รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

# โครงการ การพัฒนาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ AGV ต้นแบบ เพื่องานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล

โดย ผศ.ดร. จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์ และคณะ

เสร็จสิ้นโครงการ เดือนกันยายน 2556

**สัญญาเลขที่** RDG5550052

# รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

# โครงการ การพัฒนาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ AGV ต้นแบบเพื่องานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล


| คณะผู้วิจัย | สังกัด |
|---|---|
| 1. ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์ | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 2. นายวรทิต อ่อนประเสริฐ | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 3. นางสาวชลลดาวัลย์ มูลใจตา | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 4. นายวัชรวิทย์ แสนสุโพธิ์ | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 5. นายสกล นาคธรรมาภรณ์ | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 6. นางสาวนันทิดา นิลหุต | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 7. นายรชฎ พึ่งสุข | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 8. นายเชน ตรีรัตนกุลชัย | ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล |


**ชุดโครงการ ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล**


**สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)**
**และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)**
**(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)**

# บทสรุปผู้บริหาร

ด้วยวัตถุประสงค์หลักของโครงการฯ คือ เพื่อมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายหุ่นยนต์ประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ สำหรับการนำส่งยาจากคลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยจุดต่างๆ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ระบบนำทางหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัตินั้น สามารถสร้างแผนที่แบบอัตโนมัติเพื่อช่วยให้หุ่นยนต์เดินทางตามเส้นทางที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ยังผลให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการทำงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังช่วยย่นระยะเวลาการทำงานให้สั้นลง ลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากความเมื่อยล้าของบุคคลากร ด้วยผลการวิจัยตลอดจนแนวคิดการใช้เทคโนโลยี ระบบอัตโนมัติอุสาหกรรม และองค์ความรู้ทางด้านโลจิสติกส์ ทำให้เห็นถึงการนำองค์ความรู้ดังกล่าว เข้ามาช่วยเพิ่มการทำงานในสถานพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับกรณีศึกษา ศูนย์การแพทย์กาญจนาฯ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า การใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ(AGV) ได้ดำเนินการมาถึงจุดพัฒนาต้นแบบโครงสร้างได้อย่างประสบความสำเร็จ

# บทคัดย่อ

ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในรูปแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot) นั้น จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการลดค่าใช้จ่ายสำหรับปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพในระบบขนส่งในโรงพยาบาลขนาดกลางอีกด้วย โครงการวิจัยฯ นี้ใช้ยานพาหนะกึ่งอัตโนมัติ ดังนั้น จึงมีการอภิปราย ถึงเพิ่มประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่างๆ ด้วยการใช้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ผลลัพธ์จากการศึกษาโครงการดังกล่าวนี้ ยังผลให้เพิ่มความเข้าใจในการขนส่งยาในโรงพยาบาล นอกจากนี้การตรวจสอบว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัตินั้นสามารถทำงานได้ตรงตามประสิทธิภาพที่ต้องการในขณะที่ใช้งบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบยังแสดงการทำงานเพื่อการแพทย์และเภสัชกรรม โดยหุ่นยนต์สามารถช่วยลดระยะเวลาในรอบการทำงานและสามารถขนส่งได้หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลการจำลองที่แสดงการปฏิบัติงานของระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและสถานการณ์จริงในโรงพยาบาล

## Abstract

An auto-guided vehicle (AGV) in the form of mobile robot holds the potential for decreasing operating cost while improving delivery performing mid-size hospital delivery system. This project would show and discusses the use of auto-guided vehicle to improve efficiency, decrease cost, and to show the performance tradeoffs related to the installation and use of a mobile robot within mid-size hospital. This project gains the results of this study enable a better understanding of the delivery and transportation requirement of mid-sized hospital. We examine how an auto-guide vehicle (AGV) is able to meet the performance requirements of the system while maintaining cost efficiency. We also show that for clinical use and pharmaceutical department. The robot is able to achieve significant performance gains in terms of turnaround time and delivery variability. Specifically, the simulation results indicate that using auto-guided vehicles (AGV) to perform both clinical laboratory and real situation in Hospital.

# สารบัญเรื่อง


**บทที่ 1: บทนำ** 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 เป้าหมายโครงการ 2

1.3.1 การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ 2

1.3.2 การพัฒนาระบบนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ 4

1.3.3 ระบบความปลอดภัยของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ต่อสภาพแวดล้อมและบุคลากรรอบข้าง 4

1.3.4 ระบบเครือข่ายควบคุมการทำงานของกลุ่มหุ่นยนต์เคลื่อนที่ 5

1.4 ทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย 6

1.4.1 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV) 6

1.4.2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรมและการประยุกต์ใช้ด้านอื่นๆ 8

1.4.3 หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในโรงพยาบาลและการขนส่งเวชภัณฑ์ 9

1.4.4 แนวความคิดการใช้หุ่นยนต์ AGV เข้ามาช่วยในส่วนของการขนส่งยา 10

1.5 หลักการและเหตุผล 11

1.6 ภาพรวมของโครงการ 11

1.6.1 ลักษณะสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น 12

1.6.2 สภาพแวดล้อมที่มีอยู่ 12

1.6.3 สภาพแวดล้อมเฉพาะ 12

1.7 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย 14

**บทที่ 2: หลักการและทฤษฎี** 15

2.1 หลักการแก้ปัญหาในการส่งยาโดยใช้หุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ 15

2.1.1 ระบบท่อลมใช้ในการขนส่ง 15

2.1.2 ระบบรางสำหรับการขนส่ง 16

2.1.3 ระบบยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV) ที่ใช้ในการขนส่ง 17
2.2 ภาพรวมและปัญหาของการขนส่งยาโดยย่อ 18
2.3 ทฤษฎีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้อง 19
2.3.1 การเคลื่อนที่ตามเส้น (Line Tracking System) 19
2.3.2 เทคนิคการเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวาง 23
2.3.3 การตรวจสอบรหัสข้อมูลเชิงภาพ (QR CODE) 23
2.4 บทสรุปย่อย 24
2.5 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย 26
**บทที่ 3: การศึกษาและวิเคราะห์สถานพยาบาล** **27**
3.1 ภาพรวมตัวอย่างสถานพยาบาลกรณีศึกษา ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 27
3.1.1 ลักษณะอาคาร และพื้นที่การทำงานของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 27
3.1.2 จำนวนและหน้าที่ของบุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนกเภสัชกรรมคลังยา 30
3.2 โลจิสติกส์ยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 30
3.2.1 ภาพรวมของระบบการขนส่งยาในศูนย์การแพทย์ 30
3.2.2 ระบบการสั่งยาจากผู้แทนยาเพื่อเข้าคลังยา 31
3.2.3 ระบบการคัดแยกและแจกจ่ายยาในห้องคลังยา 32
3.2.4 ระบบการส่งยาจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่างๆในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 32
3.3 การศึกษาและวิเคราะห์ผลคลังยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 32
3.3.1 ระยะทางจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 33
3.3.2 ความถี่ของการขนส่งยาไปยังไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 37
3.4 บทสรุปย่อย 37
**บทที่ 4: การพัฒนาระบบหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ** **38**
4.1 การพัฒนาหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติในภาพรวม 38

4.2 ระบบสารสนเทศควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ 41
4.2.1 ระบบการนำบรรจุภัณฑ์เข้าชั้นเก็บบรรจุภัณฑ์ในตัวหุ่นยนต์ 42
4.2.2 ขั้นตอนการนำบรรจุภัณฑ์ออกจากหุ่นยนต์ 44
4.3 การออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) 45
4.3.1 ระบบชั้นวางของในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (AGV Robot) และระบบรับรู้ของชั้นวางของ 47
4.3.2 ระบบขับเคลื่อนและระบบส่งกำลัง 49
4.3.3 โครงสร้างของหุ่นยนต์ 49
4.4 ระบบควบคุมหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ 50
4.4.1 ระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ 50
4.4.2 ระบบไฟฟ้าของหุ่นยนต์ในหุ่นยนต์นำส่งยา AGV 53
4.5 ปัญญาประดิษฐ์และการทำงานของหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ 54
4.5.1 ระบบนำทางของหุ่นยนต์ 55
4.5.2 การทำงานของหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ 57
4.6 การพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีแบบอัตโนมัติ (AGV Robot) ต้นแบบ 58
4.6.1 การสร้างโครงสร้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) 58
4.6.2 ระบบขับเคลื่อน 59
4.6.3 ระบบชั้นใส่บรรจุภัณฑ์และระบบตัวรับรู้ 60
4.6.4 ระบบควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) และส่วนติดต่อประสานงานผู้ใช้ 62
4.7 บทสรุปย่อย 63
**บทที่ 5: การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์ฯ** **65**
5.1 การสาธิตและทดสอบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในระดับห้องปฏิบัติการ 65
5.2 การวิเคราะห์ผลการสาธิตและการทดสอบ ในระดับปฏิบัติการ 67
5.3 การสาธิตและทดสอบหุ่นยนต์นำส่งยาในระดับกรณีศึกษา 68

5.4 การวิเคราะห์ผลการสาธิตและการทดสอบในระดับกรณีศึกษา 73

5.5 บทสรุปย่อย 74

**บทที่ 6: การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์** **76**

6.1 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ของภาพรวมการส่งยาในกรณีศึกษา 76

6.2 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติก์ในการใช้ระบบหุ่นยนต์ในกรณีศึกษา 79

6.3 บทสรุปย่อย 79

6.4 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย 80

**บทที่ 7: บทสรุป** **81**

7.1 ภาพรวมระบบหุ่นยนต์นำส่งยา 81

7.2 ผลกระทบการใช้ระบบหุ่นยนต์นำส่งยา 83

**ภาพผนวก** **85**

# สารบัญภาพ

**บทที่ 1: บทนำ**


ภาพประกอบที่ 1.3.1: ลักษณะฐานหุ่นยนต์ในรูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปทรงสี่เหลี่ยมประกอบส่วนโค้งที่มุมทั้งสี่ 2

ภาพประกอบที่ 1.3.2: วิธีการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ในเทคนิคต่างๆ วิธีการขับเคลื่อนแบบใช้ล้อเปล่า (Caster Approach) วิธีการขับเคลื่อนแบบใช้สายพานขับเคลื่อน (Tracked Approach) วิธีการขับเคลื่อนแบบรอบทิศทาง (Omni-Directional Approach) และวิธีการขับเคลื่อนแบบร่วมทิศ (Synchronous Directional Approach) 3

ภาพประกอบที่ 1.3.3: สถาปัตยกรรมการควบคุมของระบบขับเคลื่อนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ 4

ภาพประกอบที่ 1.3.4: แสดงภาพลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดหรือเซนเซอร์เพื่อการนำทางและความปลอดภัยของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ 5

ภาพประกอบที่ 1.3.5: สถาปัตยกรรมการควบคุมของระบบเครือข่ายควบคุมการทำงานของกลุ่มหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะเพื่อการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล 6

ภาพประกอบที่ 1.4.1: หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติรุ่นแรกโดยบริษัท Barrett Electronics 7

ภาพประกอบที่ 1.4.2: การทำงานของ AGV ในโรงงานอุตสาหกรรม 9

ภาพประกอบที่ 1.4.3: การใช้งานหุ่นยนต์ AVG ในโรงพยาบาล 10

ภาพประกอบที่ 1.6.1: เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมเฉพาะ 13


**บทที่ 2: หลักการและทฤษฎี**


ภาพประกอบที่ 2.1.1: การขนส่งโดยการใช้ท่อลม 16

ภาพประกอบที่ 2.1.2: ตัวอย่างระบบรางที่ใช้ในโรงพยาบาล 16

ภาพประกอบที่ 2.3.1: ตัวอย่างการทำงานของยานนำวิถีอัตโนมัติในระบบเคลื่อนที่ตามเส้น 19

ภาพประกอบที่ 2.3.2: การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปตามเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ 20

ภาพประกอบที่ 2.3.3: ภาพจำลองการรับส่งโดยอาศัยการสะท้อนของตัวรับรู้อินฟราเรด 21

ภาพประกอบที่ 2.3.4: ภาพจำลองการรับส่งโดยอาศัยการสะท้อนของตัวรับรู้อินฟราเรดแบบช่องตาราง 21
ภาพประกอบที่ 2.3.5: แสดงขั้วแม่เหล็กของแถบแม่เหล็กชนิดเทป 21
ภาพประกอบที่ 2.3.6: การติดตั้งแถบแม่เหล็กชนิดเทปที่ใช้ในการนำทางหุ่นยนต์ 22
ภาพประกอบที่ 2.3.7: การควบคุมหุ่นยนต์ฯ ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ 22
ภาพประกอบที่ 2.3.8: แสดงขั้นตอนการตรวจจับรหัสข้อมูลเชิงภาพเพื่อใช้ในการบอกรายละเอียดของสถานที่ 23

**บทที่ 3: การศึกษาและวิเคราะห์สถานพยาบาล**

ภาพประกอบที่ 3.1.1: ผังอาคารโดยรวมของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 28
ภาพประกอบที่ 3.1.2: ผังอาคารชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 29
ภาพประกอบที่ 3.1.3: ผังอาคารชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 29
ภาพประกอบที่ 3.1.4: ภายในอาคารของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 30
ภาพประกอบที่ 3.2.1: การขนส่งของยาโดยทั่วไปในโรงพยาบาล 31
ภาพประกอบที่ 3.3.1: แสดงระยะทางและแผนผังของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ชั้น 1 34
ภาพประกอบที่ 3.3.2: แสดงระยะทางและแผนผังของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ชั้น 2 35
ภาพประกอบที่ 3.3.3: แสดงเส้นทางต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก 36

**บทที่ 4: การพัฒนาหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ**

ภาพประกอบที่ 4.1.1: ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา (Dispensing Robot) และหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) 39
ภาพประกอบที่ 4.1.2: ขั้นตอนการทำงานทั่วไปของระบบนำส่งยาอัตโนมัติ 40
ภาพประกอบที่ 4.1.3: ระบบสัญญาณเตือนเพื่อขอทาง และระบบจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ 41
ภาพประกอบที่ 4.2.1: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน 42
ภาพประกอบที่ 4.2.2: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน 42
ภาพประกอบที่ 4.2.3: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน 43
ภาพประกอบที่ 4.2.4: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน 43
ภาพประกอบที่ 4.2.5: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน 44
ภาพประกอบที่ 4.2.6: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน 45

ภาพประกอบที่ 4.3.1: หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) 46
ภาพประกอบที่ 4.3.2: ภาพการออกแบบโครงสร้างของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ขนาด 47
ภาพประกอบที่ 4.3.3: ตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบสถานะของบรรจุภัณฑ์ในแต่ละช่อง และไฟแสดงตำแหน่งสำหรับจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) 48
ภาพประกอบที่ 4.3.4: ภาพประตูกึ่งอัตโนมัติที่ทำการล็อกด้วยชุดกลไกเปิด-ปิดด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid Switch) 48
ภาพประกอบที่ 4.3.5: ระบบขับเคลื่อนและระบบเฟืองทดแบบลูกรอก-สายพาน 49
ภาพประกอบที่ 4.3.6: โครงสร้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) 50
ภาพประกอบที่ 4.4.1: ชุดควบคุมระดับสูง 51
ภาพประกอบที่ 4.4.2: ชุดควบคุมระดับล่าง 51
ภาพประกอบที่ 4.4.3: ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 52
ภาพประกอบที่ 4.4.4: ชุดควบคุมชั้นที่ใช้ในการจัดเก็บของยา 52
ภาพประกอบที่ 4.4.5: ชุดควบคุมการติดต่อกับผู้ใช้ 53
ภาพประกอบที่ 4.5.1: โปรแกรมจำลองการสร้างเส้นทางการเดิน (ก) กำหนดจุดเริ่มและจุดปลาย (ข) เส้นทางการเดินของหุ่นยนต์ 55
ภาพประกอบที่ 4.5.2: แสดงตำแหน่งกล้องที่ใช้ในการถอดรหัสข้อมูลเชิงภาพ 57
ภาพประกอบที่ 4.6.1: โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีแบบอัตโนมัติ (AGV Robot) ต้นแบบ 59
ภาพประกอบที่ 4.6.2: ระบบขับเคลื่อนและระบบสายพานลูกรอก (ก) และล้อช่วยพยุง (ข) 59
ภาพประกอบที่ 4.6.3: (ก) ชั้นวางบรรจุภัณฑ์ยาขนาดต่างๆ (ข) ตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบบรรจุภัณฑ์และไฟแสดงตำแหน่งที่ต้องเก็บบรรจุภัณฑ์ 56
ภาพประกอบที่ 4.6.4: ลักษณะของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ และลักษณะช่องเก็บบรรจุภัณฑ์ขนาด A และ B 61
ภาพประกอบที่ 4.6.5: ระบบควบคุมและส่วนติดต่อประสานงานผู้ใช้ 62

**บทที่ 5: การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์ฯ**


ภาพประกอบที่ 5.1.1: การทดสอบการเคลื่อนที่อัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ 65

ภาพประกอบที่ 5.1.2: ตัวรับรู้อินฟราเรดสำหรับตรวจจับบรรจุภัณฑ์ 66

ภาพประกอบที่ 5.1.3: แสดงตำแหน่งของรหัสข้อมูลเชิงภาพที่ติดตั้งบนพื้น 66

ภาพประกอบที่ 5.3.1: สถานะเริ่มต้นของการทดสอบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ ประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ 69

ภาพประกอบที่ 5.3.2: เจ้าหน้าที่บรรจุบรรจุภัณฑ์เข้าสู่หุ่นยนต์ 70

ภาพประกอบที่ 5.3.3: การควบคุมหุ่นยนต์ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ 70

ภาพประกอบที่ 5.3.4: หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นนำทางเพื่อไปยังแผนกที่ต้องการ 71

ภาพประกอบที่ 5.3.5: เจ้าหน้าที่แสดงรหัสข้อมูลเชิงเส้นแก่หุนยนต์ เพื่อยืนยันสถานะ 71

ภาพประกอบที่ 5.3.6: รหัสข้อมูลเชิงภาพเพื่อบอกตำแหน่งของหุ่นยนต์ ภายในโรงพยาบาล 72

ภาพประกอบที่ 5.3.7: ไฟสีเขียวแสดงสถานะปกติ 72

ภาพประกอบที่ 5.3.8: ไฟสีส้มแสดงสถานะการติดต่อล้มเหลว 73


**บทที่ 6: การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์**


ภาพประกอบที่ 6.1.1: อุปทานประจำปี 76

ภาพประกอบที่ 6.1.2: แสดงการใช้หุ่นยนต์ในด้านอื่นๆ 77

ภาพประกอบที่ 6.1.3: อัตราการใช้ยาในศูนย์การแพทย์ 77

# สารบัญตาราง

**บทที่ 2: หลักการและทฤษฎี**

ตารางที่ 2.1.1: เปรียบเทียบระบบการทำงานระหว่างใช้ยานนำวิถีอัตโนมัติและใช้คน 17

**บทที่ 4: การพัฒนาหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ**

ตารางที่ 4.3.1: ความต้องการพื้นฐานในการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่
อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) 46

ตารางที่ 4.4.1: ความต้องการพื้นฐาน ในการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่
อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) 54

# สารบัญสมการ

**บทที่ 2: หลักการและทฤษฎี**

สมการที่ 2.3.1: สมการประมาณระยะทางเชิงมุม 22

สมการที่ 2.3.2: สมการประมาณความเร่งเชิงมุม 22

**บทที่ 4: การพัฒนาหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ**

สมการที่ 4.5.1: สมการประมาณเส้นทางที่สั้นที่สุด 55

สมการที่ 4.5.2: สมการระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ 55

สมการที่ 4.5.3: สมการประมาณค่าความเร็วเชิงเส้นของหุ่นยนต์ 56

# บทที่ 1
# บทนำ

ปัจจุบันการลำเลียงเวชภัณฑ์ยา ภายในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เช่น การลำเลียงยาจากคลังยา ไปยังห้องจ่ายยาย่อย หรือ การลำเลียงจากห้องจ่ายยาย่อยไปยังห้องของผู้ป่วย ยังคงพึ่งพาการทำงานโดยใช้บุคลากรมนุษย์ทั้งสิ้น ซึ่งลักษณะการทำงานดังกล่าวยังไม่ได้เป็นการจัดการระบบเชิงโลจิสติกส์และวิศวกรรมที่ดี ทำให้การลำเลียงเวชภัณฑ์ยามีโอกาสผิดพลาด ล่าช้า การใช้ทรัพยากรอย่างไม่เหมาะสมยังคงเกิดขึ้นในระบบการจัดการของโรงพยาบาลและสถานพยาบาลขนาดใหญ่ในประเทศ ทั้งนี้ยังส่งผลไปถึงปัญหาหลักของการดำเนินการ ให้บริการทางสาธารณสุขสู่มวลชนในระดับภาพรวมของประเทศอีกด้วย

## 1.1 ความเป็นมา

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเชิงโลจิสติกส์ เพื่อนำไปสู่การจัดการโรงพยาบาลที่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยคณะวิจัยได้เสนอแนวคิดการใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรม คือ ระบบขนส่งยาโดยการใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อการนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ในโรงพยาบาล ทั้งนี้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ดังกล่าวจะประกอบไปด้วยเครือข่ายสารสนเทศเพื่อการควบคุมองค์กร เครือข่ายของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติหลายตัว เพื่อทำงานร่วมกัน ระบบตรวจสอบความแม่นยำและถูกต้องของตำแหน่งของหุ่นยนต์ ระบบ ความปลอดภัยของหุ่นยนต์ในการทำงานบนทางเดินทั่วไปในโรงพยาบาลร่วมกับ เจ้าหน้าที่ บุคลากรภายในโรงพยาบาลและผู้ป่วย ทั้งนี้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ ดังกล่าว จะเสริมสร้างการทำงานเชิงโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงโอกาสเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต

## 1.2 วัตถุประสงค์

โครงการวิจัยและพัฒนาสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบเคลื่อนที่อัจฉริยะ AGV เพื่องานโลจิสติกส์นี้ มีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ คือ

(1) การออกแบบส่วนประกอบของหุ่นยนต์ยานนำวิถีทางโครงสร้าง

(2) ระบบนำทางหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติแบบมีแผนที่และสร้างแผนที่แบบอัตโนมัติเพื่อให้หุ่นยนต์เดินทางตามเส้นทางที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

(3) พัฒนาลักษณะทางโครงสร้างควบคู่กับความสามารถทางด้านต่างๆของหุ่นยนต์เพื่อความเป็นอัตโนมัติและเพื่อความปลอดภัย

## 1.3 เป้าหมายโครงการ

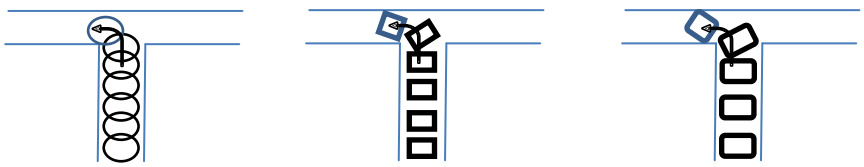
โครงการฯ มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายหุ่นยนต์อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลจากคลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อย ซึ่งอาจจะอยู่ต่างชั้นในอาคารเดียวกัน ดังนั้น ทฤษฎีโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการภายในโรงพยาบาล จะถูกนำเสนอในเชิงวิเคราะห์เพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลในเชิงโลจิสติกส์ ซึ่งแนวทางดังกล่าวนำไปสู่แรงผลักดันให้เกิดการวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายหุ่นยนต์อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลเพื่อแก้ไขปัญหาเชิงโลจิสติกส์ต่อไป

### 1.3.1 การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ

ทฤษฎีของการพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่ จะประกอบด้วยหลายองค์ประกอบดังนี้

**(1) รูปทรงของฐานหุ่นยนต์เคลื่อนที่**

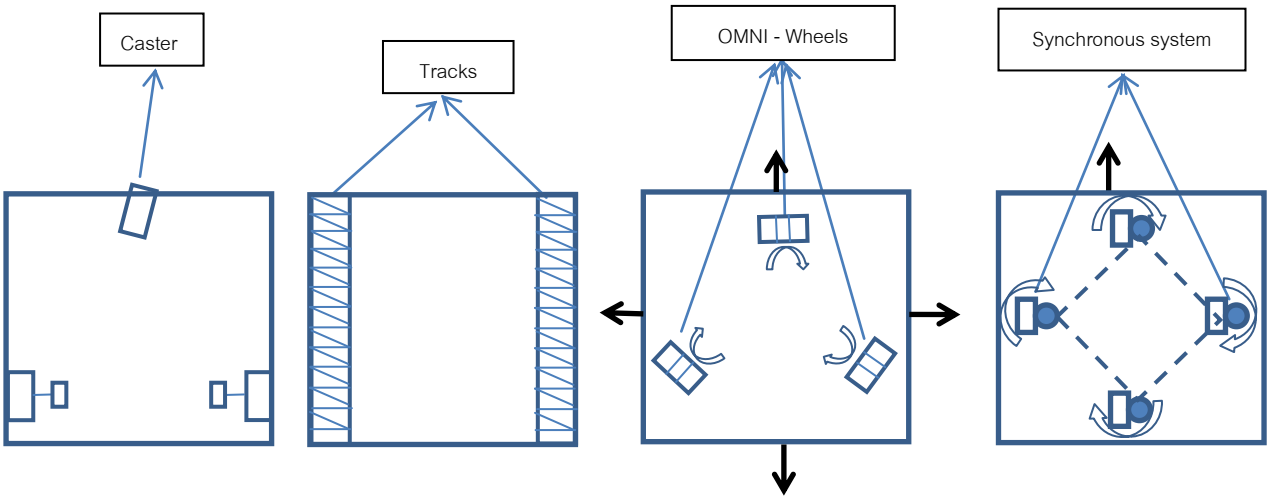
จะเน้นการพัฒนารูปแบบและรูปทรงของหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปมาในสภาพแวดล้อมได้อย่างคล่องตัว เช่น รูปทรงฐานหุ่นยนต์ที่ดีควรมีรูปทรงฐานเป็นวงกลม เพื่อง่ายต่อการเคลื่อนที่และการเลี้ยวที่จุดทางแยกต่างๆ อย่างไรก็ตามรูปทรงฐานหุ่นยนต์ที่เหมาะสมกับการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปจนถึงส่วนบรรทุกภาระทำให้ รูปทรงผสมผสานของฐานหุ่นยนต์รูปลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัสและส่วนโค้งที่มุมทั้งสี่จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1.3.1



**ภาพประกอบที่ 1.3.1**: ภาพแสดงลักษณะฐานหุ่นยนต์ในรูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปทรงสี่เหลี่ยมประกอบส่วนโค้งที่มุมทั้งสี่

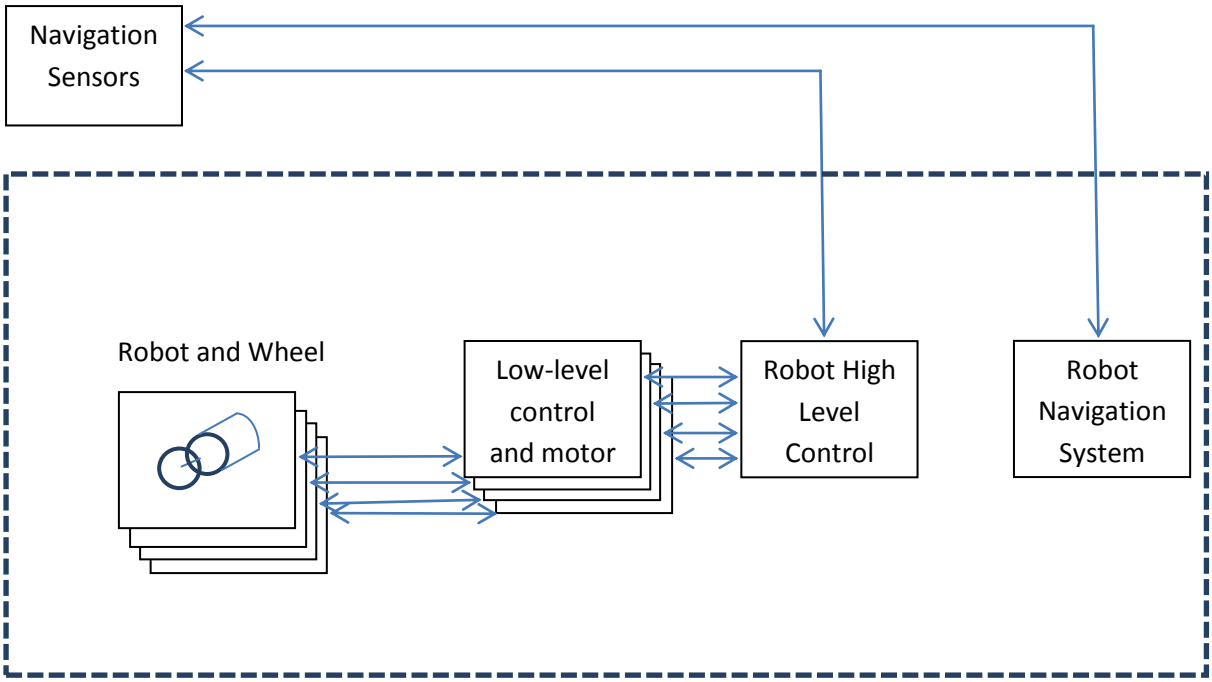
**(2) ระบบการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่**

ระบบการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ประกอบด้วย วิธีการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ ระบบขับเคลื่อน อุปกรณ์การขับเคลื่อน ระบบควบคุมระดับล่าง (Low-Level Control System) และระบบควบคุมระดับสูง (High-Level Control System) ทั้งนี้วิธีการขับเคลื่อนหุ่นยนต์เคลื่อนที่สามารถจำแนกเทคนิคต่างๆ ที่ได้รับการพัฒนาทางเทคนิคต่อเนื่องคือ วิธีการขับเคลื่อนแบบใช้ล้อเปล่า (Caster Approach) วิธีการขับเคลื่อนแบบใช้สายพานขับเคลื่อน (Tracked Approach) วิธีการขับเคลื่อนแบบรอบทิศทาง (Omni-Directional Approach) และวิธีการขับเคลื่อนแบบร่วมทิศ (Synchronous Directional Approach) ดังในภาพประกอบที่ 1.3.2 โดยคณะวิจัย จะศึกษาวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียและเลือกระหว่าง วิธีขับเคลื่อนแบบรอบทิศทางและแบบร่วมทิศ เพื่อประโยชน์ในการทำงานที่เหมาะสมกับสภาพพื้นผิว ความคล่องตัวและประสิทธิภาพสูงสุด




**ภาพประกอบที่ 1.3.2**: วิธีการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ในเทคนิคต่างๆ วิธีการขับเคลื่อนแบบใช้ล้อเปล่า (Caster Approach) วิธีการขับเคลื่อนแบบใช้สายพานขับเคลื่อน (Tracked Approach) วิธีการขับเคลื่อนแบบรอบทิศทาง (Omni-Directional Approach) และวิธีการขับเคลื่อนแบบร่วมทิศ (Synchronous Directional Approach)

สำหรับระบบขับเคลื่อนจะประกอบไปด้วย อุปกรณ์ขับเคลื่อน (Actuator) ในที่นี้จะใช้มอเตอร์ติดตั้งผ่านระบบส่งกำลังไปยังล้อต่างๆ และมีระบบตรวจสอบกลับจากตัวรับรู้ (Sensor) เพื่อใช้บอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ ทั้งนี้มอเตอร์และตัวรับรู้ที่ล้อจะติดต่อและควบคุมโดยตัวขับมอเตอร์และระบบควบคุมระดับล่าง ผ่านไปยังระบบควบคุมระดับสูงและระบบนำทางของหุ่นยนต์ในที่สุด ดังภาพประกอบที่ 1.3.3 ทั้งนี้ระบบนำทางของหุ่นยนต์จะได้ทำงานร่วมกับระบบเครือข่ายควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ต่อไป



