ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

INDOOR MAP MAKING SYSTEM FOR MOBILE ROBOT

H006602

โดย

สุธาสินี เจริญสุข

ชิดพล ใจหมั้น

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. โอพาร วงศ์วิรัตน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....06602
วัน, เดือน, ปี.28.ก.ย..2555

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDOOR MAP MAKING SYSTEM FOR MOBILE ROBOT

SUTHASINEE CHAROENSUK

CHIDPON JAIMUN

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

3/2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2011

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2553

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

INDOOR MAP MAKING SYSTEM FOR MOBILE ROBOT

ผู้จัดทำ

1. นางสาวสุธาสินี เจริญสุข รหัสประจำตัว 50070019
2. นายชิดพล ใจหมั้น รหัสประจำตัว 50070020

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.โอพาร วงศ์วิรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองโครงงาน (PROJECT)

เรื่อง

ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

INDOOR MAP MAKING SYSTEM FOR MOBILE ROBOT

นางสาวสุธาสินี	เจริญสุข	รหัสประจำตัว	50070019
นายชิดพล	ใจหมั้น	รหัสประจำตัว	50070020

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาวิชาโครงงานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2553

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. โอฬาร วงศ์วิรัตน์)

.....กรรมการสอบ
(รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร)

.....กรรมการสอบ
(ดร.สิงหะ ฉวีสุข)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์สุพัณณดา โชติพันธ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่
นักศึกษา	นางสาวสุธาสินี เจริญสุข รหัสนักศึกษา 50070019
นักศึกษา	นายชิดพล ใจหมั้น รหัสนักศึกษา 50070020
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.โอฬาร วงศ์วิรัตน์

บทคัดย่อ

หุ่นยนต์สำรวจหรือหุ่นยนต์กู้ภัยในปัจจุบันที่ใช้กล้องวีดีโอซึ่งติดตั้งที่ตัวหุ่นยนต์เพื่อตรวจจับสภาพแวดล้อมนั้น จะมีข้อจำกัดในกรณีสภาพแวดล้อมที่ทำการสำรวจมีแสงสว่างไม่เพียงพอ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการมองเห็นลดลง หรือในกรณีที่ผู้ควบคุมไม่ทราบสภาพแวดล้อมในการสำรวจมาก่อน ก็อาจจะทำให้ไม่สามารถทราบตำแหน่งและทิศทางของหุ่นยนต์ได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้อย่างถูกต้อง โครงงานนี้จึงเป็นการนำเสนอการพัฒนาระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อใช้แก้ปัญหาดังกล่าว โดยอาศัยข้อมูลจากอัลตราโซนิกเซนเซอร์และคอมพาสเซนเซอร์ในการสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมเพื่อนำไปจัดสร้างแผนที่ โดยอัลตราโซนิกเซนเซอร์จะทำหน้าที่วัดระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางรอบ ๆ ตัวหุ่นยนต์ ส่วนคอมพาสเซนเซอร์จะทำหน้าที่บอกทิศทางการวางตัวของหุ่นยนต์ ข้อมูลทั้งสองส่วนจะถูกรวบรวมเพื่อนำมาคำนวณและจัดสร้างแผนที่ของสภาพแวดล้อมที่ทำการสำรวจบนหน้าจอควบคุม ในการพัฒนาระบบใช้ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที (LEGO MINDSTORMS NXT) ที่ติดตั้งเฟิร์มแวร์ (Firmware) เลจอส (LeJOS) เป็นฮาร์ดแวร์ในการจัดสร้างหุ่นยนต์ และใช้จาวาไอดีอี (JAVA IDE) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาซอฟท์แวร์ของระบบ โครงการพัฒนาระบบนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Indoor Map Making System for Mobile Robot		
Student	Ms. Suthasinee Charoensuk	Student ID	50070019
Student	Mr. Chidpon Jaimun	Student ID	50070020
Degree	Bachelor of Science		
Programme	Information Technology		
Academic Year	2010		
Project Advisor	Asst. Prof. Dr. Olarn Wongwirat		

ABSTRACT

Currently, an exploration robot, or a rescue robot, that uses a camera attaching on the body of robot for exploring the environment has some limitations. For instance, if the light of environment is inadequate, the visibility of robot is declined. Furthermore, if the operator is unfamiliar of the environment before, the position and orientation of robot may not be identified correctly. As the results, the operator will not be able to control the movement and direction of robot accurately. Therefore, this project presents the development of indoor map making system for mobile robot to solve the problems as mentioned. The system acquires ultrasonic sensor and compass sensors to explore and to collect environment data for map making. The ultrasonic sensor is used to measure a distance between the robot and surrounding obstacles. The compass sensor is employed to identify the robot orientation. The data from ultrasonic and compass sensors are collected to calculate and to create the map of exploring environment on the control monitor. The system development uses a LEGO Mindstroms NXT with LeJOS firmware as hardware to construct the robot and employs a Java IDE (Integrated development environment) as a software development tool. This system development project can be deployed as an approach to develop the indoor map making system for mobile robot that can be used in the actual environment in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผศ.ดร. โอฬาร วงศ์วิรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งที่ได้รับคำแนะนำ ความช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนให้ประสบการณ์ที่ดีในการทำงาน ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกๆ ท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า ตลอดจนให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ Josef Hansson และ Peter Forss สำหรับความรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดทำแอปพลิเคชั่นสร้างแผนที่

ขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นห้า คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และให้กำลังใจเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจและสนับสนุนทุกๆ เรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำโครงงานฉบับนี้สำเร็จโดยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากโครงงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุธาสินี เจริญสุข
ชิดพล ใจหมั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 หลักการและเหตุผล 2

1.4 ขอบเขตการพัฒนาระบบงาน 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ระบบฝังตัว 4

2.1.1 นิยามระบบฝังตัว 4

2.1.2 โครงสร้างของระบบฝังตัว 4

2.1.3 ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ 5

2.1.3.1 เอ็มพียู (MPU) 5

2.1.3.2 หน่วยความจำ (Memory) 6

2.1.3.3 บัส (Bus) 7

2.1.3.4 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตพื้นฐาน 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.4 ส่วนประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ 8

2.1.4.1 ระบบปฏิบัติการ 8

2.4.2.2 โปรแกรมประยุกต์ 9

2.2 หลักการประมาณค่าพิกัดตำแหน่งสภาพแวดล้อม 9

2.2.1 อัตราส่วนตรีโกณมิติในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 9

2.2.1.1 ไซน์ของมุม (Sine) 10

2.2.1.2 โคไซน์ของมุม (Cosine) 10

2.2.2 โฟลวชาร์ท (Flowchart) การทำงานของระบบ 10

2.2.3 โฟลวชาร์ท (Flowchart) การสร้างแผนที่ของระบบ 11

2.3 เลโก้มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที 12

2.3.1 อินเทลลิเจน บริค (Intelligent Brick) 12

2.3.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) 13

2.3.3 อัลตราโซนิกเซนเซอร์ (Ultrasonic Sensor) 14

2.3.4 คอมพาสเซนเซอร์ (Compass Sensor) 15

2.4 เลจอสและเลจอส เอนเอ็กซ์เจ (LeJOS and LeJOS NXJ) 16

2.4.1 JSR-82 (Java Specification Request-82) 16

2.5 บลูโคฟ (BlueCove) 17

2.6 โปรแกรมเน็ตบีนส์ (NetBeans IDE) 18

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 19

3.1 วิเคราะห์ปัญหาและการทำงาน 19

3.2 ความต้องการของระบบ 19

3.2.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลัก (Functional Requirement) 19

3.2.2 ความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลัก (Non-Functional Requirement) 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การออกแบบระบบ 20

3.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) 20

3.3.2 รายละเอียดยูสเคส (Use Case Description) 22

3.3.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) 34

3.3.3.1 Move 34

3.3.3.2 Scan 35

3.3.3.3 Reset 36

3.3.3.4 Connect 37

3.3.3.5 Send and Receive Data 38

3.3.3.6 Draw Map 39

3.3.3.7 Show Distance 40

3.3.3.8 Show Position 41

3.3.3.9 Get Degree 42

3.3.3.10 Rotate 43

3.3.3.11 Get Distance 44

3.3.3.12 Rotate Ultrasonic Sensor 45

3.3.4 พจนานุกรมฐานข้อมูล (Data Dictionary) 46

3.3.5 แผนภาพคลาส (Class Diagram) 47

3.3.6 แผนภาพลำดับการทำงาน (Sequence Diagram) 48

3.3.5.1 Move 48

3.3.5.1.1 โฟลวชาร์ทการทำงานของ Move 49

3.3.5.1.2 โฟลวชาร์ทการทำงานของ forward() 50

3.3.5.1.3 โฟลวชาร์ทการทำงานของ backward() 51

3.3.5.1.4 โฟลวชาร์ทการทำงานของ turnRight() 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.5.1.5 โฟลวชาร์ทการทำงานของ turnLeft() 53

3.3.5.1.6 โฟลวชาร์ทการทำงานของ RotateToNorth() 54

3.3.5.2 Scan 55

3.3.5.3 Reset Map 56

3.3.5.4 Connect 56

3.3.5.5 Send and Receive Data 57

3.3.5.6 Draw Map 57

3.3.5.6.1 โฟลวชาร์ทการทำงานของ Draw Map 58

3.3.5.7 Show Distance 59

3.3.5.8 Show Position 59

3.5.5.9 Get Degree 60

3.5.5.10 Rotate 60

3.3.5.11 Get Distance 61

3.3.5.12 Rotate Ultrasonic Motor 61

3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ 62

3.4.1 การขับเคลื่อนหุ่นยนต์ 62

3.4.1.1 มอเตอร์ขับเคลื่อน 62

3.4.1.2 คอมพาสเซนเซอร์ 63

3.4.2 การสำรวจสภาพแวดล้อม 63

3.4.2.1 มอเตอร์ขับเคลื่อนอัลตราโซนิกเซนเซอร์ 63

3.4.2.2 อัลตราโซนิกเซนเซอร์ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองการทำงานของระบบ 65

4.1 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง 65

4.2 การทดลองการระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ 70

4.3การทดลองการหมุนของมอเตอร์อัลตราโซนิกและการวัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์ 71

4.4 การทดลองการวาดแผนที่ของระบบ 75

4.5 การทดลองการล้างแผนที่ 76

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 78

5.1 สรุปผลการทำงานของระบบ 78

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 78

5.2.1 ปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ 78

5.2.2 ปัญหาทางด้านซอฟต์แวร์ 79

5.3 ข้อเสนอแนะ 79

บรรณานุกรม 80

ภาคผนวก ก. 81

ภาคผนวก ข. 96

ประวัติผู้เขียน 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดยูสเคส Move 22
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดยูสเคส Scan 23
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดยูสเคส Reset 24
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดยูสเคส Connect 25
ตารางที่ 3.5 รายละเอียดยูสเคส Send and Receive Data 26
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดยูสเคส Draw Map 27
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดยูสเคส Show Distance 28
ตารางที่ 3.8 รายละเอียดยูสเคส Show Position 29
ตารางที่ 3.9 รายละเอียดยูสเคส Get Degree 30
ตารางที่ 3.10 รายละเอียดยูสเคส Rotate 31
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดยูสเคส Get Distance 32
ตารางที่ 3.12 รายละเอียดยูสเคส Rotate Ultrasonic Sensor 33
ตารางที่ 3.13 แสดงพจนานุกรมของตาราง framemap 46
ตารางที่ 3.14 แสดงพจนานุกรมของตาราง nowpos 46
ตารางที่ 4.1 แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง 65
ตารางที่ 4.2 แสดงการทดลองการระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ 70
ตารางที่ 4.3 แสดงการทดลองการหมุนของมอเตอร์อัลตราโซนิกและการวัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์ 72
ตารางที่ 4.4 แสดงการทดลองการวาดแผนที่ของระบบ 75
ตารางที่ 4.5 แสดงการทดลองการล้างแผนที่ 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมพื้นฐานของระบบสมองกลฝังตัว 5
รูปที่ 2.2 การทำงานพื้นฐานของเอ็มพียู (Japan System House Association. 2549: 92) 5
รูปที่ 2.3 สามเหลี่ยมมุมฉาก 9
รูปที่ 2.5 แสดงโฟลวชาร์ทการสร้างแผนที่ของระบบ 11
รูปที่ 2.6 อินเทลลิเจน บริค 12
รูปที่ 2.7 เซอร์โวมอเตอร์ 13
รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของเซอโวมอเตอร์ (Daniele Benedettelli.2008. 13
รูปที่ 2.9 แสดงส่วนประกอบภายในของเซอโวมอเตอร์ 14
รูปที่ 2.10 อัลตราโซนิกเซนเซอร์ 14
รูปที่ 2.11 แสดงหลักการทำงานของอัลตราโซนิกเซนเซอร์ 15
รูปที่ 2.12 คอมพาสเซนเซอร์ 15
รูปที่ 2.13 แผนภาพสแตคไดอะแกรม (Stack Diagram) การทำงานของบลูโคฟ 17
รูปที่ 3.1 แผนภาพยูสเคสระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ 20
รูปที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรม Move 34
รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรม Scan 35
รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรม Reset Map 36
รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรม Connect 37
รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรม Send and Receive Data 38
รูปที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรม Draw Map 39
รูปที่ 3.8 แผนภาพกิจกรรม Show Distance 40
รูปที่ 3.9 แผนภาพกิจกรรม Show Position 41
รูปที่ 3.10 แผนภาพกิจกรรม Get Degree 42
รูปที่ 3.11 แผนภาพกิจกรรม Rotate 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.12 แผนภาพกิจกรรม Get Distance 44
รูปที่ 3.13 แผนภาพกิจกรรม Rotate Ultrasonic Sensor 45
รูปที่ 3.14 แผนภาพคลาส 47
รูปที่ 3.15 แผนภาพลำดับการทำงาน Move 48
รูปที่ 3.16 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ Move 49
รูปที่ 3.17 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ forward() 50
รูปที่ 3.18 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ backward() 51
รูปที่ 3.19 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ turnRight() 52
รูปที่ 3.20 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ turnLeft() 53
รูปที่ 3.21 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ RotateToNorth() 54
รูปที่ 3.22 แผนภาพลำดับการทำงาน Scan 55
รูปที่ 3.23 แผนภาพลำดับการทำงาน Reset Map 56
รูปที่ 3.24 แผนภาพลำดับการทำงาน Connect 56
รูปที่ 3.25 แผนภาพลำดับการทำงาน Send and Receive Data 57
รูปที่ 3.26 แผนภาพลำดับการทำงาน Draw Map 57
รูปที่ 3.27 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ Draw Map 58
รูปที่ 3.28 แผนภาพลำดับการทำงาน Show Distance 59
รูปที่ 3.29 แผนภาพลำดับการทำงาน Show Position 59
รูปที่ 3.30 แผนภาพลำดับการทำงาน Get Degree 60
รูปที่ 3.31 แผนภาพลำดับการทำงาน Rotate 60
รูปที่ 3.32 แผนภาพลำดับการทำงาน Get Distance 61
รูปที่ 3.33 แผนภาพลำดับการทำงาน Rotate Ultrasonic Motor 61
รูปที่ 3.34 แสดงด้านบนและด้านข้างของหุ่นยนต์สำรวจ 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.35 แสดงตำแหน่งมอเตอร์ขับเคลื่อน 62
รูปที่ 3.36 แสดงตำแหน่งคอมพาสเซนเซอร์ของหุ่นยนต์สำรวจ 63
รูปที่ 3.37 แสดงตำแหน่งมอเตอร์สำหรับอัลตราโซนิกเซนเซอร์ 63
รูปที่ 3.38 แสดงตำแหน่งอัลตราโซนิกเซนเซอร์ของหุ่นยนต์สำรวจ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันหุ่นยนต์ที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้สำหรับการสำรวจนั้น ต้องมีมนุษย์เป็นผู้ควบคุม ซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกันกับหุ่นยนต์ การสำรวจและควบคุมจะทำโดยสังเกตภาพจากกล้องที่หุ่นยนต์ส่งกลับมายังเครื่องควบคุม แล้วจึงควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ แต่หากหุ่นยนต์อยู่ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างเพียงเล็กน้อย พื้นที่ที่ยากแก่การเข้าถึง พื้นที่เสี่ยงอันตราย รวมถึงพื้นที่ที่ผู้ควบคุมไม่ทราบสภาพแวดล้อมโดยรอบ ก็จะทำให้ภาพจากกล้องมองเห็นได้ไม่ชัดเจนหรืออาจจะมองไม่เห็น ทำให้ยากต่อการสำรวจและควบคุม หรืออาจจะไม่สามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้ ส่งผลให้การทำงานไม่เกิดประสิทธิภาพ

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จะจัดสร้างแอปพลิเคชั่น (Application) สำหรับสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยแผนที่จะถูกสร้างจากข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์สองตัวที่ติดตั้งไว้ที่หุ่นยนต์ คือ อัลตราโซนิกเซนเซอร์ (Ultrasonic Sensor) และคอมพาสเซนเซอร์ (Compass Sensor) ซึ่งอัลตราโซนิกเซนเซอร์จะทำการส่งคลื่นอัลตราโซนิกออกไปเพื่อวัดระยะห่างจากวัตถุถึงหุ่นยนต์ ส่วนคอมพาสเซนเซอร์จะบอกตำแหน่งที่หุ่นยนต์อยู่ ในรูปของทิศทาง โดยแผนที่ที่จะบบจัดสร้างจะแสดงสภาพแวดล้อมที่หุ่นยนต์ทำงาน ตำแหน่งของหุ่นยนต์ เส้นทางและทิศทางการเดินของหุ่นยนต์ ส่งผลให้สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมโดยรวมและควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นได้ ทำให้การสำรวจพื้นที่นั้นไม่มีข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมที่จะส่งผลกระทบต่อการควบคุมการเคลื่อนที่และเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีในการสร้างแผนที่ภายในอาคารจากข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ของหุ่นยนต์

1.2.2 เพื่อประยุกต์แนวทางการสร้างแผนที่และระบุตำแหน่งเพื่อประกอบการตัดสินใจในการบังคับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

1.2.3 เพื่อพัฒนาระบบจัดแสดงแผนที่จากข้อมูลที่ได้รับจากหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 หลักการและเหตุผล

หลักการในการทำงานของระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่จะเป็นการทำงานระหว่างหุ่นยนต์และแอปพลิเคชั่นซึ่งติดต่อกันผ่านการเชื่อมโยงไร้สายแบบบลูทูธ (Bluetooth) โดยมีมนุษย์เป็นผู้ควบคุม การจัดสร้างแผนที่นั้นจะอาศัยข้อมูลจากคอมพาสเซนเซอร์ในการตรวจจับทิศทางที่หุ่นยนต์หันหน้าและอัลตราโซนิกเซนเซอร์ที่ใช้เซอร์โวมอเตอร์หมุนเพื่อตรวจจับค่าสภาพแวดล้อมในทิศทาง 360 องศารอบหุ่นยนต์ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณและเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อส่งให้แอปพลิเคชั่นคำนวณสำหรับสร้างแผนที่ต่อไป

การนำบลูทูธมาใช้เป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารทำให้มีต้นทุนที่ต่ำและใช้พลังงานไม่มาก เหมาะสมสำหรับการสำรวจภายในอาคารซึ่งมีพื้นที่ไม่กว้างและรัศมีการทำงานไม่ไกลมากนัก สะดวกต่อการใช้ เนื่องจากไม่ต้องใช้สายเชื่อมต่อ สนับสนุนการส่งข้อมูลได้หลากแบบและมีอุปกรณ์รองรับมากมาย นอกจากนี้อัลตราโซนิกเซนเซอร์และคอมพาสเซนเซอร์ที่มาพร้อมกับชุดอุปกรณ์ทดลองระบบฝังตัวเลโก้มายสตรอม รุ่นเอ็นเอ็กซ์ที (LEGO MINDSTORMS NXT) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยง่าย ทำให้สามารถพัฒนาเป็นต้นแบบของระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารได้อย่างดี

1.4 ขอบเขตการพัฒนาระบบงาน

ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่สามารถจัดสร้างแผนที่ โดยอาศัยข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ได้จากอัลตราโซนิกเซนเซอร์และคอมพาสเซนเซอร์มาทำการคำนวณสร้างเป็นแผนที่ ซึ่งแผนที่สามารถแสดงตำแหน่งของวัตถุหรือสิ่งกีดขวางรอบหุ่นยนต์ ระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ และเมื่อทำการสำรวจหลายๆ ครั้ง สามารถบอกถึงขนาดหรือรูปทรงของสภาพแวดล้อมได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้อย่างถูกต้อง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของอัลตราโซนิกเซนเซอร์ คอมพาสเซนเซอร์ และเซอร์โวมอเตอร์

1.5.2 ศึกษาแนวคิดที่ใช้ในการพัฒนาระบบฝังตัว การพัฒนาซอฟท์แวร์ระบบฝังตัว และการใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบฝังตัว

1.5.3 ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

1.5.4 ออกแบบแอปพลิเคชั่นระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยใช้ยูเอ็มแอล (UML) เป็นเครื่องมือในการออกแบบแอปพลิเคชั่น

1.5.5 ออกแบบฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์สำรวจภายในอาคารและสนามทดลอง

1.5.6 พัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.7 จัดสร้างแอปพลิเคชั่นสำหรับสร้างแผนที่

1.5.8 ทดลองการทำงานของระบบภายใต้ขอบเขตความต้องการที่กำหนดและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.5.9 สรุปผลการทดลอง ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ได้รับความรู้ทางด้านการพัฒนาโปรแกรมติดต่อกับเซนเซอร์ (Sensor) และแอคทูเอเตอร์ (Actuator) ของหุ่นยนต์

1.6.2 ได้รับความรู้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์พื้นที่และสร้างแผนที่จากเซนเซอร์ของหุ่นยนต์

1.6.3 ได้รับความรู้ในด้านการศึกษาประยุกต์ใช้อัลกอริทึมทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบตำแหน่ง วางแผนและตัดสินใจการสำรวจและคำนวณสภาพแวดล้อมสำหรับหุ่นยนต์

1.6.4 เป็นระบบต้นแบบด้านความสามารถในตรวจสอบพื้นที่และแสดงแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

1.6.5 เป็นระบบต้นแบบสำหรับผู้ที่สนใจนำแนวคิดนี้ไปพัฒนาประยุกต์ใช้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบโดยใช้ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที มีทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ระบบฝังตัว

2.1.1 นิยามระบบฝังตัว

ระบบฝังตัว (Embeded System) เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับงานควบคุมรวมถึงการแสดงผลการทำงานต่างๆ โดยที่ระบบเหล่านี้ถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบและอุปกรณ์ควบคุมเครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ การที่ใช้คำว่า “ระบบฝังตัว” เนื่องจากระบบเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ แม้ว่าระบบฝังตัวจะไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ก็มีระบบคอมพิวเตอร์อยู่ภายใน อาจจะเป็นเพียงไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือชิป (Chip) ธรรมดา หรือโพรเซสเซอร์ (Processor) ที่ประกอบด้วยชิปที่มีวงจรซับซ้อน โดยจะมีหลักการทำงานคือ มีสัญญาณข้อมูลเข้า (Input) จากอุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensor) เข้าสู่ระบบ และมีสัญญาณผลลัพธ์ (Output) ของระบบไปควบคุมบังคับสวิตซ์เครื่องควบคุมต่างๆ

2.1.2 โครงสร้างของระบบฝังตัว

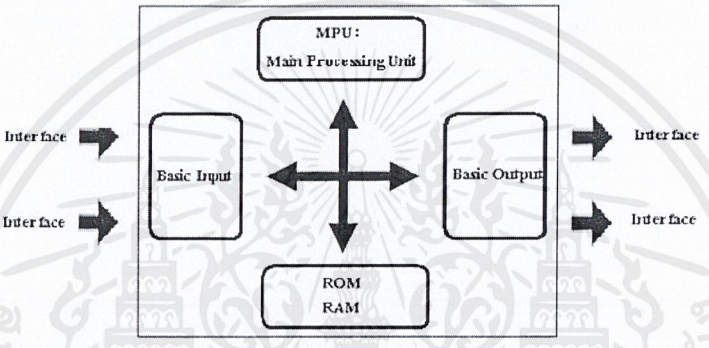
โดยทั่วไประบบฝังตัวจะประกอบขึ้นจากทรัพยากร 2 ส่วน คือส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ได้แก่ หน่วยประมวลผล (Microcontroller) หน่วยความจำ (Memory) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Devices) โปรแกรม ข้อมูล เป็นต้น นอกจากนี้อาจจะมีทรัพยากรด้านเนตเวิร์ก (Network) ซึ่งเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน

การทำงานของระบบฝังตัวส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ทำหน้าที่ติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ข้อมูลจะถูกนำเข้าและส่งออกผ่านทางอินเตอร์เฟส (Interface) เข้าสู่พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต โดยมีโมดูลฟังก์ชันงานทำหน้าที่มนการประมวลผลการทำงานต่างๆ โดยที่อุปกรณ์ที่เป็นอินเตอร์เฟส อินพุต/เอาต์พุต และโมดูลฟังก์ชันงานนี้จะถูกควบคุมด้วยส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ของระบบฝังตัว (Japan System House Association. 2549 : 89)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์

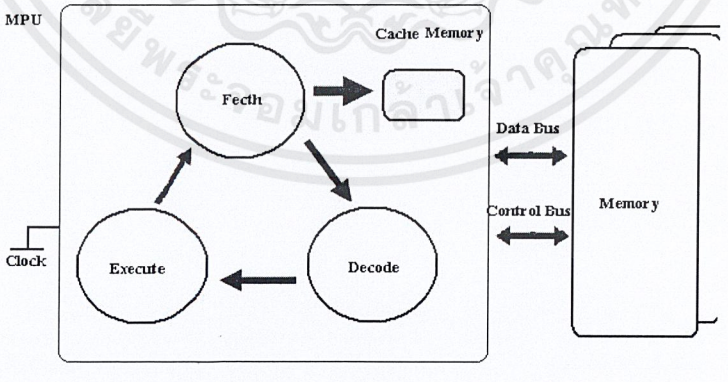
ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบฝังตัวจะแตกต่างกันไปตามการประยุกต์ใช้งาน แต่จะประกอบไปด้วยโครงสร้างพื้นฐานเช่นเดียวกัน คือ ส่วนไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) ซึ่งภายในประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผลหรือเอ็มพียู (MPU : Micro-Processing Unit) หน่วยความจำ (Memory) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตพื้นฐาน (Basic I/O Port) ซึ่งจะติดต่อกันผ่านทางบัส (BUS) และมีการเชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางอินเตอร์เฟส ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานและการทำงานของเอ็มพียู เช่น การปรับจังหวะเวลา การจัดการเหตุการณ์ที่เข้ามาจากหลายช่องสัญญาณ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมพื้นฐานของระบบสมองกลฝังตัว

(Japan System House Association. 2549: 89)

2.1.3.1 เอ็มพียู (MPU)



รูปที่ 2.2 การทำงานพื้นฐานของเอ็มพียู (Japan System House Association. 2549: 92)

เอ็มพียูเป็นหัวใจหลักในการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ในการประมวลผลคำสั่งและควบคุมการทำงานต่างๆ โดยปกติแล้วเอ็มพียูจะมีการทำงานโดยเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการอ่านคำสั่ง (Fetch) แล้วทำการตีความคำสั่ง (Decode) จากนั้นจึงทำตามคำสั่ง (Execute) นอกจากนี้ยังอาจมีการทำงานแบบไปป์ไลน์ (Pipeline) คือการประมวลผลหลายๆ คำสั่งไปพร้อมกัน โดยเอ็มพียูสามารถแบ่งโครงสร้างภายในได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ CISE และ RISC

- CISC (Complex Instruction Set Computer) เป็นเอ็มพียูที่ออกแบบมาให้มีคำสั่งในการทำงานซับซ้อนจำนวนมาก เพื่อให้สามารถตอบสนองกับความต้องการโปรแกรมฟังก์ชันต่างๆ มีความซับซ้อนสูง ความถี่ของสัญญาณนาฬิกามีหลายลูก และสามารถเข้าถึงหน่วยความจำได้โดยตรงไม่ต้องผ่านรีจิสเตอร์
- RISC (Reduced Instruction Set Computing) ถูกออกแบบมาให้มีคำสั่งจำนวนน้อย โครงสร้างไม่ซับซ้อน ใช้คำสั่งง่ายๆ เพื่อให้ประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว สามารถใช้กับสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่สูงได้ การทำงานมักถูกออกแบบมาให้รีจิสเตอร์ภายใน (Japan System House Association. 2549 : 93)

2.1.3.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำเป็นส่วนสำหรับเก็บคำสั่งและข้อมูลต่างๆ โดยจะเก็บข้อมูลในรูปตัวเลขฐานสอง ซึ่งก็คือสัญญาณทางไฟฟ้า สำหรับการเก็บข้อมูลจะเก็บรวมกันเป็นกลุ่มบิตข้อมูล เช่น 8 บิต รวมกันเป็น 1 ไบต์ และมีการกำหนดตำแหน่งที่อยู่ข้อมูล (Address) เพื่อใช้อ้างถึงในการเขียนหรืออ่านข้อมูลนั้น หน่วยความจำแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ หน่วยความจำรอม (ROM : Read Only Memory) และแรม (RAM : Random Access Memory)

- รอม เป็นหน่วยความจำที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ข้อมูลจะไม่หายไปไหนแม้ไม่มีไฟเลี้ยง (Non-Volatile) ดังนั้นรอมจึงเป็นที่เก็บโปรแกรมเริ่มต้นที่จะถูกเอ็มพียูอ่านเข้าไปเพื่อตีความคำสั่งขณะเริ่มต้นการทำงานหลังจากที่มีการจ่ายไฟเข้าระบบ ซึ่งโปรแกรมนี้จะถูกเรียกทำงานก่อนเพื่อโหลดโปรแกรม โดยทั่วไปรอมแบ่งได้ 2 ประเภทหลักๆ คือ mask ROM ซึ่งเป็นรอมที่ถูกเขียนค่าไว้เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต และ EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) เป็นรอมที่จะเขียนข้อมูลเข้าภายหลังหรือสามารถลบได้ นอกจากนี้ EPROM ยังสามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ UV-PROM เป็นรอมที่สามารถลบข้อมูลได้ด้วยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตหรือยูวี (UV) และ EEPROM เป็นรอมที่สามารถลบหรือเขียนข้อมูลเข้าไปใหม่ด้วยไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แรม เป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนหรืออ่านได้ แต่ข้อมูลจะหายเมื่อไม่มีการจ่ายไฟ (Volatile) เอ็มพียูจะทำงานโดยเก็บหรือเขียนทับค่าของตัวแปรที่ใช้งานหรือเป็นบัฟเฟอร์สำหรับตัวแปรหรือข้อมูลต่างๆ ซึ่งขนาดจะต้องไม่เล็กไปกว่าขนาดที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน โดยทั่วไปแรมแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ SRAM (Static Random Access Memory) และ DRAM (Dynamic Random Access Memory) โดยที่ SRAM เป็นแรมที่ประกอบเป็นวงจรฟลิปฟลอปทำงานด้วยความเร็วสูง นิยมนำมาเป็นหน่วยความจำแบบแคช (Cache Memory) ส่วน DRAM เป็นแรมที่มีการเก็บข้อมูลที่ต้องมีการรีเฟรช (Refresh) เพื่อให้ข้อมูลยังคงอยู่ สามารถสร้างให้เป็นหน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่ได้ งแต่ความเร็วในการเข้าถึงจะช้ากว่าแบบ SRAM (Japan System House Association. 2549 : 94)

2.1.3.3 บัส (Bus)

บัส คือ เส้นทางการติดต่อสื่อสารระหว่างข้อมูล สามารถแบ่งตามตำแหน่งการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ บัสภายใน (Internal Bus) เป็นกลุ่มของสัญญาณไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ร่วมกันสำหรับส่งผ่านข้อมูลระหว่างเอ็มพียู หน่วยความจำ อินพุต/เอาต์พุต และบัสภายนอก (External Bus) เป็นกลุ่มของสายสัญญาณที่ใช้ส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ บัสแบ่งได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่

- แอดเดรสบัส (Address Bus) ใช้สำหรับระบบตำแหน่งในการรับส่งข้อมูล
- ดาต้าบัส (Data Bus) ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
- คอนโทรลบัส (Control Bus) เป็นตัวกำหนดและควบคุม แอดเดรสบัสและดาต้าบัส

2.1.3.4 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตพื้นฐาน

ในระบบฝังตัวนั้นเอ็มพียูจะมีการรับส่งข้อมูลจากภายนอกเข้ามาประมวลผลก่อนที่จะส่งออกไปภายนอกอีกครั้ง ดังนั้นจะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเอ็มพียูกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางอินเตอร์เฟส ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกประกอบด้วยอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต

อุปกรณ์อินพุตพื้นฐาน เป็นส่วนรับข้อมูลและสัญญาณต่างๆ ของไมโครคอมพิวเตอร์ โดยจะส่งข้อมูลในรูปของข้อมูลดิจิตอลให้กับเอ็มพียู เพื่อนำไปประมวลผล โดยทั่วไปเรียกว่า อินพุตพอร์ต โดยผ่านอุปกรณ์หรือวงจรไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมเรียกว่า วงจรอินเตอร์เฟส (Interface Circuit) อุปกรณ์อินพุต เช่น เซนเซอร์ เป็นต้น

อุปกรณ์เอาต์พุตพื้นฐานเป็นช่องทางออกของสัญญาณที่เกิดจากการประมวลผลของเอ็มพียู โดยจะมีการแปลงข้อมูลแบบดิจิตอลให้เป็นสัญญาณทางกายภาพที่เหมาะสม เรียกว่า เอาต์พุตพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมการทำงานของเอ็มพียูกับอุปกรณ์ภายนอก อุปกรณ์เอาต์พุตพื้นฐาน ได้แก่ ตัวขับเคลื่อน (Actuator) เช่น มอเตอร์ จอแสดงผล เป็นต้น

2.1.4 ส่วนประกอบทางด้านซอฟต์แวร์

ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ระบบปฏิบัติการ (Operating System) และโปรแกรมประยุกต์ (Application Program)

