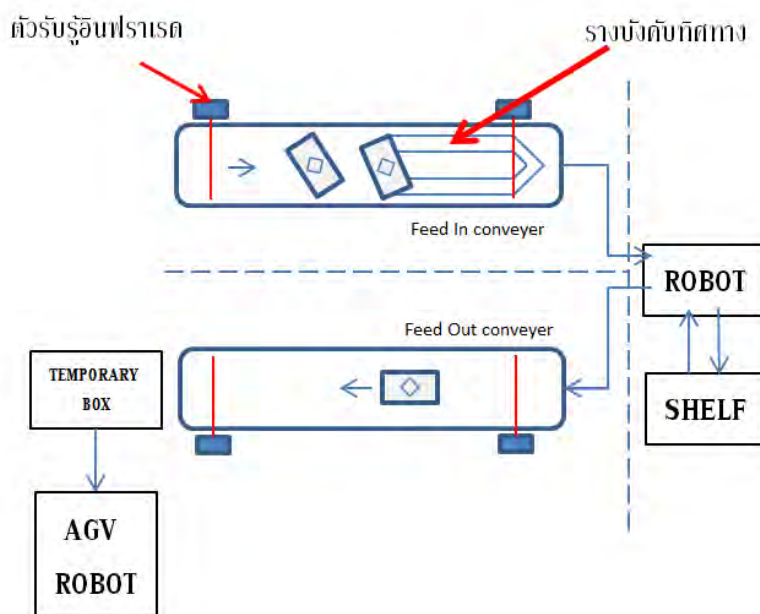
Order Number	Order By	Time	Status	Detail
4000000000003	สมหญิง	2013-10-12 05:40:44	Package in Slot	Detail
4000000000004	สมหญิง	2013-10-12 05:40:44	Package in Slot	Detail
4000000000005	สมหญิง	2013-10-15 02:38:53	Conveyor	Detail
4000000000006	สมหญิง	2013-10-15 02:36:23	Approved and Order Queuing	Detail
4000000000007	สมหญิง	2013-10-15 02:41:44	Approved and Order Queuing	Detail
4000000000008	สมหญิง	2013-10-15 02:50:27	Approved and Order Queuing	Detail
4000000000009	สมหญิง	2013-10-15 03:07:00	Approved and Order Queuing	Detail
4000000000010	สมหญิง	2013-10-15 05:01:41	Approved and Order Queuing	Detail

ภาพประกอบที่ 4.2.14: ภาพแสดงสถานะของใบสั่งยาทั้งหมดของระบบ

4.3 ระบบสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก

ส่วนแรกของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา คือส่วนของระบบลำเลียงสายพานขาเข้าทำหน้าที่ลำเลียงมาจากภายนอก โดยก่อนที่ยาจะถูกเก็บเข้าคลังยาในส่วนของชั้นใส่ยา ยาจะถูกบรรจุเข้าบรรจุภัณฑ์ซึ่งถูกออกแบบและพัฒนาโดยเฉพาะเพื่อให้เหมาะสมในการเก็บยาเข้าสู่ชั้นใส่ยาโดยจะกล่าวอีกทีในหัวข้อที่ 4.3 นอกจากนี้ลำเลียงบรรจุภัณฑ์ยาแล้ว สายพานลำเลียงยังมีส่วนตรวจสอบควบคุมการทำงานและนับจำนวนบรรจุภัณฑ์ยาบนสายพานด้วยตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรด

ส่วนที่สองของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา คือส่วนของระบบลำเลียงสายพานขาออกทำหน้าที่ลำเลียงบรรจุภัณฑ์ที่แขนกลหุ่นยนต์หยิบมาจากชั้นใส่ยาเพื่อลำเลียงไปสู่ถังพักบรรจุภัณฑ์ยาชั่วคราวสำหรับส่งต่อไปให้หุ่นยนต์นำส่งยาเคลื่อนที่อัตโนมัติ สำหรับการแจกจ่ายยาไปตามแผนกต่างๆ ของโรงพยาบาล นอกจากนี้ยังตรวจจับบรรจุภัณฑ์ยาที่อยู่บนสายพานด้วยตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรด ทั้งสองส่วนของระบบสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออกถูกแสดงให้เห็นในภาพประกอบที่ 4.3.1



ภาพประกอบที่ 4.3.1: ระบบสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก

เพื่อให้เกิดการทำงานที่สอดคล้องในระบบ ดังนั้นในส่วนอุปกรณ์หลักสำหรับในการทำงานของระบบสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออกนั้น ประกอบไปด้วยส่วนของสายพานลำเลียง และตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรด

4.3.1 การออกแบบสายพานลำเลียง

การออกแบบสายพานลำเลียงได้ออกแบบให้มีความเหมาะสมสำหรับให้แขนกลของหุ่นยนต์สามารถเอื้อมมาถึงโดยคำนึงถึงพื้นที่ทำงานของหุ่นยนต์และลักษณะการทำงานของผู้ใช้ สายพานลำเลียงประกอบด้วยส่วนของสายพานและมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานโดยลักษณะแตกต่างของสายพานขาเข้าและขาออก คือในส่วนสายพานขาเข้าจะมีรางสำหรับบังคับทิศทางและตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมสำหรับการเก็บในชั้นใส่ยาตามภาพประกอบที่ 4.3.1

เพื่อที่จะให้แขนกลหุ่นยนต์สามารถมาเก็บบรรจุภัณฑ์ยาได้ทุกครั้ง โดยที่บรรจุภัณฑ์อยู่ที่ตำแหน่งและทิศทางซึ่งมีข้อดีที่ทำให้เราสามารถควบคุมทิศทางในการวางบรรจุภัณฑ์ลงในชั้นใส่ยาซึ่งออกแบบมาให้ใช้เก็บบรรจุภัณฑ์ได้อย่างเต็มที่โดยเต็มพื้นที่ทำงานของหุ่นยนต์จึงทำให้มีการใช้ประโยชน์สูงสุดของชั้นใส่ยา แต่มีขนาดที่เล็กจึงต้องมีการควบคุมทิศทางบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมด้วยรางบังคับทิศทาง

4.3.2 การออกแบบและติดตั้งตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรด

สำหรับการควบคุมการทำงานของระบบสายพานลำเลียงนั้นได้อาศัยการทำงานของตัวรับรู้ใช้อินฟราเรดในการทำเป็นข้อมูลในเรื่องของการตรวจจับการมีอยู่ของบรรจุภัณฑ์และนับจำนวนบนสายพานลำเลียง ทั้งนี้การติดตั้งตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดนั้น ได้ติดบริเวณต้นและปลายของสายพานลำเลียงทั้งขาเข้าและขาออกโดยมีหน้าที่ต่างกันคือ ตัวตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดต้นทางของสายพานลำเลียงทำหน้าที่ในการตรวจจับและนับจำนวนบรรจุภัณฑ์บนสายพาน ต่อมาตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดส่วนปลายใช้สำหรับตรวจจับว่าบรรจุภัณฑ์มาถึงตำแหน่งของรางบังคับทิศทางแล้วหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลให้ระบบควบคุมสั่งงานให้แขนกลหุ่นยนต์เก็บบรรจุภัณฑ์ที่รางบังคับทิศทางส่วนปลาย ในส่วนของสายพานลำเลียงขาออกมีตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดต้นทางเพื่อใช้สำหรับสั่งงานให้สายพานลำเลียงหมุนเพื่อลำเลียงบรรจุภัณฑ์ไปยังกล่องบรรจุภัณฑ์ชั่วคราวสำหรับนำขึ้นหุ่นยนต์นำส่งยาเคลื่อนที่อัตโนมัติโดยทำงานพร้อมกับตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดส่วนปลายในการลบจำนวนคงเหลือบนสายพานฝั่งขาออกเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีบรรจุภัณฑ์อยู่บนสายพานลำเลียงการออกแบบของราง เป็นไปตามภาพประกอบที่ 4.3.1

4.3.3 การควบคุมการทำงานของระบบสายพาน

สำหรับตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดที่ใช้นั้นเป็นตัวรับรู้สำหรับวัดค่าระยะห่างซึ่งบรรจุภัณฑ์ยาที่ใช้ในระบบมีขนาดที่ไม่เท่ากันจึงเหมาะสมสำหรับตรวจจับบรรจุภัณฑ์ยา เนื่องจากตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดเป็นอุปกรณ์ประเภทอนาล็อกจึงจำเป็นต้องทำการปรับปรุงสัญญาณให้มีความเสถียรด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยของระดับสัญญาณ ตามสมการที่ 4.3.1

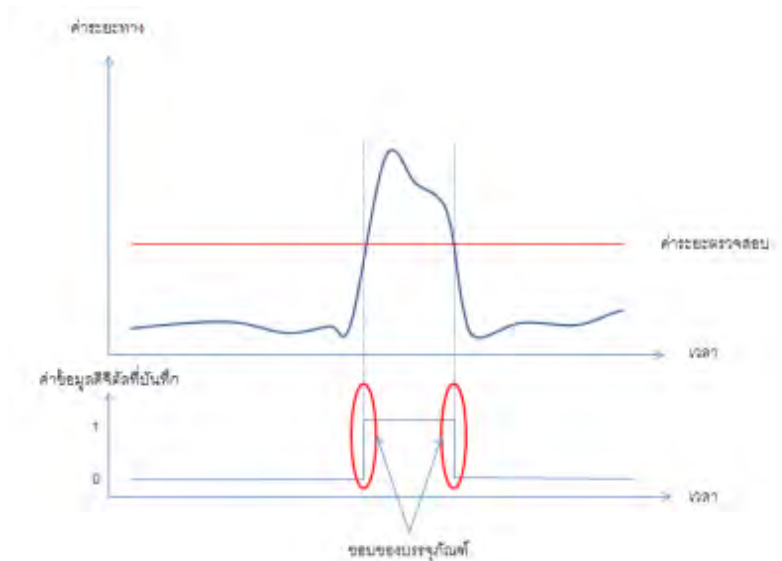
$$\text{ค่าเฉลี่ยระยะทาง} = \frac{\text{ค่าระยะทางที่ผ่านมา} - \text{ค่าระยะทางปัจจุบัน}}{2}$$

สมการที่ 4.3.1: อธิบายการคำนวณและปรับปรุงระยะห่างในการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์บนสายพานลำเลียง

โดยค่าเฉลี่ยระยะทางคือค่าที่จะนำมาคิดในการควบคุมระบบ ส่วนค่าระยะทางที่ผ่านมาคือค่าระดับสัญญาณที่วัดได้ในเวลาก่อนหน้านี้แล้ว ค่าระยะทางปัจจุบันคือค่าที่วัดได้จากตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรด ทั้งนี้เพื่อให้การตรวจสอบวัดที่มีความแม่นยำจึงต้องมีการสอบเทียบค่าที่อ่านได้ของตัวรับรู้โดยใช้การประมาณค่าแบบไม่เชิงเส้นลำดับสี่ ซึ่งได้มาจากการเก็บค่าข้อมูลสอบเทียบ

สำหรับวิธีการในการนับจำนวนของบรรจุภัณฑ์ใช้วิธีการนับค่าขอบวัตถุดังนี้ โดยเริ่มจากการตรวจค่าระยะทางที่ได้ ถ้าค่าที่อ่านได้มีค่าต่ำกว่าระยะตรวจสอบแสดงว่ามีวัตถุอยู่ให้มีค่าเป็นค่าเท่ากับ 1 หากค่า

ระยะทางที่วัดได้มีค่ามากกว่าระยะตรวจสอบให้ค่าที่บันทึกมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าจุดต่อจุดซึ่งมีค่าจะทำให้เกิดบริเวณขอบของวัตถุตามภาพประกอบที่ 4.3.2



ภาพประกอบที่ 4.3.2: แสดงการตรวจจับค่าขอบของบรรจุภัณฑ์สำหรับการใช้ตรวจนับจำนวน

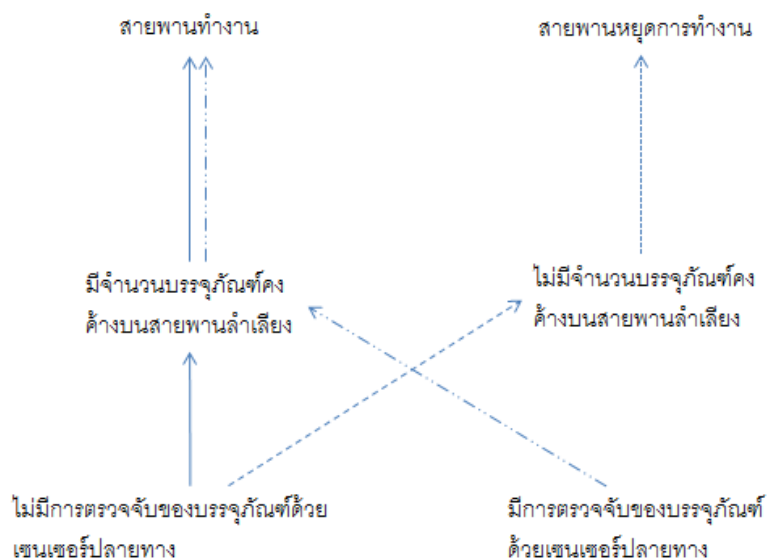
ในการคำนวณจำนวนของบรรจุภัณฑ์นั้นทำได้ด้วยการใช้จำนวนขอบของวัตถุตามสมการที่ 4.3.2

$$\text{จำนวนของวัตถุที่เพิ่มขึ้น} = \frac{\text{จำนวนเส้นขอบของวัตถุ}}{2}$$

สมการที่ 4.3.2: แสดงการคำนวณจำนวนวัตถุจากค่าขอบของวัตถุ

โดยค่าจำนวนเส้นขอบของวัตถุเกิดจากเงื่อนไขที่ว่า หากค่าข้อมูลทางดิจิทัลมีการเปลี่ยนแปลงจาก 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0 ให้เพิ่มจำนวนเส้นของของวัตถุขึ้น หากว่าจำนวนเส้นขอบของวัตถุเป็นจำนวนเลขคี่ต้องทำการปัดค่าจำนวนของวัตถุให้ลดลงเป็นจำนวนเต็มเพื่อป้องกันการนับจำนวนผิด

ในการควบคุมระบบการทำงานของระบบสายพานลำเลียงขาเข้าอยู่ภายใต้เงื่อนไขของ การตรวจจับของตัวรับรู้ส่วนปลาย และจำนวนของบนสายพานที่คงเหลือ โดยเป็นไปตามแผนผังแสดงการทำงานตามรูปประกอบที่ 4.3.3



ภาพประกอบที่ 4.3.3: แผนผังแสดงการควบคุมการทำงานของระบบสายพานลำเลียงขาเข้า

การทำงานของระบบควบคุมสายพานลำเลียงขาเข้าสามารถแบ่งเป็นสามรูปแบบตามแผนผังด้านบน โดยอธิบายตามภาพประกอบดังนี้ กรณีที่ 1 ถ้าไม่มีการตรวจจับของส่วนปลายสายพานแต่มีจำนวนบรรจุภัณฑ์คงเหลืออยู่บนสายพาน สายพานยังคงทำงานจนบรรจุภัณฑ์เคลื่อนไปถึงตรงส่วนปลายแล้วหยุด กรณีที่ 2 ไม่มีการตรวจจับของส่วนปลายสายพานและไม่มีจำนวนบรรจุภัณฑ์คงเหลือสายพานจะหยุดทำงาน กรณีที่ 3 มีการตรวจจับของส่วนปลายสายพานและมีจำนวนบรรจุภัณฑ์คงเหลืออยู่ สายพานจะทำงาน โดยเมื่อสายพานตรวจสอบและพบว่าบรรจุภัณฑ์รออยู่บนบริเวณปลายสายพานจะส่งข้อมูลไปให้ส่วนควบคุมระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายนำแขนกลหุ่นยนต์มาเก็บบรรจุภัณฑ์เพื่อไปบรรจุในชั้นใส่ยา โดยหากมีการหยิบออกไปของบรรจุภัณฑ์จำนวนคงเหลือบนสายพานจะลดลงไปหนึ่งกล่อง

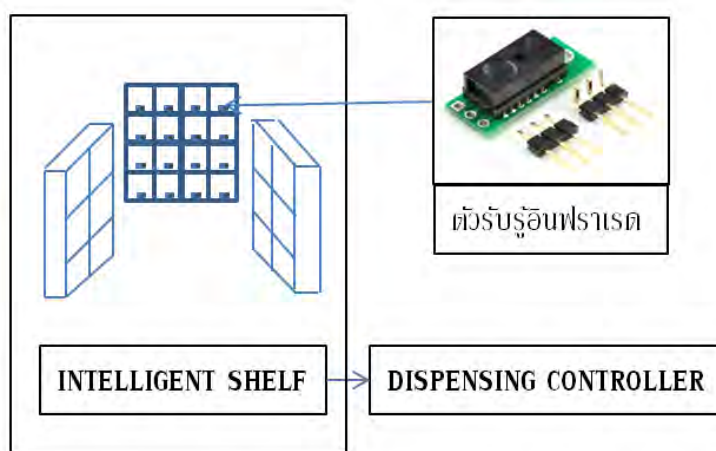
การทำงานของระบบสายพานลำเลียงขาออกมีจำนวนขั้นตอนน้อยกว่าขาเข้าโดยเริ่มจากตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดส่วนต้นที่ติดกับแขนกลหุ่นยนต์ตรวจพบบรรจุภัณฑ์บนสายพานจะเริ่มทำงานเพื่อส่งบรรจุภัณฑ์ไปยังส่วนปลายพร้อมกับนับจำนวน โดยทำงานร่วมกันตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดส่วนปลาย เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับสำหรับลดจำนวนคงเหลือของบรรจุภัณฑ์ที่อยู่บนสายพานขาออก จากนั้นบรรจุภัณฑ์จะถูกส่งไปยังส่วนของกล่องพับบรรจุภัณฑ์ชั่วคราวเพื่อนำส่งต่อไปยังหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ

4.4 ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะ

ส่วนต่อมาของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา หลังจากแขนกลหุ่นยนต์ทำการเก็บบรรจุภัณฑ์จากสายพานลำเลียงคือการบรรจุเข้าสู่ชั้นใส่ยา ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะนั้นจะทำหน้าที่ในการเก็บและบอกตำแหน่งของช่องในชั้นใส่ยาที่สามารถบรรจุได้ รวมถึงช่องใส่ยาที่ไม่สามารถบรรจุเพิ่มได้เนื่องจากช่องบนชั้นใส่ยานั้นถูกใช้ไปแล้ว สำหรับการออกแบบเน้นไปในการใช้พื้นที่ทำงานแบบเต็มประสิทธิภาพ โดยอ้างอิงตามพื้นที่ทำงานของแขนกลหุ่นยนต์รวมไปถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุยาซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทและครอบคลุมถึงการออกแบบของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนาวีอัตโนมัติ ทั้งนี้ในระบบตรวจสอบบรรจุภัณฑ์บนชั้นใส่ยานั้นได้มีการใช้ตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจสอบการมีอยู่ของบรรจุภัณฑ์ ข้อมูลในแต่ละช่องของชั้นใส่ยายังถูกส่งไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาในการเลือกช่อง เพื่อการเก็บบรรจุภัณฑ์

ส่วนประกอบหลัก ของระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะนั้นประกอบไปด้วย ส่วนของชั้นใส่ยา 2 ประเภท คือชั้นใส่ยาประเภทที่ 1 สำหรับบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก และ ประเภทที่ 2 สำหรับบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังมีในส่วนของการบรรจุภัณฑ์และตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบการมีอยู่ของบรรจุภัณฑ์บนชั้นใส่ยา ตามภาพประกอบที่