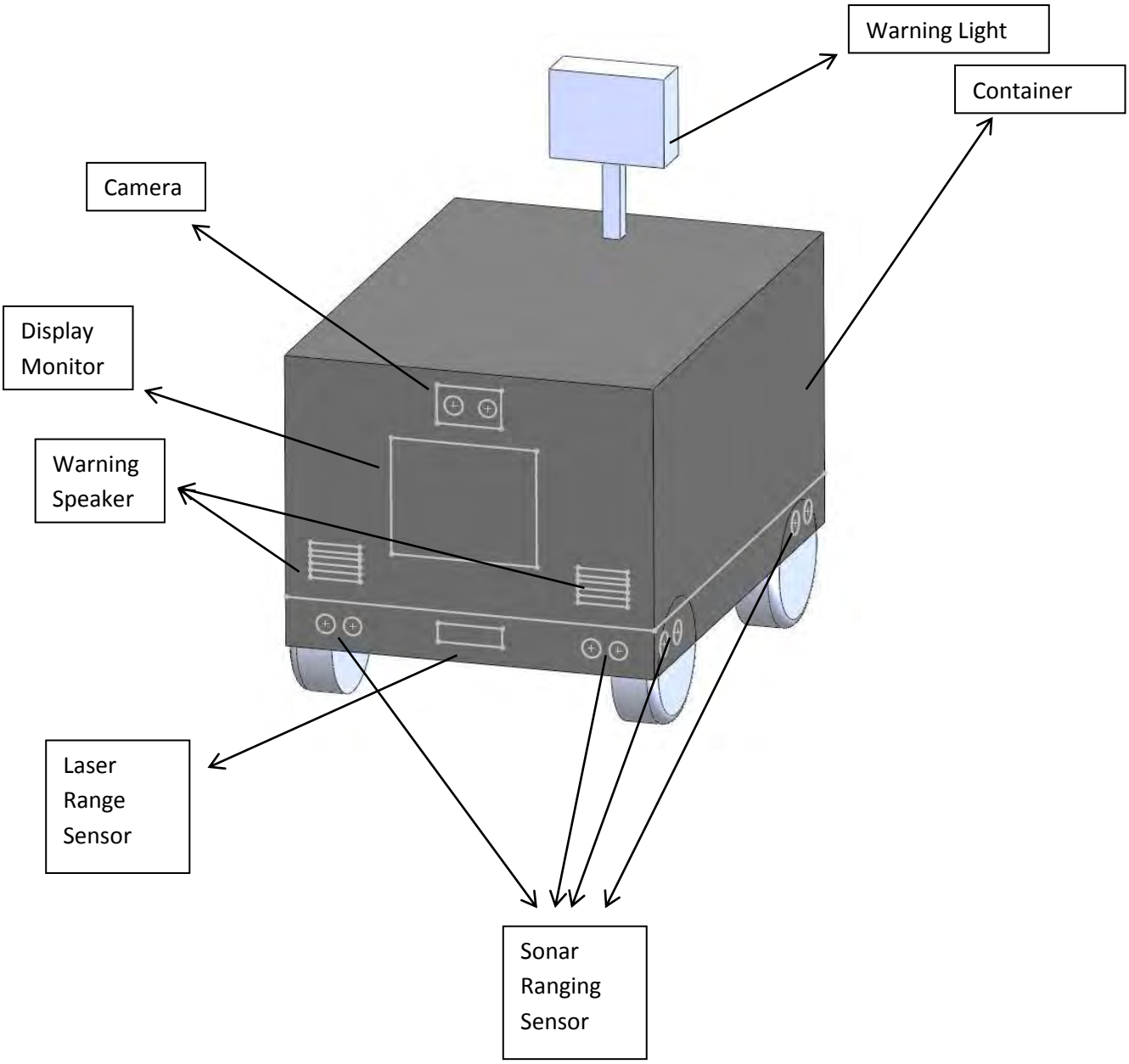

**ภาพประกอบที่** 1.3.3: สถาปัตยกรรมการควบคุมของระบบขับเคลื่อนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ

### 1.3.2 การพัฒนาระบบนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ

เนื่องจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ จะทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า หากแต่การทำงานของหุ่นยนต์ จะมีสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปคือ บุคลากร ผู้ป่วยหรือสิ่งกีดขวางที่สามารถเคลื่อนที่ได้อื่นๆ ดังนั้น คณะวิจัย จะเลือกทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ คือ (1) ลักษณะการทำงานแบบอิงแผนที่ (Map-Based Approach) (2) การเคลื่อนที่ตามเส้น (Line Following System) (3) การตรวจสอบและหลบหลีกสิ่งกีดขวางในเวลาจริง (Real-Time Obstacle Detection and Avoidance)

### 1.3.3 ระบบความปลอดภัยของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ต่อสภาพแวดล้อมและบุคลากรรอบข้าง

เนื่องจากหุ่นยนต์จะต้องทำงานตามลำพังในสภาพแวดล้อมทั่วไปร่วมกับมนุษย์ เช่น ทางเดินปกติร่วมกับบุคลากรและคนไข้ ระบบความปลอดภัยจึงมีความจำเป็นอย่างสูง ทั้งนี้หุ่นยนต์จะได้รับการออกแบบให้มีระบบเกี่ยวข้องกับมนุษย์ (Human Robot Interface) ทั้งกับผู้ใช้หรือผู้ควบคุมเอง บุคลากรทั่วไปในภาคสนามหรือสภาพแวดล้อม รูปลักษณ์ของหุ่นยนต์ การแลกเปลี่ยนพูดคุยกับบุคคลทั่วไป การตรวจจับมนุษย์หรือสิ่งกีดขวาง ระบบเตือนผู้กีดขวาง ระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน หรือระบบควบคุมระยะไกลจึงจะได้รับการพัฒนาเพื่ออิงประโยชน์ด้านความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ ดังนั้น อุปกรณ์ตรวจวัดหรือเซนเซอร์ที่จะใช้ได้แก่ ระบบโซนาร์ ระบบเลเซอร์นำทาง ระบบกล้องประมวลผลภาพ เป็นต้น ดังแสดงในภาพการออกแบบเชิงความคิดของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะต้นแบบได้ในภาพประกอบที่ 1.3.4

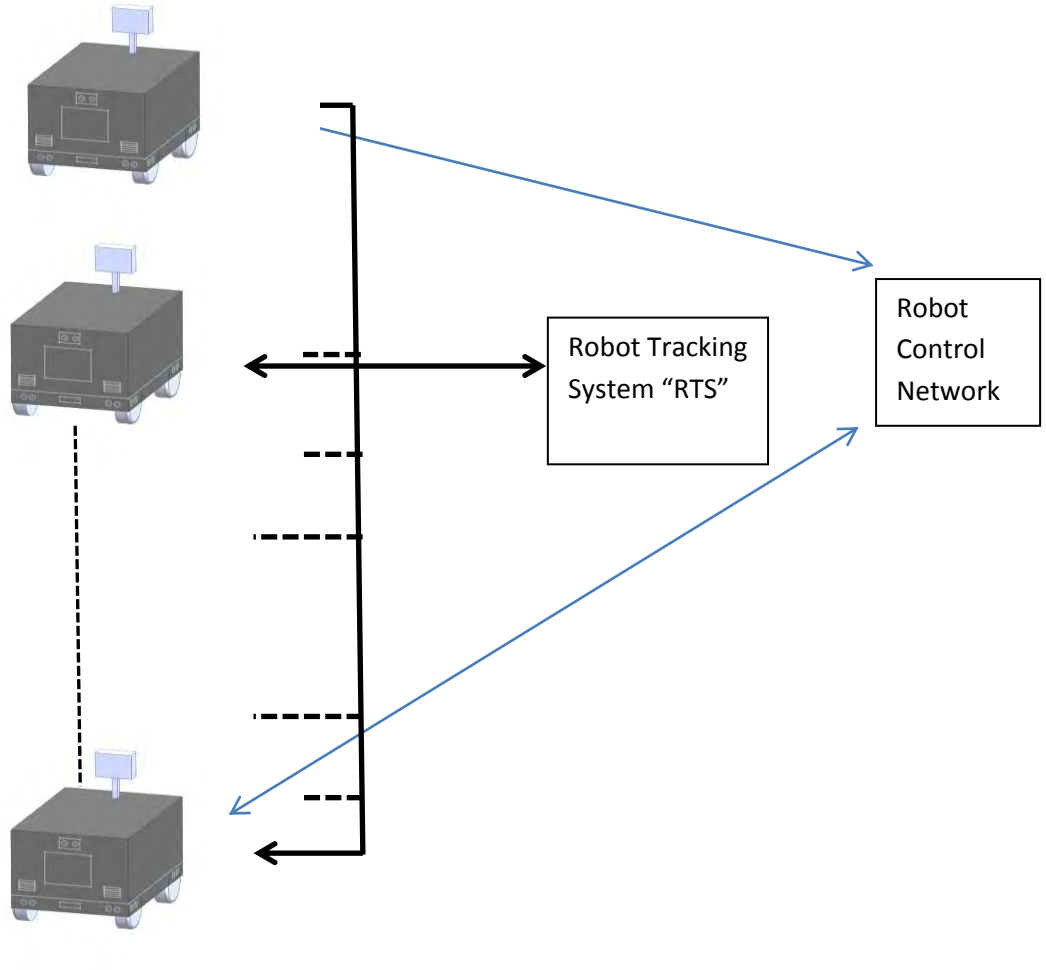



**ภาพประกอบที่** 1.3.4 แสดงภาพลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดหรือเซนเซอร์เพื่อการนำทางและความปลอดภัยของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ

### 1.3.4 ระบบเครือข่ายควบคุมการทำงานของกลุ่มหุ่นยนต์เคลื่อนที่

ระบบเครือข่ายควบคุมการทำงานของกลุ่มหุ่นยนต์เคลื่อนที่ เป็นส่วนที่สำคัญในการจัดการให้หุ่นยนต์ทำงานเชิงโลจิสติกส์อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จะเป็นส่วนที่สอดคล้องในระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลในการควบคุมการทำงานในภาพใหญ่ ทั้งนี้ระบบเครือข่ายฯ จะทำงานซ้ำซ้อนกับระบบฯ ในโครงการย่อยที่ 3 ของแผนงานฯ เพื่อประโยชน์เชิงความปลอดภัยของการใช้ระบบอัตโนมัติใน

โรงพยาบาล ทั้งนี้ระบบเครือข่ายควบคุมการทำงานของกลุ่มหุ่นยนต์เคลื่อนที่ มีสถาปัตยกรรมการควบคุมดังแสดงในภาพประกอบที่ 1.3.5




**ภาพประกอบที่ 1.3.5**: สถาปัตยกรรมการควบคุมของระบบเครือข่ายควบคุมการทำงานของกลุ่มหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะเพื่อการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล

## 1.4 ทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย

### 1.4.1 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV)

หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ หรือ Automated Guided Vehicle เป็นหุ่นยนต์ประเภทหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นทางหรือจุดที่ผู้ใช้ระบุอย่างอัตโนมัติโดยไม่ต้องมีการควบคุมจากมนุษย์ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องมีการเคลื่อนย้าย

วัสดุไปยังจุดต่างๆ การนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ มาใช้นั้นจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยรวมของระบบอีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในการจ้างแรงงานคนอีกด้วย

หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ตัวแรกนั้นถูกออกแบบโดยบริษัท Barrett Electronics ในปี ค.ศ. 1953 ดังภาพประกอบที่ 1.4.1 โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้รถพ่วงที่ทำงานในคลังเก็บสินค้าของโรงงานสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ โดย หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติตัวแรกนั้นจะทำงานบนราง ระบบนำทางนั้นจะทำงานโดยการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์สนามแม่เหล็กติดไว้ที่ด้านล่างของ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติและอ่านค่าสนามแม่เหล็กจากสายที่ทำการเดินไว้บนราง โดยการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์จะสามารถทำได้โดยการอ่านค่าของขั้วสนามแม่เหล็กที่วางต่อๆกัน โดยลำดับในการวางขั้วของแม่เหล็กในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันเพื่อที่หุ่นยนต์จะสามารถระบุตำแหน่งของตัวมันเองได้

**ภาพประกอบที่ 1.4.1**: หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ รุ่นแรกโดยบริษัท Barrett Electronics [1.1]

หลังจากปี ค.ศ. 1953 การพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ นั้นดำเนินมาอย่างต่อเนื่องและมาถึงจุดเปลี่ยนในช่วง ค.ศ. 1973 เมื่อมีการพัฒนา Solid state control ทำให้ผู้พัฒนาระบบยานนำวิถีอัตโนมัติ สามารถออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ นั้นนอกจากจะถูกใช้งานในการขนส่งภายในคลังสินค้าของแล้ว ยังสามารถทำหน้าที่อื่นๆได้มากขึ้น อาทิเช่นการนำไปใช้ในการขนส่งวัสดุเพื่อผลิตในโรงงานและระบบประกอบอัตโนมัติของโรงงาน ในปัจจุบันระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัตินั้นถูกออกแบบมาให้มีความหลากหลายมากขึ้นเพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการใช้งานด้านอื่น อาทิเช่น การขนส่งยาในโรงพยาบาล การใช้งานในภาคอุตสาหกรรม จนไปถึงการใช้งานในด้านการทหาร

ในปัจจุบัน ระบบนำทางของ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัตินั้นได้ถูกพัฒนาให้มีความหลากหลายมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้งาน ระบบนำทางพื้นฐานของ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติทั่วไปมีดังนี้คือ

(1) **การนำทางโดยใช้เส้นนำทาง**

โดยทั่วไปแล้วการนำทางโดยใช้เส้นนำทางจะสามารถทำได้โดยการติดเซนเซอร์ไว้ที่ด้านล่างของหุ่นยนต์เพื่อที่จะระบุตำแหน่งจากคลื่นวิทยุที่ส่งออกมาจากสายที่เดินไว้บนเส้นทางเดินได้

(2) **การนำทางโดยใช้** Guide Tape

โดย Guide Tape นั้นสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทหลักๆคือ แบบใช้สนามแม่เหล็กและแบบใช้สี โดยการนำทางแบบนี้จะมีข้อดีคือสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางการเดินของ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติได้อย่างง่ายดาย

(3) **การนำทางโดยใช้เลเซอร์**

โดยการนำทางแบบนี้จะสามารถทำได้โดยการใช้เลเซอร์เพื่ออ่านระยะทางและทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลแผนที่ที่จะทำการเก็บไว้ที่ตัวหุ่นยนต์

(4) **การนำทางโดยใช้กล้อง**

โดยข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องจะถูกใช้เพื่อหาลักษณะพิเศษต่างๆที่จะสามารถระบุตำแหน่งของตัวหุ่นยนต์ได้

### 1.4.2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรมและการประยุกต์ใช้ด้านอื่น ๆ

การใช้งานหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรมนั้นมีอย่างแพร่หลายเนื่องจากการใช้งานระบบยานนำวิถีอัตโนมัติ ในภาคอุตสาหกรรมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของระบบโดยการลดเวลาในการขนส่ง ลดค่าใช้จ่ายที่จะใช้ในการจ้างแรงงานคน อีกทั้งการทำงานยังสามารถควบคุมได้จากศูนย์ควบคุมทำให้การควบคุมการทำงานของระบบในภาพรวมสามารถทำได้โดยง่าย การทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ในภาคอุตสาหกรรม ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1.4.2 นั้นสามารถทำงานได้ในหลายขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การจัดการวัสดุเผื่อส่งจากคลังวัสดุไปยังไลน์การผลิต, การทำงานแบบเป็นขั้นตอนในการผลิตซึ่งจะใช้การเคลื่อนที่แบบซ้ำๆเพื่อผลิตสินค้า จากขั้นตอนการผลิตสินค้า หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ สามารถเคลื่อนย้ายสินค้าที่ทำการผลิตแล้วเพื่อส่งต่อและบรรจุเข้าไปยังรถบรรทุกหรือเรือสินค้าต่อไป ตัวอย่างภาคอุตสาหกรรมที่ใช้ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในระบบการผลิตนั้นมีหลากหลาย อาทิเช่น การผลิตยาหรือสารเคมี การผลิตกระดาษ การผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร การใช้งานในโรงพยาบาล และการทหาร

**ภาพประกอบที่ 1.4.2**: ภาพแสดงการทำงานของ AGV ในโรงงานอุตสาหกรรม [1.2]

### 1.4.3 หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในโรงพยาบาลและการขนส่งเวชภัณฑ์

เนื่องจากโรงพยาบาลเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญด้านสาธารณสุข การพัฒนาระบบการทำงานในโรงพยาบาลเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นเรื่องที่มีการพัฒนามาอย่างยาวนาน การนำ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติมาใช้ในโรงพยาบาลนั้น ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะสามารถช่วยพัฒนาระบบการทำงานโดยรวมของโรงพยาบาลได้ นอกจากจะช่วยลดต้นทุนในการจ้างแรงงานคนแล้ว การนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ มาใช้ยังสามารถทำให้การทำงานนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องและแม่นยำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การจัดการการขนส่งในโรงพยาบาลนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1.4.3

ถึงแม้ว่าระบบการทำงานในการขนส่งของโรงพยาบาลนั้นจะมีความคล้ายคลึงกับการทำงานทั่วไปของโรงงานในแง่ของการขนส่งและการจัดการ แต่การทำงานในสภาพแวดล้อมของโรงพยาบาลนั้นมีข้อจำกัดหลายด้าน เช่นในด้านของความปลอดภัย การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง การจดจำแผนที่และการระบุตำแหน่ง การจัดการในด้านของโลจิสติก และการประยุกต์การทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ เข้ากับสภาพแวดล้อมของโรงพยาบาล เช่น หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติจะต้องสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆที่อยู่ต่างชั้นกันได้

การใช้งานหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ในโรงพยาบาลนั้นสามารถใช้งานได้ในหลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น การใช้งานในการขนส่งยา โดยหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ สามารถรับยาจากห้องเก็บยาเพื่อนำไปยังศูนย์จ่ายยา โดยการทำงานนั้นจะสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติโดยเช็คจากข้อมูลคลังยา นอกจากการขนส่งยาแล้วหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ ยังสามารถทำงานในหน้าที่อื่นๆได้อีกด้วย เช่น

(1) การเดินเอกสารภายในโรงพยาบาล

(2) การขนส่งอุปกรณ์ปลอดเชื้อ

(3) การจัดการเกี่ยวกับอาหาร ซึ่ง หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติสามารถนำอาหารจากในครัวเพื่อแจกจ่ายไปยังห้องผู้ป่วยตามจุดต่างๆได้

(4) การจัดการเตียงผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาลแล้ว เตียงจะต้องถูกขนย้ายจากห้องผู้ป่วยไปยังศูนย์ดูแลเพื่อทำความสะอาด

(5) การจัดการเกี่ยวกับการซักรีดในโรงพยาบาล

(6) การจัดการขยะติดเชื้อซึ่งการใช้งาน หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติจะลดความเสี่ยงที่อาจเกิดกับมนุษย์ได้

**ภาพประกอบที่** 1.4.3: ภาพแสดงการใช้งานหุ่นยนต์ AVG ในโรงพยาบาล [1.3]

### 1.4.4 **แนวความคิดการใช้หุ่นยนต์** AGV **เข้ามาช่วยในส่วนของการขนส่งยา**

การขนส่งสิ่งของไปยังเป้าหมายปลายทางโดยทั่วไปมีการขนส่งอยู่ 2 รูปแบบคือสายพานลำเลียงและการขนส่งแบบไม่ถูกจำกัดพื้นที่ในตัวอย่างการลำเลียงในโรงพยาบาลมีการขนส่งอุปกรณ์ทางการแพทย์ ยา เวชภัณฑ์ ตัวอย่างทางการแพทย์ เอกสารต่างๆ โดยการขนส่งรายการสิ่งของผ่านทางสายพานลำเลียงมีข้อจำกัดคือจะเคลื่อนที่ได้เฉพาะบริเวณที่มีสายพานลำเลียงและต้องมีการเรียงลำดับการขนส่งขึ้นอยู่กับประเภทของสายพานลำเลียงแต่ในส่วนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการลำเลียงนั้นสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางทุกพื้นที่ตามที่ผู้ใช้กำหนดเป้าหมายไว้รวมถึงการนำระบบสารสนเทศ (IT) มาใช้ร่วมกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการขนส่งประเภทสิ่งของต่างๆตามประเภทของห้องภายในโรงพยาบาล และใช้สำหรับเป็นส่วนที่รองรับการทำงานของหุ่นยนต์จ่ายยาในห้อง

คลังยาในอนาคตเพื่อใช้เป็นหุ่นยนต์ขนส่งรายการสิ่งของที่ได้กล่าวมาข้างต้น และเป็นหนึ่งในกลไกขับเคลื่อนเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล

การตรวจสอบความถูกต้องของสินค้าเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญในการขนส่ง ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบสินค้าทั้งในส่วนการจัดส่งและจุดรับส่งรายการสิ่งของ เพื่อเป็นการป้องกันการขนส่งสิ่งของผิดเป้าหมาย เพราะในการขนส่งนั้นอาจจะเป็นการขนส่งแบบงานเดี่ยวหรือทำงานหลายรายการพร้อมกัน โดยเพื่อป้องกันการสับสนในการขนส่งรายการสิ่งของต้องมีการระบุรายการและการตั้งรหัสในการรับส่งรายการสิ่งของ

## 1.5 **หลักการและเหตุผล**

การขนส่งสิ่งของไปยังเป้าหมายปลายทางโดยทั่วไปมีการขนส่งอยู่ 2 รูปแบบคือสายพานลำเลียงและการขนส่งแบบไม่ถูกจำกัดพื้นที่ในตัวอย่างการลำเลียงในโรงพยาบาลมีการขนส่งอุปกรณ์ทางการแพทย์ ยา เวชภัณฑ์ ตัวอย่างทางการแพทย์ เอกสารต่างๆ โดยการขนส่งรายการสิ่งของผ่านทางสายพานลำเลียงมีข้อจำกัดคือจะเคลื่อนที่ได้เฉพาะบริเวณที่มีสายพานลำเลียงและต้องมีการเรียงลำดับการขนส่งขึ้นอยู่กับประเภทของสายพานลำเลียงแต่ในส่วนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการลำเลียงนั้นสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางทุกพื้นที่ตามที่ผู้ใช้กำหนดเป้าหมายไว้รวมถึงการนำระบบสารสนเทศ (IT) มาใช้ร่วมกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการขนส่งประเภทสิ่งของต่างๆตามประเภทของห้องภายในโรงพยาบาล และใช้สำหรับเป็นส่วนที่รองรับการทำงานของหุ่นยนต์จ่ายยาในห้องคลังยาในอนาคตเพื่อใช้เป็นหุ่นยนต์ขนส่งรายการสิ่งของที่ได้กล่าวมาข้างต้น และเป็นหนึ่งในกลไกขับเคลื่อนเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล

การตรวจสอบความถูกต้องของสินค้าเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญในการขนส่ง ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบสินค้าทั้งในส่วนการจัดส่งและจุดรับส่งรายการสิ่งของ เพื่อเป็นการป้องกันการขนส่งสิ่งของผิดเป้าหมาย เพราะในการขนส่งนั้นอาจจะเป็นการขนส่งแบบงานเดี่ยวหรือทำงานหลายรายการพร้อมกัน โดยเพื่อป้องกันการสับสนในการขนส่งรายการสิ่งของต้องมีการระบุรายการและการตั้งรหัสในการรับส่งรายการสิ่งของ

## 1.6 **ภาพรวมของโครงการ**

การออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติคือการออกแบบหุ่นยนต์เพื่อให้มีความสามารถทำการเคลื่อนที่ไปยังสถานที่ต่างๆโดยหุ่นยนต์เองปราศจากผู้ควบคุมหุ่นยนต์แต่ทั้งนี้หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติยังต้องถูกกำหนดเป้าหมายผ่านทางผู้ใช้หรือผ่านทางระบบสารสนเทศที่จะนำมาใช้ร่วมกับ

หุ่นยนต์ในการระบุเป้าหมาย ทั้งนี้หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการทำงานเป็นยานนำวิถีอัตโนมัติ โดยภาพรวมในส่วนของการเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่กำหนดเป็นส่วนสำคัญ โดยการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติเพื่อเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่กำหนดนั้นอาศัยลักษณะทางสิ่งแวดล้อมรอบตัวเป็นข้อมูลในการคิดคำนวณเส้นทางการเคลื่อนที่เพื่อเคลื่อนที่ไปยังจุดเป้าหมาย โดยในการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัตินั้นเราแบ่งลักษณะทางสิ่งแวดล้อมเป็น 3 ประเภทคือ

### 1.6.1 ลักษณะสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น

ลักษณะที่สร้างขึ้นมาเป็นสัญลักษณ์หรือสัญญาณที่บ่งบอกตำแหน่งของหุ่นยนต์ยกตัวอย่างสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นเช่นสภาพแวดล้อมที่มีอยู่จริง เช่น

แนวเส้นสีนำทางบนพื้นที่ (Line Tracking) ซึ่งจะใช้กระบวนการทางภาพในการเดินตามเส้นทางและแยกแยะแนวเส้นเพื่อจะได้บ่งบอกเป้าหมายของแต่ละสีบนแนวเส้นสีนำทางบนพื้นที่

รหัสข้อมูลเชิงภาพ (QR Code) เป็นสัญลักษณ์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการระบุรายการสินค้าโดยในโครงการนี้เราจะใช้รหัสข้อมูลเชิงภาพเป็นจุดสังเกตในการบ่งบอกรายละเอียดของที่หมาย เช่น รหัสข้อมูลเชิงภาพสำหรับบอกชื่อห้องต่างๆในโรงพยาบาล โดยในระบบการตรวจจับรหัสข้อมูลเชิงภาพนั้นใช้การตรวจจับโดยใช้กล้องและกระบวนการเชิงภาพมาช่วยในการแปลรหัสข้อมูลเชิงภาพ ซึ่งข้อดีของข้อมูลเชิงภาพนั้นคือสามารถเขียนข้อมูลเป็นความหมายแล้วแปลงผลเป็นรหัสข้อมูลเชิงภาพที่ใช้การตรวจจับแบบบิต ซึ่งทำให้สามารถตรวจจับได้ง่ายและมีการเขียนข้อมูลรายละเอียดได้มากกว่ารหัสบาร์โค้ด

สัญลักษณ์บอกข้อมูลในคลื่นความถี่วิทยุ (RFID) เป็นอีกหนึ่งอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เข้ากับระบบนำทางโดยการใช้ระบุตำแหน่งล่าสุดหรือใช้แปลข้อมูลห้องผ่านระบบไร้สาย โดยลักษณะการทำงานของสัญลักษณ์บอกข้อมูลในคลื่นความถี่วิทยุ จะเป็นการทำงานโดยการอ่านสัญญาณในช่วงความถี่คลื่นวิทยุ

### 1.6.2 สภาพแวดล้อมที่มีอยู่

สภาพแวดล้อมที่เป็นจุดสังเกตและมีความถาวรของลักษณะทางกายภาพ เช่น ผนังกำแพง เฟอร์นิเจอร์ที่มีตำแหน่งที่แน่นอน สำหรับจุดสังเกตประเภทนี้ อาจะยกตัวอย่างในลักษณะที่เครื่องมือสามารถตรวจจับได้เช่น มุมห้องในลักษณะต่างๆเช่น มุมฉาก มุมสามเหลี่ยม หรือในลักษณะผนังกำแพงรูปครึ่งวงกลม ทั้งนี้สภาพแวดล้อมประเภทนี้จะถูกใช้ในการคำนวณตัดสินใจทั้งการสร้างแผนที่และการนำทางที่จะกล่าวต่อไปในบทที่ 6 และยังสามารถผนวกเข้ากับสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นเพื่อให้เกิดความแม่นยำ

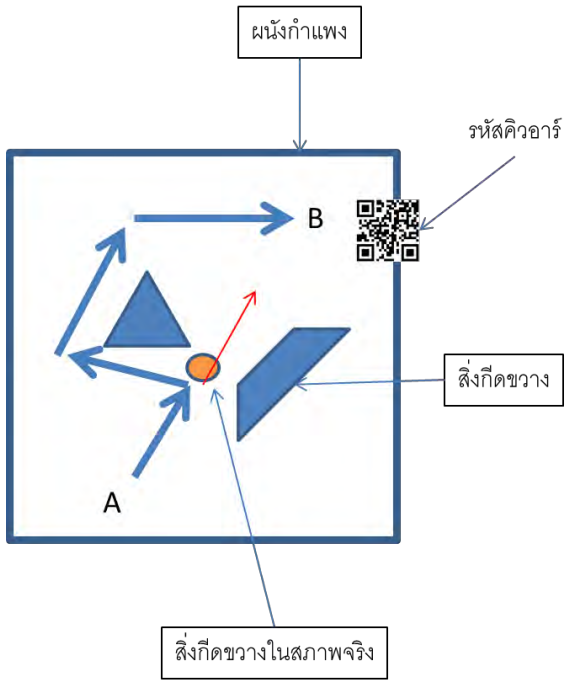
### 1.6.3 สภาพแวดล้อมเฉพาะ

สภาพแวดล้อมเฉพาะที่กล่าวมานี้เป็นสภาพแวดล้อมที่มีหน้าที่ในการเป็นตัวนำทางให้หุ่นยนต์สามารถติดตาม เช่น ลักษณะโครงร่างของมนุษย์ ซึ่งในการติดตามประเภทนี้จะใช้ความสามารถทางกระบานการภาพรวมกับระบบการหาระยะด้วยอุปกรณ์ค้นหาระยะประเภทต่างๆ ซึ่งในสภาพแวดล้อมเฉพาะที่

กล่าวมานี้จะใช้ในภารกิจเคลื่อนที่ติดตามการเดินของมนุษย์ที่เป็นเป้าหมายเป็นหลักอย่างเช่นในภารกิจถือของเดินตาม

ทั้งนี้เพื่อให้การเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายยังมีสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ลักษณะสภาพแวดล้อมที่ทำหน้าที่ในการกีดขวางเส้นทางซึ่งสภาพเหล่านี้เป็นลักษณะจริงที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่ทำงานซึ่งไม่ได้มีอยู่ในฐานข้อมูลทั้งสภาพแวดล้อมที่มีอยู่และสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้น เพื่อให้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปยังเป้าหมายได้ถูกต้องจึงต้องมีการพัฒนาระบบหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ซึ่งในระบบนี้จะช่วยให้หุ่นยนต์สามารถรู้ถึงสิ่งกีดขวางและสั่งการไปยังกลไกในการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติให้ทำการเปลี่ยนเส้นทางเพื่อหลบหลีก ทั้งนี้ยังรวมไปถึงการค้นหาเส้นทางใหม่ในกรณีที่เส้นทางที่กำหนดไว้มีสิ่งกีดขวาง ทั้งนี้ในการปฏิบัติงานจริงยังต้องคำนึงถึงการความปลอดภัยในการทำงานในสถานการณ์จริง เช่น ในลักษณะที่มีผู้คนพลุกพล่าน โดยแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่างภาพประกอบที่ 1.6.1

เพื่อให้การเคลื่อนที่ของระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติไปตามเป้าหมายจึงต้องมีระบบที่ทำการตรวจจับสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น อุปกรณ์บอกระยะ กล้องวีดีโอ โดยอุปกรณ์ทั้งสองที่กล่าวมานี้จะทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดทำงานที่แม่นยำและถูกต้อง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการบอกระยะมีหลายชนิดเช่น อุปกรณ์ค้นหาระยะแบบเลเซอร์ อุปกรณ์ค้นหาระยะแบบใช้เสียงอัลตราโซนิก หรืออุปกรณ์ค้นหาระยะแบบอินฟราเรด เป็นต้น




**ภาพประกอบที่** 1.6.1: ภาพแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมเฉพาะ

## 1.7 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย


[1.1] http://www.egeminusa.com/pages/agv_education/education_agv_history.html

[1.2] http://satelliteoptimizer.com

[1.3] http://www.aethon.com

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎี

## 2.1 หลักการแก้ปัญหาในการส่งยาโดยใช้หุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ

โลจิสติกส์เป็นเรื่องที่ว่าด้วยการจัดการเรื่องการวางแผนและการควบคุมการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในองค์กรให้มีความเหมาะสมหรือให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นการนำเอาสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ มาเชื่อมโยงกับการขนส่ง

การขนส่งในโรงพยาบาลโดยรวมจะมีการขนส่งยา เอกสาร เวชภัณฑ์ อาหาร คนไข้ และของเสียต่างๆ เป็นต้น ซึ่งงานส่วนใหญ่เป็นงานที่มีการทำซ้ำๆ เป็นประจำตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ บางงานต้องใช้คนจำนวนมากในการปฏิบัติงาน และต้องใช้เวลาในการศึกษางานมาก เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดจากการทำงาน จึงได้มีการนำระบบหุ่นยนต์เข้ามาเป็นตัวช่วยในการขนส่งในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งทางโรงพยาบาลและตัวผู้ป่วยเองด้วย เช่น หุ่นยนต์ไม่มีปัญหาเรื่องการเจ็บป่วย สามารถทำงานได้ปราศจากความเหนื่อยล้าจากการทำงาน ต่างจากคนที่อาจมีผลกระทบจากความล้าและอาจจะส่งผลถึงประสิทธิภาพของการทำงาน และทำให้ผลการทำงานเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ข้อได้เปรียบอีกอย่างหนึ่งของระบบหุ่นยนต์ คือ สามารถทำงานซ้ำๆ กันได้อย่างแม่นยำ โดยปราศจากความประมาท เหมาะสำหรับการขนส่งที่ทำเป็นประจำ ทั้งนี้เทคโนโลยีในการขนส่งในโรงพยาบาลได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อลดข้อเสียเปรียบดังกล่าว ตัวอย่างของเทคโนโลยีที่ใช้ในการขนส่งในโรงพยาบาลได้แก่

