

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือ

โดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ

Model Development for Boat Control

by Automatic Coordinates and Directions Detection

ธนกร อ่อนละมูล

580510598

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2561

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือ

โดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ

Model Development for Boat Control

by Automatic Coordinates and Directions Detection

ธนกร อ่อนละมุน

580510598

การค้นคว้าอิสระนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ศุภกิจ อาวิพันธุ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิจักษณ์ ศรีสัจจะเลิศวاجา)

วันที่ 21 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัตินี้ ผู้พัฒนา ขอขอบพระคุณผู้ที่เคยให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาตลอดการดำเนินการการค้นคว้าอิสระ ตั้งแต่การเริ่มดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุภกิจ อาวิพันธุ์ อาจารย์ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ผู้เคยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องข่ายที่ใช้ในระบบและให้ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าอิสระนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วิจักษณ์ ศรีสัจจะเลิศวิจารณ์ อาจารย์ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่รับเป็นกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระนี้ รวมทั้งยังคงให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำเอกสารเล่มนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทินกร กันยานี อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนให้เกิดโครงการนี้ขึ้น นอกจากนี้ยังให้แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบโครงสร้างของระบบในโครงการนี้

ขอขอบพระคุณ นายคำรณ อรุณเรื่อ ผู้ช่วยวิจัยห้องปฏิบัติการวิจัยการจำลองขนาดใหญ่ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ซึ่งเป็นผู้ที่เคยให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์สื่อสารระหว่างสารพสิ่ง รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในการจัดทำโครงการ

ขอขอบคุณ นายพีรพัชร อรุณเรื่อ นักศึกษาจากภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นผู้ที่เคยให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้อง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่เป็นส่วนหนึ่งในการทำให้เกิด การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติมา ณ โอกาสนี้

นายธนกร อ่อนละมูล

580510598

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ

ชื่อเจ้าของโครงการ	นายธนกร อ่อนละมูล	รหัสประจำตัว 580510598
วิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการคอมพิวเตอร์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ศุภกิจ อาวิพันธุ์	

บทคัดย่อ

การทดลองวิเคราะห์คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีบริเวณกว้างและมีความลึกมาก มีความจำเป็นที่ต้องใช้เรือเพื่อเดินทางไปถึงยังจุดที่ต้องการเก็บตัวอย่างน้ำ ทำให้ต้องใช้เวลาในการเตรียมความพร้อมและมีความเสี่ยงที่จะเกิดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ได้ จากปัญหาดังกล่าว โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเรือที่สามารถเคลื่อนที่ตามพิกัดที่ระบุ และสามารถนำอุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensor) มาติดตั้ง และส่งข้อมูลกลับมายังสถานีฐานได้แบบทันที

เรือขับเคลื่อนกึ่งอัตโนมัติกับพัฒนาขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่อยู่ภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที (IoT: Internet of Things) และใช้การรับส่งข้อมูลด้วยเทคโนโลยีเอ็นบีไอโอที (NB-IoT: Narrow Band Internet of Things) เรือจะประกอบด้วย 2 พังก์ชัน ได้แก่ พังก์ชันขับเคลื่อนอัตโนมัติมีหน้าที่สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของเรือให้ไปยังพิกัดที่ระบุไว้แบบกึ่งอัตโนมัติและพังก์ชันกู้เรืออัตโนมัติมีหน้าที่สำหรับควบคุมเรือกลับมาที่จุดเริ่มต้นในกรณีฉุกเฉิน แอปพลิเคชันจะประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนสำหรับควบคุมเรือและส่วนสำหรับติดตามทำงานของเรือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พัฒนาเรือ ได้แก่ Arduino Mega 2560 R3, Devio NB-Shield I, โมดูลจีพีเอส, โมดูลเข็มทิศดิจิทัล, โวลต์เมเตอร์และโมดูลข้อมูลอัตโนมัติ ซอฟต์แวร์และภาษาโปรแกรมที่ใช้ ได้แก่ Arduino IDE และ C++ สำหรับพัฒนาระบบภายในเรือ, Android Studio และ Java สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน, Python และ PHP สำหรับพัฒนาเชิร์ฟเวอร์และจัดเก็บข้อมูลด้วย MySQL

ผลการทดสอบเรือและแอปพลิเคชัน มีดังนี้ แอปพลิเคชันสามารถส่งและรับข้อมูลระหว่างเรือโดยใช้เชิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางได้ เรือสามารถเคลื่อนที่ไปยังพิกัดที่ระบุและหยุดอยู่ที่จุดดังกล่าวตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้เพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังเชิร์ฟเวอร์ และสุดท้ายเรือจึงจะกลับมายังจุดเริ่มต้น พิกัดที่เรือหยุดมีความคลาดเคลื่อนไปจากพิกัดที่ระบุ 5 เมตรโดยประมาณ ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากอุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส

Independent Study Title	Model Development for Boat Control by Automatic Coordinates and Directions Detection	
Author	Mr. Tanakorn Onlamoon	Student ID 580510598
Bachelor of Science	Computer Science	
Supervisor	Dr. Suphakit Awiphan	

Abstract

Experimental analysis of water quality in natural sources of water that vast and deep is necessary to use a boat for travelling to the location where the sample is needed. This increases the time to prepare and poses more risk of errors. Due to the problems mentioned above, this project therefore purposes to develop a boat that can move according to the specified coordinated and additional sensor equipment can be equipped with the boat and send the data back to the base station in a real-time manner.

The automatic boat was developed with devices based on the concept of IoT (Internet of Things) and transmit data with NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) technology. Firstly, the boat will consist of 2 functions: the automatic driving function, which is responsible for controlling the motion identification of the boat to the specified coordinates in a automatic manner and the automatic salvage function is responsible for controlling the boat back to the starting point in an emergency. Secondly, the application will consist of 2 features: the boat controlling feature and the boat's operational status tracking feature. Thirdly, electronic devices used to develop the boat include Arduino Mega 2560 R3, Devio NB-Shield I, GPS module, digital compass module, voltage sensor and motor driver module. Finally, software and programming language used include Arduino IDE and C++ for developing internal systems, Android Studio and Java for application development, Python and PHP for server development and store data with MySQL database.

Experimental results for the boat and the application are as follows. Firstly, the application can send and receive data between the boat via the server. Secondly, the boat can move to the specified coordinates and stop at that point for a specified period to send the data back to the server. Thirdly, the boat will return to the starting point. In conclusion, the coordinates of the ship stop are approximately 5 meters from the specified coordinates which is the error caused by the GPS receiver device

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงประยุกต์และเชิงทฤษฎี	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ/วิธีการวิจัย	2
1.5 แผนการดำเนินงานและระยะเวลาดำเนินงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	6
2.2 เอ็นบีไอโอที	7
2.3 เครือข่ายคลาวด์	9
2.4 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก	10
2.5 ระยะทางยุคติด	10
2.6 ภาคทิศ	11
2.7 อาดูยโนเมกะ	12
2.8 บอร์ดเสริมເອົາເວັສເວັນບີໂໂໂທ	13
2.9 ໂມດູລຂັ້ມມູຕອຣໍ L298N	14

สารบัญ (ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
2.10 โมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N	17
2.11 โมดูลเข็มทิศดิจิทัลสามแgn DA5883 GY-273	18
2.12 โวลเตจเซนเซอร์	18
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	19
3.1 ปัญหาและความต้องการของระบบ	19
3.2 ถกษณะการทำงานของระบบ	20
3.3 การออกแบบสถาปัตยกรรมของเรือ	21
3.4 แผนผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์	22
3.5 แผนภาพกิจกรรม	24
3.6 แผนภาพลำดับ	28
3.7 แผนภาพสถานะ	37
บทที่ 4 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้	41
4.1 การออกแบบส่วนต่อประสาน	41
4.2 การทำงานของส่วนต่อประสาน	42
บทที่ 5 การพัฒนาและทดสอบระบบ	46
5.1 การพัฒนาระบบ	46
5.2 การทดสอบระบบ	51
บทที่ 6 บทสรุป	55
6.1 สรุปผลการดำเนินการ	55
6.2 ปัญหาและข้อจำกัด	56
6.3 ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารอ้างอิง	57

ສາຮບໍລູ (ຕ່ອ)

ຫັວໜ້ອ	ໜ້າ
ກາຄຜນວກ ก	60
ກາຄຜນວກ ໬	65

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	5
ตารางที่ 2.1 ภาคทิศที่วัดจากทิศเหนือawanตามเข็มนาฬิกา	11
ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของบอร์ดพัฒนาอ่าดุยโน่เมกะ 2560	12
ตารางที่ 2.3 รายละเอียดของบอร์ดเสริมอีโอดีโอที	14
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างคำสั่งสำหรับใช้งานบอร์ดเสริมอีโอดีโอที	14
ตารางที่ 2.5 รายละเอียดของโมดูลขั้บมอเตอร์ L298N	15
ตารางที่ 2.6 การควบคุมทิศทางการหมุนของโมดูลขั้บมอเตอร์ L298N	16
ตารางที่ 2.7 รายละเอียดของโมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N	17
ตารางที่ 2.8 โมดูลเข็มทิศดิจิทัลสามแกน DA5883 GY-273	18
ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์และความหมายของแผนผังจริงทรอนิกส์	22
ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภาพกิจกรรม	24
ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภาพลำดับ	28
ตารางที่ 3.4 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภาพสถานะ	37
ตารางที่ 3.5 แสดงตารางสถานะของเรือ	40
ตารางที่ 5.1 การตรวจสอบความพร้อมทำงานของเรือ	52
ตารางที่ 5.2 การควบคุมมอเตอร์	53
ตารางที่ 5.3 การส่งข้อมูลระหว่างเรือและแอปพลิเคชันผ่านทางเชิร์ฟเวอร์	53
ตารางที่ 5.4 การทำงานของระบบขั้บเคลื่อนย้อนมื้ติ	54

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 2.1 ลักษณะของระบบไอโอที	6
ภาพที่ 2.2 ลักษณะของระบบอินบีไอโอที	8
ภาพที่ 2.3 ประโยชน์ของอินบีไอโอที	8
ภาพที่ 2.4 ลักษณะของเครือข่ายคลาวด์	9
ภาพที่ 2.5 การระบุตำแหน่งของจีพีเอส	10
ภาพที่ 2.6 ส่วนบนของทรงกลมบนห้องฟ้า	11
ภาพที่ 2.7 Arduino Mega 2560 Rev3	12
ภาพที่ 2.8 โมดูลขั้บมอเตอร์ L298N	15
ภาพที่ 2.9 กราฟแสดงแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยจากดิวตี้ไซเคิล	15
ภาพที่ 2.10 การทำงานของวงจรเซอร์วิซเพื่อควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง	16
ภาพที่ 2.11 โมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N และเสาอากาศ	17
ภาพที่ 2.12 โมดูลเข็มทิศ GY-273 HMC5883L	18
ภาพที่ 2.13 โวลเตจเซนเซอร์	18
ภาพที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของระบบ	20
ภาพที่ 3.2 อุปกรณ์ภายในเรือขึ้บเคลื่อนอัตโนมัติ	21
ภาพที่ 3.3 แผนผังวงจรการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในเรือ	23
ภาพที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชัน	25
ภาพที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชันส่วนติดตามสถานะของเรือ	25
ภาพที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชันส่วนควบคุมเรือ	26
ภาพที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรมของเรือ	27
ภาพที่ 3.8 แผนภาพลำดับการทำงานของเรือ	30
ภาพที่ 3.9 แผนภาพลำดับการติดตั้งอุปกรณ์	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 3.10 แผนภาพลำดับการตรวจสอบข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ภายในเรือ	32
ภาพที่ 3.11 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือไปยังจุดหมาย	33
ภาพที่ 3.12 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือกลับมายังจุดเริ่มต้น	34
ภาพที่ 3.13 แผนภาพลำดับการติดตามสถานะของเรือผ่านแอปพลิเคชัน	35
ภาพที่ 3.14 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือผ่านแอปพลิเคชัน	36
ภาพที่ 3.15 แผนภาพสถานะของเรือ	38
ภาพที่ 3.16 แผนภาพสถานะของแอปพลิเคชัน	39
ภาพที่ 4.1 การทำงานของส่วนต่อประสาน	41
ภาพที่ 4.2 หน้าจอหลัก	42
ภาพที่ 4.3 หน้าจอควบคุมเรือ	43
ภาพที่ 4.4 หน้าจอแสดงสถานะของเรือ	44
ภาพที่ 4.5 หน้าจอสำหรับเลือกตำแหน่งบนแผนที่ภูเก็ตแม่พ	45
ภาพที่ 5.1 เรือขับเคลื่อนอัตโนมัติ	46
ภาพที่ 5.2 การหาผลต่างของทิศที่เรือหันและทิศจากเรือไปยังเป้าหมาย	47
ภาพที่ 5.3 ช่วงของการตัดสินใจเลือกทิศทาง	48
ภาพที่ 5.4 การตรวจจับพิกัดของเรือและระยะห่างไปยังเป้าหมาย	49
ภาพที่ 5.5 แหล่งน้ำธรรมชาติ ณ ศูนย์ธรรมชาติวิทยาดอยสุเทพ	51
ภาพที่ ก.1 ไฟล์ .apk ของแอปพลิเคชัน	60
ภาพที่ ก.2 สอบถามการติดตั้งแอปพลิเคชัน	61
ภาพที่ ก.3 กำลังติดตั้งแอปพลิเคชัน	62
ภาพที่ ก.4 ติดตั้งแอปพลิเคชันสำเร็จ	63
ภาพที่ ก.5 การทำงานของยูดีพีเซิร์ฟเวอร์	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ ก.6 ไฟล์เอกสาร	64
ภาพที่ ข.1 หน้าจอหลัก	65
ภาพที่ ข.2 หน้าจอควบคุมเรื่อง	66
ภาพที่ ข.3 หน้าจอแสดงสถานะของเรื่อง	67
ภาพที่ ข.4 หน้าจอสำหรับเลือกตำแหน่งงบบันແຜນที่กฎเกิลแมพ	68

บทที่ 1

บทนำ

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัตินี้ เป็นการค่าวิธีสำหรับหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยการทำการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาแอปพลิเคชัน (Android Application) เพื่อส่งงานให้เรือเคลื่อนที่ไปยังพิกัดปลายทางตามค่าที่ระบุไว้ และมีการประยุกต์ใช้การติดต่อสื่อสารภายในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลระหว่างเรือขึ้บเคลื่อนอัตโนมัติกับสถานีฐานให้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่และติดตามสถานะของเรือได้ผ่านแอปพลิเคชันได้ ในส่วนของบทนำผู้จัดทำได้นำเสนอ หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ของโครงการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับขอบเขตของโครงการ แผนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

1.1 หลักการและเหตุผล

ในยุคปัจจุบันที่ความต้องการสินค้าอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีโรงงานที่ผลิตสินค้าประเภทนี้มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในขั้นตอนการผลิตก็นำมาสู่ของเสียต่าง ๆ ที่ถูกปล่อยออกมายังโรงงานสู่ธรรมชาติ เช่น น้ำเสีย ไอเสียเป็นต้น โดยสิ่งเหล่านี้สามารถทำลายทั้งป่าไม้ แม่น้ำหรือแหล่งน้ำจนอาจทำให้ระบบนิเวศของแหล่งธรรมชาติเสียสมดุล ด้วยเหตุนี้การทดลองวัดคุณภาพของแหล่งธรรมชาติจึงถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยบ่งชี้ว่าแหล่งธรรมชาตินั้นมีสภาพสมมูลน้อยหรือไม่

การทดลองวัดคุณภาพของแหล่งธรรมชาติต่าง ๆ มีขั้นตอนที่แตกต่างกัน ในกรณีของการวัดคุณภาพแหล่งน้ำ ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำกลับมาทดลองก็ถือเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจากเป็นปัจจัยหลักที่สามารถใช้ปัจจัยได้ว่าแหล่งน้ำมีความสมมูลน้อยหรือมีสภาพปนเปื้อนก็คือน้ำจากแหล่งน้ำนั้น ๆ ถ้าหากแหล่งน้ำนั้นมีความกว้างและความลึกของน้ำมาก ก็จะเป็นที่จะต้องใช้เรือเพื่อไปถึงยังจุดที่ต้องการเก็บตัวอย่างน้ำ ทำให้มีเวลาและเสียงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ อีกทั้งการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำได้ค่อนข้างยากหากน้ำในแหล่งน้ำมีความปนเปื้อนของสารเคมีสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายหากสัมผัสถูกมนุษย์โดยตรง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้ศึกษาและคิดพัฒนาเรือที่มีระบบขับเคลื่อนให้ไปถึงตำแหน่งที่ต้องการจะเก็บตัวอย่างน้ำแบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นอุปกรณ์ช่วยสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำ ทั้งแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็นบึงกว้าง ลึก หรือแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนสูง ซึ่งเรือขับเคลื่อนอัตโนมัตินี้จะสามารถช่วยประหยัดเวลา ลดแรงงานคนและช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการเดินทางโดยเรือได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อพัฒนาเรื่องขับเคลื่อนอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์
- 2) เพื่อพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะของเรือ
- 3) เพื่อพัฒนาเซิร์ฟเวอร์สำหรับสร้างช่องทางสื่อสารระหว่างเรือและแอปพลิเคชัน

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงประยุกต์และเชิงทฤษฎี

สามารถนำเรื่องขับเคลื่อนอัตโนมัติไปใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยการควบคุมหุ่นยนต์ระยะไกลหรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางน้ำด้านอื่น ๆ ได้

1.4 ขอบเขตของโครงการ/วิธีการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตทางสถาปัตยกรรม

เครื่องมือที่ใช้ประกอบการพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ มีดังนี้

- 1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย
 - 1.1) เครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา มีหน่วยประมวลผล Intel Core i7 2.6 GHz ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ขนาดความจุ 1 เ特ไบต์ (Terabyte) และหน่วยความจำหลักขนาด 16 กิกะไบต์ (Gigabyte)
 - 1.2) บอร์ดพัฒนา Arduino Mega 2560 R3
 - 1.3) บอร์ดเสริม Devio NB-Shield I
 - 1.4) โมดูลขับมอเตอร์ L298N
 - 1.5) โมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N
 - 1.6) โมดูลเข็มทิศดิจิทัลสามแgn DA5883 GY-273
 - 1.7) โวลเตจเซนเซอร์
 - 1.8) มอเตอร์กระແຕรงจำนวน 2 ตัว
 - 1.9) ใบพัด เพลาเหล็กและท่อเพลาเหล็กของเรือ FT012 จำนวนอย่างละ 2 ชิ้น
 - 1.10) แบตเตอรี่ 12 โวลต์ (Volt) 3 เชลล์ (Cells) 1500 มิลลิแอมป์ (Milliamps)
 - 1.11) ไฟม้าหัวเป็นวัสดุสร้างเรือ
 - 1.12) กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 2) ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย
 - 2.1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดว์เท็นเนดูเคชัน (Microsoft Windows 10 Education)
 - 2.2) ระบบปฏิบัติการเซ็นต์โอเอสเซเว่น (CentOS 7)

- 2.3) โปรแกรมอาดูโน่ไอเดีย (Arduino IDE) ใช้ในการพัฒนาระบบของเรือด้วยภาษาซีพลัสพลัส (C++ Programming Language)
 - 2.4) โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ (Android Studio) ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามการทำงานของเรือด้วยภาษาจาวา (Java Programming Language)
 - 2.5) ภาษาไพธอน (Python Programming Language) และภาษาพีเอชพี (PHP Programming Language) สำหรับพัฒนาเซิร์ฟเวอร์ (Server)
- 3) ระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนี้ทำงานผ่านเครือข่ายคลาวด์ (Cloud Network)

1.4.2 ขอบเขตของระบบงาน

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติจะแบ่งระบบออกเป็นทั้งหมด 3 ส่วน คือ ยานพาหนะในรูปแบบของเรือ แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะของเรือ และเซิร์ฟเวอร์สำหรับสร้างช่องทางการสื่อสารระหว่างเรือ และแอปพลิเคชัน โดยจะแบ่งฟังก์ชันออกได้ ดังนี้

1) ยานพาหนะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ยานพาหนะจะถูกออกแบบเป็นลักษณะของเรือ ซึ่งจะมีฟังก์ชันการทำงานทั้งหมด 2 ฟังก์ชัน คือ คันหาเส้นทางและนำเรือไปยังจุดหมายและนำเรือกลับมาเมื่อการทำงานของเรือขัดข้อง

1.1) ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

เป็นการตรวจหาพิกัดและทิศทาง เพื่อนำเรือไปยังจุดหมายด้วยการควบคุมมอเตอร์สองข้างร่วมกับโมดูลต่าง ๆ ภายในเรือ ลำดับการทำงานของฟังก์ชันนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

- กำหนดให้ตำแหน่งปัจจุบันของเรือเป็นจุดเริ่มต้น
- ผู้ใช้กำหนดจุดหมายบนแผนที่ในแอปพลิเคชัน
- ระบบอัตโนมัติควบคุมเรือไปยังจุดหมายและกลับมาที่จุดเริ่มต้น

1.2) นำเรือกลับมาเมื่อการทำงานของเรือขัดข้อง

ฟังก์ชันนี้จะสามารถค้นหาเส้นทางกลับด้วยตนเอง โดยจะควบคุมเรือกลับมาที่จุดเริ่มต้นได้ เพื่อลดภาระหน้าที่ของผู้ใช้ที่จะต้องเดินทางไปเก็บเรือด้วยตนเอง โดยมีกรณีดังนี้

- พลังงานแบตเตอรี่ของเรือต่ำ
- เรือออกห่างจากสถานีฐานมากเกินไป
- การเข้ามต่อ กับเรือขัดข้อง

2) แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะของเรือ
แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะของเรือจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนควบคุมเรือและส่วนติดตามสถานะของเรือ โดยอธิบายได้ดังนี้

2.1) ส่วนสำหรับควบคุมเรือ

ส่วนนี้จะใช้สำหรับควบคุมเรือโดยการเลือกตำแหน่งเป้าหมายและสั่งให้เรือเดินทางไปยังตำแหน่งที่ตั้งกล่าว หรือสั่งให้เรือกลับมาที่จุดเริ่มต้นขณะที่กำลังเดินทาง

2.2) ส่วนสำหรับติดตามสถานะของเรือ

สามารถติดตามสถานะต่าง ๆ ของเรือซึ่งดึงข้อมูลมาจากเซิร์ฟเวอร์ได้ ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาแสดงบนแอปพลิเคชัน ได้แก่

- สถานะการทำงานปัจจุบันของเรือ
- ตำแหน่งปัจจุบันของเรือในรูปแบบติจูดและลองจิจูด
- ระยะทางระหว่างเรือและเป้าหมายหน่วยเมตร
- ความเร็วการเคลื่อนที่หน่วยเมตรต่อวินาที (Meter Per Second)
- พลังงานที่เหลืออยู่ในหน่วยเบอร์เซ็นต์
- ความแรงของสัญญาณจากสถานีฐานหรืออาร์เอสเอสไอ (RSSI : Receive Strength Signal Indicator) ในหน่วยดีบีเอ็ม (dBm: Decibels-Milliwatt)

3) เซิร์ฟเวอร์สำหรับสร้างช่องทางสื่อสารระหว่างเรือและแอปพลิเคชัน
เนื่องจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่สามารถสร้างการเชื่อมต่อไปยังarendroidอยู่ด้วยตัวมันเอง จึงต้องมีเซิร์ฟเวอร์สำหรับเป็นตัวกลางสำหรับสื่อสารระบบทั้งสอง