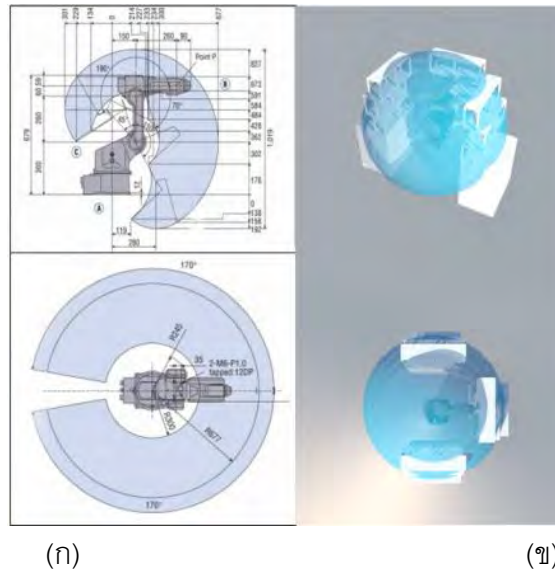
4.4.1



ภาพประกอบที่ 4.4.1: ชั้นใส่ยาในระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

4.4.1 การออกแบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะในระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

หลักการในการออกแบบชั้นใส่ยานั้นได้ถือหลักการออกแบบของการใช้พื้นที่การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยอ้างอิงจากการวิเคราะห์พื้นที่ทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ ในที่นี้ใช้แขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรม Motoman HP 3 จากบริษัท Yaksawa ซึ่งมีลักษณะพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เป็นแบบทรงกลม ดังภาพประกอบที่ 4.4.2



ภาพประกอบที่ 4.4.2: แสดงพื้นที่การทำงานในส่วนของแขนกลหุ่นยนต์ (ก) และ
ชั้นใส่ยาที่ออกแบบเฉพาะสำหรับแขนกลหุ่นยนต์ (ข)

จะเห็นได้ว่าลักษณะชั้นใส่ยาที่ออกแบบนั้นได้มีความสอดคล้องกับพื้นที่การทำงาน โดยให้บริเวณหน้าตัดของบรรจุภัณฑ์ยาอยู่บริเวณขอบของพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ เพื่อให้เกิดพื้นที่สูงสุดในการเก็บยาและเพื่อให้แขนกลหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังชั้นใส่ยาในระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา โดยที่ไม่เกิดการชนหรือก่อความเสียหายแก่บรรจุภัณฑ์

การออกแบบชั้นใส่ยาในระบบนั้น ออกแบบโดยใช้โครงสร้างอลูมิเนียมซึ่งมีลักษณะเบาและแข็งแรง สามารถถอดประกอบได้สะดวก รวมถึงได้มีการติดล้อเพื่อให้สามารถขนย้ายได้สะดวก ลักษณะของช่องในชั้นใส่ยามี 2 ลักษณะคือ ช่องใส่ยาสำหรับบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่จะมีรูปร่างเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และช่องใส่ยาสำหรับบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กจะมีรูปร่างเป็นทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยความลึกของช่องในชั้นใส่ยาขึ้นกับขนาดความสูงของกล่องทั้ง 2 ขนาดนั้นและยังมีการเผื่อของระยะตรวงจับของตัวรับรู้รวมไปถึงแผงกันบรรจุภัณฑ์บนชั้นใส่ยาเพื่อป้องกันการหล่นของบรรจุภัณฑ์บนชั้นใส่ยา

โครงสร้างและจำนวนช่องใส่ยาเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องตระหนัก ดังนั้นจึง ถูกกำหนดโดยหลักสถิติ จากข้อมูลย่อยหลัง ที่ถูกเก็บมาตลอด 5 เดือน พบว่าปริมาณการต้องการยาโดยเฉลี่ย 855 หน่วย/วัน โดยยาที่สำคัญและมีพลวัติในการนำเข้าและเบิกจ่ายออก มีอยู่ทั้งสิ้น 18 ตัวยาที่เด่นชัด ซึ่งเหมาะสำหรับและถูกคัดเลือกนำมาเป็นต้นแบบเพื่อสร้างต้นแบบหลักการทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

ด้วยผลการวิเคราะห์ทางหลักสถิติ ประกอบกับความถี่ในการเบิกใช้ยา นอกจากนี้ยังสำคัญในเรื่องของขนาดและน้ำหนักซึ่งเป็นข้อจำกัดของของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ทำให้การออกแบบและจำนวนช่องของชั้นใส่

ยาอัจฉริยะๆ นั้นถูกออกแบบมาให้มีช่องเก็บ บรรจุภัณฑ์ขนาด A จำนวน 12 ช่อง และ บรรจุภัณฑ์ขนาด B จำนวน 16 ช่อง เพื่อเป็นต้นแบบในการคัดแยกและแจกจ่ายยา

โดยลักษณะการวางของชั้นใส่ยาบรรจุภัณฑ์ขนาด A จะวางอยู่ ทางซ้ายของแขนหุ่นยนต์ 1 ชุด และทางขวาของแขนหุ่นยนต์ 1 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยช่องใส่บรรจุภัณฑ์ขนาด A 6 ช่อง รวมทั้งระบบ สามารถเก็บบรรจุภัณฑ์ A ได้ 12 กล่อง ในขณะที่ชั้นใส่ยาบรรจุภัณฑ์ B อยู่ด้านหน้า และมีช่องใส่ยาทั้งสิ้นรวม 16 ช่อง ทั้งนี้ เนื่องจาก ยาที่มีการเบิกจ่ายมากที่สุด จะถูกบรรจุไว้ในบรรจุภัณฑ์ A จึงไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่จัดเก็บมาก

4.4.2 การตรวจสอบการมีอยู่ของบรรจุภัณฑ์ด้วยตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดประเภทดิจิทัล

เนื่องจากการออกแบบชั้นใส่ยาข้างต้นได้มีการเผื่อระยะสำหรับการตรวจสอบทำให้ไม่มีความจำเป็นในการใช้ตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดแบบเดียวกับที่ใช้ในสายพานลำเลียง ตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดประเภทดิจิทัลนั้นบอกค่าการมีอยู่ของบรรจุภัณฑ์โดยเมื่อมีวัตถุมาอยู่ในระยะตรวจสอบ สัญญาณดิจิทัลจะถูกส่งไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา ทั้งนี้ในลักษณะข้อมูลขาเข้าที่มีปริมาณมาก ในที่นี้ขึ้นกับปริมาณช่องในชั้นใส่ยา จึงได้มีการออกแบบโดยใช้ตัวรวบรวมข้อมูลขาเข้าสู่ช่องเดียวแทนการใช้จำนวนช่องของระบบประมวลผลหลายช่องซึ่งจะประหยัดและจัดการได้ง่าย

4.4.3 การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ในงานระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

บรรจุภัณฑ์ที่ถูกออกแบบเพื่อใช้ในระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา มีหน้าที่หลักเป็นตัวบรรจุขนส่งยาในระบบ โดยจะเริ่มต้นเก็บยาเข้าบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่การลงทะเบียนยาจนกระทั่งถึงการแจกจ่ายยาไปยังแผนกต่างๆ ของโรงพยาบาล

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ยานั้น ได้ถูกวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ตามข้อมูลหลังจากวิเคราะห์ บนพื้นฐานข้อมูลการใช้ยาย้อนหลังของศูนย์การแพทย์กาญจนาฯ 5 เดือน พบว่าสถิติการใช้ยามีค่าเป็นนัยสำคัญต่อยาชนิดใดชนิดหนึ่ง หมายถึง มียาอยู่เพียง 18 ตัว ที่พบว่า มีความถี่ในการเบิกจ่ายออกจากคลังยาจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของการเบิกจ่ายยาทั้งหมด ตามภาพประกอบที่ 4.4.3

รายชื่อ ยาที่มีการเบิกจ่ายออกจากคลังยา สูงสุด 18 อันดับได้แก่

1. Cozaar 100 mg (Losartan)
2. Cozaar 50 mg (Losartan)
3. Neurontin 300 mg (Gabapentin)
4. Alpha D3 capsule 0.25 mcg (Alfacalcidol)
5. Lipitor 40 mg (Atorvastatin calcium)
6. Ceftrex Inj 1 gm iv (Ceftriaxone)

7. Norvasc 5 mg (Amlodipine besylate)
8. Cavumox tablet 1 gm (Amoxycillin+Clavulanic Acid)
9. Minidiab Tab 5 Mg (Glipizide)
10. Tears Naturale Free 32's (Hydroxypropylmethylcellulose + Dextran)
11. Senokot 7.5 mg (Sennosides A,B)
12. Metformin Hydrochloride Tablets 500 mg (Metformin)
13. Fluimucil A 600 (Acetylcysteine)
14. Cardura XL 4 mg (Doxazosin mesylate)
15. Urea cream 10 % 30 gm (Urea)
16. Triamcinolone Cream 0.1%w/w 15 g (Triamcinolone)
17. Elomet 0.1% 15 gm (Mometasone furoate)
18. Cefazol 1 g (Cefazolin sodium)

เรียงตามลำดับจำนวนรวมทั้งหมดในรายนาม 5 เดือน									
ลำดับ	ตัวอักษร	ชื่อยา	หน่วย (จำนวน ในหนึ่ง กล่อง มีชิ้น)	รวม 5 เดือน	กว้าง (เซนติเมตร)	ยาว (เซนติเมตร)	สูง (เซนติเมตร)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	น้ำหนัก ต่อ หนึ่งกล่อง(กรัม)
1	COZA1T-	Cozaar 100 mg (Losartan)	กล่อง 30	2736 กล่อง	4.30	2.70	13.40	155.5740	20.00
2	COZA-T-	Cozaar 50 mg (Losartan)	กล่อง 30	2628 กล่อง	4.20	1.90	13.20	105.3360	20.00
3	NERT1C-	Neurontin 300 mg (Gabapentin)	กล่อง 30	2370 กล่อง	4.90	3.00	12.50	183.7500	25.00
4	ALPD-C-	Alpha D3 capsule 0.25 mcg (Alfacalcidol)	กล่อง 50	1920 กล่อง	5.50	4.00	13.00	286.0000	25.00
5	UPR3T-	Lipitor 40 mg (Atorvastatin calcium)	กล่อง 30	1556 กล่อง	13.00	4.00	7.00	364.0000	30.00
6	CEFT1I-	Ceftrex Inj 1 gm iv (Ceftriaxone)	กล่อง	1290 กล่อง	5.80	3.70	9.90	212.4540	40.00
7	NORV1T-	Norvasc 5 mg (Amlodipine besylate)	กล่อง 30	1130 กล่อง	4.60	2.20	11.50	116.3800	20.00
8	CAVM2T-	Cavumox tablet 1 gm (Amoxycillin+Clavulanic Acid)	กล่อง 15	1028 กล่อง	6.70	5.80	15.30	594.5580	60.00
9	MIND-T-	Minidiab Tab 5 Mg (Glipizide)	กล่อง 30	964 กล่อง	5.50	3.00	9.00	148.5000	20.00
10	TEAN-Y2	Tears Naturale Free 32's (Hydroxypropylmethylcellulose + Dextran)	กล่อง 32	945 กล่อง	6.50	10.20	6.80	450.8400	85.00
11	SENK-T-	Senokot 7.5 mg (Sennosides A,B)	กล่อง 60	661 กล่อง	6.80	2.00	9.50	129.2000	25.00
12	METM1T-	Metformin Hydrochloride Tablets 500 mg (Metformin)	กล่อง 50	636 กล่อง	18.00	17.00	7.00	2142.0000	480.00
13	FLUI1T-	Fluimucil A 600 (Acetylcysteine)	กล่อง 10	606 กล่อง	4.20	3.60	8.20	123.9840	25.00
14	CADR3T2	Cardura XL 4 mg (Doxazosin mesylate)	กล่อง 30	595 กล่อง	5.80	15.00	3.70	321.9000	40.00
15	UREA-C-	Urea cream 10 % 30 gm (Urea)	หลอด	1325 หลอด	3.30	14.00	2.80	128.3600	40.00
16	TRIAM1M1	Triamcinolone Cream 0.1%w/w 15 g (Triamcinolone)	หลอด	778 หลอด	3.30	12.40	2.60	106.3920	25.00
17	ELOM-M2	Elomet 0.1% 15 gm (Mometasone furoate)	หลอด	510 หลอด	3.00	2.50	11.20	84.0000	25.00
18	CEZL-I-	Cefazol 1 g (Cefazolin sodium)	โบนัด	1000 โบนัด	13.00	5.50	25.00	800.8000	25.00
				Max=18	Max=17	Max=25	VolumeMax=18*17*25=7,650	Max=480 g	

ภาพประกอบที่ 4.4.3: สถิติยาที่มีการเบิกจ่ายสูงสุด 18 อันดับ

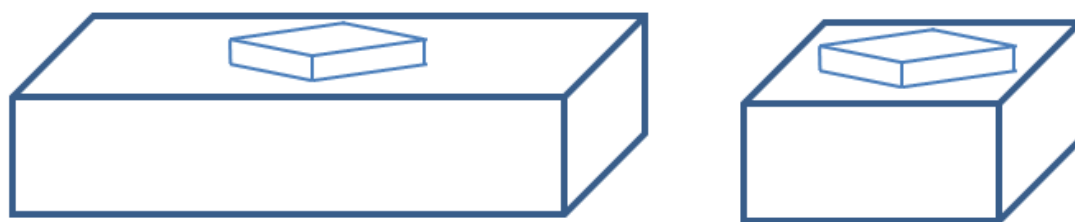
จากผลการวิเคราะห์พบว่า ขนาดที่เหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ ควรจะมีขนาดไม่ต่ำกว่า 18 x 17 x 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งต่อมาถูกเรียกว่า บรรจุภัณฑ์ขนาด A ในขณะที่ บรรจุภัณฑ์ขนาด B ซึ่งมีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของบรรจุภัณฑ์ขนาด A โดยใช้หลักสถิติการเบิกจ่ายยาข้างต้นมาเป็นเกณฑ์พิจารณา ถูกออกแบบมาเพื่อจุดประสงค์บรรจุยาที่มีขนาดเล็ก แต่มูลค่าสูง อาทิ ยาฉีด ที่มาในรูปของหน่วยแอมป์ เป็นต้น

นอกจากนี้แล้วบรรจุภัณฑ์ทั้งสองขนาด ทั้งขนาด A และ B จะเป็นตัวตอบโจทย์การจำลองการทำงานของระบบฯ เพื่อแสดงให้เห็นว่า ระบบดังกล่าวนี้ สามารถจัดเก็บขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายและแตกต่าง

เมื่อกล่าวถึงเกณฑ์การคัดเลือก ความเหมาะสมของการเลือกยาแต่ละตัว หรือ แต่ละชนิดเข้าบรรจุในบรรจุภัณฑ์ นั้น ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อาทิ ปริมาณความต้องการของการจัดเก็บ ตลอดจนความต้องการในการสำรองยาในคลังยา ปัจจัยทางด้านขนาด ความกว้าง-ยาว-สูง ของบรรจุภัณฑ์เดิม มูลค่าและความสำคัญในการจัดเก็บ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยภายนอกอื่นๆที่แตกต่างไปแต่ละตัวยา

แม้ว่าตัวยาแต่ละตัวยาคจะถูกจัดเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน แต่ระบบยังเปิดช่องว่าง ให้ผู้ดูแลระบบซึ่งเป็นหัวหน้าเภสัชกร สามารถแก้ไข และเปลี่ยนแปลงรายการตามความเหมาะสม

ลักษณะพิเศษของบรรจุภัณฑ์คือการมีส่วนที่ยื่นออกมาเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ดังภาพประกอบที่ 4. 4. 4 ซึ่งจะเข้าไปประกบกับรางบังคับทิศทางได้พอดีทำให้สามารถหยุดการเคลื่อนที่บรรจุภัณฑ์ได้ทั้งที่สายพานยังเคลื่อนไหวยู่รวมไปถึง บรรจุภัณฑ์ยังสามารถหยุดในตำแหน่งและทิศทางเดิมในทุกครั้ง นอกจากนี้เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้มากขึ้นจึงมีการแยกฝาและตัวกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ตรวจสอบเพิ่มเติมได้อีกชั้นหนึ่งซึ่งจะกล่าวไปในหัวข้อ 4.2



ภาพประกอบที่ 4.4.4: ลักษณะบรรจุภัณฑ์ในระบบ 2 ประเภทโดยแบ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก

Size A: วังใน 20.5 x 27 x 10 , วังนอก 29 x 21.7 x 11.4 cm³(กล่องเปล่าหนัก 500 กรัม)

Size B: วังใน 11.5x 11.5 x 4.5, วังนอก 13.5 x 13.5 x 5.5 cm³ (กล่องน้ำหนักรวม 110 กรัม)

โดยรวมแล้ว การออกแบบบรรจุภัณฑ์ ใช้ข้อมูลจากหลักสถิติ การใช้ยาในรอบ 5 เดือนย้อนหลังเป็นสำคัญ รวมทั้งการวิเคราะห์ขอบเขตความสามารถหุ่นยนต์ซึ่งเป็นเกณฑ์หลักสำคัญ ในการพิจารณาอีกอย่างหนึ่ง เพราะแขนหุ่นยนต์ Motoman Hp-3 มีความสามารถในการหยิบจับสูงสุดไม่เกิน 3 กิโลกรัม ด้วยเหตุผลนี้ การเลือกใช้ยาทั้งหมดเพื่อเป็นต้นแบบจึงถูกจำกัดไปด้วย

4.5 ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา

องค์ประกอบสำคัญของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา คือ แขนกลหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นหนึ่งในระบบย่อยที่มีความสำคัญต่อการขนส่งบรรจุภัณฑ์ไปยังชั้นใส่ยา หรือ ขนส่งบรรจุภัณฑ์ไปยังเจ้าหน้าที่เพื่อส่งต่อไปสู่แผนกต่างๆในโรงพยาบาล

ทั้งนี้ แขนกลหุ่นยนต์เพื่อการแจกจ่ายยาตามภาพประกอบที่ 4.5.1 ถูกนำมาใช้ร่วมกับกับตัวรับรู้อีกจำนวนหนึ่ง นอกจากนี้ระบบยังถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อ แลกเปลี่ยนข้อมูล กับฐานข้อมูลของ

โรงพยาบาลตลอดเวลาได้อีกด้วย ดังนั้น จึงจะเป็นการสร้างโครงข่ายการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ เพียงตรง และ แม่นยำ



ภาพประกอบที่ 4.5.1: แขนกลหุ่นยนต์ในงานคัดแยกและแจกจ่ายยา

ส่วนต่อจากการลำเลียงด้วยสายพานคือการนำบรรจุภัณฑ์ยาขึ้นสู่ชั้นใฝ่ยาอัจฉริยะ จากการเปรียบเทียบการใช้งานหุ่นยนต์ในแบบต่างๆ ในโครงการที่จัดทำขึ้นมานี้จึงได้เลือกใช้แขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่อิสระประเภทข้อต่อ(Articulated Joint) ซึ่งมีพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ขนาดใหญ่เหมาะแก่การเคลื่อนที่เพื่อเก็บบรรจุภัณฑ์ในชั้นใฝ่ยาที่ออกแบบมาเฉพาะเพื่อเพิ่มความจุในการเก็บบรรจุภัณฑ์ นอกจากนี้เพื่อให้การทำงานของแขนกลหุ่นยนต์เป็นไปแบบอัตโนมัติจึงได้มีการดัดแปลงเพิ่มเติมในส่วนของการตรวจสอบของบรรจุภัณฑ์ด้วยรหัสข้อมูลเชิงเส้น รวมไปถึงการพัฒนาในส่วนของมือหยิบจับวัตถุซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการนำบรรจุภัณฑ์เข้าสู่ชั้นใฝ่ยา