2.1.4.1 ระบบปฏิบัติการ

ระบบปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ระบบที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และโปรแกรมประยุกต์ทั่วไป บางครั้งอาจเป็นเฟิร์มแวร์ก็ได้ มีหน้าที่หลักๆ คือการจัดสรรทรัพยากรในระบบเพื่อให้บริการซอฟต์แวร์ประยุกต์ ควบคุมการรับส่งและจัดเก็บข้อมูล จัดสรรพื้นที่หน่วยความจำ รวมทั้งทำหน้าที่จัดสรรเวลาในการประมวลผล ระบบปฏิบัติการประกอบด้วยเคอร์เนล (Kernel) มิดเดิลแวร์ (Middleware) และดีไวซ์ไดรเวอร์ (Device Driver)

เคอร์เนล เป็นโมดูลกลางที่ทำหน้าที่ในการให้กำเนิดฟังก์ชันพื้นฐานของระบบปฏิบัติการให้กำหนดฟังก์ชันของการจัดตารางงานแบบขับเคลื่อนด้วยเหตุการณ์ เรียกว่า เรียลไทม์เคอร์เนล (Real-Time Kernel) หรือเรียลไทม์โอเอส (Real-Time Operating System) ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุนฟังก์ชันพื้นฐาน ที่ทำให้เกิดการประมวลผลแบบเรียลไทม์ การทำงานหลักของเคอร์เนลจะประกอบไปด้วย ฟังก์ชันการจัดตารางงานทำหน้าที่ในการจัดการเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันหลายๆ เหตุการณ์ ฟังก์ชันควบคุมการอินเทอร์รัพ (Interrupt) ทำหน้าที่จัดการและดูแลอินเตอร์รัพต์ที่เกิดขึ้นตามแต่ละประเภท และฟังก์ชันซิสเต็มคอล (System Call) ทำหน้าที่จัดการการเรียกใช้บริการจากระบบ

มิดเดิลแวร์ เป็นโมดูลที่สนับสนุนฟังก์ชันทั่วไปของระบบ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางเป็นตัวประสานบริการ (Service) ต่างๆ ให้กับแอปพลิเคชั่น โดยผ่านทางเคอร์เนลที่ควบคุมการทำงานของระบบปฏิบัติการ ทำให้ใช้งานแอปพลิเคชั่นต่างๆ ได้สะดวกขึ้น ซึ่งอาจประกอบด้วยไลบรารี่ (Library) เช่น ระบบไฟล์ ฟังก์ชันควบคุมการสื่อสาร เป็นต้น

ดีไวซ์ไดรเวอร์ เป็นส่วนควบคุมอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต เพื่อให้เกิดฟังก์ชันในการรับส่งข้อมูลกับโปรแกรมประยุกต์ บางครั้งเรียกว่าระบบควบคุมอินพุตเอาต์พุต (Input &

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output Control System - IOCS) ระบบปฏิบัติการโดยทั่วไป ดีไวซ์ไดรเวอร์จะเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการเลย แต่ถ้าเป็นซอฟต์แวร์ระบบฝังตัวนั้นจะแตกต่างกันไปตามผลิตภัณฑ์ และการใช้งานอุปกรณ์ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ฟังก์ชันของดีไวซ์ไดรเวอร์แบบเฉพาะเจาะจงลงไปในระบบปฏิบัติการได้ ส่วนใหญ่จะมีเพียงดีไวซ์ไดรเวอร์พื้นฐานหลักๆ เช่น ตัวจับเวลา (Timer) อินเตอร์เฟสชนิดซีเรียล (Serial I/F) เป็นต้น สำหรับดีไวซ์ไดรเวอร์อื่นๆ นั้นอาจจะต้องหาจากซอฟต์แวร์อื่นที่มีอยู่ หรืออาจต้องพัฒนาขึ้นมาเอง (Japan System House Association . 2549 : 97)

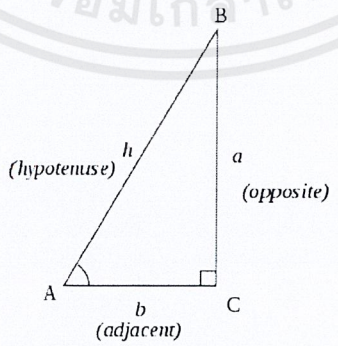
2.4.2.2 โปรแกรมประยุกต์

โปรแกรมประยุกต์เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับงานด้านต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ทำให้การทำงานได้สะดวกขึ้น หรืออาจเป็นซอฟต์แวร์ใช้งานเฉพาะด้านซึ่งผู้ใช้เป็นผู้พัฒนาขึ้นเองเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานของตน สามารถแบ่งซอฟต์แวร์ประยุกต์ออกเป็นสองกลุ่มคือ ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป คือ โปรแกรมที่ถูกสร้างหรือเขียนขึ้นมาเสร็จเรียบร้อยแล้ว พร้อมที่จะนำไปใช้งานต่างๆ ได้ทันที เช่น Microsoft Office เป็นต้น และซอฟต์แวร์ที่ใช้งานเฉพาะด้าน เช่น ซอฟต์แวร์ประมวลผลคำ ซอฟต์แวร์ระบบบัญชี เป็นต้น

2.2 หลักการประมาณค่าพิกัดตำแหน่งสภาพแวดล้อม

2.2.1 อัตราส่วนตรีโกณมิติในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก อัตราส่วนตรีโกณมิติของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์สามารถใช้คำนวณหามุมที่ไม่ทราบขนาด หรือความยาวของด้านที่ไม่ทราบได้ โดยด้านต่างๆ ของรูปสามเหลี่ยมมีดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สามเหลี่ยมมุมฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านตรงข้ามมุมฉาก คือด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมฉาก หรือนิยามเป็นด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากก็ได้ ตามรูปคือด้าน h

ด้านตรงข้ามมุม คือด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่เราสนใจ ตามรูปคือ a

ด้านประชิดมุม คือด้านที่อยู่ติดต่อกันบนมุมฉากกับมุมที่เราสนใจ ตามรูปคือ b

2.2.1.1 ไซน์ของมุม (Sine)

คืออัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านตรงข้ามมุมต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เมื่อมีมุมสนใจ A บนรูปสามเหลี่ยม

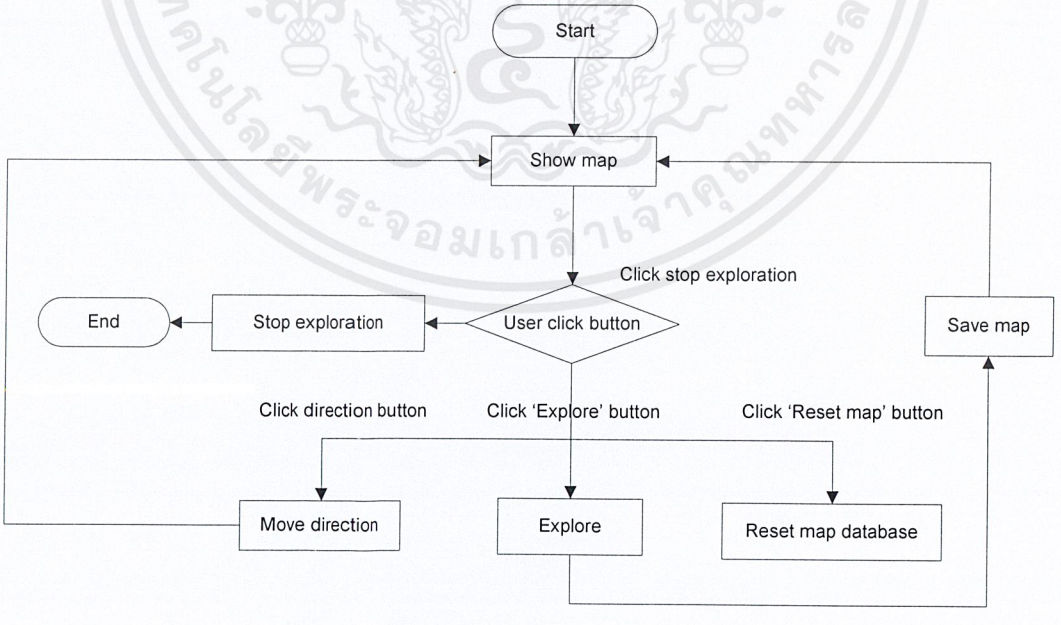
$$\sin A = \frac{opposite}{hypotenuse} = \frac{a}{h} \quad (2.1)$$

2.2.1.2 โคไซน์ของมุม (Cosine)

คืออัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านประชิดมุมต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

$$\cos A = \frac{adjacent}{hypotenuse} = \frac{b}{h} \quad (2.2)$$

2.2.2 โฟลวชาร์ท (Flowchart) การทำงานของระบบ

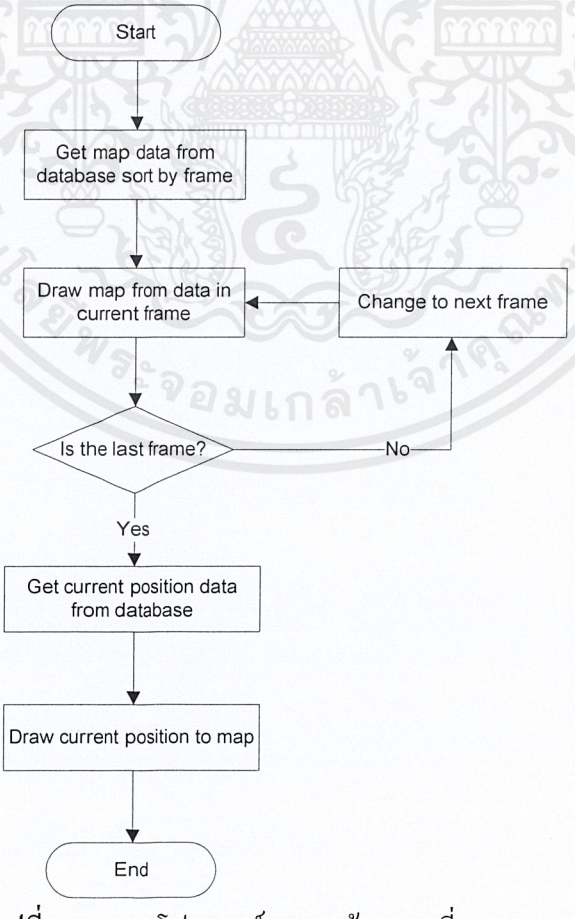


รูปที่ 2.4 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปิดแอปพลิเคชั่นและเชื่อมต่อสัญญาณบลูทูธระหว่างระบบกับหุ่นยนต์แล้ว ระบบจะทำการแสดงแผนที่และส่วนควบคุมการทำงาน ผู้ใช้สามารถเลือกทำการกดปุ่มเพื่อเลือกการทำงานต่างๆ ได้แก่ การกดปุ่มบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ (Move Direction) ระบบสามารถสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ 4 ทิศทางคือ ปุ่ม “UP” ทำการเคลื่อนไปทางทิศเหนือ ปุ่ม “RIGHT” ทำการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก ปุ่ม “LEFT” ทำการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก และปุ่ม “DOWN” ทำการเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ ผู้ใช้ทำการกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งแล้ว ระบบจะสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามการทำงานของปุ่มนั้นๆ เมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่เสร็จแล้ว ระบบจะแสดงแผนที่เพื่อรอการทำงานต่อไป การกดปุ่ม “Explore” ระบบจะสั่งให้หุ่นยนต์ทำการสำรวจสภาพแวดล้อมรอบทิศทาง เมื่อทำการสำรวจเสร็จแล้วระบบจะทำการเก็บข้อมูลแผนที่ลงในฐานข้อมูล ซึ่งการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลจะเก็บเรียงตามลำดับให้อยู่ในลักษณะของเฟรม (Frame) ในเฟรมข้อมูลจะประกอบไปด้วยหมายเลขเฟรม ค่ามุมองศาที่หุ่นยนต์หันหน้าอยู่ ระยะห่างของวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง และตำแหน่ง (x,y) ปัจจุบันของหุ่นยนต์ จากนั้นจะแสดงแผนที่เพื่อรอการทำงานต่อไป กดปุ่ม “Reset Map” ระบบจะทำการล้างแผนที่ที่เคยสำรวจกลับสู่ค่าเริ่มต้นอีกครั้ง หากกดปุ่ม “Stop” ระบบจะหยุดการทำงานและสิ้นสุดการสำรวจ

2.2.3 โฟลวชาร์ท (Flowchart) การสร้างแผนที่ของระบบ



รูปที่ 2.5 แสดงโฟลวชาร์ทการสร้างแผนที่ของระบบ

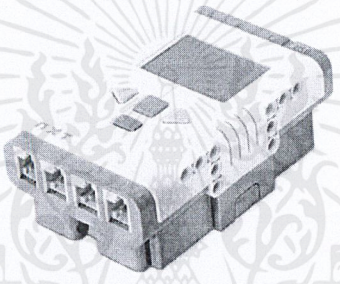
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจะทำการดึงเฟรมข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ได้ทำการสำรวจจากฐานข้อมูลมาทำการวาดลงบนแผนที่ โดยจะเริ่มวาดจากเฟรมตำแหน่งปัจจุบัน เมื่อทำการวาดเสร็จแล้ว ระบบจะตรวจสอบว่าเป็นเฟรมสุดท้ายแล้วหรือไม่ หากยังมีเฟรมถัดไปจะทำการวาดแผนที่ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงเฟรมสุดท้ายหรือไม่มีเฟรมถัดไปแล้ว หลังจากนั้นจะดึงข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์จากฐานข้อมูลมาทำการวาดลงบนแผนที่เพื่อแสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์

2.3 เลโก้มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที

เลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที (LEGO MINDSTORMS NXT) เป็นชุดทดลองระบบฝังตัวซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่

2.3.1 อินเทลลิเจน บริค (Intelligent Brick)



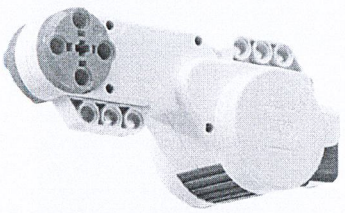
รูปที่ 2.6 อินเทลลิเจน บริค (http://shop.lego.com/ByTheme/Product.aspx?p=9841&cn=17)

อินเทลลิเจน บริค เป็นตัวรับคำสั่งการเขียนโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ คำนวณ และควบคุมส่วนการทำงานต่างๆ ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งมีส่วนการทำงานย่อยๆ ดังนี้

- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 32 บิต ตระกูล ARM7 เป็นหน่วยประมวลผลหลัก
- สนับสนุนการสื่อสารไร้สายแบบบลูทูธ (Bluetooth)
- รองรับ USB (Universal Serial Bus) 2.0 จำนวน 1 พอร์ต
- มีพอร์ตขาเข้า (Input Port) จำนวน 4 พอร์ตสำหรับต่อเข้าเซนเซอร์ และพอร์ตขาออก (Output Port) จำนวน 3 พอร์ตสำหรับต่อมอเตอร์
- หน้าจอแสดงผลแบบดอทเมทริกซ์ (Dot Matrix) ขนาด 26 x 40.6 มิลลิเมตร ความละเอียด 100 x 64 พิกเซล
- ลำโพงรองรับเสียง 8 กิโลเฮิร์ต
- ใช้พลังงานจากถ่านอัลคาไลน์ (Alkaline) ขนาด AA จำนวน 6 ก้อน หรือแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนโพลิเมอร์ (Lithium Ion Polymer) 1400 มิลลิแอมป์ แบบชาร์จซ้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

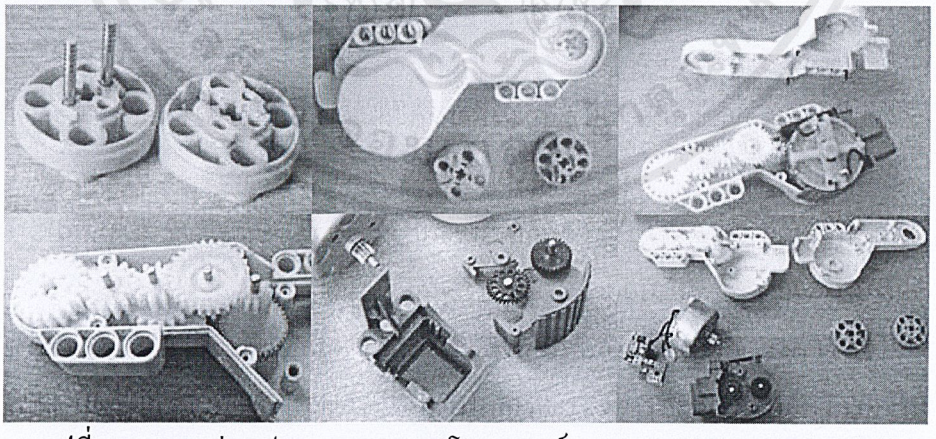


รูปที่ 2.7 เซอร์โวมอเตอร์

(http://www.therobotshop.com/catalog/lego-nxt-interactive-servo-motor.html)

เซอร์โวมอเตอร์ของระบบฝังตัวเลโก้มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที แสดงดังรูปที่ 2.8 โดยมีโครงสร้างและส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์ดังรูปที่ 2.8 และ 2.9

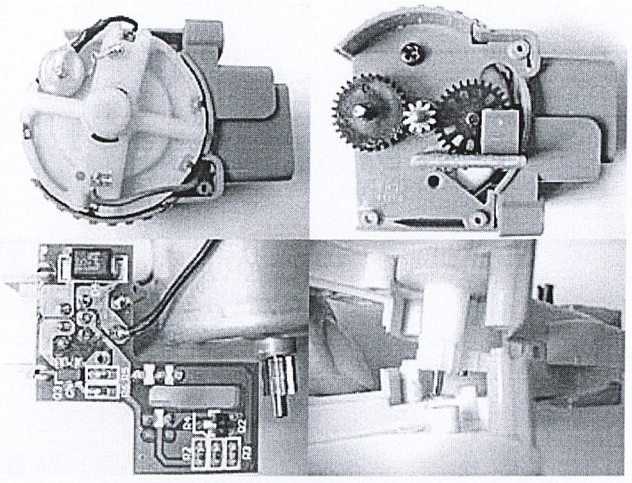
ชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที 1 ชุด สามารถเชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ได้มากที่สุดจำนวน 3 พอร์ต โดยเชื่อมต่อผ่านพอร์ตขาออก โดยมีความเร็วในการหมุนของเอนเอ็กซ์ทีมอเตอร์มีความสัมพันธ์กับค่าแรงดันไฟฟ้าที่อินเทลลิเจน บริคจ่ายให้ เซอร์โวมอเตอร์มีเซนเซอร์ที่หมุนได้ในตัว (Built-In) ที่สามารถกำหนดองศาของการหมุนได้ เพื่อส่งค่าความเร็วและตำแหน่งการหมุนกลับมาที่อินเทลลิเจน บริค ซึ่งสามารถควบคุมการหมุนได้หนึ่งองศา (ความแม่นยำ ± 1องศา) หรือหนึ่งรอบการหมุน (360 องศา) ช่วยให้ขั้นตอนการทำงานมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถต่อมอเตอร์หลายตัวให้ขับเคลื่อนพร้อมกันด้วยความเร็วเดียวกันเพื่อเพิ่มแรงบิด หรือจะตั้งค่าความเร็วที่แตกต่างกันสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวก็ได้



รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของเซอโวมอเตอร์ (Daniele Benedettelli.2008.

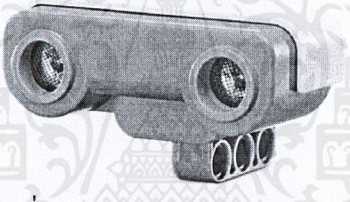
http://www.philohome.com/nxtmotor/nxtmotor.htm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงส่วนประกอบภายในของเซอโวมอเตอร์ (Daniele Benedettelli.2008. http://www.philohome.com/nxtmotor/nxtmotor.htm)

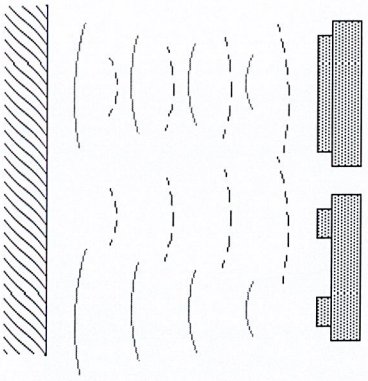
2.3.3 อัลตราโซนิกเซนเซอร์ (Ultrasonic Sensor)



รูปที่ 2.10 อัลตราโซนิกเซนเซอร์
(http://www.therobotshop.com/catalog/lego-nxt-ultrasonic-sensor.html)

อัลตราโซนิกเซนเซอร์เป็นเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับวัตถุและวัดระยะทางดังรูปที่ 2.10 โดยจะส่งคลื่นอัลตราโซนิกไปวัดจากหน้าเซนเซอร์ถึงวัตถุที่กีดขวางอยู่หน้าเซนเซอร์ ซึ่งสามารถวัดได้สองหน่วยคือ เซนติเมตรและนิ้ว สามารถวัดระยะทางได้ 0-255 เซนติเมตร (ความแม่นยำ ± 3 เซนติเมตร) ซึ่งวัตถุที่มีขนาดใหญ่และพื้นผิวแข็งจะให้ผลการอ่านที่ดีที่สุด ส่วนวัตถุที่ทำจากผ้านุ่มมีส่วนเว้าโค้ง มีความบางหรือมีขนาดเล็กจะยากต่อการตรวจจับ ดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงหลักการทำงานของอัลตราโซนิกเซนเซอร์

(www. http://cs.brown.edu/people/tld/courses/cs148/02/sonar.html)

ช่วงการทำงานของอัลตราโซนิกเซนเซอร์โดยการแผ่ออกมาจะอยู่ที่ 40 kHz จากตัวแปรสัญญาณเพียโซอิเล็กทริก (Transducer Piezo-Electric) โดยพลังงานเสียงจำนวนเล็กๆ จะถูกสะท้อนกลับด้วยวัตถุที่อยู่ด้านหน้าของเซนเซอร์และส่งกลับไปยังเครื่องตรวจจับซึ่งก็คือเพียโซอิเล็กทริก จากนั้นตัวขยายเสียง (Amplifier) จะรับแล้วส่งสัญญาณที่ถูกสะท้อน (Echo) ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro-Controller) เพื่อกำหนดระยะห่างของวัตถุจากความเร็วของเสียงในอากาศ ช่วงการคำนวณที่แปลงสัญญาณ ณ ปัจจุบันจะถูกส่งไปยังเอนเอ็กซ์ที

2.3.4 คอมพาสเซนเซอร์ (Compass Sensor)

รูปที่ 2.12 คอมพาสเซนเซอร์

(http://shop.lego.com/ByTheme/Product.aspx?p=MS1034&cn=17)

คอมพาสเซนเซอร์เป็นเข็มทิศดิจิตอลที่เชื่อมต่อกับพอร์ตเซนเซอร์ของเอนเอ็กซ์ทีดังรูปที่ 2.12 ใช้ลวดมาตรฐานของเอนเอ็กซ์ที สามารถวัดสนามแม่เหล็กโลกและคำนวณหัวแม่เหล็กเพื่อบอกทิศทางที่หุ่นยนต์หันหน้าอยู่ หัวแม่เหล็กมีการคำนวณในระยะที่ใกล้ที่สุด 1° และสามารถย้อนกลับค่าตัวเลขได้ตั้งแต่ 0-359 ซึ่งคอมพาสเซนเซอร์จะมีการปรับปรุงหัวแม่เหล็ก 100 ครั้งต่อวินาที สามารถทำงานได้ 2 แบบคือ การอ่านและการทำให้เป็นมาตรฐาน (Calibrate) โดยในการอ่าน หัวแม่เหล็กปัจจุบันจะถูกคำนวณและส่งกลับในแต่ละครั้งที่โปรแกรมเอนเอ็กซ์ทีประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งอ่าน ส่วนการทำให้เป็นมาตรฐาน เข็มทิศจะสามารถปรับเพื่อชดเชยความผิดที่เกิดจากภายนอกสนามแม่เหล็ก เช่น พื้นที่ที่ล้อมรอบมอเตอร์และแบตเตอรี่ ซึ่งช่วยรักษาความถูกต้องสูงสุด

2.4 เลจอสและเลจอส เอนเอ็กซ์เจ (LeJOS and LeJOS NXJ)

เลจอส (LeJOS) คือโครงการโอเพนซอร์ส (Open Source) ซึ่งพัฒนาจากโรงการ ทินีวีเอ็ม (TinyVM) เดิมซึ่งพัฒนาเกี่ยวกับจาวาวิชวลแมชชีน (Java Virtual Machine) สำหรับเลโก้มายสตรอมอาร์ซีเอ็กซ์ (LEGO Mindstorms RCX) ซึ่งต้นฉบับของ TinyVM และรุ่นอาร์ซีเอ็กซ์ของเลจอสถูกพัฒนาโดย Jose Solorzano

เลจอส เอนเอ็กซ์เจ (LeJOS NXJ) คือ Java Programming Environment สำหรับชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้ มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที ซึ่งทำให้สามารถควบคุมการทำงานผ่านภาษาจาวาได้ โดยเลจอส เอนเอ็กซ์เจ ประกอบด้วย

- ใช้ภาษาเชิงวัตถุ (Object-Oriented Language)
- นำเทรด (Thread) มาใช้งาน (Task)
- อาเรย์ (Array) รวมไปถึงแบบหลายมิติ (Multi-Dimensional)
- การเรียกซ้ำ (Recursion)
- การเข้าจังหวะแบบซิงโครไนซ์ (Synchronization)
- คำนึงถึงข้อยกเว้นต่างๆ (Exception)
- ประเภทของชนิดตัวแปร ได้แก่ โฟลต (Float), ลอง (Long) และสตริง (String)
- โดยส่วนใหญ่จะใช้คลาส java.lang, java.util และ java.io
- มี API สำหรับหุ่นยนต์โดยเฉพาะ
- มี PC API สำหรับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สื่อสารกับโปรแกรม leJOS NXJ ใช้จาว่า ผ่าน Bluetooth หรือ USB หรือใช้ LEGO Communications Protocol (LCP)

2.4.1 JSR-82 (Java Specification Request-82)

เป็นบลูทูธเอพีไอ ซึ่งถูกกำหนดมาตรฐานโดย JSR-82 Expert Group ซึ่ง JSR-82 ประกอบไปด้วยแพคเกจ (package) จำนวน 2 แพคเกจ คือ

- Javax.bluetooth ประกอบไปด้วยคลาสจำนวน 13 คลาส สำหรับสร้างการสื่อสารไร้สายด้วยโปรโตคอลของบลูทูธ
- Javax.obex ประกอบไปด้วยคลาสจำนวน 8 คลาสสำหรับใช้ในการส่งผ่านออปเจ็ค (Object) ระหว่างอุปกรณ์

โปรโตคอล OBEX ถูกใช้สำหรับส่งออปเจ็คไปมาระหว่างอุปกรณ์มาเป็นเวลานานแล้ว โดยใช้เทคโนโลยีอินฟาเรดซึ่งบลูทูธได้ทำการดัดแปลงโปรโตคอลนี้มาใช้ในการส่งออปเจ็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

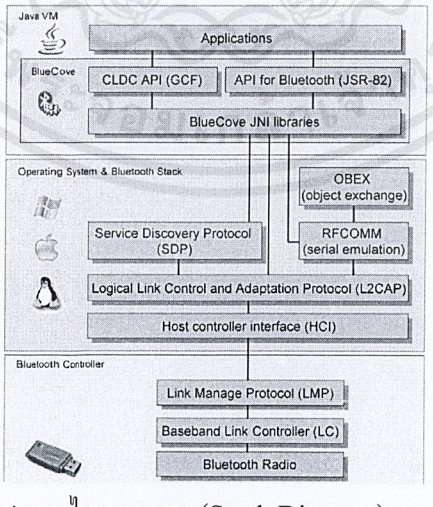
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เช่นกัน และเนื่องจาก JSR-82 เป็น Bluetooth API อย่างเป็นทางการของภาษาจาวา ดังนั้นผู้ผลิตทุกๆรายจึงที่จะนำเอาไปใช้ จะต้องทำการรวมเลเยอร์ (Layer) และโพรไฟล์ (Profile) มาตรฐานตามที่กำหนดรวมไว้ใน SDK (Software Development Kit) ด้วย ดังนั้น Bluetooth SDK ที่ใช้ JSR-82 จะต้องมี Bluetooth Stack layer มาตรฐานดังต่อไปนี้

- Host Controller Interface (HCI)
- Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP)
- Service Discovery Protocol (SDP)
- Radio Frequency Communication (RFCOMM) และจำเป็นต้องมีบลูทูธโพรไฟล์ (Bluetooth Profile) ดังต่อไปนี้
- Generic Access Profile
- Service Discovery Application Profile
- Serial Port Profile
- Generic Object Exchange Profile

2.5 บลูโคฟ (BlueCove)

บลูโคฟคือจาวาไลบรารี (Java Library) ที่นำเอา JSR-82 มาใช้งานบน J2SE (Java Standard Edition) จึงทำให้แอพพลิเคชันที่ทำงานอยู่บนจาวาเวอร์ชวลแมชชีนที่ได้นำเอาบลูโคฟมาใช้งานสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆที่มีบลูทูธได้ โดยมีสแตกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.13 (BlueCove JSR-82 Project. 2551: http://bluecove.org/)



รูปที่ 2.13 แผนภาพสแตคไดอะแกรม (Stack Diagram) การทำงานของบลูโคฟ

(BlueCove Team. 2552 : http://snapshot.bluecove.org)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
06602

2.6 โปรแกรมเน็ตบีนส์ (NetBeans IDE)

เน็ตบีนส์ (NetBeans) เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาซอฟท์แวร์ที่จะใช้พัฒนาแอปพลิเคชั่นด้วยภาษาจาวา (Java) โดยบริษัทซัน ไมโครซิสเต็มส์ (Sun Micro System) ผู้พัฒนาภาษาจาวา ได้เข้ามาเป็นผู้สนับสนุนหลักในการพัฒนาเน็ตบีนส์และได้ทำออกมาในรูปของโอเพนซอร์ส โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นที่จะต้องเสียเงิน เพื่อซื้อมาใช้งาน และยังได้เปิดเผยซอร์สโค้ด (Soure code) ให้ผู้สนใจและนักพัฒนานำไปดัดแปลง แก้ไข ตามกฎของโอเพนซอร์ส ปัจจุบันมีนักพัฒนาซอฟท์แวร์ทั่วโลกต่างช่วยกันพัฒนาเน็ตบีนส์ให้มีความสามารถสูงยิ่งขึ้น ปัจจุบันเน็นบีนส์ไอดีอีได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้น และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถสูงยิ่งขึ้นเรื่อยๆ นอกจากจะใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่นด้วยภาษาจาวาแล้ว ยังสามารถพัฒนาอื่นๆได้อีกหลากหลายโดยติดตั้งโปรแกรมเสริม (Add-on) ได้จากเว็บไซต์ หรือผ่านตัวอัปเดตเซนเตอร์ (Update Center) ของเน็ตบีนส์ เช่น ภาษาซี/ซีพลัสพลัส (C/C++), รูบี้ (Ruby), ยูเอ็มแอล (UML),เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application), จาวาอีอี (Java EE), โมบิลิตี้ (Java ME), จาวาเอฟเอ็กซ์ (Java FX), จาวาสคริป (Java Script), พีเอชพี (PHP) เป็นต้น ในเวอร์ชัน 6.0 เป็นต้นไปมีการรวมโปรแกรมเสริมต่างๆที่สำคัญเข้าในตัวติดตั้งของเน็ตบีนส์ โดยสามารถเลือกติดตั้งได้ภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 วิเคราะห์ปัญหาและการทำงาน

ปัจจุบันหุ่นยนต์ที่ใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่ใช้ในการสำรวจหรือกู้ภัยนั้นมีผู้ประดิษฐ์เพิ่มมากขึ้น โดยการทำงานหลักๆ จะประกอบไปด้วย การใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ตรวจวัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดระดับความดังเสียง (Sound Sensor) วัดระดับความดังเสียง กล้องวีดีโอไร้สายให้ผู้ควบคุมสังเกตสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์แล้วจึงนำภาพที่ได้มาประมวลผลเพื่อสร้างแผนที่สำหรับใช้ในการเลือกเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์ต่อไป เป็นต้น ซึ่งสาเหตุที่ต้องใช้กล้องวีดีโอในการสำรวจนั้นเพราะผู้ควบคุมไม่สามารถมองเห็นหุ่นยนต์ได้โดยตรง แต่การมองภาพจากกล้องวีดีโอไร้สายนั้นมีความคลาดเคลื่อนสูง ทำให้การควบคุมเป็นไปได้ยาก ต้องอาศัยการฝึกฝนและประสบการณ์จึงจะควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการสร้างแผนที่นั้น จะต้องนำข้อมูลจากกล้องวีดีโอไร้สายมาประมวลผลเพื่อสร้างเป็นแผนที่ ทั้งนี้หากสภาพแวดล้อมที่สำรวจมีแสงสว่างเพียงเล็กน้อยหรือมืดทึบ การมองภาพที่ส่งมาจากกล้องวีดีโอไร้สายนั้นก็แทบจะไม่มีประโยชน์เลย เพราะสามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้เพียงเล็กน้อย หรือกรณีที่ไม่ทราบสภาพแวดล้อมมาก่อน ทำให้ไม่ทราบตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง ซึ่งการมองภาพจากกล้องวีดีโอไร้สายเพียงอย่างเดียว อาจส่งผลให้ควบคุมเส้นทางการเดินผิดพลาด หุ่นยนต์อาจหลงทางไม่สามารถย้อนกลับมายังเส้นทางเดิมได้ อีกทั้งไม่สามารถนำภาพจากกล้องวีดีโอไร้สายมาสร้างแผนที่ได้อย่างถูกต้อง

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ จึงจะจัดสร้างแอปพลิเคชั่นสำหรับสร้างแผนที่โดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับจากอัลตราโซนิกเซนเซอร์และคอมพาสเซนเซอร์แทนการใช้กล้องวีดีโอไร้สาย ทำให้สามารถควบคุมเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์และนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาสร้างแผนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2 ความต้องการของระบบ

3.2.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลัก (Functional Requirement)

- ระบบสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้
- ระบบสามารถสร้างแผนที่จำลองจากข้อมูลที่เซนเซอร์ส่งมาให้หุ่นยนต์ได้
- ระบบสามารถแสดงตำแหน่งของหุ่นยนต์บนแผนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