1.4.3 ขอบเขตของข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามีดังนี้

- 1) ข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูดจากโมดูลจีพีเอส
- 2) ข้อมูลทิศทางของเรือจากโมดูลเข็มทิศ
- 3) ข้อมูลสถานะของเรือ
- 4) ข้อมูลแผนที่อิเล็กทรอนิกส์จากกูเกิลเมป (Google Maps)

1.5 แผนการดำเนินงานและระยะเวลาดำเนินงาน

การศึกษานี้เริ่มดำเนินงานตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงสิ้นเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562 และรายละเอียดการดำเนินงานดังตารางที่ 1.1 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- 1) ศึกษาขอบเขตและปัญหา
- 2) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 3) ออกรูปแบบ
- 4) พัฒนาระบบทามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งทำการทดสอบระบบไปพร้อม ๆ กัน
- 5) ทดสอบการใช้งานระบบ
- 6) จัดทำเอกสารประกอบระบบ พร้อมทั้งคู่มือการใช้งานระบบ

ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานทั้ง 6 ขั้นตอนนี้ ตามแผนการดำเนินงานจะถูกแบ่งเป็นช่วง ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ.2561					พ.ศ.2562				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาขอบเขตและปัญหา										
2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง										
3. ออกรูปแบบ										
4. พัฒนาระบบ										
5. ทดสอบและแก้ไขระบบงาน										
6. สรุปผลและจัดทำเอกสาร										

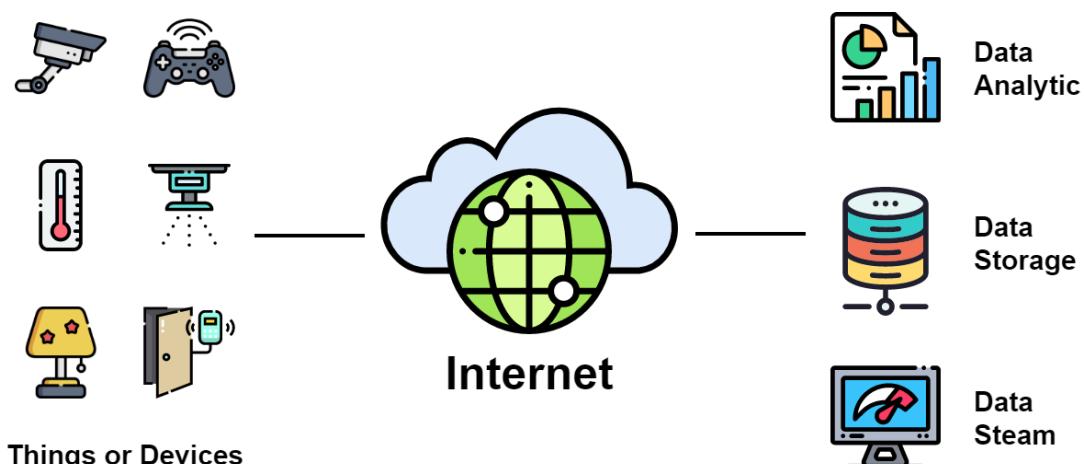
บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาขอบเขตงานและวัตถุประสงค์ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุม เรื่อโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ ได้มีการศึกษาองค์ความรู้จากหลักการและทฤษฎี ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาระบบ รวมถึงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวความคิดในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที [1] คือการที่อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันผ่านทางโปรโตคอล (Protocol) การสื่อสารได้ เช่น สัญญาณวิทยุ เอ็นบีไอโอที ไวไฟ (Wi-Fi) และบลูทูธ (Bluetooth) เป็นต้น ซึ่งมนุษย์ยังสามารถควบคุมอุปกรณ์เหล่านี้ผ่านทางเครือข่ายดังกล่าวได้ อุปกรณ์ไอโอทีที่เป็นลักษณะของเซ็นเซอร์ยังสามารถสร้างข้อมูลในปริมาณที่มหาศาลได้ ทำให้มีการนำข้อมูลเหล่านี้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ยกตัวอย่าง เช่น ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นจากเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ติดตั้งภายในห้องสรรพสินค้า ถูกนำไปวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytic) เพื่อหาแนวโน้มที่เครื่องจะชำรุดและนำไปวางแผนซ่อมบำรุงได้ล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาลงไปได้ นอกจากนี้ยังมีการนำข้อมูลเหล่านี้ไปแสดงผลแบบทันที (Data Stream) เพื่อทำให้มนุษย์สามารถติดตามการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องมือจากระยะไกลได้



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของระบบไอโอที

คุณลักษณะของอุปกรณ์และเครือข่ายไอโอที คือ อุปกรณ์ไอโอทีต้องทำการเชื่อมต่อแบบไร้สายและต้องใช้พลังงานต่ำ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในระยะเวลานาน สามารถใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่ง

พลังงานอย่างเดียวที่สามารถใช้ได้เป็นระยะเวลานานหลายเดือน ซึ่งหมายความว่ากับลักษณะงานที่ต้องทำการวางแผนเชอร์หรืออุปกรณ์จำนวนมาก

ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไอโอที่ด้วยส่วนมากจะประกอบด้วยหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ เช่นเซอร์ วงจรรับส่งคลื่นวิทยุและแหล่งจ่ายพลังงาน หน่วยประมวลผลและหน่วยความจำจะทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ อุปกรณ์ไอโอที่จะมีจำนวนมากในเครือข่าย หนึ่ง ๆ ราคาของอุปกรณ์ไอโอที่จะต้องมีราคาถูกและเพื่อให้ระบบโดยรวมมีราคาไม่สูงมากนักการออกแบบเครือข่ายจึงต้องหลีกเลี่ยงการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนและมีราคาแพง โดยเลือกที่จะกำหนดใช้การประมวลผลและหน่วยความจำอยู่นอกจานนี้ยังต้องพิจารณาถึง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและดูแลระบบ โดยในบางลักษณะงานที่มีความต้องการเสถียรภาพของการส่งสัญญาณ อาจต้องทำการออกแบบในลักษณะที่มีความยืดหยุ่น เมื่ออุปกรณ์ถูกป้อนพลังงานเพื่อเริ่มเข้าร่วมเครือข่ายจากการเปิดเครื่องครั้งแรกและสามารถรับส่งทางการส่งข้อมูลจากปัญหาการเสียหายของอุปกรณ์ บางส่วนในระบบที่เป็นอุปกรณ์ ส่งต่อข้อมูลภายใต้เครือข่าย

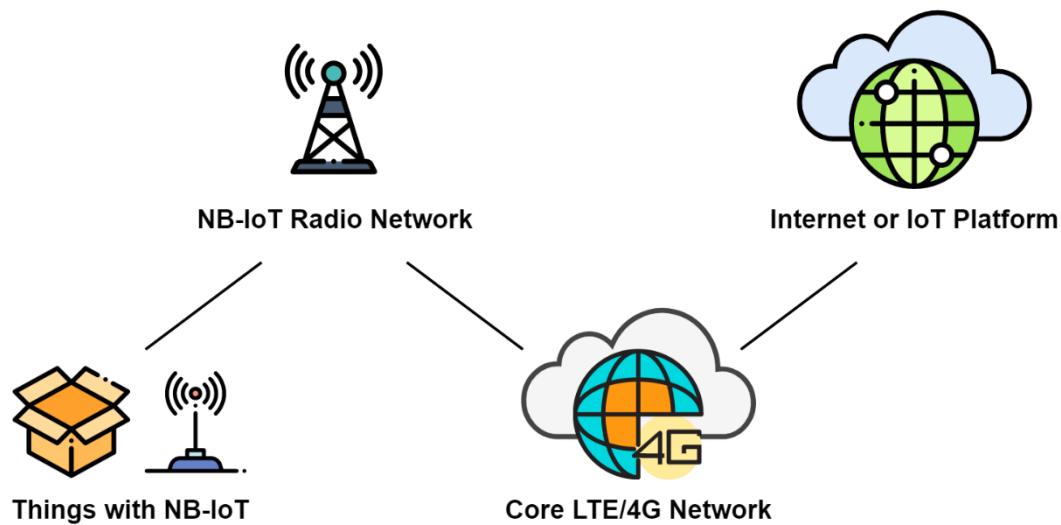
2.2 เอ็นบีไอโอที

เอ็นบีไอโอ [2] เป็นระบบเครือข่ายที่ถูกออกแบบโดย 3GPP ซึ่งเป็นผู้ดูแลมาตรฐานทางด้านการสื่อสารบนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีลักษณะเป็นระบบเครือข่ายที่ใช้พลังงานต่ำ มีความเร็วในการสื่อสารและความถี่ในการส่งข้อมูลต่ำ อุปกรณ์เอ็นบีไอโอที่ได้ทำงานบนคลื่นความถี่เดียวกันกับเครือข่ายของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

เครือข่ายของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่มีทั้งหมดสามย่านความถี่ ได้แก่

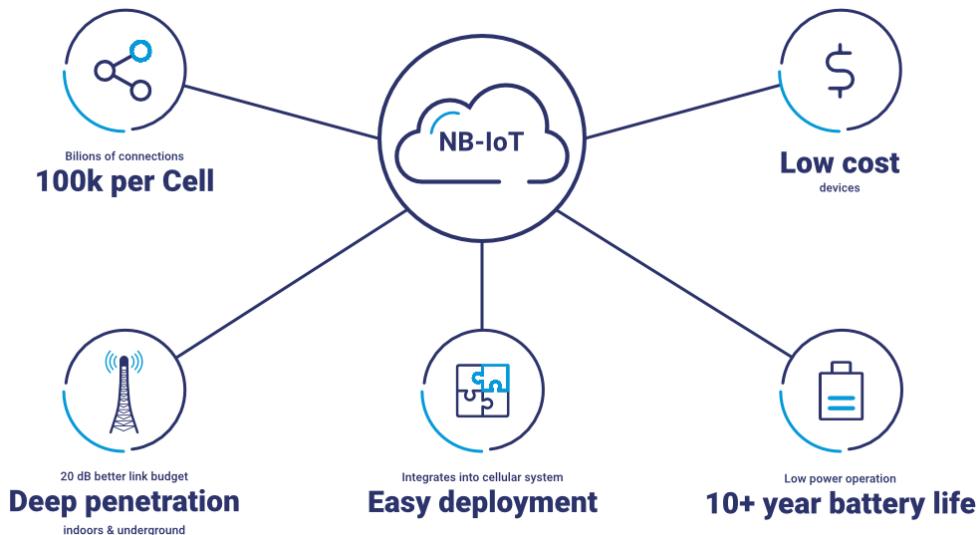
- จีเอสเอ็ม (GSM: Global System for Mobile Communications)
- 3 จี (3G: 3rd Generation Mobile Telecommunication)
- แอลทีอี (LTE: Long Term Evolution)

คลื่นทั้งสามอยู่ในย่านความถี่ที่หน่วยงานรัฐเป็นเจ้าของ (Licensed Band) ที่จะดำเนินการโดยผู้ให้บริการด้านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับอนุญาตในการใช้คลื่นความถี่นั้น ๆ เอ็นบีไอโอที่ใช้แอนด์ความถี่อย่างน้อย 180 กิโลเฮิรตซ์ (kHz: Kilohertz) ซึ่งสามารถใช้อยู่บนคลื่นความถี่หนึ่งช่องของจีเอสเอ็ม ใช้อยู่บนแอนด์ความถี่คุณของ แอลทีอีหรือใช้อยู่บนคลื่นความถี่เดียวกันกับแอลทีอี อุปกรณ์เอ็นบีไอโอที่จะสามารถส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังแอปพลิเคชันเชิร์ฟเวอร์ได้โดยตรง ดังนั้นถูกให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นผู้ดำเนินการสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์เอ็นบีไอโอที่จึงไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตเกตเวย์



ภาพที่ 2.2 ลักษณะของระบบอินเทอร์เน็ตบีโวโที

ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตบีโวโที คือ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานต่ำ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้เป็นจำนวนมาก มีพื้นที่ครอบคลุมเป็นวงกว้าง ศัญญาณสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ดี ต้นทุนอุปกรณ์ต่ำ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.3



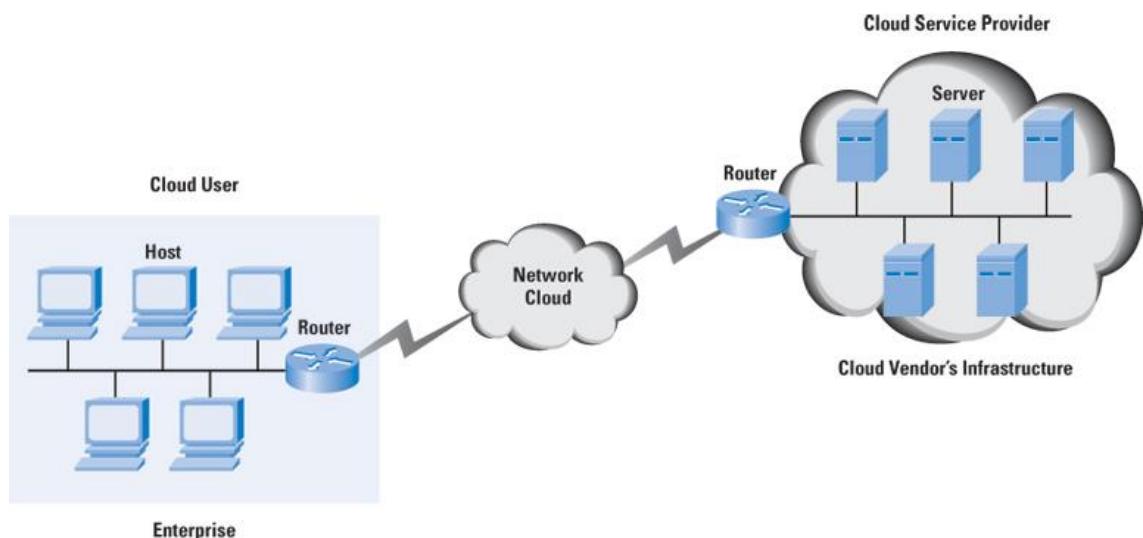
ภาพที่ 2.3 ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตบีโวโที

ที่มา <https://www.grandmetric.com/2018/02/16/narrowband-internet-of-things-nb-iot-an-overview/>

2.3 เครือข่ายคลาวด์

เครือข่ายคลาวด์ [3] เป็นการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ขนาดใหญ่หรือเป็นการทำงานด้วยเซิร์ฟเวอร์หลาย ๆ เครื่อง ทำให้มีความสามารถในการประมวลผลแบบมหาศาล คลาวด์เซิร์ฟเวอร์จึงสามารถสร้างบริการ (Service) ขึ้นมาเพื่อทำงานได้หลากหลาย

ความแตกต่างระหว่างคลาวด์เซิร์ฟเวอร์และเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทั่วไป คือ ภายในเครื่องเซิร์ฟเวอร์มีการสร้างระบบปฏิบัติการ (Operating System) ขึ้นมา ระบบปฏิบัติการจะทำงานอยู่ภายใต้เครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้น ๆ เมื่อเครื่องเซิร์ฟเวอร์มีปัญหา ระบบปฏิบัติการก็จะไม่สามารถทำงานต่อได้ แต่สำหรับคลาวด์นั้น จะประกอบด้วยเครื่องเซิร์ฟเวอร์หลาย ๆ เครื่องช่วยกันทำงาน เช่น ถ้าต้องการสร้างบริการที่เป็นคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtual Machine) แล้ว ระบบคลาวด์ก็จะทำการจำลองคอมพิวเตอร์เสมือนนั้น ๆ ขึ้นมา พร้อมกับจัดสรรทรัพยากรให้กับคอมพิวเตอร์เสมือนและด้วยระบบคลาวด์ที่ประกอบด้วยเครื่องเซิร์ฟเวอร์หลาย ๆ เครื่อง จึงทำให้มีเซิร์ฟเวอร์ตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหา ก็จะไม่มีผลต่อการการทำงานของคอมพิวเตอร์เสมือนหรือบริการอื่น ๆ ที่กำลังทำงานอยู่ในขณะนั้น เพราะคลาวด์ จะมีการจัดสรรทรัพยากรเข้ามาทำงานแทนที่ได้ตลอดเวลา



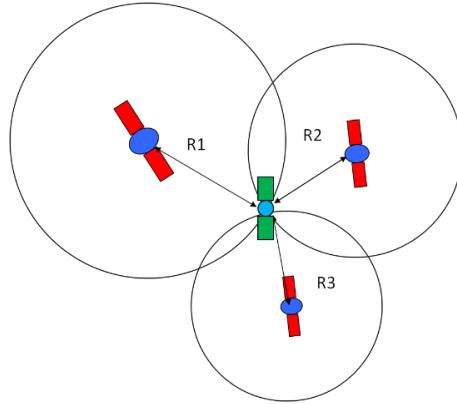
ภาพที่ 2.4 ลักษณะของเครือข่ายคลาวด์

ที่มา <https://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-45/123-cloud1.html>

2.4 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส (GPS: Global Positioning System) [4] เป็นระบบที่ใช้ระบุตำแหน่งบนโลก สามารถระบุตำแหน่งพิกัด 3 แกนคือ (X , Y , Z) และระบุความเร็วของ การเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งที่รับสัญญาณจากดาวเทียมนาฟสตาร์ (Navstar) ที่โคจรอยู่รอบโลก

เทคนิคการหาตำแหน่งของจีพีเอส คือ หากทราบตำแหน่งของดาวเทียมและระยะทางจาก ดาวเทียมถึงจุดรับสัญญาณ จะสามารถหาตำแหน่งของจุดรับสัญญาณได้ ซึ่งใช้ระยะทางแบบยุคลิดในการคำนวณ โดยใช้ดาวเทียม 3 ตัวในการหาตำแหน่งที่รัศมีตัดกันดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การระบุตำแหน่งของจีพีเอส

ที่มา https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/policy/GPS_History.html

2.5 ระยะทางยุคลิด

ระยะทางยุคลิด (Euclidean Distance) [5] คือระยะทางระหว่างจุดสองจุดในแนวเส้นตรง ระยะทางแบบยุคลิดระหว่างจุดสองจุด p และ q คือความยาวของส่วนของเส้นตรง \overline{pq} ถ้า $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ และ $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ เป็นจุดสองจุดบนปริภูมิยุคลิด n มิติ จะคำนวณระยะทางได้จาก สมการที่ 2.1

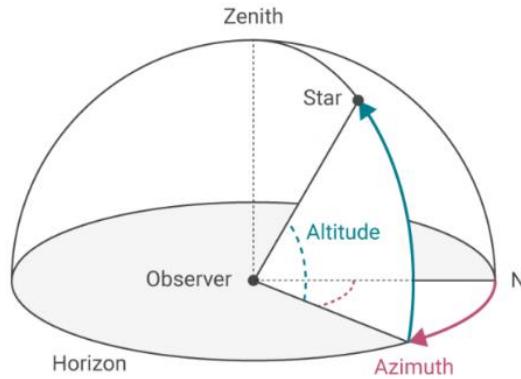
$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \cdots + (p_n - q_n)^2} \quad 2.1$$

ในรูปแบบสองมิติแบบยุคลิด ถ้า $p = (p_1, p_2)$ และ $q = (q_1, q_2)$ แล้ว ระยะทางระหว่าง p และ q สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.2

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2} \quad 2.2$$

2.6 ภาคทิศ

ภาคทิศหรือแอซิมัท (Azimuth) [6] เป็นการวัดมุมในพิกัดทรงกลม โดยลากเส้นจากจุดหนึ่งไปยังจุดที่สนใจและฉายลงบนระนาบที่อ้างอิง จะทำให้เกิดมุราห์ว่างเส้นได้จากการฉายและเส้นที่อ้างอิงบนระนาบ ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ส่วนบนของทรงกลมบนท้องฟ้า

ที่มา <https://www.timeanddate.com/astronomy/horizontal-coordinate-system.html>

ภาคทิศที่บอกทิศทางให้กับเข็มทิศ จะใช้เส้นข่านวนหรือเส้นละติจูดเป็นระนาบอ้างอิง ซึ่งวัดจากแนวทิศเหนือนอนตามเข็มนาฬิกา มีค่าตั้งแต่ 0-360 องศา สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ภาคทิศที่วัดจากทิศเหนือนอนตามเข็มนาฬิกา

ทิศเทียบกับองศา			
ทิศเหนือ	0°, 360°	ทิศใต้	180°
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	45°	ทิศตะวันตกเฉียงใต้	225°
ทิศตะวันออก	90°	ทิศตะวันตก	270°
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	135°	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	315°

การระบุภาคทิศบนแผนที่ (Cartographical Azimuth) จะสามารถบุได้เมื่อทราบพิกัดของจุดสองจุดในแนวราบ (Cartographical Coordinates) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.3

$$\alpha = \frac{180}{\pi} \operatorname{atan2}(X_2 - X_1, Y_2 - Y_1) \quad 2.3$$

จากสมการที่ 2.3 ค่าที่ได้จากการคำนวณจะเป็นมุมในพิกัดวงกลม หากคำนวณออกมาแล้วเป็นค่าลบสามารถบวกด้วย 360 เพื่อแปลงเป็นค่าบวก

2.7 อาดูยโนเมกะ

อาดูยโนเมกะ (Arduino Mega) [7] เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ นำงงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือเขียนซอฟต์แวร์โดยดูแลจากภายนอกเชื่อมต่อเข้ามาที่ช่องอินพุตและเอาต์พุตของบอร์ดได้ นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งบอร์ดเสริม (Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น บอร์ดเสริมสำหรับเชื่อมต่อบลูทูธ บอร์ดเสริมสำหรับเชื่อมต่อไฟฟ้า หรือบอร์ดเสริมสำหรับขยายช่องจีพีไอโอ (GPIO: General-purpose input/output) เป็นต้น นอกจากนี้ทางผู้พัฒนาอาดูยโนยังได้เปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของตัวบอร์ดอาดูยโนรุ่นต่าง ๆ



ภาพที่ 2.7 Arduino Mega 2560 Rev3 [7]

บอร์ดอาดูยโนเมกะมีช่องสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก มีดังนี้

- 1) ช่องจีพีไอโอ จำนวน 60 ช่อง
- 2) ช่องฮาร์ดแวร์ซีเรียล (Hardware Serial Ports) จำนวน 4 ช่อง
- 3) พอร์ตยูเอสบี (USB: Universal Serial Bus)
- 4) พอร์ตไอซีเออสพี (ICSP: In Circuit Serial Programming)

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของบอร์ดพัฒนาอาดูยโนเมกะ 2560

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega2560
แรงดันไฟฟ้าที่ทำงานได้	5 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าอินพุตที่เหมาะสม	7 ~ 12 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าอินพุตสูงสุด	6 ~ 20 โวลต์
ช่องติดจิทัลอินพุตและเอาต์พุต	54 ช่อง (มี 15 ช่องที่สามารถใช้สัญญาณ PWM ได้)
ช่องแอนะล็อกอินพุต	16 ช่อง

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของบอร์ดพัฒนาอาชญาโนเมกะ 2560 (ต่อ)

คุณสมบัติ	รายละเอียด
หน่วยความจำแฟลช (Flash Memory)	16 กิโลไบต์ (Kilobyte)
เอสแรม (SRAM)	8 กิโลไบต์
อีอีพร้อม (EEPROM)	4 กิโลไบต์
ความเร็วสัญญาณนาฬิกา	16 เมกะเฮิรตซ์ (Megahertz)