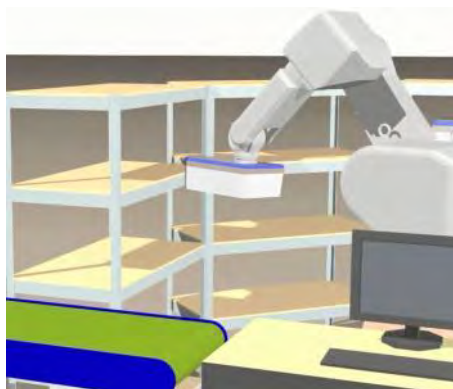
4.5.1 หน้าที่และลำดับการทำงานของแขนกลหุ่นยนต์

การทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ถูกแสดงจะต้องมีความสามารถในการหยิบ เก็บ เคลื่อนย้าย บรรจุภัณฑ์ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยลำดับการทำงานจะเป็นขั้นตอนโดยสังเขปดังต่อไปนี้

- (1) ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา จะต้องรองรับและสามารถเก็บข้อมูลผู้เข้าใช้ ตลอดจนการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ในขณะที่ทำการแจกจ่ายยา เนื่องจากระบบจะต้องถูกเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศและเชื่อมต่อกับโปรแกรมการควบคุมแขนกลหุ่นยนต์
- (2) ในขั้นตอนการนำบรรจุภัณฑ์เข้าสู่ชั้นใฝ่ยา บรรจุภัณฑ์จะต้องถูกลำเลียงเข้าสู่สายพานลำเลียงขาเข้า อย่างอัตโนมัติด้วยตัวรับรู้ที่ถูกต้องติดตั้งไว้ที่ปลายด้านหนึ่งของสายพานลำเลียงขาเข้า ทั้งนี้สายพานลำเลียงขาเข้า จะหยุดเมื่อบรรจุภัณฑ์อยู่ที่ปลายสุดของสายพานลำเลียง อันเนื่องมาจากตัวรับรู้อินฟราเรดที่ถูกต้องติดตั้งไว้
- (3) เมื่อสายพานลำเลียงขาเข้าหยุดและมีการส่งสัญญาณเข้าสู่ระบบสารสนเทศควบคุม แขนกลหุ่นยนต์จะถูกสั่งให้เคลื่อนอย่างอัตโนมัติมายังจุดบริเวณเหนือบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการตรวจสอบ

รหัสข้อมูลเชิงเส้นก่อนนำขึ้นสู่ชั้นใส่ยา โดยที่ปลายของแขนกลหุ่นยนต์จะถูกติดตั้งด้วย ตัวอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นแบบไร้สายซึ่งมีน้ำหนักเบาทำให้ไม่เป็นการะเพิ่มขึ้นในการเก็บบรรจุภัณฑ์ยา

- (4) ตัวอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นจะอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นบนฟลาก่อง แล้วส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังระบบสารสนเทศ เพื่อแจ้งให้ทราบว่า บรรจุภัณฑ์ดังกล่าวมาถึง ณ จุดปลายอีกทั้งยังเป็นการบอกข้อมูลบรรจุภัณฑ์ว่าเป็นบรรจุภัณฑ์ขนาดใดเพื่อให้ระบบควบคุมสารสนเทศตัดสินใจและเลือกช่องใส่ยาได้อย่างถูกต้อง แล้วจึงพร้อมที่จะให้มือหยิบจับบนแขนกลหุ่นยนต์หยิบ
- (5) แขนกลหุ่นยนต์และมือหยิบจับบรรจุภัณฑ์ จะถูกเปิดการทำงานโดยเปิดการทำงานของระบบต่อลมเพื่อหยิบบรรจุภัณฑ์ด้วยวิธีการดูดด้วยลม
- (6) แขนกลหุ่นยนต์จับบรรจุภัณฑ์พร้อมเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์เข้าสู่ชั้นใส่ยาอย่างอัตโนมัติตามช่องที่ถูกกำหนดจากระบบสารสนเทศตามภาพประกอบที่ 4.5.2



ภาพประกอบที่ 4.5.2: แขนกลหุ่นยนต์กำลังเคลื่อนบรรจุภัณฑ์ไปสู่ชั้นใส่ยา

ในขณะเดียวกันการเรียกบรรจุภัณฑ์ของแผนกคลังยาสามารถทำได้โดยอัตโนมัติผ่านทางระบบสารสนเทศควบคุม โดยหน้าที่ของระบบแจกจ่ายยามีหน้าที่และขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) เมื่อมีคำสั่งยาเข้ามายังแผนกคลังยา เพื่อขอเบิกจ่ายยา เกสซ์กรประจำคลังยาจะอนุมัติรายการ เพื่อส่งคำสั่งไปยังระบบหุ่นยนต์แจกจ่าย
- (2) เมื่อระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายได้รับคำสั่ง จากระบบสารสนเทศควบคุมแขนกลหุ่นยนต์จะสั่งให้แขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่จากตำแหน่งใดๆ ไปยัง ตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ดังกล่าว ซึ่งในกรณีที่บรรจุภัณฑ์ดังกล่าวไม่มีอยู่ในระบบสารสนเทศควบคุม
- (3) เมื่อแขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวแล้ว แขนกลหุ่นยนต์ จะอ่าน รหัสข้อมูลเชิงเส้นซึ่งถูกติดไว้บนฝาหรือก้นกล่องของบรรจุภัณฑ์ ในกรณีที่หัวอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นไม่สามารถอ่านรหัสข้อมูลได้ โปรแกรมควบคุมแขนกลหุ่นยนต์จะสั่งให้ปลายแขนกลหุ่นยนต์หมุนเพื่อค้นหารหัสข้อมูลเชิงเส้นดังกล่าว

- (4) เมื่อแผนกเภสัชกรรมอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นแล้วพบว่าถูกต้อง ระบบตัวหยิบจับชิ้นงานจะทำงานพร้อมกับโปรแกรมควบคุมแผนกเภสัชกรรมจะสั่งให้แผนกเคลื่อนที่ไปยังบรรจุภัณฑ์ เพื่อหยิบจับบรรจุภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อย้ายไปวาง ณ ตำแหน่งของสายพานลำเลียงขาออก
- (5) ณ จุดเริ่มต้นของสายพานลำเลียงขาออก จะมีตัวรับรู้ซึ่งถูกติดตั้งไว้ เมื่อมีบรรจุภัณฑ์มา ณ ตำแหน่งดังกล่าว สายพานลำเลียงจะเคลื่อนที่เพื่อนำบรรจุภัณฑ์ไปส่ง ณ ปลายทางของสายพานลำเลียง
- (6) ณ ปลายทางของสายพานลำเลียงจะมีกล่องพักบรรจุภัณฑ์ชั่วคราวเพื่อรองรับบรรจุภัณฑ์สำหรับรอเจ้าหน้าที่มาตรวจรับต่อไป

ซึ่งการทำงานดังกล่าวจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการทำงานของพนักงานในแผนกคลังยา เพียงแต่ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติ โดยปราศจากการควบคุม นอกจากนี้ยังสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างให้งานสำเร็จและลุล่วงไปได้ด้วยดี

หากกล่าวโดยองค์รวมเพื่อให้เห็นภาพใหญ่แล้วนั้น หน้าที่สำคัญของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา จะเป็นตัวปฏิบัติการซึ่งจะรับข้อมูลจากผู้ใช้ซึ่งจะเป็นเภสัช หรือ เจ้าหน้าที่ที่มีความรับผิดชอบต่อระบบ แล้วจึงดำเนินการเพื่อหยิบจับบรรจุภัณฑ์ เพื่อนำเข้าคลังยา หรือ เพื่อนำออกคลังยา เป็นต้น

นอกจากนี้ ระบบยังมีการนำหลักการที่สำคัญทางโลจิสติกส์ที่สำคัญ เข้ามาใช้ นั่นคือ

FIFO (First In First Out) ซึ่งหมายถึง สินค้าใดก็ตามที่เข้าคลังสินค้าก่อนก็หมุนเวียนออกไปก่อน เพื่อลดความเสี่ยงจากการจัดเก็บเป็นเวลานาน โดยในกรณีนี้ไม่ควรนำมาใช้กับระบบการเบิกจ่ายยาของคลังยา

FEFO (First Expire date First Out) ซึ่งหมายถึง สินค้าใดก็ตามจะหมดอายุก่อน จ่ายออกไปก่อน เพื่อลดความเสียหายจากสินค้าหมดอายุและไม่เกิดการสูญเสีย ซึ่งเหมาะกับการบริหารจัดการคลังยาเป็นที่สุด

ตามที่ได้กล่าวไว้แล้ว สิ่งที่สำคัญที่สุดของขั้นตอนการการจ่ายยาในโรงพยาบาล นั่นคือ วันผลิต และวันหมดอายุ ดังนั้น ระบบจึงต้องจัดการและคำนึงถึงการเบิกจ่ายยาตามวันหมดอายุเป็นสำคัญ โดยในขั้นตอนการบรรจุยาเข้าสู่บรรจุภัณฑ์ จะมีขั้นตอนย่อยที่พนักงานจะต้องกรอกวันหมดอายุของยาตัวดังกล่าวก่อนที่จะปิดบรรจุภัณฑ์ เพื่อนำส่งไปยังสายพานลำเลียงและระบบต่อไป

การกรอกวันหมดอายุหรือวันผลิตนั้น จะเป็นหัวใจสำคัญของการเรียกเบิกจ่ายยาเนื่องจาก หากผู้ใช้เรียกเบิกจ่ายยาตัวใดตัวหนึ่ง วัยยาตัวดังกล่าวมีมากกว่า 2 บรรจุภัณฑ์ ระบบจะทำการคำนวณและคัดเลือกยาที่มีระยะเวลาวันหมดอายุเหลือน้อยที่สุด

สำหรับการจัดการของคงคลัง หรือสินค้าที่เข้ามามากเกินไปจนการบริหารจัดการ เป็นเรื่องที่ได้คำนึงไว้แล้ว เพราะด้วยระบบที่เป็นระบบต้นแบบ การคัดเลือกตัวยา ให้เหมาะสมต่อการทำงาน อีกทั้งยังคัดเลือกตัวยาที่มีความถี่ในการเรียกใช้สูง ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และปริมาณการเรียกใช้ จึงสมดุล

4.5.2 ส่วนประกอบของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ขั้นตอนและหน้าที่ของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาถูกพัฒนาและปรับปรุงเพื่อช่วยและเสริมการทำงานของพนักงานและองค์กร ในการลดระยะเวลาสำหรับการจัดเก็บ เพิ่มความถูกต้องแม่นยำสำหรับการทำงาน นอกจากนี้ยังช่วยลดภาระงานที่ไม่จำเป็น สร้างระบบ-ระเบียบ สำหรับแผนกหรือองค์กร

ด้วยความสำคัญและความซับซ้อนของระบบ ตลอดจนการทำงานที่ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องทั้งส่วนของการออกแบบ การติดตั้ง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และอื่นๆ ดังนั้น ส่วนประกอบของระบบจึงมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่า ความสามารถโดยรวมของระบบ

ส่วนประกอบของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

(1) แขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรม: แขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรมตามภาพประกอบที่ 4.5.3 ดังกล่าวนี้อสามารถเคลื่อนที่ได้ 6 องศาอิสระ ดังนั้น จึงมีพื้นที่การทำงานในลักษณะเป็นทรงกลมและขนาดใหญ่ ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วแขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประเภทนี้ มีความเที่ยงตรงสูง และสามารถควบคุมการทำงานบนพื้นฐานโปรแกรมที่สามารถแก้ไขให้เหมาะสมกับข้อจำกัดต่างๆ ได้ โดยแขนกลหุ่นยนต์ดังกล่าวถูกควบคุมด้วยโปรแกรม VISUAL BASIC 6

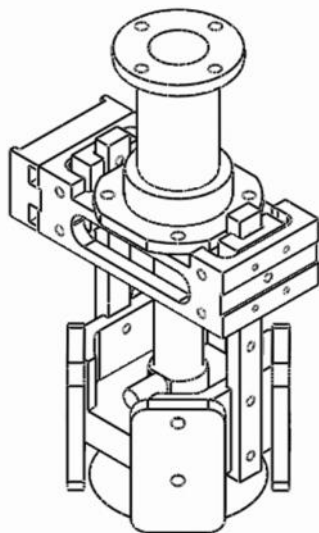


ภาพประกอบที่ 4.5.3: แขนกลหุ่นยนต์

(2) ตัวหยิบจับบรรจุภัณฑ์: เนื่องจากการทำงานที่มีความจำเพาะเจาะจงการออกแบบตัวหยิบจับชิ้นงาน เพื่อให้เหมาะสมกับงานประเภทดังกล่าวนี้จึงได้ถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของหลักทางวิศวกรรม โดยอิงทฤษฎีความสมดุลและความเหมาะสมในเชิงการใช้งาน ด้วยระบบการหยิบจับบรรจุภัณฑ์เราใช้ระบบท่อนลม ซึ่งมีความว่องไว ติดตั้งง่าย โดยการออกแบบตัวจับจึงต้องมีการปรับปรุงให้สามารถเข้ากับระบบดังกล่าวเพื่อให้สามารถหยิบบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีขนาดต่างกัน

ตัวหยิบจับชิ้นงานจะประกอบไปด้วย ส่วน นั้นคือ ส่วนหัวดูดชิ้นงาน ส่วนรางเลื่อนสไลด์ ส่วนปรับสมดุลของบรรจุภัณฑ์เป็นต้น ทั้งนี้ส่วนหัวดูดชิ้นงานถูกออกแบบให้สัมผัสกับชิ้นงานตามภาพประกอบที่ 4.5.4 จึงมีการออกแบบให้บรรจุภัณฑ์หยุดอยู่ตรงกับบริเวณปลายแขนกลหุ่นยนต์ขณะหยิบจับชิ้นงาน ในขณะที่ส่วน

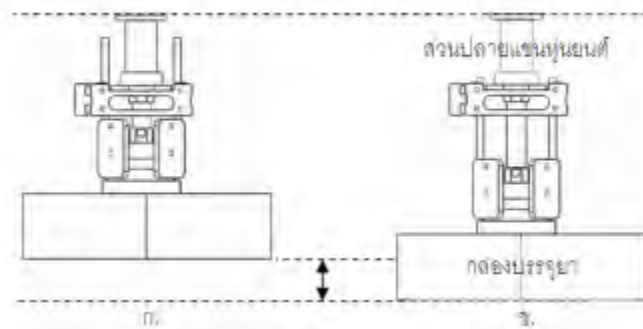
เลื่อนสไลด์เพื่อปรับความสูงต่ำตามขนาดของบรรจุภัณฑ์จึงถูกเพิ่มเข้ามาในการออกแบบเพื่อป้องกันไม่ให้ท่าทางของบรรจุภัณฑ์ที่ถูกหยิบจับมีความเป็นของแข็งเกร็ง ทั้งนี้ปัญหาที่บรรจุภัณฑ์เสียสมดุลเนื่องจากส่วนใหญ่วางบนพื้นที่มีการใช้ส่วนประกอบเป็นยางซึ่งไม่ได้เป็นวัตถุแข็งเกร็ง จึงจำเป็นต้องการปรับสมดุลของบรรจุภัณฑ์



ภาพประกอบที่ 4.5.4: แบบจำลองส่วนปลายแขนหุ่นยนต์สำหรับจับ-วางวัตถุด้วยระบบลม

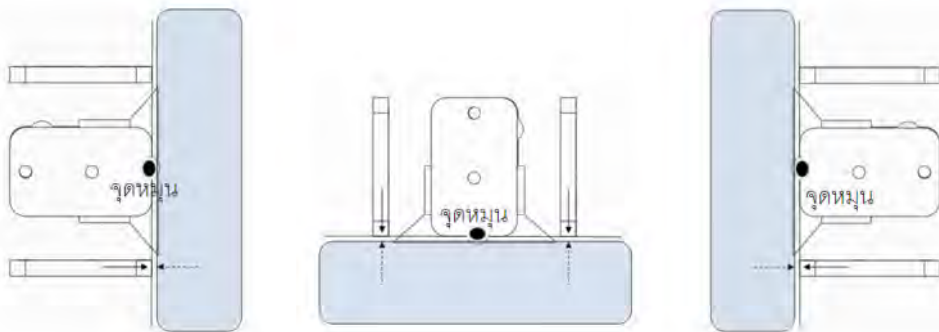
อุปกรณ์นี้ออกแบบเฉพาะสำหรับการติดตั้งในหุ่นยนต์ Motoman รุ่น HP3 ในส่วนของเครื่องมือที่ใช้ในการจับ-วางกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ถูกติดตั้งอยู่ส่วนปลายแขนหุ่นยนต์นั้นมียระบบการทำงานที่ใช้ระบบท่อลมเป็นหลักในการจับ-วางกล่องบรรจุภัณฑ์ โดยการออกแบบส่วนปลายนี้คำนึงถึงระยะที่เหมาะสมสำหรับกล่องบรรจุภัณฑ์จัดเตรียมไว้

อุปกรณ์ระบบท่อลมถูกนำมาใช้ในการหยิบจับชิ้นงานซึ่งระบบนี้เป็นระบบที่สะอาดและบำรุงรักษาน้อย ส่วนปลายแขนหุ่นยนต์จะมีระบบป้องกันการกระแทกของปลายแขนหุ่นยนต์ตามภาพประกอบที่ 4.5.5 โดยหัวดูดลมจะต่อกับสปริงที่มีระยะหดตัว 3 เซนติเมตร เพื่อความปลอดภัยของแขนหุ่นยนต์อันจะเกิดความเสียหายหากทำงานผิดพลาด โดยการเคลื่อนที่ของแนวสปริงจะเป็นไปในแนวเส้นตรงที่มีรางสไลด์ขนานข้างทั้งสองข้างเป็นตัวนำทางในการเคลื่อนที่ของหัวดูดลมที่ปลายแขนหุ่นยนต์



ภาพประกอบที่ 4.5.5: แสดงตำแหน่งของส่วนปลายแขนหุ่นยนต์ขณะสปริงหดตัวมากที่สุด (ก)
และแสดงตำแหน่งของส่วนปลายแขนหุ่นยนต์ขณะสปริงยืดตัวมากที่สุด(ข)

ในการใช้หัวดูดลมเพียงตัวเดียวจะเกิดปัญหาในเรื่องของความสมดุล หากมีการยกกล่องที่มีการเคลื่อนที่มากกว่าแนวตั้งหรือการผสมกันระหว่างการเคลื่อนที่ในแบบการเลื่อนและการหมุนร่วมกัน ซึ่งจะทำให้หัวดูดลมที่ทำจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่นนั้นให้ตัว ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปทรงของหัวดูดลมซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในการจัดกล่องบรรจุยาเข้าใส่ในคลังยาไม่ได้หรืออาจจะก่อให้เกิดการหล่นของกล่องบรรจุยากับส่วนปลายของหุ่นยนต์เนื่องจากน้ำหนักของกล่องที่ทำให้พื้นที่สัมผัสของเบ้าบนกล่องไม่สัมผัสพอดีกับส่วนปลายแขนหุ่นยนต์ได้ ซึ่งสามารถเพิ่มเติมแผ่นเหล็กแบนขนาดเล็ก 4 แผ่นที่สามารถช่วยประคองการเปลี่ยนรูปของหัวดูดลมให้อยู่ในสภาวะคงที่แม้ว่าเกิดการเคลื่อนที่ในหลายรูปแบบได้ตามภาพประกอบที่ 4.5.6



ภาพประกอบที่ 4.5.6: แสดงสมดุลของแรงกระทำของหัวดูดลมและ
กล่องบรรจุภัณฑ์ยาในการเคลื่อนที่ในทิศทางต่างๆ