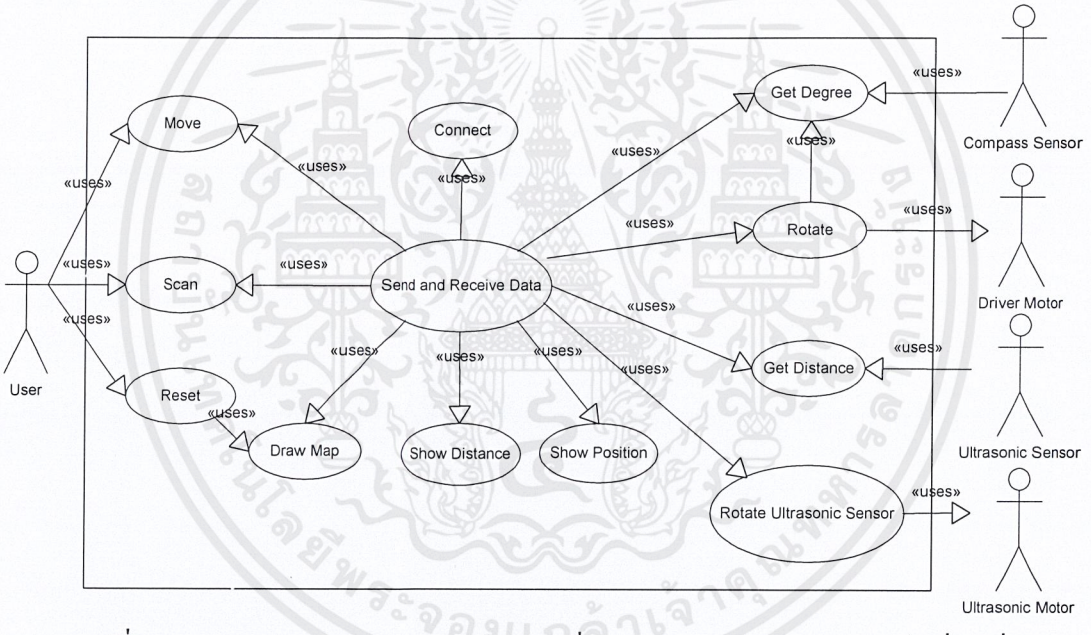
3.2.2 ความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลัก (Non-Functional Requirement)

- แผนที่มีวิธีการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน
- ผู้ใช้สามารถอ่านแผนที่และทำความเข้าใจได้ง่าย
- ระบบสามารถประยุกต์และปรับแต่งการใช้งานได้
- ระบบสามารถทำงานร่วมกับระบบอื่นของหุ่นยนต์ได้
- ความน่าเชื่อถือของระบบและการคำนวณเส้นทางจะต้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

3.3 การออกแบบระบบ

จากความต้องการหลักของระบบสามารถนำมาออกแบบความต้องการและฟังก์ชันการทำงานของระบบได้ โดยใช้แผนภาพยูสเคสดังนี้

3.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)



รูปที่ 3.1 แผนภาพยูสเคสระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

จากแผนภาพยูสเคสสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. **แอคเตอร์ (Actor)**

   1.1 ผู้ควบคุม (User)

   - เป็นผู้เริ่มการทำงานของระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่
   - ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปยังยูสเคส Move
   - ทำหน้าที่เริ่มต้นการทำงานของยูสเคส Scan เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการเคลียร์ค่าแผนที่ที่เคยสร้างไว้ในยูสเคส Reset Map

1.2 คอมพาสเซนเซอร์ (Compass Sensor)

- ทำการตรวจจับค่าองศาแล้วเปรียบเทียบว่าเป็นค่าองศาของมุมที่ต้องการหรือไม่

1.3 มอเตอร์ขับเคลื่อน (Driver Motor)

- ทำการหมุนเซอโวมอเตอร์ตามที่ได้รับคำสั่งจากยูสเคส Rotate

1.4 อัลตราโซนิกเซนเซอร์ (Ultrasonic Sensor)

- ทำหน้าที่วัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้า แล้วส่งกลับไปยังยูสเคส Get Distance

1.5 มอเตอร์สำหรับอัลตราโซนิก (Ultrasonic Motor)

- ทำหน้าที่หมุนมอเตอร์ 45 องศา ตามที่ได้รับคำสั่งจากยูสเคส Rotate Ultrasonic Sensor

2. ยูสเคส (Use Case)

2.1 ยูสเคสการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (Move)

- รับคำสั่งจากแอคเตอร์ User เพื่อบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- รับข้อมูลการเคลื่อนที่จากยูสเคส Send and Receive Data

2.2 ยูสเคสการตรวจจับสภาพแวดล้อม (Scan)

- รับคำสั่งจากแอคเตอร์ User
- รับค่าระยะห่างจากยูสเคส Send and Receive Data

2.3 ยูสเคสการล้างแผนที่ (Reset)

- รับคำสั่งจากแอคเตอร์ User เพื่อล้างแผนที่ที่ได้ถูกวาดไว้
- ส่งคำสั่งไปยังยูสเคส Draw Map เพื่อวาดแผนที่ใหม่

2.4 ยูสเคสการวาดแผนที่ (Draw Map)

- ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Send and Receive Data เพื่อวาดแผนที่

2.5 ยูสเคสเชื่อมต่อการสื่อสารไร้สายแบบบลูทูธ (Connect)

- ทำหน้าที่เชื่อมต่อการสื่อสารไร้สายแบบบลูทูธก่อนทำการส่งและรับข้อมูลจากยูสเคส Send and Receive Data

2.6 ยูสเคสการส่งและรับข้อมูล (Send and Receive Data)

- ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลยูสเคส Move, Scan, Draw Map, Show Distance, Show Position, Rotate, Get Distance, Rotate Ultrasonic Motor

2.7 ยูสเคสการแสดงค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้า (Show Distance)

- ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Send and Receive Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำหน้าที่แสดงค่าระยะห่างทั้ง 8 ทิศที่อัลตราโซนิกเซนเซอร์วัดได้ โดยจะแสดงค่าบนแอปพลิเคชั่น

2.8 ยูสเคสการแสดงตำแหน่งปัจจุบัน (Show Position)

- ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Send and Receive Data
- ทำหน้าที่แสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์บนแผนที่

2.9 ยูสเคสการรับค่าองศาของมุม (Get Degree)

- ทำหน้าที่รับค่าองศาปัจจุบันที่หุ่นยนต์อยู่จากแอคเตอร์ Compass Sensor
- ทำการเปรียบเทียบกับค่าองศาของมุมที่ต้องการ

2.10 ยูสเคสการหมุน (Rotate)

- ทำหน้าที่หมุนเซอโวมอเตอร์ที่ติดกับล้อของหุ่นยนต์หรือแอคเตอร์ Driver Motor

2.11 ยูสเคสการรับค่าระยะห่าง (Get Distance)

- ทำหน้าที่รับค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าที่แอคเตอร์ Ultrasonic Sensor ทำการวัดได้

2.12 ยูสเคสการหมุนอัลตราโซนิกมอเตอร์ (Rotate Ultrasonic Motor)

- ทำหน้าที่หมุนเซอโวมอเตอร์ที่ติดอยู่กับอัลตราโซนิกเซนเซอร์ 45 องศา

3.3.2 รายละเอียดยูสเคส (Use Case Description)

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดยูสเคส Move

Use Case Name : Move	**ID :** 1	**Importance Level :** High
Primary Actor : User	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : ขับเคลื่อนหุ่นยนต์โดยอาศัยการควบคุมการหมุนของมอเตอร์		
Trigger : User ทำการกดปุ่มบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์		
Relationships : **Association :** User **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ผู้ใช้กดปุ่มบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น 2. ระบบทำการตรวจสอบปุ่มที่ถูกกดว่าคือปุ่มอะไร 3. ระบบส่งคำสั่งไปให้ยูสเคส Get Degree และยูสเคส Rotate ทำงาน ผ่านยูสเคส Send and Receive Data		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) รายละเอียดยูสเคส Move

SubFlows: -
Alternate/Exceptional Flows : 2.a หากกดปุ่ม “UP” จะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ 2.b หากกดปุ่ม “RIGHT” จะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก 2.c หากกดปุ่ม “LEFT” จะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก 2.d หากกดปุ่ม “DOWN” จะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศใต้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดยูสเคส Scan

Use Case Name : Scan	**ID :** 2	**Importance Level :** High
Primary Actor : User	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : เริ่มต้นการสำรวจสภาพแวดล้อม		
Trigger : User ทำการกดปุ่ม “Explore” เพื่อเริ่มการสำรวจ		
Relationships : **Association :** User **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ผู้ใช้กดปุ่ม “Explore” บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น 2. ระบบทำการส่งคำสั่งไปให้ยูสเคส Get Distance และยูสเคส Rotate Ultrasonic Motor ทำงานผ่านยูสเคส Send and Receive Data 3. หุ่นยนต์ทำตามคำสั่งที่ได้รับ 4. หุ่นยนต์ส่งค่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกลับไปยังระบบ 5. ระบบทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดยูสเคส Reset

Use Case Name : Reset	**ID :** 3	**Importance Level :** High
Primary Actor : User	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : ทำการล้างแผนที่ที่ถูกสร้างไว้		
Trigger : User ทำการกดปุ่ม “Reset” เพื่อล้างแผนที่ที่ถูกสร้างไว้		
Relationships : **Association :** User **Include :** Draw Map **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ผู้ใช้กดปุ่ม “Reset” บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น 2. ระบบทำการล้างแผนที่ที่ถูกสร้างไว้บนแอปพลิเคชั่น 3. ระบบทำการลบข้อมูลแผนที่นั้นในฐานข้อมูล		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดยูสเคส Connect

Use Case Name : Connect	**ID :** 4	**Importance Level :** High
Primary Actor : -	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : สร้างการเชื่อมต่อไร้สายแบบบลูทูธระหว่างเครื่องควบคุมและหุ่นยนต์		
Trigger : ทำการรันแอปพลิเคชั่นแล้ว		
Relationships : **Association :** User **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ผู้ใช้กดปุ่ม “Explore” บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น 2. ระบบส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยูสเคส Send and Receive Data 3. ยูสเคส Send and Receive Data ส่งข้อมูลการเชื่อมต่อกลับมายังระบบ 4. ระบบตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อ 5. ระบบแสดงสถานะการเชื่อมต่อ โดยแสดงข้อความ “Connected !!!!” บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : 5.a หากยังไม่ได้ทำการเชื่อมต่อจะแสดงข้อความ “Not Connect !!!!” บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น และทำการเชื่อมต่อใหม่อัตโนมัติ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดยูสเคส Send and Receive Data

Use Case Name : Send and Receive Data	**ID :** 5	**Importance Level :** High
Primary Actor : -	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : ส่งและรับคำสั่งหรือข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชั่นกับหุ่นยนต์		
Trigger : ต้นทางต้องการส่งคำสั่งหรือข้อมูลไปยังปลายทาง		
Relationships : **Association :** - **Include :** Move, Scan, Draw Map, Connect, Show Distance, Show Position, Get Degree, Rotate, Get Distance, Rotate Ultrasonic Motor **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: กรณีต้นทางคือระบบ 1. ระบบร้องขอสถานะการเชื่อมต่อจากยูสเคส Connect 2. ระบบทำการจัดเตรียมและแปลงข้อมูลที่ต้องการส่งให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด 3. ระบบทำการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ 4. อุปกรณ์รับข้อมูลและนำข้อมูลไปประมวลผล กรณีต้นทางคืออุปกรณ์ 1. ระบบร้องขอสถานะการเชื่อมต่อจากยูสเคส Connect 2. อุปกรณ์ทำการจัดเตรียมและแปลงข้อมูลที่ต้องการส่งให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด 3. อุปกรณ์ทำการส่งข้อมูลไปยังระบบ 4. ระบบรับข้อมูลและนำข้อมูลไปประมวลผล		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : 1.a หากตรวจสอบพบว่ายังไม่ได้ทำการเชื่อมต่อ จะส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยังยูสเคส Connect		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดยูสเคส Draw Map

Use Case Name : Draw Map	**ID :** 6	**Importance Level :** High
Primary Actor : -	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : ทำการวาดแผนที่		
Trigger : ทำการสำรวจและมีข้อมูลสภาพแวดล้อมในฐานข้อมูลแล้ว		
Relationships : **Association :** - **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ระบบทำการดึงข้อมูลสภาพแวดล้อมจากฐานข้อมูลที่ได้จากการทำงานของยูสเคส Get Distance และยูสเคส Get Degree ผ่านยูสเคส Send and Receive Data โดยเรียงลำดับตามเฟรมข้อมูล 2. ทำการวาดแผนที่จากข้อมูลในเฟรมปัจจุบัน 3. ทำการตรวจสอบว่าเป็นเฟรมสุดท้ายแล้วหรือไม่ 4. ทำการเปลี่ยนเป็นเฟรมถัดไป		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : 3.a หากเป็นเฟรมสุดท้ายแล้วจะสิ้นสุดการทำงาน 3.b หากยังมีเฟรมถัดไปจะกลับไปทำงานตั้งแต่ข้อ 2 จนกว่าจะถึงเฟรมสุดท้าย		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดยูสเคส Show Distance

Use Case Name : Show Distance	**ID :** 7	**Importance Level :** High
Primary Actor : -	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : แสดงค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าทั้ง 8 ทิศทางของหุ่นยนต์		
Trigger : ทำการสำรวจและมีข้อมูลสภาพแวดล้อมในฐานข้อมูลแล้ว		
Relationships : **Association :** - **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ระบบทำการดึงข้อมูลสภาพแวดล้อมจากฐานข้อมูลที่ได้จากการทำงานของยูสเคส Get Distance ผ่านทางยูสเคส Send and Receive Data 2. ระบบรับค่าสภาพแวดล้อมจากยูสเคส Send and Receive Data 3. ระบบแสดงข้อมูลระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าทั้ง 8 ทิศทางบนหน้าจอแอปพลิเคชั่น		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดยูสเคส Show Position

Use Case Name : Show Position	**ID :** 8	**Importance Level :** High
Primary Actor : -	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : แสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์		
Trigger : ทำการสำรวจและมีข้อมูลสภาพแวดล้อมในฐานข้อมูลแล้ว		
Relationships : **Association :** - **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ระบบทำการดึงข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันจากฐานข้อมูลที่ได้จากการทำงานของยูสเคส Get Degree ผ่านทางยูสเคส Send and Receive Data 2. ระบบรับค่าพิกัดตำแหน่งจากยูสเคส Send and Receive Data 3. ระบบแสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์บนแผนที่บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดยูสเคส Get Degree

Use Case Name : Get Degree	**ID :** 9	**Importance Level :** High
Primary Actor : Compass Sensor	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : รับค่าองศาของมุมจากคอมพาสเซนเซอร์เพื่อให้ทราบทิศทางในการเคลื่อนที่		
Trigger : ระบบทำการสำรวจ		
Relationships : **Association :** Compass Sensor **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ระบบร้องขอข้อมูลค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์ผ่านยูสเคส Send and Receive Data 2. คอมพาสเซนเซอร์ทำการตรวจจับค่าองศาปัจจุบัน 3. คอมพาสเซนเซอร์ส่งค่าองศากลับไปยังยูสเคส Send and Receive Data 4. ระบบรับค่าองศาจากยูสเคส Send and Receive Data และบันทึกลงฐานข้อมูล		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดยูสเคส Rotate

Use Case Name : Rotate	**ID :** 10	**Importance Level :** High
Primary Actor : Driver Motor	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : สั่งให้มอเตอร์ของล้อหมุนเพื่อให้หุ่นยนต์หันหน้าตรงกับค่าองศาของมุมที่ได้รับจากฐานข้อมูล		
Trigger : ต้องการหมุนมอเตอร์เพื่อเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์		
Relationships : **Association :** Driver Motor **Include :** Get Degree **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ดึงค่าองศาที่จะให้หุ่นยนต์ทำการหมุนจากฐานข้อมูลที่ได้จากการทำงานของยูสเคส Get Degree ผ่านยูสเคส Send and Receive Data 2. ระบบรับค่าองศาจากยูสเคส Send and Receive Data 3. ระบบสั่งให้มอเตอร์ทำการหมุนเพื่อเปลี่ยนค่าองศาปัจจุบันผ่านยูสเคส Send and Receive Data 4. มอเตอร์ทั้งสองข้างทำการหมุนในทิศทางตรงกันข้าม 5. ระบบรับค่าองศาปัจจุบันจากยูสเคส Get Degree 6. ทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าองศาจากฐานข้อมูลกับค่าองศาปัจจุบันว่าตรงกันหรือไม่ 7. สั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน 8. มอเตอร์หยุดหมุน		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : 5.a หากค่าองศาจากที่ดึงจากฐานข้อมูลไม่ตรงกับค่าองศาที่ได้จากยูสเคส Get Degree จะให้ทำงานตั้งแต่ข้อ 2 อีกครั้ง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดยูสเคส Get Distance

Use Case Name : Get Distance	**ID :** 11	**Importance Level :** High
Primary Actor : Ultrasonic Sensor	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : ตรวจจับค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้า		
Trigger : เมื่อระบบทำงาน		
Relationships : **Association :** Ultrasonic Sensor **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ระบบร้องขอข้อมูลค่าระยะห่างจากคอมพาสเซนเซอร์ผ่านยูสเคส Send and Receive Data 2. อัลตราโซนิกเซนเซอร์ทำการวัดค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างหน้า 3. อัลตราโซนิกเซนเซอร์ส่งค่าที่ได้กลับไปยังยูสเคส Send and Receive Data 4. ระบบรับค่าที่ได้และบันทึกลงฐานข้อมูล		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

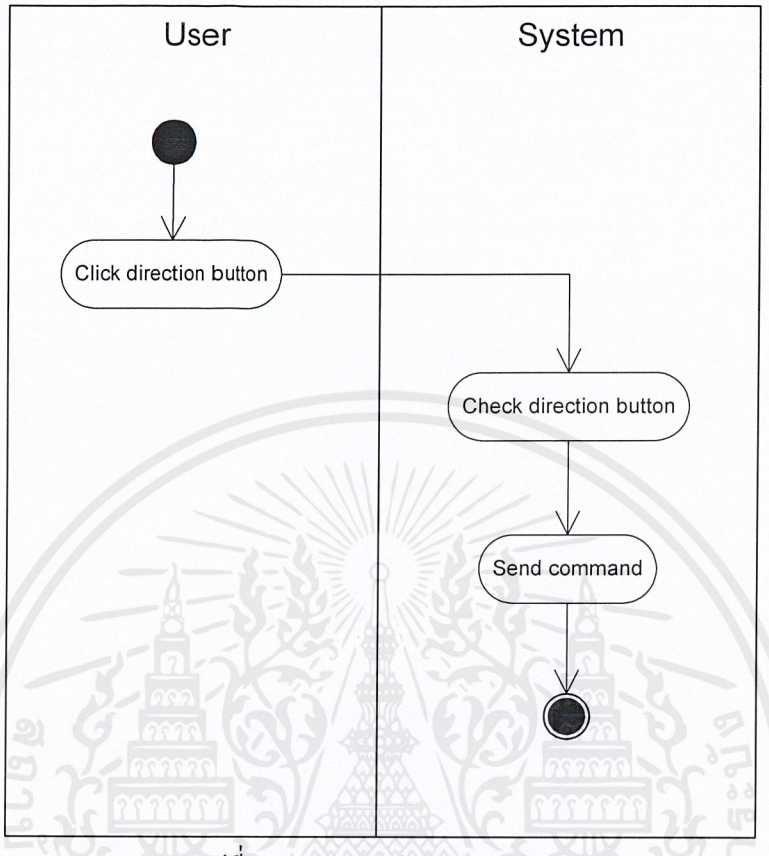
ตารางที่ 3.12 รายละเอียดยูสเคส Rotate Ultrasonic Sensor

Use Case Name : Rotate Ultrasonic Sensor	**ID :** 12	**Importance Level :** High
Primary Actor : Ultrasonic Motor	**Use Case Type :** Function	
Brief Description : หมุนมอเตอร์เพื่อตรวจจับค่าสภาพแวดล้อมรอบทิศทาง		
Trigger : เมื่อระบบทำงาน		
Relationships : **Association :** Ultrasonic Motor **Include :** - **Extend :** - **Generalization :** -		
Normal Flow of Events: 1. ระบบส่งคำสั่งให้มอเตอร์หมุนผ่านทางยูสเคส Send and Receive Data 2. มอเตอร์หมุนตามคำสั่งที่ได้รับ 3. ระบบตรวจสอบว่ามอเตอร์หมุนไปทิศ 225 องศาแล้วหรือไม่ 4. ระบบสั่งให้มอเตอร์หมุนกลับยังทิศ 0 องศา 5. ระบบส่งคำสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุนผ่านทางยูสเคส Send and Receive Data 6. มอเตอร์หยุดหมุน		
SubFlows: S-1 : 1. การหมุนมอเตอร์แต่ละครั้ง มอเตอร์จะทำการหมุน 45 องศา		
Alternate/Exceptional Flows : 2.a เมื่อทำการหมุนอัลตราโซนิกได้ 180 องศาแล้ว จะหมุนย้อนกลับไปยังทิศ 315 องศา		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

3.3.3.1 Move

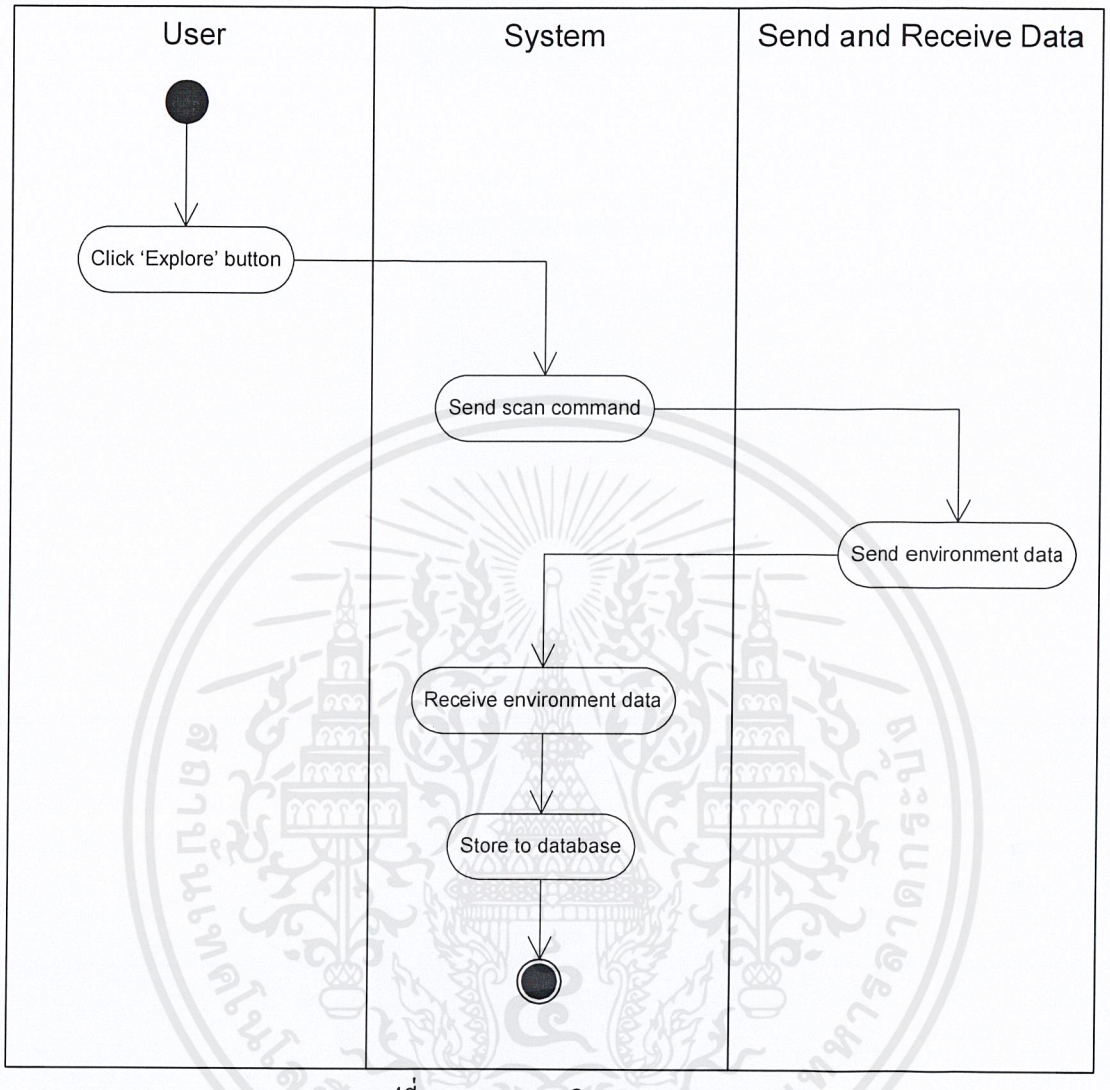


รูปที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรม Move

กิจกรรม Move จะทำงานเมื่อผู้ใช้กดปุ่มบังคับทิศทางใดๆ บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น โดยระบบจะทำการตรวจสอบปุ่มที่ถูกกดว่าคือปุ่มอะไร แล้วจะส่งคำสั่งของปุ่มนั้นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 Scan

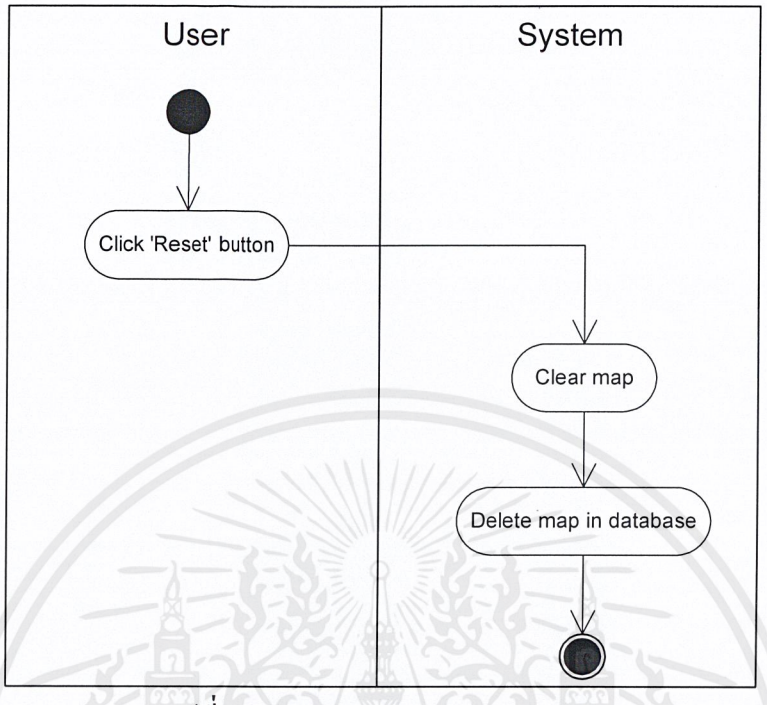


รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรม Scan

กิจกรรม Scan จะทำงานเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม "Explore" บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น โดยระบบจะทำการส่งคำสั่งผ่านยูสเคส Send and Receive Data เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ หลังจากทำตามคำสั่งเสร็จแล้ว ยูสเคส Send and Receive Data จะส่งข้อมูลกลับไปยังระบบ เมื่อระบบได้รับข้อมูลจะทำการจัดเก็บลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.3 Reset

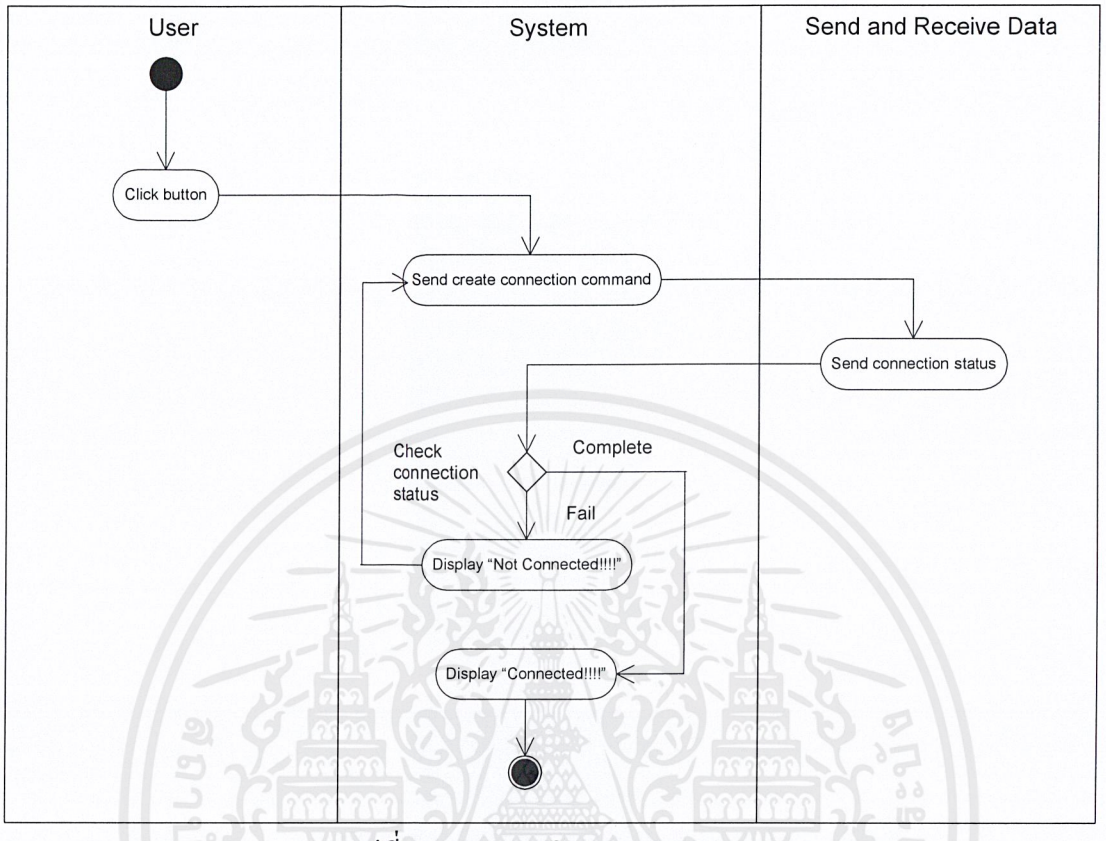


รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรม Reset Map

กิจกรรม Reset Map จะทำงานเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “Reset” บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น โดยระบบจะทำการล้างแผนที่ที่ได้วาดไว้ให้กลับเป็นค่าเริ่มต้น และทำการลบข้อมูลแผนที่ดังกล่าวจากฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.4 Connect

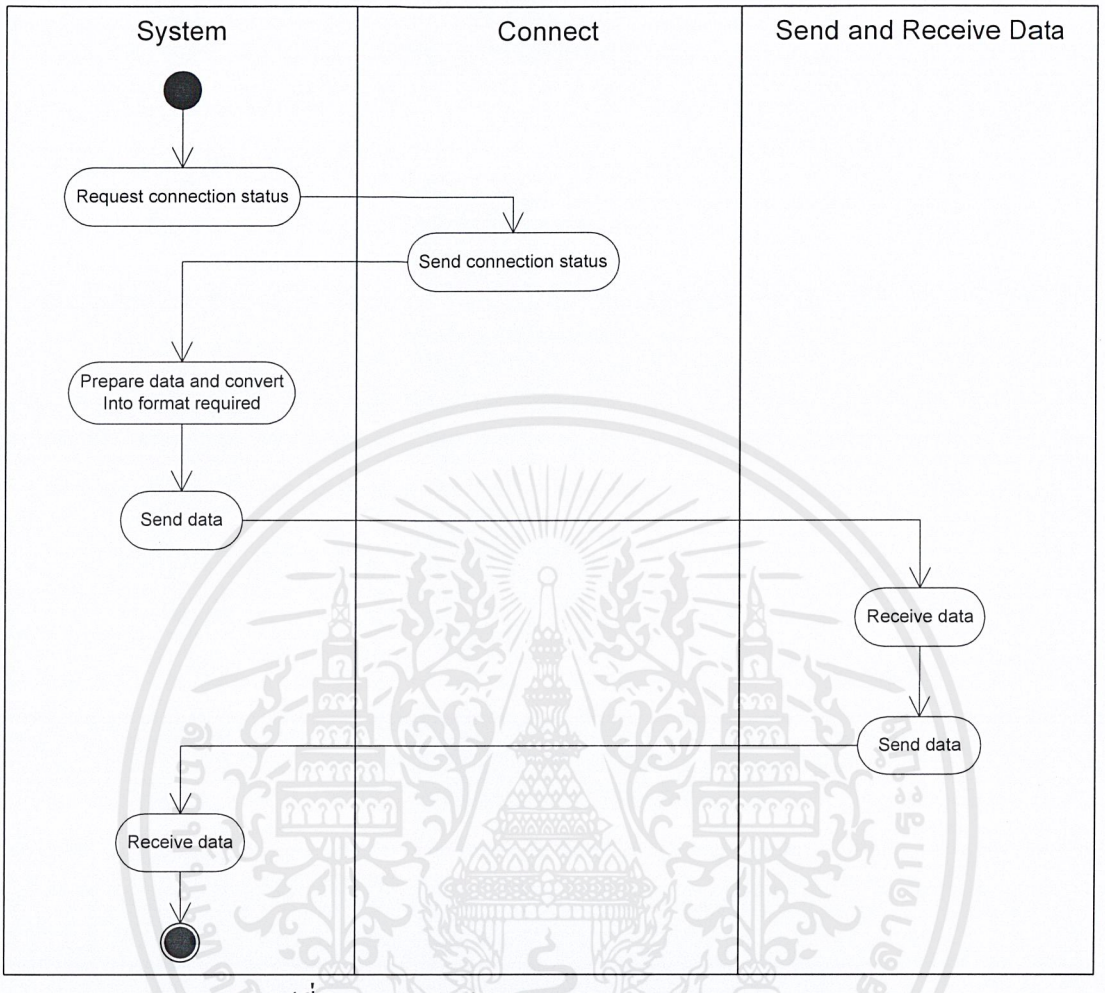


รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรม Connect

กิจกรรม Connect เป็นการเชื่อมต่อไร้สายแบบบลูทูธ จะเริ่มการทำงานเมื่อผู้ใช้ทำการสำรวจโดยการกดปุ่ม "Explore" จากนั้นระบบจะทำการส่งคำสั่งสร้างการเชื่อมต่อไปยังยูสเคส Send and Receive Data เมื่อทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้วยูสเคส Send and Receive Data จะส่งสถานะการเชื่อมต่อไปให้ระบบ ระบบจะตรวจสอบสถานะของการเชื่อมต่อ หากเชื่อมต่อสำเร็จจะแสดงข้อความ"Connected!!!" บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น แต่หากไม่สำเร็จจะแสดงข้อความ "Not Connected !!!!" และทำการเชื่อมต่อใหม่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.5 Send and Receive Data