2.8 บอร์ดเสริมເອໄລເອສເວັນປີໄອໂທ

บอร์ดเสริมເອໄລເອສເຈັນປິໂຄໂທ (AIS NB-IoT Shield) ອີ່ ເຕົວໂລເຈັນປິຊີ່ດັວນ (Devio NB-Shield I) [8] ເປັນບอร์ດສື່ສາງສຳຮັບເຄື່ອງຂ່າຍເຈັນປິໂຄໂທຂອງເອໄລເອສ ໃຊ້ສຳຮັບເຊື່ອມຕ່ອກັບເຄື່ອງຂ່າຍໂໂຮສັບພົດເກລືອນທີ່ເພື່ອເຂົ້າສົ່ງເຄື່ອງຂ່າຍອິນເທଡ଼ຣຸນັດ ບອັດເສັນນີ້ສາມາດຕິດຕັ້ງລົງບນບອັດອາດຸຍໂນເມກະ ໂດຍຈະໃຊ້ການສື່ສາງແບບຍູ້ເອວັບທີ່ (UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) ເພື່ອຮັບຫຼືສ່ວນຂໍ້ມູນ



ภาพที่ 2.8 Devio NB-Shield I

ที่มา <http://www.bbtestit.com/ลองเล่นบอร์ด-devio-nb-shield-i-ทางเริ่ม>

ส่วนประกอบหลักของบอร์ดเสริมເໄວເອສເວັນປ້າໂວທີ ມີດັ່ງນີ້

- 1) ชิป Quectel BC95 ซึ่งเป็นโมดูลอีเน็ตบีโวโอดี
 - 2) อีซิม (eSIM) สำหรับเข้าถึงเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
 - 3) เสาอากาศสำหรับรับสัญญาณ

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดของบอร์ดเสริมอินบีโอโอดี

คุณสมบัติ	รายละเอียด
โมดูลการสื่อสาร	Quectel BC95
เทคโนโลยีเครือข่าย	LTE Cat. NB1 หรือ เอ็นบีโอโอดี
ความถี่	แบนด์ 8 หรือ 900 เมกะเฮิรตซ์
การส่งข้อมูลดาวน์ลิงก์ (Downlink)	24 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps : Kilobit Per Second)
การส่งข้อมูลอัปลิงก์ (Uplink)	15.625 กิโลบิตต่อวินาที
โปรโตคอลสแตก (Protocol Stack)	<ul style="list-style-type: none"> - ยูดีพี (UDP: User Datagram Protocol) - โคเอปี (CoAP: Constraint Application Protocol)

บอร์ดเสริมอิオเนตส์ เอ็นบีโอโอดี จะมีคำสั่งสำหรับใช้งานบอร์ดหรือคำสั่งเอที (AT Command) ซึ่งอ้างอิงจาก Quectel BC95 [9] มีตัวอย่างคำสั่งที่สามารถใช้งานได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างคำสั่งสำหรับใช้งานบอร์ดเสริมอิオเนตส์ เอ็นบีโอโอดี

คำสั่ง	ผลลัพธ์
AT+NPING	ปิง (Ping) ไปยังไอพีที่ระบุ
AT+NSORC	สร้างซีอกเก็ต
AT+NSOST	รับและส่งแพ็กเก็ตยูดีพี ขนาดไม่เกิน 512 ไบต์ (Btye)
AT+NSORF	รับแพ็กเก็ตยูดีพี ขนาดไม่เกิน 512 ไบต์
AT+CGMR	อ่านเวอร์ชันของเฟิร์มแวร์
AT+CGSN	อ่านหมายเลขประจำโมดูล (IMEI)
AT+CIMI	อ่านหมายเลขประจำซิม (IMSI)
AT+CGPADDR	อ่านไอพีที่ได้รับจากเครือข่าย
AT+CSQ	อ่านความแรงสัญญาณ

2.9 โมดูลขับมอเตอร์ L298N

โมดูลขับมอเตอร์ L298N (Motor Drive Module L298N) [10] เป็นโมดูลที่สามารถควบคุมความเร็วการหมุนและทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงได้ โมดูลนี้สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงได้สองตัวแบบแยกอิสระจากกัน



ภาพที่ 2.8 โมดูลขับมอเตอร์ L298N

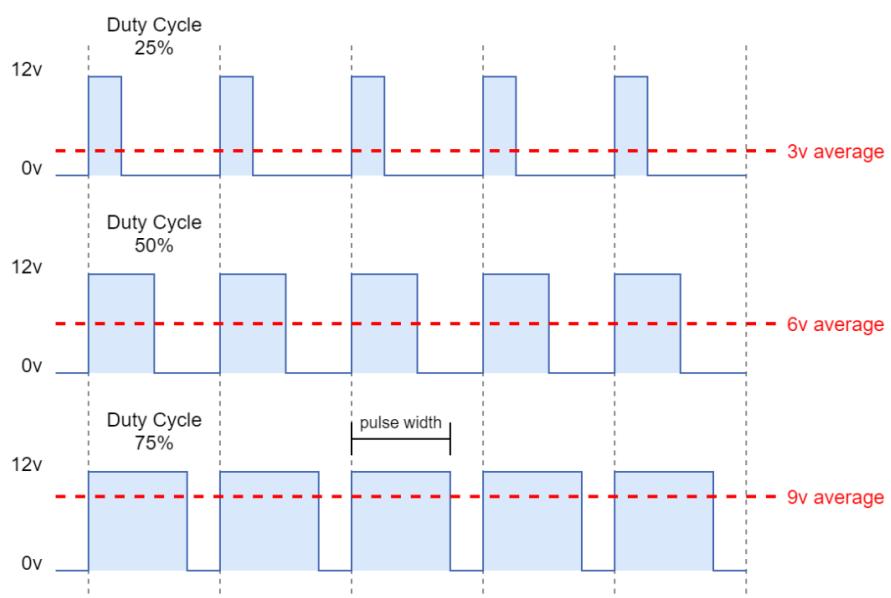
ที่มา <https://makeradvisor.com/tools/l298n-motor-driver>

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดของโมดูลขับมอเตอร์ L298N

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ชิปขับเคลื่อนโซลาริจคู่	L298N
แรงดันไฟฟ้าที่ทำงานได้	5 ~ 35 โวลต์
กระแสขับเคลื่อนสูงสุด	2 แอมป์

1) การปรับความเร็วการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงด้วยเทคนิคพีดับเบิลยูเอ็ม

ความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงสามารถควบคุมได้โดยการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าอินพุต โดยการใช้เทคนิคพีดับเบิลยูเอ็ม (PWM: Pulse Width Modulation) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ปรับค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าอินพุตโดยส่งชุดสัญญาณพัลส์เปิดกับปิด แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยจะแปรผันตามความกว้างของสัญญาณ (Pulse Width) หรือเรียกว่าดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ดังภาพที่ 2.9

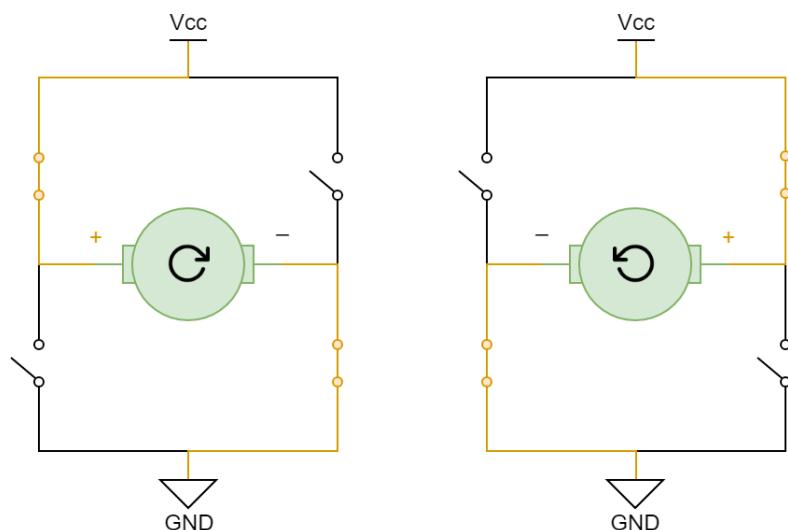


ภาพที่ 2.9 กราฟแสดงแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยจากดิวตี้ไซเคิล

การควบคุมความเร็วการหมุนของมอเตอร์กระແສຕຮງດ້ວຍໂມຄູລຂັບນອເຕອຣ L298N ສາມາຮັກປັບຄ່າໄດ້ຮ່ວ່າ 0 ລົງ 255 ຊື່ໝາຍຄື່ງອັຕຣາສ່ວນຂອງປະມານກະແສໄຟທີ່ຕ້ອງກາຈ່າຍເຂົ້າໄປຢັ້ງນອເຕອຣແຕ່ລະຕຸວ

2) การควบคุมທຶນທາງກາຮມູນຂອງມອເຕອຣດ້ວຍວຈຣອ່ຊບຣິດຈໍ

ທຶນທາງກາຮມູນຂອງມອເຕອຣກະແສຕຮງສາມາຮັກຄຸມໄດ້ໂດຍກາເປີ່ຍິນຂ້າວຂອງແຮງດັນໄຟຟ້າ ໂດຍກາໃໝ່ຈຣອ່ຊບຣິດຈໍ (H-Bridge Circuit) ຊື່ປະກອບດ້ວຍສວິຕີ່ສີ່ຕົວໂດຍມື່ມອເຕອຣອຸ່ຽນກາລາງແລະເຂື່ອມຕ່ວງຈະເປັນຮູ່ປັດຕົວເອົ້າ ຕັ້ງກາພທີ່ 2.10



ກາພທີ່ 2.10 ກາຮທຳງານຂອງວຈຣອ່ຊບຣິດຈໍເພື່ອควบคຸມທຶນທາງກາຮມູນຂອງມອເຕອຣກະແສຕຮງ

การควบคຸມທຶນທາງກາຮມູນຂອງໂມຄູລຂັບນອເຕອຣ L298N ສໍາຫັບນອເຕອຣຕົວແຮກຈະໃໝ່ໜ່ອງ Input 1 ກັບ Input 2 ໃນກາຮທຳງານ ແລະໃໝ່ໜ່ອງ Input 3 ແລະ Input 4 ໃນກາຮທຳມອເຕອຣຕົວທີ່ສອງ ສາມາຮັກແສດງທຶນທາງກາຮມູນແລະຫຼຸດໝູນໄດ້ດັ່ງຕາຮາງທີ່ 2.6

ຕາຮາງທີ່ 2.6 ກາຮທຳງານຂອງວຈຣອ່ຊບຣິດຈໍເພື່ອມອເຕອຣ L298N

Input 1 & 3	Input 2 & 4	Spinning Direction
LOW (0)	LOW (0)	Stop
LOW (0)	HIGH (1)	Backward
HIGH (1)	LOW (0)	Forward
HIGH (1)	HIGH (1)	Stop

2.10 โมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N

โมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N (GPS Module Ublox NEO-M8N) [11] เป็นโมดูลที่สามารถติดตามระบบนำทางจีพีเอสและจีอินເນັບເສ (GNSS: Global Navigation Satellite System) ได้โดยใช้เสาอากาศ (Antenna) เป็นตัวรับสัญญาณจาก วเทียม ข้อมูลที่ถูกส่งออกมานาจากโมดูลจะอยู่ในลักษณะproto콜เลนເນັມອີເອ (NMEA: National Marine Electronics Association) การอ่านข้อมูลจากโมดูลมายังบอร์ดพัฒนาจะต้องใช้การสื่อสารแบบยูเออาร์ที

โมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N มีไลบรารีที่รองรับการทำงานของโมดูลนี้ คือ ไลบรารีtinyGPSplus Library มีความสามารถในการแปลงข้อมูลจากโมดูลที่อยู่ในรูปแบบເນັມອີເອ เป็นค่าต่าง ๆ เช่น ละติจูดและลองจิจูดของตำแหน่งที่รับสัญญาณหรือเวลาสากลเชิงพิกัด (Coordinated Universal Time) เป็นต้น



ภาพที่ 2.11 โมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N และเสาอากาศ

ที่มา <https://www.arduinoall.com/product/1113>

ตารางที่ 2.7 รายละเอียดของโมดูลจีพีเอส Ublox NEO-M8N

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ชิปจีพีเอส	Ublox NEO-M8N
แรงดันไฟฟ้าที่ทำงานได้	3.3 ~ 5 โวลต์
อุณหภูมิที่ทำงานได้	-40 ~ 85 องศาเซลเซียส (°C)
ความแม่นยำของการระบุตำแหน่ง	±2.5 เมตร
โปรโตคอลการสื่อสาร	<ul style="list-style-type: none">- เอ็นເນັມອີເອ- อาร์ທິ່ສີເນັມ (RTCM: Radio Technical Commission for Maritime Services)- ຍູປີເອັກ (UBX: Ublox)

2.11 โมดูลเข็มทิศดิจิทัลสามแกน DA5883 GY-273

โมดูลเข็มทิศดิจิทัลสามแกน DA5883 GY-273 (3-Axis Digital Compass Module DA5883 GY-273) เป็นโมดูลเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยเซนเซอร์ HMC5883L [12] ที่ใช้สำหรับตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกได้ ข้อมูลที่ได้จากโมดูลนี้จะอยู่ในรูปแบบพิกัดสามมิติได้แก่ X, Y และ Z ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาหมุนเอนซิมที่ได้



ภาพที่ 2.12 โมดูลเข็มทิศ GY-273 HMC5883L

ที่มา <https://www.amazon.in/GY-273-HMC5883L-Compass-Magnetometer-Arduino/dp/B00NU93CGC>

ตารางที่ 2.8 โมดูลเข็มทิศดิจิทัลสามแกน DA5883 GY-273

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ชิปเข็มทิศ	HMC5883L
รุ่นของโมเดล	GY-273
แรงดันไฟฟ้าที่ทำงานได้	3.3 ~ 5 โวลต์
ช่วงการวัด	$\pm 1.3 \sim 8$ เกาส์เชียน (Gaussian)
โปรโตคอลการสื่อสาร	ไอส์แคร์ซี (I ² C: Inter-Integrated Circuit)

2.12 โวลเตจเซนเซอร์

โวลเตจเซนเซอร์ [13] เป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง สามารถนำไปดูลงานตัวร่วมเข้ากับวงจรเพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าได้



ภาพที่ 2.13 โวลเตจเซนเซอร์

ที่มา <https://www.arduinoall.com/product/598>

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

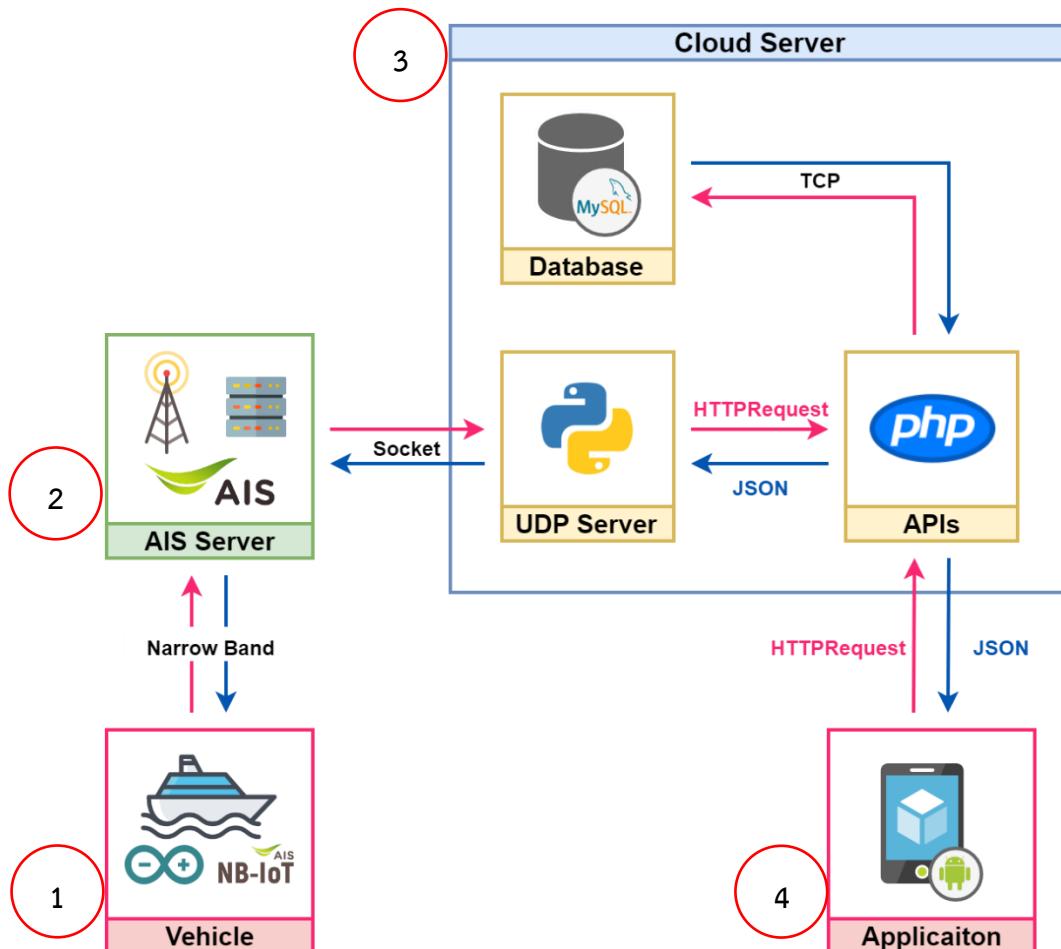
การวิเคราะห์และออกแบบระบบเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมากไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาระบบใหม่ หรือพัฒนาเพื่อปรับปรุงระบบงานเดิม เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ทำให้เห็นถึงโครงสร้างการทำงานของระบบและการติดต่อประสานกับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ การวิเคราะห์ระบบเริ่มจาก การศึกษาจากระบบเดิม หรือศึกษาความต้องการที่จะทำระบบใหม่ ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถจัดการแก้ไขกับปัญหานั้นได้การออกแบบ เป็นการนำเอาความรู้หรือความต้องการมาเป็นแบบแผนในการสร้าง เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้จริง ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบจะช่วยให้ลดความซับซ้อนของการทำงาน จัดการกับการทำงานที่ซ้ำซ้อนให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ

3.1 ปัญหาและความต้องการของระบบ

จากระบบเดิมที่ผู้ใช้จะต้องใช้เรื่อเพื่อไปถึงยังจุดที่ต้องการเก็บตัวอย่างน้ำ ทำให้มักจะเสียเวลาและเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ อีกทั้งการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำได้ค่อนข้างยากหากน้ำในแหล่งน้ำมีความปนเปื้อนสูง จากการวิเคราะห์ปัญหาทำให้ได้ความต้องการของระบบที่สามารถแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรื่อโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นyanพาหนะที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำหรือวิเคราะห์คุณภาพน้ำและเดินทางไปยังจุดที่ต้องการด้วยระบบอัตโนมัติได้ ซึ่งมีหน้าที่หลักดังนี้

- 1) เรือต้องสามารถไปยังจุดหมายและกลับมาอย่างจุดเริ่มต้นได้
- 2) สามารถควบคุมเรือและติดตามสถานะการทำงานของเรือผ่านแอปพลิเคชันได้
- 3) มีระบบภูเรือที่สามารถตรวจสอบปัญหาการทำงานเรือได้ เช่น พลังงานแบตเตอรี่ต่ำ หรือสัญญาณอินเทอร์เน็ตขัดข้อง เป็นต้น เพื่อนำพาเรือกลับมาที่จุดเริ่มต้นได้ทันที
- 4) ไม่ครอบคลุมถึงการพัฒนาเซนเซอร์สำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวางในระหว่างที่เรือกำลังเดินทางและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ
- 5) สภาพแวดล้อมที่เรือจะถูกใช้งานมีลักษณะเป็นบ่อ้ำน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ

3.2 ลักษณะการทำงานของระบบ



ภาพที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.1 สามารถอธิบายลักษณะการทำงานของระบบได้ดังนี้

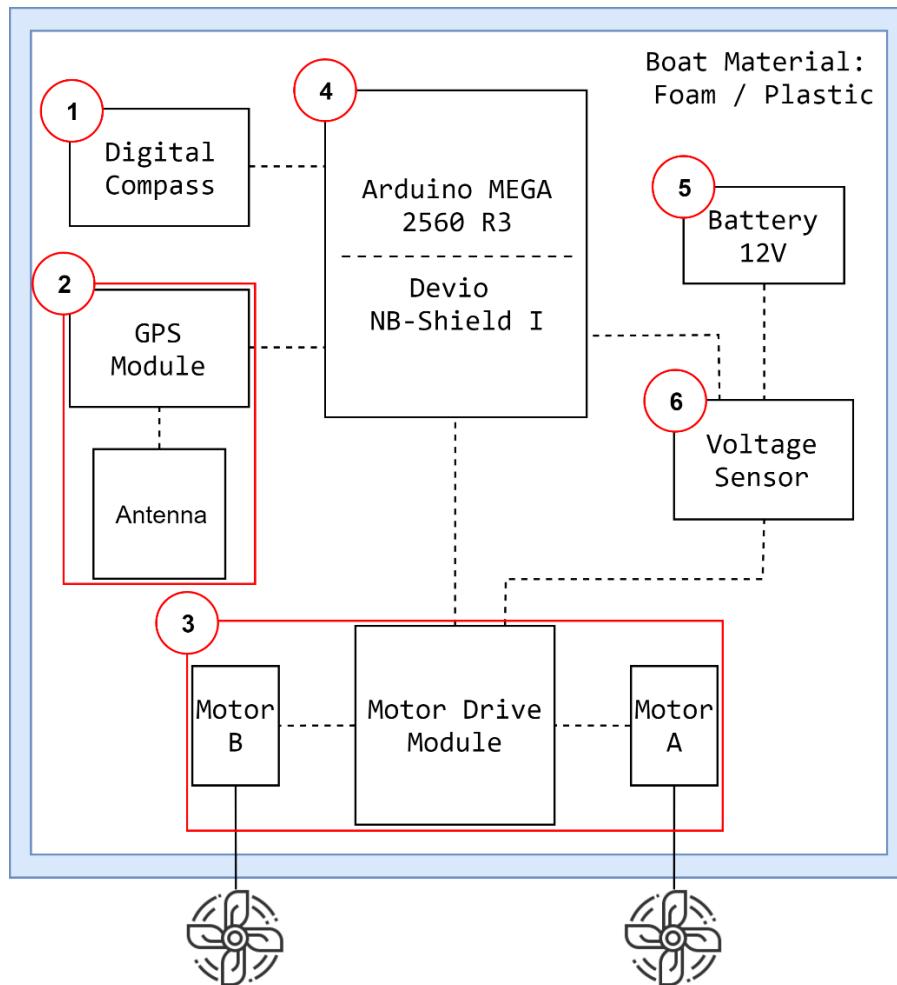
ส่วนที่ 1 คือ ยานพาหนะที่มีลักษณะเป็นเรือ มีอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานต่าง ๆ ภายในเรือ ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดการใช้งานในหัวข้อที่ 3.3

ส่วนที่ 2 คือ เครื่องข่ายของไอโอเอสที่รับสัญญาณอินบีไอโอที่ และรับส่งข้อมูลไปยัง เซิร์ฟเวอร์ในส่วนที่ 3

ส่วนที่ 3 คือ คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ เป็นช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างเรือและแอปพลิเคชัน

ส่วนที่ 4 คือ แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ใช้สำหรับควบคุมและติดตาม สถานะการทำงานของเรือ