การเคลื่อนที่ของกล่องนั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของแขนกลหุ่นยนต์จึงเปรียบเสมือนกับตำแหน่งของปลายแขนหุ่นยนต์ที่ติดกับกล่องบรรจุยาเป็นจุดหมุนของการเคลื่อนที่ หากต้องการที่จะป้องกันการหมุนของกล่องบรรจุยาจะต้องทำการจำกัดการเคลื่อนที่ของกล่องบรรจุยาทั้ง 2 แนวแกนการเคลื่อนที่

(3) ตัวอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น: ส่วนของข้อมูลของบรรจุภัณฑ์ก่อนเก็บเข้าสู่ชั้นใส่ยานั้นต้องมีตัวอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นโดยในส่วนลำตัวของมือหยิบจับได้ออกแบบเพื่อสำหรับติดตั้งตัวอ่านข้อมูลเชิงเส้น ซึ่งออกแบบให้ตัวอ่านมีมุมในการอ่านค่านั้นครอบคลุมทั้งบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่

(4) ระบบท่อลมในการหีบบรรจุภัณฑ์: ในปัจจุบันระบบลมหรือระบบท่อลมแพร่หลายในระบบอุตสาหกรรมอย่างมาก เนื่องจากระบบที่ใช้อุปกรณ์ระบบท่อลมนั้นง่ายต่อการใช้งานและซ่อมบำรุง มีความสามารถในการยกวัตถุสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแรงที่สร้างเทียบกับน้ำหนักของตัวอุปกรณ์ นอกจากนี้แล้วยังมีราคาไม่สูงมากนัก นิยมนำมาใช้ในเครื่องจักรอัตโนมัติและเครื่องจักรกลที่ทันสมัย การนำระบบท่อลมมาใช้งานทางด้านการแพทย์ เป็นอีกการใช้งานที่ค่อนข้างเป็นที่นิยม นอกจากการใช้งานทางด้านการแพทย์แล้ว ระบบลมดังกล่าวนี้ ยังใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากต้องการความเร็วและแม่นยำ

ข้อได้เปรียบสำหรับการนำระบบลมเข้ามาใช้งานดังกล่าวมีดังนี้

- (1) ระบบทนต่อการระเบิด ลมอัดไม่มีอันตรายจากการระเบิดหรือติดไฟ
- (2) ชุดอุปกรณ์ราคาไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ
- (3) ความรวดเร็วของระบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ ความเร็วของลูกสูบในการทำงาน 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาทีโดยหากเป็นลูกสูบแบบพิเศษสามารถให้ความเร็วในการทำงานได้เพิ่มขึ้น
- (4) การสั่งงาน ระบบลมสามารถติดท่อลมในระยะทางไกลได้ นอกจากนี้แล้ว ลมอัดที่ใช้ยังไม่ต้องนำกลับ ผู้ใช้สามารถปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศได้เลย
- (5) การเตรียมและการรักษาค่อนข้างง่าย เราสามารถอัดเก็บไว้ในถังลม เพื่อนำไปใช้ได้อย่างต่อเนื่อง
- (6) การควบคุมความปลอดภัย อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบลมอัดจะไม่เกิดการเสียหายจากการใช้งานที่เกินกำลัง
- (7) การควบคุมอัตราความเร็วได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัดควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า
- (8) การควบคุมความดัน ความดันของระบบลมอัดที่ต้องการ สามารถควบคุมได้ง่าย

4.6 บทสรุปย่อ

สำหรับการทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกแยะและแจกจ่ายยานั้นประกอบไปด้วยระบบย่อยหลายส่วนซึ่งมีในการทำงานมีความสอดคล้องกันโดยเริ่มการทำงานตั้งแต่ การลงทะเบียน การลำเลียงบรรจุภัณฑ์ โดยสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะ ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา ระบบสารสนเทศ ควบคุมการทำงานของระบบ ทั้งหมดนี้มีการทำงานเป็นระบบเพื่อจัดเก็บบรรจุภัณฑ์และแจกจ่ายยาให้อย่างถูกต้องแม่นยำรวมถึงการบ่งบอกถึงข้อมูลสถานะของคลังยาซึ่งจำเป็นในการตอบสนองความต้องการในการเชิงโลจิสติกส์

ระบบสายพานลำเลียงนั้นได้ถูกพัฒนาเพื่อทำการส่งต่อบรรจุภัณฑ์ที่ลงทะเบียนแล้วเข้าสู่ชั้นใส่ยาเพื่อจัดเก็บโดยใช้เป็นระบบอัตโนมัติซึ่งทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับรังสีแกมมาอินฟราเรด ในการควบคุมการทำงานของระบบควบคุมสายพานโดยระบบสายพานลำเลียงนั้นถูกแบ่งออกเป็น ส่วนขาเข้าและขาออก โดยทำหน้าที่แตกต่างกันโดยในส่วนสายพานลำเลียงขาเข้าจะมีลักษณะพิเศษคือมีการออกแบบรางบังคับทิศทางเพื่อให้การหยิบเก็บบรรจุภัณฑ์ของแขนกลหุ่นยนต์มีความแม่นยำขึ้นและง่ายต่อการจัดการ

นอกจากนี้ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้บอกเก็บบรรจุภัณฑ์และยังบอกสถานะตำแหน่งที่อยู่บนชั้นใส่ยารวมถึงการบอกช่องที่สามารถบรรจุส่วนของบรรจุภัณฑ์ให้กับบรรจุภัณฑ์ต่อไปได้ โดยระบบตรวจสอบอัจฉริยะนั้นอาศัยการทำงานของตัวรับรู้รังสีแกมมาอินฟราเรดแบบดิจิทัลในการตรวจสอบการมีอยู่ของบรรจุภัณฑ์ ทั้งนี้ในส่วนผู้พัฒนาได้ออกแบบแผนวงจรรวบรวมข้อมูลขาเข้าสู่ขาเดียวเพื่อให้ประหยัดการใช้ระบบประมวลผลขนาดเล็กเพิ่ม และยังสามารถจัดการได้ง่าย ทั้งนี้การออกแบบชั้นใสยานั้นได้คำนึงการใช้พื้นที่การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยอ้างอิงจากพื้นที่การทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ที่มีลักษณะเป็นทรงกลม

ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยามีส่วนสำคัญในการเก็บและจ่ายยาของบรรจุภัณฑ์ในระบบ เนื่องจากการใช้แขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรมให้ความสามารถเรื่องของความแม่นยำ จึงสามารถออกแบบชั้นใส่ยาและใช้ชั้นใส่ยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนปลายของแขนกลนั้นได้มีการประดิษฐ์ส่วนของมือจับเพื่อให้สามารถเก็บวัตถุได้โดยการหยิบจับบรรจุภัณฑ์นั้นอาศัยหลักการทำงานของระบบท่อลม ซึ่งมีขนาดเบาและทำงานที่มีอัตราน้ำหนักต่อแรงที่ได้สูง รวมไปถึงระบบควบคุมที่มีการสั่งงานของแขนกลหุ่นยนต์ไปพร้อมกับระบบควบคุมการคัดแยกและแจกจ่ายยา

สำหรับหัวใจหลักในการทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกแยะและแจกจ่ายยานั้นคือในส่วนของการระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยระบบสารสนเทศนี้จะทำหน้าที่หลักในการตรวจสอบจัดการข้อมูลและในเรื่องของการควบคุมการทำงานของแต่ละส่วนของระบบให้ราบรื่น นอกจากนี้การทำงานของระบบสารสนเทศยังสามารถตรวจสอบ ลักษณะยาที่อยู่ในคลังที่สามารถบอกข้อมูลสำคัญอื่นๆได้เช่น วันหมดอายุ ปริมาณ เป็นต้น

บทที่ 5

การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์ฯ

5.1 ภาพรวมการสาธิตระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

เมื่อกล่าวถึง ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาโดยเฉพาะด้านการทำงาน จะเริ่มด้วยขั้นตอนการอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น จากยาที่จัดซื้อมา เพื่อเก็บข้อมูลยาเข้าสู่ระบบและคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุยานั้น ตามที่ได้ถูกระบุและจัดแยกไว้ในฐานข้อมูลแล้ว

ขั้นตอนต่อมา สินค้าจะถูกบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ (ขนาด A หรือ B) ซึ่ง การคัดเลือกกว่ายาชนิดดังกล่าวจะถูกบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ขนาดใดนั้น ขึ้นอยู่กับฐานข้อมูลที่หัวหน้าคลังยาบันทึกไว้ ทั้งนี้ ฐานข้อมูลดังกล่าวสามารถเข้าไปแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ ตามความเหมาะสม

เมื่อทราบขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และ เลือกมาแล้ว พนักงานจะสแกนแท่งรหัสข้อมูลเชิงเส้นเพื่อเก็บข้อมูลว่า ยาชนิดดังกล่าวจะถูกบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ขนาดใด และพนักงานจึงจัดเตรียมยาเข้าบรรจุภัณฑ์ตามจำนวนที่ได้ระบบไว้บนหน้าจอ หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการบรรจุแล้ว พนักงานจึงปิดฝาและสแกนแท่งรหัสเชิงเส้นอีกครั้งเพื่อบันทึกข้อมูลสำหรับการรอการส่งเข้าคลังยาต่อไป

ต่อมา บรรจุภัณฑ์ที่ลงทะเบียนแล้วจะถูกลำเลียงขึ้นบนสายพานลำเลียงขาเข้า ขณะที่พนักงานวางบรรจุภัณฑ์บนสายพาน บริเวณต้นสายพานจะติดตั้งตัวรับรู้ เพื่อตรวจสอบการนำเข้าของบรรจุภัณฑ์

ดังนั้นเมื่อตัวรับรู้ที่ติดบริเวณต้นสายพานลำเลียงขาเข้า ตรวจจบบัวตได้ สายพานลำเลียงขาเข้าจะทำงานเพื่อลำเลียงบรรจุภัณฑ์ไปยังส่วนปลายของสายพานลำเลียงขาเข้า

ณ จุดปลายของสายพานลำเลียงขาเข้า จะมีตัวรับรู้อีกหนึ่งตัว เพื่อตรวจจับการมาถึงของบรรจุภัณฑ์เพื่อให้รางลำเลียงหยุดการทำงาน ทั้งนี้บรรจุภัณฑ์จะหยุดถูกกำหนดตำแหน่งให้หยุด ณ ตำแหน่งดังกล่าวตามวิธีการควบคุมการทำงานในหัวข้อ 4.2.3

เมื่อสายพานลำเลียงขาเข้าหยุดเคลื่อนที่ บรรจุกัมภ์จะอยู่ที่ปลายสายพานลำเลียงขาเข้า แขนกลหุ่นยนต์จะหยิบบรรจุกัมภ์ที่ปลายสายพานลำเลียงขาเข้า แล้วทำการอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นบนบรรจุกัมภ์ เพื่อนำไปเก็บในชั้นใส่ยาตามตำแหน่งของประเภทยาต่อไป

สำหรับการแจกจ่ายยา เมื่อได้รับข้อมูลความต้องการยาที่ได้รับการยืนยันจากฐานข้อมูลของระบบแล้ว แขนกลหุ่นยนต์จะถูกสั่งให้เคลื่อนที่เพื่อไปหยิบบรรจุกัมภ์จากชั้นใส่ยาตามชนิดยาที่มีคำร้องมาจากระบบ แล้วนำมาวางบนสายพานลำเลียงขาออก

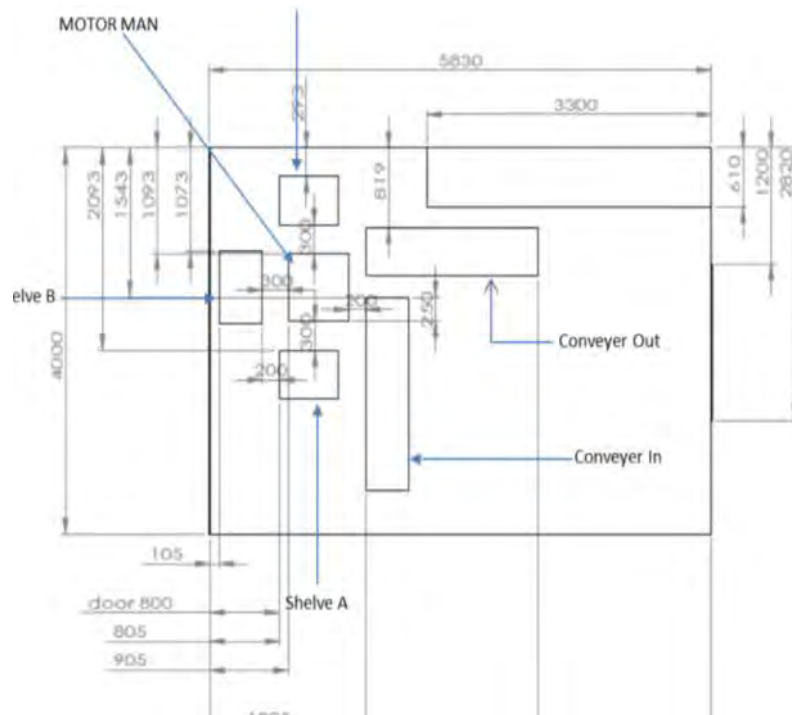
เมื่อตัวรับรู้ที่ต้นสายพานลำเลียงขาออกตรวจจับวัตถุได้ สายพานลำเลียงขาออกจะเคลื่อนที่ลำเลียงวัตถุไปสู่ปลายสายพานลำเลียง และถูกนำส่งไปที่กล่องพักบรรจุกัมภ์ชั่วคราว ซึ่งกล่องพักบรรจุกัมภ์ชั่วคราวนี้จะเปิดก็ต่อเมื่อมีการอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นจากผู้รับยาที่ถูกต้อง เพื่อจำกัดการเข้าถึงของบุคคล สิ้นสุดการจ่ายยาของระบบ บรรจุกัมภ์จะอยู่ในกล่องพักบรรจุกัมภ์ชั่วคราวเพื่อรอการขนส่งต่อไป

5.2 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ ในระดับห้องปฏิบัติการ

ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีการพัฒนาส่วนประกอบต่างๆ ดังที่กล่าวโดยละเอียดไว้ในบทที่ 4 ซึ่งจะถูกติดตั้งสาธิตและทดสอบระบบในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อเก็บผลการทดสอบและวิเคราะห์ระบบข้างต้นก่อนที่จะนำไปติดตั้งสาธิตและทดสอบระบบในระดับกรณีศึกษาจริง ที่ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยในการติดตั้งและทดสอบระบบในระดับห้องปฏิบัติการ ทำให้ทีมวิจัยสามารถที่จะทราบถึงขนาดพื้นที่ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบ ตำแหน่งการวางสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก เพื่อเชื่อมต่อกับแขนหุ่นยนต์แจกจ่ายยา รวมทั้งตำแหน่งของการติดตั้งชั้นใส่ยาอัจฉริยะให้เข้ากันได้กับพื้นที่การทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ที่จะต้องสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งช่องจัดเก็บบรรจุกัมภ์ทุกช่องที่อยู่บนชั้นใส่ยาอัจฉริยะทุกชั้นได้ รวมถึงการทดสอบข้อจำกัดของระบบ และความถูกต้องแม่นยำของระบบ

5.2.1 แผนผังการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ ในระดับห้องปฏิบัติการ

ในการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติทั้งระบบใช้พื้นที่ขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร รวมเป็นพื้นที่ทั้งหมด 24 ตารางเมตร โดยมีส่วนประกอบระบบต่างๆที่จำเป็นจะต้องติดตั้งคือ (1) แขนหุ่นยนต์แจกจ่ายยา (2) ระบบสายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก (3) ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะ และ (4) สถานีควบคุมระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ ซึ่งแผนผังการติดตั้งระบบทั้งหมดเข้าด้วยกันแสดงในภาพประกอบที่ 5.2.1



ภาพประกอบที่ 5.2.1: แผนผังการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติ

หลังจากสร้างแผนผังการติดตั้งทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติเรียบร้อยแล้ว ทีมวิจัยได้ทำการวางระบบและติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยเครือข่ายประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ ชั้น 3 อาคาร 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ดังภาพประกอบที่ 5.2.2



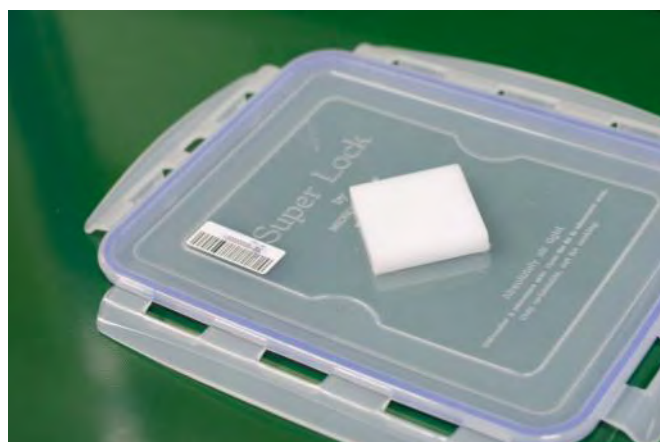
ภาพประกอบที่ 5.2.2: ภาพแสดงการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการ

5.2.2 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในการนำยาเข้าและจ่ายยาออกจากคลังยา

ระบบทั้งหมดถูกติดตั้งและเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลหลักผ่านทางระบบสารสนเทศแบบปิดของห้องปฏิบัติการ เมื่อทำการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้วทำการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาอัตโนมัติทั้งการนำบรรจุภัณฑ์ยาเข้าไปเก็บในชั้นใส่ยาอัจฉริยะและการส่งจ่ายยาออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะ โดยมีการทดสอบเป็นขั้นเป็นตอนเสมือนกับการใช้ระบบในกรณีศึกษาจริง การทดสอบเริ่มจากการจำลองใบสั่งนำยาเข้าคลังในระบบสารสนเทศ หลังจากนั้นทำการบรรจุยาที่ต้องการนำเข้าคลังยาตามใบสั่งนำยาเข้าคลัง โดยทำตามคำแนะนำของระบบสารสนเทศเริ่มทำการอ่านบาร์โค้ดหึ่งเส้นด้านในของบรรจุภัณฑ์ยา ดังภาพประกอบที่ 5.2.3 ต่อมาทำการอ่านบาร์โค้ดหึ่งเส้นของยาที่ต้องการทำการบรรจุและบรรจุใส่ในบรรจุภัณฑ์ แล้วทำการปิดฝาบรรจุภัณฑ์แล้วทำการอ่านบาร์โค้ดหึ่งเส้นบนฝาของบรรจุภัณฑ์ ดังภาพประกอบที่ 5.2.4 เมื่อบรรจุยาลงในบรรจุภัณฑ์เสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวไปวางบนสายพานลำเลียงขาเข้า ซึ่งสายพานลำเลียงขาเข้า จะทำการเคลื่อนที่บรรจุภัณฑ์ยาไปยังตำแหน่งที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาสามารถเคลื่อนที่มายหยิบบรรจุภัณฑ์ยาได้