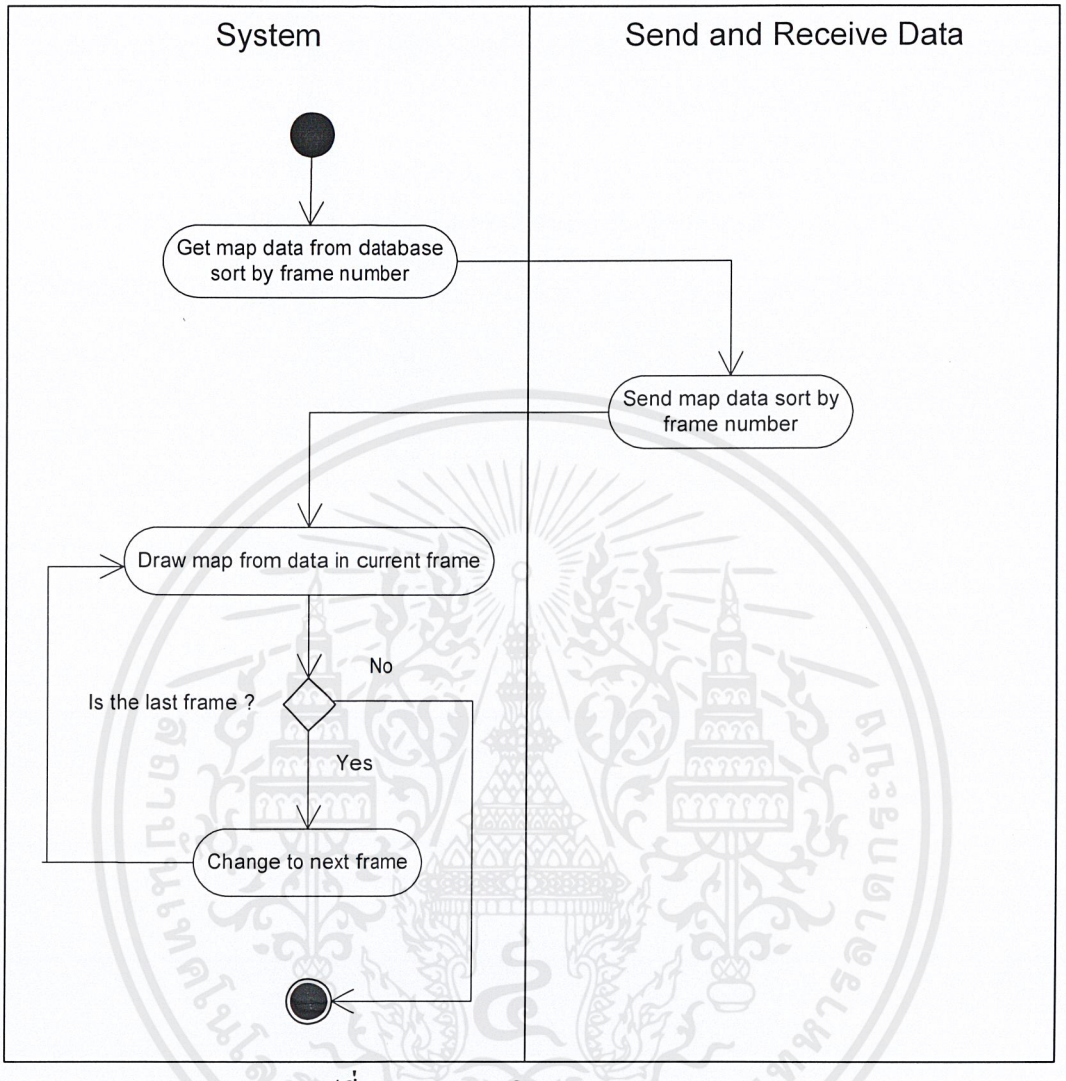


รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรม Send and Receive Data

กิจกรรม Send and Receive Data เป็นการส่งและรับคำสั่งใดๆ จากต้นทางไปยังปลาย จากรูปที่ 3.6 ระบบจะร้องขอสถานะการเชื่อมต่อจากยูสเคส Connect เมื่อยูสเคส Connect ส่งสถานะการเชื่อมต่อไปกลับไปยังระบบ ระบบจะทำการเตรียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.6 Draw Map

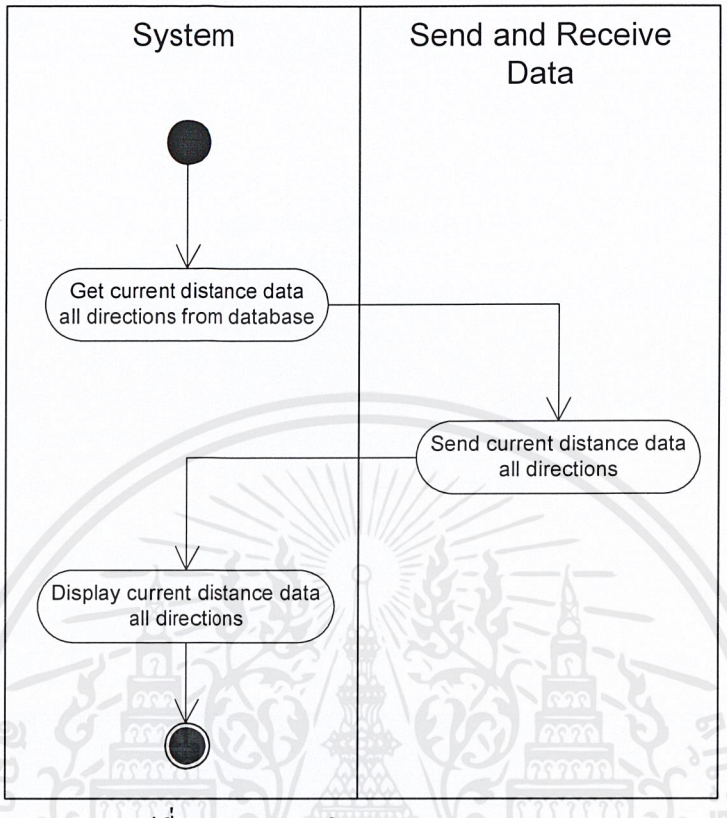


รูปที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรม Draw Map

กิจกรรม Draw Map จะเป็นการวาดแผนที่ที่ได้หลังจากทำการสำรวจสภาพแวดล้อมแล้ว โดยระบบจะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลซึ่งเรียงลำดับตามหมายเลขเฟรม นำมาทำการวาดแผนที่ เมื่อแผนที่ถูกวาดเสร็จแล้ว จะทำการตรวจสอบว่าเป็นเฟรมสุดท้ายแล้วหรือไม่ หากยังมีเฟรมถัดไปจะทำการเปลี่ยนไปใช้ข้อมูลของเฟรมถัดไป และทำการวาดแผนอีกครั้ง ซึ่งการวาดแผนที่จะทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงเฟรมสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.7 Show Distance

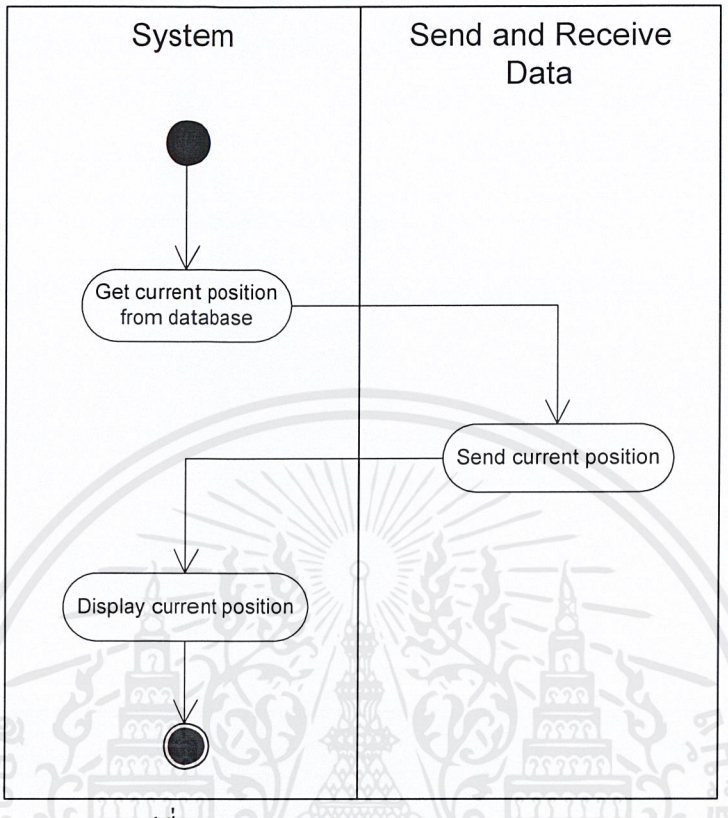


รูปที่ 3.8 แผนภาพกิจกรรม Show Distance

กิจกรรม Show Distance จะทำการดึงข้อมูลระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์ที่ทำการสำรวจได้ทั้ง 8 ทิศทางจากฐานข้อมูลมาแสดงบนหน้าจอแอปพลิเคชั่น ได้แก่ ทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) ทิศตะวันออก (E) ทิศตะวันตก (W) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) และทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.8 Show Position

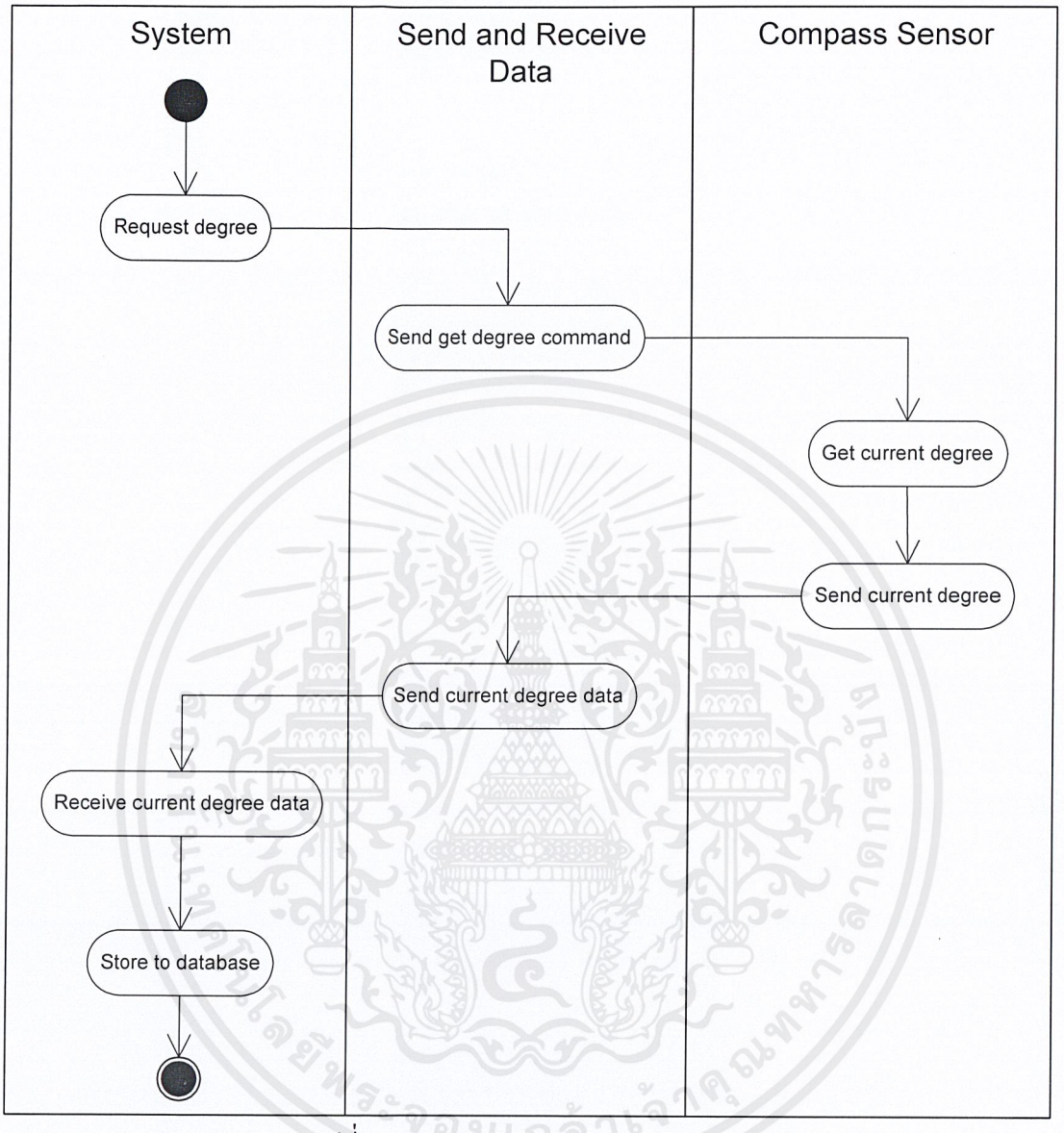


รูปที่ 3.9 แผนภาพกิจกรรม Show Position

กิจกรรม Show Position จะทำการดึงข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์จากฐานข้อมูล แล้วทำการแสดงผลบนหน้าจอแอปพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.9 Get Degree

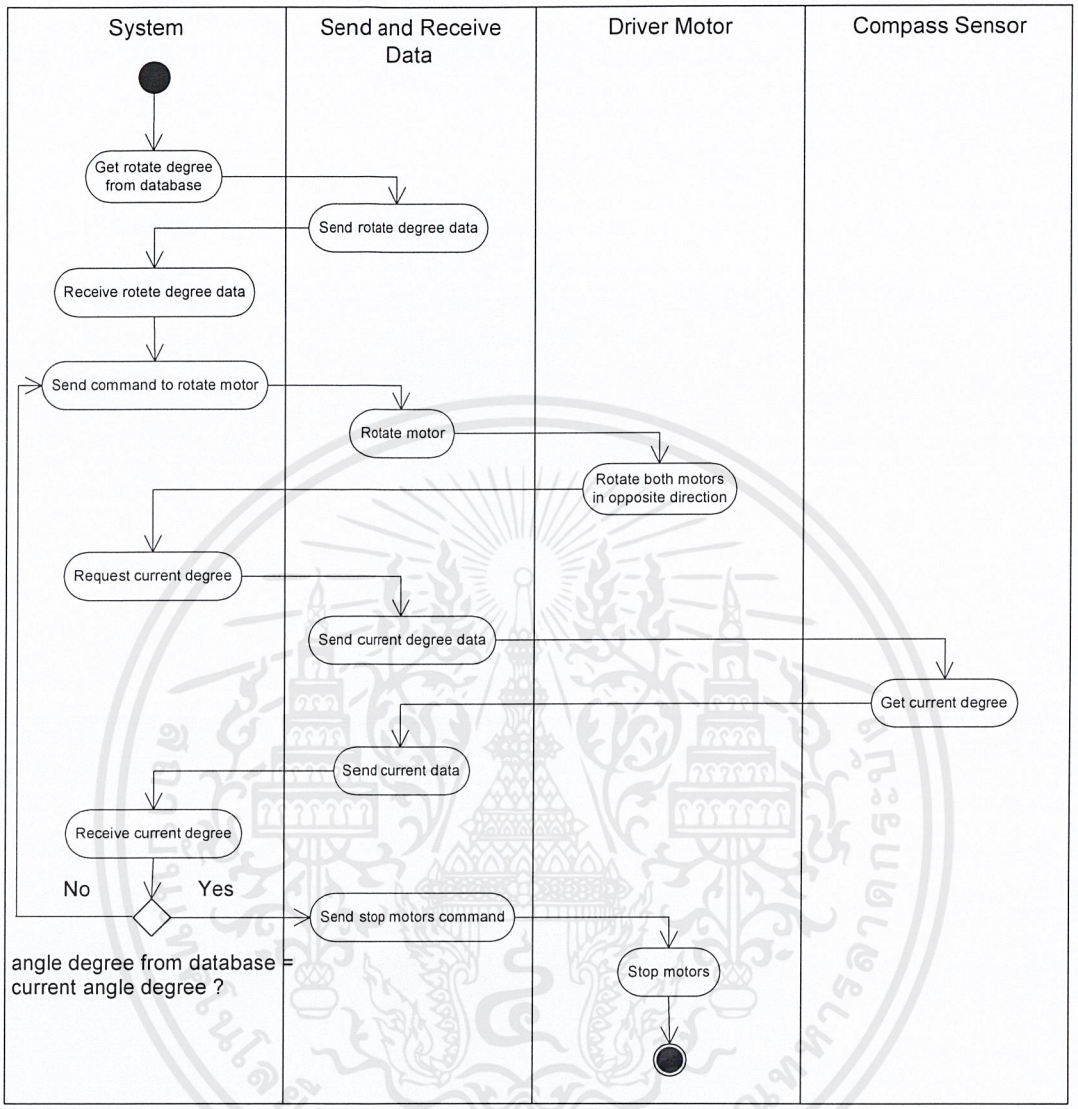


รูปที่ 3.10 แผนภาพกิจกรรม Get Degree

กิจกรรม Get Degree ระบบจะทำการร้องขอค่าองศาปัจจุบันที่หุ่นยนต์หันหน้าอยู่จากคอมพาสเซนเซอร์ คอมพาสเซนเซอร์จะทำการตรวจจับค่าองศาตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ แล้วทำการส่งค่าองศาปัจจุบันกลับไปยังระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.10 Rotate

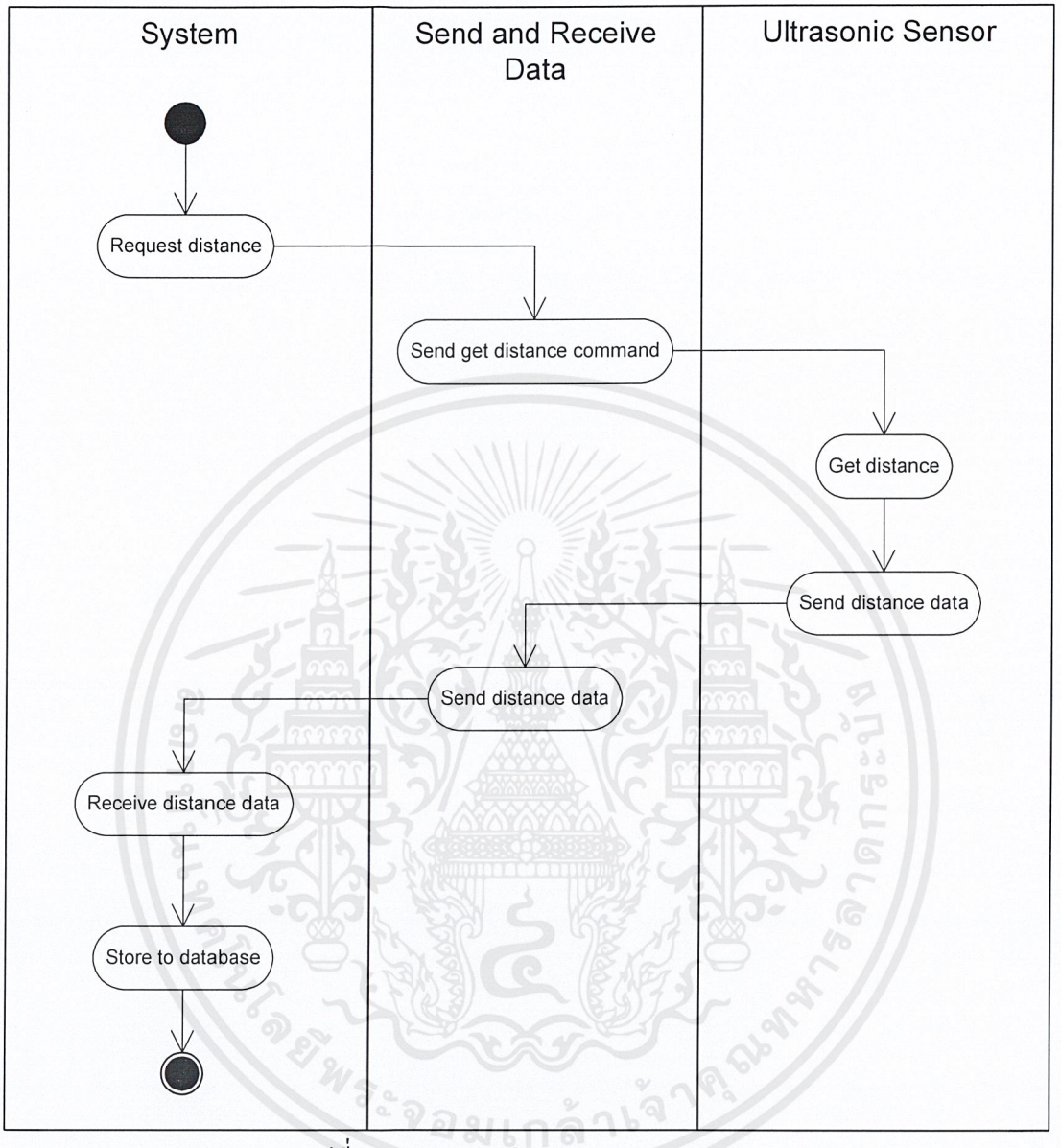


รูปที่ 3.11 แผนภาพกิจกรรม Rotate

กิจกรรม Rotate นั้นระบบจะดึงค่ามุมที่จะให้มอเตอร์ทำการหมุนจากฐานข้อมูล และส่งคำสั่งให้มอเตอร์หมุน ผ่านยูสเคส Send and Receive Data มอเตอร์ทั้งสองข้างจะทำการหมุนตามคำสั่งในทิศทางตรงกันข้าม จากนั้นระบบจะทำการร้องขอค่ามุม ปัจจุบันของหุ่นยนต์จากคอมพาสเซนเซอร์ คอมพาสเซนเซอร์จะทำการตรวจจับและส่งกลับไปยังระบบ เมื่อระบบได้รับข้อมูลแล้วจะทำการเปรียบเทียบระหว่างค่ามุม ปัจจุบันของหุ่นยนต์กับค่ามุมที่ได้จากฐานข้อมูลว่าตรงกันหรือไม่ หากมีค่าตรงกันมอเตอร์จะหยุดหมุน แต่หากไม่ตรงกันจะสั่งให้มอเตอร์หมุนอีกครั้ง เพื่อให้มีค่ามุมที่ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.11 Get Distance

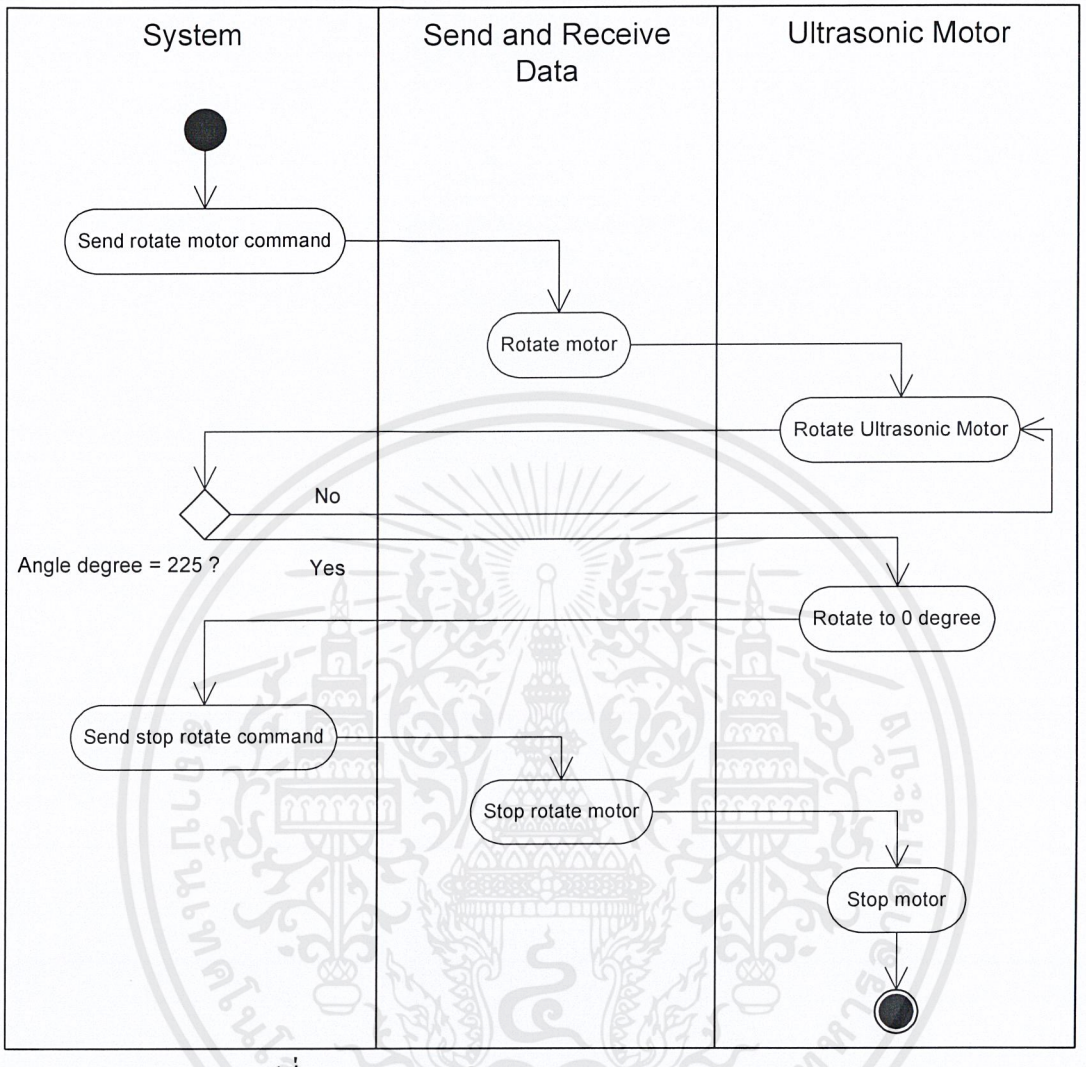


รูปที่ 3.12 แผนภาพกิจกรรม Get Distance

กิจกรรม Get Distance จะทำงานเมื่อระบบส่งคำสั่งร้องขอค่าระยะห่างสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์ไปยังอัลตราโซนิกเซนเซอร์ผ่านยูสเคส Send and Receive Data โดยอัลตราโซนิกเซนเซอร์ทำการวัดและส่งค่าระยะห่างนั้นผ่านยูสเคส Send and Receive Data กลับไปยังระบบ เมื่อระบบได้รับข้อมูลแล้วจะทำการบันทึกลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.12 Rotate Ultrasonic Sensor



รูปที่ 3.13 แผนภาพกิจกรรม Rotate Ultrasonic Sensor

กิจกรรม Rotate Ultrasonic Sensor จะทำงานโดยระบบจะส่งคำสั่งให้มอเตอร์ทำการหมุนผ่านยูสเคส Send and Receive Data มอเตอร์จะทำการหมุนตามคำสั่งที่ได้รับ แล้วจะตรวจสอบว่าหมุนไปยังทิศ 225 องศาแล้วหรือยัง หากยังไม่ครบจะกลับไปทำการหมุนใหม่ เมื่อหมุนแล้วจะหมุนกลับไปยังทิศ 0 องศา จากนั้นระบบจะส่งคำสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน มอเตอร์จะหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 พจนานุกรมฐานข้อมูล (Data Dictionary)

- ชื่อตาราง framemap

ฐานข้อมูล framemap จะเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ได้จากการสำรวจของหุ่นยนต์

ตารางที่ 3.13 แสดงพจนานุกรมของตาราง framemap

อ็อบเจคต์	ชนิดข้อมูล	รายละเอียด
far	num	ระยะห่างด้านหน้าหุ่นยนต์ที่วัดได้
nowX	num	ตำแหน่ง x ปัจจุบัน
nowY	num	ตำแหน่ง y ปัจจุบัน
direction	num	ค่ามุมองศาที่หุ่นยนต์หันหน้า
frame	num	หมายเลขเฟรม

- ชื่อตาราง nowpos

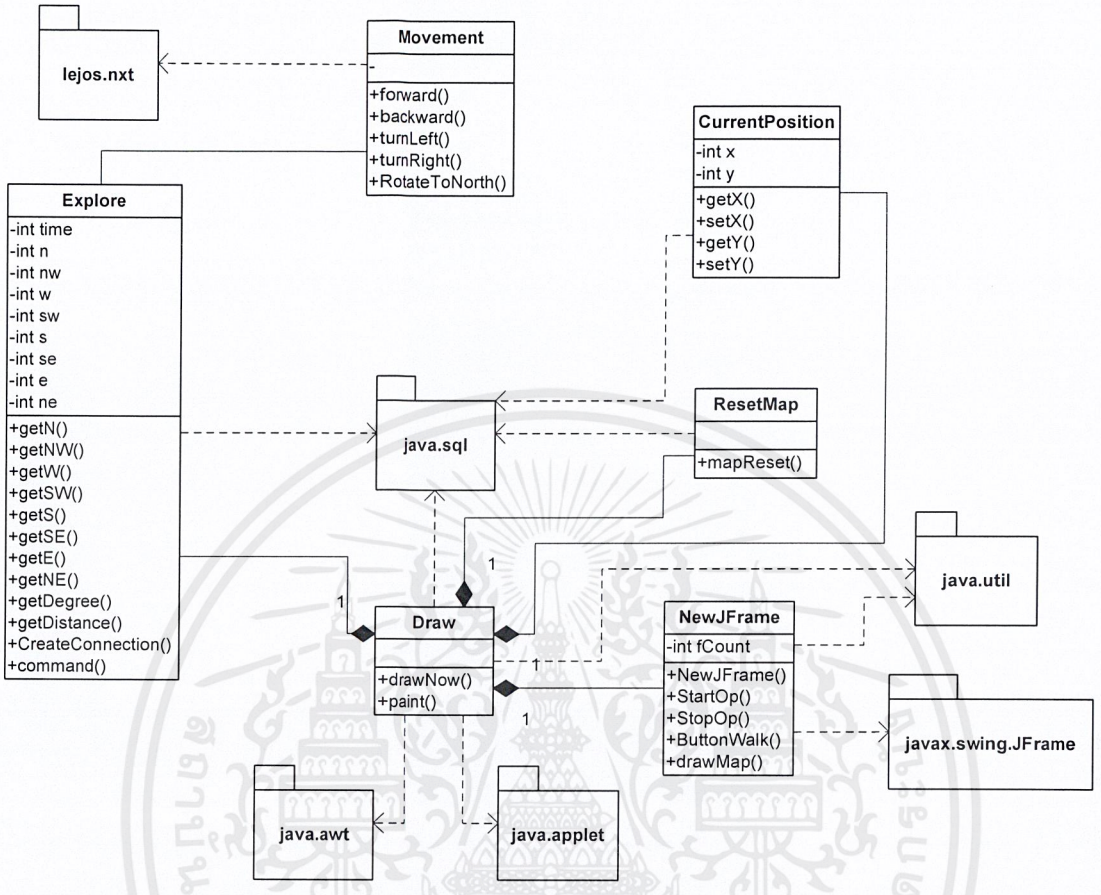
ฐานข้อมูล nowpos จะเก็บตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ที่ได้จากการการวัดทิศทางและค่ามุมของคอมพาสเซนเซอร์

ตารางที่ 3.14 แสดงพจนานุกรมของตาราง nowpos

อ็อบเจคต์	ชนิดข้อมูล	รายละเอียด
x	num	ตำแหน่ง x ปัจจุบัน
y	num	ตำแหน่ง y ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 แผนภาพคลาส (Class Diagram)



รูปที่ 3.14 แผนภาพคลาส

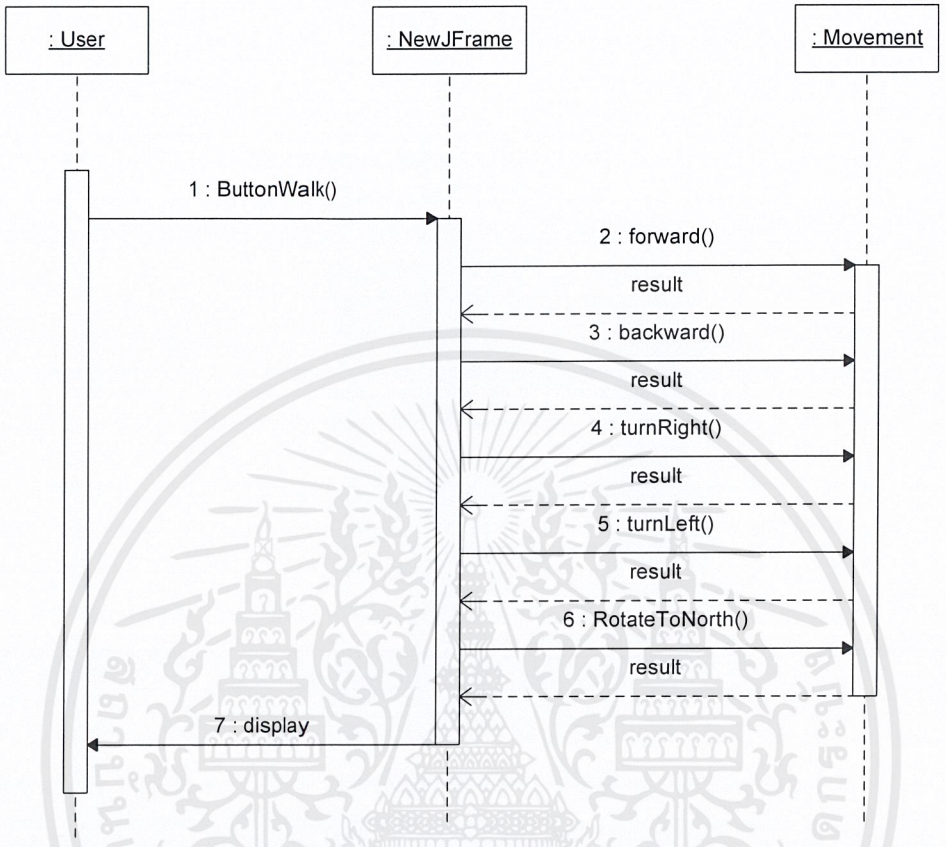
จากรูปที่ 3.14 คือคลาสของระบบที่สามารถแบ่งออกเป็นคลาสหลักได้ทั้งหมด 6 คลาส ดังนี้