3.3 การออกแบบสถาปัตยกรรมของเรือ



ภาพที่ 3.2 อุปกรณ์ภายในเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติ

จากภาพที่ 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในเรือมีดังนี้

ส่วนที่ 1 โมดูลจีพีเอส ใช้สำหรับระบุตำแหน่งของเรือบนแผนที่

ส่วนที่ 2 เข็มทิศดิจิทัลและเสาอากาศ ใช้สำหรับค้นหาทิศทางที่เรือหันอยู่

ส่วนที่ 3 โมดูลข้อมูลเตอร์ ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ทั้งสองลูก

ส่วนที่ 4 บอร์ดอาดิยโน่เมกะ ใช้ควบคุมการทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดบนเรือ และบอร์ดเซริมแอลไอเอสเอ็นบีไอโอที ใช้สำหรับส่งข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

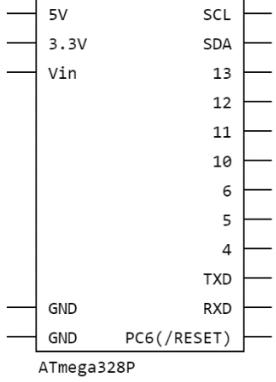
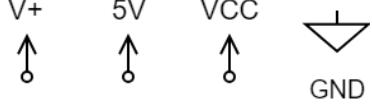
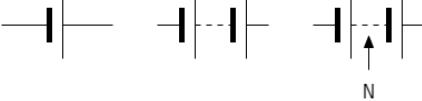
ส่วนที่ 5 แหล่งพลังงาน ใช้สำหรับจ่ายพลังงานให้กับเรือ

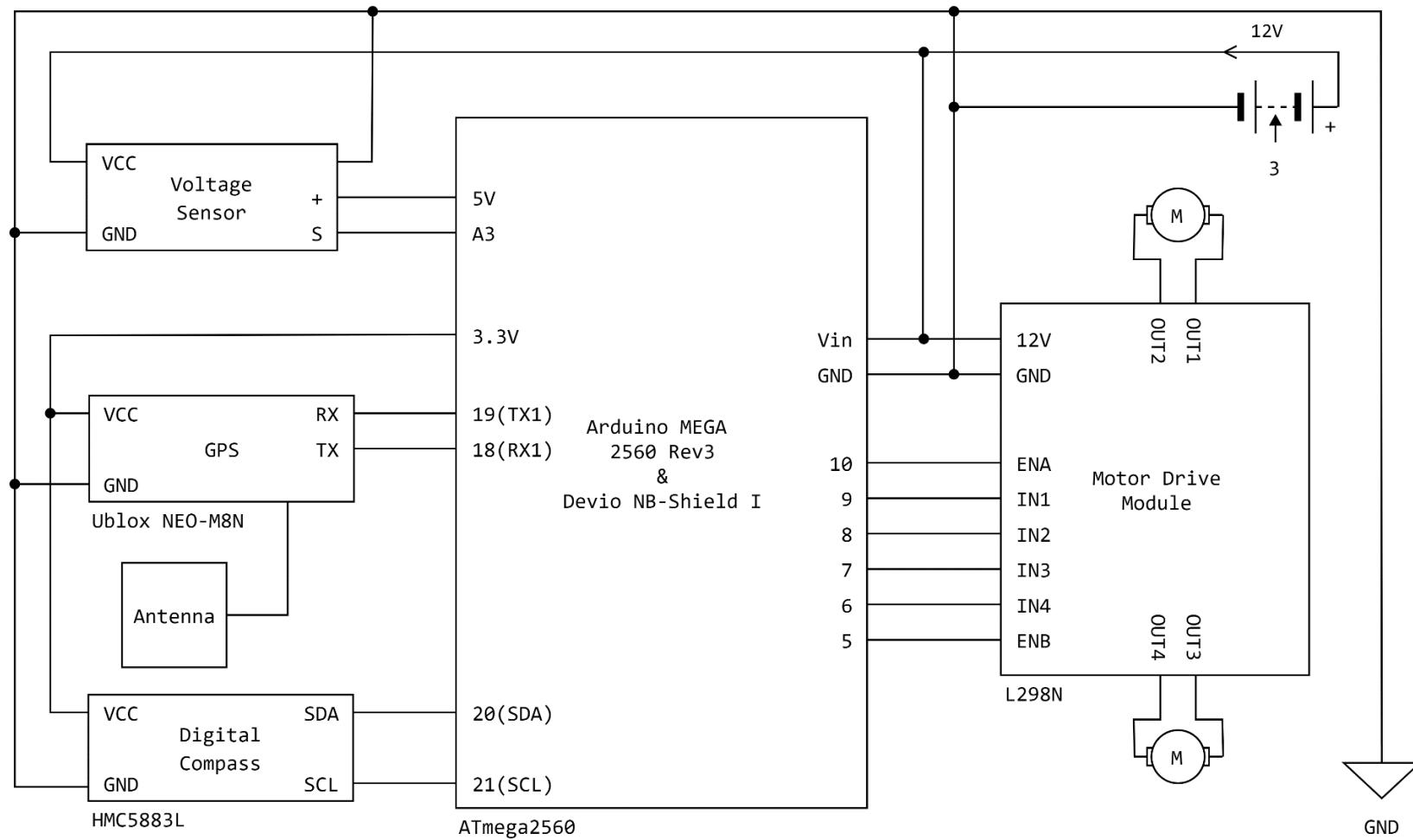
ส่วนที่ 6 โวลเตจเซนเซอร์ ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าของแหล่งพลังงาน

3.4 แผนผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์

แผนผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Schematic) คือแผนผังที่ใช้สำหรับแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในวงจร แผนผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของเรือขึ้บเคลื่อนอัตโนมัติสามารถแสดงในภาพที่ 3.3 ซึ่งสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงแผนผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์และความหมายของแผนผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ชื่oSัญลักษณ์	คำอธิบาย	ตัวอย่างสัญลักษณ์
Integrated Circuits / Microcontrollers	วงจรประกอบด้วยขา (pins) ที่ถูกกำกับด้วยชื่อหรือตัวเลข	 ATmega328P
Wires	สายไฟสำหรับนำไฟฟ้า	
Junctions and Nodes	การแบ่งทางแยก ให้กับสายไฟ	
Voltage Nodes	โหนดที่เกี่ยวข้องกับ แรงดันไฟฟ้า	
Batteries	เซลล์แบตเตอรี่	
Motor	มอเตอร์	



ภาพที่ 3.3 แผนผังวงจรการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในเรือ

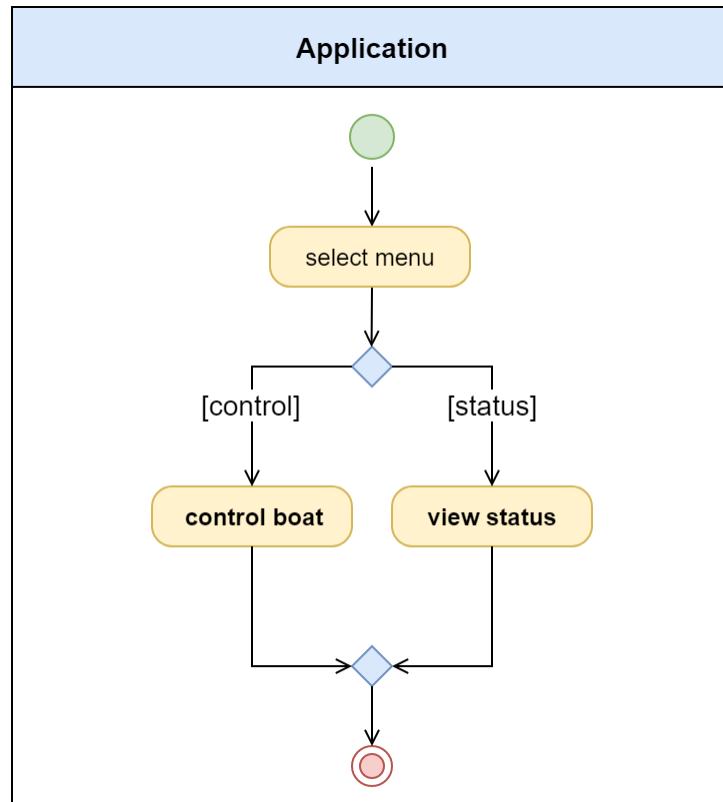
3.5 แผนภาพกิจกรรม

แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้อธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบในลักษณะกระแสการไหลของงาน (Work Flow) แผนภาพกิจกรรมของเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถแสดงในภาพที่ 3.4 - ภาพที่ 3.7 และสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงแผนภาพกิจกรรมดังตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภาพกิจกรรม

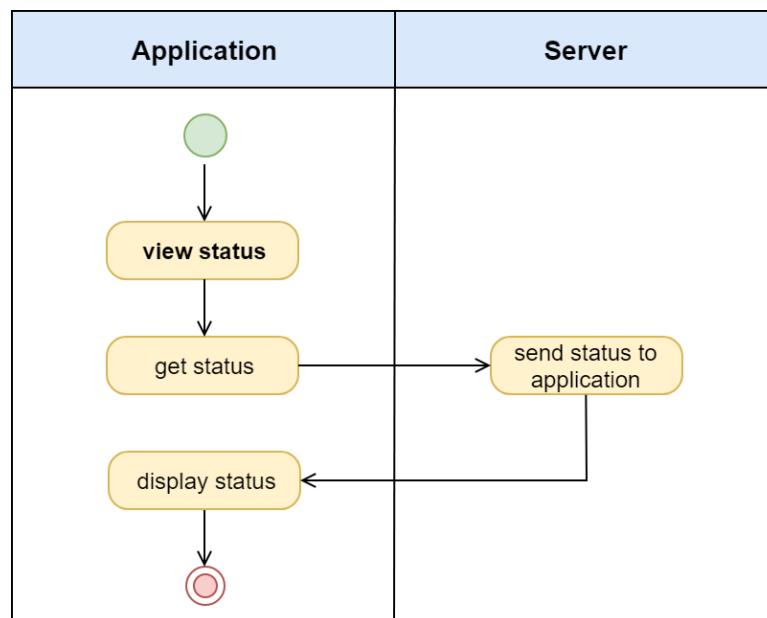
ชื่oSัญลักษณ์	คำอธิบาย	ตัวอย่างสัญลักษณ์
Initial State	จุดเริ่มต้นของระบบ	
Final State	จุดสิ้นสุดของระบบ	
Activity	งานหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้น	
Control Flow	ทิศทางการไหลของงาน	
Swimlanes	การจัดกลุ่มของกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกันไว้ด้วยกัน	
Fork / Merge	แยกเงื่อนไขหรือรวมการไหลของงาน	
Time Event	กิจกรรมที่ต้องใช้เวลาหรือรอให้เหตุการณ์เกิดขึ้นก่อน	

3.5.1 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชัน



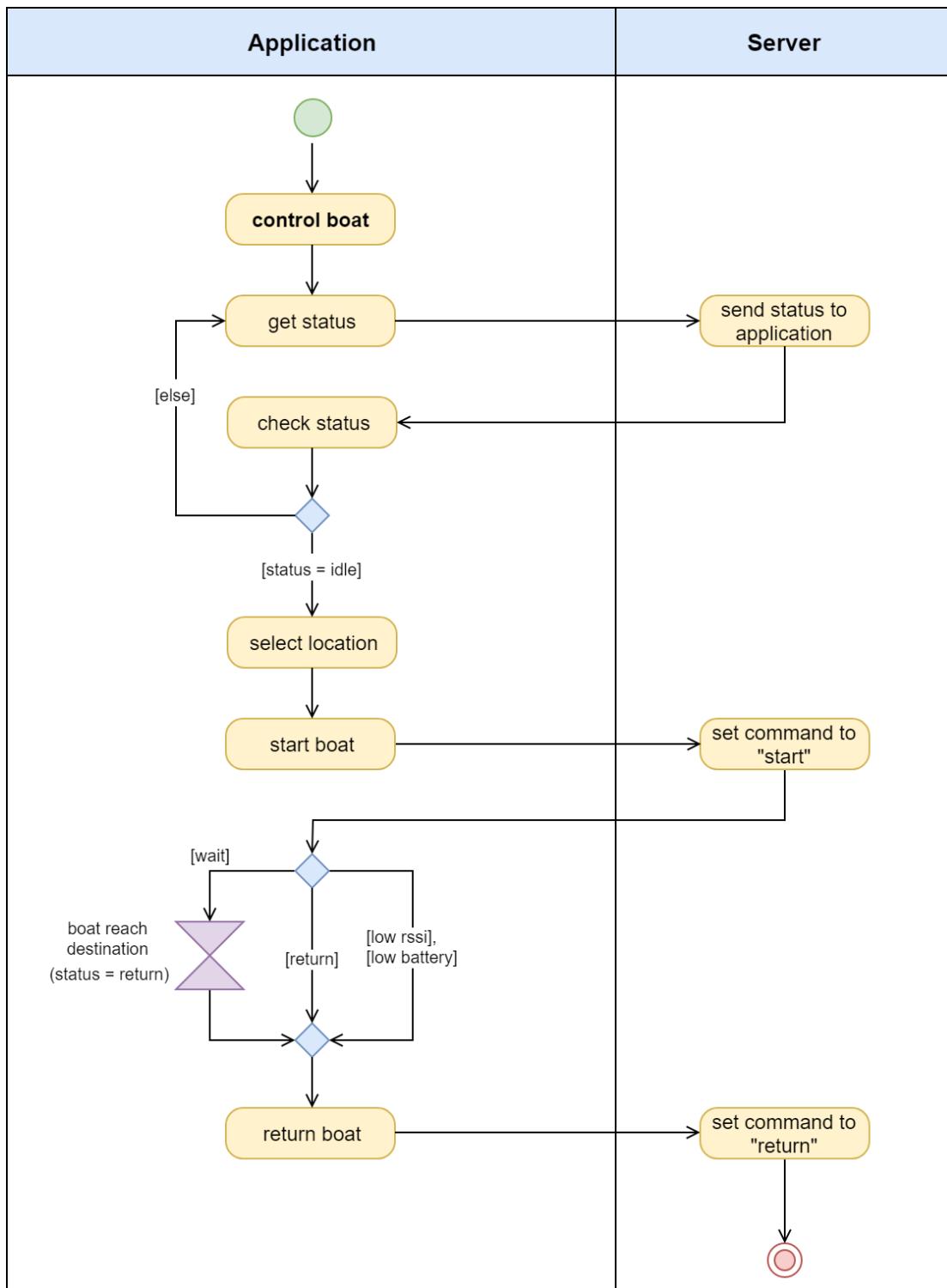
ภาพที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชัน

3.5.2 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชันส่วนติดตามสถานะของเรือ



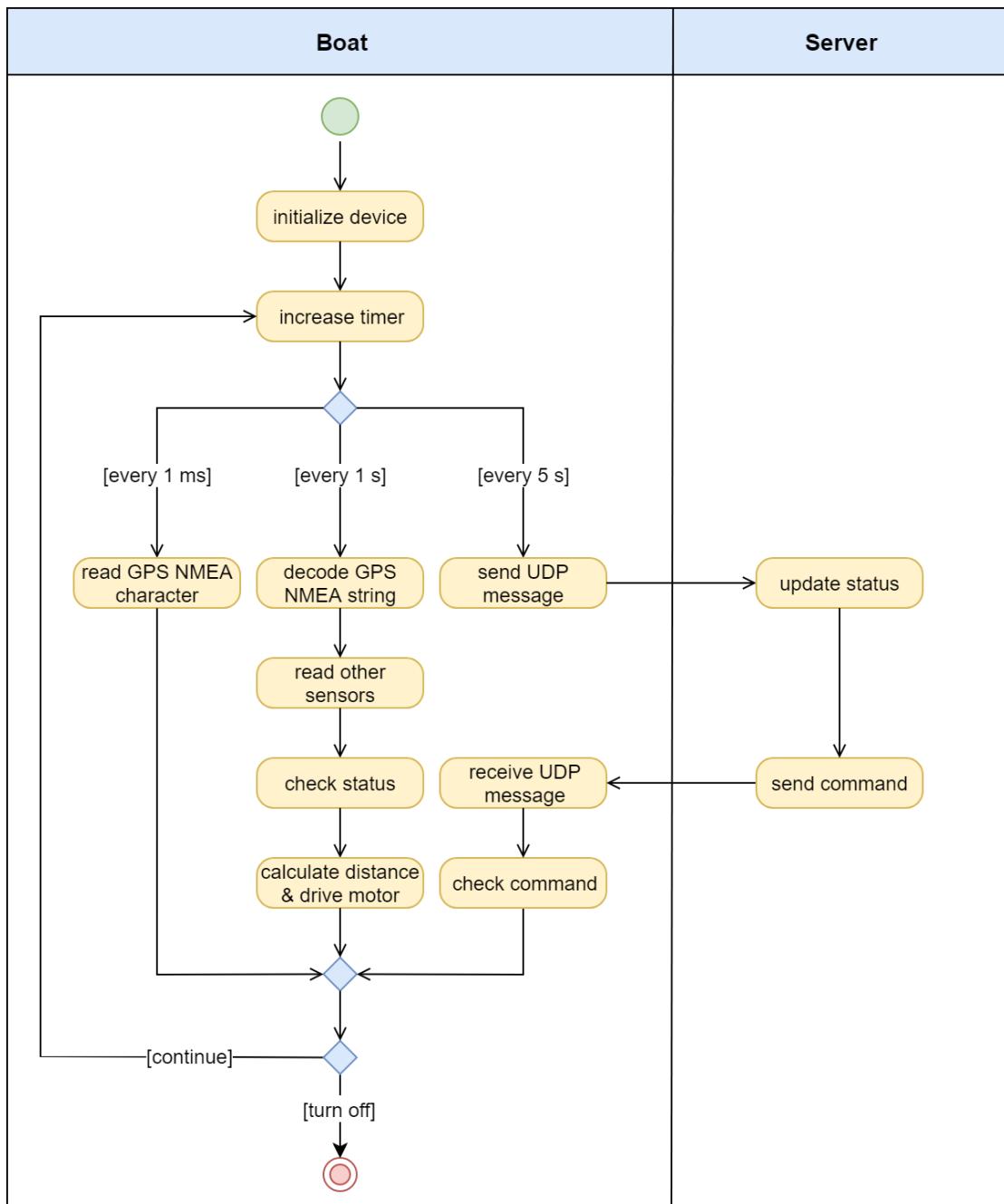
ภาพที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชันส่วนติดตามสถานะของเรือ

3.5.3 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชันส่วนควบคุมเรือ



ภาพที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชันส่วนควบคุมเรือ

3.5.4 แผนภาพกิจกรรมของเรือ

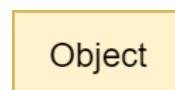
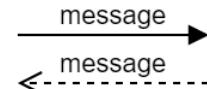
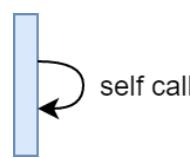
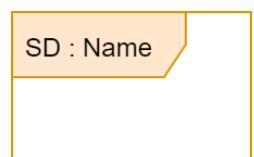


ภาพที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรมของเรือ

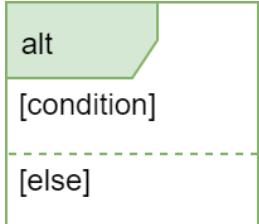
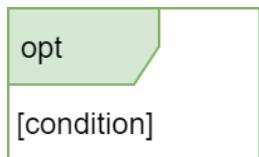
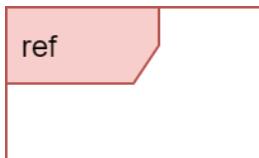
3.6 แผนภาพลำดับ

แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) คือแผนภาพที่ประกอบด้วยคลาส (Class) หรือวัตถุ (Object) ซึ่งใช้สำหรับแสดงลำดับของการกระทำที่เกิดขึ้นภายในระบบที่มีการติดต่อกันระหว่างคลาส หรือวัตถุ การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรื่อโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางเบื้องต้นมีการออกแบบแผนภาพลำดับตั้งภาพที่ 3.8 - ภาพที่ 3.12 และแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะของเรือมีการออกแบบแบบแผนภาพลำดับตั้งภาพที่ 3.13 และภาพที่ 3.14 ซึ่งสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงในแผนภาพลำดับสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภาพลำดับ

ชื่oSัญลักษณ์	คำอธิบาย	ตัวอย่างสัญลักษณ์
Actor	ผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ	 Actor
Lifeline	เส้นแสดงชีวิตของคลาสหรือวัตถุ	
Object	วัตถุที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อ Actor	
Message	การส่งข้อความจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง	
Self Call	การประมวลผลและคืนค่าที่ได้ภายในวัตถุเดียวกัน	
Sequence Diagram Name	ชื่อของแผนภาพลำดับ	

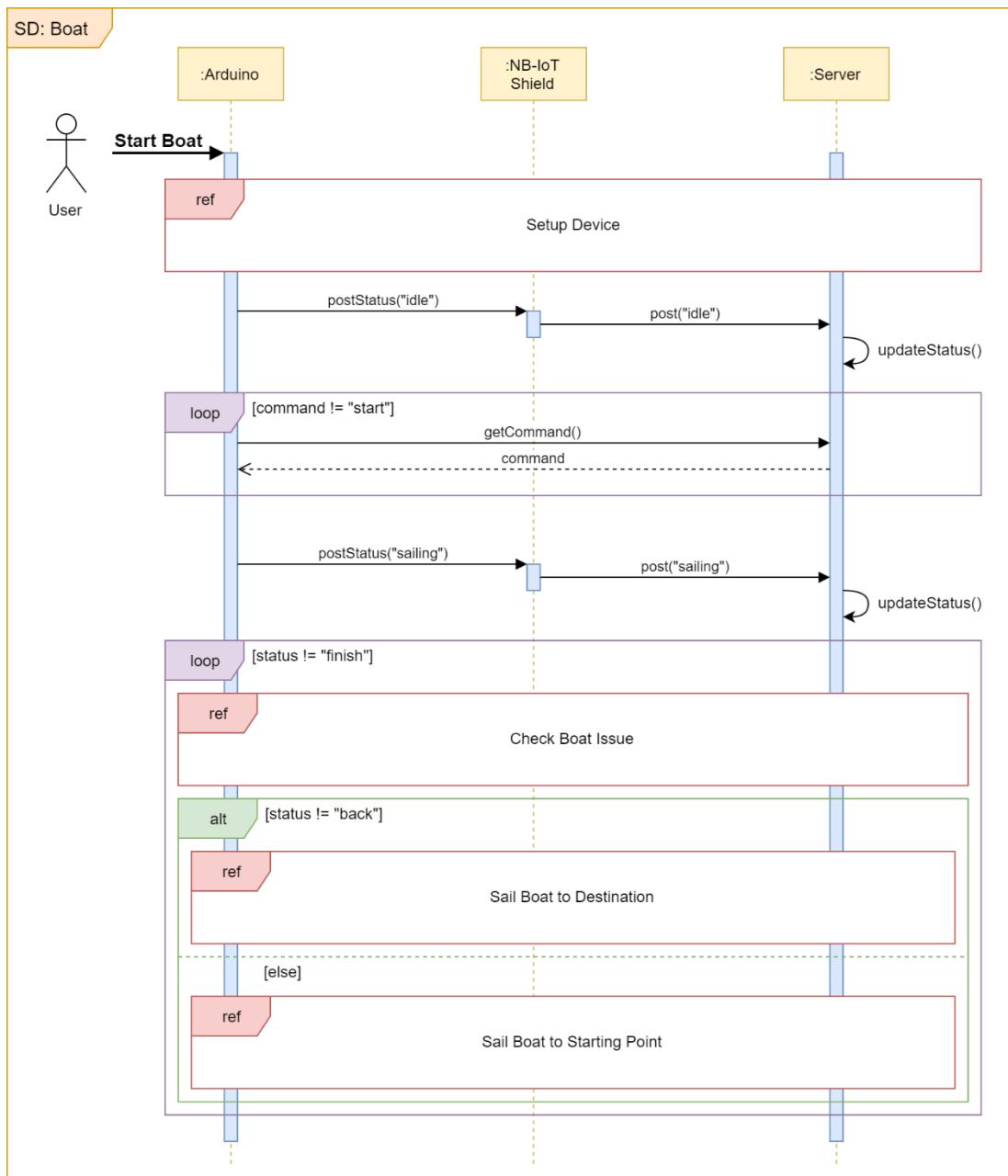
ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภาพลำดับ (ต่อ)