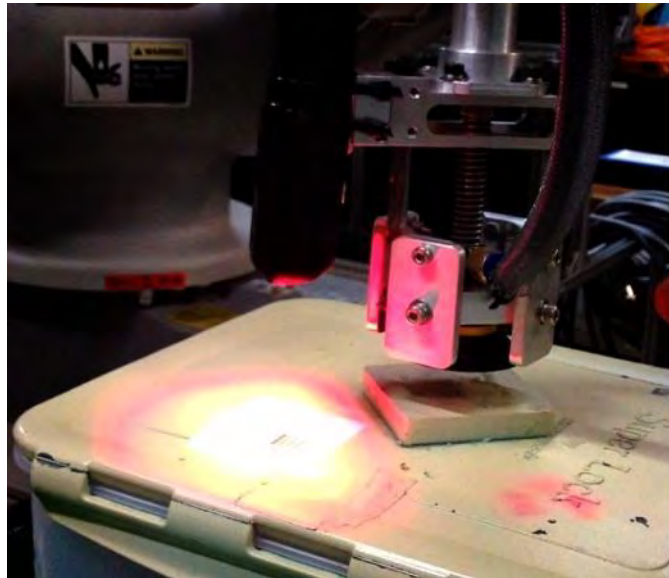


ภาพประกอบที่ 5.2.3: ภาพแสดงบาร์โค้ดหึ่งเส้นด้านในใต้บรรจุภัณฑ์ยา



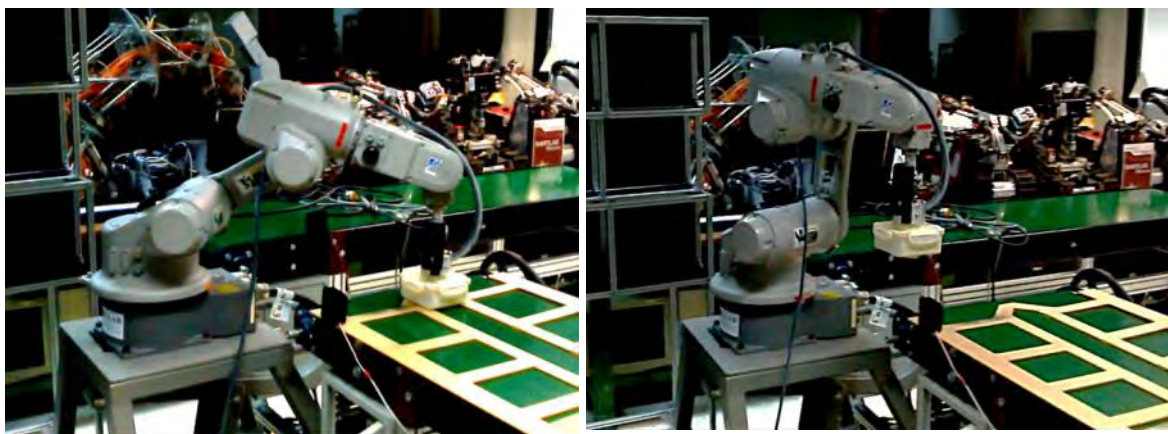
ภาพประกอบที่ 5.2.4: ภาพแสดงบาร์โค้ดหึ่งเส้นบนฝาบรรจุภัณฑ์

หลังจากบรรจุภัณฑ์เคลื่อนที่ถึงตำแหน่งในการหยิบแล้วตัวรับรู้จะทำการส่งสัญญาณไปยังระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาเพื่อทำการเคลื่อนแขนหุ่นยนต์มายังตำแหน่งที่บรรจุภัณฑ์วางรออยู่ จากนั้นตัวอ่านค่าข้อมูลเชิงเส้นของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาจะทำการอ่านค่ารหัสเชิงเส้นของฝาบรรจุภัณฑ์นั้น ดังภาพประกอบที่ 5.2.5 เพื่อทำการตรวจสอบสถานะและทำการร้องขอตำแหน่งในการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ในชั้นใส่ยาอัจฉริยะจากระบบฐานข้อมูลผ่านทางระบบเครือข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา

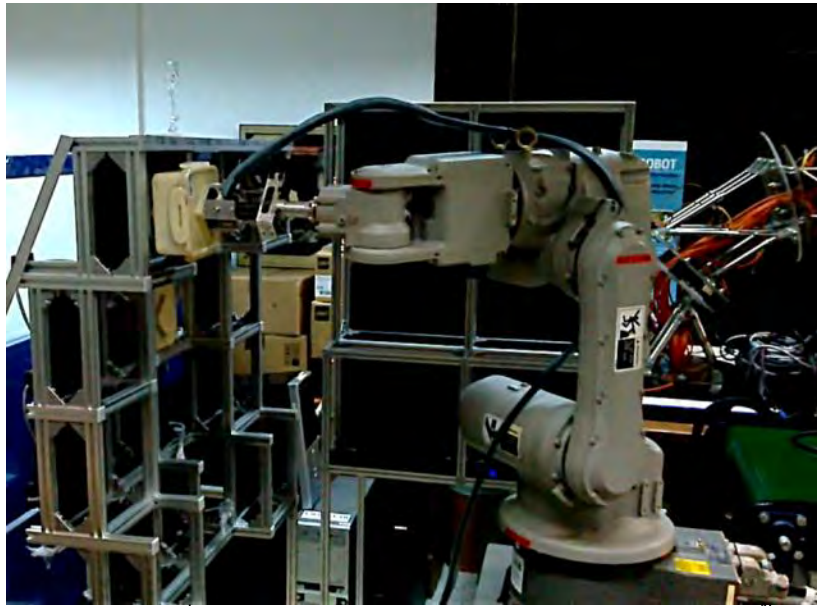


ภาพประกอบที่ 5.2.5: ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทำการอ่านค่ารหัสเชิงเส้นของฝาบรรจุภัณฑ์

หลังจากที่ระบบฐานข้อมูลประมวลผลร่วมกับชั้นใส่ยาอัจฉริยะแล้วจะส่งข้อมูลตำแหน่งของชั้นใส่ยาที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์มายังระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา ซึ่งแขนหุ่นยนต์แจกจ่ายยา ก็จะหยิบบรรจุภัณฑ์และเคลื่อนที่นำบรรจุภัณฑ์นั้นไปจัดเก็บบนชั้นใส่ยาอัจฉริยะดังภาพประกอบที่ 5.2.6 และ ภาพประกอบที่ 5.2.7

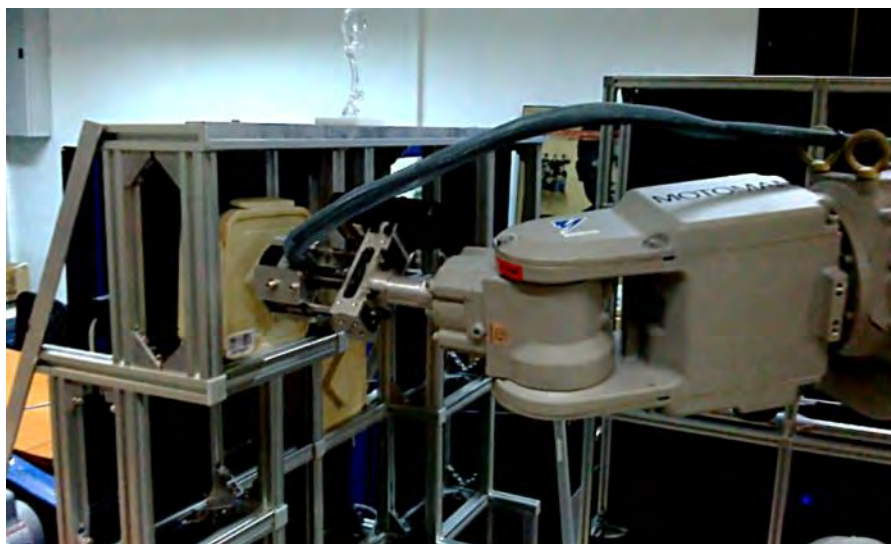


ภาพประกอบที่ 5.2.6: ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทำการหยิบยาจากสายพานลำเลียง



ภาพประกอบที่ 5.2.7: ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยานำบรรจุภัณฑ์วางลงบนชั้นใส่ยาอัจฉริยะ

นอกเหนือจากการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในการนำยาเข้าคลังยาในห้องปฏิบัติการแล้ว ยังมีการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในการส่งจ่ายยาออกจากคลังยาในห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกัน โดยผู้ทดลองทำการเข้าสู่ระบบสารสนเทศและจำลองสร้างใบสั่งจ่ายยาผ่านทางระบบสารสนเทศ ซึ่งจะสั่งการให้ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทำการหยิบบรรจุภัณฑ์ยาตามใบสั่งจ่ายยาออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะ ดังภาพประกอบที่ 5.2.8 แล้วนำไปวางบนสายพานลำเลียงขาออก เพื่อส่งต่อไปให้กับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV ROBOT) ทำการจัดส่งยาไปยังผู้ใช้ต่อไป



ภาพประกอบที่ 5.2.8: ภาพขณะที่ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทำการหยิบบรรจุภัณฑ์ออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะ

5.3 การวิเคราะห์ผลการสาธิตและการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ

ในการพัฒนาและออกแบบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา และทดสอบระบบในระดับห้องปฏิบัติการนั้น ผลการทดสอบระบบถูกแยกออกเป็นผลของการทดสอบระบบย่อยต่างๆ เช่น ระบบสายพานลำเลียง ระบบชั้นใส่ยาอัตโนมัติ ระบบแขนหุ่นยนต์และการควบคุมแขนหุ่นยนต์ ระบบโครงข่ายบริการสารสนเทศ ระบบฐานข้อมูล เป็นต้น หลังจากนั้นจะทำการทดสอบระบบรวมทั้งหมดตามหัวข้อ 5.3.2 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลการสาธิตและผลการทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระบบย่อยต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.3.1 การวิเคราะห์การทดสอบระบบสายพานลำเลียง

ระบบสายพานลำเลียง ประกอบไปด้วยสายพานลำเลียงขาเข้าและสายพานลำเลียงขาออก และระบบตัวรับรู้ ในการทดสอบระบบ ระบบสายพานลำเลียงสามารถลำเลียงบรรจุภัณฑ์ได้อย่างดีเยี่ยม สามารถปรับเปลี่ยนและลดความเร็วของการลำเลียง รวมทั้งสามารถทำงานสอดคล้องกับระบบตัวรับรู้ เพื่อทำการควบคุมการหยุดสายพานลำเลียงเมื่อบรรจุภัณฑ์เคลื่อนที่ไปถึงยังจุดปลายทางได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

5.3.2 การวิเคราะห์การทดสอบระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะ

ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะมีตัวรับรู้ คอยตรวจจับสถานะการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ของชั้นใส่ยา ซึ่งทำงานรวมกันกับระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง สามารถแสดงสถานะของการจัดเก็บ และประมวลผลหาตำแหน่งในการจัดเก็บยาเข้าชั้นใส่ยาที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งการประมวลผลบอกตำแหน่งของยาที่ต้องการนำออกจากชั้นใส่ยา ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะจะเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลผ่านทางระบบสารสนเทศ โดยข้อมูลตำแหน่งต่างๆของชั้นใส่ยามีความถูกต้องดีเยี่ยม

5.3.3 ระบบแขนหุ่นยนต์และการควบคุมแขนหุ่นยนต์

การทดสอบระบบแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ในการหยิบบรรจุภัณฑ์นั้นได้มีการทดสอบพื้นที่การทำงานของแขนหุ่นยนต์ให้สอดคล้องกับพื้นที่แหล่งขนาดของชั้นใส่ยา ซึ่งระบบแขนหุ่นยนต์จำเป็นจะต้องมีพื้นที่ของการทำงานครอบคลุม ตำแหน่งของชั้นใส่ยาอัจฉริยะทุกชั้นและทุกตำแหน่งของการจัดเก็บข้อมูล นอกจากนั้นยังต้องมีพื้นที่ของการทำงานครอบคลุมรวมไปถึงตำแหน่งของสายพานลำเลียงขาออกและสายพานลำเลียงขาเข้าอีกด้วย จากการสาธิตและทดสอบระบบแสดงให้เห็นว่าระบบแขนหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาได้ครบทุกตำแหน่ง และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ ระบบแขนหุ่นยนต์จะเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลผ่านทางระบบโครงข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาเพื่อทำการ รับข้อมูลตำแหน่งในการจัดเก็บหรือส่งจ่ายยาออกจากคลังยา ในการทดสอบระบบหุ่นยนต์สามารถรับข้อมูลตำแหน่งจากระบบฐานข้อมูลและเคลื่อนที่ไปจัดเก็บหรือส่งจ่ายยาได้อย่างถูกต้อง

5.3.4 ระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูล

ระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูล ในการทดสอบระบบในระดับห้องปฏิบัติ ได้มีการดำเนินการตามติดตั้งระบบฐานข้อมูลหลัก เข้าร่วมกันกับระบบสารสนเทศผ่านทางระบบสารสนเทศแบบปิด ซึ่งผลการทดสอบระบบการทำงานของระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูลสามารถทำงานได้ราบรื่นอย่างถูกต้องรวดเร็วและแม่นยำ

5.3.5 การวิเคราะห์ผลของการทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาโดยรวมทั้งหมด

ในการทำการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาโดยรวมทั้งหมดในระดับห้องปฏิบัติการ การทดสอบระบบทั้งหมดมีผลลัพธ์ที่ดีเยี่ยม ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาสามารถทำงานเชื่อมต่อรวมกันกับระบบย่อยอื่นๆได้อย่างราบรื่นและถูกต้อง ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยามีความพร้อมที่จะนำไปทดสอบเพิ่มเติมในระดับกรณีศึกษา

5.4 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับกรณีศึกษา

หลักจากการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระบบปฏิบัติการดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยได้ขนย้ายนำระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทั้งหมดไปทำการติดตั้งระบบทั้งหมดที่คลังยาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก รวมทั้งระบบฐานข้อมูลหลักก็จะถูกติดตั้งเข้าไปในระบบสารสนเทศของศูนย์การแพทย์ เพื่อทำการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับกรณีศึกษา ซึ่งผู้ใช้งานและทดสอบระบบจะเป็นเจ้าหน้าที่ของศูนย์การแพทย์ ภาพการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับกรณีศึกษาในคลังยาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกแสดงในภาพประกอบที่ 5.4.1



ภาพประกอบที่ 5.4.1: ภาพระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับกรณีศึกษาในคลังยาของศูนย์การแพทย์ฯ

เมื่อทำการดำเนินการติดตั้งระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว
คณะผู้วิจัยทำการสาธิตการทำงานและการใช้งานของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาให้กับเจ้าหน้าที่ของศูนย์
การแพทย์ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบระบบ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่มีความเข้าใจถึงขั้นตอนต่างๆในการดำเนินการ
ทดสอบใช้ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา

5.4.1 การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในการนำยาเข้าคลังยาและจ่ายยาออกจากคลัง ยาในระดับกรณีศึกษา

ในการทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในการนำยาเข้าคลังในระดับกรณีศึกษา จะเป็นการทำการ
ทดสอบโดยเจ้าหน้าที่คลังยาของศูนย์การแพทย์ดังภาพประกอบที่ 5.4.2 โดยขั้นตอนของการดำเนินงานและ
ขั้นตอนของการทดสอบระบบจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการในหัวข้อ

5.3.2



ภาพประกอบที่ 5.4.2: ภาพเจ้าหน้าที่คลังยาเข้าสู่ระบบสารสนเทศ

โดยการอ่านบาร์โค้ดของตนเองและทดสอบระบบ

ขั้นตอนในการนำยาเข้าคลังยาเจ้าหน้าที่คลังยาจะต้องทำการเข้าสู่ระบบสารสนเทศโดยการอ่านค่า
บาร์โค้ดประจำตัวของตนเอง ดังภาพประกอบที่ 5.4.1 หลังจากเข้าสู่ระบบสารสนเทศเรียบร้อยแล้ว
เจ้าหน้าที่คลังยาทำการนำยาเข้าคลังตามใบสั่งนำยาเข้าคลังยาตามคำแนะนำที่แสดงบนระบบสารสนเทศ ซึ่ง

เริ่มต้นจากการอ่านค่ารหัสเชิงเส้นของบริเวณใต้บรรจุภัณฑ์ ตามด้วยการอ่านรหัสเชิงเส้นของตัวยา ดังภาพประกอบที่ 5.4.3 จากนั้นทำการบรรจุยาใส่ลงในบรรจุภัณฑ์และปิดฝาบรรจุภัณฑ์ในเรียบร้อย ดังภาพประกอบที่ 5.4.4 ทำการอ่านค่าเชิงเส้นของบริเวณฝาปิดบรรจุภัณฑ์อีกครั้งให้เรียบร้อยเป็นอันเสร็จสิ้นการดำเนินการทะเบียนเพื่อนำยาตามใบสั่งยาเข้าไปในระบบสารสนเทศ ซึ่งโครงข่ายบริการจะทำข้อมูลนั้นไปปรับเปลี่ยนและเพิ่มเติมสถานะการนำยาเข้าคลังของบรรจุภัณฑ์ขึ้นนั้นบนฐานข้อมูลหลักของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา

ขั้นตอนสุดท้ายของการนำยาเข้าคลังยาของเจ้าหน้าที่ก็คือการนำบรรจุภัณฑ์ที่ลงทะเบียนในระบบสารสนเทศเรียบร้อยแล้วไปวางลงบนสายพานลำเลียงขาเข้า ดังภาพประกอบที่ 5.4.5



ภาพประกอบที่ 5.4.3: ภาพแสดงขั้นตอนการอ่านรหัสเชิงเส้นของบรรจุภัณฑ์และยา



ภาพประกอบที่ 5.4.4: ภาพแสดงขั้นตอนการบรรจุยาใส่ลงในบรรจุภัณฑ์



ภาพประกอบที่ 5.4.5: ภาพการอ่านค่าฝาบรรจุภัณฑ์และการนำบรรจุภัณฑ์วางลงบนสายพานลำเลียงขาเข้า

บรรจุภัณฑ์ยาจะถูกสายพานลำเลียงขาเข้า ลำเลียงบรรจุภัณฑ์ให้เคลื่อนที่ไปยังจุดปลายของสายพานลำเลียง โดยที่จุดปลายมีตัวรับรู้คอยตรวจสอบสถานะการมาถึงของบรรจุภัณฑ์ เพื่อทำการส่งสัญญาณไปยังเซนเซอร์และแจกจ่ายยาต่อไป ดังภาพประกอบที่ 5.4.6 จากนั้นจะเป็นหน้าที่การทำงานของเซนเซอร์แจกจ่ายยา จะทำการอ่านค่ารหัสเชิงเส้นของบรรจุภัณฑ์ส่งต่อไปยังระบบฐานข้อมูล ผ่านทางโครงข่ายบริการ เพื่อทำการประมวลผลหาตำแหน่งในการจัดเก็บยาให้เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์อย่างอัตโนมัติ ตำแหน่งในการจัดเก็บดังกล่าวจะส่งกลับมาให้ระบบเซนเซอร์แจกจ่ายยาทำการหยิบบรรจุภัณฑ์และเคลื่อนที่ไปจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ลงบนชั้นใส่ยาอัจฉริยะอย่างรวดเร็วแม่นยำและอัตโนมัติ ดังภาพประกอบที่ 5.4.7