1. คลาสการสำรวจ (Explore) เป็นคลาสที่ใช้ในการสำรวจสภาพแวดล้อมรอบทิศทาง
2. คลาสการขับเคลื่อน (Movement) เป็นคลาสที่ใช้ทำการขับเคลื่อนหุ่นยนต์
3. คลาสการวาด (Draw) เป็นคลาสที่ใช้ในการวาดแผนที่
4. คลาสตำแหน่งปัจจุบัน (Current Position) เป็นคลาสที่ใช้รับค่าตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์
5. คลาสล้างแผนที่ (Reset Map) เป็นคลาสที่ใช้ทำการล้างแผนที่ที่ถูกวาดไว้
6. คลาสสร้างแผนที่ (NewJFrame) เป็นคลาสที่ใช้สร้างแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 แผนภาพลำดับการทำงาน (Sequence Diagram)

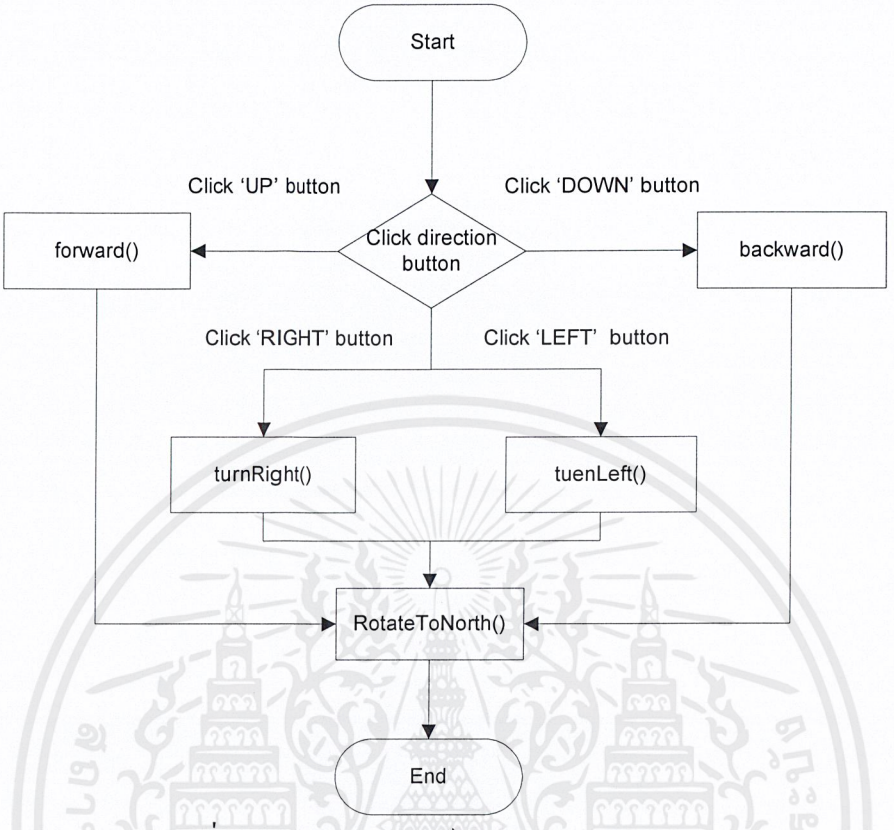
3.3.5.1 Move



รูปที่ 3.15 แผนภาพลำดับการทำงาน Move

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1.1 โฟลวชาร์ทการทำงานของ Move

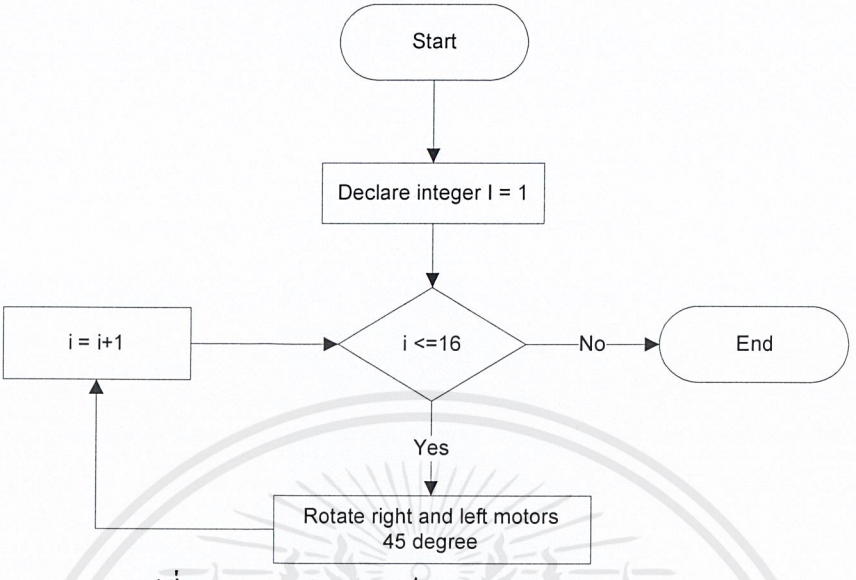


รูปที่ 3.16 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ Move

ผู้ใช้เลือกกดปุ่มใดๆ บนหน้าจอแอปพลิเคชั่น หากกดปุ่ม 'UP' จะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ ถ้ากดปุ่ม 'RIGHT' จะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก กดปุ่ม 'LEFT' บังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก และหากกดปุ่ม 'DOWN' จะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ เมื่อทำการเคลื่อนที่ตามคำสั่งของปุ่มนั้นเสร็จแล้ว ระบบจะสั่งให้หุ่นยนต์หมุนกลับมายังทิศเหนือ เพื่อรอการสำรวจครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1.2 โฟลวชาร์ทการทำงานของ forward()

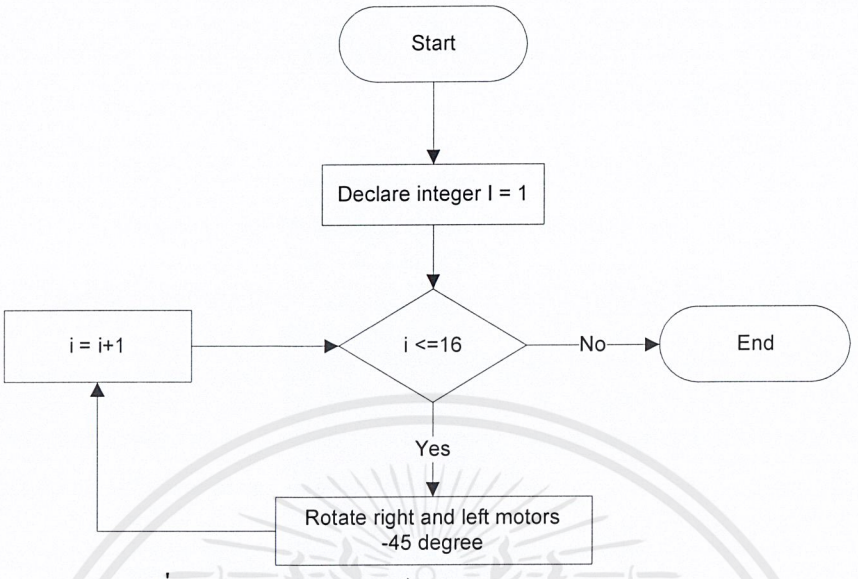


รูปที่ 3.17 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ forward()

กำหนดตัวแปร i มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1 จากนั้นทำการตรวจสอบว่าค่า i น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 หรือไม่ หากน้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 จะให้ทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้ายและขวา 45 องศา แล้วบวกค่า i เพิ่มขึ้น 1 ทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่า i เท่ากับ 16 จึงจะหยุดการเดินไปทางทิศเหนือของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1.3 โฟลวชาร์ทการทำงานของ backward()

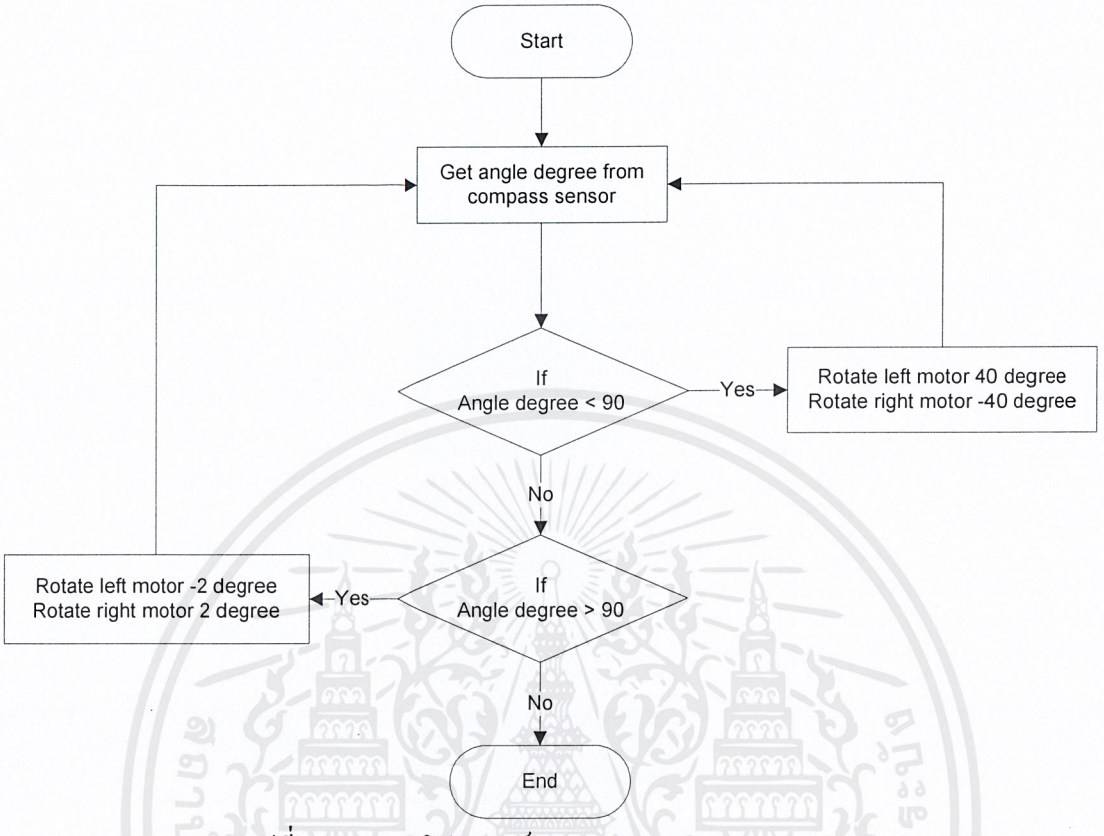


รูปที่ 3.18 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ backward()

กำหนดตัวแปร i มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1 จากนั้นทำการตรวจสอบว่าค่า i น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 หรือไม่ หากน้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 จะให้ทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้ายและขวา -45 องศา แล้วบวกค่า i เพิ่ม 1 ทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่า i เท่ากับ 16 จึงจะหยุดการเดินไปทางทิศใต้ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1.4 โฟลวชาร์ทการทำงานของ turnRight()

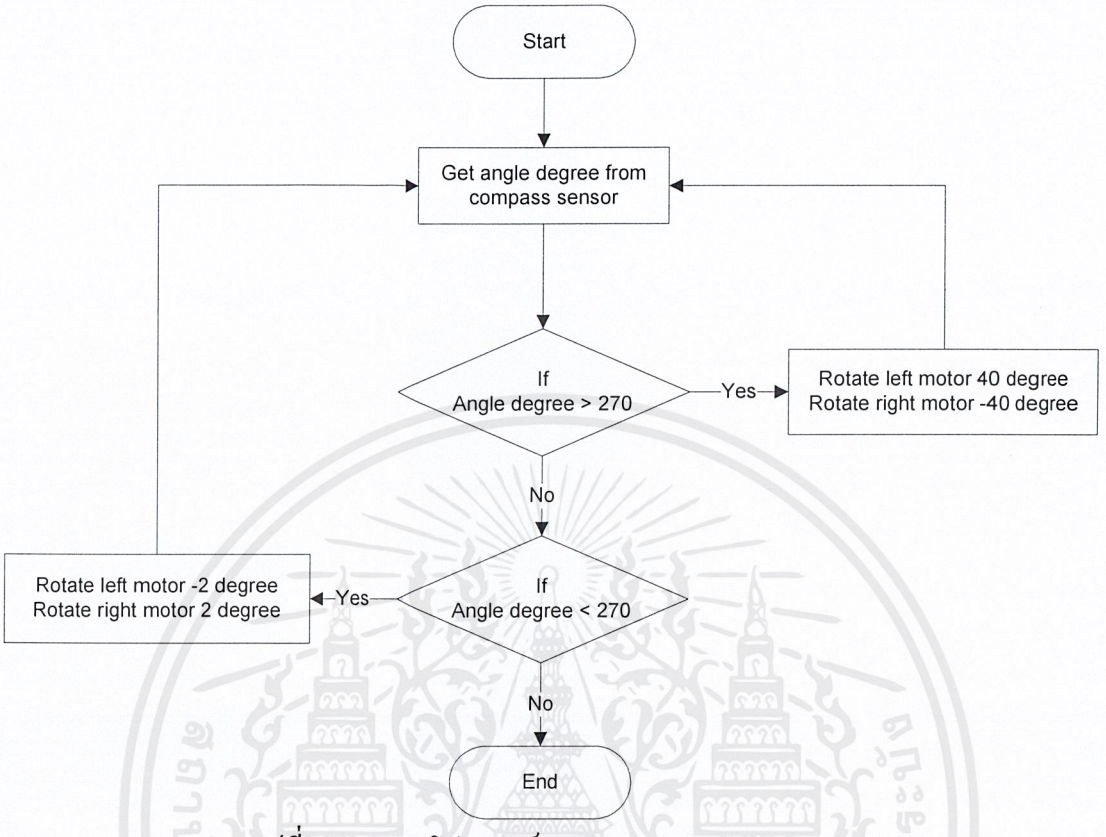


รูปที่ 3.19 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ turnRight()

ทำการรับค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์แล้วตรวจสอบว่าค่าองศาที่ได้มีค่าน้อยกว่า 90 องศาหรือไม่ หากมีค่าน้อยกว่า 90 องศาจะทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้าย 40 องศาและหมุนมอเตอร์ทางขวา -40 องศา เมื่อทำการหมุนเสร็จแล้วจะตรวจสอบค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์อีกครั้งว่าค่าองศามีค่าน้อยกว่า 90 องศาหรือไม่ จะทำงานไปจนกว่าค่าองศามีค่ามากกว่า 90 องศา เมื่อมีค่ามากกว่า 90 องศาจะทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้าย -2 องศาและหมุนมอเตอร์ทางขวา 2 องศา เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จากนั้นจะทำการตรวจสอบค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์อีกครั้ง จะทำงานไปจนกว่าค่าองศามีค่าเท่ากับ 90 องศาจึงจะให้สิ้นสุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1.5 โฟลวชาร์ทการทำงานของ turnLeft()

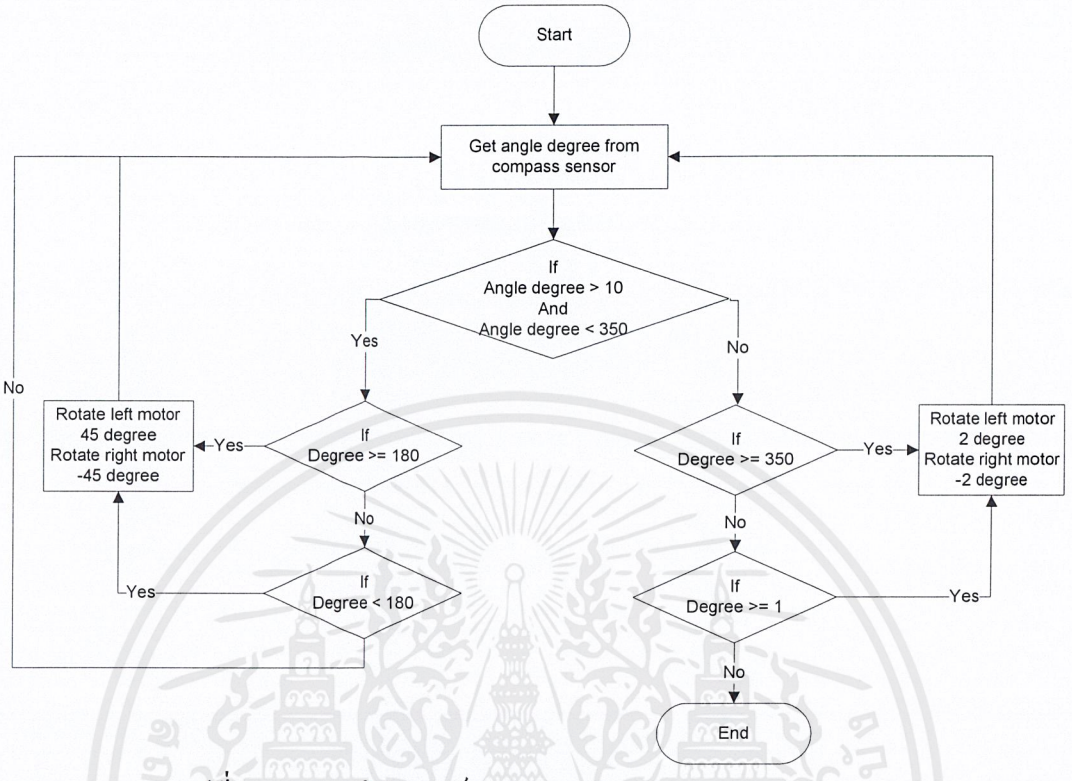


รูปที่ 3.20 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ turnLeft()

ทำการรับค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์แล้วตรวจสอบว่าค่าองศาที่ได้มีค่ามากกว่า 270 องศาหรือไม่ หากมีค่ามากกว่า 270 องศาจะทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้าย 40 องศาและหมุนมอเตอร์ทางขวา -40 องศา เมื่อทำการหมุนเสร็จแล้วจะตรวจสอบค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์อีกครั้งว่าค่าองศามีค่ามากกว่า 270 องศาหรือไม่ จะทำงานไปจนกว่าค่าองศามีค่าน้อยกว่า 270 องศาจึงจะทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้าย -2 องศาและหมุนมอเตอร์ทางขวา 2 องศา เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จากนั้นจะทำการตรวจสอบค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์อีกครั้งและทำงานไปจนกว่าค่าองศามีค่าเท่ากับ 270 องศาจึงจะให้สิ้นสุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1.6 โฟลวชาร์ทการทำงานของ RotateToNorth()

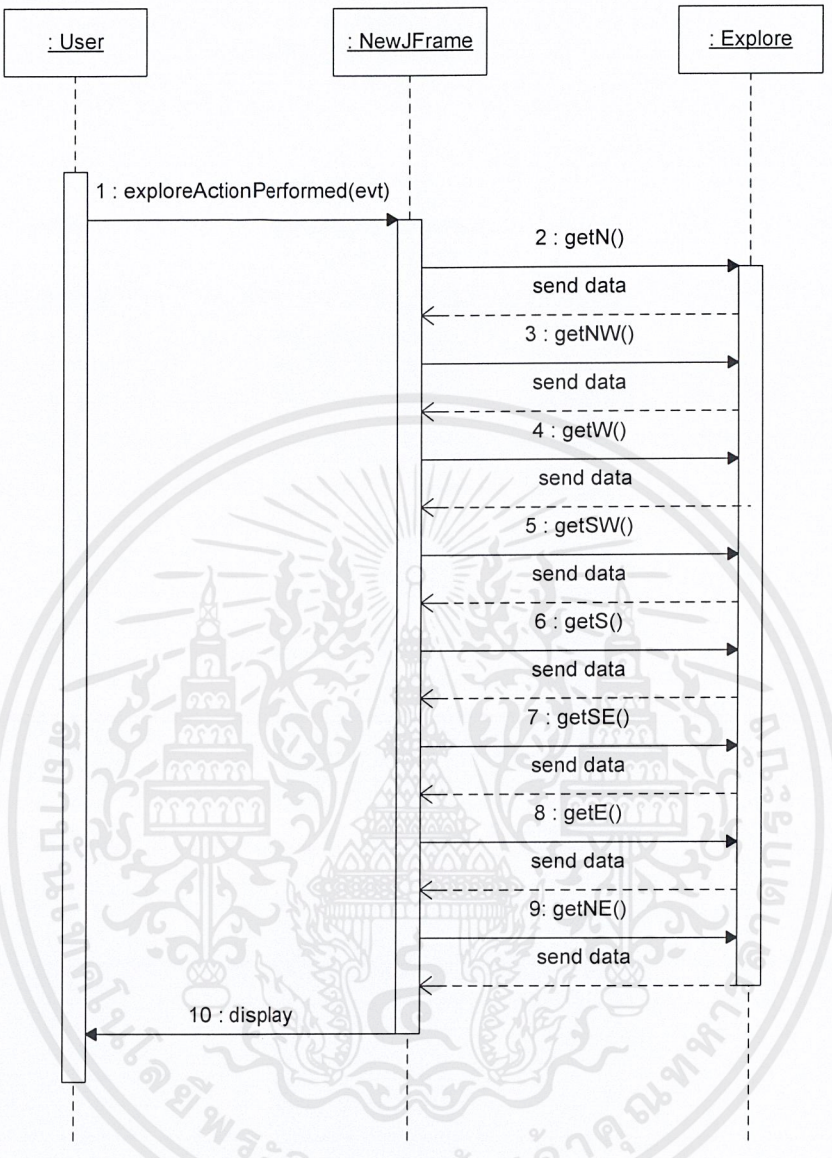


รูปที่ 3.21 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ RotateToNorth()

เริ่มการทำงานโดยการรับค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์ ทำการตรวจสอบว่าค่าองศามีค่าอยู่ในช่วงมากกว่า 10 องศาและน้อยกว่า 350 องศาหรือไม่ หากตรงตามเงื่อนไขจะทำการตรวจสอบว่าค่าองศามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 180 องศาหรือไม่ หากตรงตามเงื่อนไขจะทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้าย 45 องศาและหมุนมอเตอร์ทางขวา -45 องศา จากนั้นรับค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์ จะทำงานซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเข้ากรณีตรวจสอบว่าค่าองศาน้อยกว่า 180 องศาหรือไม่ จากนั้นทำการตรวจสอบว่าค่าองศาที่ได้มีค่าอยู่ในช่วงมากกว่า 10 องศาและน้อยกว่า 350 องศาหรือไม่อีกครั้ง หากไม่ตรงตามเงื่อนไขจะทำการตรวจสอบว่าค่าองศามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 350 องศาหรือไม่ ถ้าตรงตามเงื่อนไขจะทำการหมุนมอเตอร์ทางซ้าย 2 องศาและหมุนมอเตอร์ทางขวา -2 องศา จากนั้นจะรับค่าองศาจากคอมพาสเซนเซอร์ โดยจะทำงานซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่ตรงตามเงื่อนไขเข้ากรณีค่าองศามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 องศา จึงจะสิ้นสุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

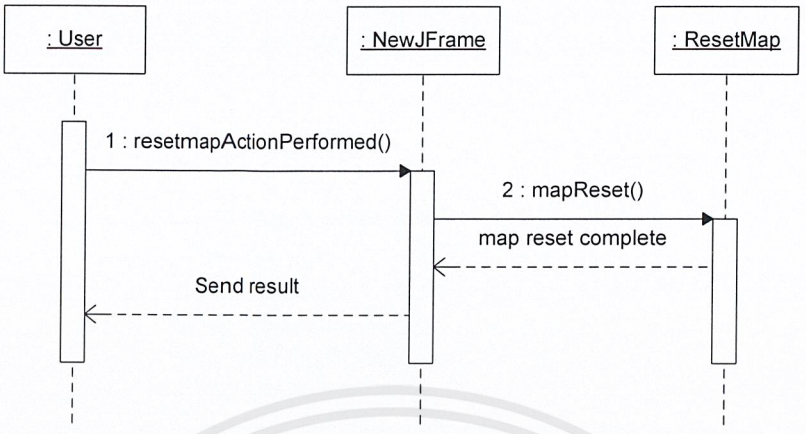
3.3.5.2 Scan



รูปที่ 3.22 แผนภาพลำดับการทำงาน Scan

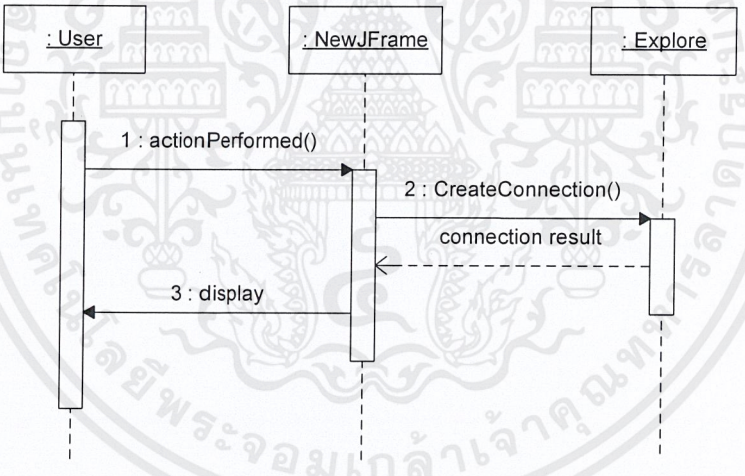
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.3 Reset Map



รูปที่ 3.23 แผนภาพลำดับการทำงาน Reset Map

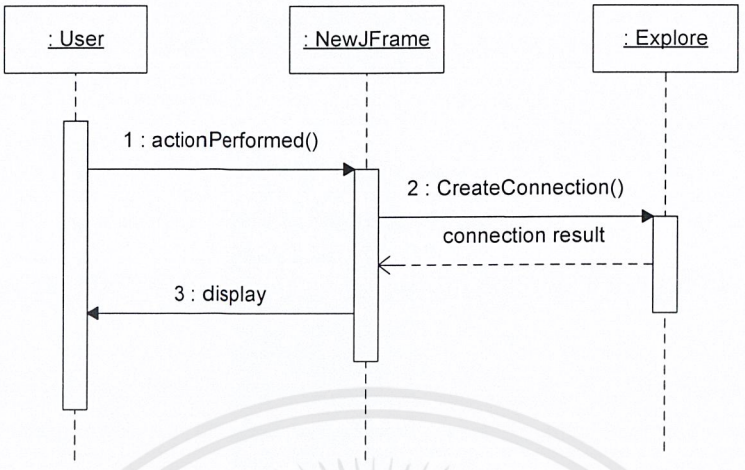
3.3.5.4 Connect



รูปที่ 3.24 แผนภาพลำดับการทำงาน Connect

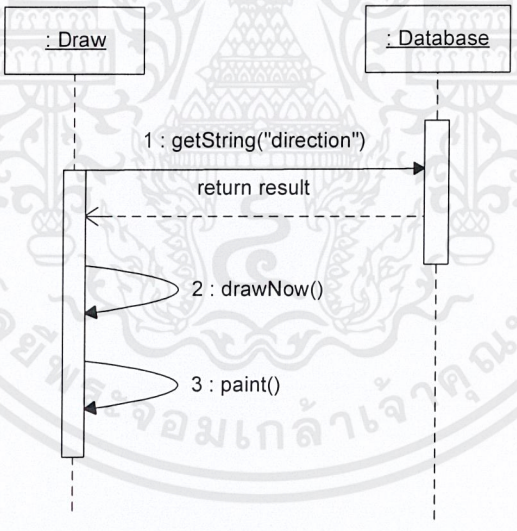
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.5 Send and Receive Data



รูปที่ 3.25 แผนภาพลำดับการทำงาน Send and Receive Data

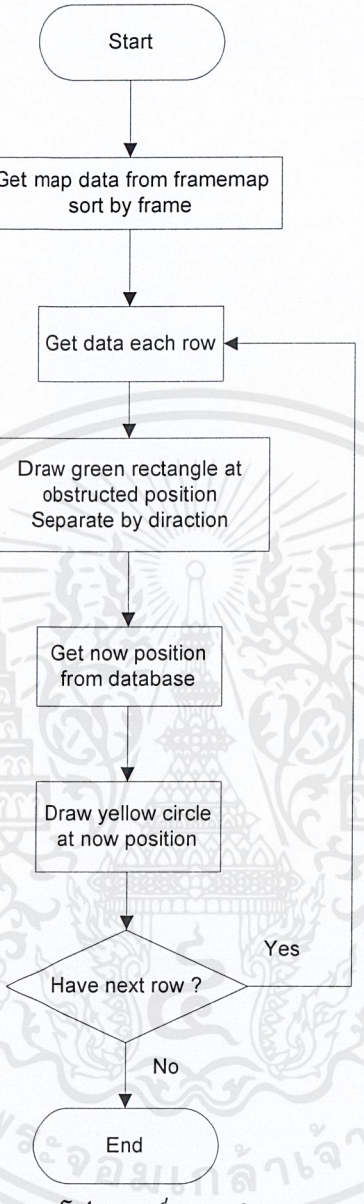
3.3.5.6 Draw Map



รูปที่ 3.26 แผนภาพลำดับการทำงาน Draw Map

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.6.1 โฟลวชาร์ทการทำงานของ Draw Map

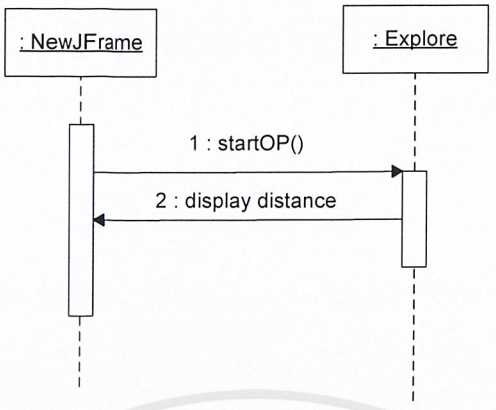


รูปที่ 3.27 แสดงโฟลวชาร์ทการทำงานของ Draw Map

เริ่มการทำงานจากการดึงข้อมูลแผนที่ที่เก็บลงในเฟรมข้อมูลเรียงตามลำดับหมายเลขเฟรม จากนั้นทำการดึงข้อมูลในแต่ละแถวมาทำการวาดลงบนแผนที่ กำหนดให้สี่เหลี่ยมสีเขียวแทนตำแหน่งของสิ่งกีดขวางโดยการวาดนั้นจะแบ่งตามทิศทาง จากนั้นจะทำการดึงข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันจากฐานข้อมูล แล้วทำการวาดวงกลมสีเหลืองแทนตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ เสร็จแล้วจะทำการตรวจสอบว่ายังมีข้อมูลแถวต่อไปหรือไม่ หากมีก็จะทำการดึงข้อมูลมาวาดสิ่งกีดขวางอีกครั้ง แต่หากไม่มีแถวต่อไปแล้ว จะสิ้นสุดการทำงาน

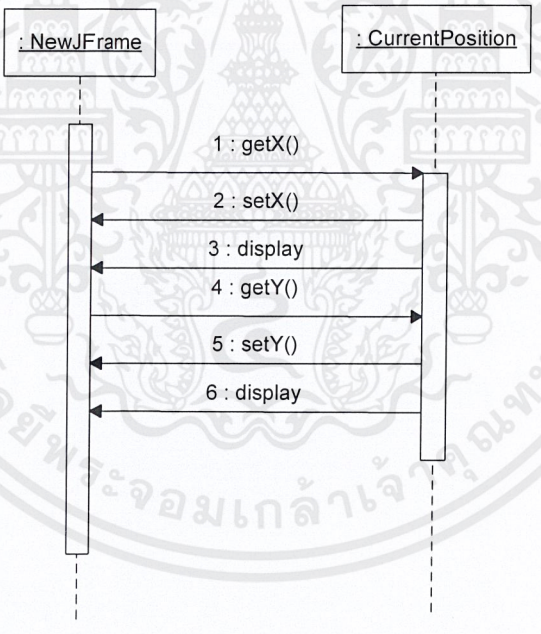
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.7 Show Distance



รูปที่ 3.28 แผนภาพลำดับการทำงาน Show Distance

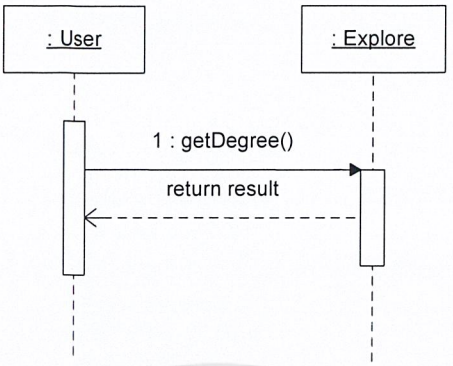
3.3.5.8 Show Position



รูปที่ 3.29 แผนภาพลำดับการทำงาน Show Position

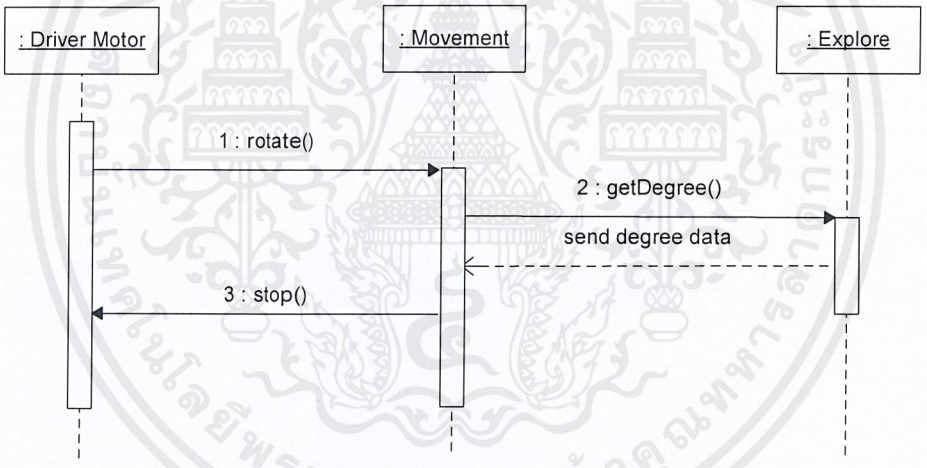
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5.9 Get Degree