ชื่อสัญลักษณ์	คำอธิบาย	ตัวอย่างสัญลักษณ์
Loop	แสดงกรอบส่วนที่มีการทำงานซ้ำ	
Alternate	แสดงกรอบส่วนที่มีทางเลือก มากกว่าหนึ่งทางเลือก	
Option	แสดงกรอบส่วนที่มีทางเลือก เพื่อบอกว่าถูกใช้งานเมื่อใด	
Reference	แสดงการอ้างถึงแผนภาพลำดับ ที่แยกออกมา	

3.6.1 แผนภาพลำดับการทำงานของเรือ

แผนภาพลำดับการทำงานของเรือขึ้บเคลื่อนอัตโนมัติ สามารถอธิบายลำดับการทำงานตามภาพที่ 3.8 ได้ดังนี้

- 1) เริ่มการทำงานของเรือ
- 2) เริ่มติดตั้งโปรแกรมสำหรับใช้งานอุปกรณ์หรือโมดูลอื่น ๆ บนเรือ ซึ่งแบ่งเป็นแผนภาพลำดับการติดตั้งอุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.9
- 3) สังสถานะ ว่าง ให้กับเซิร์ฟเวอร์เพื่อบอกว่า เรือพร้อมรับคำสั่งแล้ว
- 4) ตรวจสอบคำสั่งจากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อยุดรอรับคำสั่งเดินเรือและตำแหน่งจุดหมาย
- 5) เมื่อได้รับคำสั่งให้เดินเรือจากเซิร์ฟเวอร์ ระบบจะส่งสถานะ กำลังเดินเรือ ไปยังเซิร์ฟเวอร์ และเริ่มทำการเดินเรือไปยังจุดหมาย
- 6) ตรวจสอบปัญหาการทำงานของอุปกรณ์ในเรือ ดังแสดงในภาพที่ 3.10
- 7) เมื่อไม่พบปัญหาจะเริ่มควบคุมเรือไปและกลับ ดังแสดงในภาพที่ 3.11 และภาพที่ 3.12



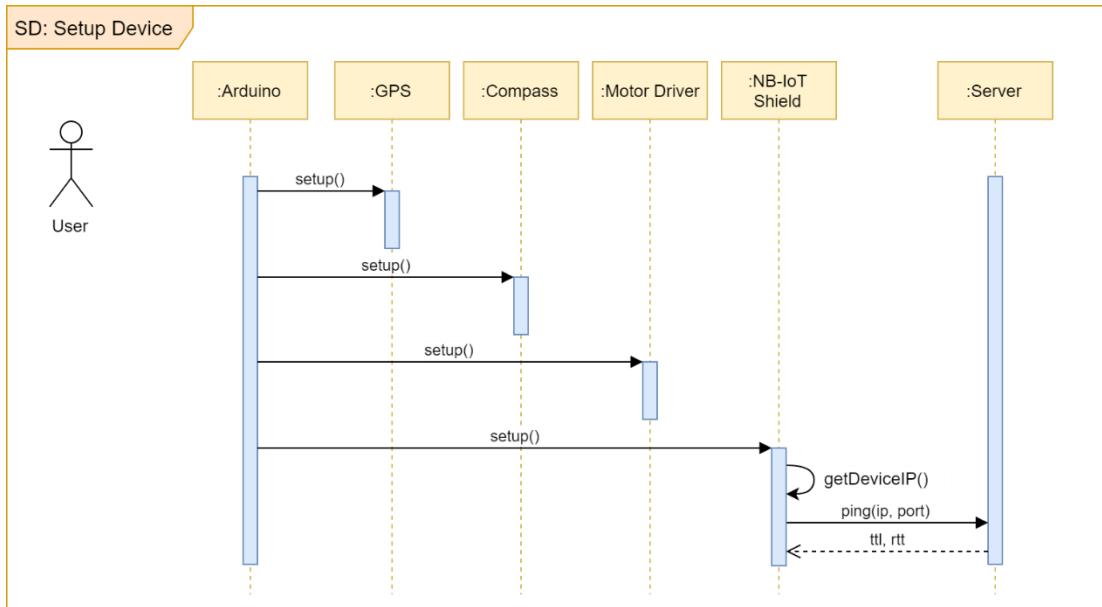
ภาพที่ 3.8 แผนภาพลำดับการทำงานของเรือ

3.6.2 แผนภาพลำดับการติดตั้งอุปกรณ์

แผนภาพลำดับการติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อตั้งค่าเริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ สามารถอธิบายลำดับการทำงานตามภาพที่ 3.9 ได้ดังนี้

- 1) ติดตั้งโมดูลจีพีเอส เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากโมดูลได้ เช่น ละติจูดและลองจิจูด
- 2) ติดตั้งโมดูลเข็มทิศ เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากโมดูลได้ เช่น ภาคทิศ
- 3) ติดตั้งโมดูลขับมอเตอร์ เพื่อตั้งค่าเริ่มต้นสำหรับควบคุมมอเตอร์

- 4) เซ็มต่อระบบเข้ากับสถานีฐานผ่านอินบีโวโทีและรับໄอຟແອດແຣສ (IP Address) ของอุปกรณ์ จากนั้นทำการปิงกับเครื่อข่ายคลาวด์เพื่อตรวจสอบความแรงของสัญญาณ

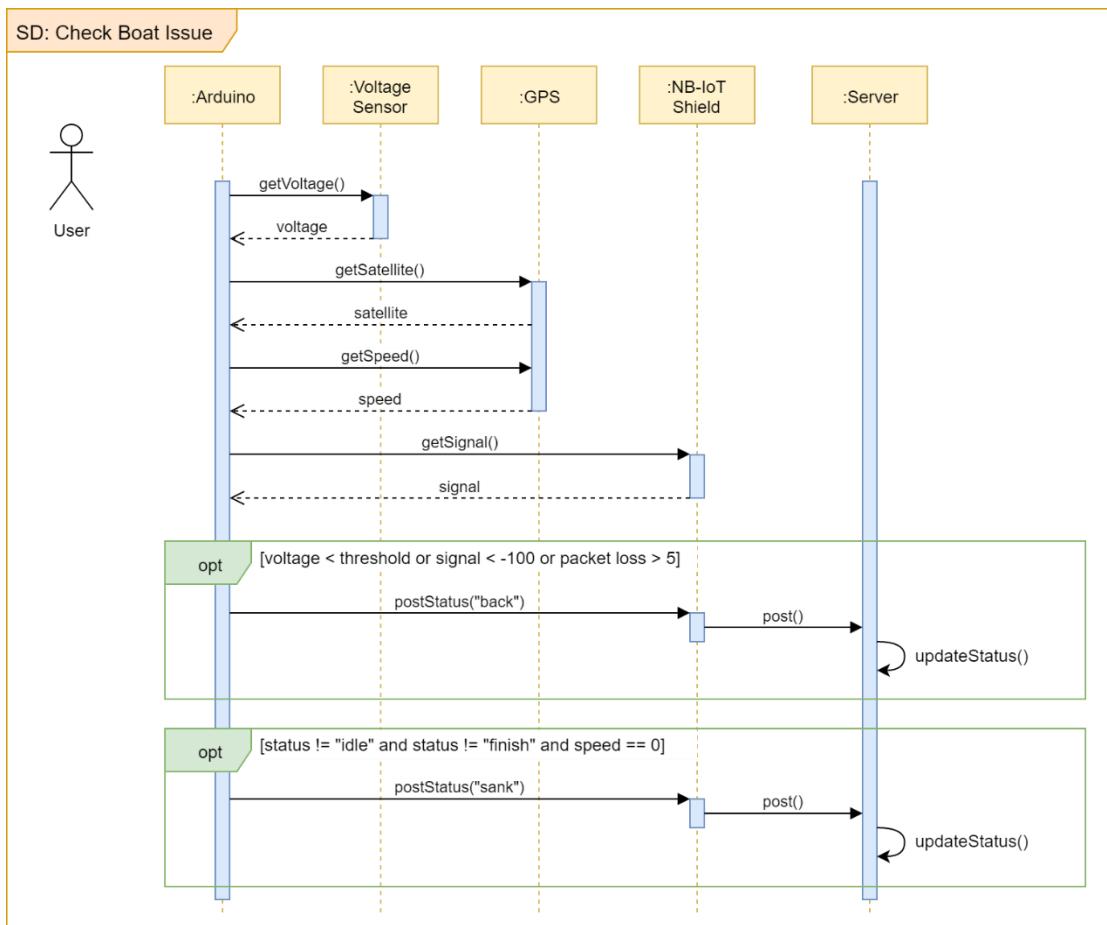


ภาพที่ 3.9 แผนภาพลำดับการติดตั้งอุปกรณ์

3.6.3 แผนภาพลำดับการตรวจสอบข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ภายในเรือ

แผนภาพลำดับการตรวจสอบข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ภายในเรือ สามารถอธิบายลำดับการทำงานตามภาพที่ 3.10 ได้ดังนี้

- 1) อ่านค่าโวลเตจของแบตเตอรี่จากโวลเตจเซนเซอร์
- 2) อ่านค่าจำนวนดาวเทียมที่ติดพบร่วมกับความเร็วการเคลื่อนที่จากโมดูลจีพีเอส
- 3) อ่านค่าความแรงของสัญญาณจากบอร์ดเสริมอินบีโวโที
- 4) หากพบข้อผิดพลาดให้ส่งสถานะ กลับไปที่เซิร์ฟเวอร์
- 5) หากพบว่าเรือไม่เคลื่อนที่แต่ยังอยู่ในช่วงการเดินเรือ ให้ส่งสถานะ เรือล่ม ไปที่เซิร์ฟเวอร์

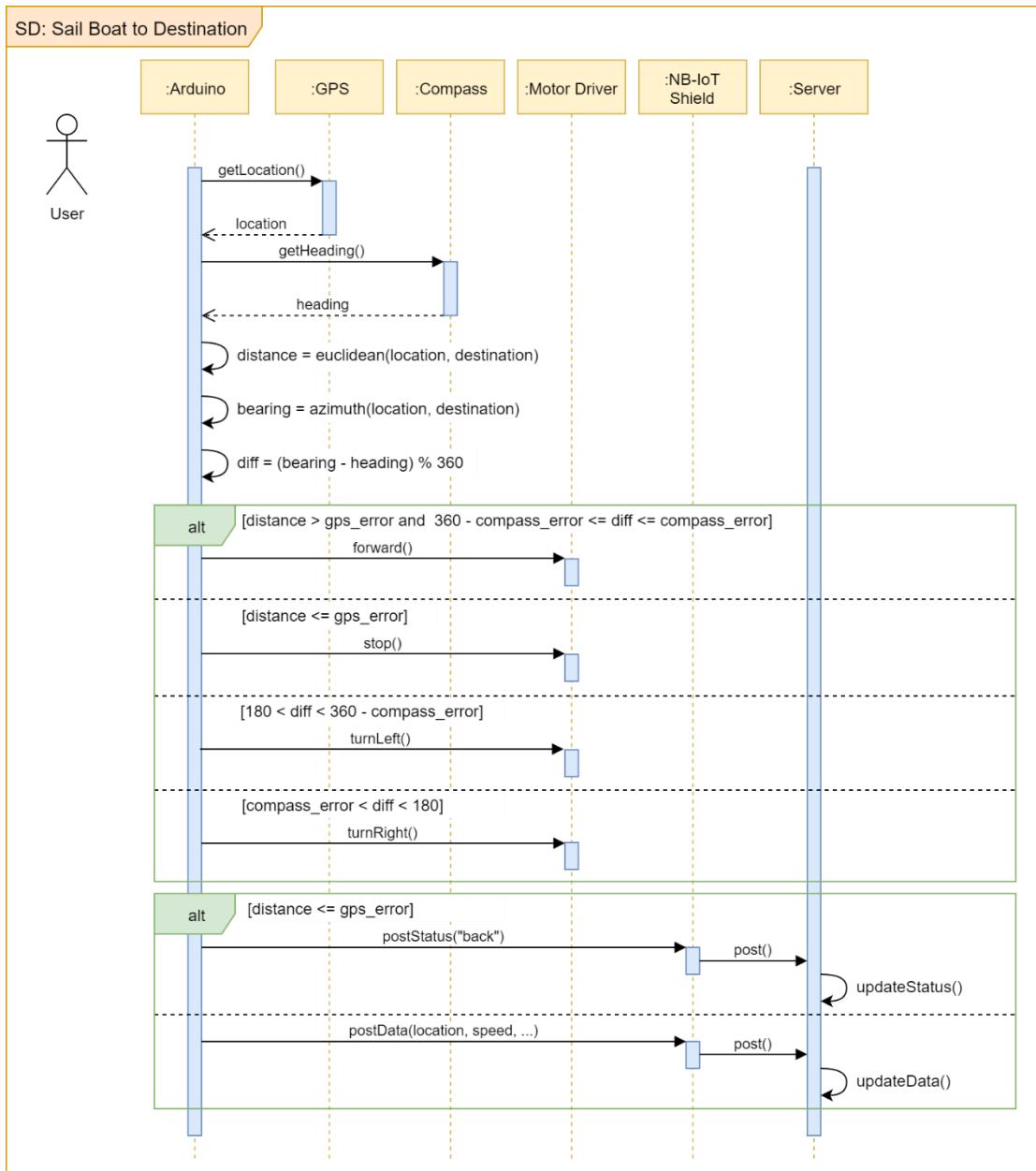


ภาพที่ 3.10 แผนภาพลำดับการตรวจสอบข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ภายในเรือ

3.6.4 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือไปยังจุดหมาย

แผนภาพลำดับการควบคุมเรือไปยังจุดหมาย สามารถอธิบายลำดับการทำงานตามภาพที่ 3.11 ได้ดังนี้

- 1) อ่านค่าตำแหน่งปัจจุบันของเรือจากโมดูลจีพีเอสในรูปแบบลงทะเบียนจีพีเอส
- 2) อ่านค่าทิศทางที่เรือกำลังหันจากโมดูลเข็มทิศ
- 3) คำนวณระยะทางและทิศทางระหว่างตำแหน่งปัจจุบันของเรือและตำแหน่งจุดหมาย
- 4) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ผ่านโมดูลข้อมูลมอเตอร์ตามค่าที่คำนวณได้
- 5) เมื่อถึงจุดหมายให้ส่งสถานะกลับไปที่เซิร์ฟเวอร์ หากยังไม่ถึงจุดหมายให้ส่งข้อมูลต่อไปเรื่อยๆ



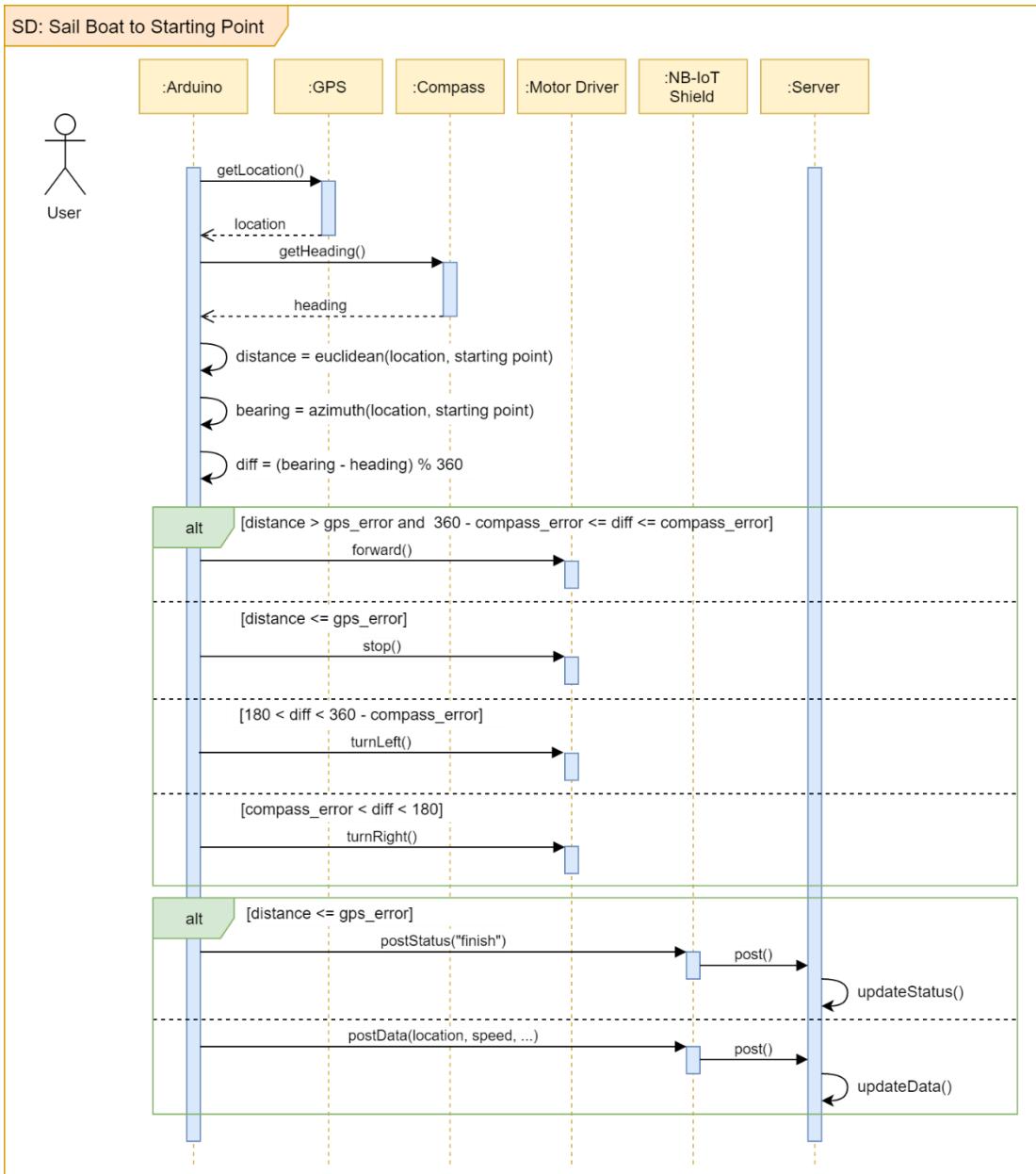
ภาพที่ 3.11 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือไปยังจุดหมาย

3.6.5 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือกลับมายังจุดเริ่มต้น

แผนภาพลำดับการควบคุมเรือกลับมายังจุดเริ่มต้น สามารถอธิบายลำดับการทำงานตามภาพที่ 3.12 ได้ดังนี้

- 1) อ่านค่าตำแหน่งปัจจุบันของเรือจากโมดูลจีพีเอสในรูปแบบละติจูดและลองจิจูด
- 2) อ่านค่าทิศทางที่เรือกำลังหันจากโมดูลเข็มทิศ
- 3) คำนวณระยะทางและทิศทางระหว่างตำแหน่งปัจจุบันของเรือและตำแหน่งจุดเริ่มต้น
- 4) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ผ่านโมดูลข้อมูลมอเตอร์ตามค่าที่คำนวณได้

5) เมื่อถึงจุดหมายให้ส่งสถานะ สิ้นสุด (Finish) ไปที่เซิร์ฟเวอร์ หากยังไม่ถึงจุดเริ่มต้นให้ส่งข้อมูลต่าง ๆ ของเรือไปแทน



ภาพที่ 3.12 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือกลับมายังจุดเริ่มต้น

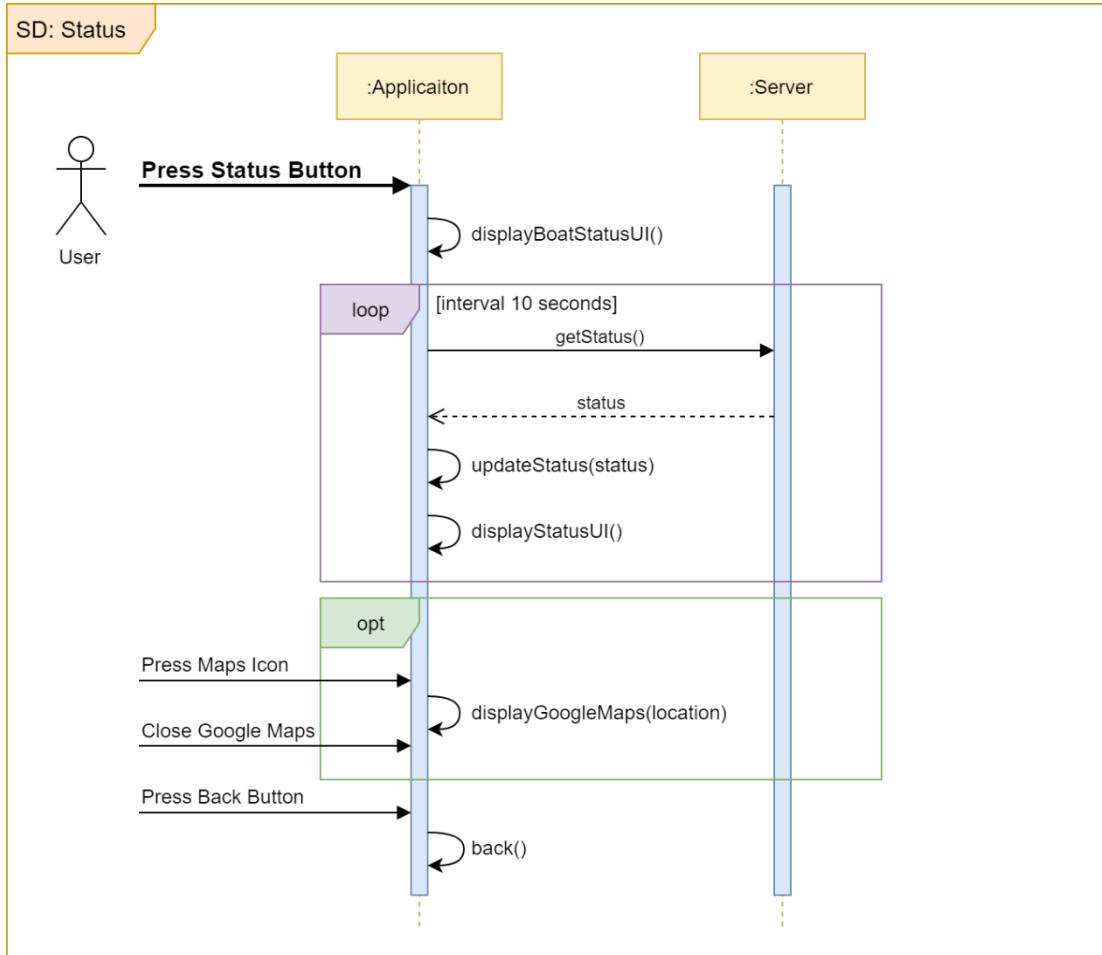
3.6.6 แผนภาพลำดับการติดตามสถานะของเรือผ่านแอปพลิเคชัน