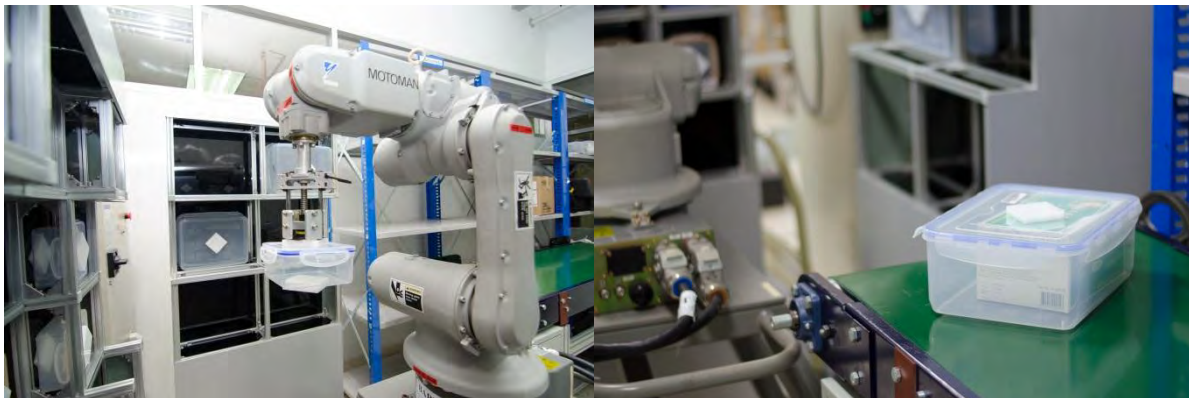


ภาพประกอบที่ 5.4.6: ภาพบรรจุภัณฑ์ขณะเคลื่อนที่มาถึงตัวตรวจจรับรับรู้



ภาพประกอบที่ 5.4.7: ภาพแขนหุ่นยนต์ขณะทำการหยิบบรรจุภัณฑ์ที่ไปวางลงบนชั้นใส่ยา

เจ้าหน้าที่คลังยาจะทำการนำยาเข้าคลังตามใบสั่งนำยาเข้าคลังจนครบทุกใบสั่งนำยาเข้าคลังยา หลังจากนั้นระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาจะทำการตรวจสอบสถานะของใบสั่งจ่ายยาตามแผนกต่างๆ เมื่อมีการสั่งจ่ายยาจากแผนกในโรงพยาบาลผ่านทางระบบสารสนเทศ ระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาจะสามารถตรวจสอบและรับรู้ใบสั่งจ่ายยานั้นจากระบบสารสนเทศ และจะทำการนำยาที่ถูกสั่งจ่ายออกจากชั้นใส่ยาอัจฉริยะตามตำแหน่งที่ของชั้นที่ได้รับมาไปวางลงบนสายพานลำเลียงขาออกดังภาพประกอบที่ 5.4.8 จากนั้นบรรจุภัณฑ์ยาจะถูกสายพานลำเลียงขาออก ลำเลียงบรรจุภัณฑ์ไปยังกล่องรวบรวมยาช่วยคราว เพื่อรอเจ้าหน้าที่คลังยานำหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติมาขนย้ายบรรจุภัณฑ์ส่งไปให้ผู้ที่ใช้ตามแผนกต่างๆที่สั่งจ่ายยาต่อไป ดังภาพประกอบที่ 5.4.9



ภาพประกอบที่ 5.4.8: ภาพขณะหุ่นยนต์นำยาออกจากชั้นใส่ยาไปวางลงบนสายพานลำเลียงขาออก



ภาพประกอบที่ 5.4.9: ภาพที่ปลายทางของสายพานลำเลียงซึ่งมีหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ
ประเภทยานำวิถีแบบอัตโนมัติคอยรับส่งต่อบรรจุภัณฑ์ยา

5.5 การวิเคราะห์ผลการสาธิตและการทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับ กรณีศึกษา

ในการพัฒนาและออกแบบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา นั้นประกอบไปด้วยการพัฒนากระบวนการต่างๆ หลายระบบเข้าด้วยกันเช่น ระบบสายพานลำเลียง ระบบชั้นใส่ยาอัตโนมัติ ระบบแขนหุ่นยนต์และการควบคุมแขนหุ่นยนต์ ระบบโครงข่ายบริการสารสนเทศ ระบบฐานข้อมูล เป็นต้น จากหัวข้อ 5.4.1 คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งและทดสอบระบบในระดับกรณีศึกษาที่ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลการสาธิตและผลการทดสอบระบบหุ่นยนต์ได้ออกเป็นระบบย่อย ดังต่อไปนี้

5.5.1 การวิเคราะห์การทดสอบระบบสายพานลำเลียง

ผลของการทดสอบระบบมีความใกล้เคียงกับผลของการทดสอบระบบในห้องปฏิบัติการกล่าวคือ ระบบสายพานลำเลียง ประกอบไปด้วยสายพานลำเลียงขาเข้าและสายพานลำเลียงขาออก และระบบตัวรับรู้ในการทดสอบระบบ ระบบสายพานลำเลียงสามารถลำเลียงบรรจุภัณฑ์ได้อย่างดีเยี่ยม สามารถปรับเปลี่ยนและลดความเร็วของการลำเลียง รวมทั้งสามารถทำงานสอดคล้องกับระบบตัวรับรู้ เพื่อทำการควบคุมการหยุดสายพานลำเลียงเมื่อบรรจุภัณฑ์เคลื่อนที่ไปถึงยังจุดปลายทางได้อย่างถูกต้อง

5.5.2 การวิเคราะห์การทดสอบระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะ

ระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะมีตัวรับรู้ คอยตรวจจับสถานะการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ของชั้นใส่ยา ซึ่งทำงานรวมกันกับระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง สามารถแสดงสถานะของการจัดเก็บ และประมวลผลหาตำแหน่งในการจัดเก็บยาเข้าชั้นใส่ยาที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งการประมวลผลหาตำแหน่งของยาที่ต้องการนำออกจากชั้นใส่ยา จากการทดสอบระบบในระดับกรณีศึกษาผลของการทดสอบระบบมีความใกล้เคียงกับผลของการทดสอบระบบในห้องปฏิบัติการกล่าวคือ ระบบชั้นใส่ยาจะเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลผ่านทางระบบสารสนเทศของศูนย์การแพทย์มีการทำงานที่สมบูรณ์เป็นที่น่าพอใจ

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ผลเพื่อป้องกันปริมาณและจำนวนของชั้นใส่ยาเพื่อตอบสนองต่อการบริการภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาฯ พบว่า ศูนย์การแพทย์ฯ มีความต้องการยาในแต่ละวันโดยเฉลี่ย 855 หน่วย ต่อวัน และหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ต้องดำเนินการทั้งสิ้นโดยเฉลี่ย 6 รอบต่อวัน ในแต่ละรอบ สามารถบรรจุยาทั้งสิ้น 12 บรรจุภัณฑ์ (ประกอบด้วย บรรจุภัณฑ์ขนาด A 6 และบรรจุภัณฑ์ขนาด B 6)

ดังนั้นเมื่อ คำนวณแล้วพบว่า ชุดชั้นใส่ยา ควรจะมีทั้งสิ้น 1 ชุดเป็นอย่างน้อย (โดยปรับค่าความเร็วสายพาน ค่าความเร็วในการนำของเข้า-ออก) หรือสามารถเพิ่มระบบเป็น 2 ชุดอย่างมาก ทั้งนี้ อาจส่งผลกระทบต่อต้นทุน ซึ่งต้องคำนวณต่อไปถึงระยะเวลาคู่ทุน

5.5.3 ระบบแขนหุ่นยนต์และการควบคุมแขนหุ่นยนต์

ระบบแขนหุ่นยนต์จำเป็นจะต้องมีพื้นที่ของการทำงานครอบคลุม ตำแหน่งของชั้นใส่ยาอัจฉริยะทุกชั้น และทุกตำแหน่งของการจัดเก็บข้อมูล นอกจากนั้นยังต้องมีพื้นที่ของการทำงานครอบคลุมรวมไปถึงตำแหน่งของสายพานลำเลียงขาออกและสายพานลำเลียงขาเข้าอีกด้วย จากการสาธิตและทดสอบระบบแสดงให้เห็นว่า ระบบแขนหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ ระบบแขนหุ่นยนต์จะเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลผ่านทางระบบโครงข่ายบริการของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาเพื่อทำการ รับข้อมูลตำแหน่งในการจัดเก็บหรือส่งจ่ายยาออกจากคลังยา ในการทดสอบระบบหุ่นยนต์สามารถรับข้อมูลตำแหน่งจากระบบฐานข้อมูลและเคลื่อนที่ไปจัดเก็บหรือส่งจ่ายยาได้อย่างถูกต้อง

5.5.4 ระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูล

ระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูล ในการทดสอบระบบในระดับกรณีศึกษาจริง ได้มีการดำเนินการตามติดตั้งระบบฐานข้อมูลหลัก เข้าร่วมกันกับระบบสารสนเทศของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ซึ่งผลการทดสอบระบบการทำงานของระบบสารสนเทศและระบบฐานข้อมูลสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องคล้ายคลึงกับการทำการทดสอบกับระบบสารสนเทศที่ห้องปฏิบัติการ

5.5.5 การวิเคราะห์ผลของการทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาโดยรวมทั้งหมด

ในการทำการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาโดยรวมทั้งหมดในระดับกรณีศึกษาที่ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกนั้น การทดสอบระบบทั้งหมดเป็นไปตามแผนที่คาดคะเนไว้ และมีผลลัพธ์ที่ดีเยี่ยมใกล้เคียงกับผลการทดสอบในระบบห้องปฏิบัติการ แต่มีสิ่งที่สำคัญในการทดสอบระบบในการทดสอบระบบในระบบกรณีศึกษา คือ การสาธิตการสอนวิธีการทำงานของระบบให้กับเจ้าหน้าที่แผนกต่างๆ ได้รับรู้ถึงวิธีการใช้งานระบบให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้การติดตั้งระบบฐานข้อมูลและระบบโครงข่ายบริการตามตำแหน่งต่างๆ ในเชื่อมต่อเข้ากับระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่มีผลกระทบต่อ การทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาด้วยเช่นกัน

5.6 บทสรุปย่อ

บทนี้กล่าวถึงการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบในระบบห้องปฏิบัติการ และการทดสอบในระบบกรณีศึกษา การทดสอบในระบบห้องปฏิบัติการทำการทดสอบระบบทั้งหมดโดยทีมผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบสร้างข้อมูลจำลองในการนำส่งยาเข้าคลังและการส่งจ่ายยาออกจากคลัง เพื่อทำการทดสอบการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างระบบต่างๆ รวมทั้งการขั้นตอนการทำงานของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาทั้งหมดตั้งแต่การนำยาเข้าคลังยาจนไปถึงการส่งจ่ายยาออกจากคลังยา ซึ่งผลการทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายในระบบห้องปฏิบัติการเป็นไปอย่างดีเยี่ยม สามารถนำระบบไปทดสอบในระดับกรณีศึกษาต่อไปได้นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงการสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาในระดับกรณีศึกษาที่ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาสามารถทำงานได้ดีเยี่ยมใกล้เคียงกับการทดสอบในระดับปฏิบัติการ มีส่วนแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของผู้ทำการทดลองจะเป็นเจ้าหน้าที่ของศูนย์การแพทย์ และ ส่วนของระบบสารสนเทศที่ใช้ระบบสารสนเทศของศูนย์การแพทย์

บทที่ 6

การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์

6.1 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ของภาพรวมการส่งยาในกรณีศึกษา

ในระบบคัดแยกและแจกจ่ายยาประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

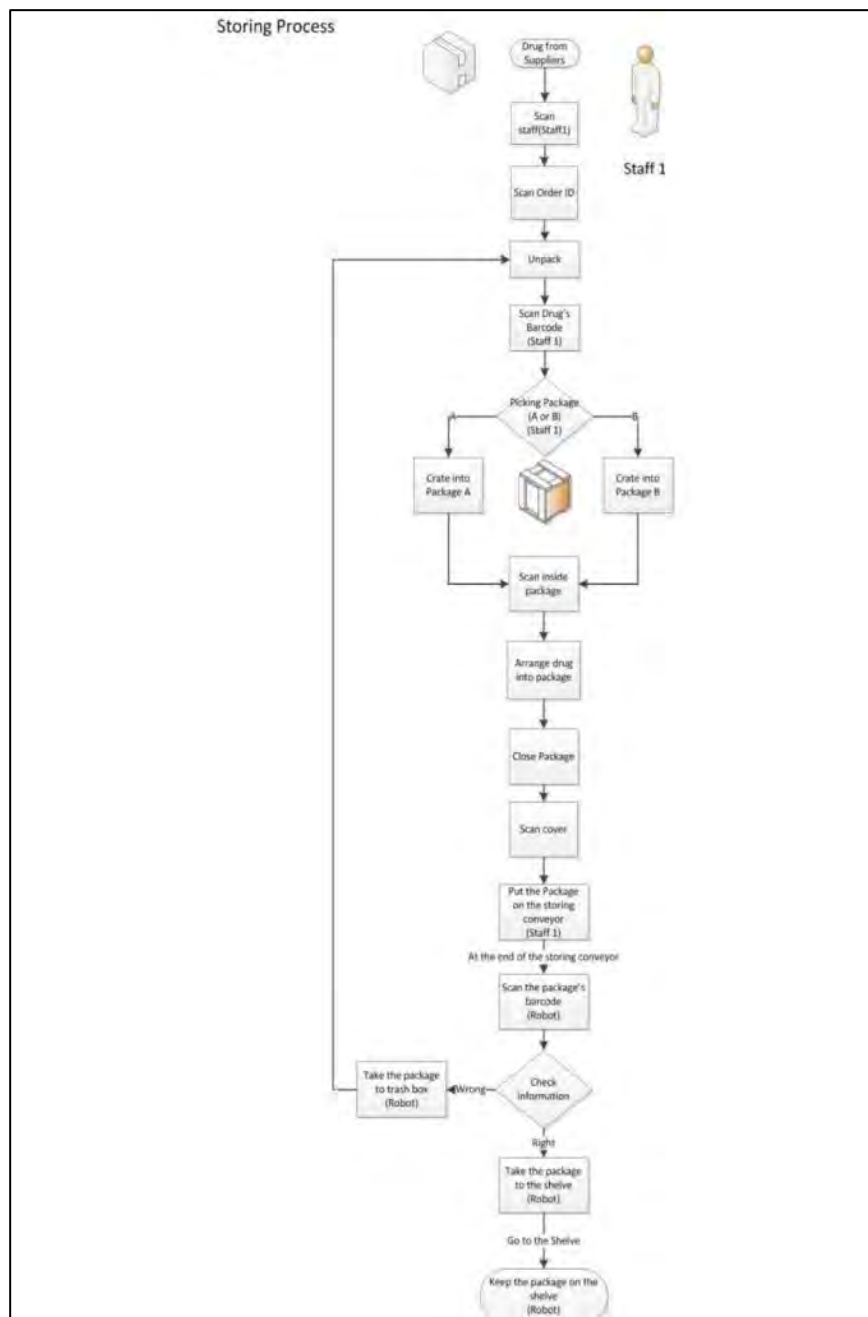
- (1) ระบบสายพานลำเลียง
- (2) หุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา
- (3) ระบบสารสนเทศควบคุมการทำงานของระบบ

ในระบบนี้จะใช้การเข้ารหัสข้อมูลเชิงเส้นมาเป็นตัวรับค่าต่างๆ ที่จะเข้ามาในระบบ ไม่ว่าจะเป็นการแสดงตัวของเจ้าหน้าที่ที่ทำการปฏิบัติงาน ยาที่เข้ามาในระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา และมีระบบฐานข้อมูลที่เป็นตัวตัดสินใจในการควบคุมการทำงาน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลของยาไว้ใช้ในการพยากรณ์การจัดซื้อได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องของสินค้าคงคลังที่เหมาะสมได้ สามารถนำข้อมูลไปต่อยอดโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เข้ามาประมวลผลเกี่ยวกับการจัดซื้อเพื่อลดภาระในการตัดสินใจของเจ้าหน้าที่ภายในแผนกอีกทางหนึ่งด้วย

การทำงานโดยรวมของระบบคัดแยกและแจกจ่ายยา เป็นดังต่อไปนี้

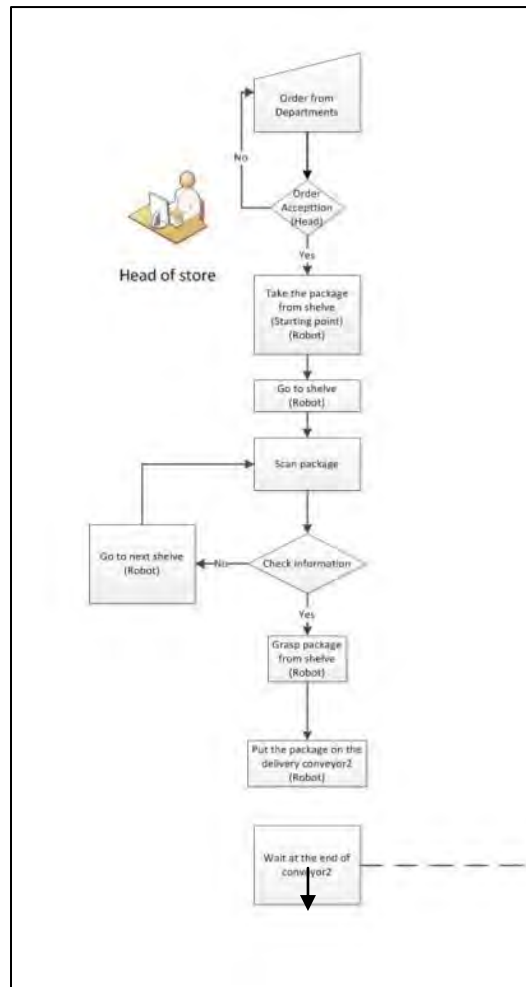
- (1) การรับยา: การรับยาเข้ามาภายในคลังทุกครั้งก่อนที่เจ้าหน้าที่จะทำการปฏิบัติงานต้องทำการแสดงตัวตน โดยการเข้ารหัสข้อมูลเชิงเส้นเข้ารหัสกับระบบเสียก่อนเพื่อเป็นการแสดงสถานะว่าเป็นเจ้าหน้าที่ในแผนกนี้หรือไม่ จากนั้นระบบจะมีลำดับการปฏิบัติงานให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานตามลำดับ หลังจากสิ้นสุดกระบวนการ การบรรจุยาเข้าบรรจุภัณฑ์แล้ว ระบบจะแจ้งให้วางบรรจุภัณฑ์บนสายพาน โดยสายพานลำเลียงจะติดตั้งตัวรับรู้เพื่อตรวจจับว่ามีบรรจุภัณฑ์เข้ามาหรือไม่ หากตัวรับรู้ดังกล่าวตรวจจับว่ามีบรรจุภัณฑ์เข้ามา สายพานลำเลียงจะเคลื่อนที่เพื่อนำบรรจุภัณฑ์ไปหยุดอยู่ที่ปลายสายพาน ณ ที่ปลายสายพานมีตัวรับรู้สามารถส่งงานให้หุ่นยนต์มาหยิบบรรจุภัณฑ์ ที่ปลายแขนของหุ่นยนต์จะมีตัวอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น เพื่อทำการยืนยันว่าบรรจุภัณฑ์ที่เข้ามามีความถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องหุ่นยนต์ก็จะหยิบบรรจุภัณฑ์มาพักไว้ที่ถังพักเพื่อรอ

เจ้าหน้าที่มานำบรรจุภัณฑ์นั้นไปทำการบรรจุเข้ามาในระบบใหม่ ถ้าทุกอย่างถูกต้องหุ่นยนต์จะทำการหยิบบรรจุภัณฑ์ไปกับไว้ในชั้น และระบบจะเก็บข้อมูลไว้จนกว่าจะมีการสั่งยาออกจากคลังยา จะเห็นได้ว่าการรับยาเข้ามาในระบบฯ จะถูกติดตามด้วยระบบสารสนเทศ ที่มาควบคุมตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ ทั้งนี้เพราะระบบนี้เป็นระบบฯ ที่ใช้ในโรงพยาบาล จึงควรมีความถูกต้องมากที่สุด ห้ามเกิดการผิดพลาดแต่อย่างใด เพราะอันตรายจะเกิดกับผู้ที่รับยาผิดหรือคนใช้นั่นเอง การรับยาเข้าคลังจะเป็นไปตามภาพประกอบที่ 6.1.1