### 2.1.1 ระบบท่อลมใช้ในการขนส่ง

ระบบนี้ใช้กับของที่มีน้ำหนักเบา เช่น ตัวอย่างที่ส่งไปตรวจในห้องปฏิบัติการ เอกสารต่างๆ ผ้าหรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้วขนาดเล็ก เป็นต้น ระบบดังกล่าวสามารถลดต้นทุน และเวลาในการขนส่ง ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการขนส่ง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.1.1

**ภาพประกอบที่ 2.1.1:** ภาพตัวอย่างการขนส่งโดยการใช้ท่อลม [2.1]

### 2.1.2 ระบบรางสำหรับการขนส่ง

ใช้กับของที่มีน้ำหนักได้จำนวนหนึ่ง ส่วนใหญ่นำมาใช้ในการจัดส่งเอกสารตามโรงพยาบาล สามารถใช้ในการขนถ่ายสิ่งของที่มีขนาดใหญ่กว่าการขนถ่ายด้วยระบบท่อ ข้อเสียของระบบนี้ คือ การวางแผนทางด้านโครงสร้างโดยรวมให้รัดกุมและรอบคอบ เพราะระบบราง จะต้องติดตั้งเข้ากับโครงสร้างของอาคาร ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.1.2

**ภาพประกอบที่ 2.1.2:** ตัวอย่างระบบรางที่ใช้ในโรงพยาบาล [2.2]

### 2.1.3 **ระบบยานนำวิถีอัตโนมัติ** (AGV) **ที่ใช้ในการขนส่ง**

ระบบนี้เป็นระบบที่ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งในโรงพยาบาลได้มากขึ้น สามารถขนส่งวัสดุที่มีน้ำหนักมากได้ และมีความยืดหยุ่นในการใช้งานได้มากกว่าระบบข้างต้นที่กล่าวมา ระบบนี้ได้มีการพัฒนามาเป็นลำดับจนถึงปัจจุบัน

ในโครงการนี้มีการพัฒนาระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติให้มีความเหมาะสมในการใช้งานในโรงพยาบาล จึงได้ทำการวิเคราะห์เบื้องต้นถึงความได้เปรียบของการพัฒนาระบบที่จะเกิดขึ้นดังตารางด้านล่าง

**ตารางที่** 2.1.1 เปรียบเทียบระบบการทำงานระหว่างใช้ยานนำวิถีอัตโนมัติและใช้คน

| **ข้อเปรียบเทียบ** | **ยานนำวิถีอัตโนมัติ** (AGV) | **การใช้คน** |
|---|---|---|
| 1. ต้นทุนจากแรงงาน | ไม่มี | มี |
| 2. เวลาในการทำงาน | ทำได้ตลอดไม่มีวันหยุด | มีวันหยุด |
| 3. ผลจากความล้าในการทำงาน | ไม่มีนอกจากแบตเตอรี่หมด | ขึ้นอยู่กับสภาพร่างกาย |
| 4. ความแม่นยำในการทำงาน | ขึ้นอยู่กับการออกแบบ | ขึ้นอยู่กับทักษะ |
| 5. ความถูกต้องในการทำงาน | ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของโปรแกรม | ขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ |
| 6. การตรงต่อเวลา | ตามเวลาที่ตั้งไว้ | ไม่สามารถคาดเดาได้ |
| 7. ความยืดหยุ่นในการทำงาน | น้อย | สูง |
| 8. ความจุในการขนส่ง | ตามการออกแบบ | ตามสภาพร่างกาย |

ดังตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างสูงไม่มีข้อจำกัดทางด้านการทำงาน สามารถทำงานได้ตามกรอบที่ออกแบบไว้ ไม่มีผลจากความเมื่อยล้า และความเจ็บป่วย หรือว่าสภาพจิตใจในการทำงาน สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ยานนำวิถีอัตโนมัติมาใช้ในงานที่มีการทำงานเป็นประจำซ้ำกันทุกวันและมีคาบเวลาในการทำงานเฉพาะเจาะจง สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้านการขนส่งในโรงพยาบาลได้

## 2.2 ภาพรวมและปัญหาของการขนส่งยาโดยย่อ

ปัจจุบันการลำเลียงยา เวชภัณฑ์และคนไข้ ภายในโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลขนาดใหญ่ เช่น การลำเลียงยาจากคลังยา ไปยังห้องจ่ายยาย่อย หรือ การลำเลียงจากห้องจ่ายยาย่อยไปยังหอผู้ป่วยต่างๆ ยังคงต้องพึ่งพาการทำงานโดยใช้ทรัพยากรมนุษย์เต็มร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะการทำงานดังกล่าวยังไม่ถือว่าเป็นการจัดการระบบเชิงโลจิสติกส์และวิศวกรรมอย่างถูกต้อง ทำให้โอกาสของความผิดพลาด ล่าช้า และการใช้ทรัพยากรอย่างไม่เหมาะสมยังคงเกิดขึ้นในระบบการจัดการของโรงพยาบาลและสถานพยาบาลหลักในประเทศ ทั้งนี้ยังส่งผลไปถึงปัญหาหลักของการดำเนินการ ให้บริการทางสาธารณสุขสู่มวลชนในระดับภาพรวมของประเทศอีกด้วย ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 1 แล้วนั้น ในหัวข้อนี้จะขอวิเคราะห์ปัญหาจากข้อศึกษาดังนี้

### 2.2.1 ต้นทุนจากแรงงาน

เนื่องจากขนาดของโรงพยาบาลมีผลต่อจำนวนการจ้างงานบุคลากรที่เข้ามาทำหน้าที่ในแต่ละส่วน ซึ่งรวมถึงบุคลากรที่ทำหน้าที่ดำเนินการจัดยา ขนส่งยาด้วย เช่นเดียวกัน ส่งผลให้ต้นทุนในการจ้างแรงงานมีมากขึ้นตามไปด้วย

### 2.2.2 เวลาในการทำงาน

การทำงานอันเนื่องมาจากมนุษย์ย่อมมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการทำงาน การดำเนินงานในส่วนของการจัดแจกยาจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่จำกัดเฉพาะช่วงเท่านั้น ซึ่งถ้าเป็นวันหยุดก็ไม่สามารถดำเนินการจ่ายยาได้ ดังนั้นจึงทำให้การจัดแจกยาไม่สามารถทำได้ตลอดเวลา

### 2.2.3 ผลจากความล้าในการทำงาน

สุขภาพร่างกาย จิตใจ จะส่งผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์ให้สามารถทำงานได้มากหรือน้อย ดีหรือไม่ดี หากมนุษย์มีสุขภาพที่แข็งแรง อันจะส่งผลให้ผลิตภาพในการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย ในทางตรงกันข้ามกำลังแรงงานที่อ่อนแอ นอกจากจะลดผลิตผลแล้ว ยังเป็นการเพิ่มต้นทุนให้กับการผลิตอีกด้วย กล่าวคือ ต้องเสียค่าใช้จ่าย ในการรักษาสุขภาพให้กับคนงานที่เจ็บป่วย

### 2.2.4 ความแม่นยำในการทำงาน

ความแม่นยำเกิดจากทักษะและความชำนาญเฉพาะด้านของตัวบุคคลซึ่งเกิดจากการฝึกฝนหรือได้กระทำบ่อยครั้งซึ่งบุคลากรส่วนนี้ยังมีจำนวนจำกัดเช่นเดียวกัน

### 2.2.5 ความถูกต้องในการทำงาน

ความผิดพลาดจากตัวบุคคลส่งผลเกิดขึ้นจากสาเหตุหลายประการ อันเนื่องมาจากผลกระทบจากความล้าดังที่กล่าวถึงในหัวข้อก่อนหน้านี้ ความประมาทในการทำงาน ขาดสติ ซึ่งทั้งหมดส่งผลให้ความถูกต้องในการทำงานลดลง

### 2.2.6 การตรงต่อเวลา

การทำงานโดยมนุษย์จะไม่สามารถคาดเดาหรือวัดความแน่นนอนได้ เพราะความแตกต่างทางด้านกระบวนการทำงานของแต่ละบุคคล

### 2.2.7 ความยืดหยุ่นในการทำงาน

การทำงานโดยมนุษย์จะมีความยืดหยุ่นสูงเนื่องจากมนุษย์สามารถที่จะให้เหตุผลต่อตนเองในการจะทำหรือไม่ทำงานนั้นๆ ได้ ซึ่งส่งผลให้เกิดการผลัดการทำงานได้อยู่ตลอดเวลา

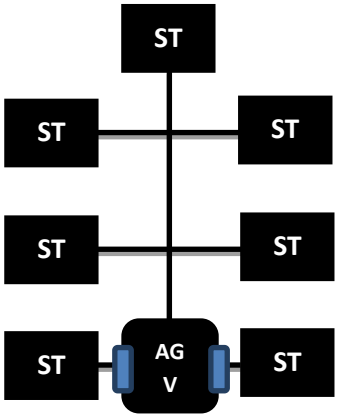
### 2.2.8 ความจุในการขนถ่าย

การขนส่งจะอาศัยกำลังหรือแรงของมนุษย์เป็นหลัก ซึ่งทำให้ความจุในการขนส่งจะขึ้นกับสภาพของตัวบุคคลเช่นเดียวกัน

## 2.3 ทฤษฎีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้อง

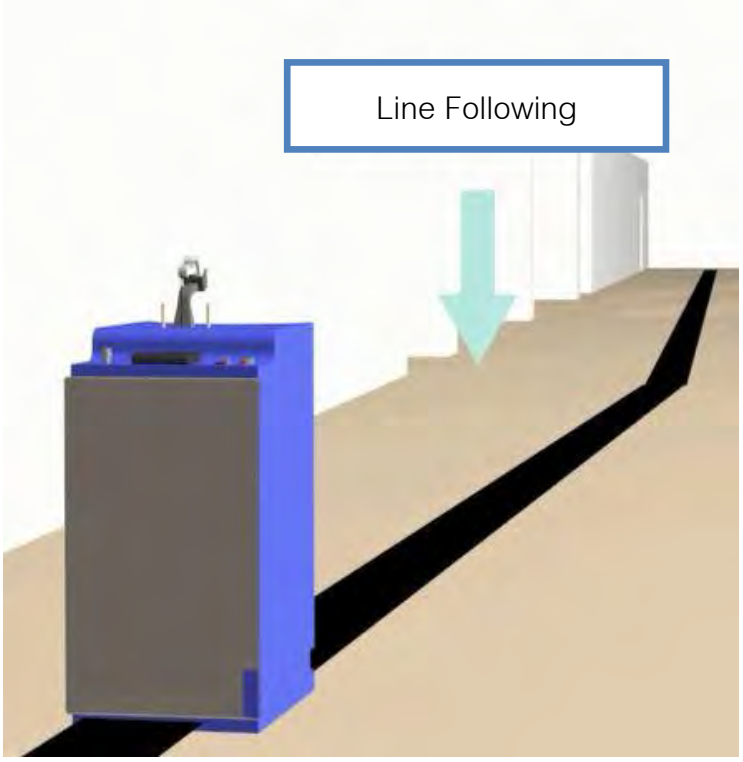
### 2.3.1 การเคลื่อนที่ตามเส้น (Line Tracking System)

ในหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิธีอัตโนมัติ (AGV) ก็จะติดตัวรับรู้ที่ใช้ในการติดตามเส้นโดยเส้นที่ทำการวางตำแหน่งไว้แล้วอาจจะเป็นเส้นสีดำหรือเส้นสีขาวซึ่งเส้นเหล่านี้จะใช้เป็นหลักเกณฑ์เพื่อใช้ในการนำทางของหุ่นยนต์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.3.1




**ภาพประกอบที่ 2.3.1**: แสดงภาพตัวอย่างการทำงานของยานนำวิถีอัตโนมัติในระบบเคลื่อนที่ตามเส้น

ในส่วนของการเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่ไปยังเส้นนำทางประเภทต่างๆเช่น เส้นแทบสี เส้นแทบแม่เหล็ก เป็นต้น การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ถูกแบ่งออกเป็นสามแบบคือการเคลื่อนที่แบบจุดต่อจุด การเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่สร้างขึ้นเองโดยหุ่นยนต์ การเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ถูกกำหนดขึ้นไว้ โดยการเคลื่อนที่แบบจุดต่อจุด คือการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่งโดยที่ไม่สนใจเส้นทาง ความเร็ว หรือลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เลย การเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่สร้างขึ้นโดยหุ่นยนต์เอง คือการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยเส้นทางการเคลื่อนที่นั้นเกิดจากการนำเอาข้อมูลสภาพแวดล้อมรอบๆ ตัวหุ่นยนต์ ไม่ว่าจะมาจากแผนที่ซึ่งบันทึกไว้ในระบบเครือข่ายกลาง หรือ จากการเก็บข้อมูลโดยใช้ตัวรับรู้ทางแสงที่มีความยาวคลื่นต่ำ มาทำการประมวลผล และตัดสินใจเลือกเส้นทางที่เหมะสมที่สุด และสุดท้ายการเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้ คือการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยใช้เส้นทางที่ถูกกำหนดไว้แล้วก่อนหน้า ซึ่งในส่วนของโครงการฯ นี้ ทางคณะวิจัยได้เลือกใช้วิธีการเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 2.3.2

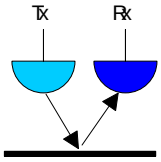



**ภาพประกอบที่ 2.3.2**: การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปตามเส้นทางที่ได้กำหนดไว้

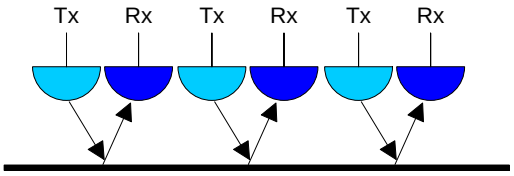
**2.3.1.1** ระบบนำทางหุ่นยนต์โดยใช้แถบสี

ระบบนำทางหุ่นยนต์โดยใช้แถบเส้นสีเป็นตัวนำทางมีหลายระบบในการตรวจจับ เช่น ระบบใช้กล้องนำทางโดยกล้องจะทำการถอดรหัสสัญญาณจากรูปภาพเพื่อใช้ในการหาตำแหน่ง ขนาด

ความเอียง ของเส้นเทียบกับตำแหน่งของหุ่นยนต์หลังจากนั้นจะนำข้อมูลสัญญาณภาพที่ถอดรหัสแล้วส่งต่อไปเข้ากับระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามแถบเส้นที่ถูกกำหนดเอาไว้แล้ว หรือใช้ชุดตัวรับรู้อินฟราเรดแบบช่องตาราง (array) เพื่อใช้การการตรวจจับเส้น โดยอาศัยหลักการสะท้อนกลับของคลื่นที่ส่งไปและสะท้อนกลับมาเพื่อนำค่าความสะท้อนที่อ่านได้นำมาประมวลผล และเพื่อความละเอียดในการตรวจจับที่สูงขึ้นก็จะทำการเพิ่มจำนวนของรับ-ส่ง ทั้งนี้ความละเอียดที่ได้ยังขึ้นกับระยะห่างที่ติดตั้งระหว่างเซนเซอร์ด้วย และทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการสะท้อนของวัตถุอีกด้วย นิยมใช้มากในงานหุ่นยนต์ที่ต้องการนำทางด้วยระบบแถบเส้น ราคาที่ใช้ในระบบนำทางชนิดนี้ราคาไม่สูงมาก




**ภาพประกอบที่** 2.3.3: ภาพจำลองการรับส่งโดยอาศัยการสะท้อนของตัวรับรู้อินฟราเรด

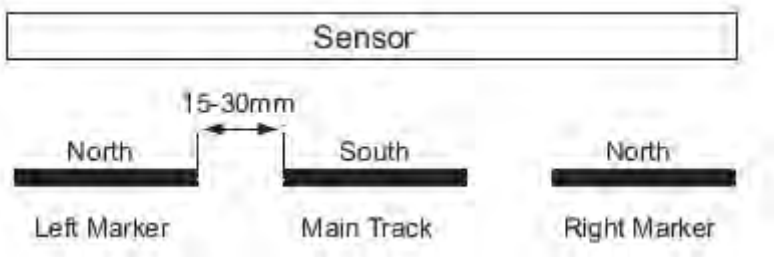



**ภาพประกอบที่** 2.3.4: ภาพจำลองการรับส่งโดยอาศัยการสะท้อนของตัวรับรู้อินฟราเรดแบบช่องตาราง

**2.3.1.2** การใช้แถบแม่เหล็กในการนำทางหุ่นยนต์

โดยหุ่นยนต์จะทำการอ่านค่าสนามแม่เหล็กจากอุปกรณ์ตรวจวัดสนามแม่เหล็กที่วางเรียงตัวกันของอุปกรณ์อ่านค่าสนามแม่เหล็กของแถบเส้นแม่เหล็กเพื่อใช้ในการนำทาง ระบบนี้จะมีความยืดหยุ่นค่อนข้างสูงทำให้แสงจากสภาพแวดล้อมรอบข้างไม่มีผลต่อระบบของการตรวจวัดและยังสามารถทำงานในที่ที่มีฝุ่นหรือสภาพแวดล้อมที่รบกวนระบบเกินกว่าปกติได้ดี แต่ระบบการนำทางแบบนี้มีราคาค่อนข้างสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์รับรู้อินฟราเรดและกล้องนำทาง

**ภาพประกอบที่** 2.3.5: แสดงขั้วแม่เหล็กของแถบแม่เหล็กชนิดเทป




**ภาพประกอบที่ 2.3.6**: การติดตั้งแถบแม่เหล็กชนิดเทปที่ใช้ในการนำทางหุ่นยนต์

สำหรับการเคลื่อนที่ตามเส้นของหุ่นยนต์ฯ จะใช้ตัวรับรู้อินฟราเรดร่วมกับการใช้รหัสข้อมูลเชิงภาพ เพื่อตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ฯ โดยอาศัยความสามารถในการดูดกลืนแสงของแถบเส้น (สีดำ) ที่แตกต่างกับพื้นอาคาร (สีขาว) ในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ฯ สำหรับการเคลื่อนที่ในเส้นโค้ง หุ่นยนต์ฯ จะถูกกำหนดให้ปรับรูปแบบการเคลื่อนที่ให้เหมาะสม คือ หุ่นยนต์ฯ จะปรับความเร็วในการหมุนของล้อในแต่ละข้างให้ไม่เท่ากัน เพื่อคงเสถียรภาพในการเข้าโค้ง ซึ่งรัศมีความโค้งที่ไม่เท่ากันก็ต้องใช้ความเร็วในการเข้าโค้งที่แตกต่างกันด้วย ดังสังเกตได้จากสมการ 2.3.1 และ 2.3.2

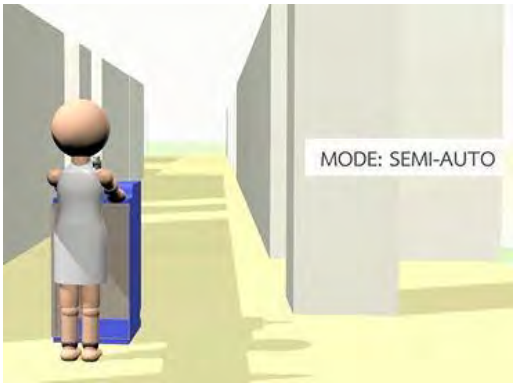
$$c(s) = \frac{d\theta_t}{ds}$$

**สมการที่ 2.3.1: สมการประมาณระยะทางเชิงมุม**

$$\alpha_f = \frac{mv^2 l_r}{rc_{\alpha_f} l}$$

**สมการที่ 2.3.2: สมการประมาณความเร่งเชิงมุม**

นอกจากการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งอย่างอัตโนมัติแล้ว หุ่นยนต์ฯ ยังมีระบบการเคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ คือการเคลื่อนที่ตามคำสั่งของผู้ใช้งาน ผ่านทางส่วนติดต่อประสานงาน เพื่อการใช้งานที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.3.7



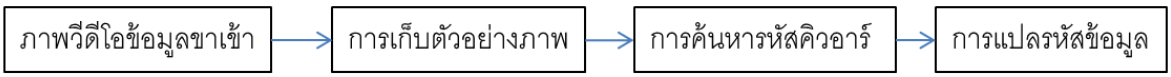

**ภาพประกอบที่ 2.3.7**: การควบคุมหุ่นยนต์ฯ ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ

### 2.3.2 เทคนิคการเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวาง

สำหรับการคำนวณแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือนั้นใช้ข้อมูลขาเข้าเป็นระยะที่อ่านได้จากอุปกรณ์วัดระยะห่างแบบเลเซอร์ โดยข้อมูลที่อ่านได้จะถูกนำมาแบ่งเป็นช่วงองศาทั้งหมดสิบช่วงเพื่อใช้เป็นตัวแทนของแนวการค้นหาทั้งหมดของอุปกรณ์และเพื่อลดปริมาณข้อมูล เวลาในการคำนวณของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ข้อมูลในแต่ละช่วงจะถูกทำการกรองเพื่อกำจัดข้อมูลที่อาจผิดพลาดและสิ่งรบกวนจากการทำงานของอุปกรณ์ หลังจากนั้นนำชุดข้อมูลที่กรองแล้วมาใช้เป็นข้อมูลขาเข้าสำหรับฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตของตรรกศาสตร์คลุมเครือโดยค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตจะถูกกำหนดด้วยช่วงของระยะทางของอุปกรณ์ในแต่ละช่วง ค่าที่ผ่านการคำนวณจากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแล้วจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าจุดทศนิยมตั้งแต่ 0-1 และจะถูกส่งต่อเพื่อเป็นข้อมูลขาเข้าไปยังระบบกฎเกณฑ์ โดยการออกแบบระบบกฎเกณฑ์เพื่อการหลบหลีกสิ่งกีดขวางนั้นจะใช้หลักการพื้นฐานคือ เมื่อหุ่นยนต์สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้และเริ่มเคลื่อนที่เข้าใกล้สิ่งกีดขวาง หุ่นยนต์จะทำการลดความเร็วและเบนตัวออกห่างสิ่งกีดขวางนั้น โดยระยะทำการตรวจจับของหุ่นยนต์จะมีระยะไกลที่สุดคือ 3 เมตรเพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อสิ่งกีดขวางได้ล่วงหน้า และเลือกเส้นทางที่มีการเคลื่อนที่น้อยที่สุดเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง โดยข้อมูลที่ออกจากระบบกฎเกณฑ์นั้นจะเป็นค่าองศาของล้ออิสระสี่ล้อและความเร็วของแต่ละล้อ ซึ่งค่าเหล่านี้จะถูกคำนวณอยู่ตลอดเวลาตามสภาพแวดล้อมและจะถูกส่งต่อไปยังระบบควบคุมของหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมได้อย่างทันท่วงที

### 2.3.3 การตรวจสอบรหัสข้อมูลเชิงภาพ (QR CODE)

สำหรับการตรวจจับรหัสข้อมูลเชิงภาพนั้น เนื่องจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัตินั้นมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาในการทำภารกิจ ดังนั้นในการตรวจจับรหัสข้อมูลเชิงภาพจึงมีความจำเป็นต้องป้อนข้อมูลเป็นลักษณะวีดีโอเพื่อใช้ในการประมวลผลภาพ โดยจะมีขั้นตอนในการทำการตรวจจับรหัสข้อมูลเชิงภาพ ดังภาพประกอบที่ 2.3.8




**ภาพประกอบที่ 2.3.8**: แสดงขั้นตอนการตรวจจับรหัสข้อมูลเชิงภาพ
เพื่อใช้ในการบอกรายละเอียดของสถานที่

สำหรับขั้นตอนแรกในการทำกระบวนทางภาพเพื่อใช้ในการแปลรหัสข้อมูลเชิงภาพที่ติดอยู่ตามห้องต่างๆ นั้น เริ่มต้นจากนำภาพข้อมูลมาทำการ ปรับสภาพภาพข้อมูลให้มีความเหมาะสมก่อนการนำไปคิดคำนวณ เช่น การลดสิ่งรบกวนที่เกิดขึ้นจากกล้อง การปรับสภาพแสงให้เหมาะสม จากนั้นจะทำการค้นรหัสข้อมูลเชิงภาพในภาพ โดยลักษณะพิเศษที่จะสามารถถูกตรวจจับได้จากรหัสข้อมูลเชิงภาพคือจุดสาม

จุดใหญ่บนรหัส ซึ่งจะใช้เป็นจุดสังเกตในการตั้งทิศการอ่านรหัสต่างๆ จากนั้นทำการแปลงข้อมูลในภาพรหัสข้อมูลเชิงภาพให้เป็นข้อมูลเชิงตัวอักษรด้วยรูปแบบการแปลรหัสข้อมูลแบบข้อมูลเชิงภาพ

## 2.4 บทสรุปย่อย

ระบบโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลมีความสำคัญในเรื่องการควบคุมการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในโรงพยาบาลให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยการประยุกต์ใช้สิ่งต่างๆ เพื่อทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยในโครงการย่อยที่นำเสนอนี้จะพูดถึงการนำประโยชน์จากการใช้หุ่นยนต์มาเพิ่มประสิทธิภาพในการไหลของระบบโลจิสติกส์ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของ ความรวดเร็ว ความแม่นยำ รวมไปถึงการทำงานที่ซ้ำๆ เป็นประจำ ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง ความผิดพลาดในการขนส่ง จำนวนของบุคลากรที่ใช้ในการขนส่ง และทำให้เกิดการทำงานได้ตลอดเวลาซึ่งแตกต่างจากมนุษย์

ในระบบขนส่งโดยทั่วไปในโรงพยาบาลมีหลายประเภท ดังที่ได้ยกตัวอย่างระบบต่างๆ ในข้างต้น จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น รูปแบบของการขนส่งในโรงพยาบาลที่มีความเหมาะสมในงานโลจิสติกส์ในปัจจุบัน คือระบบยานนำวิถีอัตโนมัติ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกับการทำงานโดยใช้มนุษย์แล้ว จะเห็นได้ว่าสามารถลดต้นทุนจากการจ้างแรงงาน สามารถทำงานได้ตลอดเวลา ไม่มีการหยุดพักงานเนื่องจากความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ความแม่นยำในการส่งของเพื่อลดข้อผิดพลาด สามารถทำงานได้ตรงเวลาเนื่องจากสามารถคาดคะเนเวลาที่ใช้ในการทำงานได้โดยตรง และความจุในการขนส่งขึ้นกับโครงสร้างที่ออกแบบไว้ อีกส่วนหนึ่งที่ต้องพิจารณาคือการเปรียบเทียบกับระบบอื่น เช่น ระบบท่อลม และระบบราง การใช้ระบบยานนำวิถีอัตโนมัติ สามารถขนส่งวัตถุดิบได้ขนาดใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบท่อลม และสามารถเคลื่อนที่อย่างมีอิสระมากขึ้น สามารถกำหนดเป้าหมายได้มากขึ้นโดยไม่ต้องอิงโครงสร้างอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับระบบขนส่งแบบราง

สำหรับปัญหาของการขนส่งที่จะต้องคำนึงถึงและเพิ่มศักยภาพให้กับการทำงานในระบบประกอบไปด้วย ต้นทุนจากแรงงาน เวลาที่ใช้ในการทำงาน ผลจากความล้าที่เกิดขึ้นระหว่างทำงาน ความแม่นยำในการทำงาน ความถูกต้องแม่นยำในการทำงาน ความสามารถในการควบคุมเวลา ความยืดหยุ่น และความจุในการขนถ่าย โดยภาพรวมปัญหาเหล่านี้สามารถเพิ่มหรือแก้ได้ด้วยการนำยานนำวิถีแบบอัตโนมัติมาเป็นส่วนเสริมการทำงานได้

ทั้งนี้ส่วนของการพัฒนาหุ่นยนต์มีการใช้หลักการเบื้องต้นสำหรับทำให้การทำงานเป็นไปตามเป้าหมาย อาทิเช่น ระบบการเคลื่อนที่ตามเส้น ซึ่งระบบนี้ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่ต้องการได้ โดยสามารถผนวกทำให้เกิดความหลากหลายของเส้นทางตามทางแยกด้วยการเพิ่มรหัสข้อมูลเชิงภาพ ( QR Code ) ทั้งนี้เพื่อให้มีความปลอดภัยในการทำงานจึงต้องมีระบบหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่อาจเกิดขึ้นใน

สถานการณ์จริง เช่น มนุษย์ โดยอาศัยหลักการหลบหลีกโดยใช้ตัววัดระยะแบบเลเซอร์ประกอบกับขั้นตอนวิธีการคิดแบบตรรกะครุมเครือซึ่งเป็นระบบปัญญาประดิษฐ์ ทั้งนี้ยังมีการทำงานระบบขับเคลื่อนแบบสองล้ออิสระซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเคลื่อนที่แบบตามเส้น

## 2.5 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย

[1] http://www.aerocom-usa.com

[2] Arch. Jacques roos, wolfgang siewert, “logistique et systèmes d’information Bloc thématique Mardi”, 6 September 2005; 10:10

# บทที่ 3
# การศึกษาและวิเคราะห์สถานพยาบาล

## 3.1 ภาพรวมตัวอย่างสถานพยาบาลกรณีศึกษา ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ในการศึกษาระบบระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมเพื่องานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาล โดยมีโรงพยาบาลของภาครัฐและเอกชน จำนวนทั้งสิ้น 1,299 แห่ง ในประเทศไทยแบ่งตามสถานภาพโรงพยาบาลรัฐบาล 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

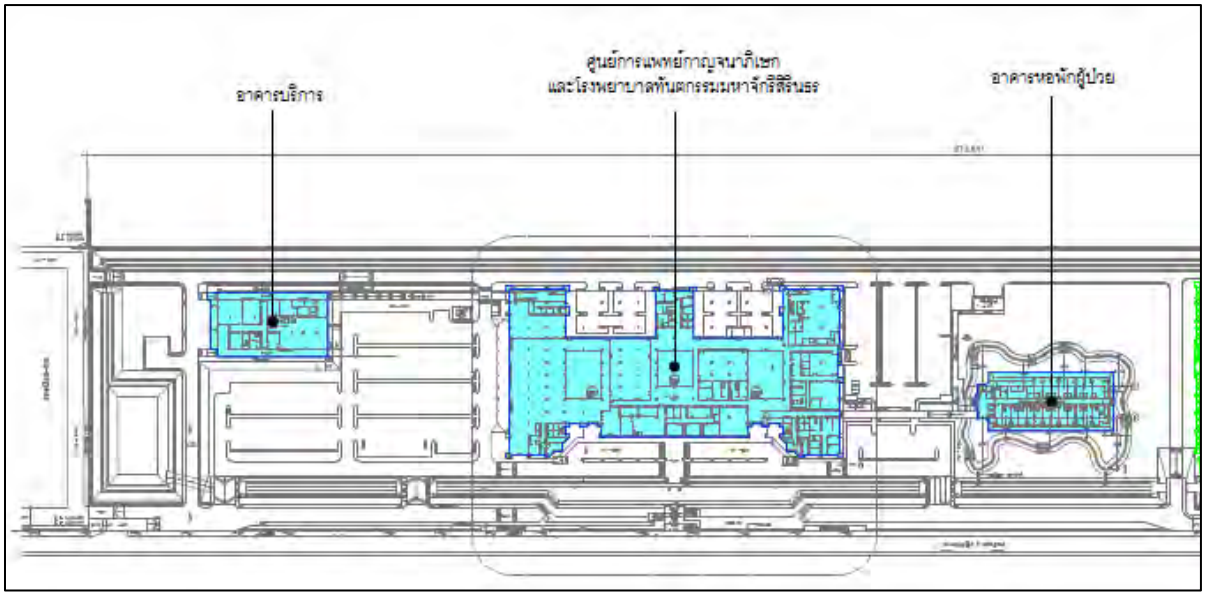
ในภาพประกอบที่ 3.1.1 จะเห็นได้ว่าศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกประกอบด้วยอาคารหลัก 3 ส่วนคือ (แสดงด้วยพื้นที่สีฟ้า)

(1). ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกและโรงพยาบาลทันตกรรม

(2). อาคารหอพักผู้ป่วย

(3). อาคารบริการ

โดยศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกและโรงพยาบาลทันตกรรมเป็นอาคารที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ตั้งอยู่ตรงกลางสุดของแผนผัง อาคารหอพักผู้ป่วย (IPD) จะอยู่ทางด้านขวาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก และอาคารบริการจะเป็นอาคารขนาดเล็กตั้งอยู่ทางซ้ายของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก




**ภาพประกอบที่** 3.1.1: ผังอาคารโดยรวมของศูนย์การแพทย์

อาคารศูนย์การแพทย์กาญนาภิเษกและทันตกรรมจะมีจำนวนชั้นทั้งหมด 4 ชั้น ส่วนชั้นบนสุดจะเป็นชั้นดาดฟ้าของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยแต่ละชั้นจะประกอบไปด้วยแผนกต่างๆที่สำคัญ ดังนี้

ชั้น 1 ประกอบด้วย แผนกเภสัชกรรมคลังยา ห้องประชุมใหญ่ ศูนย์อาหาร และคลินิกฟื้นฟูวิถีชีวิตสู่สังคม