รูปที่ 3.30 แผนภาพลำดับการทำงาน Get Degree

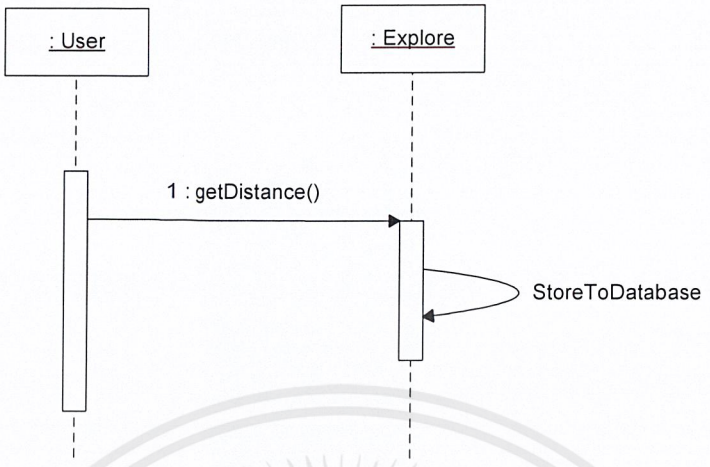
3.5.5.10 Rotate



รูปที่ 3.31 แผนภาพลำดับการทำงาน Rotate

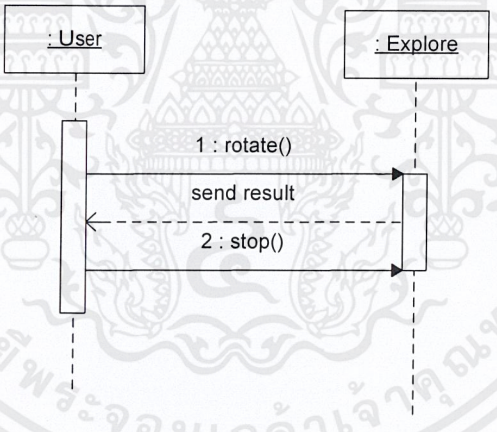
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.11 Get Distance



รูปที่ 3.32 แผนภาพลำดับการทำงาน Get Distance

3.3.5.12 Rotate Ultrasonic Motor

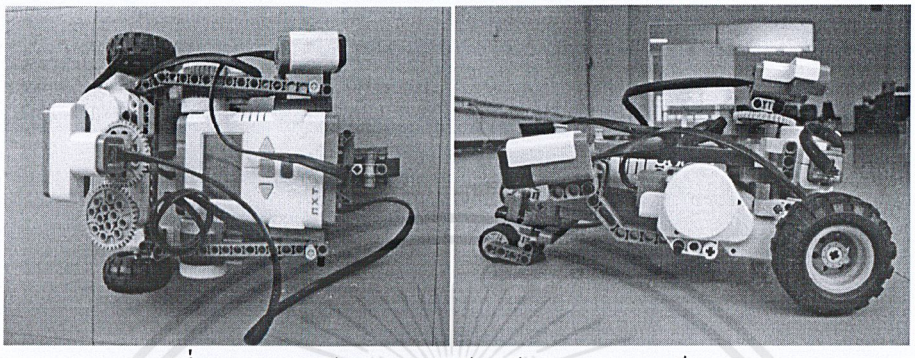


รูปที่ 3.33 แผนภาพลำดับการทำงาน Rotate Ultrasonic Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ

การออกแบบฮาร์ดแวร์ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ประกอบด้วย อัลตราโซนิกเซนเซอร์ และชุดทดลองระบบฝังตัวเลโก้มายสตรอม รุ่นเอนเอ็กซ์ที แสดงดังรูปที่ 3.34



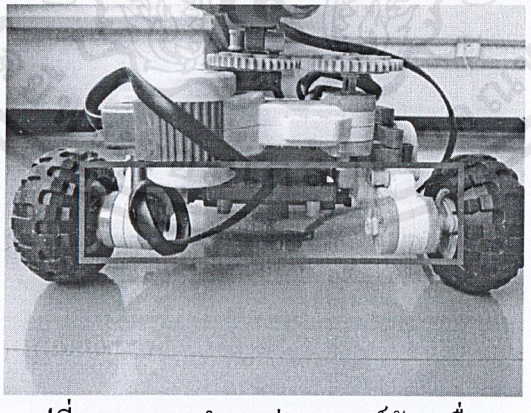
รูปที่ 3.34 แสดงด้านบนและด้านข้างของหุ่นยนต์สำรวจ

3.4.1 การขับเคลื่อนหุ่นยนต์

การออกแบบการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการทำงาน โดยมีเซอร์โวมอเตอร์ทั้งหมด 3 ตัว

3.4.1.1 มอเตอร์ขับเคลื่อน

ประกอบเข้ากับล้อหน้าทั้งสองข้างของหุ่นยนต์โดยหุ่นยนต์จะใช้ล้อหน้าในการขับเคลื่อนจึงต้องประกอบล้อหน้าเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ให้ขนานกันทั้งสองด้าน ดังรูปที่ 3.35

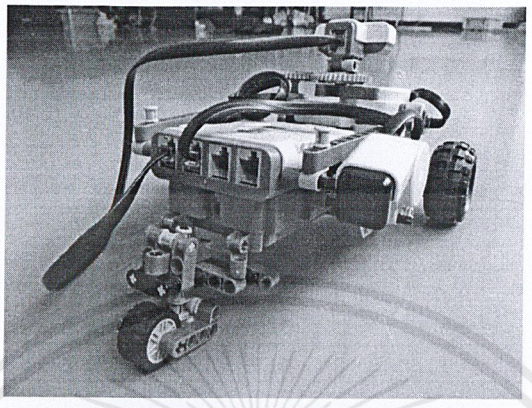


รูปที่ 3.35 แสดงตำแหน่งมอเตอร์ขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 คอมพาสเซนเซอร์

ทำหน้าที่บอกทิศทางและค่ามุมของหุ่นยนต์ โดยทำการติดตั้งไว้ด้านหลังขวามือของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 3.36

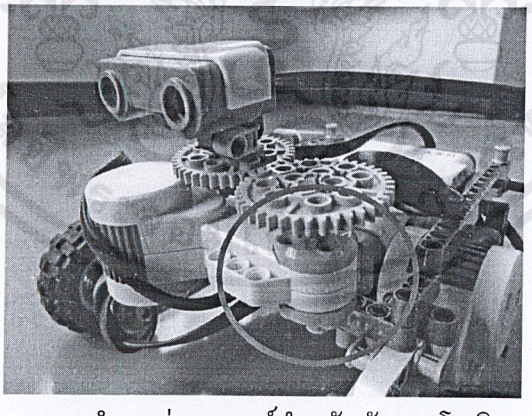


รูปที่ 3.36 แสดงตำแหน่งคอมพาสเซนเซอร์ของหุ่นยนต์สำรวจ

3.4.2 การสำรวจสภาพแวดล้อม

3.4.2.1 มอเตอร์ขับเคลื่อนอัลตราโซนิกเซนเซอร์

ประกอบเข้ากับหุ่นยนต์เพื่อใช้หมุนฟันเฟืองที่ต่อเข้ากับอัลตราโซนิกเซนเซอร์ เพื่อให้อัลตราโซนิกเซนเซอร์สามารถหมุนเก็บค่าได้ 360 องศารอบทิศทางของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 3.37

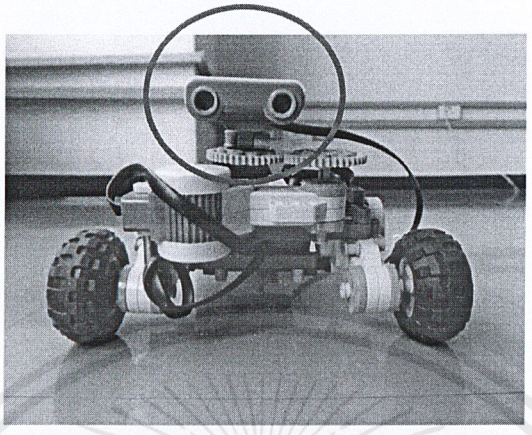


รูปที่ 3.37 แสดงตำแหน่งมอเตอร์สำหรับอัลตราโซนิกเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 อัลตราโซนิกเซนเซอร์

ใช้ในการวัดค่าระยะห่างวัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์ ซึ่งทำการติดตั้งไว้ด้านหน้าและอยู่ส่วนบนสุดของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 แสดงตำแหน่งอัลตราโซนิกเซนเซอร์ของหุ่นยนต์สำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองการทำงานของระบบ

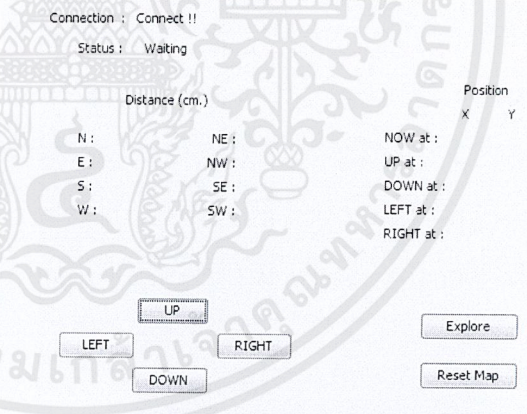
จากการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบในบทที่ 3 ทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ ในบทนี้จะเป็นการทดลองการทำงานของหุ่นยนต์ในส่วนต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยได้ทำการทดลอง ณ ห้อง 511 อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นพื้นที่โล่ง ไม่ลื่น ไม่ขรุขระและไม่มีสิ่งกีดขวาง มีขนาด 2 x 2 เมตร ซึ่งสามารถแยกย่อยการทดลองและสรุปผลการทดลองแต่ละการทดลองได้ดังนี้

4.1 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง

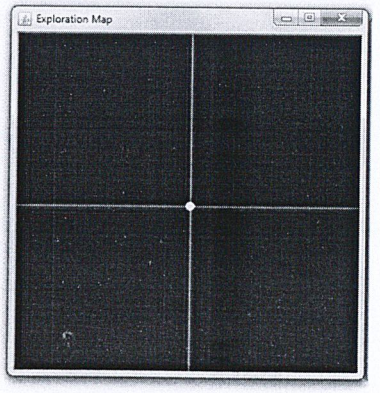
วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

สมมติฐาน หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามคำสั่งที่ได้รับได้

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. ทำการเปิดโปรแกรม	

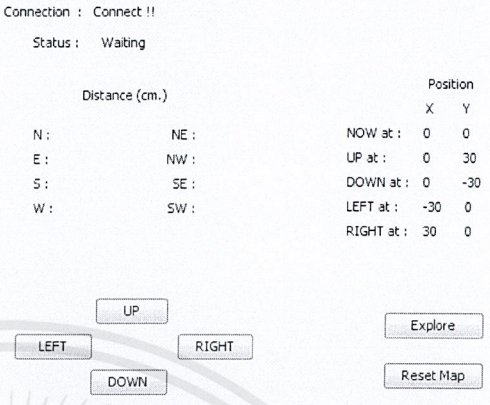
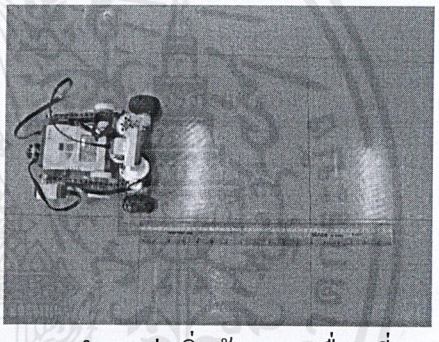
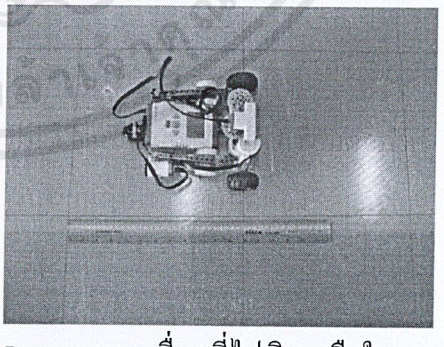
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอโปรแกรม



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอแสดงแผนที่

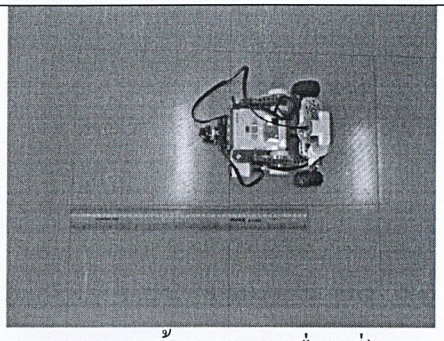
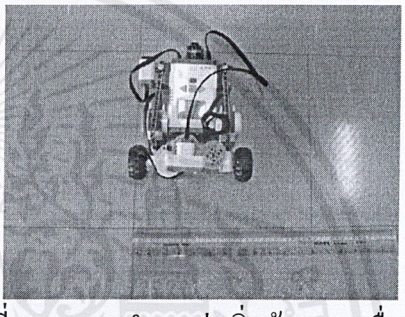
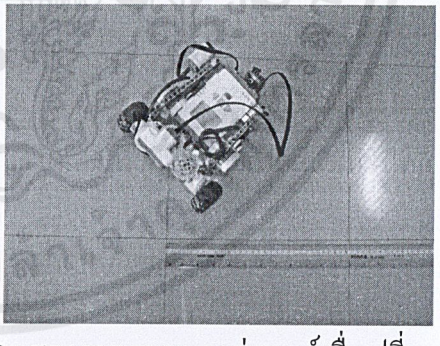
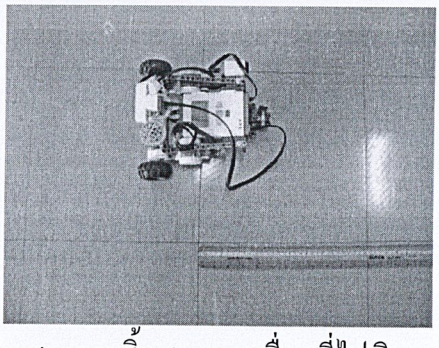
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
2. กดปุ่ม “Explore” เพื่อสร้างการเชื่อมต่อจากคอมพิวเตอร์ไปยังหุ่นยนต์	โปรแกรมสามารถทำการเชื่อมต่อได้สำเร็จดังรูปที่ 4.3  **รูปที่ 4.3** แสดงสถานะการเชื่อมต่อสำเร็จ
3. กดปุ่ม “UP” เพื่อบังคับให้หุ่นยนต์เดินไปทางทิศเหนือ	ทำการวางหุ่นยนต์บนสนามทดลอง  **รูปที่ 4.4** แสดงตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่ มอเตอร์ขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ทำการหมุนเพื่อเปลี่ยนทิศทาง  **รูปที่ 4.5** แสดงการเคลื่อนที่ไปทิศเหนือในเวลาต่อมา

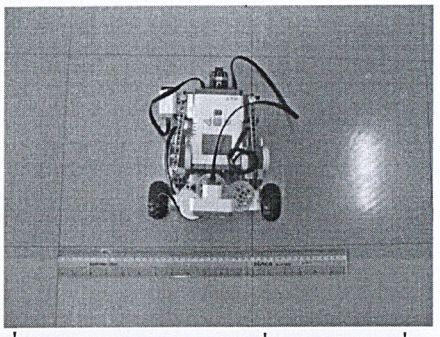
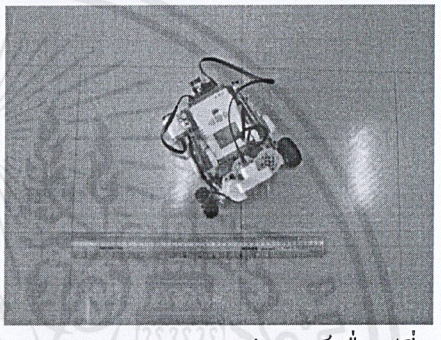
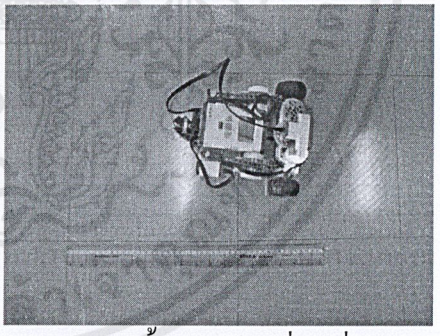
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
	 **รูปที่ 4.6** แสดงการสิ้นสุดการเคลื่อนที่ไปทิศเหนือ
4. กดปุ่ม “RIGHT” เพื่อบังคับให้หุ่นยนต์เดินไปทางทิศตะวันออก	 **รูปที่ 4.7** แสดงตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่มอเตอร์ขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ทำการหมุนเพื่อเปลี่ยนทิศทาง  **รูปที่ 4.8** แสดงการหมุนของหุ่นยนต์เพื่อเปลี่ยนทิศทาง  **รูปที่ 4.9** แสดงการสิ้นสุดการเคลื่อนที่ไปทิศตะวันออก

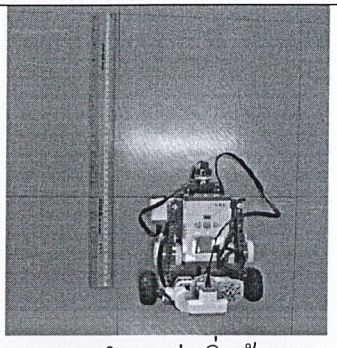
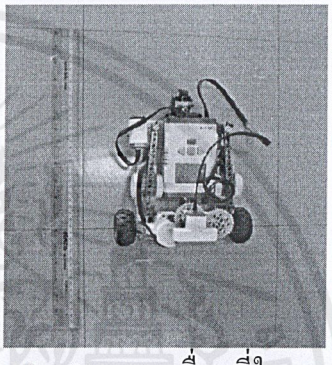
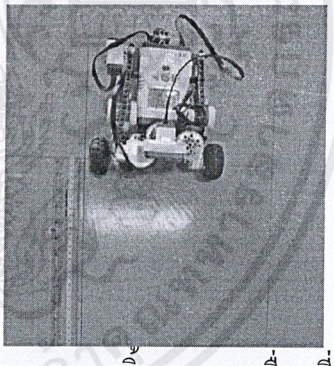
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
5. กดปุ่ม “LEFT” เพื่อบังคับให้หุ่นยนต์เดินไปทางทิศตะวันตก	 **รูปที่ 4.10** แสดงตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่  **รูปที่ 4.11** แสดงการหมุนของหุ่นยนต์เพื่อเปลี่ยนทิศทาง  **รูปที่ 4.12** แสดงการสิ้นสุดการเคลื่อนที่ไปทิศตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) แสดงการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในสนามทดลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
6. กดปุ่ม “DOWN” เพื่อบังคับให้หุ่นยนต์เดินไปทางทิศใต้	 **รูปที่ 4.13** แสดงตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่  **รูปที่ 4.14** แสดงการเคลื่อนที่ในเวลาต่อมา  **รูปที่ 4.15** แสดงการสิ้นสุดการเคลื่อนที่ไปทิศใต้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ตามคำสั่งที่ได้รับ แต่มีปัญหาในเรื่องของความเที่ยงตรง เพราะเมื่อหุ่นยนต์ทำการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องจะส่งผลให้ล้อหลังของหุ่นยนต์ไม่ตรงตามแนวระนาบหรือแนวดิ่งของหุ่นยนต์ คือมีการบิดหรือเอียงอันเนื่องมาจากการเลี้ยวและเคลื่อนที่ ส่งผลให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนสะสม อาจทำให้หุ่นยนต์เดินไม่ตรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ โดยอาศัยการทำงานจากคอมพาสเซนเซอร์

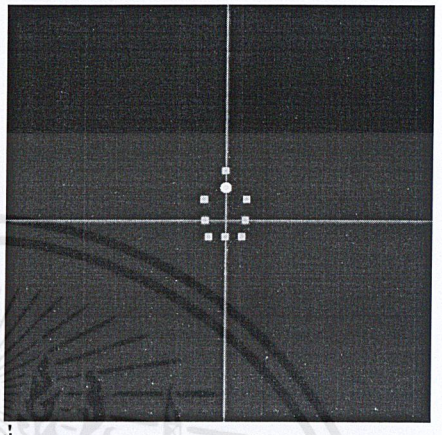
สมมติฐาน ระบบสามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันได้ตรงกับสภาพแวดล้อมจริงในสนามทดลอง

ตารางที่ 4.2 แสดงการทดลองการระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. บังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ	**รูปที่ 4.16** แสดงการเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ
2. ระบบทำการดึงข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันจากฐานข้อมูล	
3. ระบบทำการประมวลผลข้อมูล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงการทดลองการระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์

4. ระบบทำการแสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์บนหน้าจอโปรแกรม	โปรแกรมทำการแสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ โดยเส้นสีเขียวคือระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์ จุดสีเหลืองคือตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 4.17  **รูปที่ 4.17** แสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ระบบสามารถทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลและแสดงตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ได้อย่างถูกต้องตามสภาพแวดล้อมของสนามทดลอง

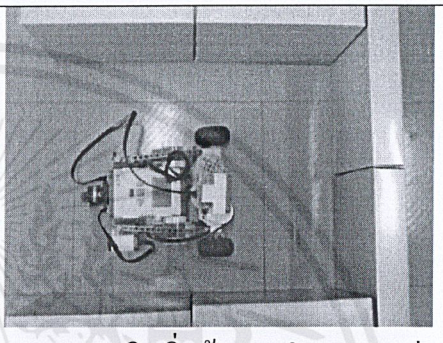
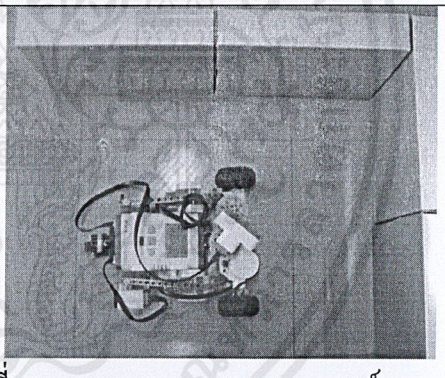
4.3 การทดลองการหมุนของมอเตอร์อัลตราโซนิกและการวัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการวัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางหน้าหุ่นยนต์โดยอาศัยการทำงานของอัลตราโซนิกเซนเซอร์

สมมติฐาน อัลตราโซนิกเซนเซอร์สามารถวัดค่าระยะห่างและส่งกลับไปยังโปรแกรมได้

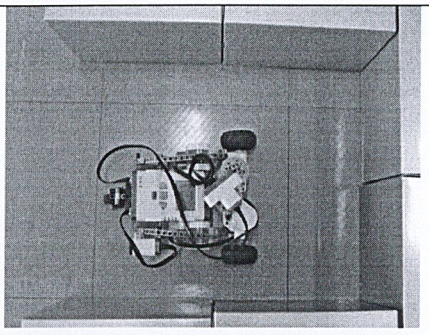
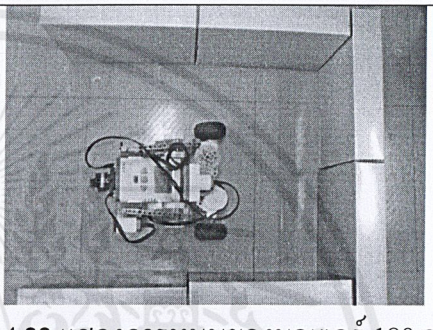
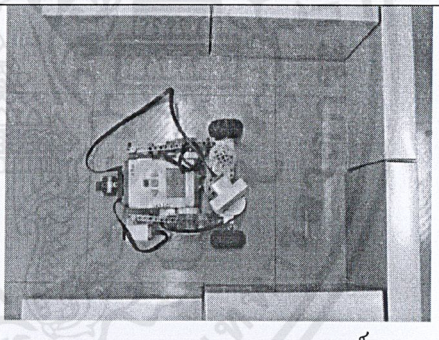
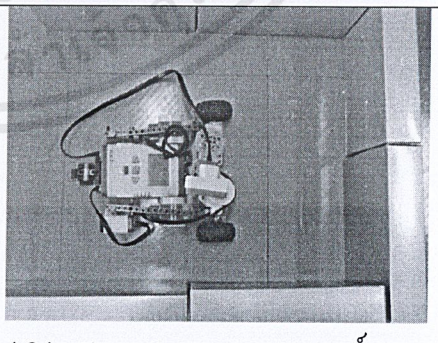
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการทดลองการหมุนของมอเตอร์อัลตราโซนิกและการวัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. กดปุ่ม “Explore” บนโปรแกรมเพื่อสร้างการเชื่อมต่อจากคอมพิวเตอร์ไปยังหุ่นยนต์	
2. กดปุ่มบังคับทิศทางใดๆ เพื่อเริ่มการสำรวจ	
3. อัลตราโซนิกเซนเซอร์วัดค่าระยะห่างในทิศเหนือ (0 องศา)	 **รูปที่ 4.18** แสดงทิศเริ่มต้นการสำรวจของหุ่นยนต์
4. มอเตอร์ทำการหมุนไปทางซ้ายเพื่อวัดค่าระยะห่างในทิศ 45 องศา	 **รูปที่ 4.19** แสดงการหมุนของมอเตอร์ 45 องศา
5. มอเตอร์ทำการหมุนไปทางซ้ายเพื่อวัดค่าระยะห่างในทิศ 90 องศา	**รูปที่ 4.20** แสดงการหมุนของมอเตอร์ 90 องศา

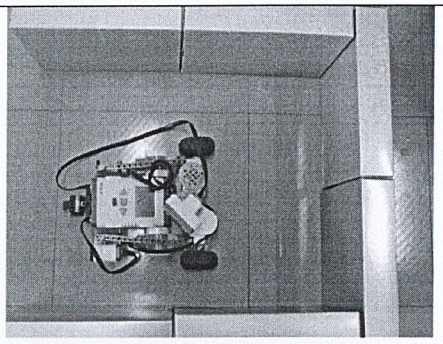
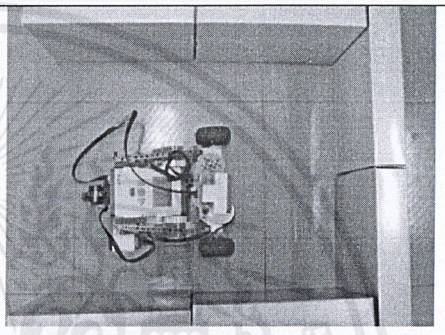
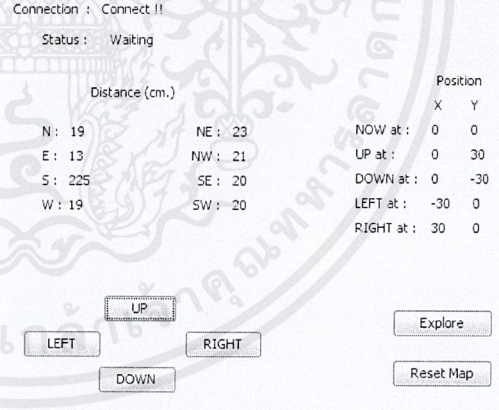
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงการทดลองการหมุนของมอเตอร์อัลตราโซนิกและการวัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์

6. มอเตอร์ทำการหมุนไปทางซ้ายเพื่อวัดค่าระยะห่างในทิศ 135 องศา	 **รูปที่ 4.21** แสดงการหมุนของมอเตอร์ 135 องศา
7. มอเตอร์ทำการหมุนไปทางซ้ายเพื่อวัดค่าระยะห่างในทิศ 180 องศา	 **รูปที่ 4.22** แสดงการหมุนของมอเตอร์ 180 องศา
8. มอเตอร์ทำการหมุนกลับในทิศตามเข็มนาฬิกาเพื่อวัดค่าระยะห่างในทิศ 315 องศา	 **รูปที่ 4.23** แสดงการหมุนของมอเตอร์ 315 องศา
9. มอเตอร์ทำการหมุนไปทางขวาเพื่อวัดค่าระยะห่างในทิศ 270 องศา	 **รูปที่ 4.24** แสดงการหมุนของมอเตอร์ 270 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงการทดลองการหมุนของมอเตอร์อัลตราโซนิกและการวัดค่าระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์

10.มอเตอร์ทำการหมุนไปทางขวาเพื่อวัดค่าระยะห่างในทิศ 225 องศา	 **รูปที่ 4.25** แสดงการหมุนของมอเตอร์ 225 องศา
11.มอเตอร์หมุนกลับไปยังทิศเหนือ	 **รูปที่ 4.26** แสดงการหมุนของมอเตอร์กลับไปยังทิศเหนือ (0 องศา)
12.ระบบแสดงค่าระยะห่างที่ได้ทั้ง 8 ทิศทาง	 **รูปที่ 4.27** แสดงการแสดงผลบนหน้าจอโปรแกรม

วิเคราะห์ผลการทดลอง

มอเตอร์อัลตราโซนิกสามารถทำการหมุนได้อย่างถูกต้องตามข้อมูลในฐานข้อมูล และอัลตราโซนิกเซนเซอร์สามารถทำการวัดและส่งค่าระยะห่างของวัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์กลับไปยังระบบได้ครบทั้ง 8 ทิศทาง

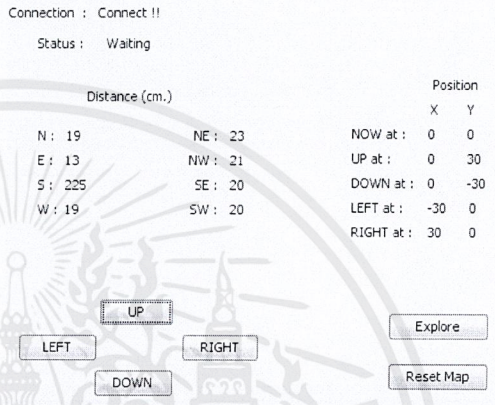
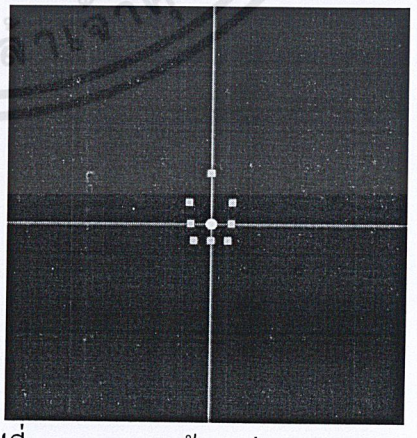
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการวาดแผนที่ของระบบ

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการวาดแผนที่ของระบบเมื่อมีสิ่งกีดขวางในสนามทดลอง

สมมติฐาน ระบบสามารถวาดแผนที่ได้ตรงกับสภาพแวดล้อมจริงในสนามทดลอง

ตารางที่ 4.4 แสดงการทดลองการวาดแผนที่ของระบบ

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. ระบบทำการดึงข้อมูลสภาพแวดล้อมจากฐานข้อมูล	โปรแกรมแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมทั้ง 8 ทิศทาง  **รูปที่ 4.28** แสดงหน้าจอส่วนแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อม
2. ระบบทำการประมวลผลข้อมูล	
3. ระบบทำการวาดแผนที่และแสดงบนหน้าจอโปรแกรม	โปรแกรมทำการแสดงแผนที่ที่ถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ โดยเส้นสีเขียวคือระยะห่างของสิ่งกีดขวางข้างหน้าหุ่นยนต์ จุดสีเหลืองคือตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์  **รูปที่ 4.29** แสดงหน้าจอส่วนแสดงแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

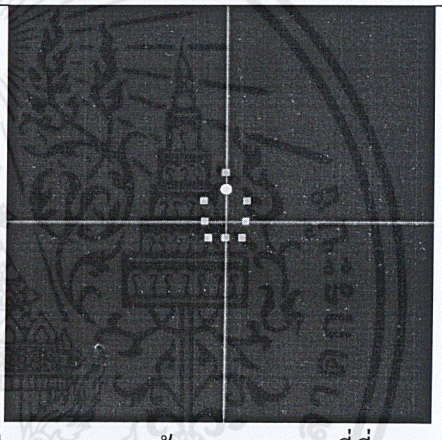
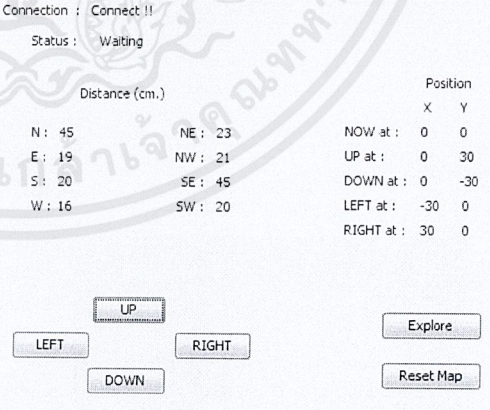
ระบบสามารถทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลและแสดงผลแผนที่ได้อย่างถูกต้องตามสภาพแวดล้อมของสนามทดลอง

4.5 การทดลองการล้างแผนที่

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการล้างแผนที่ที่ถูกวาดไว้

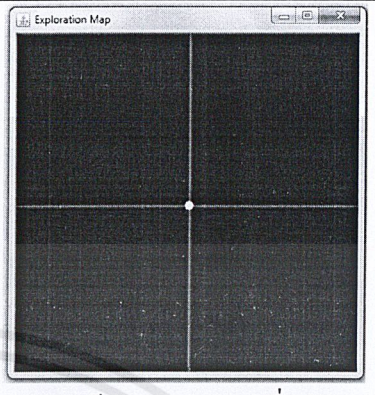
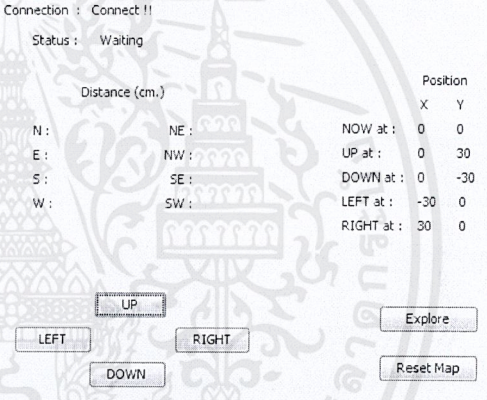
สมมติฐาน ระบบสามารถทำการล้างแผนที่ที่ถูกวาดไว้และสามารถแสดงแผนที่ค่าเริ่มต้นได้