ภาพประกอบที่ 6.1.1: แผนผังขั้นตอนของระบบในการรับยาเข้าคลัง

(2) การแจกจ่ายยา: การจ่ายยาออกจากคลัง เมื่อผู้ที่มีสิทธิจ่ายยาในแผนกคลังยา กดอนุมัติยอมรับการจ่ายยาแล้ว หุ่นยนต์ก็จะเริ่มทำงานตามลำดับของการแจกจ่ายยา จากแต่ละแผนกที่สั่งยาเข้ามาในคลังยาตามลำดับ แขนกลหุ่นยนต์จะทำการหยิบบรรจุภัณฑ์ ซึ่งในการหยิบบรรจุภัณฑ์ ระบบสารสนเทศที่ควบคุมฯ จะสั่งให้แขนกลหุ่นยนต์หยิบบรรจุภัณฑ์ตามลำดับของวันหมดอายุในยาชนิดเดียวกัน เพื่อให้เกิดการใช้ยาอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับขั้นตอนการหยิบและแจกจ่ายยานั้น จะเริ่มจากแขนกลหุ่นยนต์จะไปหยุด ณ ตำแหน่ง ที่หน้าบรรจุภัณฑ์ยาและทำการรับค่าข้อมูลเชิงเส้นของบรรจุภัณฑ์ก่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของบรรจุภัณฑ์ เมื่อเป็นไปตามลำดับหุ่นยนต์จะหยิบยามาวางที่สายพานลำเลียงขาออก หลังจากสิ้นสุดกระบวนการหยิบของแขนกลหุ่นยนต์แล้ว ตัวรับรู้ที่ติดอยู่บริเวณสายพานลำเลียงขาออก จะทำการส่งสัญญาณ ให้ระบบฯ ทราบเพื่อส่งบรรจุภัณฑ์ไปยังปลายสายพาน เพื่อรอการนำบรรจุภัณฑ์ออกไปจากระบบคัดแยกและแจกจ่ายยาต่อไป การปฏิบัติงานในขั้นตอนนี้แสดงในภาพประกอบที่ 6.1.2



ภาพประกอบที่ 6.1.2: แผนผังแสดงขั้นตอนการแจกจ่ายยา

6.2 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ในการใช้ระบบหุ่นยนต์ในกรณีศึกษา

ในการพัฒนาระบบคัดแยกและแจกจ่ายยา ประกอบไปด้วย

(1) สายพานลำเลียง

เพื่อลดการเคลื่อนที่ ลดภาระการทำงาน ร่นระยะเวลาของเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ นอกจากนี้แล้ว สายพานลำเลียงยังช่วยเพิ่มโอกาสในการทำงานอื่นของเจ้าหน้าที่อีกด้วย

(2) แขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

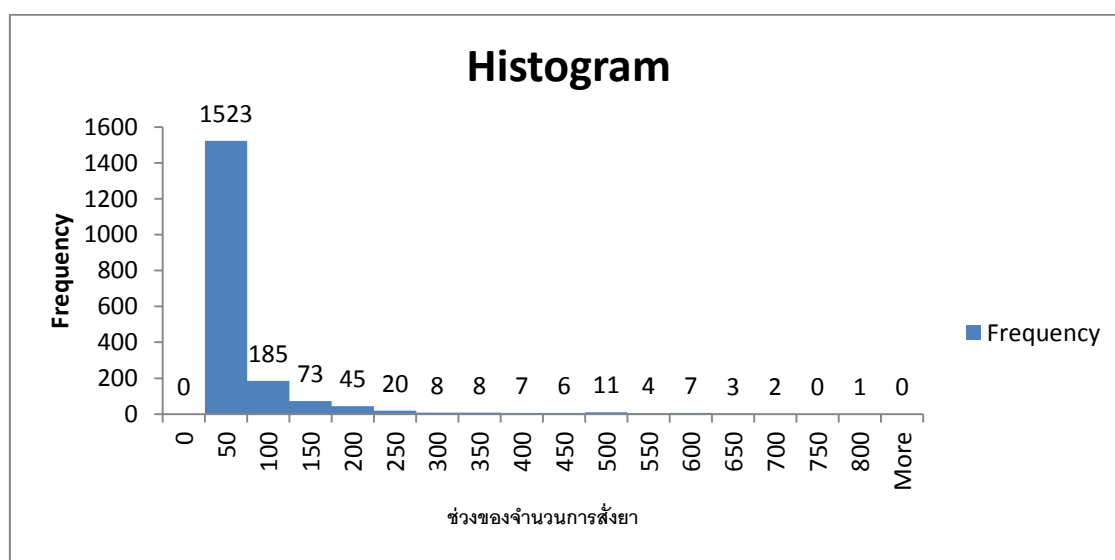
เพื่อลดภาระงานในการเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์ไปเก็บบนชั้น นอกจากนี้แขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยังช่วยลดภาระในการจัดเก็บและแจกจ่ายยาที่มีต่อเจ้าหน้าที่ หากมองในมุมของสุขภาพของพนักงานแล้ว แขนหุ่นยนต์ยังช่วยลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นขณะทำงาน และยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความสูญเสียในอนาคตที่มีอาจประเมินค่าได้ ด้วยความสามารถของแขนกลหุ่นยนต์ที่สามารถ

เคลื่อนที่แบบจุดต่อจุดได้อย่างแม่นยำ จึงทำให้ระบบสามารถออกแบบการทำงานได้หลากหลายและยังเป็นผลดีในอนาคตหากระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การทำงาน

(3) ชั้นใส่ยา

ชั้นใส่ยา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญเชิงโลจิสติกส์อีกชั้นหนึ่ง เนื่องจากถูกออกแบบและติดตั้งพร้อมกับชุดรับรู้ ทำให้สามารถบ่งบอกสถานะของการทำงาน พื้นที่ว่าง เพื่อให้ไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียโอกาสทางโลจิสติกส์ โดยชั้นใส่ยาที่ประกอบด้วยระบบรับรู้ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนดังต่อไปนี้

- ชั้นเก็บยาที่มีการออกแบบตามคุณลักษณะการทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ จะสามารถเข้าถึงพื้นตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ โดยการออกแบบดังกล่าวนี้จะคำนึงอยู่บนพื้นฐานของความคุ้มค่า และ พื้นที่ขีดจำกัดการทำงานของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดความเหมาะสม และได้ประโยชน์สูงสุดต่อคลังยา ทั้งนี้เราคำนึงถึงการหยิบจับและการเข้าถึงบรรจุภัณฑ์เป็นหลักด้วย
- บรรจุภัณฑ์ หรือ กล่องเก็บยา ถูกออกแบบอยู่บนพื้นฐานของหลักสถิติ จากการเก็บค่าจากประวัติการเบิกจ่ายยา ตลอดจนตามความต้องการของการสั่งยาที่เหมาะสม ดังนั้น การออกแบบบรรจุภัณฑ์หรือ กล่องเก็บยา จะอิงอยู่บนพื้นฐานความถี่ของปริมาณการสั่งเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังนำชนิดของยาที่มีความถี่สูงที่สุดนำมาจัดลำดับความเป็นไปได้ของข้อมูลเพื่อสร้างระบบหุ่นยนต์ต้นแบบ ภาพประกอบที่ 6.2.1 แสดงกราฟระหว่างความถี่ของการสั่งยากับช่วงของจำนวนการสั่งยา ในเวลา 5 เดือน



ภาพประกอบที่ 6.2.1: ความถี่ของการสั่งยาในช่วงจำนวนต่างๆ ในเวลา 5 เดือน

จากภาพประกอบดังกล่าว แสดงให้เห็นได้ชัดว่า ช่วงปริมาณของการสั่งยา แตกต่างอย่างมาก เราจึงเข้าไปทำการเก็บข้อมูล และขอข้อมูลทางด้านขนาดของบรรจุภัณฑ์ยา พร้อมกันนี้ยังได้ให้การวิเคราะห์ ทั้งในเชิงความเป็นไปได้ของขนาดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงต้นทุนการผลิตบรรจุภัณฑ์ใหม่ จนทำให้ได้

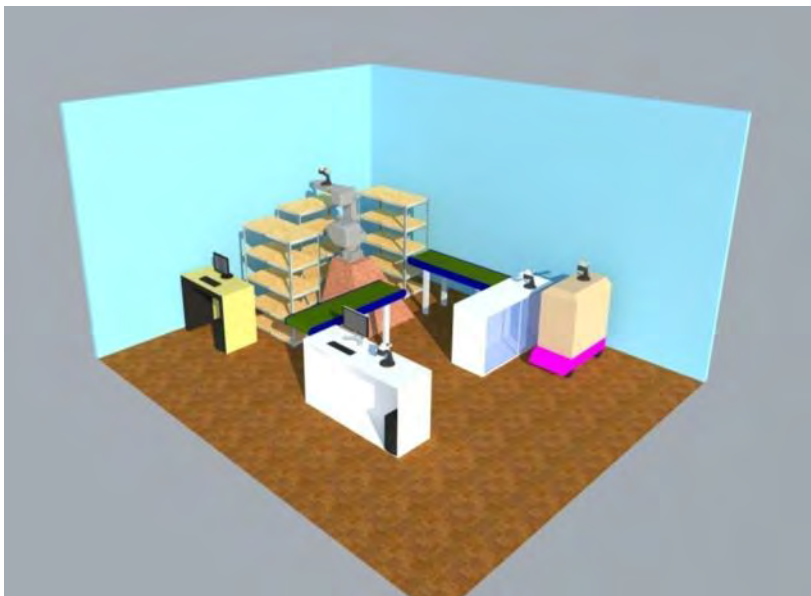
ขนาดประเภท A ที่มีความเหมาะสม สามารถใช้บรรจุยาได้หลายชนิด และหลายแบบ พร้อมกันนี้บรรจุภัณฑ์ขนาดประเภท A ยังสามารถใช้บรรจุสินค้าที่มีการสั่งไม่น้อยครั้ง ทว่ามีปริมาณสูง ในขณะที่ส่วนบรรจุภัณฑ์ B เป็นบรรจุภัณฑ์ขนาดพิเศษ โดยสามารถตอบโจทย์ของยาที่มีการสั่งน้อยได้ แต่มูลค่าของสินค้าอยู่ในระดับสูงได้

(4) ระบบสารสนเทศ

เป็นระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังเป็นระบบที่คอยตรวจความถูกต้องของการทำงาน ติดตามการทำงานของระบบฯ โดยทั่วไปในภาพกว้าง ให้เป็นไปอย่างราบรื่น ถูกต้อง แม่นยำ เพื่อป้องกัน ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดใดๆ อันอาจจะเกิดขึ้นในสถานพยาบาล

จากส่วนประกอบทั้งหมด ที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น สามารถแสดงให้เห็นในภาพรวมดัง ภาพประกอบที่

6.2.2 แสดงแผนผังการวางของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา



ภาพประกอบที่ 6.2.2: การจัดวางของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

6.3 บทสรุปย่อ

บทนี้ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ในระบบการคัดแยกแจกจ่ายยาซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ 1) ระบบสายพานลำเลียง 2) หุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา และ 3) ระบบสารสนเทศควบคุมการทำงานของระบบ

จากการนำระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยามาใช้งานในระบบคลังยาของศูนย์การแพทย์ การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีและการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้มากขึ้นจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้บริการมากขึ้นอีกด้วย จากการวิเคราะห์ที่มีข้อได้เปรียบดังนี้

- (1) การนำสายพานเข้ามาช่วยในการลำเลียงจะช่วยลดภาระหน้าที่และระยะเวลาในการทำงานของเจ้าหน้าที่
- (2) แขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมีความแม่นยำสูง ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพ ช่วยลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากความอ่อนล้าที่เกิดจากมนุษย์
- (3) ชั้นใส่ยาที่ถูกออกแบบมาในรูปแบบที่จำเพาะ เพื่อให้มีพื้นที่พอเหมาะเข้ากับขนาดของบรรจุภัณฑ์ ทำให้สามารถช่วยลดพื้นที่การทำงาน และช่วยให้การจัดเก็บยามีประสิทธิภาพมากขึ้น
- (4) การนำระบบสารสนเทศมาใช้ร่วมกับการทำงานของหุ่นยนต์ ทำให้สามารถติดตามการทำงานของระบบ ลดความผิดพลาด มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่า การนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในงานด้านโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลนั้น ส่งผลดีอย่างมากต่อระบบดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ในบทถัดไปจะกล่าวถึงบทสรุปของโครงการ ภาพรวมระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยาและผลกระทบของการใช้หุ่นยนต์แจกจ่ายยา

บทที่ 7

บทสรุป

7.1 ภาพรวมระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

การนำหุ่นยนต์มาใช้ในโรงพยาบาลเพื่อจัดการในเรื่องการควบคุมดูแลการขนส่ง ถ่ายเทข้อมูล ยา หรือเวชภัณฑ์เป็นที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน ทั้งนี้การนำหุ่นยนต์มาใช้นั้นได้ส่งเสริมให้การทำงานของระบบโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลในเรื่องของการคัดแยกแจกจ่ายยาในเบื้องต้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในเรื่องของการลดจำนวนคนในงาน มีความแม่นยำในการจัดประเภทและแจกจ่ายยาได้ถูกต้อง ความรวดเร็วในการขนส่ง การดูแลเวชภัณฑ์ให้สามารถใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพตัวอย่างเช่นการเก็บดูแลยาและเวชภัณฑ์ที่มีเงื่อนไขในการเก็บรักษาแตกต่างกัน ทั้งนี้ยังรวมถึงความสามารถในการทำซ้ำของหุ่นยนต์ซึ่งหัวข้อเหล่านี้จะกล่าวสรุปในหัวข้อที่ 7.2 ต่อไป

ปัจจุบันการนำหุ่นยนต์มีความแพร่หลายมากไม่ว่าจะเป็นการใช้งานเรื่องการให้บริการ การบริการรักษา หรือกระทั่งในงานอุตสาหกรรม ทั้งที่เริ่มต้นการใช้หุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมครั้งแรกย้อนไปถึง 40 ปีที่แล้วก็ตาม ซึ่งในโครงการที่จัดทำขึ้นนี้ได้มีการนำหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมาใช้เพื่องานคัดแยกและแจกจ่ายยาแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีการนำระบบสารสนเทศในการมาควบคุมกำกับดูแลการทำงานของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาและระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติซึ่งเป็นอีกส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการขนส่งยาและเวชภัณฑ์สู่แผนกต่างที่ขอในใบสั่งยาผ่านระบบสารสนเทศ จะเห็นได้ว่าระบบมีความยืดหยุ่นในการทำงาน

ยาและเวชภัณฑ์นั้นต้องการการดูแลเป็นพิเศษตามชนิด โดยถือหลักที่ว่าควรได้รับการรักษาที่ดีที่สุดเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการรักษา ดังนั้นการให้ยาหรือเวชภัณฑ์ที่มีคุณภาพจึงมีความจำเป็น ยาบางประเภทต้องเก็บในอุณหภูมิเฉพาะ การขนส่งที่เหมาะสมป้องกันยาเสียหาย รวมไปถึงการคัดแยกยาตามวันหมดอายุ ทั้งนี้ยังคำนึงถึงปริมาณยาที่ต้องจัดเก็บในคลังยาเพื่อให้เกิดการสั่งซื้อยามาส่งมอบยาและเวชภัณฑ์ไว้ทำให้เกิดการควบคุมปริมาณยาเข้าออกอย่างเหมาะสม

สำหรับการพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยานั้นเราเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลของกรณีศึกษาซึ่งในการศึกษารั้งนี้เราได้เลือกสถานพยาบาลที่สนใจคือ ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ซึ่งเป็นสถานพยาบาลขนาดเล็ก โดยในบริเวณศูนย์การแพทย์นั้นได้ถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนและจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าแต่ละแผนกของโรงพยาบาลมีที่อยู่ค่อนข้างห่างไกลจากกันดังนั้นจึงต้องมีจัดการเรื่องของการขนส่งยาและเวชภัณฑ์ที่ดี และเมื่อวิเคราะห์ในส่วนของคลังยาที่เป็นส่วนหลักในการขนส่งยาไปสู่แผนกต่างๆของโรงพยาบาล การส่งยาหรือเบิกยาออกจากคลังยานั้นต้องมีเจ้าหน้าที่ หรือเภสัชกรเป็นผู้อนุมัติดูแลเบิกจ่ายยา เพราะว่าถือสิทธิในการเบิกจ่ายอยู่ จากนั้นจึงวิเคราะห์ไปยังส่วนของยาและเวชภัณฑ์เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยได้คำนึงถึงประเภทยา ขนาดของยา รวมถึงความถี่ในการใช้ยา โดยการเก็บข้อมูลจากคลังยาจากกรณีดังกล่าวพบว่ามียาในคลังยาเป็นจำนวนกว่า 800 รายการ

วิธีการเดิมของการเบิกจ่ายยาในกรณีศึกษานั้นยังมีการเบิกใช้ยาโดยใช้คนถือใบสั่งยามาที่คลังยาเพื่อทำการเบิกและต้องมีการจัดรอบในการส่งยาเข้าแต่ละแผนกของโรงพยาบาลดังนั้นจะเห็นได้ว่าการควบคุมข้อมูลการส่งยา ข้อมูลยาและข้อมูลเจ้าหน้าที่ และรวมถึงค่าข้อมูลสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นหากมีระบบสารสนเทศจะสามารถลดความซ้ำซ้อนรวมถึงการประหยัดเวลาในการติดต่อประสานงาน เก็บเป็นประวัติการใช้งานได้ ทั้งนี้การทำงานจะมีการควบคุมการไหลของวัตถุเริ่มต้นจากผู้ผลิตยานายาที่ถูกสั่งซื้อมาส่งจากนั้นลงทะเลเบียนบรรจุภัณฑ์ เก็บบรรจุภัณฑ์เข้าคลังยา และแจกจ่ายยาไปตามแผนกต่างๆของโรงพยาบาลได้ มีการนำระบบสารสนเทศมาใช้เพื่อจัดการขั้นตอนการให้ยาโดยอาศัยการอนุญาตผ่านระบบสารสนเทศรวมถึงการควบคุมระบบการขนส่งยาผ่านระบบสารสนเทศ

ดังนั้น หากเปรียบเทียบการดำเนินการระบบเดิมที่ต้องใช้แรงงานคน เพื่อทำหน้าที่ต่างๆตั้งแต่งานต้นน้ำ จนกระทั่งปลายน้ำ เริ่มตั้งแต่ การกรอกเอกสารคำสั่งซื้อ การนับจำนวนสินค้าคงคลังที่เหลือเพื่อตรวจสอบการสั่งซื้อว่าถึงจุดที่ควรสั่งซื้อหรือไม่ การตรวจสอบยา ตลอดจนถึงการเรียงอายุยาที่สำคัญก่อนหลัง ทั้งหมดนี้เป็นกระบวนการที่สามารถนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหา ลดข้อผิดพลาด และเสริมการทำงานได้เป็นอย่างดี

เมื่อเปรียบเทียบประโยชน์และความแตกต่างให้เห็นอย่างชัดเจน จะพบว่า การทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบหุ่นยนต์ ระบบสารสนเทศเข้ามาจัดการระบบเดิม สร้างประโยชน์ในองค์รวมอย่างมาก เพราะ นอกจากจะลดการการทำงานที่ซ้ำซ้อนและสิ้นเปลืองทรัพยากร อาทิ การตรวจสอบรูปแบบต่างๆ (เพราะนำเอาระบบสารสนเทศเข้ามาใช้) ชั่วโมงการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น เป็นต้น