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

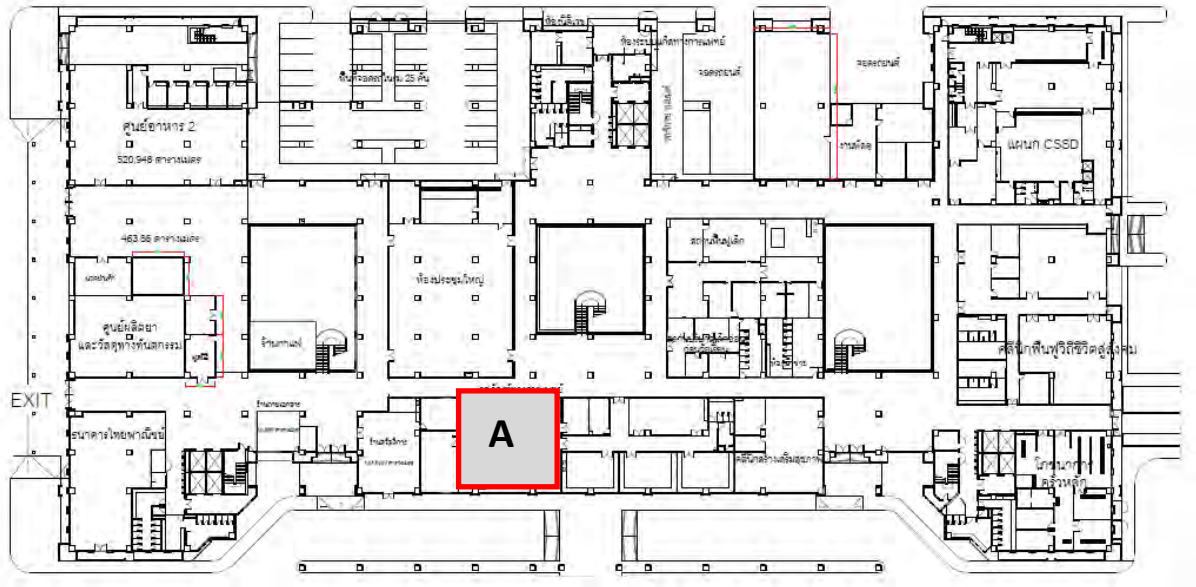
ชั้น 3 ประกอบด้วย ห้องผ่าตัด แผนกผู้ป่วยนอก 3 คลินิกเวชศาสตร์ช่องปากและปริทันตวิทยา คลินิกทันตกรรมศัลยกรรม และคลินิกทันตกรรมจัดฟัน

ชั้น 4 ประกอบด้วย แผนกแพทย์ทางเลือก งานเวชสารสนเทศ สำนักงานโรงพยาบาลทันตกรรม และสำนักงานผู้บริหาร

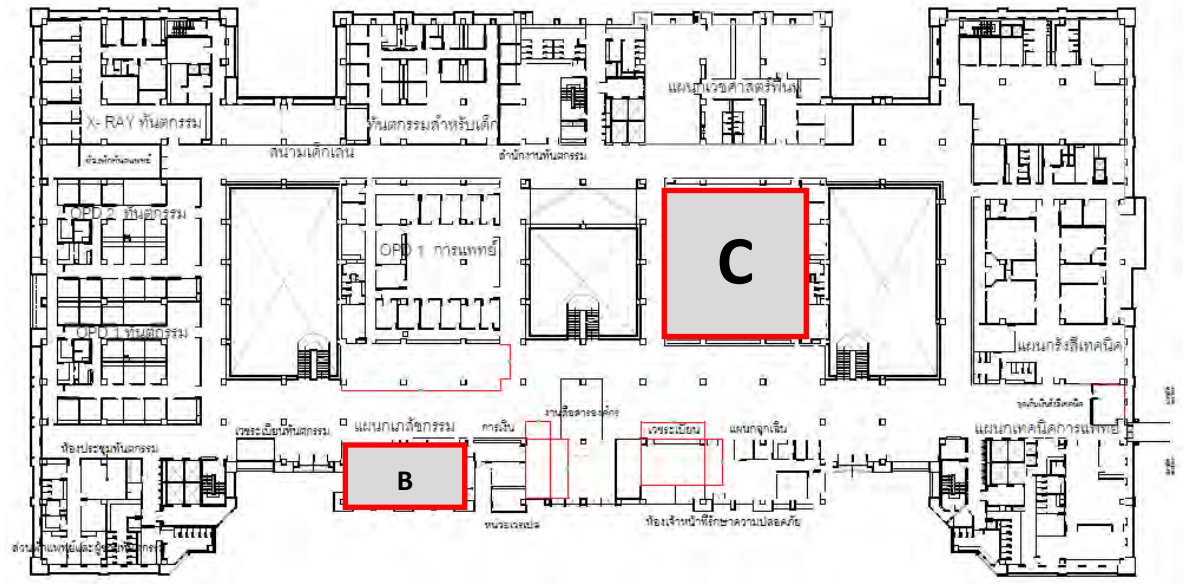
สำหรับห้องที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบงานโครงการวิจัยการพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบเพื่อคัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์นั้น คือแผนกเภสัชกรรมคลังยา ซึ่งเป็นห้องคลังยา โดยตั้งอยู่ที่ชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ภาพประกอบที่ 3.2.1 แสดงแผนผังอาคารชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยพื้นที่ A คือแผนกเภสัชกรรมคลังยา

ส่วนโครงการวิจัยพัฒนาระบบขนส่งยาโดยการใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภท ยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อการนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ของโรงพยาบาล ซึ่งได้แก่แผนกเภสัชกรรม แผนกผู้ป่วยใน 2 (OPD 2) และแผนกผู้ป่วยนอก (IPD) นั้น โดยห้องต่างๆเหล่านี้ได้จัดตั้งอยู่ที่ชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ภาพประกอบที่ 3.1.3 แสดงแผนผังอาคารชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยพื้นที่ B คือแผนกเภสัชกรรม และพื้นที่ C คือแผนกผู้ป่วยใน 2 (OPD 2)




**ภาพประกอบที่** 3.1.2: ผังอาคารชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก




**ภาพประกอบที่** 3.1.3: ผังอาคารชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ภาพประกอบ 3.1.4 แสดงพื้นที่ภายในอาคารของศูนย์การการแพทย์กาญนาภิเษก และทันตกรรม โดยจากการลงพื้นที่ภายในอาคารพบว่าพื้นที่ภายในมีขนาดกว้างขวางเหมาะสมสำหรับการศึกษาวิจัยทางด้านการใช้หุ่นยนต์ในเชิงโลจิสติกส์

**ภาพประกอบที่** 3.1.4: ภายในอาคารของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

### 3.1.2 จำนวนและหน้าที่บุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนกเภสัชกรรมคลังยา

จากการสำรวจและสอบถามบุคคลากรภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกพบว่า จำนวนบุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนกเภสัชกรรมคลังยามีจำนวนทั้งสิ้น 5 คน ประกอบด้วย

(1) เภสัชกร จำนวน 2 คน ซึ่งประกอบด้วยหัวหน้าเภสัชกร จำนวน 1 คน และเภสัชกร จำนวน 1 คน

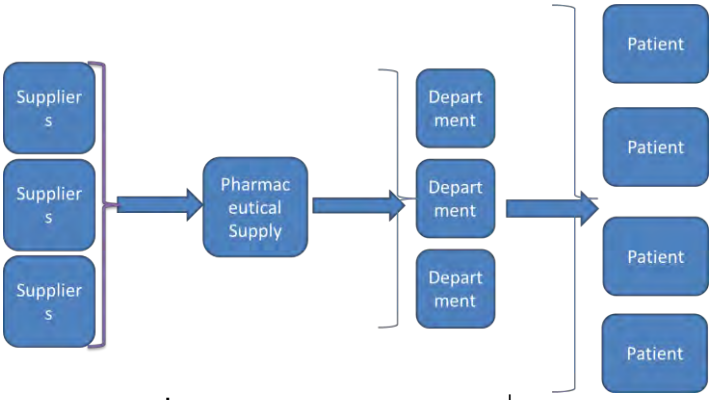
(2) เจ้าหน้าที่ประจำคลังยา จำนวน 3 คน ซึ่งมีวุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยมีหน้าที่หลักคือทำการรวบรวม วิเคราะห์และจัดแยกยา

## 3.2 โลจิสติกส์ยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

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

### 3.2.1 ภาพรวมของระบบการขนส่งยาในศูนย์การแพทย์

ยาหรือเวชภัณฑ์ภายในสถานพยาบาลต่างๆ รวมถึงที่ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกซึ่งเป็นสถานพยาบาลกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนั้น ตัวยาจะถูกจำแนกและแจกจ่ายไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ ซึ่งภาพประกอบด้านล่างได้แสดงให้เห็นถึงการขนส่งของยาโดยทั่วไป




**ภาพประกอบที่** 3.2.1: การขนส่งของยาโดยทั่วไปในโรงพยาบาล

ภาพประกอบที่ 3.1.2 แสดงการขนส่งของยาจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค โดยยาจะถูกนำมาเก็บที่คลังยาก่อนที่จะมีการเบิกจ่ายให้กับแผนกต่างๆในโรงพยาบาล หากแผนกต่างๆในศูนย์การแพทย์ มีความต้องการเบิกจ่ายยา ทางแผนกจะทำการขอเบิกยามายังคลังยา จากนั้นคลังยาก็จะตรวจเช็คและนำยาแจกจ่ายไปยังแผนก ตามชนิดและจำนวนจากใบสั่งยาที่ได้รับการรับรองจากเภสัชกรที่แผนกนั้นๆ จากนั้นยาจะถูกแจกจ่ายจากแผนกดังกล่าวให้แก่ผู้ป่วย โดยการสั่งยาจากแผนกต่างๆ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1). เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำห้องคลังยา รับเอกสารการให้สั่งยาจากแผนกต่างๆของโรงพยาบาล โดยที่เจ้าหน้าที่ประจำแผนกทุกแผนกจะต้องเดินทางมาส่งเอกสารที่ห้องคลังยา

(2). เจ้าหน้าที่ รวบรวมรายการยาทั้งหมดของแต่ละวัน เพื่อส่งให้กับหัวหน้าฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำห้องคลังยา ซึ่งจะมีอำนาจอนุมัติการจัดจ่ายยา

(3). เจ้าหน้าที่จัดและแยกยา ตามใบสั่งยาของแต่ละแผนก

(4). เจ้าหน้าที่ทำการบันทึกรายการและจำนวนยาที่ถูกนำออก

(5). นำยาที่จัดไว้มารอที่ไว้จุดนำยาออกเพื่อรอเจ้าหน้าที่ประจำแผนกมารับยาออก

(6). เจ้าหน้าที่ประจำแต่ละแผนกฯ มารับยาจากห้องคลังยา

(7). มีการลงข้อมูลทั้งหมดไว้ที่คอมพิวเตอร์ เพื่อทำการปรับข้อมูลสถานะของยาและข้อมูลต่างๆภายในระบบ

### 3.2.2 ระบบการสั่งยาจากผู้แทนยาเพื่อเข้าคลังยา

เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมจำนวน 3 คนที่ประจำห้องคลังยา จะเป็นผู้สำรวจ และติดตามปริมาณยาในคลังยาอย่างต่อเนื่อง ด้วยระบบการเช็คจำนวนและนับชิ้นของยาทั้งหมดที่มีในคลังยา จากนั้นเจ้าหน้าที่จะรายงานให้หัวหน้าฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำห้องคลังยาทราบเพื่อทำการออกใบสั่งซื้อยาจากผู้แทนจำหน่ายยา การสั่งซื้อยาตามปริมาณที่เห็นสมควร โดยอ้างอิงอยู่บนพื้นฐานของหลักสถิติการใช้ยา

ย้อนหลังเวลา 3-5เดือน เมื่อยาถูกส่งมายังคลังยาตามเวลาที่กำหนด เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำห้องคลังยาจะทำการตรวจสภาพ และจัดเก็บยาตามความสำคัญ ลักษณะ และข้อจำกัดต่างๆของยา

หมายเหตุ แผนกต่างๆของโรงพยาบาล หมายถึง ฝ่ายเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก, แผนกสูตินารีเวช, แผนกศัลยกรรมฟื้นฟู เป็นต้น

### 3.2.3 **ระบบการคัดแยกและแจกจ่ายยาในห้องคลังยา**

เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมจะเป็นผู้คัดแยกยาเป็นกลุ่มยาประเภทต่างๆ ได้แก่ ยาประเภทฉีด ยาเม็ด และยาน้ำ เป็นต้น เพื่อความสะดวกในการแบ่งแยก การหยิบใช้ และการเรียกค้นหา ยาแต่ละกลุ่มจะทำการจัดแยกไว้ที่ชั้นเก็บยาเรียงตามตัวอักษร มีการจัดเรียงเพื่อให้สามารถหยิบยาที่ได้รับมาก่อนหน้าออกก่อนได้ และทำการจัดเรียงใหม่ทุกครั้งเมื่อทำการเรียงยาขึ้นชั้นเก็บยา

### 3.2.4 **ระบบการส่งยาจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่าง ๆ ในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก**

ในกรณีที่แผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 10 แผนกต้องการสั่งยา เจ้าหน้าที่ประจำแผนกต่างๆจะต้องนำใบรายการยามาส่งยังห้องคลังยาในทุกวันศุกร์ ก่อนเวลา 12.00 น. จากนั้นจะต้องทำการเซ็นต์ชื่อเพื่อยืนยันตัวเอง และยืนยันว่าเป็นเจ้าหน้าที่ประจำแผนกใด นอกจากนี้ข้อมูลการสั่งยาจะต้องถูกจัดส่งในรูปแบบของไฟล์อิเล็กทรอนิกส์มายังห้องคลังยาอีกด้วย หลังจากนั้นเจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัชกรรมที่ประจำคลังยาจะเป็นผู้รวบรวม วิเคราะห์ และจัดแยกข้อมูลยาทั้งหมดตามความต้องการของแผนกต่างๆ และนำยาเหล่านั้นมาจัดเรียงโดยแยกเป็นหมวดหมู่ตามความต้องการของแผนก เมื่อเสร็จขั้นตอนดังกล่าว หัวหน้าเภสัชกรรมที่ประจำคลังยาจะเป็นผู้ตรวจสอบและลงนามรับรองและรอเจ้าหน้าที่ประจำแผนกต่างๆมารับยาต่อไป

## 3.3 **การศึกษาและผลวิเคราะห์การส่งยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก**

การส่งยาภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก เริ่มต้นจากห้องคลังยาของแผนกเภสัชกรรมคลังยาที่ตั้งอยู่บริเวณชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์ โดยเมื่อเจ้าหน้าที่ที่ประจำห้องคลังยาทำการจัดยาเสร็จเรียบร้อยตามใบสั่งยาที่ได้รับจากแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ เจ้าหน้าที่ประจำแผนกนั้นๆจะเป็นผู้ไปรับยาจากคลังยา เพื่อนำไปแจกจ่ายยังผู้ป่วยประจำแผนกนั้นๆต่อไปตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าระยะทางจากคลังยาไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ ความถี่ในการขนส่งยา ปริมาณยาที่ขนส่งในแต่ละวัน รวมถึงจำนวนคนที่ใช้ในการขนส่งยาไปยังแผนกต่างๆล้วนมีผลต่อการขนส่งยาภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดย

### 3.3.1 ระยะทางจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

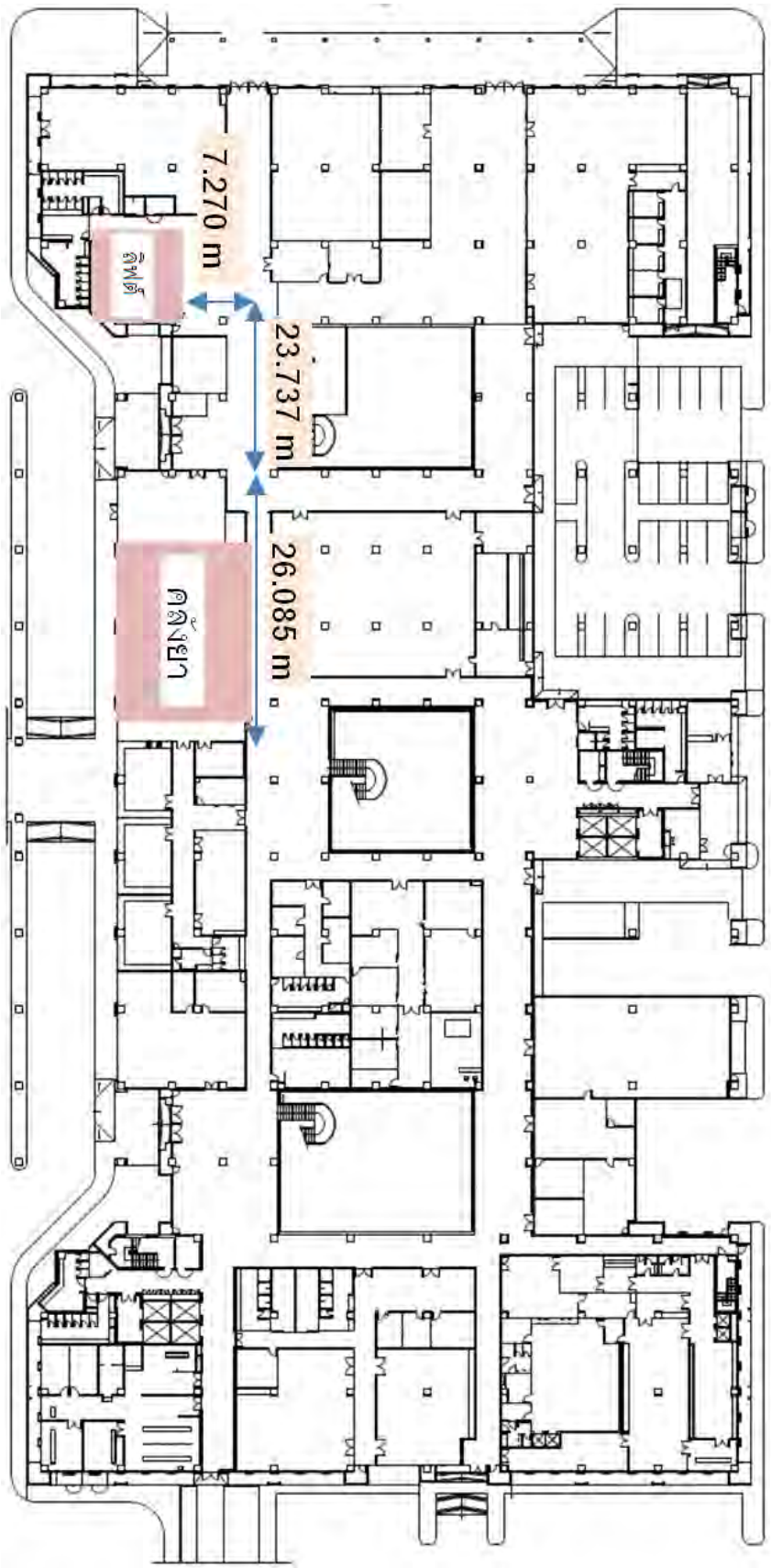
ห้องคลังยาหรือแผนกเภสัชกรรมคลังยา ตั้งอยู่บริเวณชั้น 1 ของศูนย์การแพทย์กาญนาภิเษก ส่วนแผนกส่วนใหญ่ที่ต้องการยาจากห้องคลังยาเพื่อแจกจ่ายไปยังผู้ป่วยของแผนกนั้นๆ เช่น แผนกผู้ป่วยนอก แผนกเภสัชกรรม หรือแผนกผู้ป่วยในนั้น ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่บริเวณชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์กาญนาภิเษก ดังนั้นหากมียาในคลังยาที่จะต้องแจกจ่ายและขนส่งไปยังแผนกนั้นๆ เจ้าหน้าที่ประจำแผนกจะต้องเดินขึ้นลงระหว่างชั้น 2 ซึ่งเป็นที่ตั้งของแผนกต่างๆ และชั้น 1 ซึ่งเป็นที่ตั้งของคลังยาเป็นระยะทางเฉลี่ยประมาณ 105 เมตร ซึ่งระยะทางต่างๆ สามารถแจกแจงได้ดังนี้

ระยะทางจากห้องคลังยา ไปยังลิฟต์ชั้น 1 มีระยะทางประมาณ 57 เมตร

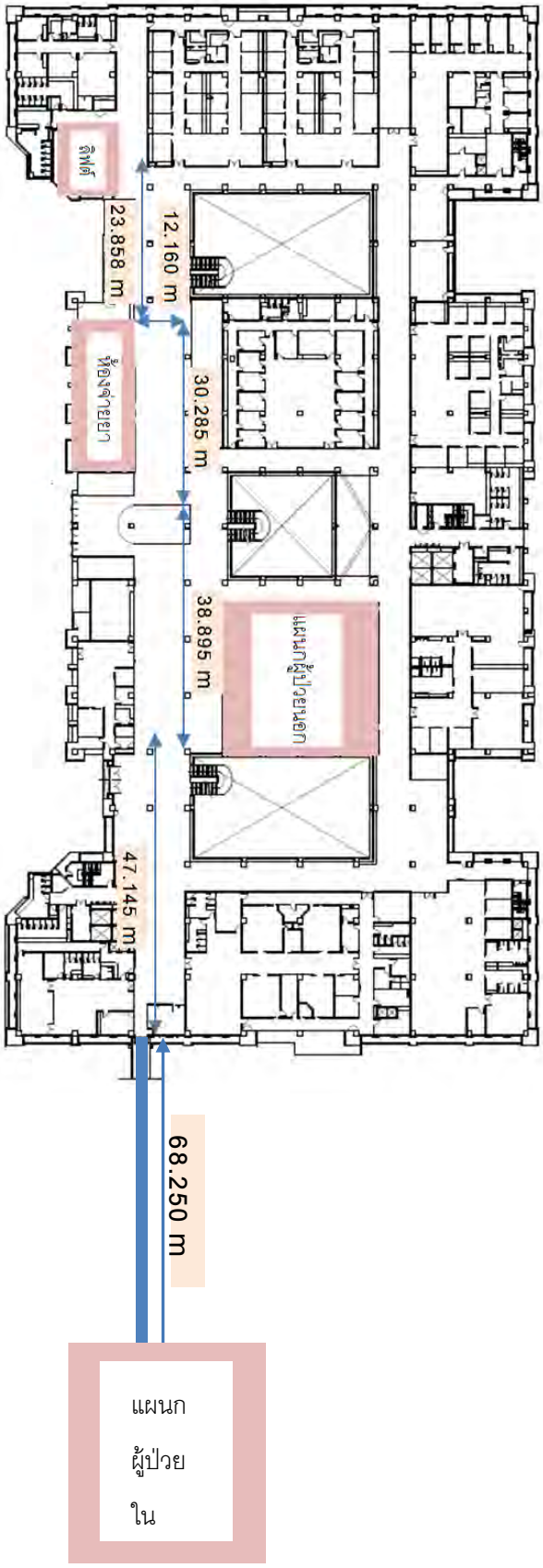
ระยะทางจากลิฟต์ ชั้น 2 ไปยังห้องจ่ายยา มีระยะทางประมาณ 24 เมตร

ระยะทางจากลิฟต์ ชั้น 2 ไปยังแผนกผู้ป่วยนอก มีระยะทางประมาณ 105 เมตร

ระยะทางจากลิฟต์ ชั้น 2 ไปยังแผนกผู้ป่วยใน มีระยะทางประมาณ 208 เมตร




**ภาพประกอบที่** 3.3.1: แสดงระยะทางและแผนผังของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ชั้น 1




**ภาพประกอบที่** 3.3.2: แสดงระยะทางและแผนผังของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ชั้น 2

จากการลงพื้นที่เพื่อทำการสำรวจเส้นทางต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกพบว่าเส้นทางค่อนข้างมีพื้นที่กว้างขวาง และสะดวกสำหรับการเดินไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.3.3

(ก) (ข)

(ค) (ง)

**ภาพประกอบที่** 3.3.3: แสดงเส้นทางต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าเจ้าหน้าที่ประจำแผนกจำเป็นต้องเดินเพื่อมารับยายังห้องคลังยาเป็นระยะทางที่ค่อนข้างมาก ทำให้เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากรบุคคลโดยใช่เหตุ ดังนั้นการนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV) มาประยุกต์ใช้เพื่อทำการขนส่งยาจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่างๆ แทนบุคคลากรจึงนับได้ว่าเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยลดระยะเวลา และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้มากยิ่งขึ้น

### 3.3.2 ความถี่ของการขนส่งยาไปยังไปยังแผนกต่าง ๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

ในแต่ละวันเจ้าหน้าที่ของแผนกต่างๆในศูนย์การแพทย์ จะต้องมายังห้องคลังยาเพื่อนำยากลับไปยังแผนกและแจกจ่ายให้แก่ผู้ป่วยต่อไป ซึ่งการเดินทางมายังคลังยานั้น ในบางครั้งเจ้าหน้าที่จะต้องเดินทางมากกว่า 1 รอบในแต่ละวัน ดังนั้นการใช้หุ่นยนต์มาช่วยในการขนส่งยาจึงเป็นการช่วยลดภาระการทำงานของเจ้าหน้าที่ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจ้างเจ้าหน้าที่ ซึ่งมีอัตราเงินเดือนเฉลี่ยประมาณ 9,130-11,220 บาทต่อเดือน โดยการออกแบบหุ่นยนต์นั้น ได้พิจารณาถึงจำนวนยาที่จะต้องส่งในแต่ละวัน รวมถึงจำนวนรอบในการขนส่งยา ซึ่งจากข้อมูลสถิติพบว่า อัตราการจ่ายยาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 855 หน่วยต่อวัน นอกจากนี้ แผนกผู้ป่วยใน (IPD)ของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกจำเป็นจะต้องทำการขนส่งเพื่อแจกจ่ายยาในทุกๆวัน ซึ่งในแต่ละวันจะต้องขนส่งยาจำนวนทั้งสิ้น 2 รอบ คือรอบเช้า และรอบเย็น ทั้งหมดนี้จึงเป็นสาเหตุในการวิเคราะห์และออกแบบหุ่นยนต์ให้มีช่องสำหรับใส่ยาจำนวนทั้งสิ้น 9 ช่อง โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ในแต่ละชั้นประกอบด้วย 3 ช่องสำหรับใส่ยาโดยแบ่งแยกตามแผนก คือ แผนกเภสัชกรรมหรือห้องจ่ายยา แผนกผู้ป่วยนอก และแผนกผู้ป่วยใน ตามลำดับ ซึ่งจะเพียงพอในการขนส่งยาไปยังแผนกดังกล่าว โดยหุ่นยนต์จะทำการขนส่งยาจำนวนทั้งสิ้นเฉลี่ย 3 รอบในแต่ละวัน

## 3.4 บทสรุปย่อย

ในบทนี้ได้กล่าวถึงภาพรวมตัวอย่างของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ลักษณะของตัวอาคาร จำนวนชั้นและแผนกต่างๆในแต่ละชั้นของอาคารศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกและโรงพยาบาลทันตกรรม ข้อมูลของแผนกที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งได้แก่แผนกเภสัชกรรมคลังยา แผนกเภสัชกรรม แผนกผู้ป่วยนอก และแผนกผู้ป่วยใน จำนวนและหน้าที่บุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนกเภสัชกรรมคลังยา มีการกล่าวถึงภาพรวมของโลจิสติกส์ยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ระบบการขนส่งยา การสั่งยา การคัดแยกยา และการแจกจ่ายยาไปยังแผนกต่างๆในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก และส่วนสำคัญของบทนี้คือการศึกษาและวิเคราะห์การส่งยาในศูนย์การแพทย์ โดยปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ 1) ระยะทางจากห้องคลังยาไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก และ 2) ความถี่ของการขนส่งยาไปยังไปยังแผนกต่างๆภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้ได้ถูกนำมากลั่นกรองและวิเคราะห์นำมาสู่การพัฒนาเป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV) เพื่อใช้ในการขนส่งยาภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก บทถัดไปจะกล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนา การออกแบบหุ่นยนต์ ระบบควบคุม ปัญญาประดิษฐ์และระบบสารสนเทศของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ

# บทที่ 4
# การพัฒนาหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการในการใช้ยาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกในบทที่ 3 พบว่าในการจัดส่งยาของคลังยาไปยังแผนกต่างๆ จะกระทำอาทิตย์ละ 1 ครั้ง เพื่อลดค่าใช้จ่ายของการขนส่งลง การขนส่งยาจำนวนมากในครั้งเดียวนี้มีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดได้ทั้งในส่วนของการสั่งยาจากแผนก การจัดยาจากคลังยา และการนำส่งยาไปยังแผนกต่างๆ นอกจากนั้นการขนส่งยาจำนวนมากในแต่ละครั้งจำเป็นต้องใช้สถานที่เก็บรักษาเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งอาจรวมถึงลักษณะการเก็บยาเฉพาะที่ เช่น การเก็บรักษายาฉีดในตู้เย็น ทำให้ที่แผนกที่จะเก็บรักษายาเหล่านั้นจำเป็นต้องมีตู้เย็น เป็นต้น

## 4.1 การพัฒนาหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติในภาพรวม

โดยทั่วไปความผิดพลาดและข้อเสียเปรียบจากการขนส่งยาปริมาณมากในหนึ่งครั้งสามารถลดและชดเชยได้ด้วยการเพิ่มจำนวนของเจ้าหน้าที่ส่งยาหรือการเพิ่มจำนวนรอบของการส่งยา แต่การเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ส่งยาหรือการเพิ่มจำนวนรอบของการส่งยาถ้าพิจารณาในแต่ละหัวข้อจะพบว่าการเพิ่มจำนวนพนักงานจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการส่งยาสูงขึ้น และการเพิ่มจำนวนรอบของการส่งยาจะทำให้พนักงานมีภาระงานมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความเหนื่อยล้าและความผิดพลาดในการจัดเตรียมและจัดส่งยาเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นในการเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่และการเพิ่มรอบของการส่งยาจำเป็นต้องปรับปริมาณทั้ง 2 ส่วนอย่างเหมาะสม

วิธีหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดปัญหาเรื่องพื้นที่การจัดเก็บและลดความผิดพลาดในการเตรียมและจัดส่งยาคือระบบนำส่งยาอัตโนมัติ ระบบนำส่งยาอัตโนมัติประกอบด้วยระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่าย

ยา (Dispensing Robot) และหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ภาพประกอบที่ 4.1.1 (ก) และ 4.1.1 (ข) แสดงภาพระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา (Dispensing Robot) และหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันตามลำดับ

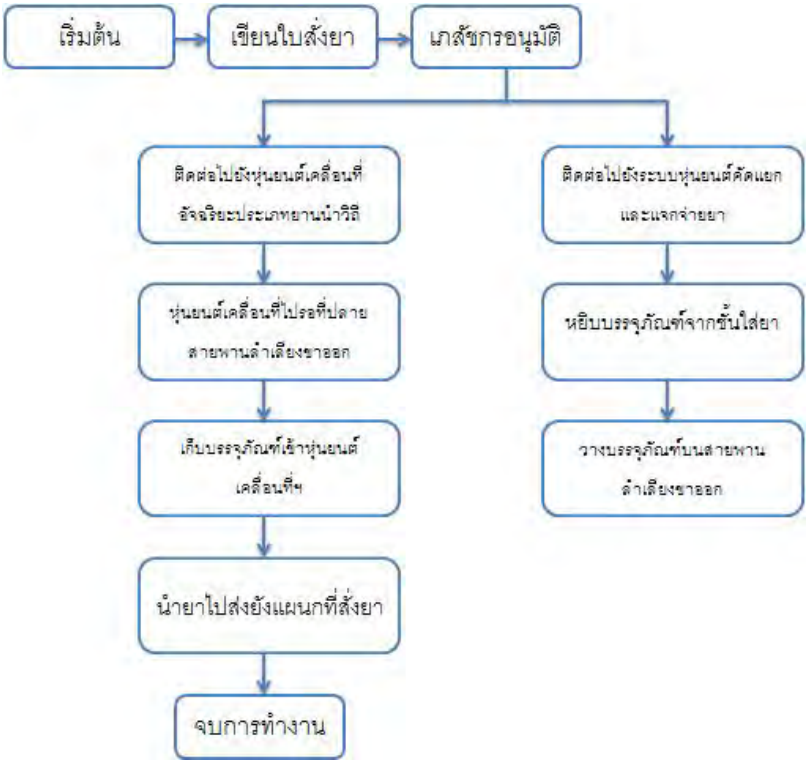
(ก)

(ข)

**ภาพประกอบที่ 4.1.1**: (ก) ระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา (Dispensing Robot) (ข) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot)