ตารางที่ 4.5 แสดงการทดลองการล้างแผนที่

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. โปรแกรมแสดงแผนที่ที่ถูกวาดไว้และแสดงหน้าจอส่วนของการแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อม	 **รูปที่ 4.30** แสดงหน้าจอแสดงแผนที่ที่ถูกวาดไว้  **รูปที่ 4.31** แสดงหน้าจอที่แสดงข้อมูลสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) แสดงการทดลองการล้างแผนที่

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. กดปุ่ม “Reset” บนหน้าจอโปรแกรม	
2. ระบบทำการล้างแผนที่ที่ถูกวาดไว้	 **รูปที่ 4.32** แสดงหน้าจอแสดงแผนที่หลังจากทำการล้างแผนที่แล้ว  **รูปที่ 4.33** แสดงหน้าจอแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมหลังจากทำการล้างแผนที่แล้ว

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ระบบสามารถทำการล้างแผนที่ที่ถูกวาดไว้และสามารถแสดงแผนที่ค่าเริ่มต้นก่อนการสำรวจได้ นอกจากนี้ระบบจะทำการลบข้อมูลสภาพแวดล้อมในฐานข้อมูล ทำให้ส่วนของการแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมไม่สามารถดึงข้อมูลมาแสดงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทำงานของระบบ

จากการศึกษาวิธีการออกแบบและพัฒนาระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นการศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชั่นระบบฝังตัวนั้น ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบเชิงวัตถุในการพัฒนาระบบฝังตัว มีการวิเคราะห์และออกแบบแอปพลิเคชั่นของระบบและทำการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ระบบสามารถทำงานภายใต้สถานที่ทดลองได้ รวมไปถึงได้ทำการทดสอบ โดยสามารถสรุปผลได้ว่าการทำงานของระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่สามารถทำการรับและอ่านค่าข้อมูลสภาพแวดล้อมผ่านทางอัลตราโซนิกเซนเซอร์และคอมพาสเซนเซอร์ และนำข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ดังกล่าวมาประมวลผลเพื่อสร้างแผนที่จำลองได้

การศึกษา ออกแบบ และทดลองทำโครงงานนี้ทำให้สามารถเรียนรู้แนวทางในการพัฒนาระบบและประยุกต์ระบบเชิงวัตถุมาใช้กับการทำงานระบบฝังตัวได้ สามารถพัฒนาระบบฝังตัวโดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาได้อย่างเหมาะสม สามารถวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชั่นระบบฝังตัวได้ ซึ่งช่วยในการพัฒนางานด้านระบบฝังตัวให้มีรูปแบบและขั้นตอนในการพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์

- เซอร์โวมอเตอร์มีความผิดพลาดในการหมุนค่อนข้างสูง เนื่องจากเซอร์โวมอเตอร์มีมุมของการหมุนถึง 360 องศาก็จริงแต่เฟืองต่อพ่วงมีฟันเฟืองไม่ละเอียดมากพอหากมีการเคลื่อนที่หลายๆ ครั้งความคลาดเคลื่อนสะสมจะมากขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้การทำงานของระบบเกิดความผิดพลาดได้
- ล้อยางที่ติดตั้งที่ตัวหุ่นยนต์นั้นอ่อนนุ่มจนเกินไป หากหุ่นยนต์มีน้ำหนักสองด้านไม่เท่ากัน ด้านที่เบากว่าจะมีอัตราการหมุนฟรีของล้อสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด เป็นอุปสรรคในการส่งคำสั่งบังคับทิศทางของหุ่นยนต์
- คอมพาสเซนเซอร์นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 1-3 องศา ทำให้การวัดค่าองศาของการหมุนเพื่อนำมาใช้ในการเดินของตัวหุ่นยนต์เกิดความผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ปัญหาทางด้านซอฟต์แวร์

- ฟังก์ชันของเลจอส เอนเอ็กซ์เจยังมีคำสั่งให้ใช้งานที่ไม่ครอบคลุม ยกตัวอย่างเช่น การสั่งให้เซอโวมอเตอร์หมุนเป็นองศา สามารถสั่งเซอร์โวมอเตอร์ได้ทีละตัวเท่านั้น ไม่สามารถสั่งสองตัวพร้อมกันได้
- ถึงแม้ว่าฟังก์ชันของเลจอส เอนเอ็กซ์เจจะรองรับการพัฒนาด้วยระบบเชิงวัตถุ แต่บางส่วนต่อประสานซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Programming Interface: API) ก็ยังใช้งานไม่ได้จริง เช่น ฟังก์ชันการหาค่าระยะห่างโดยใช้อัลตราโซนิกเซนเซอร์ หากใช้การสร้างออปเจคแล้วจึงเรียกออปเจคเพื่อใช้หาค่าระยะห่าง ค่าที่ได้จะผิดพลาดไปค่อนข้างสูง ทำให้เกิดปัญหาในการพัฒนาระบบหุ่นยนต์อย่างมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

- การบังคับหุ่นยนต์ให้เลี้ยว หากใช้คำสั่งให้หุ่นยนต์หมุนล้อด้านใดด้านหนึ่งไปด้านหน้า อีกล้อหนึ่งไปด้านหลัง จะทำให้เลี้ยวได้ตรงมากกว่า
- ถ้าหากต้องการพัฒนาระบบที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง ไม่ควรใช้หุ่นยนต์เลโก้เอนเอ็กซ์ที เลโก้มายสตรอม เพราะความผิดพลาดจากฮาร์ดแวร์มีอยู่มาก ซึ่งส่งผลให้เสียเวลาในการพัฒนาและพบอุปสรรคอย่างมาก การพัฒนาให้เป็นไปตามแนวคิดได้ยาก หากจำเป็นให้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาระบบต้นแบบที่มีเน้นแนวคิดและมีความซับซ้อนไม่มากนักจะเป็นการดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Japan System House Association (JASA). 2549. **เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว Embedded Technology.** แปล และเรียบเรียงโดย ดร.ธนารักษ์ ธีระมั่นคง. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[2] สิทธิศักดิ์ แพละออง. 2551. "ระบบควบคุมหุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้ประสบภัย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[3] สุพรรษา หอมชู. 2551. "ระบบค้นหาผู้ประสบภัยสำหรับหุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้ประสบภัย." วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] BlueCove Team. 2008. **BlueCove**. [Online]. Available: http://bluecove.org/index.html

[5] Josef and Peter. Penemu**NXT - A Lego Mindstorms NXT project.** [Online]. Available: http://penemunxt.blogspot.com/

[6] LEJOS NXJ. 2008. **Application Programming Interface.** [Online]. Available: http://lejos.sourceforge.net/nxt/nxj/api/index.html.

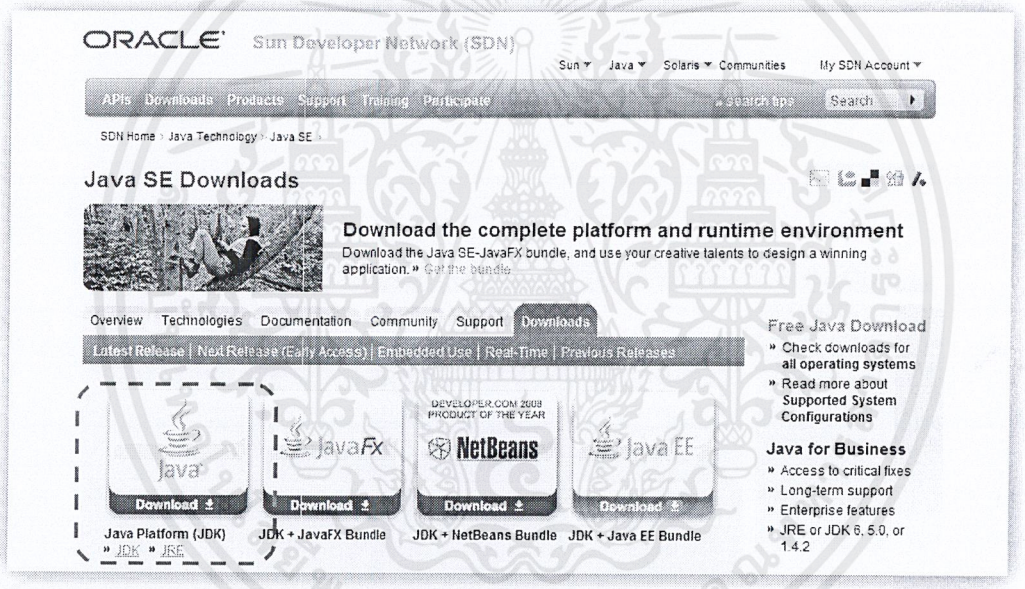
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
การติดตั้งซอฟท์แวร์สำหรับการพัฒนา

1. การติดตั้งชุดพัฒนาภาษาจาวา

ชุดพัฒนาภาษา Java คือเครื่องมือที่ทำให้คอมพิวเตอร์นั้นสามารถแปลโปรแกรมหรือคอมไพเลอร์ (compiler) เพื่อให้โปรแกรมใช้กับชุดทดลอง LEGO NXT ได้ ซึ่งมีโปรแกรมที่ต้องติดตั้งคือ **Java SE** (Standard Edition) **JRE** (Java Runtime Environment) และ **JDK** (Java Developer Kit) สามารถดาวน์โหลดชุดพัฒนาภาษา Java ได้จากเว็บดังรูปที่ ก.1

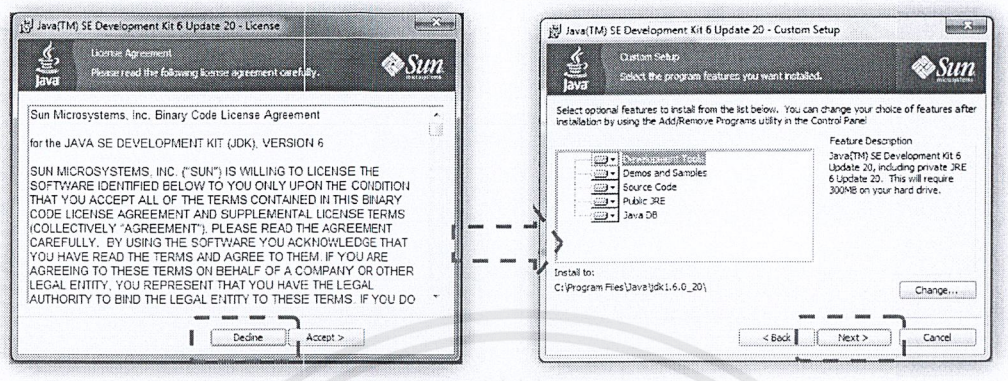
Download: http://java.sun.com/javase/downloads/index.jsp



รูปที่ ก.1 หน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด ชุดพัฒนาภาษา Java

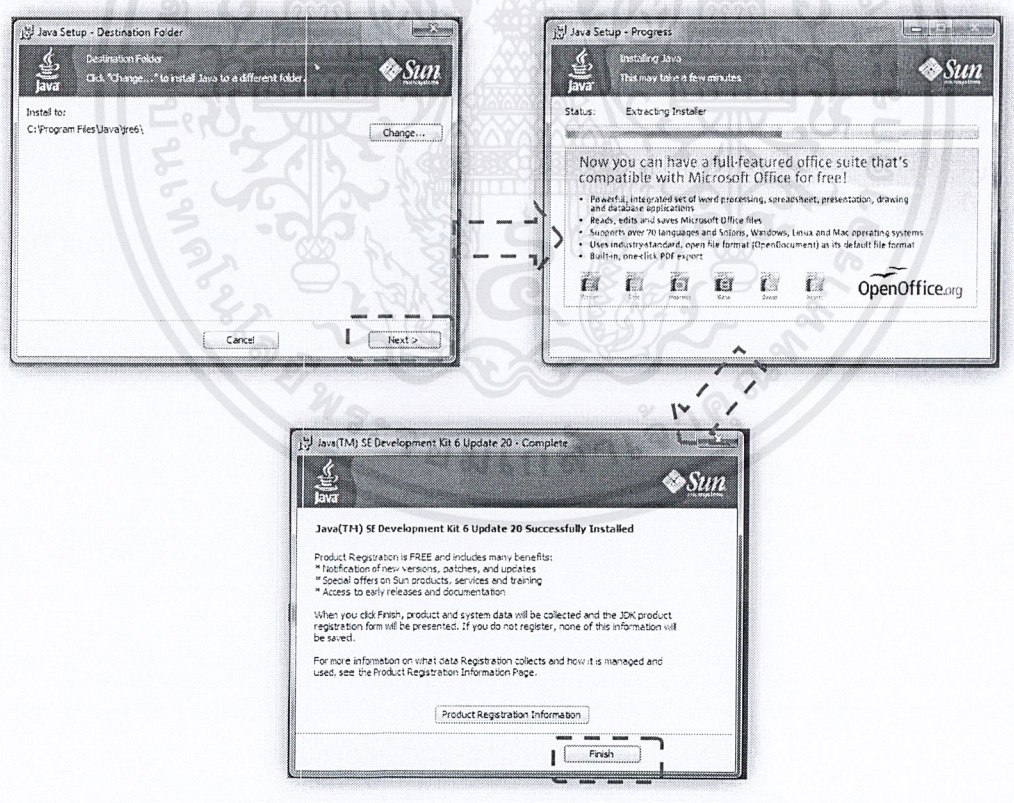
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งชุดพัฒนาภาษา Java บนเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากได้ดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดที่ไอคอน jdk-6u20-windows-i586.exe และเริ่มการติดตั้งโดยสามารถกำหนด Path สำหรับชุดพัฒนาภาษา Java โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20 ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 การติดตั้งชุดพัฒนาภาษา Java

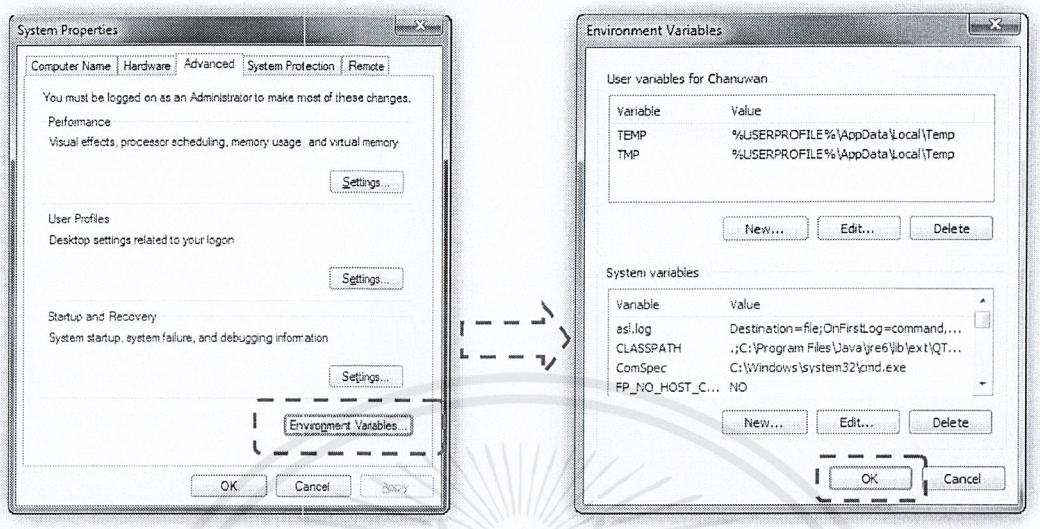
เมื่อกำหนด Path เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจสอบ Path อีกครั้งเพื่อความถูกต้อง และจะดำเนินการติดตั้งจนเสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 ดำเนินการชุดพัฒนาภาษา Java

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากติดตั้งชุดพัฒนาภาษา Java เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เพิ่มค่า Environment Variables โดยไปที่ Control Panel > System > Advanced > Environment Variables ดังรูปที่ ก.4

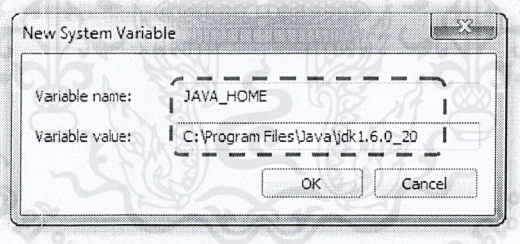


รูปที่ ก.4 System Properties

สามารถเพิ่มค่า ดังนี้ **Variable name:** JAVA_HOME

Variable value: C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20

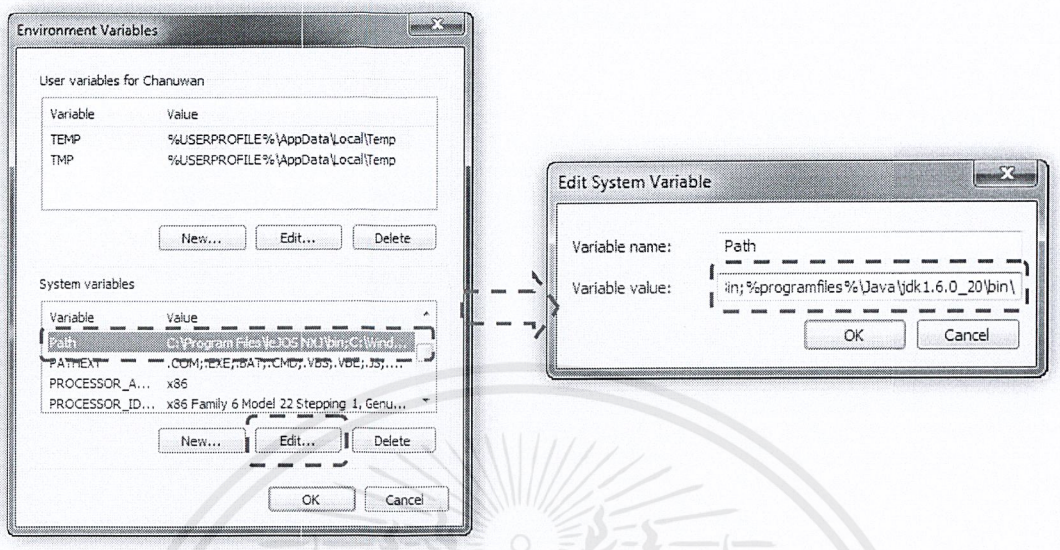
ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 New System Variable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ไข Path โดยกำหนดค่า **;C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20\bin** ต่อท้าย Variable value ดังรูปที่ ก.6



รูปที่ ก.6 Edit System Variable

เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้รีสตาร์ทคอมพิวเตอร์ เป็นอันเสร็จเรียบร้อยสำหรับการติดตั้งชุดพัฒนาภาษา Java บนเครื่องคอมพิวเตอร์

2. **ติดตั้งไดร์เวอร์สำหรับชุดทดลอง LEGO NXT บนเครื่องคอมพิวเตอร์**

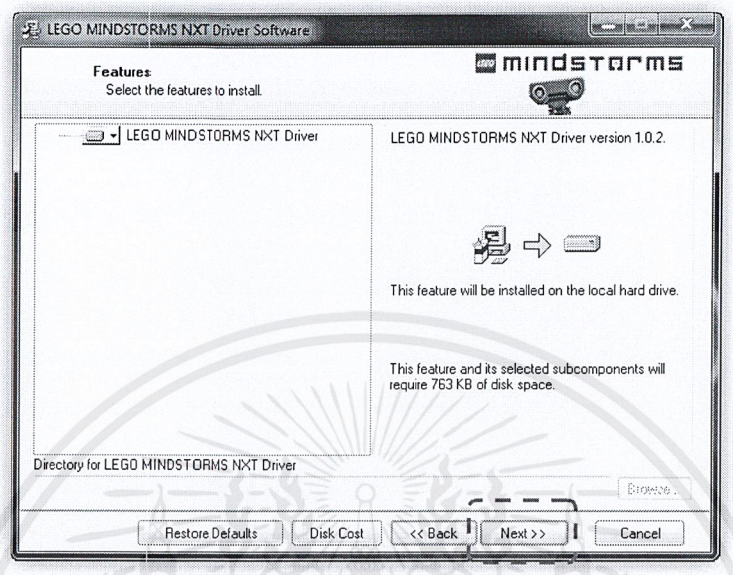
MINDSTORMS NXT Driver v1.02 คือไดร์เวอร์สำหรับชุดทดลอง LEGO NXT เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถโอนย้ายโปรแกรมเข้าสู่ชุดทดลอง LEGO NXT สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บดังรูปที่ ก.7

Download: http://mindstorms.lego.com/en-us/support/files/default.aspx

รูปที่ ก.7 หน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด MINDSTORMS NXT Driver v1.02

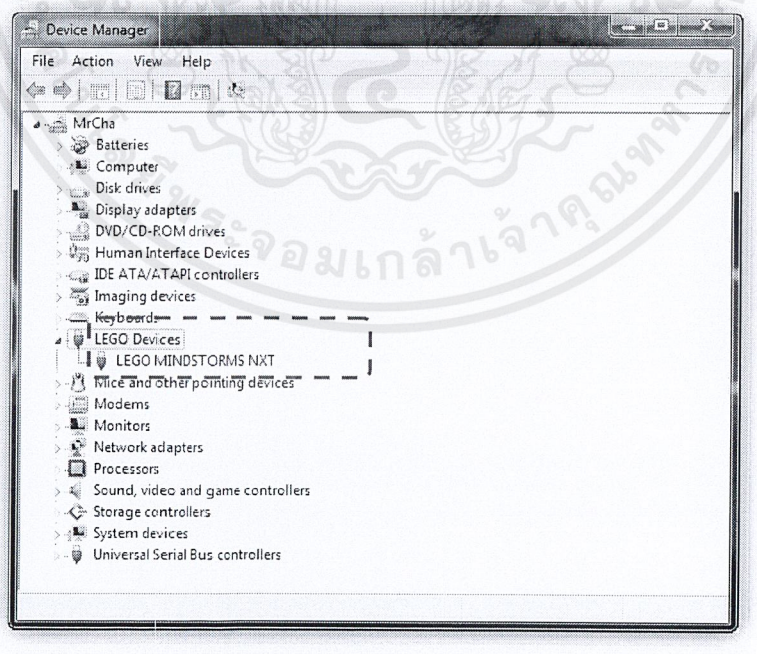
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อดาวน์โหลดเสร็จจะได้ไฟล์ .zip ให้ทำการแตกไฟล์ .zip และ การติดตั้งไดร์เวอร์ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยกดที่ไอคอน ขณะติดตั้งนั้นให้เชื่อมต่อชุดทดลอง LEGO NXT กับคอมพิวเตอร์ พร้อมกับเปิดการทำงานชุดทดลอง LEGO NXT ดังรูปที่ ก.8



รูปที่ ก.8 ติดตั้ง MINDSTORMS NXT Driver v1.02

เมื่อติดตั้งไดร์เวอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุดทดลอง LEGO NXT โดยดูได้จาก Device Manager ดังรูปที่ ก.9



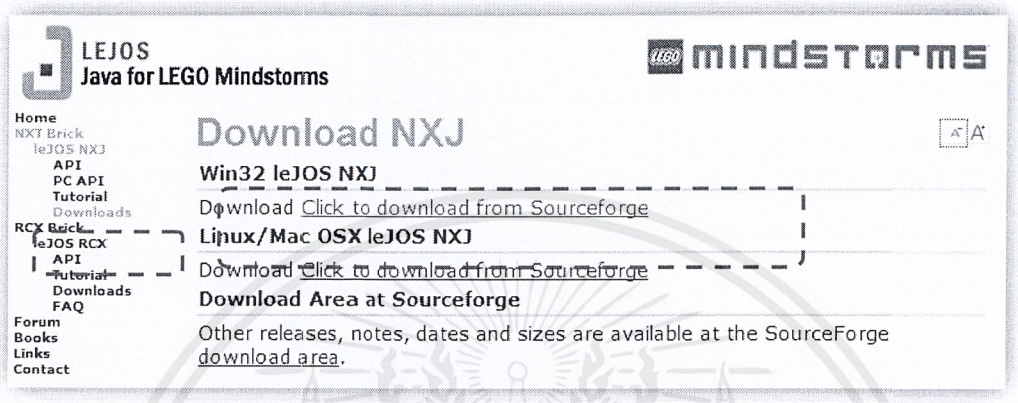
รูปที่ ก.9 ตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของชุดทดลอง LEGO NXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **ติดตั้ง leJOS firmware บนเครื่องคอมพิวเตอร์ และชุดทดลอง LEGO NXT**

leJOS firmware เป็นคำสั่งของโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของชุดทดลอง LEGO NXT ซึ่งต้องติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และชุดทดลอง LEGO NXT สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บดังรูปที่ ก.10

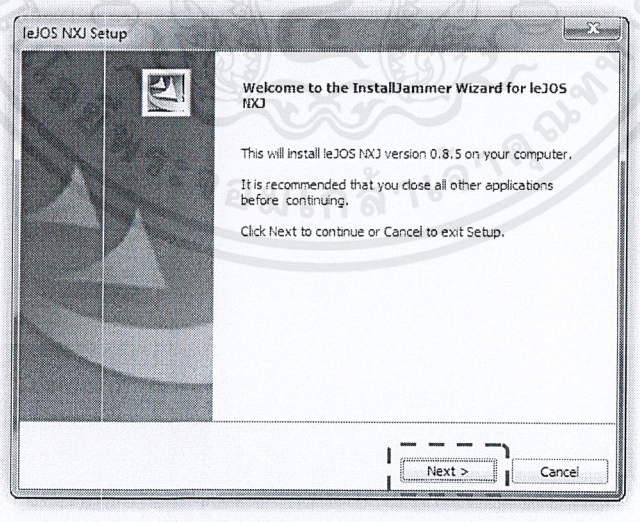
Download: http://lejos.sourceforge.net/index.php



รูปที่ ก.10 หน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด leJOS firmware

การติดตั้ง leJOS firmware ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากได้โหลด leJOS firmware เสร็จเรียบร้อย ให้กดที่ไอคอน

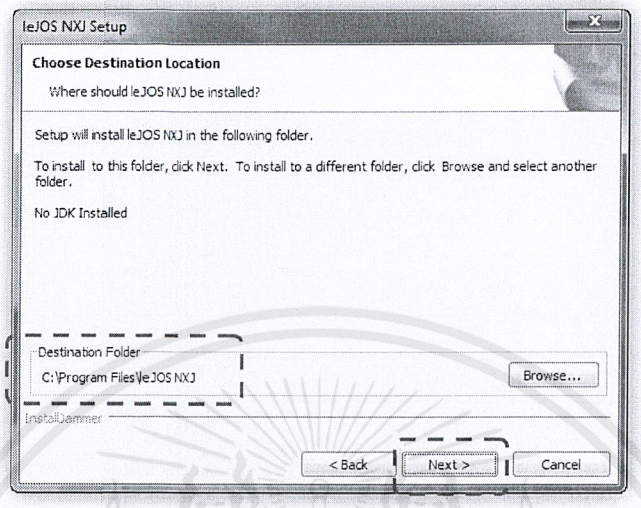
โดยขณะติดตั้งนั้นให้เชื่อมต่อชุดทดลอง LEGO NXT กับคอมพิวเตอร์ พร้อมกับเปิดการทำงานของชุดทดลอง LEGO NXT แล้วจึงเริ่มต้นการติดตั้ง leJOS firmware ดังรูปที่ ก.11



รูปที่ ก.11 เริ่มต้นการติดตั้ง leJOS firmware

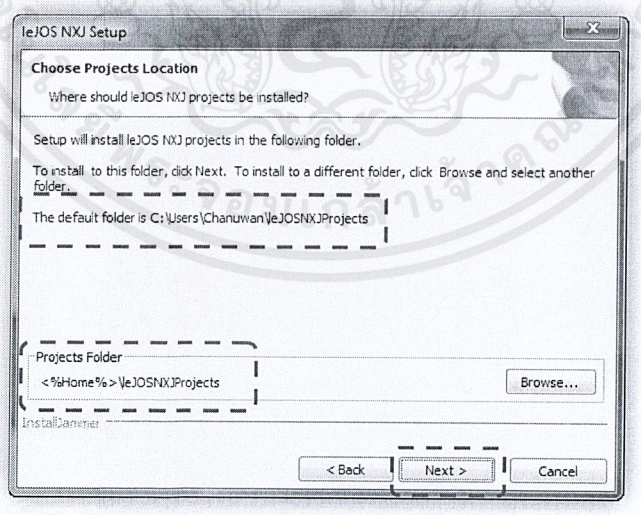
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนด Destination Folder สำหรับติดตั้ง leJOS firmware ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\leJOS NXJ ดังรูปที่ ก.12



รูปที่ ก.12 การกำหนด Folder

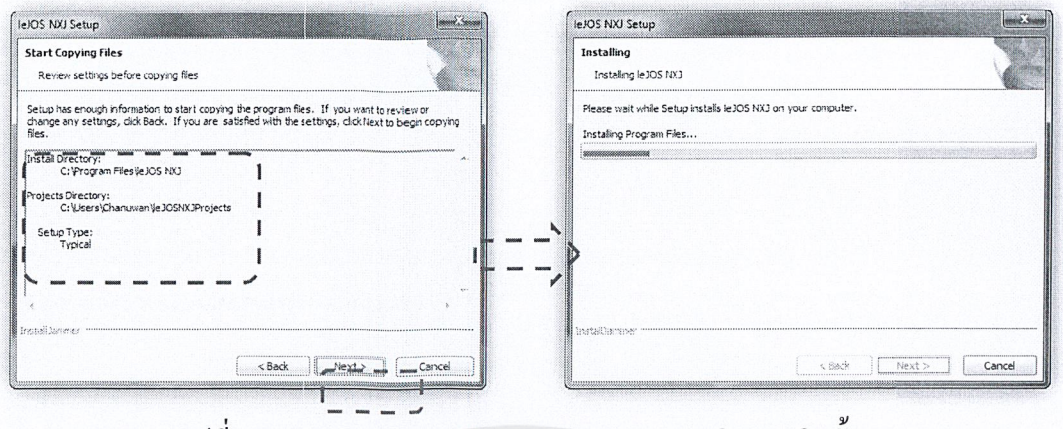
กำหนด Projects Folder สำหรับเก็บโปรเจคตัวอย่างที่มาพร้อมกับการติดตั้ง โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ <%Home%>\leJOSNXJProjects หรือ C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects ดังรูปที่ ก.13



รูปที่ ก.13 การกำหนด Projects Folder

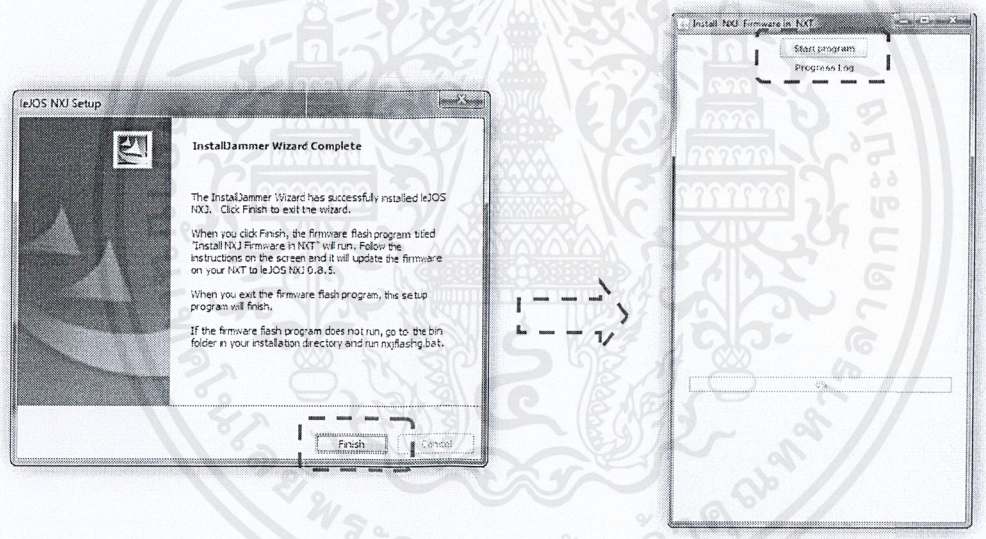
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบการกำหนด Path ต่างๆ และดำเนินการติดตั้ง ดังรูปที่ ก.14



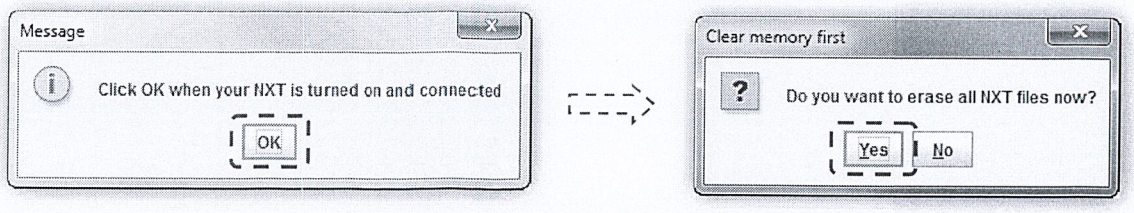
รูปที่ ก.14 ตรวจสอบการกำหนด Folder และดำเนินการติดตั้ง

เมื่อติดตั้ง leJOS firmware ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะเริ่มขั้นตอนติดตั้งลงบนชุดทดลอง LEGO NXT ดังรูปที่ ก.15