การพัฒนาระบบหุ่นยนต์ในงานโลจิสติกส์ในการศึกษารั้งนี้ได้แบ่งออกเป็นส่วนหลักคือ ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาและระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ โดยในรายงานโครงการย่อยที่ 1 จะพูดถึงระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา โดยหุ่นยนต์นี้จะมีหน้าที่หลักในการลงทะเลเบียนยา เก็บยาเข้าสู่คลัง รวบรวมไปถึงการแจกจ่ายยาซึ่งจะกล่าวสรุปเพิ่มเติมต่อไป

ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา นั้นได้แบ่งการทำงานเป็นสองส่วน คือส่วนการเก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าซึ่งจะทำหน้าที่เก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าสู่คลังยา และส่วนการเก็บบรรจุภัณฑ์ยาขาออกที่จะนำไปสู่ส่วนต่างๆของแผนกในโรงพยาบาลโดยเริ่มต้นขึ้นตอนจากการลงทะเบียนยานำเข้าจากผู้ผลิตที่ถูกส่งชื่อเข้ามาสู่คลังยา เริ่มต้นยาจะถูกคัดแยกด้วยรหัสข้อมูลเชิงเส้นที่ติดอยู่กลางของยาซึ่งระบบจะตรวจสอบชื่อยาควบคู่ไปกับการกรอกข้อมูลวันหมดอายุของยาที่นำเข้ามานั้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการยา หลังจากระบบสารสนเทศตรวจสอบข้อมูลยาแล้วระบบจะทำการคัดประเภทบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ใส่ลงบรรจุภัณฑ์อย่างถูกประเภทตามขนาดของยาและเวชภัณฑ์ หลังจากนั้นบรรจุภัณฑ์ที่ถูกเลือกขนาดแล้วจะถูกอ่านค่าข้อมูลเชิงเส้นหนึ่งครั้งเพื่อจับคู่กับยาที่กำลังจะถูกเก็บในบรรจุภัณฑ์ เมื่อยาถูกเก็บในบรรจุภัณฑ์แล้วจะถูกส่งไปยังสายพานลำเลียงซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติของการลำเลียงโดยอาศัยการทำงานของตัวรับรู้อินฟราเรด เพื่อให้การขนส่งยาไปสู่แขนกลหุ่นยนต์ได้อย่างแม่นยำและถูกทิศทาง บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจึงมีลักษณะพิเศษเพื่อให้ถูกลำเลียงไปบนสายพานลำเลียงได้ตำแหน่งและทิศทางเดิมทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในหยิบจับของแขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและส่งบรรจุเข้าสู่ชั้นใส่ยาอีกที บรรจุภัณฑ์จะถูกส่งเข้าสู่สายพานลำเลียงขาเข้าไปยังบริเวณส่วนปลายของสายพานลำเลียงขาเข้า โดยบรรจุภัณฑ์จะถูกบังคับทิศทางด้วยรางบังคับทิศทางที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น เมื่อบรรจุภัณฑ์มาถึงส่วนปลายของสายพานลำเลียง ตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดจะทำการบอกข้อมูลไปยังระบบสารสนเทศเพื่อสั่งการให้แขนกลหุ่นยนต์เตรียมประจำที่เพื่อตรวจสอบและหยิบขึ้นบรรจุภัณฑ์ต่อไป หลังจากทีระบบสารสนเทศรับรู้จากสัญญาณที่ส่งมาจากระบบสายลำเลียงแล้ว หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่มาเหนือบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการอ่านข้อมูลเชิงเส้นที่ติดอยู่บนผนังกล่องของบรรจุภัณฑ์เพื่อยืนยันบรรจุภัณฑ์ว่ามีเป็นบรรจุภัณฑ์ขนาดเท่าไรเพื่อที่จะนำไปคิดในการหาช่องที่สามารถในระบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะต่อไป ต่อจากนั้นหุ่นยนต์นำส่วนที่เป็นมือหยิบจับเคลื่อนที่เข้าไปบนลักษณะพิเศษบนบรรจุภัณฑ์เพื่อดูบรรจุภัณฑ์ให้ติดขึ้นมากับแขนกลหุ่นยนต์โดยชิ้นส่วนของมือหยิบจับบรรจุภัณฑ์นั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นเฉพาะให้เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดแตกต่างกันและยังช่วยในการรักษาสมดุลระหว่างการเคลื่อนที่ไปยังชั้นใส่ยา ต่อมาบรรจุภัณฑ์จะถูกเก็บเข้าไปในชั้นใส่ยาอัจฉริยะโดยที่บรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่จะถูกเก็บไว้ในชั้นใส่ยาแบบที่ 1 ซึ่งมีลักษณะช่องใส่ขนาดพอดีกับบรรจุภัณฑ์ ส่วนบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กจะถูกเก็บในลักษณะทำนองเดียวกันแต่จะเก็บในชั้นใส่ยาประเภทที่ 2 ที่มีขนาดช่องใส่ยาขนาดเล็กแต่จะมีจำนวนช่องใส่ยาจำนวนมากกว่าทั้งนี้เนื่องจากผลวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ายาและเวชภัณฑ์ขนาดเล็กมีจำนวนมากกว่าแต่การที่ต้องมีบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่เพื่อให้เกิดความหลากหลายในการเก็บยาเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการทำงานเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการใช้พื้นที่ในการทำงานได้อย่างเต็มที่จึงได้ออกแบบชั้นใส่ยาอัจฉริยะให้มีลักษณะสอดคล้องกับพื้นที่ทำงานของแขนกลหุ่นยนต์ และเพื่อเป็นข้อมูลว่าช่องใส่ยาสามารถใส่ยาในช่องนั้นได้หรือไม่จึงได้ติดตั้งตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดเพื่อทำการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ในชั้นใส่ยา โดยแต่ละช่องจะมีตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดติดตั้งอยู่เพื่อบอกสถานะของช่องส่วนที่กล่าวมาเป็นส่วนในการเก็บยาเข้าสู่คลังยา ส่วนต่อมาคือส่วนของการนำยาออกจากคลังยา โดยเริ่มต้นเมื่อมีใบสั่งยาเข้ามาในระบบสารสนเทศเจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะทำการตรวจและอนุมัติเพื่อเบิกยาออกจาก

คลังยา เมื่ออนุมัติแล้วระบบจะทำการควบคุมแขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่อ้างอิงจากระบบข้อมูลสารสนเทศ เมื่อแขนกลหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังหน้าชั้นใส่ยาหุ่นยนต์จะทำการตรวจรหัสข้อมูลเชิงเส้นที่ฝากล่องอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นการยืนยันข้อมูลเข้าสู่ระบบก่อนทำการหยิบ เมื่อตรวจสอบแล้วว่าบรรจุภัณฑ์ที่กำลังหยิบมีความถูกต้องหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เข้าไปหยิบกล่องออกจากช่องบนชั้นใส่ยา จากนั้นกล่องที่ถูกหยิบมาจะถูกนำไปวางบนส่วนต้นของสายพานลำเลียงขาออก เมื่อสายพานลำเลียงขาออกตรวจจับว่ามีบรรจุภัณฑ์สายพานจะเคลื่อนที่นำบรรจุภัณฑ์ไปยังส่วนปลายของสายพานและส่งต่อไปยังกล่องพักบรรจุภัณฑ์ชั่วคราวเพื่อนำส่งต่อไปยังหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิธิตัดโนมิติเพื่อทำการส่งต่อบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกต่างๆของโรงพยาบาลอีกหนึ่งที่เป็นอันจบขั้นตอนการทำงานของระบบหุ่นยนต์

ทั้งนี้ส่วนสำคัญในการทำงานของระบบคือระบบสารสนเทศควบคุมซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานของส่วนต่างในระบบ โดยครอบคลุมถึงระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาและระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิธิตัดโนมิติ ทั้งนี้ระบบยังมีความอัจฉริยะการประมวลผลฝั่งจ่ายยาจะอิงจากข้อมูลของยาเช่นการจัดการวันหมดอายุของยา โดยสามารถรู้ข้อมูลสถานะของยาตั้งแต่ถูกนำเข้ามาในระบบ ถูกขนย้ายไปส่วนใดจนกระทั่งยาถูกเบิกไปใช้จากแผนกต่างๆของโรงพยาบาล นอกจากนี้ระบบสารสนเทศยังมีการควบคุมสิทธิและการเข้าถึงของยา

7.2 ผลกระทบการใช้ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา

ในการนำระบบหนึ่งเข้ามาทำงานร่วมกับระบบที่มีอยู่แล้วหรือเข้ามาแทนที่ระบบเดิมที่มีอยู่แล้วทำให้มีผลกระทบต่อการทำงานทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพเปลี่ยนแปลงไป และยิ่งไปกว่านั้นการนำระบบหุ่นยนต์เข้ามาทำงานร่วมกับมนุษย์ทำให้เกิดข้อสงสัยถึงประสิทธิภาพและผลกระทบที่เกิดขึ้น ในส่วนของระบบหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นนั้นได้มีการเข้ามาทำงานอย่างเดียวกับเจ้าหน้าที่คลังยาอยู่แล้วบางส่วนทำให้เกิดการลดงานของเจ้าหน้าที่ ทั้งนี้การทำงานของระบบหุ่นยนต์ทุกควบคุมการทำงานด้วยเงื่อนไขที่มนุษย์กำหนดขึ้นแล้วพัฒนาไปในระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้การทำงานเป็นตามความต้องการของมนุษย์ ทั้งนี้เราสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบหุ่นยนต์ในงานคัดแยกและแจกจ่ายยาเป็นประเด็นต่างๆได้

ในเรื่องของการจ้างแรงงานเพื่อทำหน้าที่ในการขนส่งยาและเวชภัณฑ์นั้นเดิมที่นั้นต้องใช้คนจำนวนหนึ่งในการเดินขนของทำให้มีต้นทุนในการจัดจ้างแรงงาน แต่กลับกันเมื่อเทียบกับหุ่นยนต์ซึ่งไม่มีการลงทุนจ้างแรงงานจึงทำให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายถึงแม้ว่าต้นทุนในการพัฒนาหุ่นยนต์มีค่าสูงก็ตามแต่การเมื่อเปรียบเทียบระยะยาวค่าจ้างที่เกิดการจ้างแรงงานนั้นมีการสูญเสียมูลค่ามากกว่าและเหตุผลของความคุ้มค่าในการทำงานในประเด็นอื่นๆที่จะกล่าวต่อไป ทั้งนี้การใช้งานหุ่นยนต์แทนมนุษย์ทำให้สามารถนำทรัพยากรมนุษย์ไปทำงานประเภทอื่นที่ใช้ทักษะในการทำงานสูงกว่างานทั่วไปเช่น การนับจำนวนยา การขนส่งยาการ

ตรวจสอยยาและเวชภัณฑ์ การจัดแยกประเภทยาในคลังยา ป้องกันการผิดพลาดระหว่างการนำส่งยาและเวชภัณฑ์

ประเด็นต่อมาของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์เปรียบเทียบกับแรงงานคน คือ ระยะเวลาในการทำงาน ในระหว่างที่มนุษย์ทำงานได้ในระยะเวลาในช่วงเวลาทำการที่จำกัดเนื่องระยะเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละวันมีช่วงเวลาล้านๆ ในขณะที่การทำงานของระบบหุ่นยนต์ที่นำมาประยุกต์ใช้นั้นสามารถทำงานได้ตลอดเวลาทั้งนี้หากว่าการทำงานได้ต่อเนื่องของหุ่นยนต์เกิดการจัดการด้านการขนส่งยาหรือคัดแยกและแจกจ่ายยาทำให้การเบิกจ่ายยาที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลไม่มีความจำเป็นต้องทำการนัดหมายเพื่อขอเบิกยาเป็นรอบๆ ทั้งนี้เพราะว่าหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ตลอดเวลาสำหรับระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาการทำงานของระบบนี้สามารถเกิดขึ้นได้แม้กระทั่งไม่ได้อยู่ในช่วงเวลาปฏิบัติงานก็ตามอย่างเช่นเหตุการณ์การส่งยาหลายใบสั่ง ยาที่ถูกเบิกออกมาจะยังคงอยู่ในถังพักชั่วคราวและเมื่อจะทำการขนส่งใส่หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติในกล่องบรรจุภัณฑ์ก็ยังมีตรวจสอบของข้อมูลบรรจุภัณฑ์ในการนำส่งให้ถูกต้อง

เนื่องจากการทำงานของมนุษย์มีข้อจำกัดในเรื่องสมรรถนะของร่างกาย ทำให้การทำงานเกิดการล้าจากการทำงานเป็นระยะเวลายาวนานทั้งนี้เพื่อการส่งเสริมสุขภาพของพนักงาน ระบบหุ่นยนต์สามารถทำงานแทนที่มนุษย์ได้เป็นระยะเวลานานและเนื่องจากหุ่นยนต์มีความสามารถในการทำงานเฉพาะอย่างสูง อย่างเช่นขีดความสามารถในการนับบรรจุภัณฑ์ความจุในการขนส่งของยา เป็นต้น ทั้งนี้หากมนุษย์เกิดอาการล้าที่เกิดจากการทำงานเป็นระยะเวลานานหรือว่าทำงานหนักจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง หากมีความร้ายแรงของการส่งยาและเวชภัณฑ์ผิดพลาดให้มีผลโดยตรงต่อผู้รับยาปลายทาง

ความแม่นยำของการทำงานเช่น การตรวจนับจำนวนเป็นสิ่งสำคัญในการทำงานเช่นการนับจำนวนยาที่ถูกต้องการที่เรานำระบบหุ่นยนต์มาใช้ทำให้การทำงานที่มีปริมาณมากมีความผิดพลาดเนื่องจากความแม่นยำมาก ดังนั้นการนำระบบหุ่นยนต์ที่มีขีดความสามารถในการทำงานซ้ำๆ มาใช้งานทำให้ลดความผิดพลาดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน ตัวอย่างเหตุการณ์เช่นการนับเม็ดจำนวนยาปริมาณมากใส่บรรจุภัณฑ์เป็นต้น ทั้งนี้ความถูกต้องในการทำงานด้วยระบบหุ่นยนต์ยังมีความถูกต้องสูง จะเห็นได้จากแต่ละขั้นตอนของการทำงานนั้นได้มีการตรวจสอบข้อมูลตลอด ทำให้เป็นการตรวจสอบความถูกต้องตลอดเวลาตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นจนกระทั่งไปยังขั้นตอนสุดท้ายของการทำงาน อีกทั้งยังมีการบันทึกการทำงานของระบบหุ่นยนต์ในทุกขั้นตอนทำให้เราสามารถตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้และหาสาเหตุของปัญหาได้แม้กระทั่งปัญหานั้นไม่ได้เกิดจากตัวระบบหุ่นยนต์

ในเรื่องของประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่หรือความเร็วในการทำงานจะเห็นได้ว่าระบบหุ่นยนต์สามารถปรับความเร็วในการทำงานอีกทั้งยังสามารถควบคุมระยะเวลาในการทำงานได้อย่างแน่นอนทำให้เราสามารถวางแผนในการใช้ระบบหุ่นยนต์ได้ นี่เองเป็นสาเหตุที่ทำให้ทำงานของหุ่นยนต์มีความตรงต่อเวลาซึ่งการตรงต่อเวลานี้ทำให้ผู้ใช้เองสามารถประเมินว่าส่วนขนส่งยาหรือว่าคัดแยกและแจกจ่ายยาจะใช้เวลานาน

เท่าใดในการทำงาน ทำให้สามารถไปปฏิบัติงานในส่วนอื่นต่อได้ทำให้เกิดประโยชน์ทางอ้อมขึ้นอีกในเรื่องของการใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่า

ในเรื่องของความยืดหยุ่นของการทำงานเนื่องจากตัวระบบหุ่นยนต์เองมีการทำงานค่อนข้างเฉพาะทำให้การทำงานมีความยืดหยุ่นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับมนุษย์ ถึงแม้ว่าตัวระบบหุ่นยนต์เองมีความยืดหยุ่นในการไปทำงานอย่างอื่นในระบบไม่สูงนักแต่ความสามารถในการควบคุมการทำงานในแบบเฉพาะนั้นสามารถถูกควบคุมและทำงานได้ละเอียดกว่าคือ เราสามารถควบคุมให้หุ่นยนต์เกิดความยืดหยุ่นหลากหลายในเชิงของความละเอียดและการกำหนดขั้นตอนในการทำงานได้เป็นต้น

จากข้อสรุปเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าการนำหุ่นยนต์มาใช้ในงานคัดแยกและแจกจ่ายยานั้นมีผลกระทบอย่างมากในเรื่องของการทำงานและการวางแผนในระบบโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล ทั้งนี้การนำหุ่นยนต์มาใช้ถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานและเป็นการขยายข้อจำกัดในการทำงานเดิมในงานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลและในส่วนของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยานั้น ตัวระบบหุ่นยนต์เองมีความเหมาะสมในการจัดการยาในคลังยาทั้งในเรื่องของการลงทะเบียน ติดตามข้อมูลยาในหลายมิติ การจัดการข้อมูลการเข้าถึงตัวยา การรับทราบสถานะของยาต่าง และรวมไปถึงการทำงานที่ถูกต้องการของมนุษย์

ในการพัฒนาระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยาในการศึกษาการนำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในเชิงโลจิสติกส์โรงพยาบาลนั้นได้พัฒนาระบบหุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบจริงต่อไป โดยระบบหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นนี้ได้จำลองการทำงานจริงของระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา โดยทำการจำลองสถานการณ์ขึ้นแต่มีขนาดของการทำงานลดสัดส่วนลงมา ทั้งนี้ในการศึกษาพบว่าระบบหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถทำงานได้ครบตามระบบการทำงานทั่วไปของการทำงานเดิมของการทำงานในแผนกคลังยาในกรณีศึกษาครั้งนี้ การพัฒนาครั้งนี้สามารถนำไปต่อยอดใช้จริงได้ในอนาคต

ภาคผนวก

1. วัตถุประสงค์และผลการดำเนินงาน

วัตถุประสงค์	ผลการดำเนินงาน
1. เพื่อศึกษา วิจัย และพัฒนาระบบหุ่นยนต์สำหรับการรับยา แยกแยะ จัดยา และแจกจ่ายยาเพื่อความสะดวกและถูกต้องของระบบการจัดจ่ายยาในโรงพยาบาล	1. ได้เพื่อศึกษา วิจัย และพัฒนาระบบหุ่นยนต์สำหรับการรับยา แยกแยะ จัดยา และแจกจ่ายยาเพื่อความสะดวกและถูกต้องของระบบการจัดจ่ายยาในโรงพยาบาล
2. เพื่อวิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจัดแยกยา	2. ได้วิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจัดแยกยา
3. เพื่อวิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจ่ายยา	3. ได้วิจัยพัฒนาระบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการจ่ายยา

2. แผนการดำเนินงาน

X = กิจกรรมที่เสนอตามแผน $\longleftrightarrow$ = กิจกรรมที่เกิดขึ้นจริง

กิจกรรม	เดือน															หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1. ศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ	X	X	X													
2. วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบ																
-ออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบ				X	X	X	X									ได้รับงบประมาณล่าช้า
-สร้างและประกอบหุ่นยนต์ต้นแบบ				X	X	X	X	X	X	X						ประสบปัญหาในการเบิกจ่ายเงิน
3. ทดสอบปรับปรุงแก้ไข							X	X	X	X						ขอขยายเวลา
4. ทดลองใช้ในสถานที่จริง									X	X	X	X				ขอขยายเวลา

3. ตารางเปรียบเทียบ Output

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่าน ดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	ผลสำเร็จ (%)	
1. กระบวนการสำหรับระบบหุ่นยนต์เพื่อการ รับยา แยกแยะ จัดยา และแจกจ่าย	100 %	-
2. สถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและ แจกจ่ายยา	100 %	-