หลักการทำงานของระบบนำส่งยาอัตโนมัติคือการเพิ่มความถี่ในการนำส่งยาโดยใช้ระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ เพื่อลดการใช้พื้นที่ในการเก็บรักษายาพร้อมกับความถูกต้องในการนำส่งยา กล่าวคือเมื่อแผนกใดมีความต้องการใช้ยา เจ้าหน้าที่ของแผนกเหล่านั้นจะทำการส่งใบสั่งยามาที่คลังยาหรือห้องจ่ายยา จากนั้นเจ้าหน้าที่ประจำคลังยาหรือห้องจ่ายยาผู้มีอำนาจในการอนุมัติจะทำการพิจารณาใบสั่งยาดังกล่าวเพื่อตัดสินใจอนุมัติจ่ายยาหรือยกเลิกใบสั่งยานี้ ในกรณีที่อนุมัติรายการในใบสั่งยานี้จะถูกส่งให้กับระบบหุ่นยนต์คัดแยกและแจกจ่ายยา (Dispensing Robot) และหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) โดยในส่วนของหุ่นยนต์คัดแยกฯ (Dispensing Robot) จะทำการหยิบยาที่อยู่ในชั้นใส่ยาแบบอัตโนมัติด้วยการสั่งงานจากระบบสารสนเทศควบคุมและการอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น (Barcode Scanning) ยาที่ถูกหยิบจะถูกลำเลียงลงบนสายพานลำเลียงขาออกเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนำส่งยาต่อไป การนำส่งยาจะถูกกระทำโดยหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) โดยเมื่อได้รับรายการใบสั่งยาจากระบบฐานข้อมูล หุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) จะเคลื่อนมารอที่ปลายสายพานลำเลียงขาออกอีกด้านหนึ่ง เมื่อมีบรรจุภัณฑ์ยาเคลื่อนที่มาถึงที่ปลายสายพานลำเลียงขาออกเจ้าหน้าที่จะลำเลียงบรรจุภัณฑ์เหล่านี้ใส่ในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) เมื่อใส่บรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV

Robot) เรียบร้อยแล้ว หุ่นยนต์จะทำงานอัตโนมัติเพื่อนำส่งยาไปยังแผนกต่างๆ ที่เป็นผู้ออกใบสั่งยาต่อไป ภาพประกอบที่ 4.1.2 แสดงขั้นตอนการทำงานทั่วไปของระบบนำส่งยาอัตโนมัติ




**ภาพประกอบที่** 4.1.2: ขั้นตอนการทำงานทั่วไปของระบบนำส่งยาอัตโนมัติ

การทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) มีจุดประสงค์เพื่อนำส่งยาแบบอัตโนมัติไปยังแผนกต่างๆ ที่ส่งใบสั่งยามาที่คลังยาหรือห้องจ่ายยา หุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ต้องมีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปยังจุดเป้าหมายโดยอัตโนมัติ และยังจำเป็นต้องมีความสามารถในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางเส้นทางอัตโนมัติ เช่น มนุษย์ หรือ สิ่งของ หรือในกรณีที่ไม่สามารถหลบหลีกได้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) จะต้องส่งสัญญาณของทางไปยังกลุ่มคนหรือเจ้าหน้าที่ที่อยู่ใกล้เคียงเพื่อขอให้จัดการเปิดเส้นทางให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านไป นอกจากนี้ส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) คือส่วนของการจัดการบรรจุภัณฑ์ยาเพื่อจัดส่งไปยังแผนกต่างๆ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการนำส่ง เนื่องจากภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกมีแผนกต่างๆ มากมาย เช่น แผนกผู้ป่วยภายนอก แผนกผู้ป่วยภายใน และแผนกทันตกรรม เป็นต้น ซึ่งแต่ละแผนกมีความต้องการใช้ยาตลอดเวลา วิธีจัดการบรรจุภัณฑ์ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ทำโดยการแบ่งช่องสำหรับเก็บบรรจุภัณฑ์ 1 ช่อง ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ และใช้ระบบตัวรับรู้เพื่อตรวจสอบบรรจุภัณฑ์วางอยู่ในช่องที่ระบุหรือไม่ และมีประตูที่เปิด-ปิดอัตโนมัติเพื่อการแบ่งแยกบรรจุภัณฑ์ที่ต้องไปส่งแต่ละแผนกอย่างชัดเจน ภาพประกอบที่ 4.1.3 (ก) และ 4.1.3 (ข) แสดงระบบสัญญาณเตือนและขอทาง และระบบช่องเก็บบรรจุภัณฑ์เพื่อลำเลียงไปยังแผนกต่างๆ ตามลำดับ

(ก) (ข)

**ภาพประกอบที่** 4.1.3: ระบบสัญญาณเตือนเพื่อขอทาง (ก) และระบบจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ (ข)

นอกจากนั้นหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ยังประกอบด้วยระบบรับรู้อื่นๆ ที่ทำหน้าที่ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ทำงานได้แม่นยำและมีประสิทธิภาพ โดยในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดของการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ระบบควบคุมปัญญาประดิษฐ์และการทำงานของหุ่นยนต์ การพัฒนาสร้าง และระบบสารสนเทศที่ใช้ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot)

## 4.2 การออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot)

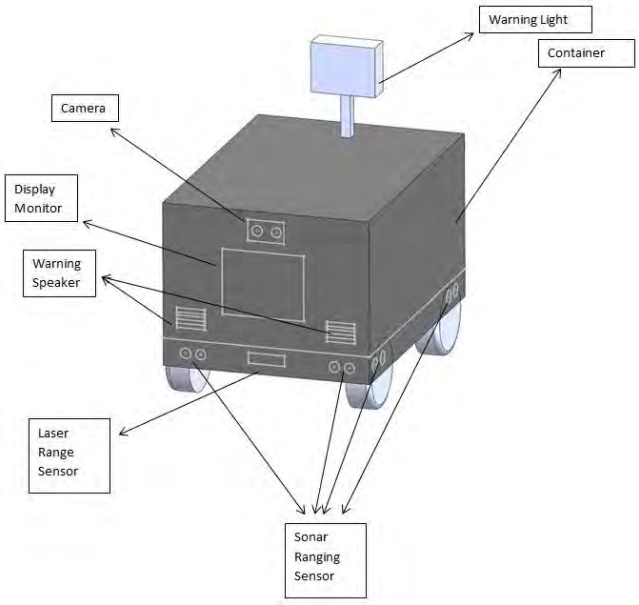
ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการนำส่งยาประเภทต่างๆ กับจำนวนบุคลากรภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่าถ้าต้องการพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ให้ทำงานทดแทนระบบดั้งเดิม ระบบนำส่งยาที่พัฒนาขึ้นใหม่จะต้องนำส่งยา 3 รอบต่อวัน โดยในแต่ละรอบการนำส่งยาจะต้องส่งบรรจุภัณฑ์ยาได้สูงที่สุด 12 ชิ้น (บรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ 6 กล่อง และขนาดเล็ก 6 กล่อง ขนาดของบรรจุภัณฑ์ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ยาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกในโครงการย่อยที่ 1 “การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์”) นอกจากนี้เนื่องจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในโรงพยาบาล ความปลอดภัยระหว่างการใช้งานและขนาดของหุ่นยนต์ที่จะพัฒนาสร้างเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เช่นในเรื่องของขนาดของหุ่นยนต์เนื่องจากเส้นทางการนำส่งยาไปยังแผนกต่างๆ หุ่นยนต์กับเตียงของคนไข้หรือรถเข็นอาจต้องเคลื่อนที่ไปด้วยกันหรือสวนทางกัน ขนาดของเส้นทางที่ใช้นำส่งยาจะเป็น

ข้อกำหนดในการออกแบบหุ่นยนต์เป็นต้น ตารางที่ 4.2.1 ตารางแสดงความต้องการพื้นฐานในการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) เพื่อใช้นำส่งยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก

**ตารางที่** 4.2.1: ความต้องการพื้นฐานในการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot)

| ความต้องการพื้นฐานสำหรับการออกแบบหุ่นยนต์ | หน่วยวัด |
|---|---|
| 1. ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) | 80 x 80 x 120 ซม. |
| 2. ความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ | 1.5 เมตรต่อวินาที |
| 3. ความจุสูงสุดในการลำเลียงบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ | 6 กล่อง |
| 4. ความจุสูงสุดในการลำเลียงบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก | 6 กล่อง |

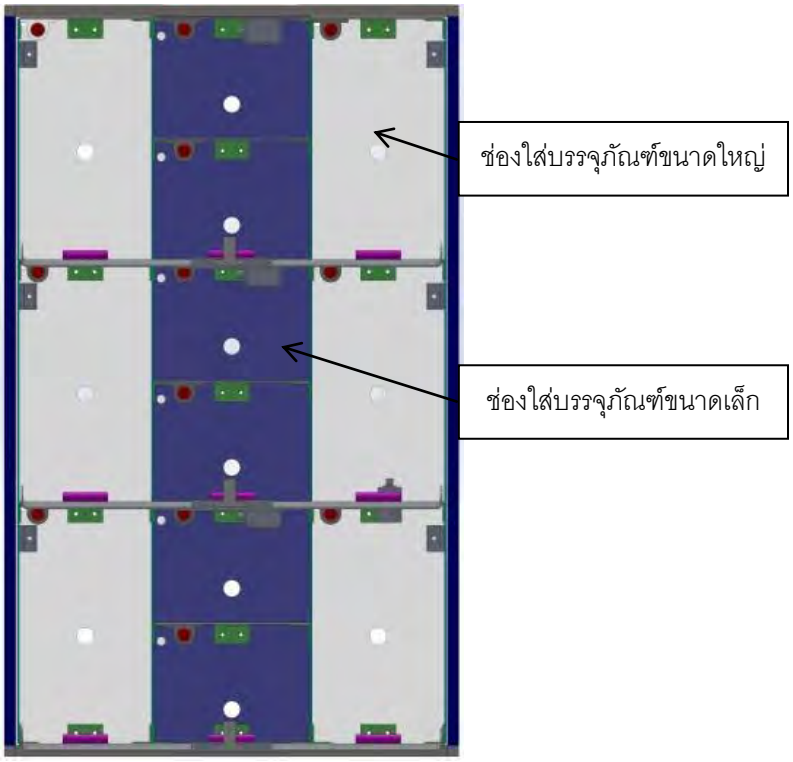
จากความต้องการพื้นสำหรับการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ดังแสดงในตารางที่ 4.2.1 ในหัวข้อต่อไปจะเป็นการกล่าวถึงการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ต้นแบบสำหรับการนำส่งยาในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก โดยเริ่มจากส่วนของการจัดเก็บยาในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ซึ่งประกอบด้วยชั้นวางของในหุ่นยนต์และระบบรับรู้สำหรับตรวจสอบสถานะของบรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์ ในส่วนต่อไปจะเป็นส่วนของโครงสร้างและขนาดของหุ่นยนต์ จากนั้นจะกล่าวถึงระบบขับเคลื่อนและระบบส่งกำลังที่ใช้สำหรับหุ่นยนต์ สุดท้ายจะเป็นชิ้นส่วนทางกลที่ทำให้ระบบเคลื่อนที่ติดตามเส้น (Line Tracking System) เคลื่อนที่ตั้งฉากกับพื้นตลอดเวลา ภาพประกอบที่ 4.2.1 ภาพแสดงส่วนประกอบของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ต้นแบบ




**ภาพประกอบที่** 4.2.1: หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot)

### 4.2.1. ระบบชั้นวางของในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (AGV Robot) และระบบรับรู้ของชั้นวางของ

การออกแบบชั้นวางของในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ต้องคำนึงถึงปริมาณการส่งบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับปริมาณยาที่แต่ละแผนกต้องการ และขนาดของบรรจุภัณฑ์เป็นสำคัญ ผลจากการศึกษาปริมาณการใช้ยาของแต่ละแผนกในแต่ละวันที่ถูกอธิบายโดยละเอียดในบทที่ 3 พบว่าจำนวนการขนบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ 6 กล่อง และบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก 6 กล่อง เป็นจำนวนการนำส่งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกนี้ โดยในภาพประกอบที่ 4.2.2 แสดงภาพการออกแบบโครงสร้างของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ขนาด




**ภาพประกอบที่** 4.2.2: ภาพการออกแบบโครงสร้างของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ขนาด

องค์ประกอบสำคัญของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่แจ้งตำแหน่งที่ต้องจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ แจ้งสถานะของบรรจุภัณฑ์ในขณะนำส่ง และการแบ่งแยกชั้นวางบรรจุภัณฑ์ของแต่ละแผนกประกอบด้วย

(1) ระบบตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบสถานะของบรรจุภัณฑ์ที่นำส่ง

(2) ระบบแจ้งตำแหน่งสำหรับจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot)

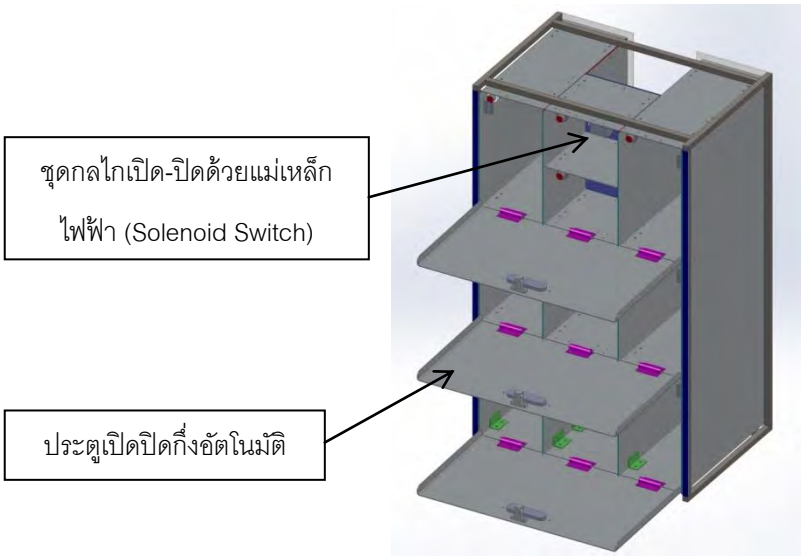
(3) ประตูกึ่งอัตโนมัติสำหรับแบ่งแยกการนำส่งบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกต่างๆ

ระบบตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบสถานะของบรรจุภัณฑ์ที่นำส่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ในชั้นวาง ระบบรับรู้นี้จะทำให้เจ้าหน้าที่สามารถติดตามตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ที่นำส่งไปได้ ภาพประกอบที่ 4.2.3 (ก) แสดงระบบตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบสถานะของบรรจุภัณฑ์

**ภาพประกอบที่** 4.2.3: (ก) ตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบสถานะของบรรจุภัณฑ์ในแต่ละช่อง (ข) ไฟแสดงตำแหน่งสำหรับจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot)

ระบบแจ้งตำแหน่งสำหรับจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อระบุตำแหน่งที่เจ้าหน้าที่จะต้องจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ ระบบนี้จะทำงานสัมพันธ์กับระบบฐานข้อมูลเพื่อระบุตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์โดยระบบสารสนเทศจะประมวลผลและสั่งการให้ไฟในช่องที่ต้องทำการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ติด ระบบนี้จะทำให้เจ้าหน้าที่ทำงานมีความผิดพลาดน้อยลง ภาพประกอบที่ 4.2.3 (ข) แสดงไฟแสดงตำแหน่งสำหรับจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot)

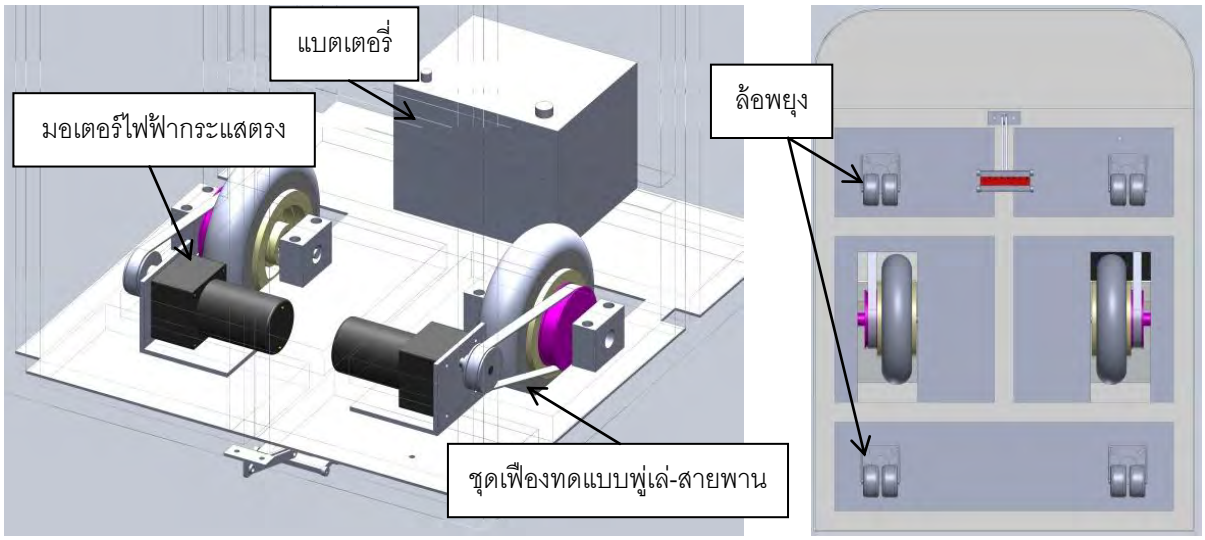
ส่วนสุดท้ายที่มีความสำคัญที่ช่วยทำให้ระบบชั้นวางของในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ช่วยลดความผิดพลาดในการนำส่งยาคือประตูเปิด-ปิดกึ่งอัตโนมัติที่แบ่งแยกการช่องเก็บบรรจุภัณฑ์ของแต่ละแผนกออกจากกัน ประตูกึ่งอัตโนมัตินี้จะช่วยทำให้เจ้าหน้าที่ลดความสับสนในการเก็บและนำส่งบรรจุภัณฑ์ยาในหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ภาพประกอบที่ 4.2.4 แสดงภาพประตูกึ่งอัตโนมัติที่ทำการปิดผนึกด้วยชุดกลไกเปิด-ปิดด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid Switch)




**ภาพประกอบที่** 4.2.4: ประตูกึ่งอัตโนมัติที่เปิด-ปิดด้วยชุดกลไกแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid Switch)

### 4.2.2. ระบบขับเคลื่อนและระบบส่งกำลัง

ระบบขับเคลื่อนและระบบส่งกำลังที่พัฒนาขึ้นสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AVG Robot) ใช้ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 ชุด ควบคุมการทำงานของล้อแยกอิสระจากกัน และใช้เฟืองทดสำหรับส่งกำลังแบบลูกรอกและสายพาน ข้อดีที่ทำให้เลือกพัฒนาระบบขับเคลื่อนและระบบส่งกำลังลักษณะนี้คือมีวงเลี้ยวแคบทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้สะดวก ซึ่งเหมาะกับสถานที่มีคนจำนวนมากอย่างศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก และในส่วนของระบบเฟืองทดที่ใช้ลูกรอกและสายพานเนื่องจากระบบลักษณะนี้ทำงานเงียบและยอมให้ระบบมีความผิดพลาดได้ ภาพประกอบที่ 4.2.5 (ก) และ (ข) แสดงระบบขับเคลื่อนและระบบเฟืองทดของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) และล้อช่วยพยุง ตามลำดับ

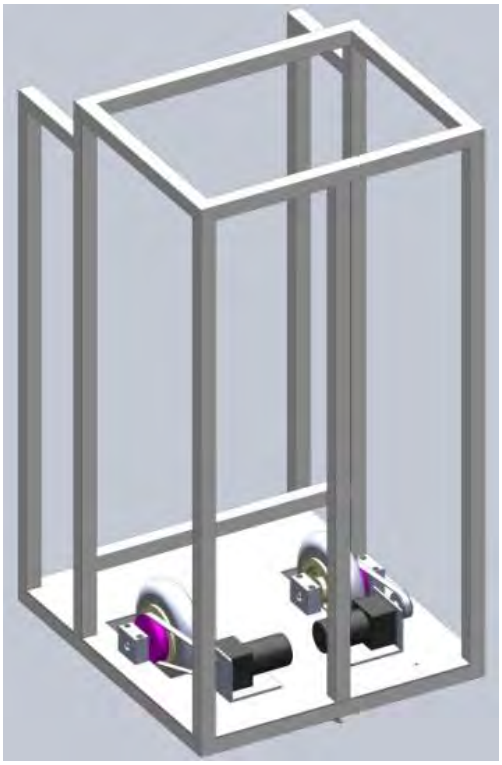



(ก) (ข)

**ภาพประกอบที่** 4.2.5: ระบบขับเคลื่อนและระบบเฟืองทดแบบพู่เล่-สายพาน

### 4.2.3. โครงสร้างของหุ่นยนต์

โครงสร้างของหุ่นยนต์ทำจากโครงสร้างอะลูมิเนียมที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาด 2*2 ซม. ต่อกันเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 55*80*120 ซม. และมีคานที่ส่วนฐานเพื่อรองรับชุดขับเคลื่อนและแบตเตอร์รี่ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.2.3.1 จากการศึกษาและวิเคราะห์แผนผังของโรงพยาบาล ขนาดของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) จะต้องมีขนาดความกว้างไม่เกิน 80 ซม. เนื่องจากภายในโรงพยาบาลมีการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลตลอดเวลาโดยเฉพาะการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยการใช้เตียง หุ่นยนต์ที่มีขนาดไม่เกินความกว้าง 80 ซม. จะสามารถทำงานร่วมกับการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยได้



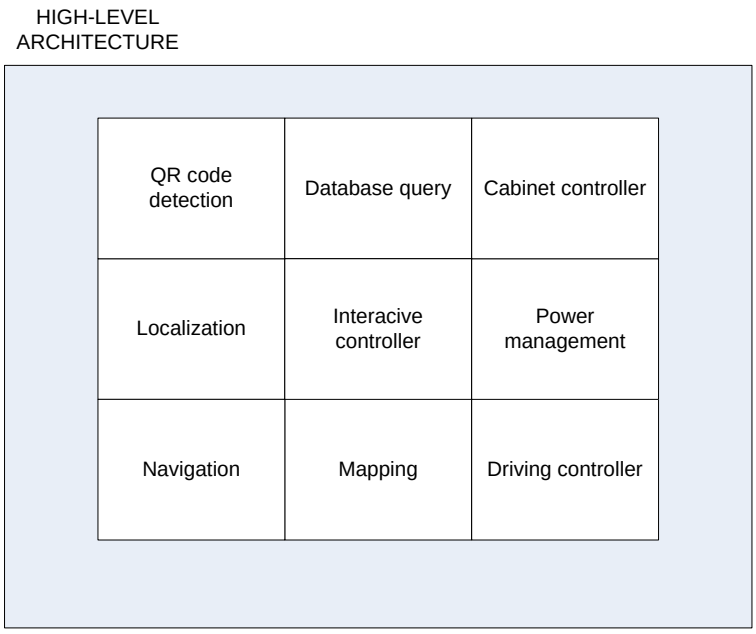
**ภาพประกอบที่** 4.2.6: โครงสร้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot)

การออกแบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ เป็นส่วนประกอบหลักของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ในส่วนของโครงสร้าง ชั้นวางบรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์ และระบบขับเคลื่อน ในส่วนต่อไปจะกล่าวถึงระบบควบคุมสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ในส่วนของระเบียบวิธีคิดในการเคลื่อนที่ติดตามเส้นและการประมวลผลรหัสข้อมูลเชิงภาพเพื่อระบุตำแหน่งของตัวเอง

## 4.3 ระบบควบคุมหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ

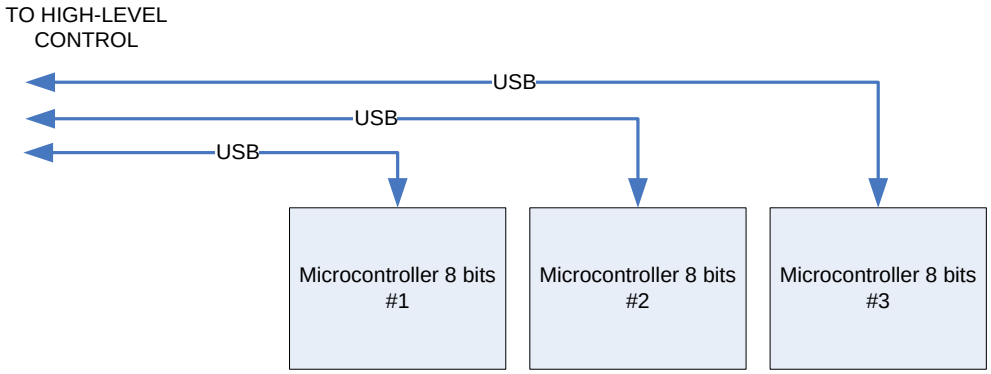
### 4.3.1 ระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

ระบบควบคุมหุ่นยนต์นำส่งยา AGV แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ชุดควบคุมระดับสูงและชุดควบคุมระดับล่าง



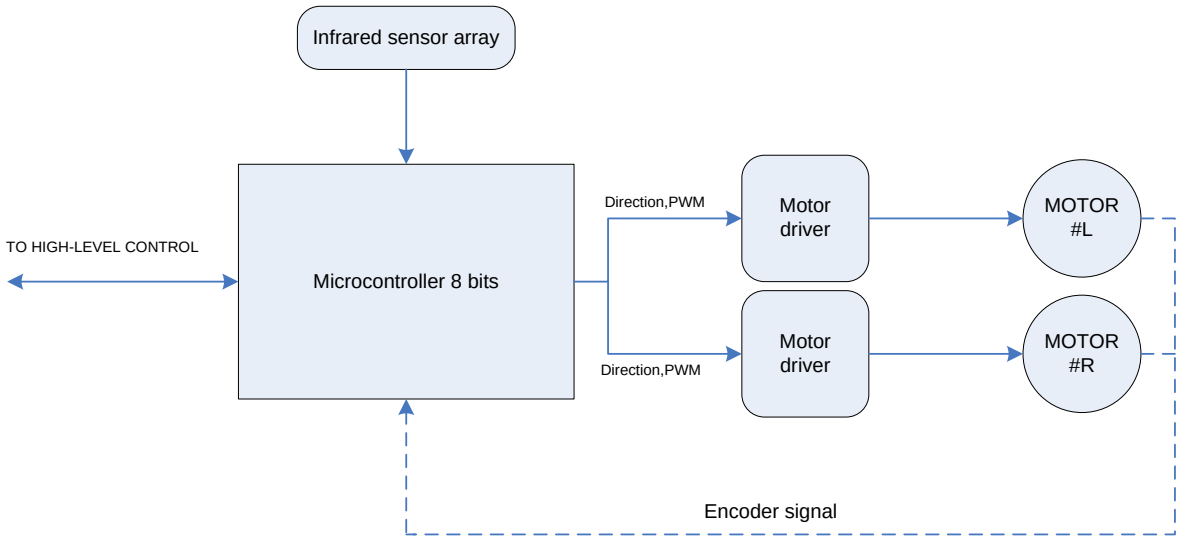

**ภาพประกอบที่** 4.3.1: ชุดควบคุมระดับสูง

(1) **ชุดควบคุมระดับสูง** โดยการควบคุมระดับสูงจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนควบคุมหลัก โดยการควบคุมระดับสูงจำทำหน้าที่ในประมวลผลและการตัดสินใจระบบต่าง ๆ ดังนี้ ระบบนำทางตัวหุ่นยนต์ ระบบระบุพิกัดหุ่นยนต์เทียบกับแผนที่ของอาคารสถานที่ ๆ นั้น ๆ ระบบการจัดการลำดับข้อมูลและสถานที่ของยาที่ต้องการจัดส่ง ระบบควบคุมความปลอดภัยต่อผู้ใช้และบุคคลรอบข้าง ระบบจัดการติดต่อผู้ใช้โดยผ่านระบบสารสนเทศ ระบบควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์ โดยทั้งหมดนี้จะใช้ข้อมูลที่ได้อ่านได้จากชุดควบคุมระดับล่างประกอบด้วย ส่วนควบคุมระดับสูงของหุ่นยนต์ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ และ Robot Operation System (ROS)



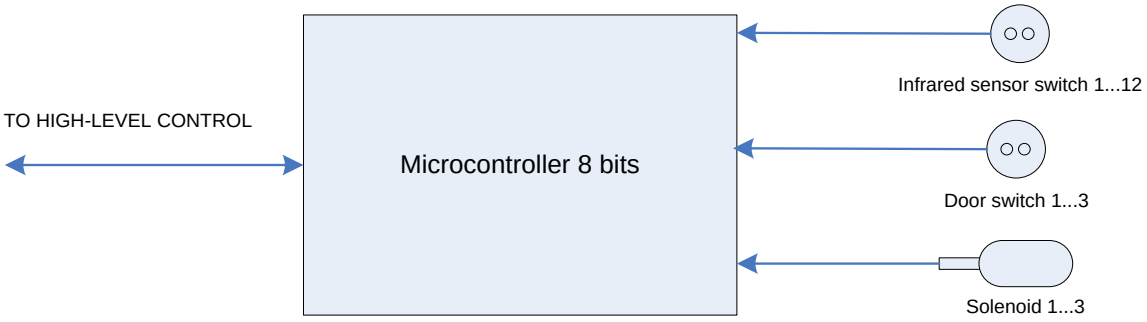

**ภาพประกอบที่** 4.3.2: ชุดควบคุมระดับล่าง

(2) **ชุดควบคุมระดับล่าง** ชุดควบคุมระดับล่างจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1.ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 2. ชุดควบคุมชั้นที่ใช้ในการจัดเก็บของยา 3.ชุดควบคุมการติดต่อกับผู้ใช้



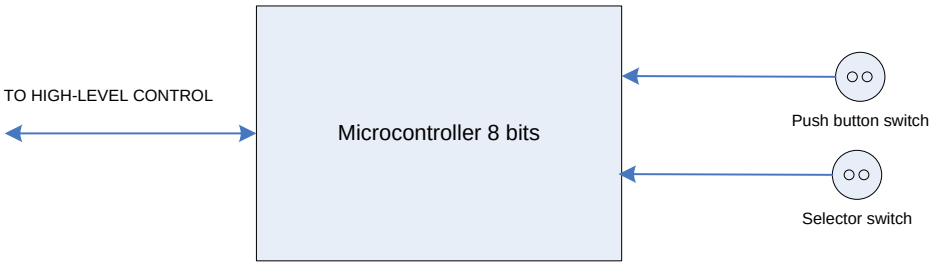

**ภาพประกอบที่** 4.3.3: ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

(1) **ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์** โดยการควบคุมการเคลื่อนที่และความเร็วของของหุ่นยนต์โดยจะใช้เป็นระบบควบคุมปิดแบบ PID




**ภาพประกอบที่** 4.3.4: ชุดควบคุมชั้นที่ใช้ในการจัดเก็บของยา

(2) **ชุดควบคุมชั้นที่ใช้ในการจัดเก็บของยา** โดยส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ส่งชุดข้อมูลของเซนเซอร์วัดระยะทางที่ติดแต่ละจุดเพื่อรายงานว่าช่องที่ใช้ในการเก็บว่างหรือไม่ไปให้กับชุดควบคุมระดับสูงเพื่อแสดงผลและคำนวณการจัดเก็บ




**ภาพประกอบที่** 4.3.5: ชุดควบคุมการติดต่อกับผู้ใช้

(3) **ชุดควบคุมการติดต่อกับผู้ใช้** โดยส่วนนี้ผู้ใช้จะควบคุมผ่านปุ่มกดต่าง ๆ ที่ใช้อยู่บนหุ่นยนต์ และควบคุมการแสดงผลสถานะของหุ่นยนต์ว่าระบบของหุ่นยนต์สามารถติดต่อกับระบบกลางได้หรือไม่ การควบคุมระดับล่างในแต่ละส่วนใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิทในการประมวลผลโดยติดต่อสื่อสารผ่านทางการติดต่อระบบบัส USB และส่วนที่สำคัญที่สุดสำหรับหุ่นยนต์นำส่งยาคือระบบความปลอดภัย โดยตัวหุ่นยนต์จะมีปุ่มกดหยุดการทำงานของหุ่นยนต์ฉุกเฉิน และยังมีเซนเซอร์วัดระยะทางเพื่อช่วยในการป้องกันการชนที่อาจจะเกิดขึ้นอีกชั้นหนึ่ง

### 4.3.2 ระบบไฟฟ้าของหุ่นยนต์ในหุ่นยนต์นำส่งยา AGV

หุ่นยนต์ในหุ่นยนต์นำส่งยา AGV ใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ชนิด NI-MH ที่แรงดัน 24 โวลต์ ความจุ 25 แอมป์อาวว์ โดยแบ่งแหล่งพลังงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกสำหรับใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ 24 โวลต์ ความจุ 9 แอมป์อาวว์ และอีกส่วนใช้สำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์ 24 โวลต์ ความจุ 16 แอมป์อาวว์ โดยจะแสดงตารางการใช้กับพลังงานที่ใช้ตามตารางที่ 4.3.1 บอร์ดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ บอร์ดควบคุมชุดชั้นใส่บรรจุภัณฑ์ และชุดควบคุมการติดต่อกับผู้ใช้งานใช้แรงดัน 12 โวลต์ และผ่านการกรองมาแล้ว และส่วนอุปกรณ์ตัวรับรู้อินฟราเรดจะใช้แรงดันที่ระดับ 5 โวลต์โดยผ่านการกรองมาแล้ว