แผนภาพลำดับการติดตามสถานะของเรือผ่านแอปพลิเคชัน สามารถใช้โดยลำดับการทำงานตามภาพที่ 3.13 ได้ดังนี้

- 1) เข้าสู่หน้าจอแสดงสถานะของเรือ ได้แก่ ตำแหน่งปัจจุบันของเรือ, ความเร็วการเคลื่อนที่ของเรือและพลังงานในแบตเตอรี่
- 2) ดึงสถานะและข้อมูลของเรือจากเซิร์ฟเวอร์มาแสดงผลบนแอปพลิเคชัน

3) สามารถแสดงตำแหน่งปัจจุบันของเรือผ่านกูเกิลเมปได้

4) กลับไปยังหน้าจอหลัก



ภาพที่ 3.13 แผนภาพลำดับการติดตามสถานะของเรือผ่านแอปพลิเคชัน

3.6.7 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือผ่านแอปพลิเคชัน

แผนภาพลำดับการควบคุมเรือผ่านแอปพลิเคชัน สามารถอธิบายลำดับการทำงานตามภาพที่ 3.14 ได้ดังนี้

1) เข้าสู่หน้าจอควบคุมเรือจากหน้าจอหลัก

2) ตั้งสถานะของเรือจากเซิร์ฟเวอร์

3) แสดงเมนูตามค่าสถานะดังนี้

3.1) ถ้าเรืออยู่ในสถานะ ว่าง ผู้ใช้จะสามารถเลือกตำแหน่งจุดหมายเพื่อใช้งานระบบ

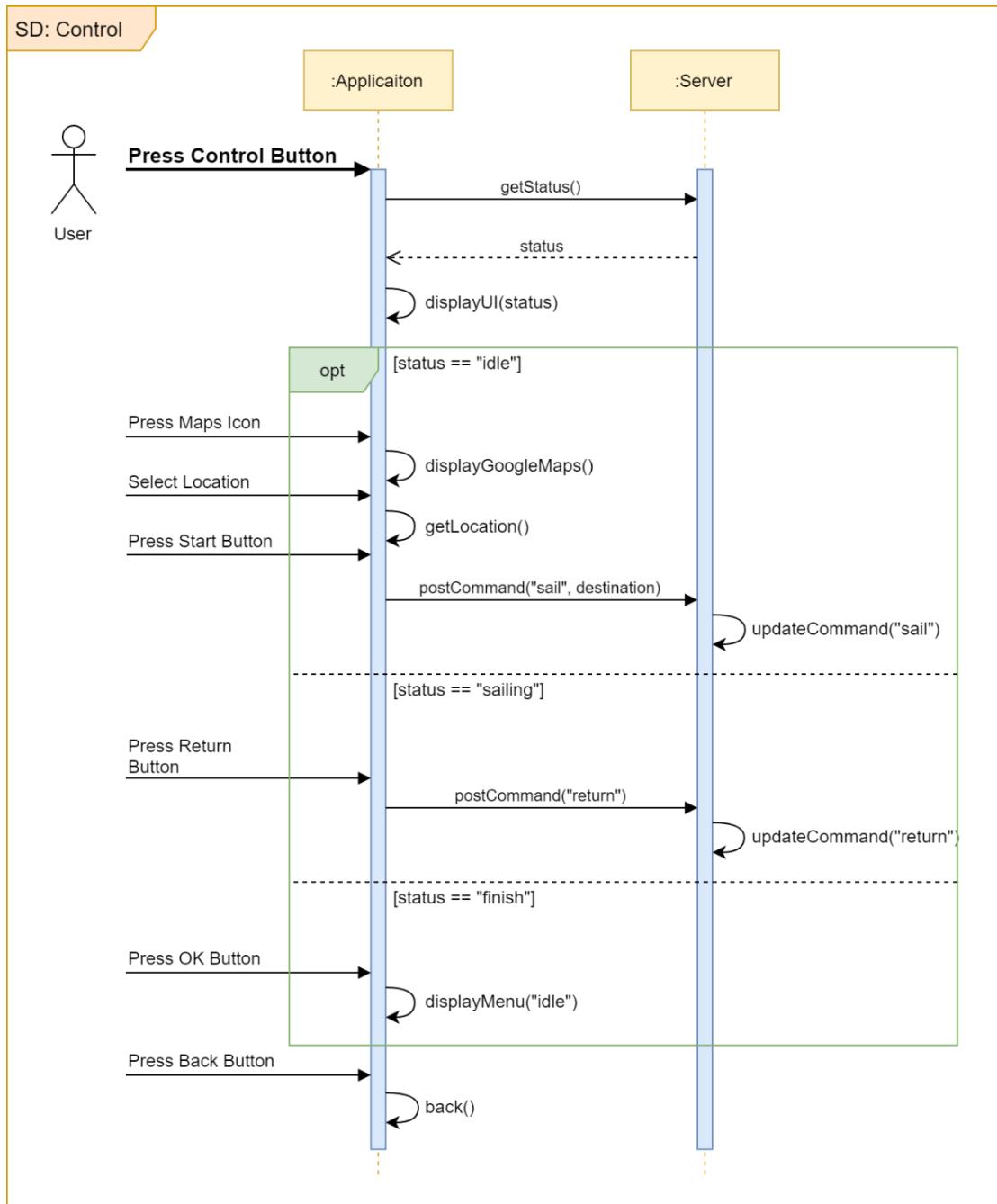
ขั้นตอนอัตโนมัติได้

3.2) ถ้าเรืออยู่ในสถานะ กำลังเดินเรือ ผู้ใช้จะสามารถกดสั่งให้เรือกลับมาที่จุดเริ่มต้นได้

3.3) ถ้าเรืออยู่ในสถานะ สิ้นสุด ผู้ใช้จะสามารถกดปุ่มยืนยันเพื่อรับทราบว่าการทำงาน

ของเรือสิ้นสุดแล้ว

4) กลับไปยังหน้าจอหลัก



ภาพที่ 3.14 แผนภาพลำดับการควบคุมเรือผ่านแอปพลิเคชัน

3.7 แผนภาพสถานะ

แผนภาพสถานะ (State Diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงถึงสถานะของวัตถุในช่วงเวลาหนึ่ง และเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถทำให้สถานะของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งสถานะของเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติและแอปพลิเคชันสำหรับติดตามการทำงานของเรือจะเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ โดยสามารถแสดงแผนภาพสถานะได้ดังภาพที่ 3.15 และภาพที่ 3.16 ซึ่งสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงในแผนภาพสถานะสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 3.4 ดังนี้

ตารางที่ 3.4 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภาพสถานะ

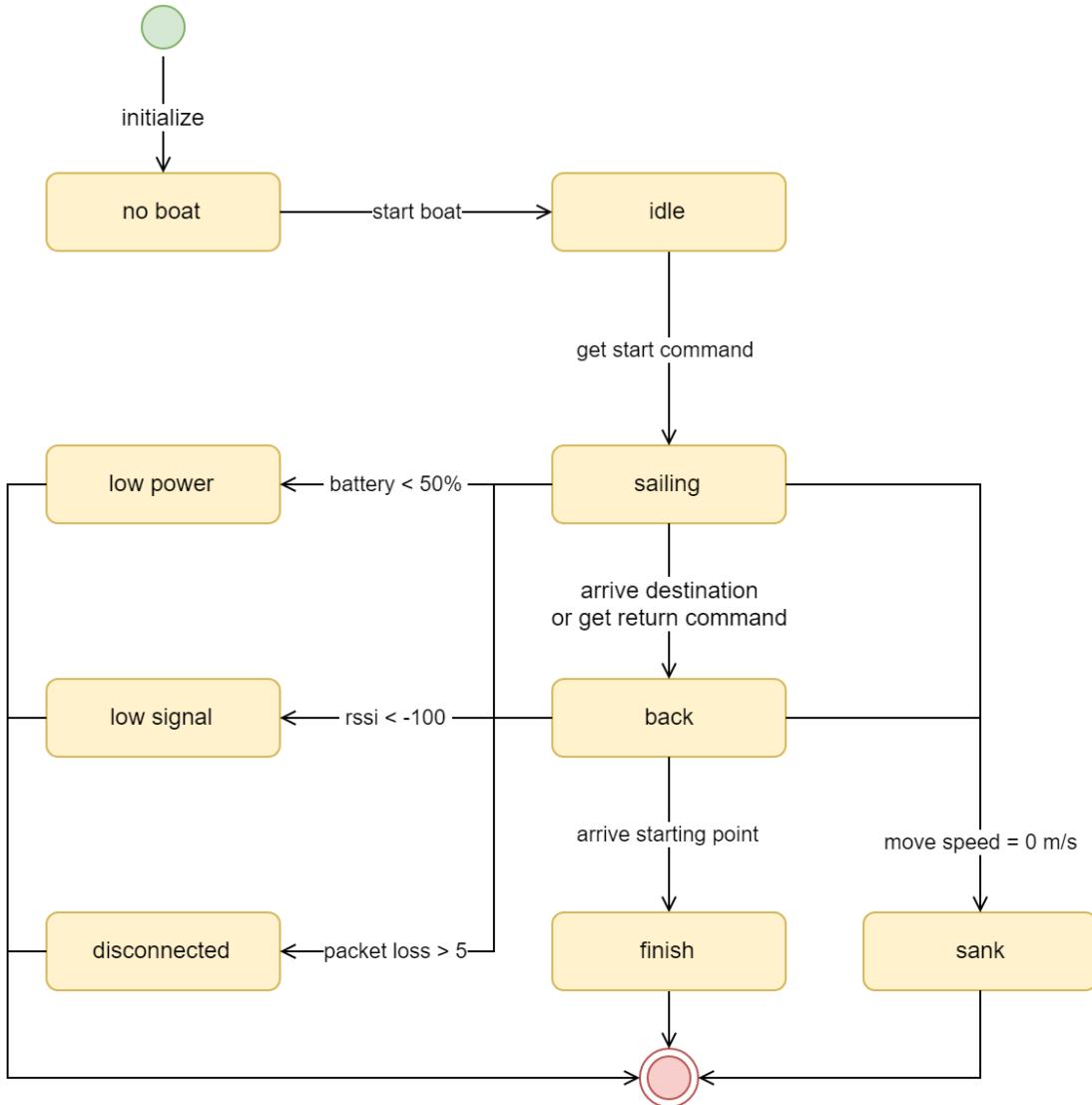
ชื่อสัญลักษณ์	คำอธิบาย	ตัวอย่างสัญลักษณ์
Initial State	จุดเริ่มต้นของคลาสหรือวัตถุ	
Final State	จุดสิ้นสุดของสถานะ	
State	สถานะของวัตถุในช่วงเวลาหนึ่ง	
Event	เหตุการณ์ที่ส่งผลให้วัตถุเปลี่ยนสถานะ	

3.7.1 แผนภาพสถานะของเรือ

แผนภาพสถานะของเรือ สามารถอธิบายลำดับการเปลี่ยนแปลงของสถานะ ตามภาพที่ 3.12 ได้ดังนี้

- 1) เริ่มต้นสถานะจะถูกตั้งเป็น ไม่พบเรือ
- 2) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น ว่าง เมื่อเรือถูก_STAR_ท์
- 3) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น กำลังเดินเรือ เมื่อเรือได้รับคำสั่งให้เริ่มเดินเรือจากแอปพลิเคชันผ่านทางเซิร์ฟเวอร์
- 4) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น กลับ เมื่อได้รับคำสั่งให้กลับหรือเมื่อเรือไปถึงจุดหมาย
- 5) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น พลังงานต่ำ เมื่อตรวจพบว่าพลังงานแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ไม่เพียงพอที่จะเดินทางต่อ
- 6) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น สัญญาณต่ำ เมื่อตรวจพบว่าเรือออกห่างจากระยะสัญญาณมากเกินไป

- 7) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น ขาดการเชื่อมต่อ เมื่อการส่งข้อมูลสูญหายมากเกินไป
- 8) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น สิ้นสุด เมื่อเรือกลับมาถึงจุดเริ่มต้น
- 9) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น เรือล่ม เมื่อเรือไม่มีการเคลื่อนที่เป็นระยะเวลาหนึ่ง

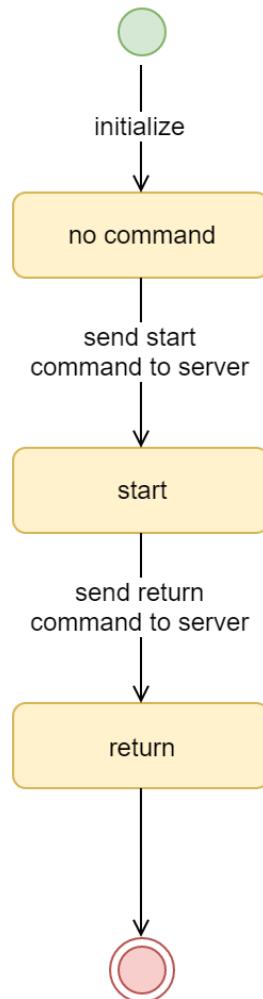


ภาพที่ 3.15 แผนภาพสถานะของเรือ

3.7.2 แผนภาพสถานะของแอปพลิเคชัน

แผนภาพสถานะของแอปพลิเคชัน สามารถอธิบายลำดับการเปลี่ยนแปลงของสถานะ ตามภาพที่ 3.13 ได้ดังนี้

- 1) เริ่มต้นสถานะจะถูกตั้งเป็น ไม่มีคำสั่ง
- 2) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น เดินเรือ เมื่อผู้ใช้งานให้เดินเรือ
- 3) สถานะจะถูกเปลี่ยนเป็น กลับมา เมื่อผู้ใช้งานให้เรือกลับมาที่จุดเริ่มต้น



ภาพที่ 3.16 แผนภาพสถานะของแอปพลิเคชัน

3.8 การออกแบบฐานข้อมูล

ระบบนี้จะใช้ฐานข้อมูลเพื่อเป็นตัวกลางสำหรับใช้ติดต่อระหว่าง โดยจะใช้ MySQL (MySQL) เป็นตัวช่วยในการสร้างและจัดการฐานข้อมูล รายละเอียดต่อไปนี้จะกล่าวถึงการออกแบบฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 3.5 แสดงตารางสถานะของเรือ

ชื่อตาราง	boat				
คำอธิบาย	ตารางเก็บข้อมูลสถานะของเรือ				
คีย์หลัก	boat_id				
ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิด ข้อมูล	ขนาด (บีต)	ตัวอย่างข้อมูล
1	boat_id	รหัสของเรือ	char	9	b1
2	status	สถานะ	varchar	25	idle
3	curr_loc	ตำแหน่งปัจจุบันของเรือ	varchar	25	18.800677_98.955631
4	dest_loc	ตำแหน่งเป้าหมาย	varchar	25	18.800677_98.955631
5	home_loc	ตำแหน่งเริ่มต้น	varchar	25	18.800677_98.955631
6	battery	พลังงานที่เหลืออยู่	smallint	2	100
7	rssi	ความแรงของสัญญาณ	smallint	2	-80
8	distance	ระยะทางที่เหลืออยู่	float	4	166.5
9	speed	ความเร็วการเคลื่อนที่	float	4	3.5
10	cmd	คำสั่งจากแอปพลิเคชัน	varchar	25	start

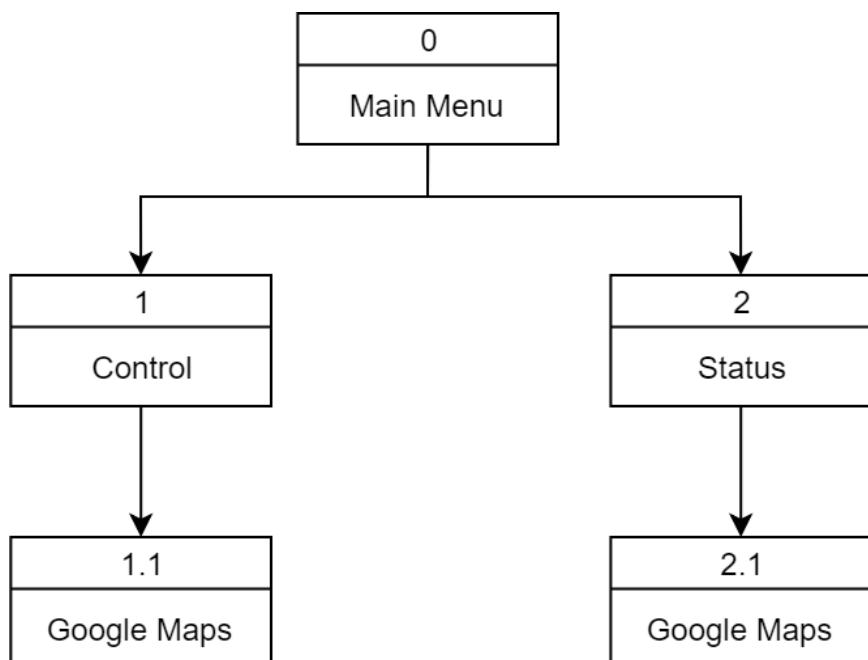
บทที่ 4

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดทำระบบ เนื่องจากเป็นส่วนที่ต้องใช้ในการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบให้มีลักษณะ การใช้งานง่าย ซึ่งในบทนี้จะแสดงรายละเอียดของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ดังนี้

4.1 การออกแบบส่วนต่อประสาน

การออกแบบส่วนต่อประสานสามารถแบ่งออกตามหน้าที่การดำเนินการต่าง ๆ ได้ดังนี้

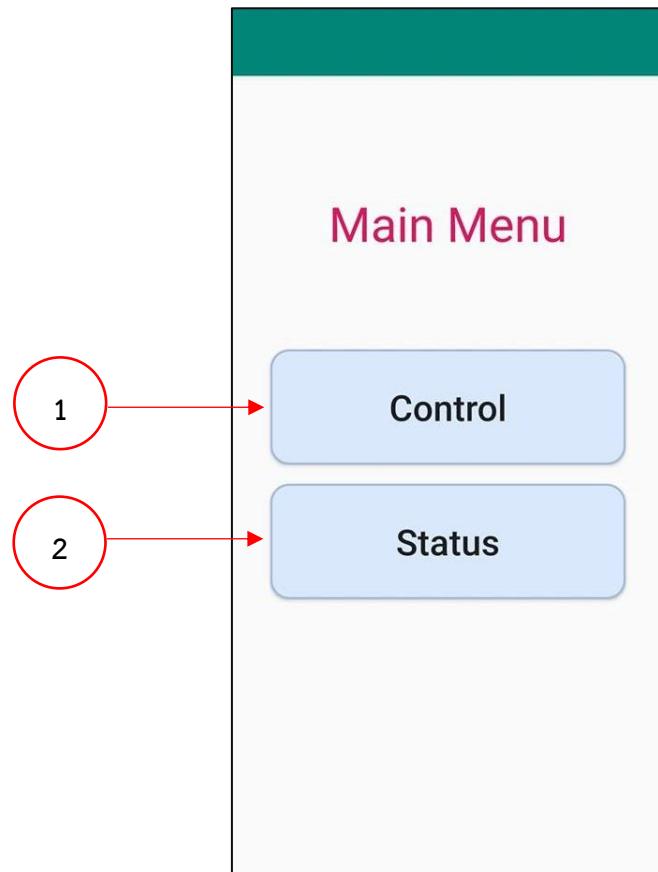


ภาพที่ 4.1 การทำงานของส่วนต่อประสาน

4.2 การทำงานของส่วนต่อประสาน

4.2.1 หน้าจอหลัก

หน้าจอหลัก (Main Menu) เป็นหน้าจอแรกที่แสดงเมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอได้ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 หน้าจอหลัก

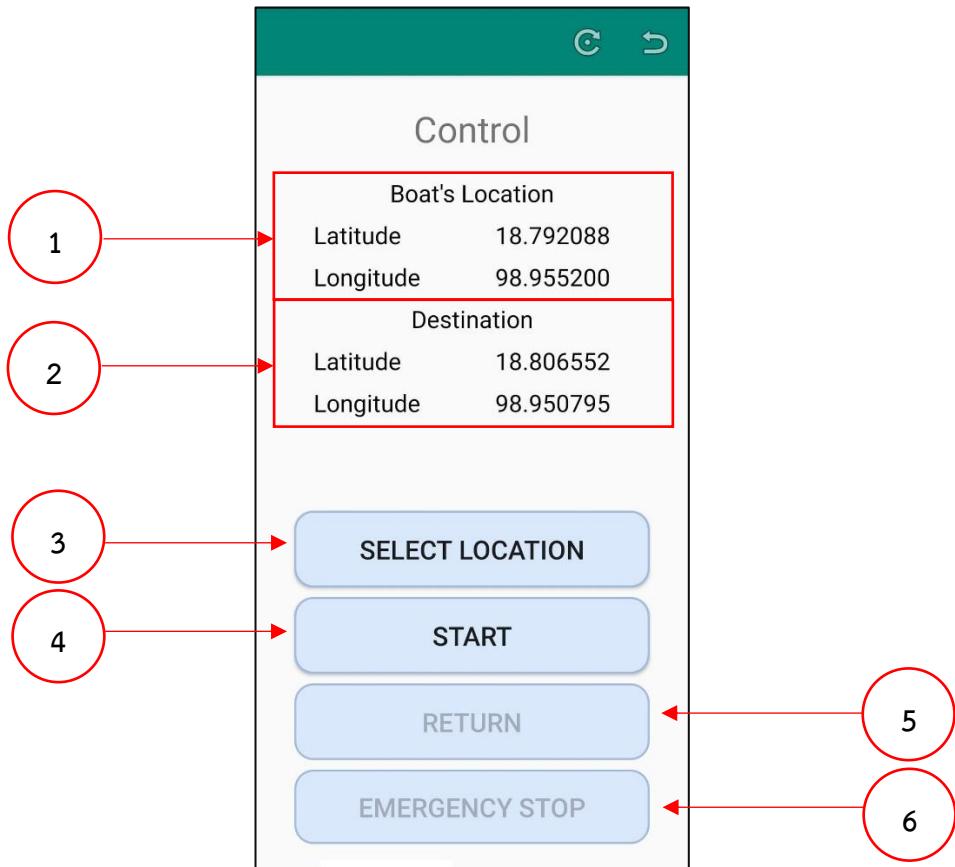
จากภาพที่ 4.2 สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจอควบคุมเรือ ดังแสดงในภาพที่ 4.3

ส่วนที่ 2 ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจอแสดงสถานะของเรือ ดังแสดงในภาพที่ 4.4

4.2.2 หน้าจอควบคุมเรือ

หน้าจอควบคุมเรือ (Control) เป็นหน้าจอสำหรับควบคุมเรือซึ่งสามารถเลือกตำแหน่งจุดหมายให้กับเรือได้ สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอดีดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 หน้าจอควบคุมเรือ

จากภาพที่ 4.3 สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ตำแหน่งปัจจุบันของเรือที่แสดงในรูปแบบพิกัดละติจูดและลองจิจูด

ส่วนที่ 2 ตำแหน่งของเป้าหมายที่แสดงในรูปแบบพิกัดละติจูดและลองจิจูด สามารถเลือกได้จากส่วนที่ 3

ส่วนที่ 3 ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจอเลือกตำแหน่งบนภูเก็ตแมพ