รูปที่ ก.15 เริ่มการติดตั้ง leJOS firmware ลงบนชุดทดลอง LEGO NXT

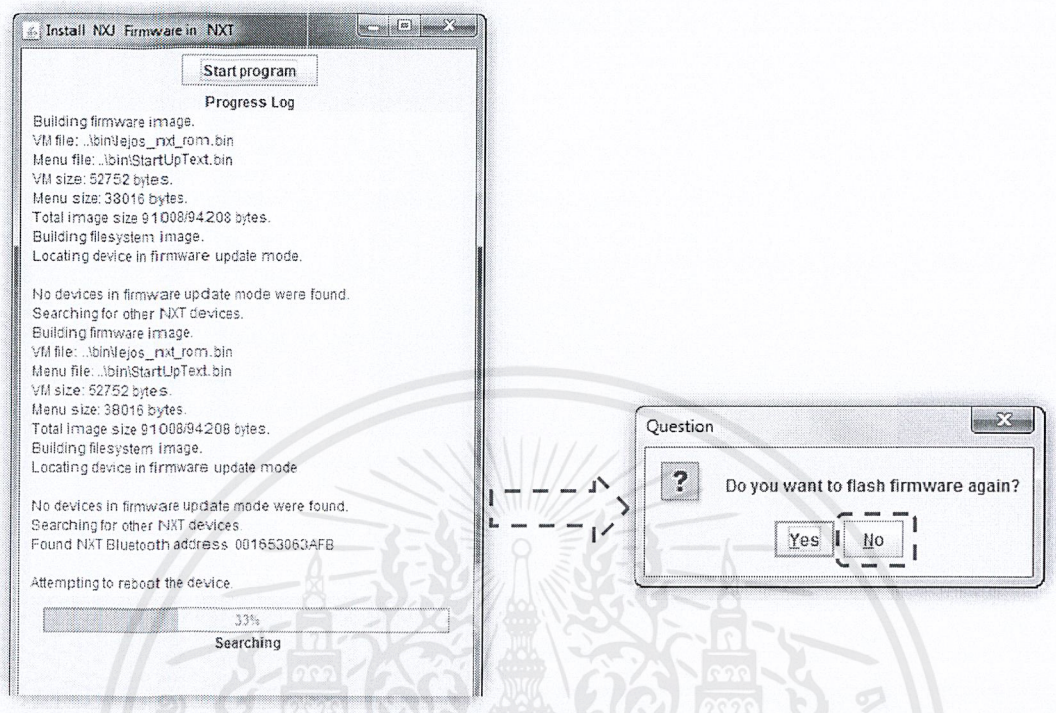
หลังจากได้เริ่มการติดตั้ง โปรแกรมจะถามสถานะต่างๆ ดังรูปที่ ก.16



รูปที่ ก.16 ให้เปิดการทำงานของชุดทดลอง LEGO NXT และ การลบ firmware เดิม

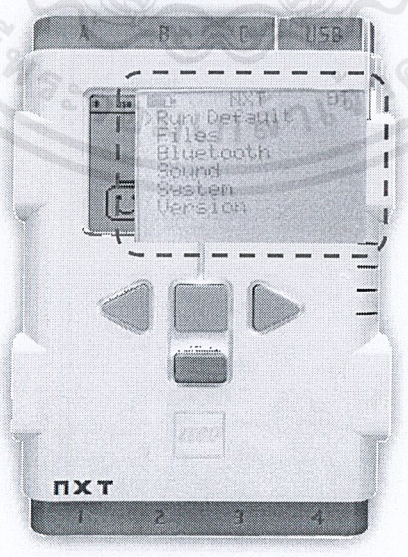
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะดำเนินการติดตั้ง leJOS firmware ลงบนชุดทดลอง LEGO NXT และเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยจะถามเกี่ยวกับการติดตั้งใหม่อีกครั้ง ดังรูปที่ ก.17



รูปที่ ก.17 ดำเนินการติดตั้ง leJOS firmwareและ สอบถามการติดตั้งใหม่อีกครั้ง

เมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความถูกต้องของ leJOS firmware โดยไปที่ชุดทดลอง LEGO NXT หน้าจอ LCD จะแสดงเมนู ดังรูปที่ ก.18



รูปที่ ก.18 ตรวจสอบความถูกต้องของชุดทดลอง LEGO NXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **ติดตั้ง NetBeans IDE สำหรับการพัฒนาโปรแกรมบนชุดทดลอง LEGO NXT**

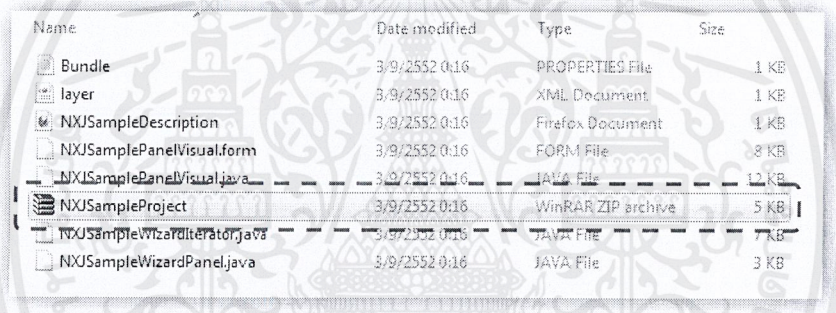
NetBeans IDE เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรมที่ใช้กับชุดทดลอง LEGO NXT สามารถดาวน์โหลด NetBeans IDE 6.8 หรือ NetBeans IDE 6.9

Download: http://netbeans.org/downloads/index.html

เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรม NetBeans IDE เสร็จเรียบร้อย ให้กดที่ไอคอน และดำเนินการติดตั้ง

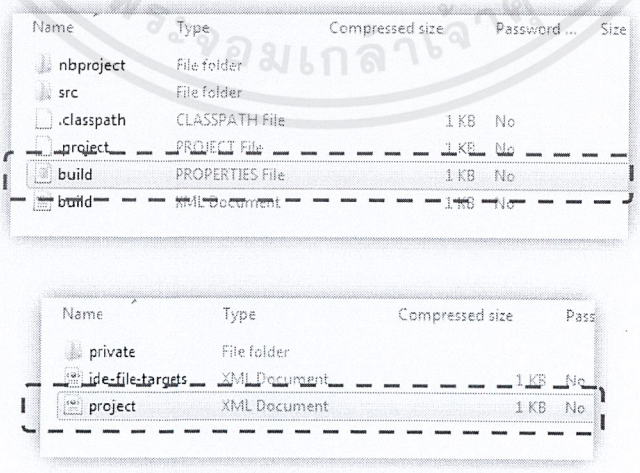
กำหนด Folder สำหรับการติดตั้งโปรแกรม NetBeans IDE ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\NetBeans 6.8 และกำหนด Folder ชุดพัฒนาภาษา Java ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20

เมื่อติดตั้ง NetBeans เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้แก้ไข Path ในไฟล์ ที่อยู่ใน NXJSampleProject.zip โดยไปที่ C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects\NXJPlugin\src\nxjplugin ที่มาพร้อมกับการติดตั้ง leJOS firmware ในขั้นตอนที่ 3 ดังรูปที่ ก.19



รูปที่ ก.19 ไฟล์ NXJSampleProject.zip

ให้แก้ไข Path ในไฟล์ build.properties และ private\project.xml ดังรูปที่ ก.20



รูปที่ ก.20 build.properties และ private\project.xml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

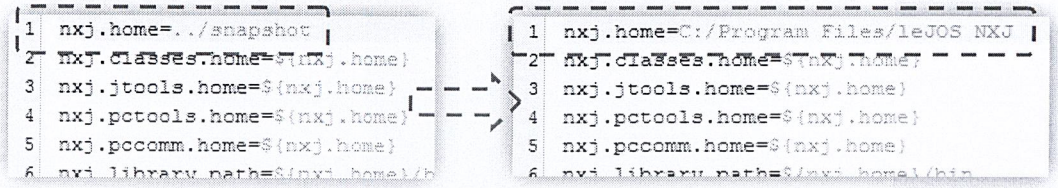
แก้ไขดังนี้

1.แก้ไขไฟล์ build.properties

เดิม **nxj.home =../snapshot**

แก้ไขเป็น **nxj.home =C:/Program Files/leJOS NXJ**

(ตามที่ติดตั้ง leJOS firmware ในขั้นตอนที่ 3) ดังรูปที่ ก.21



รูปที่ ก.21 แก้ไขไฟล์ build.properties

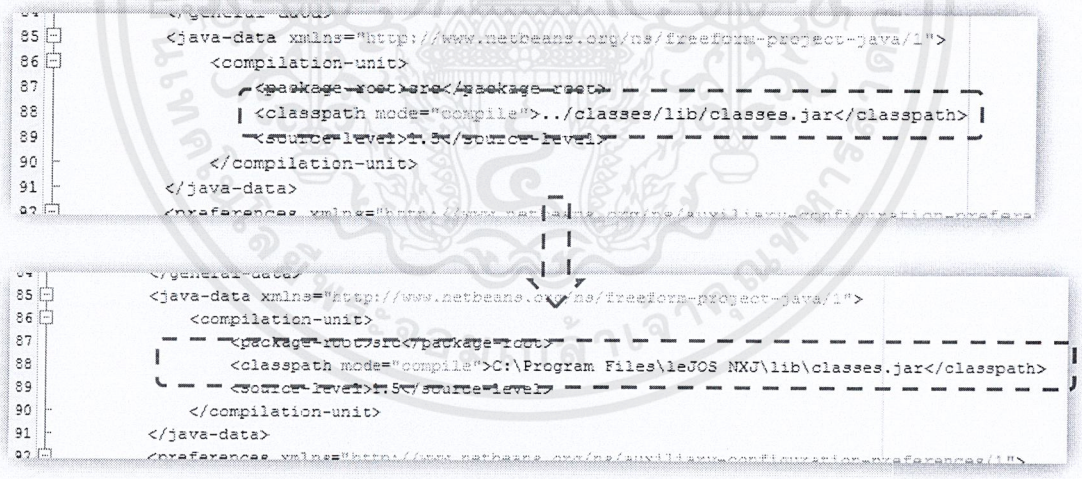
2. แก้ไขไฟล์ project.xml ที่อยู่ใน Folder private

เดิม **<classpath mode="compile">../classes/lib/classes.jar</ classpath >**

แก้ไขเป็น

<classpath mode="compile">C:\Program Files\leJOS NXJ\lib\classes.jar</ classpath >

(ตามที่ติดตั้ง leJOS firmware ในขั้นตอนที่ 3) ดังรูปที่ ก.22

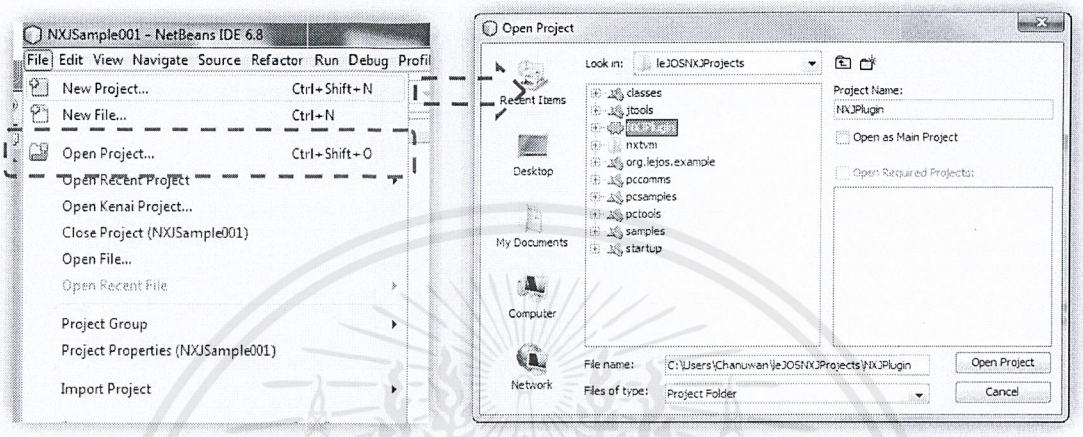


รูปที่ ก.23 แก้ไขไฟล์ project.xml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

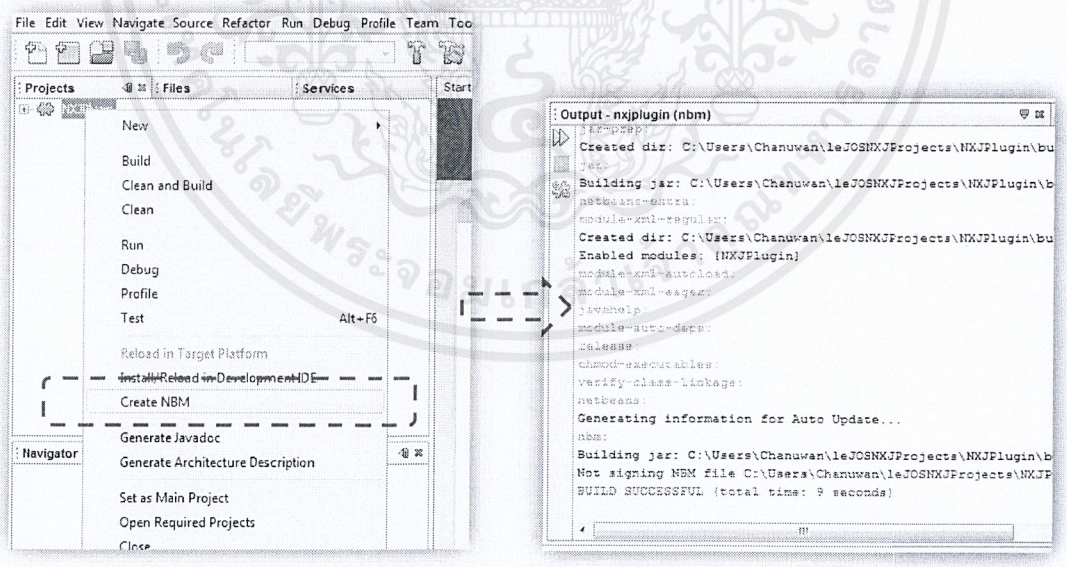
เมื่อแก้ไข Path เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้สร้าง Plugin ของ leJOS firmware เพื่อให้ NetBeans สามารถพัฒนาโปรแกรมสำหรับชุดทดลอง LEGO NXT ได้ โดยเปิดโปรแกรม NetBeans IDE ไปที่ File >

Open Project…. แล้วจึงเลือก C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects\NXJPlugin\ ดังรูปที่ ก.24



รูปที่ ก.24 เลือก Open Project แล้วเลือก NXJPlugin

เมื่อเลือก NXJPlugin เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้สร้าง Plugin ขึ้นมาโดยคลิกขวาที่ NXJPlugin และไปที่ Create NBM โปรแกรมจะสร้าง NXJPlugin ตาม path ที่ได้กำหนดไว้ ดังรูปที่ ก.25



ดังรูปที่ ก.25 Create NBM

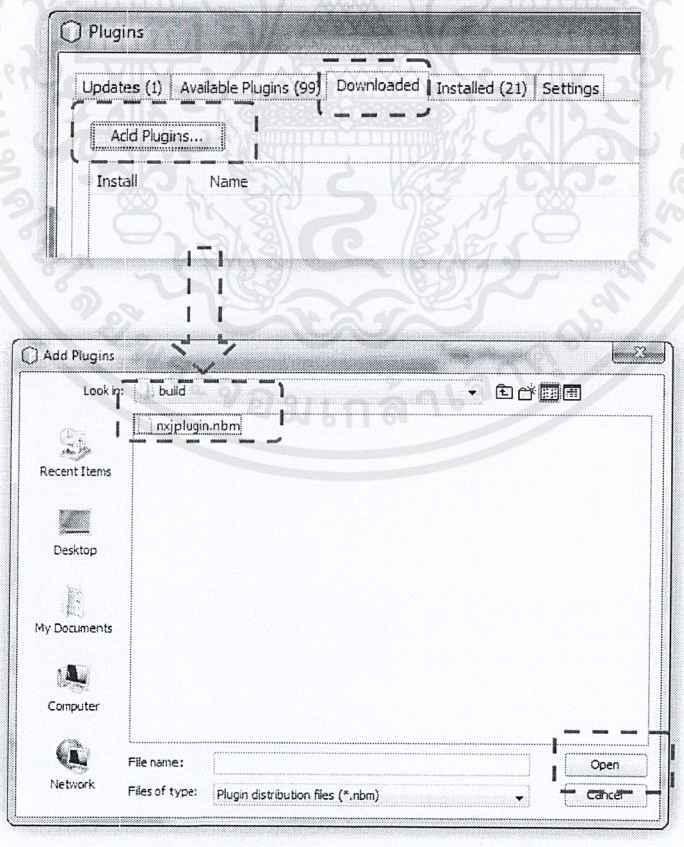
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นให้ติดตั้ง NXJPlugin โดยไปที่ Tools > Plugins > Downloaded > Add Plugins… และเลือกไฟล์ nxjplugin.nbm ซึ่งอยู่ใน

C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects\NXJPlugin\build

ดังรูปที่ ก.26 และรูปที่ ก.27

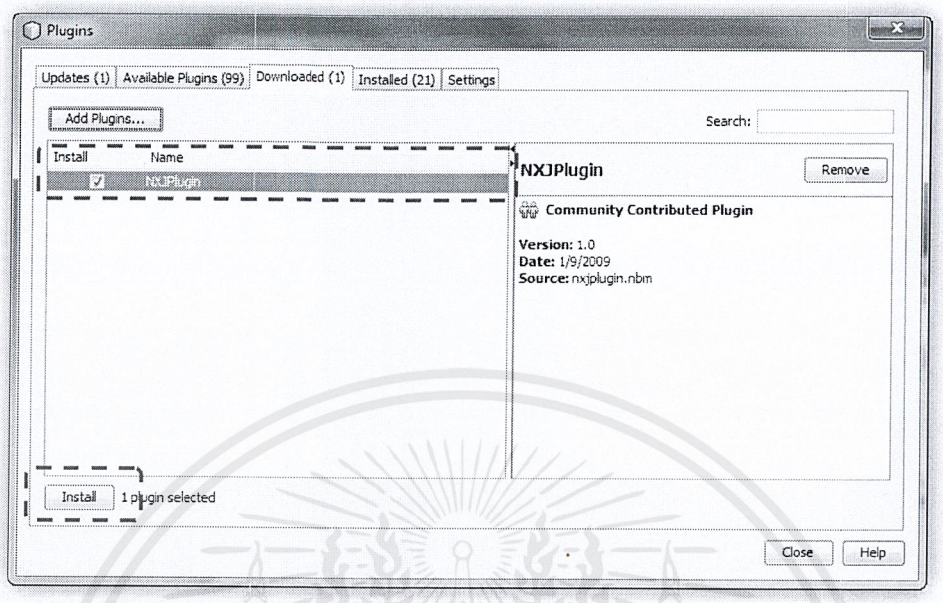
รูปที่ ก.26 Tools > Plugins



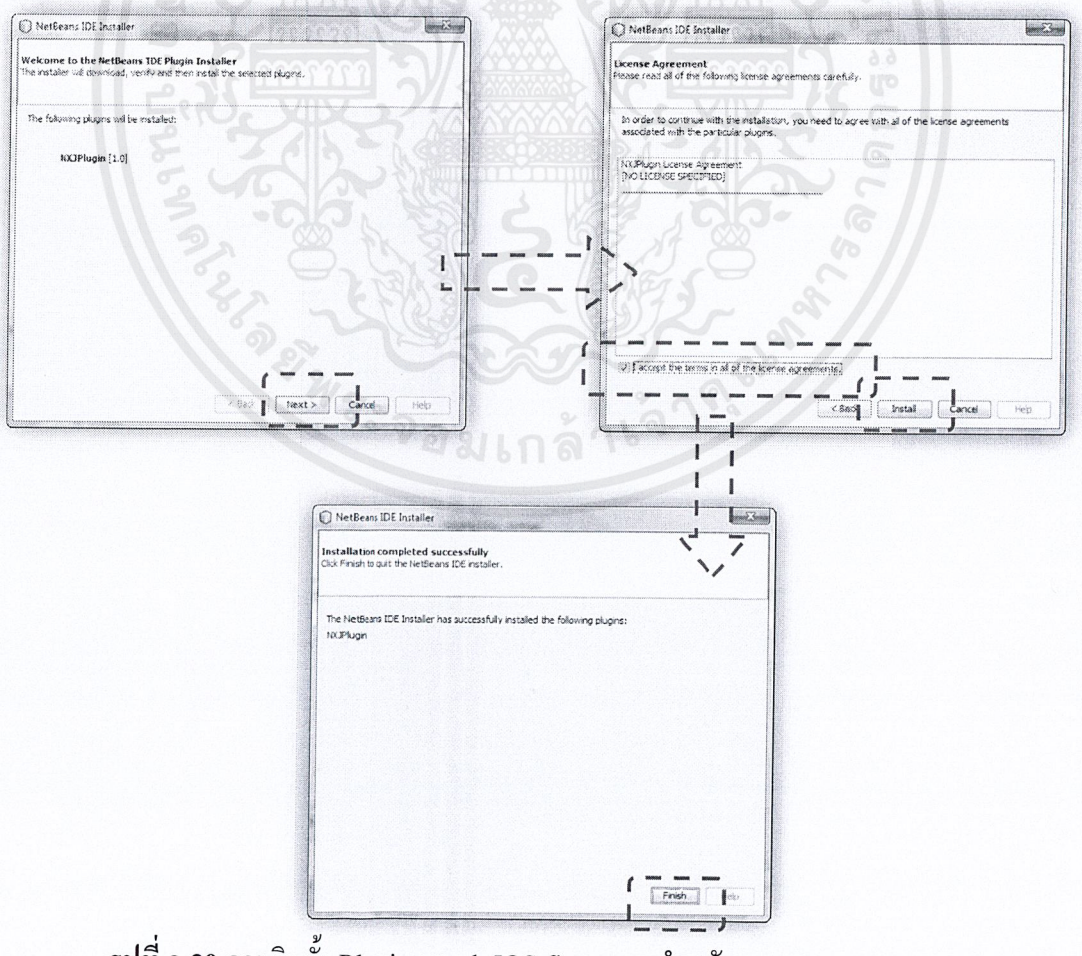
รูปที่ ก.27 การเลือกไฟล์ nxjplugin.nbm สำหรับติดตั้ง Plugin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกเลือกไฟล์ nxjplugin.nbm แล้วสามารถติดตั้ง Plugin ของ leJOS firmware โดยกด Install ดังรูปที่ ก.28 และรูปที่ ก.29



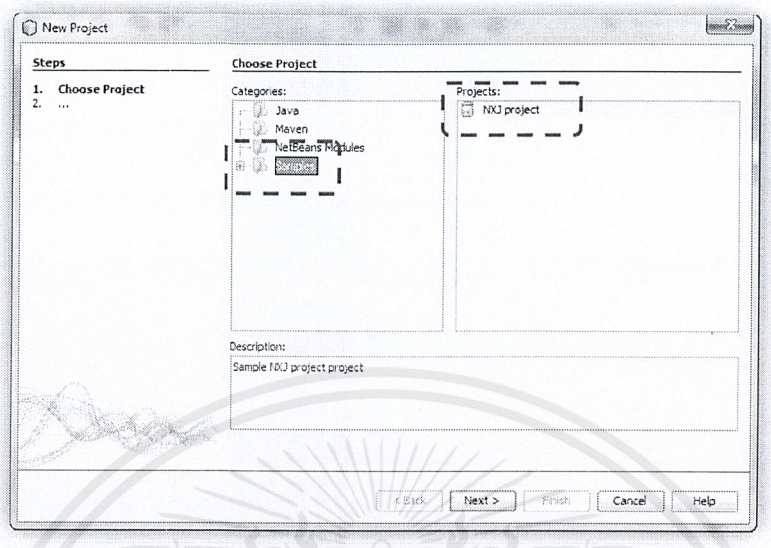
รูปที่ ก.28 Install nxjplugin.nbm



รูปที่ ก.29 การติดตั้ง Plugin ของ leJOS firmware สำหรับ NetBeans IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากติดตั้ง Plugin แล้วสามารถตรวจสอบสถานะได้โดยไปที่ File > New Project และ Categories เลือก Samples จะปรากฏ NXJ project ทางด้านขาว ดังรูปที่ ก.30



รูปที่ ก.30 New Project: NXJ project

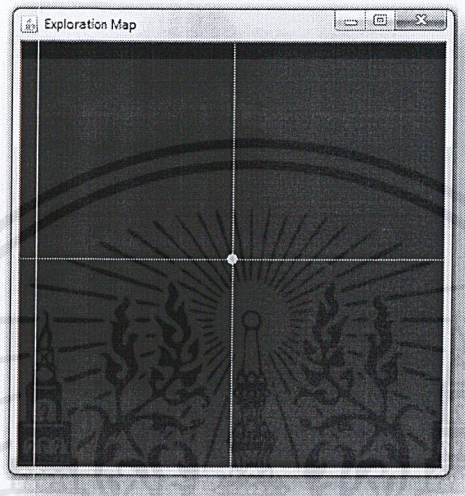
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้งานระบบ

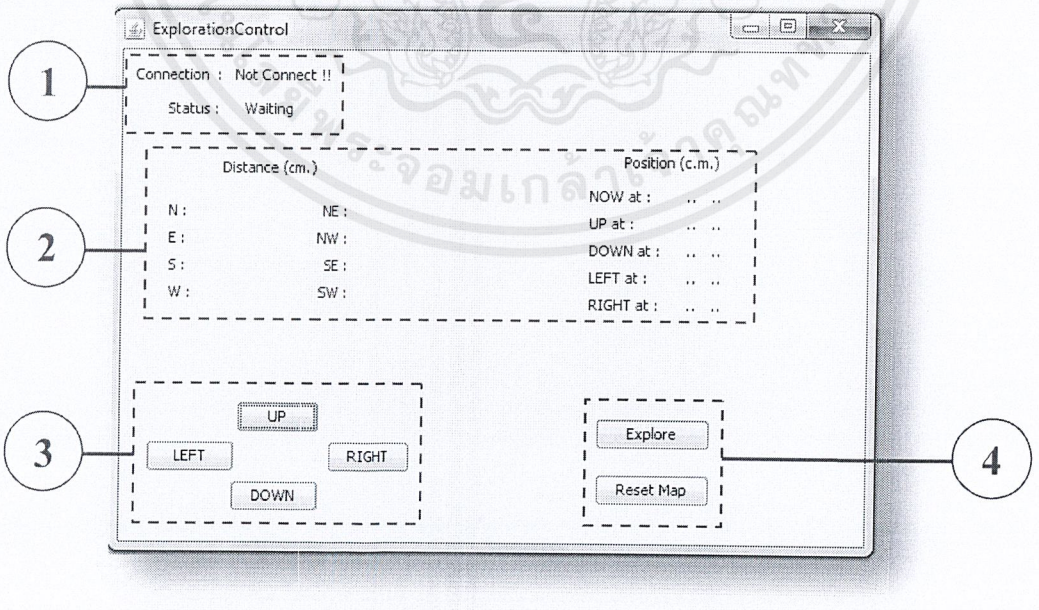
ระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนแสดงแผนที่



รูปที่ข.1 ส่วนแสดงแผนที่ของระบบ

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลและควบคุมการทำงานต่างๆ



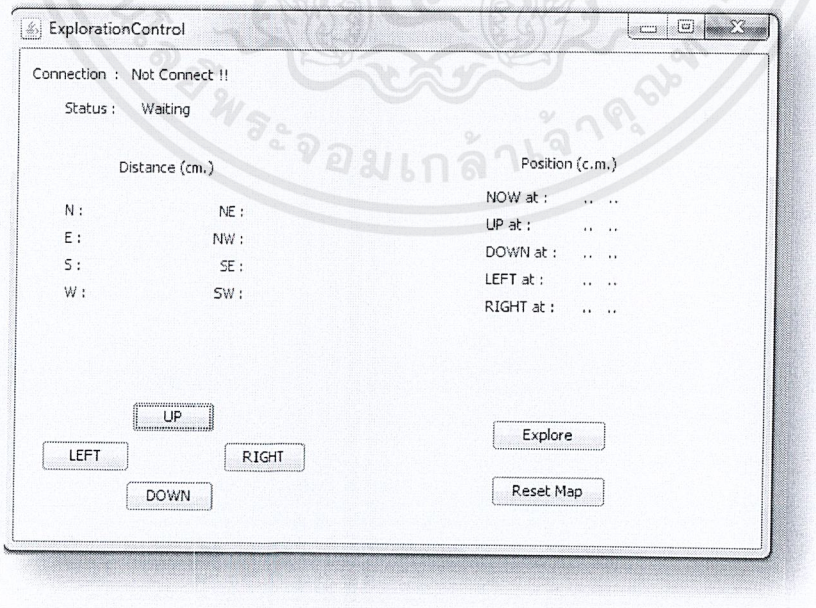
รูปที่ ข.2 ส่วนแสดงข้อมูลและควบคุมการทำงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนแสดงสถานะของระบบ
   - Connection : แสดงสถานะการเชื่อมต่อแบบบลูทูธระหว่างระบบกับหุ่นยนต์
   - Status : แสดงสถานะการสำรวจของหุ่นยนต์
2. ส่วนแสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ได้จากการสำรวจของหุ่นยนต์
   - Distance (cm.) แสดงระยะห่างทั้ง 8 ทิศทาง
   - Position (cm.) แสดงตำแหน่งของหุ่นยนต์
3. ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
   - Up เดินไปทางทิศเหนือ
   - Down เดินไปทางทิศใต้
   - Right เดินไปทางทิศตะวันออก
   - Left เดินไปทางทิศตะวันตก
4. ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ
   - Explore สั่งให้หุ่นยนต์สำรวสภาพแวดล้อมรอบทิศทาง
   - Reset Map ทำการล้างแผนที่ให้กลับเป็นค่าเริ่มต้น

การใช้งานระบบ

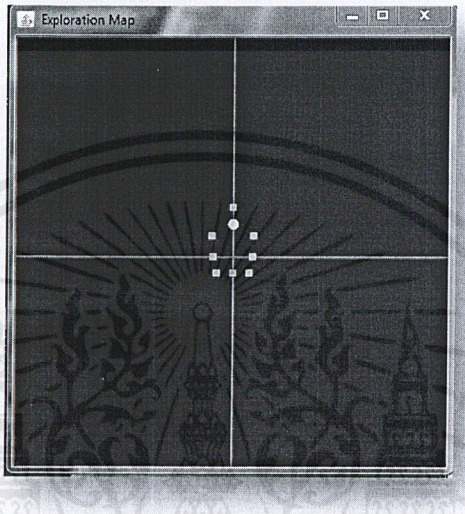
1. วางหุ่นยนต์ในตำแหน่งเริ่มต้น
2. เปิดแอปพลิเคชั่นระบบจัดสร้างแผนที่ภายในอาคารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่และตัวรับสัญญาณบลูทูธ



รูปที่ ข.3 แอปพลิเคชั่นของระบบ

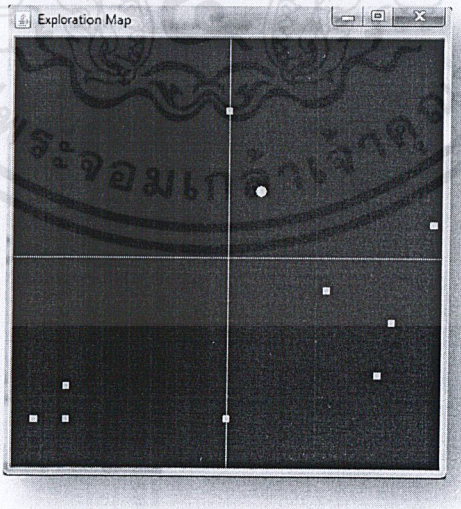
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกทิศทางที่ต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ โดยตัวอย่างจะทำการกดปุ่ม “UP” เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ
4. เมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่เสร็จแล้ว ทำการกดปุ่ม “Explore” เพื่อให้หุ่นยนต์ทำการสำรวจสภาพแวดล้อมรอบทิศทาง
5. แอปพลิเคชั่นจะแสดงแผนที่ที่ได้จากการสำรวจ โดยจุดสีเขียว คือ ระยะห่างของวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง ส่วนจุดสีเหลือง คือ ตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ ข.4



รูปที่ ข.4 แสดงแผนที่ที่ได้จากสำรวจ

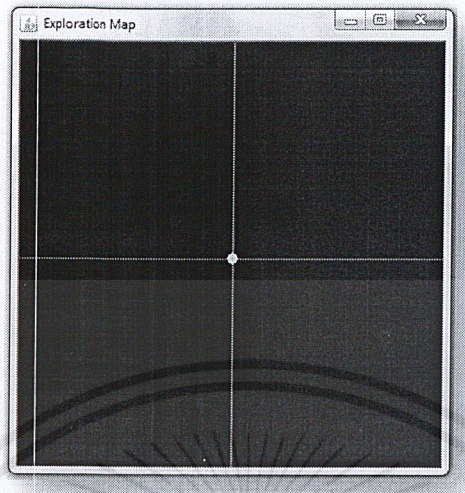
6. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 3 – 5 จนกว่าจะได้แผนที่ตามที่ต้องการ



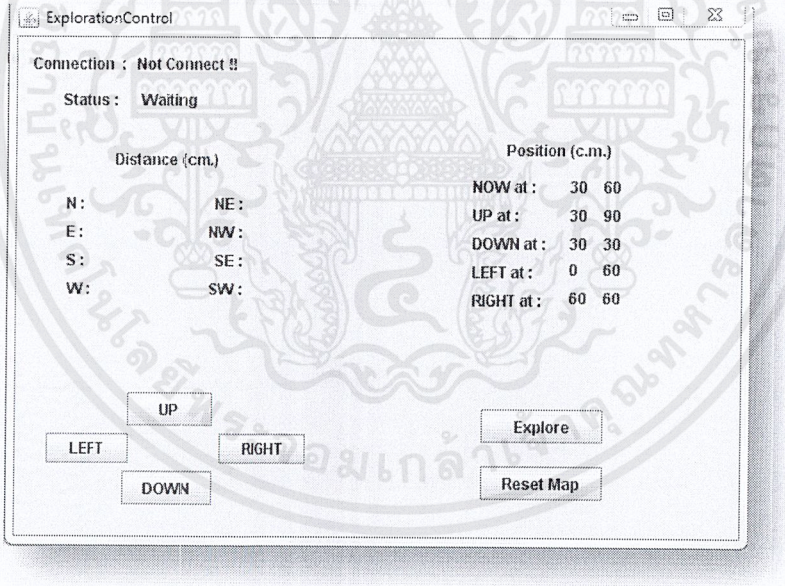
รูปที่ ข.5 แสดงแผนที่ที่ได้จากการสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อทำการสำรวจเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถทำการล้างแผนที่ได้ โดยการกดปุ่ม “Reset Map”



รูปที่ ข.6 แสดงแผนที่หลังจากทำการล้างแผนที่แล้ว



รูปที่ ข.7 ข้อมูลสภาพแวดล้อมหลังทำการล้างแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวสุธาสินี เจริญสุข

วัน เดือน ปี เกิด 7 กุมภาพันธ์ 2532

ที่อยู่ เลขที่ 52/29 หมู่ 2 ตำบลปากแรต อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ นายชิดพล ใจหมั้น

วัน เดือน ปี เกิด 8 ตุลาคม 2530

ที่อยู่ 90/735 ประชาอุทิศ 129 ถนนประชาอุทิศ ตำบลบางครุ อำเภอพระประแดง สมุทรปราการ 10130

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้