**ตารางที่** 4.3.1: ความต้องการพื้นฐานในการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะปรเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot)

| | | |
|---|---|---|
| **Electronic supply (5V)** | | |
| Motor controller | 1 @ 0.5 W | 0.5 W |
| Socket controller | 1 @ 0.5 W | 0.5 W |
| Interactive board | 1 @ 0.5 W | 0.5 W |
| | **TOTAL** | **1.5 W** |
| **Electronic supply (12V)** | | |
| HOKUYO | 1 @ 12 W | 12 W |
| LCD monitor | 1 @ 12 W | 12 W |
| Computer | 1 @ 50 W | 50 W |
| Wireless | 1 @ 18 W | 18 W |
| Amplifier | 1 @ 6 W | 6 W |
| Tower lamp | 1 @ 12 W | 12 W |
| Pilot lamp | 12 @ 1.2 W | 14.4 W |
| Barcode reader | 1 @ 12 W | 12 W |
| | **TOTAL** | **136.4 W** |
| **Motor supply (24V)** | | |
| Motor Base | 2 @ 60 W | 120 W |
| | **TOTAL** | **120 W** |

ในการควบคุมทางไฟฟ้าสำหรับหยุดฉุกเฉินทำได้โดยการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน โดยปุ่มหยุดฉุกเฉินจะทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อใช้ในการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์โดยตรง

## 4.4 ปัญญาประดิษฐ์และการทำงานของหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ

ในหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติจะมีส่วนที่หุ่นยนต์ที่ต้องคิดและตัดสินใจอยู่เป็นหลักคือ

(1) ระบบนำทางของหุ่นยนต์

(2) ระบบการจัดการนำของเข้า-ออก ที่ตัวหุ่นยนต์

### 4.4.1 ระบบนำทางของหุ่นยนต์

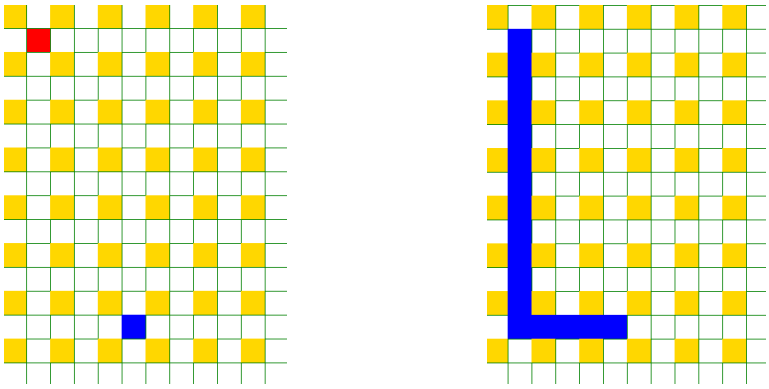
ระบบที่ใช้นำทางของหุ่นยนต์นำส่งยา AGV จะมี 2 ส่วน คือ ส่วนที่สร้างแผนเส้นทางการเดินอัตโนมัติ 2 มิติ และส่วนที่คอยนำทางตามเส้นทางการเดินอัตโนมัติที่สร้างไว้ โดยในส่วนที่สร้างเส้นทางการเดินอัตโนมัติจะใช้อัลกอริทึม A* โดยจะอ้างอิงจุดและคิดบนระบบกริดเพื่อใช้ในการสร้างแผนเส้นทางการเดินอัตโนมัติโดยอาศัยหลักการเส้นทางการเดินที่สั้นที่สุด

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

$f(n)$ : ค่าประมาณของเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุด $q_{start}$ ถึง $q_{goal}$

$g(n)$ : ความยาวรวมของ backpointer จาก $n$ ถึง $q_{start}$

$h(n)$ : ค่าประมาณของ heuristic cost ฟังก์ชั่น ของเส้นทางที่สั้นที่สุดจาก $n$ ถึง $q_{goal}$



(ก) (ข)

**รูปภาพประกอบ** 4.4.1: โปรแกรมจำลองการสร้างเส้นทางการเดิน (ก) กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดปลาย (ข) เส้นทางการเดินของหุ่นยนต์

ในการนำทางจะใช้แถบเส้นสีดำในการนำทางของหุ่นยนต์โดยใช้ตัวรับรู้อินฟราเรดแบบอาร์เรย์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านค่าตำแหน่งความเอียงของเส้นเทียบกับหุ่นยนต์เพื่อส่งค่าให้กับระบบที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางและขนานไปกับเส้น การควบคุมการเคลื่อนที่แบบใช้แถบเส้นเป็นระบบนำทางของหุ่นยนต์จะใช้ระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ ปรับชดเชยให้หุ่นยนต์

$$u(t) = P + I + D$$

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

$u(t)$ : เอาท์พุทของระบบควบคุมจะอยู่ในรูปแบบของความเร็วของหุ่นยนต์

$e(t)$ : ค่าความเอียงของหุ่นยนต์เทียบกับเส้นที่ใช้ในการนำทาง = $SP - PV$

$SP$ : ค่าที่อ่านได้จากตัวรับรู้อินฟราเรดแบบอาร์เรย์เมื่อหุ่นยนต์อยู่กึ่งกลางและขนานไปกับเส้นนำทาง

$PV$ : ค่าที่อ่านได้จากตัวรับรู้อินฟราเรดแบบอาร์เรย์เมื่อหุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่อยู่บนแถบเส้นนำทาง

$K_p$ : อัตราขยายสัดส่วน

$K_i$ : อัตราขยายปริพันธ์

$K_d$ : อัตราขยายอนุพันธ์

หุ่นยนต์ก็จะนำค่าที่ได้เอาท์พุทจากระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ มาควบคุมความเร็วในแต่ละล้อตามแบบจำลองจลศาสตร์ของหุ่นยนต์

$$v(t) = w(t)R$$

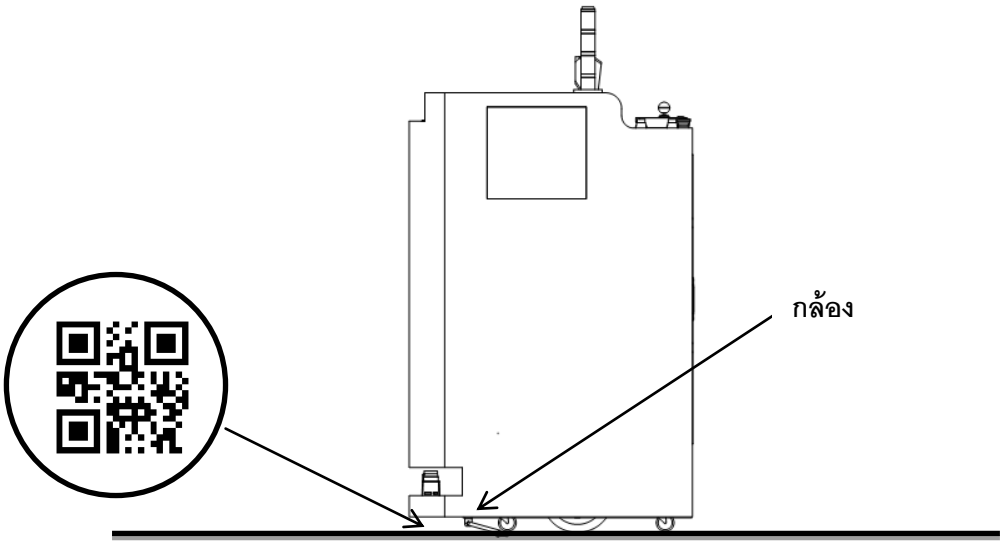
$$w(t) = \frac{v_r + v_l}{L}$$

$v(t)$ : ความเร็วเชิงเส้นของหุ่นยนต์

$w(t)$ : ความเร็วเชิงมุมของหุ่นยนต์

$R$ : รัศมีของล้อ

$L$: ระยะห่างระหว่างล้อซ้ายกับขวา




**ภาพประกอบที่** 4.4.2: แสดงตำแหน่งกล้องที่ใช้ในการถอดรหัสข้อมูลเชิงภาพ

โดยระหว่างที่หุ่นยนต์กำลังวิ่งอยู่จะมีการเข้ารหัสทางภาพหรือรหัสข้อมูลเชิงภาพ เพื่อทำการระบุตำแหน่งหุ่นยนต์เทียบกับแผนที่โดยใช้กล้องในการถอดรหัสข้อมูลเชิงภาพ และรายงานผลไปยังศูนย์ควบคุมกลางเพื่อแสดงผลผ่านทางจอภาพ

### 4.4.2 การทำงานของหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ

การทำงานของหุ่นยนต์จะเริ่มต้นจากการที่ผู้ใช้ทำการแสดงรหัสบาร์โค๊ด 13 หลักจากบัตรประจำตัวของผู้ใช้แสกนที่ตัวของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์ก็จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของรหัสผู้ใช้กับฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลของผู้ที่สามารถใช้งานทั้งหมดไว้ หลังจากนั้นเมื่อตรวจสอบผ่าน ผู้ใช้ก็จะทำการหยิบยาที่ต้องการนำเข้าโดยการแสกนรหัสของบรรจุภัณฑ์นั้น หุ่นยนต์ก็จะทำการตรวจสอบว่าเป็นกล่องยาชนิดไหน และหน่วยงานไหนเป็นคนสั่ง โดยอ้างอิงจากศูนย์กลางข้อมูล หลังจากนั้นหุ่นยนต์ก็จะทำการเลือกตำแหน่งช่องที่ว่างและแสดงผลผ่านหลอดไฟเพื่อระบุให้ผู้ใช้งานนำกล่องยานั้นไปใส่ตามช่องที่มีไฟขึ้น หลังจากนั้นเมื่อทำการใส่กล่องยาลงในช่องที่หุ่นยนต์ได้เลือกให้แล้วก็จะทำการสแกนกล่องยาอื่นๆ ต่อไปจนกว่าจะบรรจุภัณฑ์หมดหรือช่องที่ใส่บรรจุภัณฑ์ของตัวหุ่นยนต์เต็มหลังจากนั้นผู้ใช้ก็จะทำการเลือกระบบการทำงานของหุ่นยนต์ว่าต้องการระบบอัตโนมัติหรือระบบบังคับมือเมื่อทำการเลือกแล้วก็จะทำการกดปุ่มเริ่มต้นเพื่อเริ่มต้นระบบของการส่งยา โดยระบบบังคับมือจะถูกใช้ในตอนที่หุ่นยนต์อยู่ในพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้ระบบนำทางโดยใช้เส้นเป็นตัวนำทางได้ ส่วนระบบนำทางอัตโนมัติของหุ่นยนต์จะใช้ระบบการ

นำโดยใช้เส้นเป็นตัวนำทางโดยหุ่นยนต์ก็จะวิ่งไปจนกว่าจะถึงที่หมายโดยระหว่างนั้นก็จะมีการตรวจสอบสิ่งกีดขวางเส้นทางการเดินของตัวหุ่นยนต์โดยใช้ตัววัดระยะทางแบบใช้แสงเลเซอร์ ในการตรวจจับ ซึ่งในระหว่างทางก็จะมีกล้องคอยตรวจสอบและถอดรหัสข้อมูลเชิงภาพเพื่อใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์หยุดตามตำแหน่งเป้าหมายของหุ่นยนต์ และเมื่อถึงจุดหมายหุ่นยนต์ก็จะแสดงไฟสถานะและเสียงเตือน จากนั้นผู้ควบคุมที่อยู่ในแผนกต่างๆในโรงพยาบาลนั้นก็จะทำการทำบรรจุภัณฑ์ออกจากตัวหุ่นยนต์โดยอันดับแรกต้องสแกนรหัสบาร์โค๊ด13หลัก เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของผู้ที่นำบรรจุภัณฑ์ออก เมื่อหุ่นยนต์ยันความถูกต้องของผู้ที่นำบรรจุภัณฑ์ออกเรียบร้อยแล้ว หุ่นยนต์ก็จะทำการเปิดช่องที่ทำการใส่บรรจุภัณฑ์ของแผนกต่างๆในโรงพยาบาลนั้นหลังจากนั้นผู้ที่นำบรรจุภัณฑ์ออกก็จะทำการสแกนรหัส13หลักของบรรจุภัณฑ์นั้น และทำการตรวจสอบความถูกต้องของบรรจุภัณฑ์ว่าส่งให้ได้ตรงตามกับบรรจุภัณฑ์นั้นควรอยู่ และเมื่อทำการนำบรรจุภัณฑ์ออกจนหมดก็จะทำการปิดประตูและกดปุ่มเริ่มต้นเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานต่อไปเพื่อที่ได้ไปส่งตามตำแหน่งต่าง ๆ ต่อไปจนครบ

## 4.5. การพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีแบบอัตโนมัติ (AGV Robot) ต้นแบบ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วโดยละเอียดในหัวข้อของการออกแบบ การพัฒนาระบบควบคุม และ การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ในส่วนต่อไปจะเป็นการกล่าวถึงการพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ตั้งแต่ในส่วนของการสร้างโครงสร้าง การสร้างระบบขับเคลื่อน การสร้างระบบชั้นวางของและการสร้างระบบควบคุม

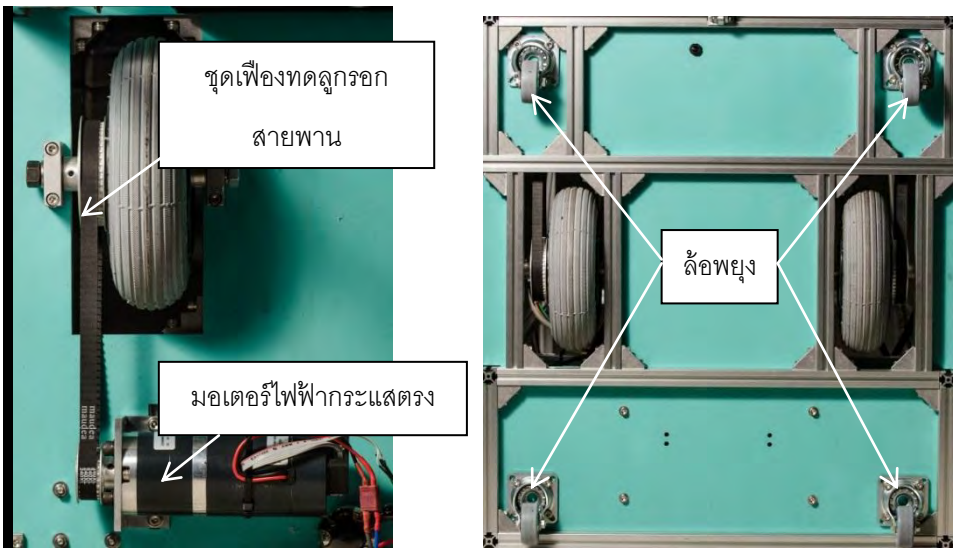
### 4.5.1 การสร้างโครงสร้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot)

โครงสร้างของหุ่นยนต์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักสำหรับรองรับน้ำหนักของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ ระบบขับเคลื่อน และส่วนของตะขอสำหรับยกเคลื่อนย้ายหุ่นยนต์ ภาพประกอบที่ 4.5.1แสดงโครงสร้างอะลูมิเนียมของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ต้นแบบและส่วนห่วงรองรับน้ำหนักหุ่นยนต์ระหว่างยกเคลื่อนย้าย ชั้นวางบรรจุภัณฑ์ และระบบขับเคลื่อน

**ภาพประกอบที่** 4.5.1: โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีแบบอัตโนมัติต้นแบบ

### 4.5.2 ระบบขับเคลื่อน

ระบบขับเคลื่อนที่แบบควบคุมล้อแยกอิสระทั้ง 2 ล้อทำให้หุ่นยนต์มีวงเลี้ยวแคบเหมาะสำหรับการเคลื่อนที่ในโรงพยาบาลที่มีพื้นที่จำกัด ภาพประกอบที่ 4.5.2 (ก) แสดงระบบขับเคลื่อนและระบบเฟืองทด และ 4.5.2(ข) แสดงภาพล้อพยุง ตามลำดับ




(ก) (ข)

**ภาพประกอบที่** 4.5.2: ระบบขับเคลื่อนและระบบสายพานลูกรอก (ก) และล้อช่วยพยุง (ข)

### 4.5.3 ระบบชั้นใส่บรรจุภัณฑ์และระบบตัวรับรู้

โครงสร้างของชั้นวางบรรจุภัณฑ์ทำจากเหล็กกล่องและแผ่นอะลูมิเนียมตามภาพประกอบที่ 4.5.3 (ก) โดยมีระบบตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดเพื่อแสดงสถานะและบอกตำแหน่งที่จะจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ยา ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.5.3 (ข)

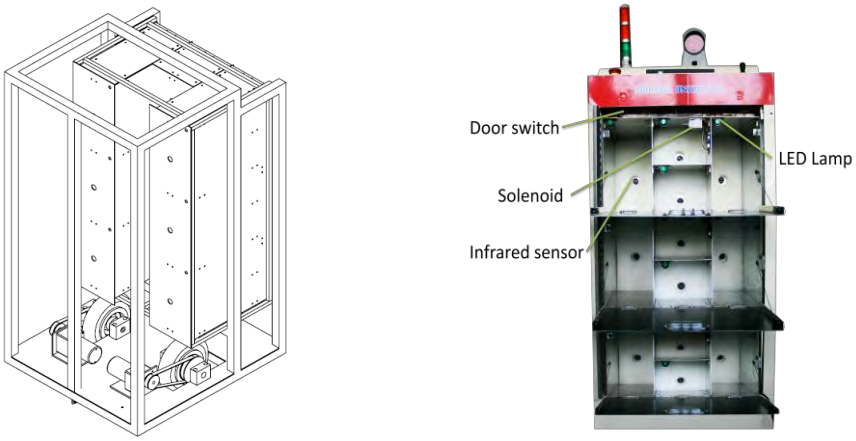
**ภาพประกอบที่** 4.5.3: (ก) ชั้นวางบรรจุภัณฑ์ยาขนาดต่างๆ (ข) ตัวรับรู้สำหรับตรวจสอบบรรจุภัณฑ์และไฟแสดงตำแหน่งที่ต้องเก็บบรรจุภัณฑ์

**ตารางที่** 4.5.1: การวิเคราะห์ผลทางสถิติตามข้อมูลของการเบิกจ่ายยาย้อยหลัง 5 เดือนของศูนย์การแพทย์กาญจนาฯ

| ค่าสถิติของการวิเคราะห์ | 5 month | Unit/M | Unit/D | Unit/H |
|---|---|---|---|---|
| Average (ค่าเฉลี่ย) | 143.48 | 28.70 | 1.43 | 0.24 |
| Median(ค่ามัธยฐาน) | 32.50 | 6.50 | 0.33 | 0.05 |
| mode | 1.00 | 0.20 | 0.01 | 0.00 |
| SD (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) | 323.09 | 64.62 | 3.23 | 0.54 |
| Max (หน่วยการใช้ยาสูงสุดในรอบ 5 เดือน) | 2,736.00 | 547.20 | 27.36 | 4.56 |
| Min (หน่วยการใช้ยาต่ำสุดในรอบ 5 เดือน) | 0.50 | 0.10 | 0.01 | 0.00 |
| Total (รายงานการใช้ทั้งหมด) | 85,513.98 | 17,102.80 | 855.14 | 142.52 |

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4.5.1 พบว่า โดยภาพรวมแล้วการใช้ยา (พิจารณาจากค่าตัวเลขของการเบิกจ่ายยาจากคลังยา) โดยเฉลี่ยต่อวัน อยู่ที่ 855 หน่วย ซึ่งจากค่าสถิติดังกล่าว เมื่อนำไปวิเคราะห์กับชนิดของยาซึ่งมีการเบิกจ่ายบ่อยที่สุด 18 ชนิด (ซึ่งได้กล่าวถึงโดยละเอียดในโครงการหุ่นยนต์คัดแยกและ

แจกจ่ายยา) พบว่า การบรรจุยาเหล่านี้ในบรรจุภัณฑ์ A มีค่าเฉลี่ยประมาณ 18 หน่วยต่อกล่อง และเมื่อนำค่าดังกล่าวเป็นตัวแทนค่าสถิติเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ จำนวนบรรจุภัณฑ์ขนาด A ที่จัดส่งด้วยหุ่นยนต์นำส่งยาแบบยานนำวิถีใน 1 รอบ ต้องไม่ต่ำกว่า 6 กล่องต่อ 1รอบ ซึ่งในที่นี้ไม่พิจารณาบรรจุภัณฑ์ขนาด B เนื่องจากความต้องการในการจัดส่งเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ขนาด A แล้วมีปริมาณน้อย




**ภาพประกอบที่** 4.5.4: ลักษณะของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ และลักษณะช่องเก็บบรรจุภัณฑ์ขนาด A และ B

จากภาพประกอบที่ 4.5.4 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบและขนาดของหุ่นยนต์ฯ โดยถูกออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมกับค่าความสูงเฉลี่ยของคนไทยเพื่อให้สะดวกในการใช้งานและการบังคับควบคุม โดยหุ่นยนต์ฯ มีขนาดกว้าง 0.58 เมตร ยาว 0.84 เมตร และสูง 1.2 เมตร และประกอบไปด้วย 12 ช่องใส่บรรจุภัณฑ์ยาที่มีระบบไฟบอกสภานะและตัวรับรู้เพื่อตรวจสอบสภาวะการใช้งานของแต่ละช่อง ทั้งนี้การปิดและเปิดประตูของหุ่นยนต์ฯ ถูกควบคุมด้วยขดลวดโซลินอยด์ ตัวถังทำด้วยโครงสร้างอลูมิเนี่ยม หุ่มและตกแต่งด้วยแผ่นเหล็กดัดเป็นทรงตามโครงสร้าง น้ำหนักประมาณ 60 กิโลกรัม และสามารถรับน้ำหนักสูงสุดในการขนย้ายได้ 48 กิโลกรัม โดยกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ให้อยู่ในช่วง 0.5-1 เมตร ต่อวินาที

ในด้านการควบคุม หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยายนำวิถีอัตโนมัติ ถูกควบคุมผ่านตัวประมวลผลแบบ Microcontroller Computer 32 bits ผลจากการคำนวณค่าทางสถิติของการขนส่งและค่าพลังงานที่ใช้ พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้งาน อยู่ที่ 90 นาที โดยใช้เวลาในการชาร์จประมาณ 150 นาที (อ้างอิงบนพื้นฐานความเหมาะสมของโรงพยาบาลต้นแบบศูนย์การแพทย์กาญจนาฯ โดยใช้แบตเตอรี่ประเภท NI-MH 24VDC 25 AH เป็นตัวให้พลังงานในการทดลองในสภาวะจริง

### 4.5.4 ระบบควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) และส่วนติดต่อประสานงานผู้ใช้

ในส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ทำหน้าที่ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ ทำให้เจ้าหน้าที่นำส่งยาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่วนควบคุมและติดต่อประสานงานนี้ประกอบด้วย ก้านบังคับ จอสัมผัส สวิทช์เลือกการทำงานแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ สวิทช์กุญแจเปิด-ปิด เครื่องอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น และไฟเตือน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.5.5

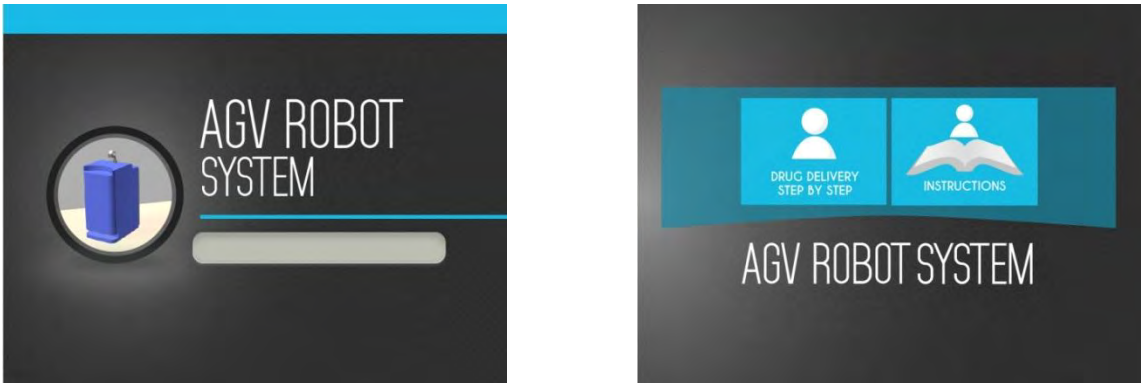
**ภาพประกอบที่** 4.5.5: ระบบควบคุมและส่วนติดต่อประสานงานผู้ใช้

การพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ต้นแบบ ดังที่กล่าวมาแล้วขั้นต้นยังขาดส่วนสำคัญอีกหนึ่งส่วนคือ ระบบสารสนเทศที่ใช้ควบคุมและติดต่อสื่อสารระหว่างระบบฐานข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

## 4.6 ระบบสารสนเทศควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

ระบบสารสนเทศนี้จะทำหน้าที่ในการแสดงผลเพื่อทำหน้าที่ในการติดต่อระหว่างหุ่นยนต์กับผู้ใช้งานผ่านทางจอภาพบริเวณชุดควบคุมหุ่นยนต์ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.5.5 เพื่อแนะนำขั้นตอนการทำงานในหน้าที่ต่างๆ ร่วมกับหุ่นยนต์ โดยระบบจะแบ่งออกเป็นสองระบบ คือ

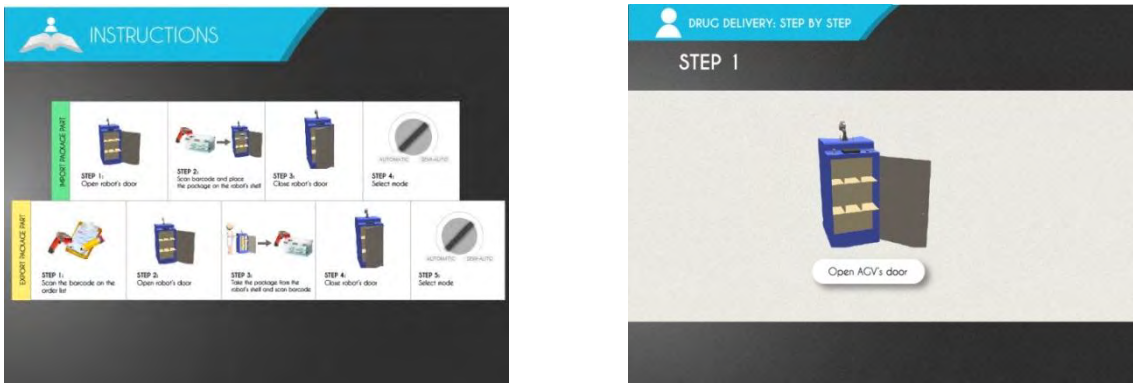
### 4.6.1 ระบบการนำบรรจุภัณฑ์เข้าชั้นเก็บบรรจุภัณฑ์ในตัวหุ่นยนต์




(ก) (ข)

**ภาพประกอบที่** 4.6.1: หน้าจอแสดงผลการทำงาน

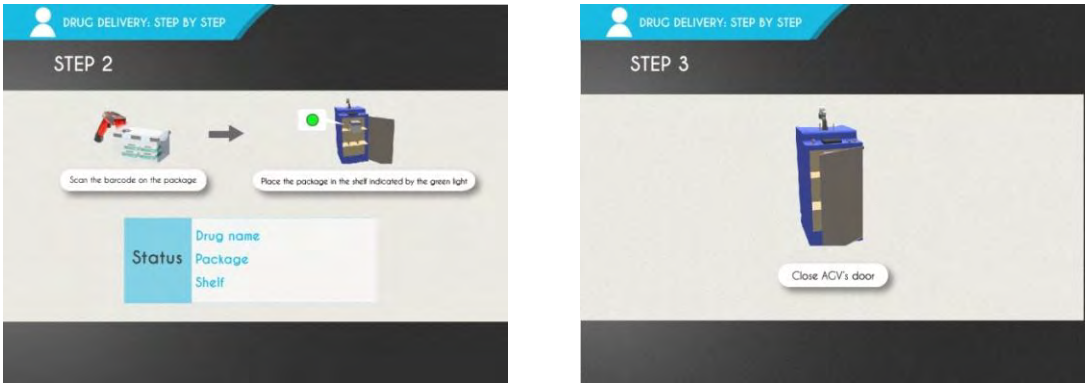
ภาพประกอบที่ 4.6.1 (ก) จะแสดงในขณะเริ่มต้นการทำงานของระบบและระหว่างที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่นำบรรจุภัณฑ์ไปส่งยังแผนกต่าง ๆ เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทำการอ่านรหัสชนิดเส้นประจำตัวที่เครื่องอ่านรหัสชนิดเส้นเพื่อที่จะสามารถที่จะควบคุมหุ่นยนต์ได้ ภาพประกอบที่ 4.6.1 (ข) แสดงรายการให้ผู้ใช้เลือกทำ รายการทางด้านขวา (INSTRUCTION) เป็นการบอกขั้นตอนทั้งหมดที่ใช้ในการนำบรรจุภัณฑ์เข้า-ออก ซึ่งแสดงไว้ดังภาพประกอบที่ 4.6.2 (ก) รายการทางด้านซ้าย (DRUG DELIVERY STEP BY STEP) จะเป็นการเริ่มต้นระบบการเก็บบรรจุภัณฑ์เข้าในชั้นเก็บบรรจุภัณฑ์ เมื่อเลือกทำรายการนี้จอแสดงผลจะแสดงภาพดังภาพประกอบที่ 4.6.2 (ข) เพื่อเริ่มขั้นตอนการนำบรรจุภัณฑ์เข้าหุ่นยนต์ฯ โดยหุ่นยนต์จะบอกให้ผู้ใช้ทำการเปิดประตูดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.6.2 (ข) และเมื่อผู้ใช้ทำการเปิดประตูกระบวนการถัดไปก็จะเริ่มต้นโดยอัตโนมัติดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.6.3 (ก)




(ก) (ข)

**ภาพประกอบที่** 4.6.2: หน้าจอแสดงผลการทำงาน

ขั้นตอนต่อไปคือจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการนำไปส่งยังแผนกต่าง ๆ ในหุ่นยนต์ฯ โดยทำการสแกนรหัสบรรจุภัณฑ์ที่ติดอยู่ทางด้านบนของบรรจุภัณฑ์ ที่ตัวอ่านรหัสบาร์โค๊ดหลังจากนั้นที่จอแสดงผลก็จะทำการรายงานผ่านทางจอภาพว่าเป็นยาชนิดไหน ขนาดของบรรจุภัณฑ์ขนาดเท่าไหร่ เก็บลงในชั้นเก็บบรรจุภัณฑ์ที่เท่าไหร่ หลังจากนั้นผู้ใช้ก็จะทำการนำบรรจุภัณฑ์ไปใส่ไว้ในช่องที่หุ่นยนต์ได้ทำการเลือกให้ โดยช่องที่เลือกนี้จะแสดงการถูกเลือกด้วยการเปิดหลอดไฟสีเขียวที่ติดตั้งที่ตำแหน่งด้านบนข้างซ้ายของช่องที่ใช้ในการเก็บบรรจุภัณฑ์ และเมื่อทำการวางบรรจุภัณฑ์ในตัวหุ่นยนต์เรียบร้อยแล้วหุ่นยนต์ก็จะทำการปรับปรุงข้อมูลของจอภาพและแสดงผลดังภาพประกอบที่ 4.6.3 (ก)



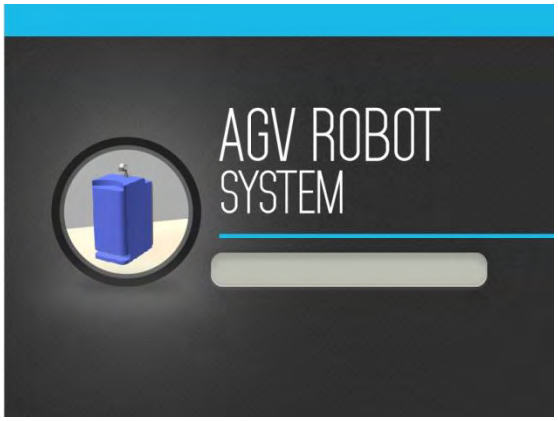

(ก) (ข)

**ภาพประกอบที่** 4.6.3: หน้าจอแสดงผลการทำงาน

เมื่อบรรจุภัณฑ์ที่ระบบสารสนเทศจัดเตรียมไว้ถูกจัดเก็บเข้าไปในหุ่นยนต์ฯ เต็มความสามารถการบรรจุหรือครบตามใบสั่งยาที่มี หุ่นยนต์จะแสดงหน้าจอที่บอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าตอนนี้ระบบพร้อมที่จะทำการส่งบรรจุภัณฑ์แล้วให้ผู้ใช้ทำการปิดประตูของหุ่นยนต์และเมื่อผู้ใช้ปิดประตู จอแสดงผลจะแสดงดังภาพประกอบที่ 4.6.4 เพื่อเข้าสู่การเลือกลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์ และบอกกับผู้ใช้งานว่าให้กดปุ่มสีเขียวเพื่อเริ่มต้นการทำงาน