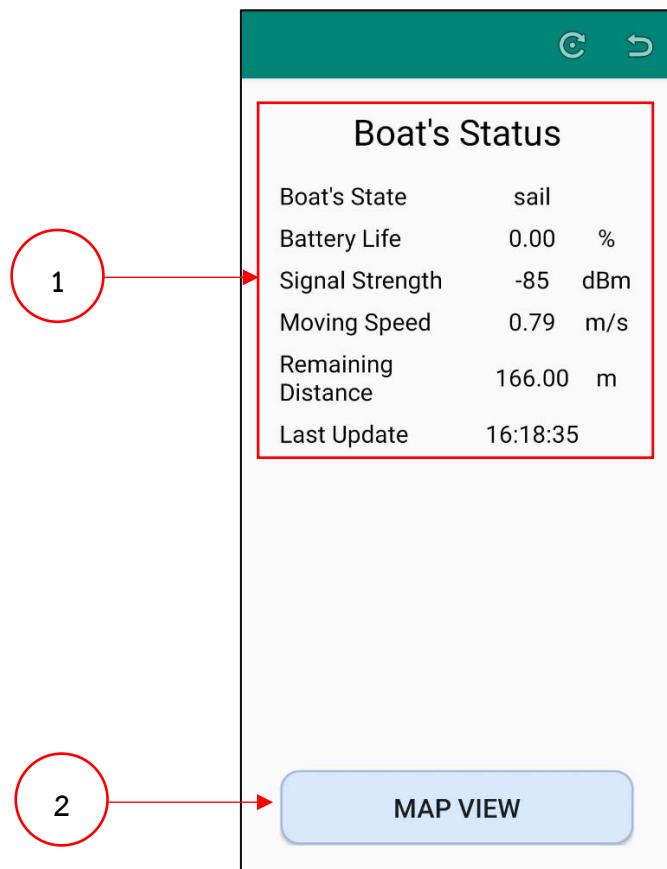
ส่วนที่ 4 ปุ่มกดเพื่อสั่งให้เรือเริ่มทำงาน หากกดปุ่มนี้จะทำการส่งคำสั่งเริ่มการทำงานและพิกัดเป้าหมายไปยังเรือผ่านทางเซิร์ฟเวอร์

ส่วนที่ 5 ปุ่มกดเพื่อสั่งให้เรือกลับมาที่จุดเริ่มต้น จะเปิดให้ใช้งานได้หลังจากกดปุ่มในส่วนที่ 4

ส่วนที่ 6 ปุ่มกดเพื่อสั่งให้เรือหยุด จะเปิดให้ใช้งานได้หลังจากกดปุ่มในส่วนที่ 4

4.2.3 หน้าจอติดตามสถานะ

หน้าจอติดตามสถานะ (Status) เป็นหน้าจอที่แสดงสถานะต่าง ๆ ของเรือ เช่น สถานะปัจจุบันของเรือ พลังงานที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ ความแรงของสัญญาณอินเทอร์เน็ต ความเร็ว การเคลื่อนที่ ระยะทางที่เหลืออยู่ สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอได้ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 หน้าจอแสดงสถานะของเรือ

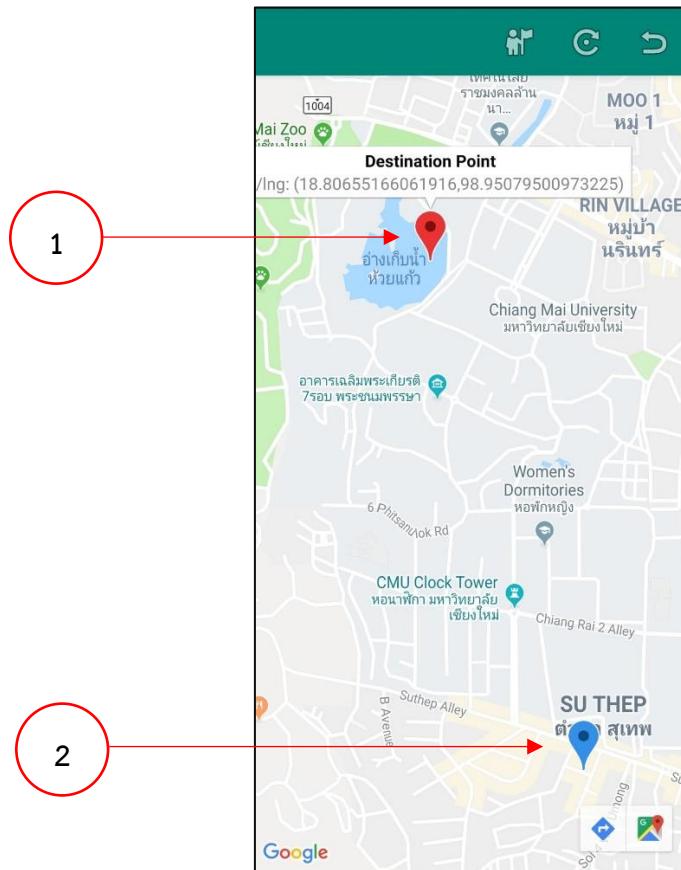
จากภาพที่ 4.4 สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานะต่าง ๆ ของเรือ

ส่วนที่ 2 ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจอแสดงตำแหน่งของเรือและเป้าหมายบนภูเก็ตแมพ

4.2.4 หน้าจอภูเกิลแมพ

หน้าจอภูเกิลแมพ ใช้สำหรับแสดงตำแหน่งปัจจุบันของเรือ หรือเลือกตำแหน่งจุดหมายให้กับเรือ สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอได้ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 หน้าจอสำหรับเลือกตำแหน่งบนแผนที่ภูเกิลแมพ

จากภาพที่ 4.5 สามารถอธิบายรายละเอียดของจุดหมายได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ตำแหน่งที่ถูกเลือกบนแผนที่

ส่วนที่ 2 ตำแหน่งปัจจุบันของเรือ

บทที่ 5

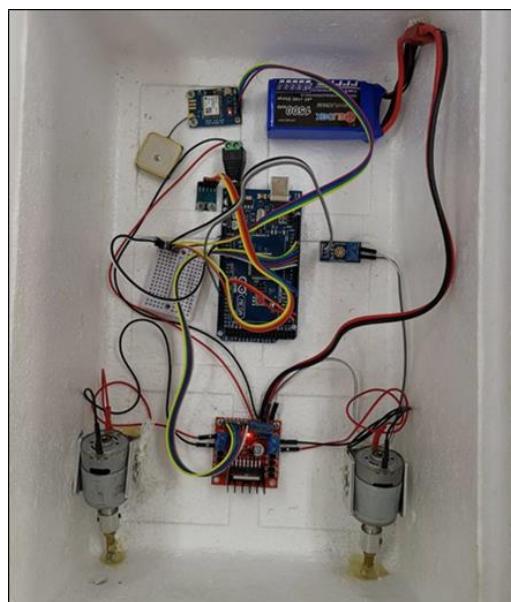
การพัฒนาและทดสอบระบบ

5.1 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติจะแบ่งย่อยระบบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ยานพาหนะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ไอโอที แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะการทำงานของยานพาหนะ และเซิร์ฟเวอร์สำหรับสร้างซ่องทางสื่อสารระหว่างยานพาหนะและแอปพลิเคชัน

5.1.1 ยานพาหนะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ไอโอที

ยานพาหนะถูกพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของเรือ โดยจะมีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์ไอโอที ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 และใช้โปรแกรม Adafruit NeoPixel สำหรับแสดงผลการทำงาน ทั้งหมดถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino Uno ได้โดยตรง



ภาพที่ 5.1 เรือขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัตินี้จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) การส่งข้อมูลระหว่างเรือและเซิร์ฟเวอร์

ในส่วนนี้จะรับส่งข้อมูลแบบบูติฟีดด้วยบอร์ดเสริมເວີເອສເວັນບີໂໂໂທ ข้อมูลที่ถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเป็นค่าสถานะของเรือ ได้แก่

- สถานะการทำงานปัจจุบันของเรือ

- ตำแหน่งปัจจุบันของเรือในรูปแบบละติจูดและลองจิจูด
- ระยะทางระหว่างเรือและเป้าหมายหน่วยเมตร
- ความเร็วการเคลื่อนที่หน่วยเมตรต่อวินาที
- พลังงานที่เหลืออยู่ในหน่วยเบอร์เซ็นต์
- ค่าความแรงของสัญญาณหน่วยดิบิเอ็ม

ข้อมูลบางส่วนที่ส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์มีรูปแบบตัวอย่างดังนี้

"{status:idle,loc:18.800677_98.955631,battery:98,rtt:87,etc.}"

เนื่องจากข้อมูลรูปแบบแรกมีขนาดของแพ็กเก็ตใหญ่เกินความจำเป็น เพราะมีการใส่คำนิยาม (Label) ลงไป ทำให้มีพื้นที่สำหรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์อื่น ๆ น้อยลง จึงมีการออกแบบเป็นรูปแบบใหม่ซึ่งมีลักษณะดังนี้

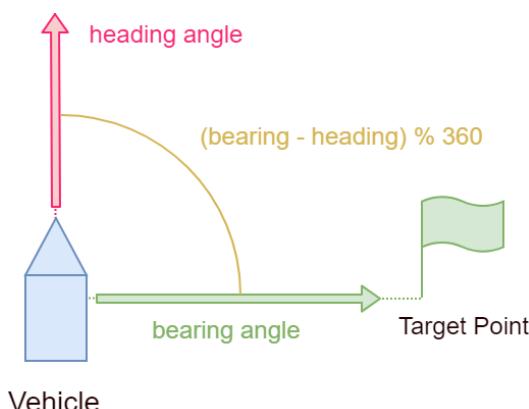
"{idle,18.800677_98.955631,98,-87,etc.}"

2) การตรวจจับทิศทางของเรือ

ในส่วนนี้จะใช้สำหรับตรวจสอบทิศทางของเรือว่าหันไปทางทิศใดด้วยโมดูลเข้มทิศ นำค่าทิศที่ได้จากโมดูลตัวนี้ไปคำนวณหาทิศทางระหว่างเรือและเป้าหมาย เพื่อตัดสินใจให้โมดูลขับมอเตอร์ควบคุมมอเตอร์ไปยังทิศทางไหน ซึ่งได้แก่

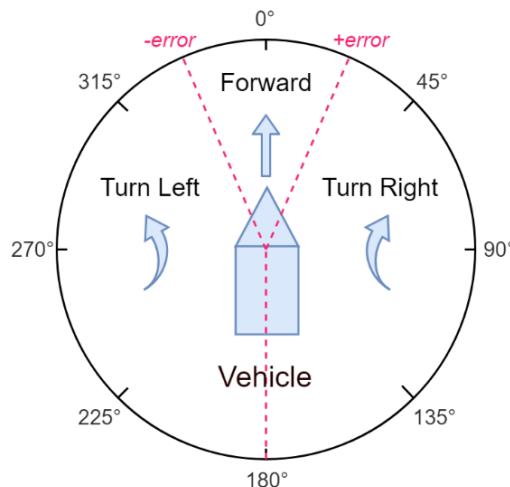
- ตรงไป (Forward) ด้วยการหมุนมอเตอร์ทั้งสองข้างด้วยความเร็วเท่ากัน
- เลี้ยวซ้าย (Turn Left) ด้วยการหมุนมอเตอร์ข้างซ้ายซักว่ามอเตอร์ข้างขวา
- เลี้ยวขวา (Turn Right) ด้วยการหมุนมอเตอร์ข้างซ้ายเร็วกว่ามอเตอร์ข้างขวา

การคำนวณหาผลต่างของทิศที่เรือกำลังหันหน้า (Heading) และทิศจากเรือไปยังเป้าหมาย (Bearing) จะต้องมอดูโล (Modulo) ด้วย 360 เพื่อให้อยู่ในช่วงของภาคทิศ ดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 การหาผลต่างของทิศที่เรือหันและทิศจากเรือไปยังเป้าหมาย

นำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับภาพที่ 5.3 ซึ่งทิศทางที่ได้จากโมดูลเข็มทิศจะความคลาดเคลื่อนประมาณ 2 องศา ทำให้ช่วงที่ตัดสินใจว่าควบคุมตรงไปด้านหน้าต้องเพิ่มขึ้นตามค่าความคลาดเคลื่อน



ภาพที่ 5.3 ช่วงของการตัดสินใจเลือกทิศทาง

ตัวอย่างรหัสเทียม (Pseudo Code) ของฟังก์ชันที่ใช้สำหรับคำนวณทิศทาง มีดังนี้

```
function driveMotor(heading, bearing):
    # heading = direction from compass
    # bearing = azimuth(start, target)

    diff = (bearing - heading) % 360

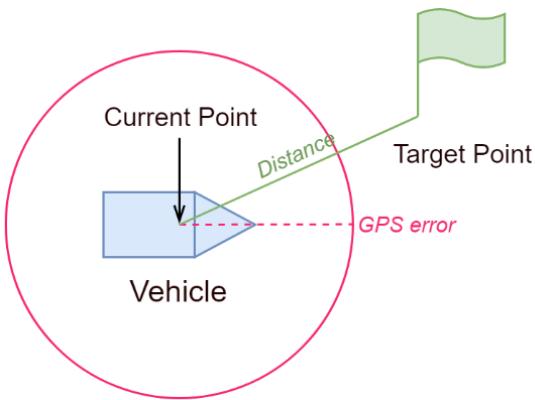
    bot = 360 - compass_error
    mid = 180
    top = 0 + compass_error

    if (bot <= diff <= 360) or (0 <= diff <= top) then
        motor.forward()
    else if (top < diff <= mid) then
        motor.turnRight()
    else if (mid < diff < bot) then
        motor.turnLeft()
    end if
```

3) การตรวจจับตำแหน่งของเรือ

ในส่วนนี้จะใช้สำหรับตรวจจับพิกัดของเรือด้วยโมดูลจีพีเอส ค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้จากโมดูลจีพีเอส จะถูกนำไปคำนวณหาระยะห่างระหว่างตำแหน่งปัจจุบันของเรือและเป้าหมาย เพื่อตัดสินใจให้โมดูลขับมอเตอร์ควบคุมมอเตอร์ไปด้านหน้าต่อหรือไม่

ตำแหน่งพิกัดจากโมดูลจีพีเอสจะมีความคลาดเคลื่อน 2.5 เมตรโดยประมาณ ทำให้ต้องสร้างรัศมีกว้าง 5 เมตรเพื่อใช้ตรวจจับตำแหน่งเพิ่มขึ้นมา ดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 การตรวจจับพิกัดของเรือและระยะห่างไปยังเป้าหมาย

ตัวอย่างรหัสเพิ่มของฟังก์ชันที่ใช้สำหรับคำนวณระยะทาง มีดังนี้

```
function distanceBetween(start, target):
    d = euclidean(start, target)

    if (d < gps_err) then
        driveMotor(heading, bearing)
    end if
```

4) การทำงานของระบบภูมิรีอิ

ส่วนนี้จะทำงานเมื่อแบตเตอรี่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ค่าความแรงของสัญญาณต่ำหรือเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ต (Packet Loss) หากเกินไป ซึ่งปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ยังไม่ส่งผลกระทบต่อระบบขับเคลื่อนของเรือมากนัก ทำให้ยังสามารถนำเรือกลับมายังจุดเริ่มต้นได้ แต่ในกรณีความเร็วของเรือต่ำกว่าปกติอาจจะมีสาเหตุมาจากการปัญหาทำงานในส่วนของมอเตอร์ได้ เช่น มีวัชพืชเข้ามาติดขัดที่บริเวณใบพัดของเรือ ส่งผลให้จำเป็นต้องหยุดการทำงานของใบพัดเนื่องจากอาจเกิดความเสียหายได้

ความถี่การทำงานภายในเรือจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วง เนื่องจากแต่ละโมดูลมีโพรโทคอลหรือรูปแบบการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน ได้แก่

- 1) ทุก ๆ 1 มิลลิวินาที จะเป็นการอ่านอักขระจากโมดูลจีพีเอส ซึ่งมีรูปแบบของข้อมูลเป็นเอ็นเอ็มเอโอ โดยหากใช้ความถี่ช่วงนี้ จะทำให้สามารถอ่านข้อมูลแต่ละรอบได้หมดภายใน 1 วินาทีได้
- 2) ทุก ๆ 1 วินาที จะเป็นการนำข้อมูลจากโมดูลจีพีเอสไปถอดรหัส (Decode) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ และอ่านข้อมูลจากโมดูลอื่น ๆ ที่เหลือ เช่น โมดูลเข็มทิศ และโวลต์เตจเซอร์
- 3) ทุก ๆ 5 วินาที จะเป็นการส่งและรับข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 2 ถึง 5 วินาที จึงจะส่งผ่านแพ็คเก็ตทั้งหมดได้

5.1.2 แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะการทำงานของเรือ

แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอและภาษา Java และใช้ Google Maps API สำหรับแสดงแผนที่ของภูเก็ตแมพ

แอปพลิเคชันจะใช้วิธีการเรียกใช้อเปิลเบนเซอร์ฟเวอร์ผ่าน HTTP Request Methods ซึ่งจะได้รับข้อมูลจากเซอร์ฟเวอร์ส่วนนี้ในรูปแบบเจสัน สาเหตุที่ใช้วิธีนี้ในการตีด้วยข้อมูลคือแอนดรอยด์แอปพลิเคชันไม่สามารถสร้างการเชื่อมต่อ กับฐานข้อมูลบนเซอร์ฟเวอร์โดยตรงได้

5.1.3 เซอร์ฟเวอร์สำหรับเป็นช่องทางสื่อสารระหว่างเรือและแอปพลิเคชัน

เซอร์ฟเวอร์ที่ใช้ในโครงการนี้จะติดตั้งอยู่บนระบบปฏิบัติการเซ็นต์โอลเซเว่น ซึ่งจะแยกส่วนที่ติดต่อกับเรือและแอปพลิเคชันออกจากกันแต่ยังคงใช้ฐานข้อมูลร่วมกัน

1) ส่วนที่ใช้สำหรับติดต่อกับเรือ

เซอร์ฟเวอร์ในส่วนนี้มีลักษณะเป็นยูดีพีเซอร์ฟเวอร์และใช้ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาส่วนนี้คือภาษาไฟรอน เรือ ข้อมูลที่ได้รับจากเรือจะถูกเก็บในฐานข้อมูล ภาษาที่ใช้พัฒนาส่วนนี้คือภาษาไฟรอน

เมื่อเซอร์ฟเวอร์ได้รับข้อมูลจากเรือ เซอร์ฟเวอร์จะเรียกใช้งานเอปีโอเพื่อในข้อมูลดังกล่าวไปอัปเดตในฐานข้อมูล หลังจากนั้นจึงส่งข้อมูลกลับไปยังเรือโดยข้อมูลที่ส่งให้เรือได้แก่

- คำสั่งจากแอปพลิเคชัน คือ เดินทางไปยังจุดหมายและกลับมาที่จุดเริ่มต้น
- ตำแหน่งเป้าหมายหากคำสั่งที่ส่งเป็นคำสั่งให้เดินไปยังจุดหมาย

ข้อมูลที่ส่งไปยังเรือมีรูปแบบเหมือนกับข้อที่ 5.1.1 ข้อ 1) ดังนี้

"{start, 18.800677 _98.955631}"

หากไม่มีการส่งตำแหน่งของเป้าหมายไปข้อมูลจะเหลือแค่เพียงคำสั่งเท่านั้น เช่น

"{return}"

2) ส่วนที่ใช้สำหรับติดต่อกับแอปพลิเคชัน

เซอร์ฟเวอร์ในส่วนนี้จะเป็นเว็บเซอร์วิส (Web Service) โดยจะมี API ที่พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี ใช้สำหรับดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและส่งให้กับแอปพลิเคชันที่เรียก ซึ่งจะส่งออกไปในรูปแบบของเจสัน ยกตัวอย่างเช่น

```
{"result": [
    {
        "status" : "idle",
        "cmd" : "start",
        "curr" : "18.800677_ 98.955631",
        "dest" : "18.782011_ 99.802512",
        "home" : "18.800677_ 98.955631",
        "time" : "2019-04-04 15:37:50"
    }
]}
```

5.2 การทดสอบระบบ

หลังจากผ่านขั้นตอนการพัฒนาระบบ ผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบระบบซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่จำเป็นและสำคัญในการดำเนินงาน ซึ่งในการทดสอบระบบผู้พัฒนาได้กำหนดสภาพแวดล้อมและปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง และแบ่งการทดสอบออกเป็นส่วน ๆ เพื่อทดสอบกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างครบถ้วนและแสดงผลในรูปแบบของตาราง

5.2.1 สภาพแวดล้อมที่ทำการทดลอง

สถานที่สำหรับทำการทดลองคือแหล่งน้ำ ณ ศูนย์ธรรมชาติวิทยาดอยสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ แหล่งน้ำนี้จะมีลักษณะเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ มีสิ่งกีดขวางค่อนข้างน้อย ดังภาพที่ 5.5 ทำให้สภาพแวดล้อมนี้เหมาะสมต่อการทดสอบเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติ



ภาพที่ 5.5 แหล่งน้ำธรรมชาติ ณ ศูนย์ธรรมชาติวิทยาดอยสุเทพ

5.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง

ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองคือ สิ่งที่ส่งผลให้การทดลองมีความคลาดเคลื่อนไปจากที่ตั้งเป้าไว้ ในการทดลองนี้จะมีปัจจัยจากอุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาและสภาพแวดล้อมที่ทำการทดลองดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองที่เกิดจากอุปกรณ์ ได้แก่

- น้ำหนักรวมของไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในเรือ
- พลังงานแบตเตอรี่
- ความเร็วของภูมุนของมอเตอร์
- ความไม่เสถียรของเครื่องข่ายอินบีโอโหที

ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองที่เกิดจากสภาพแวดล้อม ได้แก่

- แรงลมและคลื่นน้ำ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งเรือ
- วัชพืช มีโอกาสเข้ามาติดที่ใบพัดเรือส่งผลให้การทำงานของใบพัดขัดข้องได้
- สิ่งกีดขวางบนผิวน้ำและใต้น้ำ

5.2.3 กรณีทดสอบ

ทดสอบกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับทุกส่วนของระบบ ได้แก่ เรือ แอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์ โดยจะแสดงผลการทดสอบในรูปแบบของตารางซึ่งแสดงดังตารางที่ 5.1 - ตารางที่ 5.4 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 การตรวจสอบความพร้อมทำงานของเรือ

ชื่อกรณีทดสอบ		การตรวจสอบความพร้อมทำงานของเรือ		
คำอธิบาย		ทดสอบการรับส่งข้อมูลของแต่ละโมดูลภายในเรือ		
ข้อที่	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลการทดสอบ	
			สำเร็จ	ล้มเหลว
1	ไม่สามารถเชื่อมต่อเครือข่าย อินบีโอโหทีได้	แสดงผลว่าสามารถไม่สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายได้	✓	
2	ไม่มีการเชื่อมต่อของ โมดูลจีพีเอส	แสดงผลว่าไม่สามารถรับข้อมูล จากโมดูลจีพีเอสได้	✓	
3	ไม่มีการเชื่อมต่อ โมดูลเข็มทิศ	แสดงผลว่าสามารถรับข้อมูล จากโมดูลเข็มทิศได้	✓	
4	ไม่มีการเชื่อมต่อของ โมดูลขับ มอเตอร์	แสดงผลว่าไม่สามารถสั่งงาน โมดูลขับมอเตอร์ได้		✓
5	ไม่มีการเชื่อมต่อของ โวลเตจ เช่นเซอร์	แสดงผลว่าไม่มีการส่งข้อมูลจาก โวลเตจเช่นเซอร์ได้		✓