**ภาพประกอบที่** 4.6.4: หน้าจอแสดงผลการทำงาน

4.2.2. **ขั้นตอนการนำบรรจุภัณฑ์ออกจากหุ่นยนต์**




(ซ)

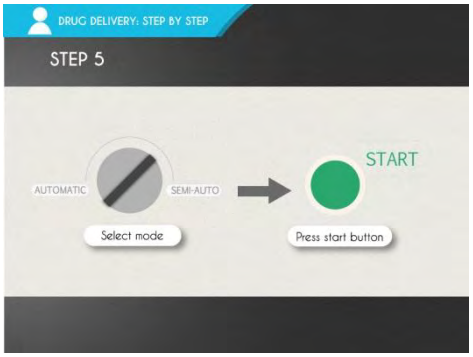
(ญ)

**รูปภาพประกอบ** 4.6.5: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน

ระบบการนำของออกจะเริ่มต้นในรูป (ซ) เพื่อบอกให้กับเจ้าหน้าที่ ที่ทำการมารับบรรจุภัณฑ์ให้ทำการสแกนรหัสเชิงเส้นและเมื่อทำการแสกนรหัสของผู้นำบรรจุภัณฑ์ออกที่เครื่องอ่านรหัส หน้าจอแสดงผลก็จะทำการเปลี่ยนหน้าจอแสดงผลเป็นดังในรูป (ญ) เพื่อบอกให้ผู้นำบรรจุภัณฑ์ออกทำการสแกนในรายการสั่งสินค้า หลังจากเมื่อทำการแสกนเรียบร้อยแล้วระบบแสดงผลก็จะทำการเปลี่ยนเป็นรูป (ฎ) เพื่อบอกกับผู้ใช้ว่าให้หยิบบรรจุภัณฑ์ในชั้นเก็บบรรจุภัณฑ์ตำแหน่งชั้นที่เท่าไหร่ หลังจากนั้นผู้ใช้ก็จะทำการแสกนบรรจุภัณฑ์จนกว่าบรรจุภัณฑ์จะหมดและจะเปลี่ยนเป็นรูป (ฎ) เพื่อบอกให้กับผู้ใช้งานให้ทำการปิดประตูและเมื่อผู้ใช้ทำการปิดประตูรูปที่แสดงผลจะเปลี่ยนเป็นรูป (ฐ) เพื่อบอกกับผู้ใช้ว่าต้องการใช้ระบบแบบไหนในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ พอผู้ใช้ทำการเลือกระบบการเคลื่อนที่เสร็จเรียบร้อยแล้วผู้ใช้ก็กดปุ่มสีเขียวเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานต่อไป จนกว่าบรรจุภัณฑ์ในหุ่นยนต์จะหมด

(ฎ)

(ฎ)




(ฐ)

**รูปภาพประกอบ** 4.6.6: หน้าปัดแสดงผลการทำงาน

## 4.7 บทสรุปย่อย

ในบทนี้ได้นำเสนอถึงภาพรวมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำส่งยาแบบอัตโนมัติไปยังแผนกต่างๆ ที่ส่งใบสั่งยามาที่คลังยาหรือห้องจ่ายยา หุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ต้องมีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปยังจุดเป้าหมายโดยอัตโนมัติ และยังจำเป็นต้องมีความสามารถในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางเส้นทางอัตโนมัติ เช่น มนุษย์ หรือสิ่งของ หรือในกรณีที่ไม่สามารถหลบหลีกได้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) จะต้องส่งสัญญาณของทางไปยังกลุ่มคนหรือเจ้าหน้าที่ที่อยู่ใกล้เคียงเพื่อขอให้จัดการเปิดเส้นทางให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านไป นอกจากนี้ส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) คือส่วนของการจัดการบรรจุภัณฑ์ยาเพื่อจัดส่งไปยังแผนกต่างๆ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการนำส่ง

นอกจากนั้นหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ยังประกอบด้วยระบบรับรู้อื่นๆ ที่ทำหน้าที่ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ทำงานได้แม่นยำและมีประสิทธิภาพ ในส่วนของรายละเอียดของการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการนำส่งยาประเภทต่างๆ กับจำนวนบุคลากรภายในศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่าถ้าต้องการพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ให้ทำงานทดแทนระบบดั้งเดิม ระบบนำส่งยาที่พัฒนาขึ้นใหม่จะต้องนำส่งยา 3 รอบต่อวัน โดยในแต่ละรอบการนำส่งยาจะต้องส่งบรรจุภัณฑ์ยาได้สูงที่สุด 12 ชิ้น (บรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ 6 กล่อง และขนาดเล็ก 6 กล่อง ขนาดของบรรจุภัณฑ์ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ยาของศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกในโครงการย่อยที่ 1 “การพัฒนาระบบสถานีหุ่นยนต์ต้นแบบ เพื่อจัดแยกและแจกจ่ายยาเชิงโลจิสติกส์”) นอกจากนี้เนื่องจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในโรงพยาบาล ความ

ปลอดภัยระหว่างการใช้งานและขนาดของหุ่นยนต์ที่จะพัฒนาสร้างเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เช่นในเรื่องของขนาดของหุ่นยนต์เนื่องจากเส้นทางการนำส่งยาไปยังแผนกต่างๆ หุ่นยนต์กับเตียงของคนไข้หรือรถเข็นอาจต้องเคลื่อนที่ไปด้วยกันหรือสวนทางกัน ขนาดของเส้นทางที่ใช้นำส่งยาจะเป็นข้อกำหนดในการออกแบบหุ่นยนต์

ระบบควบคุมหุ่นยนต์นำส่งยา AGV แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือชุดควบคุมระดับสูง อีกส่วนคือชุดควบคุมระดับล่าง การควบคุมระดับสูงจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนควบคุมหลัก โดยการควบคุมระดับสูงทำหน้าที่ในประมวลผลและการตัดสินใจระบบต่างๆและชุดควบคุมระดับล่างจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ชุดควบคุมชั้นที่ใช้ในการจัดเก็บของยาและชุดควบคุมการติดต่อกับผู้ใช้

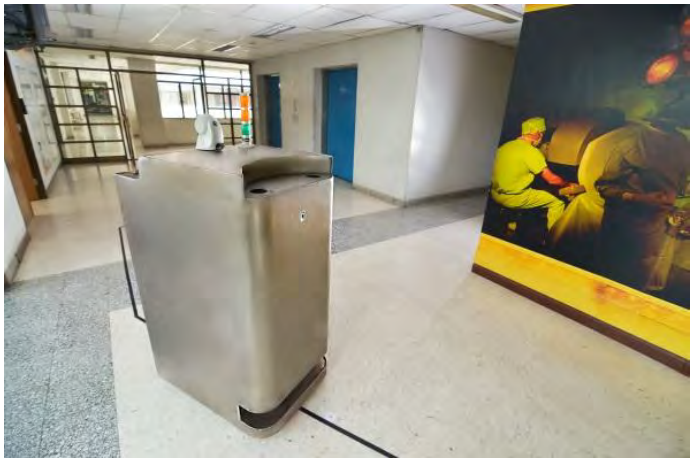
ปัญญาประดิษฐ์และการทำงานของหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติ ในหุ่นยนต์นำส่งยา AGV อัตโนมัติจะมีส่วนที่หุ่นยนต์ที่ต้องคิดและตัดสินใจอยู่เป็นหลักคือ 1. ระบบนำทางของหุ่นยนต์ ระบบที่ใช้นำทางของหุ่นยนต์นำส่งยา AGV จะมี 2 ส่วน คือ ส่วนที่สร้างแผนเส้นทางการเดินอัตโนมัติ 2 มิติ และส่วนที่คอยนำทางตามเส้นทางการเดินอัตโนมัติที่สร้างไว้ 2. ระบบการจัดการนำของเข้า-ออก ที่ตัวหุ่นยนต์ในส่วนของการพัฒนาสร้างดังที่ได้กล่าวมาแล้วโดยละเอียดในหัวข้อของการออกแบบ

การพัฒนาระบบควบคุม และ การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ในส่วนต่อไปจะเป็นการกล่าวถึงการพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ตั้งแต่ในส่วนของการสร้างโครงสร้าง การสร้างระบบขับเคลื่อน การสร้างระบบชั้นวางของและการสร้างระบบควบคุม และระบบสารสนเทศที่ใช้ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ (AGV Robot) ระบบนี้จะทำหน้าที่ในการแสดงผลเพื่อทำหน้าที่ในการติดต่อระหว่างหุ่นยนต์กับผู้ใช้งานผ่านทางจอภาพบริเวณแผงหน้าปัดของชุดควบคุมหุ่นยนต์ โดยระบบจะแบ่งออกเป็นสองระบบ คือ ระบบการนำบรรจุภัณฑ์เข้าชั้นเก็บบรรจุภัณฑ์ในตัวหุ่นยนต์และระบบการนำบรรจุภัณฑ์เข้าชั้นเก็บบรรจุภัณฑ์ในตัวหุ่นยนต์

# บทที่ 5

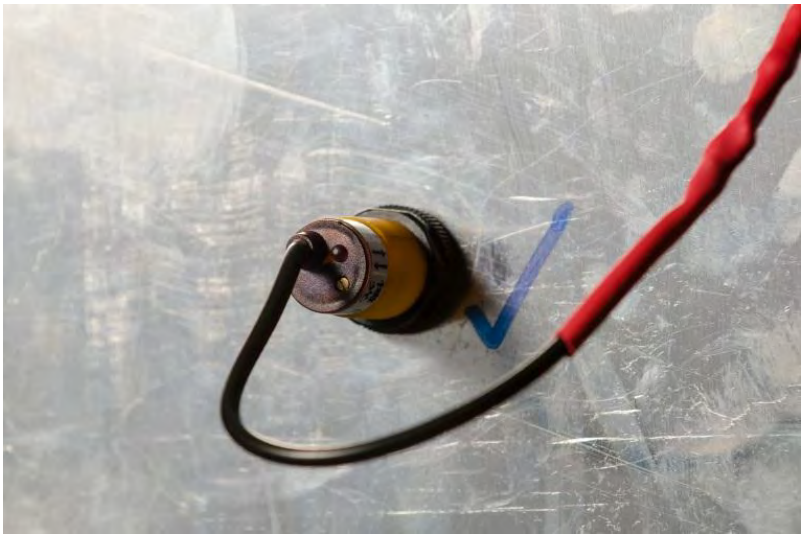
# การสาธิตและทดสอบระบบหุ่นยนต์ฯ

## 5.1 การสาธิตและทดสอบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติในระดับห้องปฏิบัติการ



ภาพประกอบที่ 5.1.1: การทดสอบการเคลื่อนที่อัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ

การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ระบบอัตโนมัติจะทำโดยแบบใช้แถบเส้นสีดำเป็นเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์โดยควบคุมความเร็วเป็นแบบระบบเปิด และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ระบบปิด โดยใช้ตัวรับรู้อินฟราเรดแบบอาร์เรย์เป็นตัวรับรู้และตรวจจับโดยใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลเมทิลไฮไดรด์ NI-MH ภายในตัวหุ่นยนต์ที่ระดับแรงดัน 24 โวลต์ ทดสอบโดยการเคลื่อนที่ไปตามแถบเส้นสีดำเป็นระยะทาง 15 เมตร มีจำนวนสามแยกทั้งหมด 2 ทาง แล้วเลี้ยวแบบ45 องศา อีก 2 จุด และมี รหัสข้อมูลเชิงภาพสำหรับการตรวจจับตำแหน่งในการหยุดโดยใช้กล้องเว็บแคม 1 ตัวเป็นตัวตรวจจับข้อมูลภาพ และทดสอบสิ่งกีดขวางที่เป็นวัตถุ และคนในการเดินผ่านโดยหุ่นยนต์จะหยุดเมื่อเจอสิ่งที่กีดขวางเส้นทางการเกินของหุ่นยนต์



**ภาพประกอบที่** 5.1.2: ตัวรับรู้อินฟราเรดสำหรับตรวจจับบรรจุภัณฑ์

ตัวรับรู้อินฟราเรดสำหรับตรวจจับบรรจุภัณฑ์จะถูกติดตั้งไว้ทางด้านหลังของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ โดยมีหลอดไฟสีแดงแสดงสถานะ ทดสอบโดยการใส่ บรรจุภัณฑ์เข้าไปในช่องที่เก็บแต่ละอันหลอดไฟสีแดงก็จะทำการแสดงขึ้นมาซึ่งทางด้านหลังของอุปกรณ์ตัวรับรู้อินฟราเรดสำหรับตรวจจับบรรจุภัณฑ์จะมีตัวปรับด้านหลังเพื่อปรับระยะในการตรวจจับ

**ภาพประกอบที่** 5.1.3: แสดงตำแหน่งของรหัสข้อมูลเชิงภาพที่ติดตั้งบนพื้น

การทดสอบรหัสข้อมูลเชิงภาพทดสอบได้โดยให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระบบอัตโนมัติเคลื่อนที่ไปตามแถบเส้นนำทางการเดินที่สร้างเอาไว้แล้ว แล้วทำการอ่านค่าจากจอแสดงผลที่ข้อมูลที่ถอดรหัสได้มาแปลงผ่านทางหน้าจอแสดงผล

## 5.2 การวิเคราะห์ผลการสาธิตและการทดสอบ ในระดับปฏิบัติการ

จากการทดสอบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติโดยแบ่งออกเป็นทั้งหมด 9 หัวข้อที่ใช้ทดสอบหุ่นยนต์

5.2.1 การเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติในระดับปฏิบัติการ หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามแถบเส้นที่ติดนำทางไว้ได้ดีในเส้นนำทางทั้งนี้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสผิวระหว่างล้อของหุ่นยนต์กับระนาบพื้น และการติดแถบเส้นนำทางด้วย และลักษณะของพื้นผิวและสีมีผลต่อการตรวจจับของเซนเซอร์

5.2.2 การเคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ หุ่นยนต์สามารถตอบสนองกับการควบคุมของผู้ใช้ได้อย่างดี แต่ความเร็วที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์อาจจะต้องปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานอย่างมีความยืดหยุ่น

5.2.3 ความปลอดภัย ถือเป็นหัวใจหลักของหุ่นยนต์บริการเพราะต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมด้วยกับคนจำนวนมากดังนั้นความปลอดภัยของหุ่นยนต์คือต้องหยุดทำงานแบบกรทันหันได้เมื่อมีการทำงานผิดพลาด โดยจากการทดสอบโดยการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน หุ่นยนต์ก็สามารถที่จะหยุดโดยกะทันหันได้เป็นอย่างดี

5.2.4 การอ่าน รหัสข้อมูลเชิงภาพจะใช้กล้องที่ติดอยู่ทางด้านล่างของตัวหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการอ่านรหัสข้อมูลเชิงภาพ โดยในขั้นการทดสอบขึ้นแรกจะมีปัญหาในเรื่องของความเร็วของภาพเนื่องจากกล้องที่ใช้งานมีการปรับชดเชยแสงอัตโนมัติซึ่งระหว่างทางที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปแสงภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงทำให้ภาพที่ได้รับมาในการประมวลผลช้า จึงได้ทำการกำหนดสภาพแวดล้อมให้กับระบบหุ่นยนต์โดยการติดหลอดไฟแอลอีดีสีขาว ซึ่งทำให้แสงที่ใช้ในการอ่านคงที่ไม่มีผลต่อความเร็วของภาพ แต่ทั้งนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับความเร็วของตัวหุ่นยนต์อีกอย่างหนึ่ง จึงอาจจะทำให้ระบบชนิดนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของความเร็วของหุ่นยนต์ แต่ก็สามารถที่จะเพิ่มความเร็วในการอ่านได้โดยการเปลี่ยนชนิดของกล้องที่ใช้งานซึ่งกล้องที่ใช้จะเป็นโมดูลเฉพาะสำหรับการอ่านรหัสข้อมูลเชิงภาพ ซึ่งเป็นแบบที่ทำงานเฉพาะจึงสามารถทำงานได้เร็วกว่า

5.2.5 การตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ในชั้น ใช้ตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์โดยอาศัยหลักการสะท้อนโดยวัสดุที่บรรจุภัณฑ์ใช้จะต้องไม่มีลักษณะที่โปร่งใสเพราะจะทำให้ตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดไม่สามารถที่จะตรวจจับวัตถุได้ จึงอาจจะทำให้เกิดข้อจำกัดทางด้านบรรจุภัณฑ์ แต่การ

ตรวจจับแบบใช้อินฟราเรดในการมีการตรวจจับที่มีผลตอบสนองค่อนข้างเร็วเพียงพอที่จะใช้งานกับระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติได้อย่างดี

5.2.6 การระบุตำแหน่งการวางบรรจุภัณฑ์ จะอาศัยหลักการคิดในตัวหุ่นยนต์เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลซึ่งต้องอาศัยระบบการเชื่อมต่อแบบไร้สายในการทำกระบวนการนี้ดังนั้นถ้าหุ่นยนต์เกิดการขาดการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลทำให้การระบุตำแหน่งในการบรรจุภัณฑ์ผิดพลาดได้ เพราะฉะนั้นพื้นที่ ๆ ทำการตรวจสอบการวางบรรจุภัณฑ์ควรจะมีคุณภาพและระดับสัญญาณสูง

5.2.7 การเตือนและการติดต่อสื่อสาร ใช้ในการเตือนบุคคลรอบข้างที่เกี่ยวข้องและผู้ดูแลระบบให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติโดยจะมีไฟแสดงเตือนอยู่ที่ทางด้านบนของตัวหุ่นยนต์ซึ่งถ้าเกิดหุ่นยนต์มีปัญหาในการเชื่อมต่อหรือทำงานผิดพลาดก็จะแสดงไฟสีส้มให้เห็น ส่วนไฟแสดงผลสีเขียวเป็นการบ่งบอกว่าหุ่นยนต์พร้อมทำงานตามปกติ ซึ่งการเตือนในส่วนของเสียงก็จะมีเสียงเตือนเมื่อมีสิ่งกีดขวางบนเส้นทางการเดินซึ่งจากการทดสอบในพื้นที่โล่ง ๆ สามารถทำงานได้ดี แต่ในที่แคบ ๆ ต้องมีการปรับค่าพารามิเตอร์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ

## 5.3 การสาธิตและทดสอบหุ่นยนต์นำส่งยาในระดับกรณีศึกษา

ขั้นตอนการทดสอบหุ่นยนต์ก่อนที่จะทำการส่งยาให้กับแผนกต่างๆ มีขั้นตอนโดยละเอียดโดยเริ่มจากผู้ใช้นำหุ่นยนต์ฯ มาที่ห้องคลังยา โดยหุ่นยนต์จะสามารถถูกบังคับได้ ด้วยการใช้ปุ่มบังคับทิศทางบนตัวหุ่นยนต์ จากสถานีจอดหุ่นยนต์ฯ ซึ่งจะอยู่บริเวณข้างแผนกคลังยาที่บริเวณชั้น 2 ทั้งนี้เนื่องด้วยแผนกที่ให้บริการทางการแพทย์ส่วนใหญ่อยู่บริเวณชั้น 2 ของศูนย์การแพทย์ฯ เพื่อความสะดวกในการจัดส่งยาไปยังแผนกต่างๆ โดยเมื่อหุ่นยนต์ฯ มาอยู่ที่รับยาที่คลังยาแล้ว ในจุดที่พร้อมจะรับยา โดยโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ฯ จะเตรียมพร้อมสำหรับขั้นตอนการจัดเก็บยาในหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะฯ ต่อไป

ฐานข้อมูลหลังจากการจัเก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าสู่ชั้นใส่ยาและทำการบันทึกข้อมูลยาเข้าสู่ระบบสารสนเทศแล้ว กระบวนการต่อมาคือการแจกจ่ายยาออกสู่แผนกต่างๆ ของโรงพยาบาล โดยใช้หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) เป็นตัวขนส่งยา ซึ่งขั้นตอนการขนส่งและการทำงานของระบบหุ่นยนต์ขนส่งยาจะเริ่มต้นที่บรรจุภัณฑ์ยาที่อยู่ในถังพักบรรจุภัณฑ์ชั่วคราว ดังภาพประกอบที่ 5.3.1 โดยขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียดมีดังต่อไปนี้

**ภาพประกอบที่ 5.3.1**: สถานะเริ่มต้นของการทดสอบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ

(1) เจ้าหน้าที่ประจำคลังยาจะต้องทำการแสดงตัวเข้าสู้ระบบเครือข่ายกลาง โดยการอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นซึ่งเป็นแทบสีบรรจุข้อมูลตัวเลขหลักจากบัตรประจำตัวพนักงานของตนเอง 13 เป็นการยืนยันตัวตนของเจ้าหน้าที่ เพื่อความปลอดภัย และความไว้วางใจต่อโรงพยาบาลของตัวผู้ป่วย ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ในข้อนี้ เพื่อผลประโยชน์ต่อผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลทั้งสิ้น

(2) หลังจากเจ้าหน้าที่ได้แสดงตัวต่อหุ่นยนต์ฯ และระบบผ่านทางรหัสข้อมูลเชิงเส้นแล้ว ต่อไปก็คือการบรรจุบรรจุภัณฑ์ของยาเข้าสู่ตัวหุ่นยนต์ฯ โดยผู้ใช้จะต้องนำบรรจุภัณฑ์จากถังพักบรรจุภัณฑ์ชั่วคราวไปอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นที่ตัวหุ่นยนต์ จากนั้นระบบจะทำการเทียบข้อมูลกับรายการคำร้องยาจากแผนกต่างๆแล้วตัดสินใจเลือกช่องเก็บบรรจุภัณฑ์ยาภายในตัวหุ่นยนต์ โดยแยกตามแผนกต่างๆ ของโรงพยาบาล และขนาดของบรรจุภัณฑ์ยา

(3) ภายหลังการอ่านข้อมูล และตัดสินใจเลือกตำแหน่งการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์แล้ว หุ่นยนต์จะทำการแสดงแสงไฟจากหลอดแอลอีดี เพื่อเป็นการแสดงสถานะว่างของช่องเก็บยานั้นๆ และเจ้าหน้าที่จะต้องเก็บบรรจุภัณฑ์ยาเข้าสู่ช่องเก็บยาให้ตรงตามไฟแอลอีดี ดังภาพประกอบที่ 5.3.2 ซึ่งภายในจะมีตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดค่อยตรวจสอบสถานะของช่องเก็บยานั้นๆ โดยการเลือกช่องใส่ยาของหุ่นยนต์จะพิจารณาจาก ขนาดของบรรจุภัณฑ์ และแผนกที่ส่งคำร้องมายังคลังยาเป็นสำคัญ

**ภาพประกอบที่ 5.3.2:** เจ้าหน้าที่บรรจุบรรจุภัณฑ์เข้าสู่หุ่นยนต์

(4) หลังจากบรรจุบรรจุภัณฑ์ยาใส่หุ่นยนต์เสร็จแล้วการขนส่งยาไปยังแผนกต่างๆ ของโรงพยาบาล ทำได้โดยการควบคุมผ่านแผงควบคุมที่ตัวหุ่นยนต์เองโดยเกณฑ์สำคัญที่ระบบใช้ในการตัดสินเพื่ออนุญาตให้หุ่นยนต์เริ่มการขนส่งยามี 2 ข้อ คือ 1) บรรจุยาจนเต็มทุกช่องของหุ่นยนต์แล้ว 2) เจ้าหน้าที่กดปุ่มเริ่มการทำงานผ่านแผงควบคุมที่ตัวหุ่นยนต์สำหรับการขนส่งยาของหุ่นยนต์จะเริ่มโดย เจ้าหน้าที่จะควบคุมหุ่นยนต์ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติไปยังลิฟต์เพื่อขึ้นหรือลงไปยังชั้นที่ต้องการตามภาพประกอบที่ 5.3.3

**ภาพประกอบที่ 5.3.3:** การควบคุมหุ่นยนต์ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ

จากนั้นผู้ใช้จึงปรับระบบสั่งการของหุ่นยนต์ฯ เป็นระบบอัตโนมัติเพื่อขนส่งยาไปยังแผนกนั้นๆ โดยหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติตามเส้นที่กำหนดหนดไว้บนพื้นดังแสดงในภาพประกอบที่ 5.3.4

**ภาพประกอบที่** 5.3.4: หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นนำทางเพื่อไปยังแผนกที่ต้องการ

(5) เมื่อหุ่นยนต์มาถึงยังแผนก เจ้าหน้าที่ที่แผนกจะต้องแสดงตัวตนโดยการแสดงรหัสข้อมูลเชิงเส้นกับหุ่นยนต์ที่เครื่องอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นดังแสดงในภาพประกอบที่ 5.3.5 ซึ่งหุ่นยนต์จะทราบสถานะและที่อยู่ของตัวเองจากข้อมูลเจ้าหน้าที่กับข้อมูลจากรหัสข้อมูลเชิงภาพเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล หากข้อมูลถูกต้องและตรงกัน หุ่นยนต์จะอนุญาตให้เจ้าหน้าที่นำบรรจุภัณฑ์ยาออกไปได้โดยการเปิดช่องใส่ยา

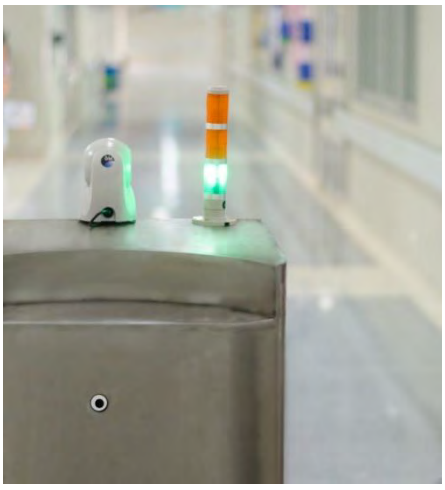
**ภาพประกอบที่** 5.3.5: เจ้าหน้าที่แสดงรหัสข้อมูลเชิงเส้นแก่หุ่นยนต์ เพื่อยืนยันสถานะ

(6) เมื่อเจ้าหน้าที่ขนย้ายบรรจุภัณฑ์จากตัวหุ่นยนต์เรียบร้อยแล้ว หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่กลับไปยังคลังยาโดยอัตโนมัติ

แอลอีดี สำหรับการตรวจสอบตำแหน่งของตัวหุ่นยนต์เอง ระบบจะให้วิธีการอ่านค่ารหัสข้อมูลเชิงภาพ ซึ่งติดอยู่กับเส้นที่บริเวณพื้นของอาคาร ดังภาพประกอบที่ 5.3.6 โดยรหัสข้อมูลเชิงภาพจะบอกตำแหน่งของสถานที่หรือแผนกนั้นๆ ภายในโรงพยาบาลเพื่อให้หุ่นยนต์ใช้เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล และแสดงตำแหน่งของตัวเอง

**ภาพประกอบที่** 5.3.6: รหัสข้อมูลเชิงภาพเพื่อบอกตำแหน่งของหุ่นยนต์ภายในโรงพยาบาล

และเนื่องจากการทำงานของตัวหุ่นยนต์จะต้องอ้างอิงกับข้อมูลในฐานข้อมูลจากระบบสารสนเทศควบคุมอยู่ตลอดเวลา เพื่อแสดงตำแหน่งและสถานะของตัวหุ่นยนต์เอง ดังนั้นหุ่นยนต์จึงต้องมีระบบแสดงสถานะ การติดต่อกับฐานข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งจะแสดงเป็นไฟสีเขียว สำหรับสถานะ การติดต่อปกติ ดังภาพประกอบที่ 5.3.7 และไฟสีส้ม แสดงสถานะ การติดต่อล้มเหลว ดังภาพประกอบที่ 5.3.8



**ภาพประกอบที่** 5.3.7: ไฟสีเขียวแสดงสถานะปกติ

**ภาพประกอบที่** 5.3.8: ไฟสีส้มแสดงสถานะการติดต่อล้มเหลว

## 5.4 การวิเคราะห์ผลการสาธิตและการทดสอบในระดับกรณีศึกษา

จากการทดสอบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติโดยแบ่งเป็นทั้งหมด 9 หัวข้อที่ใช้ทดสอบระบบหุ่นยนต์

5.4.1 การเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติในระดับกรณีศึกษา หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามแถบเส้นที่ติดนำทางไว้ได้ดีอาจจะมีการปรับค่าพารามิเตอร์บางอย่างเพิ่มเติมและอาจจะเพิ่มแถบเส้นสีขาวขนาบข้างในบางพื้นที่เพราะสีของพื้นผิวที่ใช้กับเส้นที่ใช้ในการนำทางค่อนข้างที่จะใกล้เคียงกัน

5.4.2 การเคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ หุ่นยนต์สามารถควบคุมกับการควบคุมของผู้ใช้ได้อย่างดี แต่ด้วยความไม่เคยชินกับการควบคุมหุ่นยนต์อาจจะทำให้เกิดความสับสนในการควบคุมหุ่นยนต์เล็กน้อย ส่วนของความเร็วที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์จะกำหนดตามมาตรฐานของหุ่นยนต์บริการ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้และบุคคลรอบข้าง

5.4.3 ความทดสอบโดยการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน หุ่นยนต์ก็สามารถที่จะหยุดโดยกะทันหันได้เป็นอย่างดี และเมื่อเกิดเหตุการณ์ขาดการเชื่อมต่อระหว่างหุ่นยนต์หรือทำงานผิดพลาดหุ่นยนต์ก็สามารถที่จะ

หยุดการเคลื่อนที่และกลับมาทำงานได้ปกติเมื่อสามารถติดต่อกับศูนย์กลางข้อมูลหรือได้ทำการแก้ไขสิ่งที่ก่อให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาด

5.4.4 การอ่านรหัสข้อมูลเชิงภาพจากการทดสอบในกรณีศึกษานี้ การอ่านรหัสข้อมูลเชิงภาพ ไม่มีปัญหาใดๆกับการถอดรหัสเชิงภาพเพราะได้ทำการควบคุมสภาพแวดล้อมภายนอกไว้แล้วโดยการติดหลอดไฟแอลอีดีสีขาว สามารถที่จะรายงานตำแหน่งของหุ่นยนต์เทียบกับแผนที่ได้

5.4.5 การตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ในชั้น โดยบรรจุภัณฑ์ที่ใช้จะถูกควบคุมการสะท้อนของบรรจุภัณฑ์นั้นเพื่อให้ระบบตัวรับรู้ใช้แสงอินฟราเรดสามารถที่จะตรวจจับได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

5.4.6 การระบุตำแหน่งการวางบรรจุภัณฑ์ จากการทดสอบการระบุตำแหน่งของการวาง พื้นที่ ๆ ทำการระบุตำแหน่งมีระดับสัญญาณและคุณภาพของสัญญาณที่ดีจึงทำให้การที่หุ่นยนต์เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อระบุตำแหน่งได้ดี

5.4.7 การเตือนและการติดต่อสื่อสาร การติดต่อสื่อสารล้าช้าไปกว่าปกติในบางพื้นที่ช่วงเช่น ลิฟท์ หรือมุมอับที่ไกลจากตัวกระจายสัญญาณไร้สาย แต่ในส่วนของแผนกต่างๆในโรงพยาบาลนั้นทำได้ดี ไม่มีปัญหาใด ๆ การเตือนในส่วนของการขาดการเชื่อมต่อหุ่นยนต์ก็ทำการแสดงผลของการที่ไม่สามารถติดต่อกับศูนย์กลางข้อมูลได้

## 5.5 บทสรุปย่อย

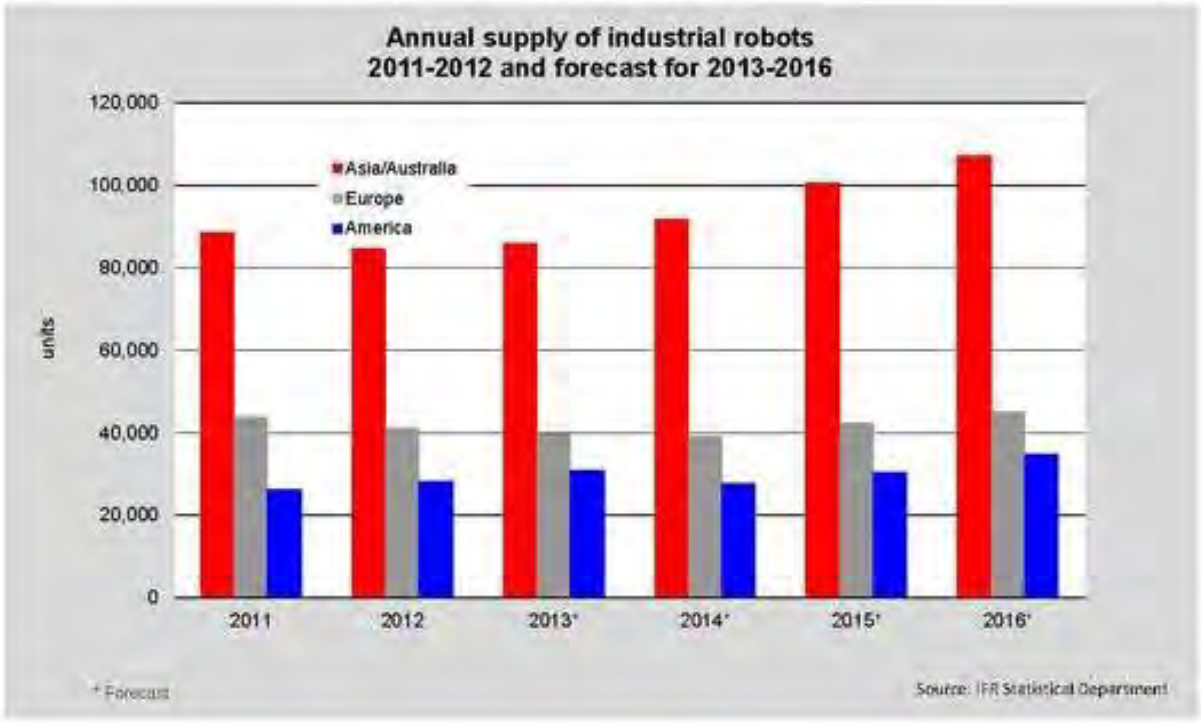
โดยจากการทดสอบระบบนำทางโดยใช้แถบเส้นนำทางของหุ่นยนต์พบว่าสีของพื้นผิวมีผลต่อการสะท้อนของคลื่นรังสีอินฟราเรดที่ส่งไปในระดับหนึ่งแต่หุ่นยนต์ก็ยังคงที่จะสามารถเคลื่อนที่ไปโดยไม่หลุดออกจากเส้นนำทางโดยความราบเรียบของการเคลื่อนที่ต้องปรับพารามิเตอร์ของระบบควบคุม การเคลื่อนที่ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ อีกทั้งสภาพพื้นผิวที่ขรุขระ และลาดชัน จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บ้างในบางช่วง แต่หุ่นยนต์ก็ยังรักษาสมดุลของระบบเอาไว้ได้ โดยระบบนำทางแบบนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในหลาย ๆ เรื่องเช่น ความเร็ว ความแม่นยำ สภาพของพื้นผิว ความยืดหยุ่นของระบบการเคลื่อนที่ แต่ก็ยังเป็นระบบที่มีการตอบสนองต่อการควบคุมได้ดี ส่วนของรหัสข้อมูลเชิงภาพจะทำได้อย่างมีข้อจำกัดเพราะความเร็วของภาพที่ได้จากกล้องอาจจะยังเร็วไม่เพียงพอแต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับว่าความเร็วของหุ่นยนต์นั้นมากหรือน้อยซึ่งสิ่งที่ทำให้ความเร็วของภาพช้าอันเนื่องมาจากการปรับชดเชยแสงโดยอัตโนมัติและซอฟท์แวร์ที่ทำการถอดรหัสอาจจะเร็วไม่เพียงพอ ซึ่งถ้าเป็นการใช้โมดูลกล้องที่ทำการอ่านค่ารหัส

ข้อมูลเชิงภาพโดยเฉพาะจะทำได้อย่างเร็วมากกว่าเพราะเป็นการถอดรหัสทางด้านฮาร์ดแวร์ข้อมูลการถอดรหัสจึงได้เร็วกว่าอาจจะทำให้ข้อจำกัดความเร็วของหุ่นยนต์นั้นลดลงได้ ส่วนปุ่มหยุดฉุกเฉินและเสียงเตือนนั้นจำเป็นอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบในกรณีศึกษาเพราะผู้คนจำนวนมากเดินผ่านหุ่นยนต์และก็ไม่รู้ว่าหุ่นยนต์กำลังทำอะไรอยู่หรือทำงานผิดพลาดอะไร ส่วนของการนำบรรจุภัณฑ์เข้าชั้นก็ทำได้ด้วยดี แต่อาจจะต้องมีการฝึกผู้ใช้ให้เรียนรู้กับระบบอย่างจริงจังและสามารถที่จะแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ และส่วนของการติดต่อสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์กับศูนย์กลางข้อมูล ควรที่จะทำคำนวณและวางจุดกระจายสัญญาณให้เหมาะสมเพื่อระดับและคุณภาพของสัญญาณจะได้ดี ซึ่งก็จะทำให้ระบบของการติดต่อกับหุ่นยนต์นั้นมีเสถียรภาพมากขึ้น ส่วนของสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมาก อาจจะมีแค่บุคคลรอบข้างที่มีจำนวนมากกว่าซึ่งอาจจะทำให้ต่างกัน แต่ก็ยังคงไม่ทำให้การควบคุมระบบเกิดการเปลี่ยนแปลงไปมาก

# บทที่ 6
# การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์

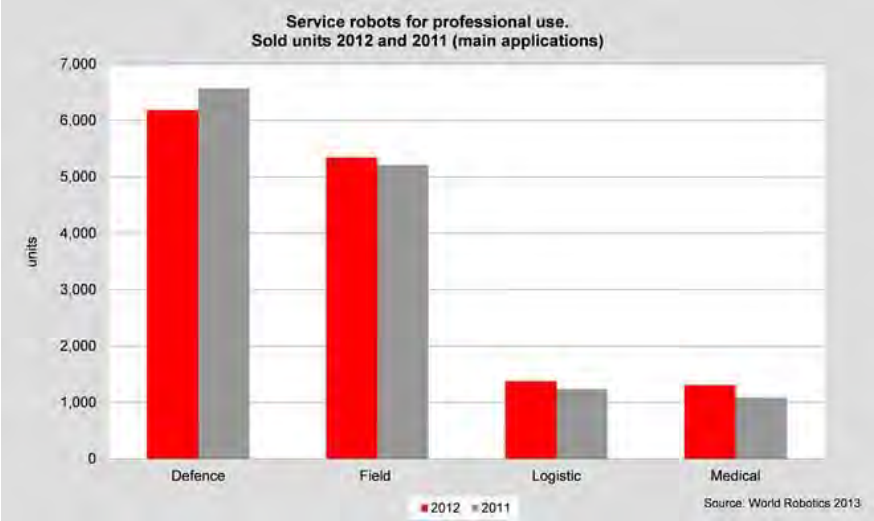
## 6.1 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ของภาพรวมการส่งยาในกรณีศึกษา

ปัจจุบันการใช้หุ่นยนต์ในงานด้านต่างๆ ในชีวิตประจำวันมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจะเห็นได้จากภาพประกอบที่ 6.2.1 ที่แสดงให้เห็นถึงจำนวนการใช้งานหุ่นยนต์ในอุตสหกรรมที่เพิ่มมากขึ้นในช่วงปี 2011-2012 ในทวีปต่าง และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในปี 2013-2016



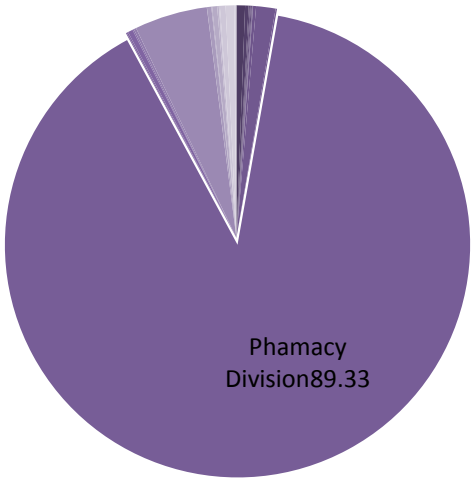

**ภาพประกอบที่** 6.1.1: อุปทานประจำปี [1]

ทวีปเอเชียเป็นทวีปที่มีฐานการผลิตในทางอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย การใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการเพิ่มผลผลิตก็มีมากขึ้น แต่ในบทบาทของหุ่นยนต์ทางด้านการแพทย์และโลจิสติกส์ยังไม่ได้รับความนิยมมากนักดังภาพประกอบที่ 6.2.2




**ภาพประกอบที่** 6.2.2: แสดงการใช้หุ่นยนต์ในด้านอื่นๆ [1]

ในกระบวนการทางโลจิสติกส์เป็นการเคลื่อนที่อย่างมีคุณค่า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ช่วยอำนวยความสะดวกจากข้อมูลการสั่งยาพบว่ามีการสั่งยาจากคลังยาเป็นจำนวนมาก ซึ่งกว่า 89% เป็นการสั่งยาที่มาจากแผนกจ่ายยาทั้งสิ้น นอกนั้นเป็นการสั่งจากแผนกอื่น ในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับห้องจ่ายยาดังภาพประกอบที่ 6.2.3




**ภาพประกอบที่** 6.2.3: อัตราการใช้ยาในศูนย์การแพทย์

ข้อได้เปรียบของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ทางเทคนิค

(1) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างได้ประมาณ 3 กิโลเมตร โดยไม่มีการหยุดพัก ด้วยความเร็วคงที่

(2) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ใช้พลังงานไฟฟ้า ประมาณ 2 บาทต่อการชาร์ตเต็มที่

(3) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot)มีการเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศอยู่ตลอดเวลาทำให้บรรจุภัณฑ์ถูกทำการติดตามอยู่ตลอดเวลา

(4) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ทำงานตามหน้าที่ที่ระบบและแผนเส้นทางที่เตรียมไว้ ดังนั้นถ้าแผนการเดินทางที่ดีก็จะทำให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่และลดภาระงานที่ไม่จำเป็นที่มีเจ้าหน้าผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย

จากข้อดีดังที่ได้ยกตัวอย่างมาขั้นต้น แสดงให้เห็นว่า หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) สามารถทำงานบางอย่างแทนมนุษย์ได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากหุ่นยนต์ถูกควบคุมด้วยตรรกะที่ตั้งไว้แล้วไม่สามารถทำงานนอกเหนือคำสั่งที่ใส่ไว้ในระบบ

ข้อดีทางด้านโลจิสติดส์ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot)

(1) ต้นทุนในด้านพลังงานต่อระยะทางน้อย

(2) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) สามารถส่งบรรจุภัณฑ์ได้ตลอดเวลา

(3) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) สามารถทำให้ประหยัดเวลาที่เสียไปจากการเดินทาง เนื่องจากเวลาก็ถือเป็นต้นทุนอีกชนิดอีกด้วย

(4) เมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) สามารถเคลื่อนที่ได้ไกลแสดงว่าส่งของได้หลายที่ และสามารถรับบรรจุภัณฑ์อื่นกลับมาด้วยเป็นการได้ประโยชน์

(5) หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) สามารถขนส่งบรรจุภัณฑ์ได้ทุกวัน ดังนั้นจึงแก้ปัญหาการนัดรับของของคลังยา เนื่องจากมีหุ่นยนต์สามารถไปส่งเมื่อไหร่ก้อได้ตามคำสั่ง

ผลการทดสอบขั้นต้นพบว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) สามารถแก้ปัญหาทางโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลได้เป็นอย่างดี และยังต่อยอดไปในงานโลจิสติดส์อื่นๆ ในโรงพยาบาลได้อีกด้วย เช่น การขนส่งเครื่องมือ อุปกรณ์ เวชภัณฑ์ อาหาร ในโรงพยาบาลเป็นต้น

## 6.2 การวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ในการใช้หุ่นยนต์นำส่งยาในกรณีศึกษา

ผลการทดลองระบบจัดส่งยาด้วยหุ่นยนต์เคลื่อนอัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) ที่ในศูนย์การแพทย์กาญจนาฯ เมื่อนำมาวิเคราะห์ในเชิงโลจิสติกส์แล้ว พบว่า ความสามารถโดย

เฉลี่ยของหุ่นยนต์ฯ อยู่ที่ 6 รอบต่อวัน (เมื่อคิดเส้นทางที่ไกลที่สุด) โดยหุ่นยนต์ 1 ตัวสามารถ ขนถ่ายยาโดยเฉลี่ยได้ 648 หน่วยต่อวัน (36 บรรจุภัณฑ์ยาขนาด A และ 36 บรรจุภัณฑ์ยาขนาด B)

จากค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการใช้ยาของแผนกต่างๆ ในศูนย์การแพทย์กาญจนาฯ ระบบจัดส่งยาด้วยหุ่นยนต์ฯ ที่ศูนย์การแพทย์ฯ ควรจะมีหุ่นยนต์อย่างน้อย 1.3 ตัว หรือ 2 ตัว (คิดจากอัตราส่วนระหว่าง ค่าความต้องการของยาโดยเฉลี่ยในแต่ละวันของศูนย์การแพทยฯ กับ ความสามารถในการขนถ่ายยาและให้บริการสูงสุดของหุ่นยนต์ฯ) อย่างไรก็ดีเนื่องจากการใช้ยาของศูนย์การแพทย์ฯ มีค่าเบี่ยงเบนและความแปรปรวนสูง จึงเป็นเหตุให้มีปัจจัยในการพยากรณ์สำหรับการใช้ยาจำนวนมากที่อาจจะมีผล อาทิ เช่น การใช้ยาโดยเฉลี่ย ความต้องการยาตามโรคที่เกิดตามฤดูกาลที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้ ยังมีความแปรปรวนจากการระบาดของโรคบางประเภทที่จำเป็นต้องใช้ยารักษาอาการเบื้องต้นประเภทเดียวกับยาที่ใช้อ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์ผลเชิงโลจิสติกส์ ซึ่งจะไปกระทบต่อความต้องการยา ณ ช่วงเวลานั้นๆ

อย่างไรก็ตาม ตามข้อมูลเชิงสถิติที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้นในกรณีศึกษานี้ ควรให้บริการด้วยหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ 2 ตัว ซึ่งข้อได้เปรียบของการเพิ่มหุ่นยนต์นำส่งยาเป็น 2 ตัว คือ ความต่อเนื่องของระบบในการขนถ่ายยาในช่วงเวลาทำการ (8.00 – 16.00 น.) สูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อม ในกรณีที่เกิดหุ่นยนต์ตัวใดตัวหนึ่งขัดข้อง นอกจากนี้ การเพิ่มหุ่นยนต์ในการทำงานจากเดิม 1 ตัวเป็น 2 ตัว ทำให้เพิ่มเส้นทางการบริการที่หลากหลาย เตรียมพร้อมสำหรับการขยายการให้บริการให้ทั่วถึง และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งยาได้มากขึ้นทำให้มีความยืดหยุ่นในการส่งยาสูงขึ้น

## 6.3 บทสรุปย่อย

ในบทนี้กล่าวถึงภาพรวมและการวิเคราะห์เชิงโลจิสติกส์ของระบบหุ่นยนต์แจกจ่ายยา ซึ่งใช้หลักการและทฤษฎีต่างๆ เข้ามาแก้ไขปัญหาทางด้านการขนส่งบรรจุภัณฑ์ในคลังยา ปัญหาการจัดการทรัพยากรในคลังยา ตลอดจนปัญหาการเกิดข้อผิดพลาดของการจัดเก็บยาในคลังยา เป็นต้น การนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ครั้งนี้ เราใช้โมเดลหรือสถานที่ทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล ณ ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล เพราะเป็นสถานพยาบาลที่จำนวนของผู้ป่วยนอกมากกว่า จำนวนผู้ป่วยในอย่างมาก ทำให้เห็นถึงการแตกต่างของการไหลของยาหรือบรรจุภัณฑ์อย่างชัดเจน ในแต่ละกรณีของการค้นคว้า วิจัย จะผ่านการวิเคราะห์และเก็บข้อมูลล่วงหน้ามาก่อนทั้งสิ้น เพื่อนำมาแจกแจง สรุปให้เห็นถึงข้อดี-ข้อเสียของโอกาสที่อาจจะเกิดขึ้นภายหลังจากการตัดสินใจออกแบบและติดตั้งระบบ

จากผลการเก็บข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ได้นำมาทำการออกแบบและติดตั้งระบบ พบว่า ในแต่ละขั้นตอน บรรลุผลตามเป้าประสงค์ไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ในแต่ละขั้นตอนยังสามารถลดระยะเวลาการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ได้อย่างดี ยิ่งไปกว่านั้นระบบดังกล่าวยังเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งสามารถประเมินได้จากประสิทธิภาพของระบบการแจกจ่ายยาที่ยังคงเดิม แต่จำนวนภาระงานของเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายต่างๆทำสำเร็จเพิ่มมากขึ้น นั่นหมายความว่า เจ้าหน้าที่มีเวลาในการบริหารงาน และบริหารทรัพยากรของตนเอง

ด้วยความหมายเชิงลึกของระบบโลจิสติกส์ กล่าวถึง การบริการทรัพยากรสินค้าคงคลัง ให้เพียงพอเพียงพอต่อความต้องการในเวลาที่เหมาะสม ดังนั้น เราสามารถนำแขนกลหุ่นยนต์เข้ามาแทนที่ในส่วนที่ไม่จำเป็น และเคลื่อนย้ายกำลังคน หรือเคลื่อนย้ายทรัพยากรเวลา เพื่อไปดำเนินการและเพิ่มประสิทธิภาพงานด้านอื่นๆ

การนำเอาแขนกลหุ่นยนต์ ระบบตัวรับรู้ และชั้นใส่ยา ตลอดจนระบบอัจฉริยะอื่นๆ เข้ามาประกอบช่วย เสมือนเป็นส่วนหนึ่งของระบบเดิมนั้น เปรียบเสมือนตัวเร่ง ที่จะช่วยให้ระบบดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ยังช่วยในเรื่องของการขนส่งสินค้าที่ถูกต้อง ปลอดภัย ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญของการดำเนินการในโรงพยาบาล และเป็นหัวใจที่ไม่อาจปฏิเสธได้ของการดำเนินงานทางด้านสุขภาพ

## 6.4 เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย

[1] IFR : International Federation of Robotics

# บทที่ 7
# บทสรุป

## 7.1 ภาพรวมระบบหุ่นยนต์นำส่งยา

คณะวิจัยได้เสนอแนวคิดการใช้ เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเชิงอุตสาหกรรม คือ ระบบขนส่งยาโดยการใช้ระบบเครือข่ายหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) เพื่อการนำส่งยาจาก คลังยาไปยังห้องจ่ายยาย่อยตามจุดต่างๆ ของโรงพยาบาล เพื่อเพิ่มความเป็นอัตโนมัติในกระบวนการลำเลียงยา และลดจำนวนบุคลากร ลดเวลา รวมถึงความผิดพลาดที่อาจเกิดจากมนุษย์ได้ คณะวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบต่างๆ ดังนี้

**ส่วนที่ 1 บริเวณส่วนบนของหุ่นยนต์ คือส่วนของการควบคุม**

(1) การอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น

อุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลเชิงเส้นจะถูกติดตั้งบริเวณด้านบนของหุ่นยนต์ เพื่อตรวจวัดรหัสข้อมูลของผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถแสดงผลได้ 2 สถานะ คือ 1. สามารถอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น โดยตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรดจะแสดงแสงสีแดงผ่านทางหลอดแสดงผลทางด้านหลังของตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรด และแสดงผลผ่านทางจอภาพ 2. ไม่สามารถอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้น โดยตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรดจะไม่แสดงแสงสีแดงผ่านทางหลอดแสดงผลทางด้านหลังของตัวรับรู้ชนิดอินฟราเรด และแสดงผลผ่านทางจอภาพ

(2) หน้าจอแสดงผลของส่วนติดต่อประสานงาน

หน้าจอแสดงผลเป็นจอภาพขนาด 8 นิ้ว ที่ชุดแผงหน้าปัดควบคุม ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงผลการทำงานต่างๆ เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นจอระบบสัมผัส

(3) การเตือนและการติดต่อสื่อสาร

การเตือนจะเกิดขึ้นในขณะที่มีเหตุการณ์เกิดขึ้นกับตัวหุ่นยนต์ เช่น เมื่อมีวัตถุกีดขวางทางเดิน ระบบก็จะแสดงการเตือนเกิดขึ้น โดยการออกแบบ จะติดสัญญาณหลอดไฟด้านบนของตัวหุ่นยนต์ นอกจากนี้ยังมีเสียงด้วย โดยการแสดงผลทางหลอดไฟแบ่งออกเป็น 2 สถานะ คือ 1. เมื่อหุ่นยนต์กำลังทำงานและสามารถติดต่อกับระบบควบคุมศูนย์กลางได้จะแสดงสถานะไฟสีเขียว 2. เมื่อหุ่นยนต์หยุดทำงานหรือไม่สามารถติดต่อกับระบบควบคุมศูนย์กลางได้จะแสดงสถานะไฟสีส้ม

**ส่วนที่ 2 บริเวณส่วนกลางของหุ่นยนต์ คือส่วนของการเก็บยา**

(1) การควบคุมเปิด-ปิดประตูชั้นวางบรรจุภัณฑ์ในแต่ละชั้น

คณะวิจัยได้ออกแบบให้ระบบการเปิด-ปิดประตูในแต่ละชั้นวางบรรจุภัณฑ์มีความเป็นอัจฉริยะ โดยจะทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไว้ ทำให้ประตูชั้นวางบรรจุภัณฑ์สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งระบบจะมีความสัมพันธ์กับการอ่านรหัสข้อมูลเชิงเส้นที่อยู่ในส่วนที่ 2

(2) การระบุตำแหน่งการวางบรรจุภัณฑ์

เมื่อประตูชั้นวางบรรจุภัณฑ์ถูกเปิดออก ระบบจะมีความอัจฉริยะ โดยสามารถแจ้งตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการนำส่งยา โดยแสดงผลผ่านหลอดไฟแสดงผลสีเขียว ติดตั้งไว้ทางด้านบนซ้ายในแต่ละช่องที่ใช้ในการเก็บบรรจุภัณฑ์

**ส่วนที่ 3 บริเวณส่วนล่างของหุ่นยนต์ คือส่วนของการขับเคลื่อน**

(1) การเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ

คณะวิจัยได้ออกแบบระบบให้มีความเป็นอัตโนมัติ โดยหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ตามเส้นทาง จากการตรวจวัดและประมวลผลจากอุปกรณ์ตรวจวัด ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกติดตั้งบริเวณส่วนฐานของหุ่นยนต์ที่ติดอยู่บนพื้นระนาบแนวเดียวกับที่การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนด ระบบอัตโนมัติของหุ่นยนต์สามารถทำงานได้โดย ปรับสวิทช์เลือกระบบการทำงานให้ไปอยู่ที่ AUTO โดยการหมุนไปทางซ้ายด้วยมือหลังจากนั้นก็ทำการกดปุ่มสีเขียวเพื่อเริ่มต้นการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ หุ่นยนต์ก็จะทำการเคลื่อนที่ไปตามเส้นที่ใช้ในการนำทางสีดำ

(2) การเคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ

นอกจากระบบอัตโนมัติแล้วคณะวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบให้สามารถร่วมกับมนุษย์ได้เช่นเดียวกัน โดยระบบนี้จะใช้ควบคุมหุ่นยนต์ด้วยมือ ผ่านทางคันโยกที่ใช้ควบคุมทิศทาง ผ่านทางแผง

หน้าปัดควบคุมทางด้านขวามือของผู้ควบคุม ผู้ควบคุมจะต้องปรับระบบการทำงานให้ไปอยู่ที่ MANUAL โดยการหมุนไปทางขวาด้วยมือหลังจากนั้นก็ทำการกดปุ่มสีเขียวเพื่อเริ่มต้นการเคลื่อนที่แบบ

(3) การตัดสินใจหรือการตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทางการเคลื่อนที่

ในเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะติดข้อมูลเชิงภาพด้วย เพื่อเป็นตัวช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทาง ซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งทางด้านข้างของแถบเส้นที่ใช้ในการนำทางหุ่นยนต์ โดยการทดสอบจะทำได้โดยการเคลื่อนที่หุ่นยนต์ให้พื้นที่ของกล้องทับอยู่ในตำแหน่งข้อมูลเชิงภาพและเมื่อข้อมูลเชิงภาพอยู่ในพื้นที่ของกล้อง หุ่นยนต์ก็จะถอดรหัสข้อมูลเชิงภาพเพื่อแสดงเป็นข้อความผ่านทางจอภาพ

ทั้งนี้จะเห็นว่าระบบหุ่นยนต์ฯ ดังกล่าวจะประกอบไปด้วย เครือข่ายของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติหลายตัว เพื่อทำงานร่วมกัน ระบบตรวจสอบความแม่นยำและถูกต้องของตำแหน่งของหุ่นยนต์ ระบบความปลอดภัยของหุ่นยนต์ในการทำงานบนทางเดินทั่วไปร่วมกับบุคลากรและคนไข้ เป็นต้น ทั้งนี้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ฯ ดังกล่าว จะเสริมสร้างการทำงานเชิงโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงโอกาสเชิงพาณิชย์ต่อไป

## 7.2 **ผลกระทบการใช้หุ่นยนต์นำส่งยา**

การนำหุ่นยนต์มาใช้ในงานโลจิสติกส์ในโรงพยาบาลสามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาความต้องการด้านแรงงานที่ต้องการทักษะสูง ช่วยลดต้นทุนจากการจ้างแรงงานซึ่งมีผลกระทบโดยตรงกับทักษะ ถ้าแรงงานมีทักษะสูงก็จะส่งผลให้ต้นทุนในการจ้างแรงงานสูงตามไปด้วย ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานอันเนื่องมาจากพนักงานลาหยุดพัก ลดปัญหาหรือผลกระทบด้านการสื่อสารที่เกิดจากการเข้าใจไม่ตรงกันอันเนื่องมาจากปัญหาที่ตัวบุคคล หุ่นยนต์ยังช่วยให้ระบบจ่ายยามีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น

นอกจากสามารถได้ตามเวลาที่กำหนดแล้ว ยังสามารถเร่งเวลาให้สามารถทำงานได้เร็วยิ่งขึ้น ส่งผลให้ปัญหาการคั่งค้างของยาในสถานที่ใดสถานที่หนึ่งลดลง หุ่นยนต์สามารถทำงานได้บ่อยครั้งตลอดเวลาโดยไม่เบื่อหน่าย ไม่จำกัด มีสภาพคงทน แข็งแรง ไม่มีปัญหาด้านสุขภาพหรือความเมื่อยล้าจากการทำงานซ้ำๆ ซึ่งเกินขอบเขตการทำงาน และข้อเป็นข้อจำกัดของมนุษย์ เกินที่มนุษย์จะทำไหว ปกติมนุษย์ก็สามารถทำงานได้ทุกอย่างแต่ข้อจำกัดของมนุษย์นั้นไม่สามารถทำงาน ได้อย่างต่อเนื่องยาวนานจะเกิดความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าจึงต้องมีการพักผ่อน ทำงานได้โดยไม่มีวันหยุด

นอกจากนี้หุ่นยนต์ยังมีความสามารถในด้านความแม่นยำและความถูกต้องมากว่ามนุษย์ อันเนื่องมาจากการควบคุมโดยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้สามารถกำหนดขอบเขต ข้อจำกัด ในการทำงานได้ ทำให้มีประสิทธิในการทำงานสูง มีการประมวลที่รวดเร็ว การประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ทำให้หุ่นยนต์มีความฉลาด สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง แต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัด ถ้าไม่มีมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ในการจัดการ การป้อนคำสั่ง สั่งการ การควบคุมกระบวนการ ฯลฯ เมื่อเกิดปัญหาขึ้น คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวกลางในการรับรู้ ทำความเข้าใจในระบบตรวจจับต่าง ๆ หรือการป้อนข้อมูลโดยมนุษย์ นำข้อมูลที่ได้เหล่านั้น เก็บที่หน่วยเก็บข้อมูล และทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้ เพื่อที่จะไปสั่งการอุปกรณ์ หรือระบบต่าง ๆ ให้ทำงาน

ตัวหุ่นยนต์มีความเป็นอัตโนมัติ คือสามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเอง มีอิสระในการทำงาน โดยปราศจากการควบคุมของมนุษย์ มันมีโปรแกรมที่ป้อนไว้ในหน่วยความจำของหุ่นยนต์ ที่สามารถทำให้ทำงานได้ และเมื่อเจออุปสรรคกีดขวางการเคลื่อนที่ ก็สามารถหลบหลีกหรือแก้ปัญหาได้ โดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวางที่จะส่งสัญญาณออกไปตรวจสอบพื้นที่ที่หุ่นยนต์กำลังจะเคลื่อนที่ผ่าน โดยโปรแกรมของหุ่นยนต์จะอ่านสัญญาณที่ตรวจสอบได้และบอกลักษณะของพื้นที่ด้านหน้าหุ่นยนต์ฯ ในกรณีที่มีสิ่งกีดขวาง โปรแกรมจะทำการคำนวณเส้นทางการเคลื่อนที่สำหรับหลบสิ่งกีดขวางนั้น และทำการเลี้ยวหลบหลีกสิ่งกีดขวางนั้น และเคลื่อนที่ต่อไปอีกครั้งจนถึงแผนกที่ต้องนำส่งบรรจุภัณฑ์ยา

จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างสูงไม่มีข้อจำกัดทางด้านการทำงาน สามารถทำงานได้ตามการออกแบบไว้ ไม่มีผลต่อความเมื่อยล้า และความเจ็บป่วย หรือว่าสภาพจิตใจในการทำงาน ทำให้เห็นได้ว่าการใช้ยานนำวิถีอัตโนมัติมาใช้ในงานที่มีการทำงานเป็นประจำซ้ำกันทุกวันและมีคาบเวลาในการทำงานเฉพาะเจาะจง สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้านการขนส่งในโรงพยาบาลได้

ทั้งนี้การใช้หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (AGV Robot) นำส่งยา และหลักการในการคัดแยกและแจกจ่ายยาดังที่ได้กล่าวโดยละเอียดมาแล้วนี้ สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและเป็นแนวทางการวิจัยต่อไป เพื่อนำมาใช้เป็นหุ่นยนต์บริการ และหุ่นยนต์ที่ใช้เฉพาะในหน่วยบริการ (Ward) ต่างๆ ในโรงพยาบาลได้อีกด้วย

# ภาคผนวก

## 1. วัตถุประสงค์และผลการดำเนินงาน

| วัตถุประสงค์ | ผลการดำเนินงาน |
|---|---|
| 1. เพื่อศึกษากระบวนการลำเลียงยาและเวชภัณฑ์ วิเคราะห์ถึงเวลาและประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรในแต่ละกระบวนการ เพื่อการนำหุ่นยนต์ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะเข้าไปช่วยเหลือหรือแก้ไขได้อย่างเฉพาะเจาะจง | 1. ได้ศึกษากระบวนการลำเลียงยาและเวชภัณฑ์ วิเคราะห์ถึงเวลาและประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรในแต่ละกระบวนการ เพื่อการนำหุ่นยนต์ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะเข้าไปช่วยเหลือหรือแก้ไขได้อย่างเฉพาะเจาะจง |
| 2. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภทยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) ในการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล | 2. ได้ศึกษาความเหมาะสมของการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะประเภท ยานนำวิถีอัตโนมัติ (Automatic Guided Vehicle – AGV) ในการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล |
| 3. เพื่อพัฒนาเครือข่ายการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติเพื่อการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล จากคลังยาไปสู่ห้องจ่ายยาย่อย | 3. ได้พัฒนาเครือข่ายการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติเพื่อการโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาล จากคลังยาไปสู่ห้องจ่ายยาย่อย |
| 4. เพื่อพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะต้นแบบเพื่อนำส่งยาในระบบเครือข่ายการทำงานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลโดยเน้นเรื่องความปลอดภัยในการทำงานบนทางเดินร่วมกับบุคลากรและคนไข้ในโรงพยาบาล | 4. ได้พัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะต้นแบบเพื่อนำส่งยาในระบบเครือข่ายการทำงานโลจิสติกส์ยาในโรงพยาบาลโดยเน้นเรื่องความปลอดภัยในการทำงานบนทางเดินร่วมกับบุคลากรและคนไข้ในโรงพยาบาล |

## 2. แผนการดำเนินงาน

X = กิจกรรมที่เสนอตามแผน ⟷ = กิจกรรมที่เกิดขึ้นจริง

| กิจกรรม | เดือน | | | | | | | | | | | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1ศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| 2วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะต้นแบบฯ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| การออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบ- | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | ได้รับงบประมาณล่าช้า |
| การสร้างและประกอบ- | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | ประสบปัญหาในการเบิกจ่ายเงิน |
| 3ปรับปรุงสภาพแวดล้อม | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | ขอขยายเวลา |
| 4ทดสอบในสภาพแวดล้อม | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | ขอขยายเวลา |

## 3. ตารางเปรียบเทียบ Output

| Output | | ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ |
|---|---|---|
| กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ | ผลสำเร็จ (%) | |
| 1. กระบวนการลำเลียงยาและเวชภัณฑ์โดยการใช้ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ | 100 % | - |
| 2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะต้นแบบฯ เพื่องานโลจิสติกส์ยา | 100 % | - |