ตารางที่ 5.2 การควบคุมมอเตอร์

ชื่อกรณีทดสอบ		การควบคุมมอเตอร์		
คำอธิบาย		ทดสอบควบคุมการหมุนของมอเตอร์ทั้งสองด้าน		
ข้อที่	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลการทดสอบ	
			สำเร็จ	ล้มเหลว
1	หมุนมอเตอร์ทั้งสองด้าน ความเร็วเท่ากันทิศทางเข้า นาฬิกา	เรือเคลื่อนที่ตรงไปด้านหน้า	✓	
2	หมุนมอเตอร์ด้านซ้ายมากกว่า มอเตอร์ด้านขวา	เรือเลี้ยวไปทางด้านซ้าย	✓	
3	หมุนมอเตอร์ด้านซ้ายเร็วกว่า มอเตอร์ด้านขวา	เรือเลี้ยวไปทางด้านขวา	✓	
4	หมุนมอเตอร์ทั้งสองด้าน ความเร็วเท่ากันทิศทางเข้า นาฬิกา	เรือเคลื่อนที่ถอยไปด้านหลัง	✓	
5	หยุดหมุนมอเตอร์ทั้งสองข้าง	เรือมีความเร็วการเคลื่อนที่ลดลง	✓	

ตารางที่ 5.3 การส่งข้อมูลระหว่างเรือและแอปพลิเคชันผ่านทางเชิร์ฟเวอร์

ชื่อกรณีทดสอบ		การส่งข้อมูลระหว่างเรือและแอปพลิเคชันผ่านทางเชิร์ฟเวอร์		
คำอธิบาย		ทดสอบการส่งข้อมูลระหว่างเรือและแอปพลิเคชันผ่านทางเชิร์ฟเวอร์ว่าเกิด ^{ข้อผิดพลาดได้ ๆ หรือไม่}		
ข้อที่	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลการทดสอบ	
			สำเร็จ	ล้มเหลว
1	ส่งแพ็คเก็ตจากเรือไปยัง เชิร์ฟเวอร์	เชิร์ฟเวอร์ได้รับแพ็คเก็ตจากเรือ และข้อมูลมีความสมบูรณ์	✓	
2	ส่งแพ็คเก็ตจากเชิร์ฟเวอร์ไป ยังเรือ	เรือได้รับแพ็คเก็ตจากเชิร์ฟเวอร์ และข้อมูลมีความสมบูรณ์	✓	
3	เรียกใช้งานแอปพลิเคชัน เชิร์ฟเวอร์ผ่านแอปพลิเคชัน	สามารถดึงข้อมูลในฐานข้อมูล และส่งกลับไปให้แอปพลิเคชัน ในรูปแบบของเจสัน ได้	✓	

ตารางที่ 5.4 การทำงานของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ชื่อกรณีทดสอบ		การทำงานของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ		
คำอธิบาย		ทดสอบการทำงานของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติและการทำงานของระบบกู้เรืออัตโนมัติเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน		
ข้อที่	กรณีทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	ผลการทดสอบ	
			สำเร็จ	ล้มเหลว
1	เรือได้รับคำสั่งให้เดินทางไปยังจุดหมาย	เรือต้องเคลื่อนที่ไปยังจุดหมาย	✓	
2	เรือถึงจุดหมาย	เรือต้องเปลี่ยนจุดหมายไปที่จุดเริ่มต้นและเดินทางกลับ	✓	
3	แบบเตอร์ต่างกว่ากำหนด		✓	
4	ความสัญญาณต่างกว่ากำหนด		✓	
5	แพ๊กเก็ตสัญญาณเกินกำหนด		✓	
6	เรือได้รับคำสั่งให้กลับมาในขณะที่กำลังเดินทาง		✓	
7	เรือกลับมาถึงจุดเริ่มต้น	มอเตอร์ทั้งสองในเรือจะต้องหยุดการทำงาน	✓	

บทที่ 6

บทสรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการดำเนินงานในโดยภาพรวม จากการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมสำหรับตรวจสอบพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ โดยจะประกอบด้วย สรุปผลการดำเนินการ ปัญหาและข้อจำกัดของระบบ และข้อเสนอแนะซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในระบบ ที่คุ้มค่าและได้มาตรฐาน

6.1 สรุปผลการดำเนินการ

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ ได้รับข้อกำหนด (Requirement) จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทินกร กันยานี อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หลังจากได้รับข้อกำหนดผู้พัฒนาจึงทำการวิเคราะห์ระบบจนได้ข้อสรุปว่า ควรแบ่งย่อยระบบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ยานพาหนะสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ไอโอที แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะการทำงานของยานพาหนะ และเซิร์ฟเวอร์สำหรับสร้างช่องทางสื่อสารระหว่างยานพาหนะและแอปพลิเคชัน

หลังจากการออกแบบระบบ ผู้พัฒนาได้ศึกษาค้นคว้าเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาจนได้ข้อสรุปว่า อุปกรณ์ไอโอทีที่เหมาะสมต่อการพัฒนายานพาหนะ คือ

- การที่จะทราบพิกัดบนแผนที่โลกได้จำเป็นต้องใช้โมดูลจีพีเอสสำหรับรับสัญญาณ
- โมดูลจีพีเอสสามารถตรวจหาทิศทางได้แต่จะต้องมีการเคลื่อนที่เกิดขึ้นก่อน ทำให้เกิดความล่าช้า จึงมีการใช้โมดูลเข้มทิศเข้ามาตรวจน้ำทิศทางแทน
- บอร์ดอาดิยูโน่เมกะซีง มีหน่วยความจำที่สูง ทำให้สามารถรองรับการทำงานของบอร์ดเสริมเอไอเอสอีกหนึ่งชิ้น ไม่ต้องเปลี่ยนบอร์ด

สำหรับเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการพัฒนาระบบ ได้แก่

- โปรแกรมอาดิยูโน่ไอโอที เป็นโปรแกรมที่สามารถอัปโหลดไฟล์ภาษาซีพลัสสลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
- โปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ เป็นโปรแกรมที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ ด้วยภาษาจาวา
- ภาษาไฟรอน เป็นภาษาที่มีวากยสัมพันธ์ที่เข้าใจง่าย และยังมีไลบรารีรองรับการทำบริการต่าง ๆ ทำให้สามารถนำมายังระบบได้ง่าย

หลังจากกำหนดเทคโนโลยีและอุปกรณ์สำหรับพัฒนาระบบ ผู้พัฒนาได้ศึกษาและทดลองใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับออกแบบกลไกการทำงานของเพลามอเตอร์สำหรับเรือ ก่อนที่จะลงมือพัฒนาเรือต้นแบบด้วยกล่องไฟมาร์คบอร์ดระบบขั้บเคลื่อนอัตโนมัติ และครอบคลุมด้วยซอฟต์แวร์แอปพลิเคชัน และเซิร์ฟเวอร์ตามลำดับ

ผลจากการทดสอบระบบทั้งหมด พบว่า

- โมดูลเข็มทิศและโมดูลจีพีเอสมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลต่อการทำงานของระบบขั้บเคลื่อนมากนัก
- ระบบขั้บเคลื่อนอัตโนมัติของเรือทำงานได้อย่างถูกต้อง
- แอปพลิเคชันสามารถควบคุมและติดตามสถานะของเรือได้อย่างถูกต้อง
- เซิร์ฟเวอร์รับและส่งข้อมูลให้กับเรือและแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้อง

6.2 ปัญหาและข้อจำกัด

ปัญหาหลักของระบบคือการรับและส่งข้อมูลด้วยเครือข่ายเอ็นบีไอโอที พบร่วมกับความไม่เสถียรของเครือข่าย เนื่องจากบางครั้งการเชื่อมต่อถูกตัดขาดแม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่ที่มีสัญญาณ

6.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัตินี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้หลายด้าน ผู้พัฒนาจึงมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนี้

- 1) พัฒนาระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางเพิ่ม ด้วยการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) ร่วมกับคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) หรือ การประยุกต์ใช้โซนาร์เซนเซอร์ (Sonar Sensor) ร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เพื่อพัฒนาเป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเหมือนเรดาร์ (Radar) สามารถนำไปใช้งานสำหรับตรวจจับวัตถุได้
- 2) พัฒนาเซิร์ฟเวอร์และแอปพลิเคชันที่สามารถจัดการบริหารข้อมูลจากเรือหลาย ๆ ลำพร้อมกันได้ ซึ่งจะเป็นการขยายขอบเขตของระบบให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่หลากหลายได้มากขึ้น
- 3) พัฒนาระบบปริมาณพลังงานแบบเตอร์กิ้บระยะทาง เพื่อหาว่าปริมาณพลังงานเพียงพอที่จะเดินทาง

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปรีชา กอเจริญ, "เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายสำหรับอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง," *NBTC Journal 2*, pp. 268-287, 2017.
- [2] Wang, Y-P. Eric, et al., "A Primer on 3GPP Narrowband Internet of Things (NB-IoT)," *IEEE Communications Magazine* vol. 55 no. 3, pp. 117-123, 2017.
- [3] Azman, Mohammad, et al., "Cloud of Things: Integrating Internet of Things and Cloud Computing and the Issues Involved," *International Bhurban Conference on Applied Science & Technology (IBCAST)*, pp. 414-419, 2014.
- [4] Norton J.H., "Navstart Global Positioning System," *The International Hydrographic Review*, p. 59(1), 2015.
- [5] Witchayangkoon Boonsap, Dumrongchai Puttipol, "Computational Linearized Least Squares for 2D Positioning Using Mathcad Programming," *KMUTT Research & Development Journal 32*, p. 31, 2009.
- [6] Great Britain: Ministry of Defence, in *Admiralty Manual of Navigation: General Navigation, Coastal Navigation and Pilotage v. 1*, 1987, p. 97.
- [7] Arduino.cc, "Arduino Mega 2560 Rev3," 2018. [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>. [Accessed 9 December 2018].
- [8] Artiya, "ตัวอย่างวิธีรับส่งข้อมูลผ่าน AIS NB-IoT Shield กับ UDP Server," 17 May 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/@artiya4u/ais-nb-iot-udp-connect-f86f803b61a>. [Accessed 10 December 2018].
- [9] Quectel, Quectel BC95 Compact NB-IoT Module with Ultra-low Power Consumption, 2017.
- [10] Handson Technology, "L298N Dual H-Bridge Motor Driver," 2017. [Online]. Available: <http://www.handsontec.com/dataspecs/L298N%20Motor%20Driver.pdf>. [Accessed 11 December 2018]

- [11] Ublox, "NEO-M8 u-blox M8 concurrent GNSS modules Data Sheet," 2015. [Online]. Available: https://www.u-blox.com/sites/default/files/NEO-M8_DataSheet_%28UBX-13003366%29.pdf. [Accessed 10 December 2018].
- [12] Honeywell, "3-Axis Digital Compass IC HMC5883L," 2013. [Online]. Available: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/HMC5883L_3-Axis_Digital_Compass_IC.pdf. [Accessed 11 December 2018].
- [13] Henry's Bench, "Arduino 25V Voltage Sensor Module User Manual," [Online]. Available: <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-voltage-measurements/arduino-25v-voltage-sensor-module-user-manual>. [Accessed 11 December 2018].

ภาคผนวก

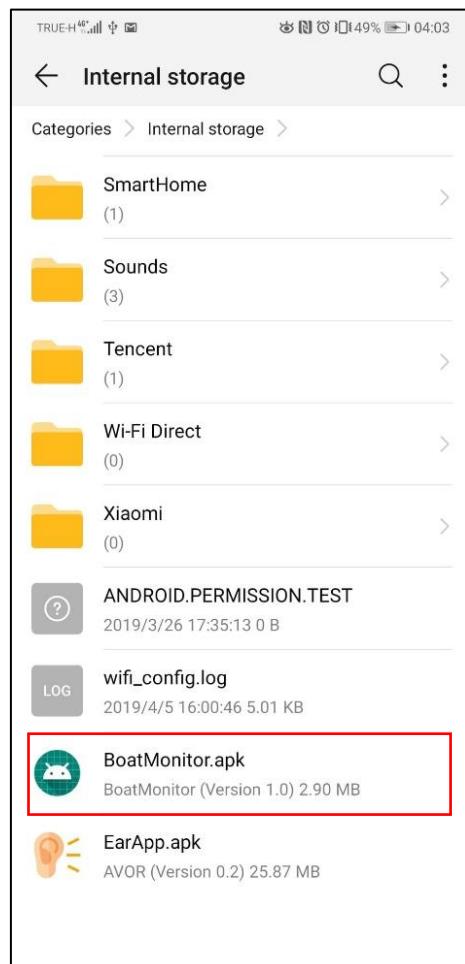
ภาคผนวก ก

คู่มือการติดตั้งระบบ

การติดตั้งซอฟต์แวร์เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการใช้งานจะมีส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมและติดตามสถานะของเรือและเซิร์ฟเวอร์สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างเรือ และแอปพลิเคชัน

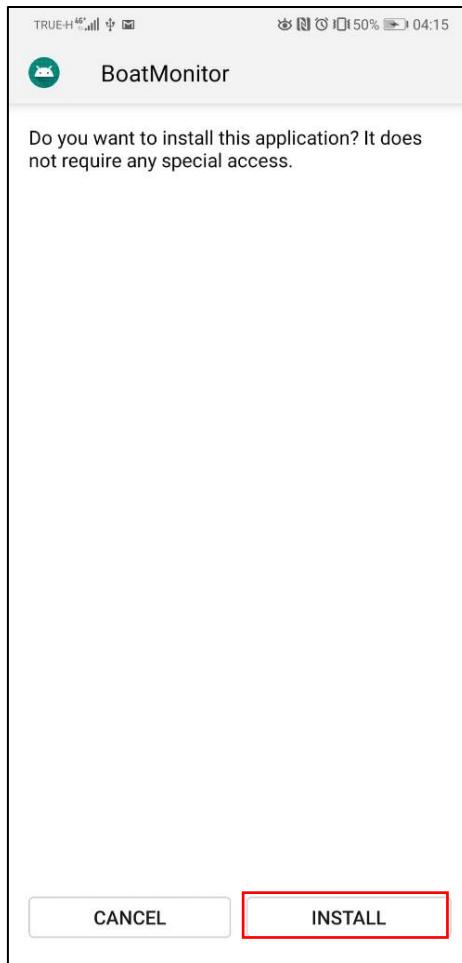
ก.1 การติดตั้งแอปพลิเคชัน

ในขั้นตอนแรก ผู้ใช้จะต้องมีไฟล์ของแอปพลิเคชันที่อยู่ในลักษณะของไฟล์ .apk ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับติดตั้งแอปพลิเคชันลงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ดังภาพที่ ก.1



ภาพที่ ก.1 ไฟล์ .apk ของแอปพลิเคชัน

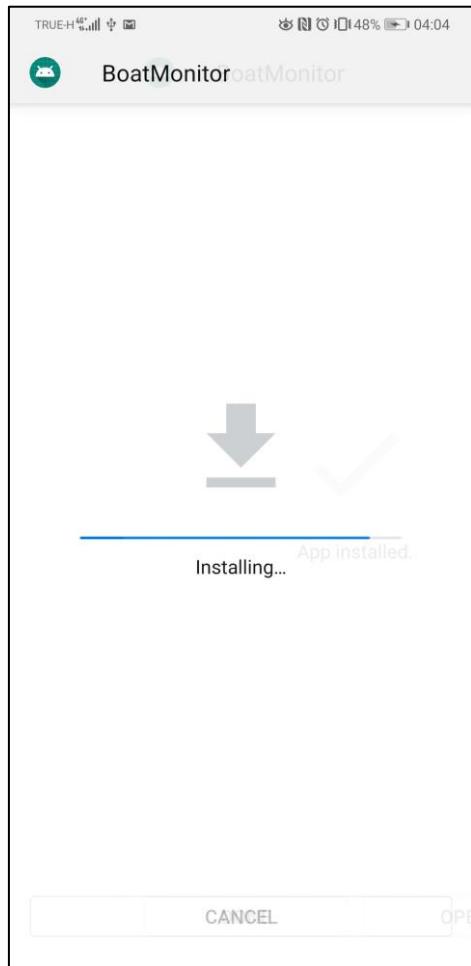
ขั้นตอนต่อไป ให้ทำการเปิดไฟล์ .apk โดยจะมีการสอบถามว่าจะติดตั้งแอปพลิเคชันดังกล่าว หรือไม่ ดังภาพที่ ก.2 สำหรับแอปพลิเคชันนี้จะไม่มีการร้องขอสิทธิการเข้าถึงข้อมูลใด ๆ เพิ่มเติม



ภาพที่ ก.2 สอบถามการติดตั้งแอปพลิเคชัน

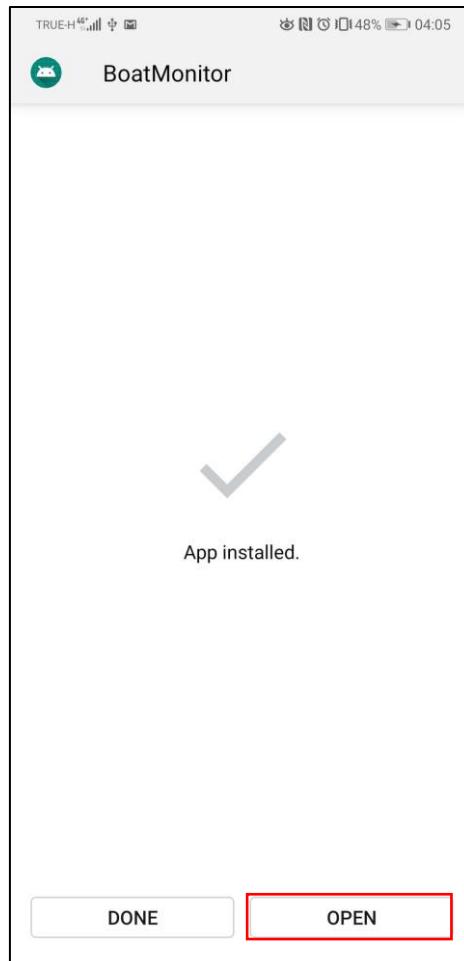
จากภาพที่ ก.2 ให้กดปุ่มติดตั้ง (Install) เพื่อดำเนินการติดตั้งแอปพลิเคชัน

หลังจากที่กดปุ่มติดตั้งแอปพลิเคชัน ให้ทำการรอนานกว่าแอปพลิเคชันจะติดตั้งเสร็จ



ภาพที่ ก.3 กำลังติดตั้งแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนสุดท้าย หลังจากที่ติดตั้งแอปพลิเคชันเสร็จ จะแสดงหน้าจอว่าแอปพลิเคชันถูกติดตั้งแล้ว ให้ทำการกดปุ่มเปิด (Open) เพื่อเปิดใช้งานแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.4 ติดตั้งแอปพลิเคชันสำเร็จ

ก.2 การติดตั้งเซิร์ฟเวอร์

การติดตั้งเซิร์ฟเวอร์จะแบ่งไฟล์ออกเป็น 3 ส่วนคือ ไฟล์ยูดีพีเซิร์ฟเวอร์ ไฟล์เอปีโอ และไฟล์ฐานข้อมูล โดยมีวิธีการติดตั้งดังนี้

1) ยูดีพีเซิร์ฟเวอร์

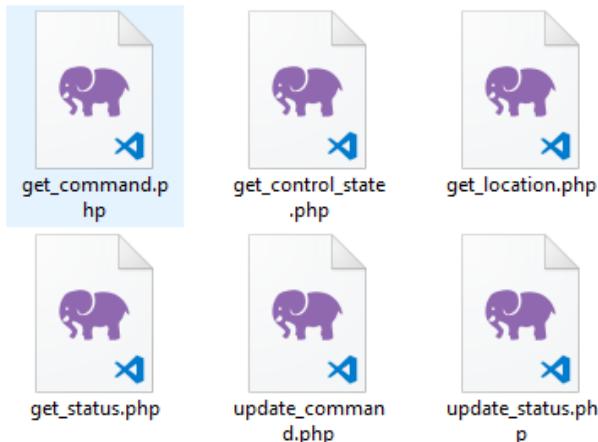
จะต้องมีไฟล์ของเซิร์ฟเวอร์นามสกุล .py หรือไฟล์เพoton และเปิดการทำงานดังภาพที่ ก.5

```
$ python server.py
3.7.2 (tags/v3.7.2:9a3ffc0492, Dec 23 2018, 22:20:52) [MSC v.1916 32 bit (Intel)]
]
Socket Start...
Server Start...
Incoming<--{idle,18.800677_98.955631,98,-87,etc.}
Sending-->{no command}
```

ภาพที่ ก.5 การทำงานของยูดีพีเซิร์ฟเวอร์

2) เอปีโอ

นำไฟล์เอปีโอ ซึ่งอยู่ในลักษณะของไฟล์นามสกุล .php ไปวางไว้บน HTTP Server สำหรับ เช่นตัวโอເອສເຊເວ່ານຈະອູ່ທີ່ໄດ້ເຮັກທອ້ /var/www/html/



ภาพที่ ก.6 ไฟล์เอปีโอ

3) ฐานข้อมูล

นำเข้าไฟล์ฐานข้อมูลนามสกุล .sql ไปยัง ฐานข้อมูลที่ชื่อ autopilot_boat โดยสามารถเปิดใช้งานเป็น localhost ได้ แต่ยูดีพีเซิร์ฟเวอร์ และเอปีโอต้องอยู่บนเซิร์ฟเวอร์เครื่องเดียวกัน

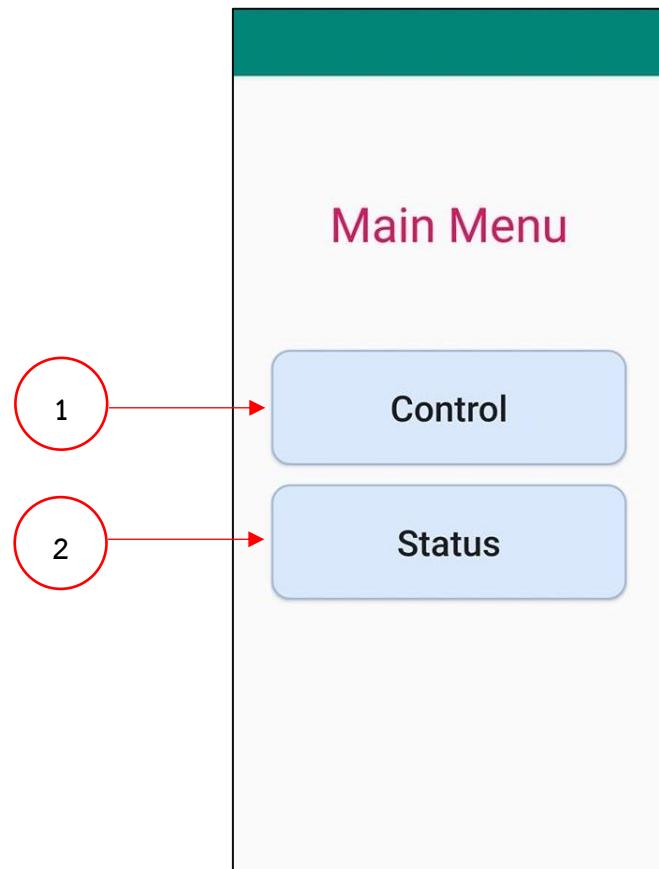
ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานระบบ

การพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมเรือโดยการตรวจหาพิกัดและทิศทางแบบอัตโนมัติ ผู้ใช้จะต้องควบคุมการทำงานและติดตามสถานะของเรือผ่านแอปพลิเคชัน โดยมีรายละเอียดการใช้งานดังนี้

ข.1 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน

หน้าจอหลัก เป็นหน้าจอแรกที่แสดงเมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอได้ดังภาพที่ ข.1



ภาพที่ ข.1 หน้าจอหลัก

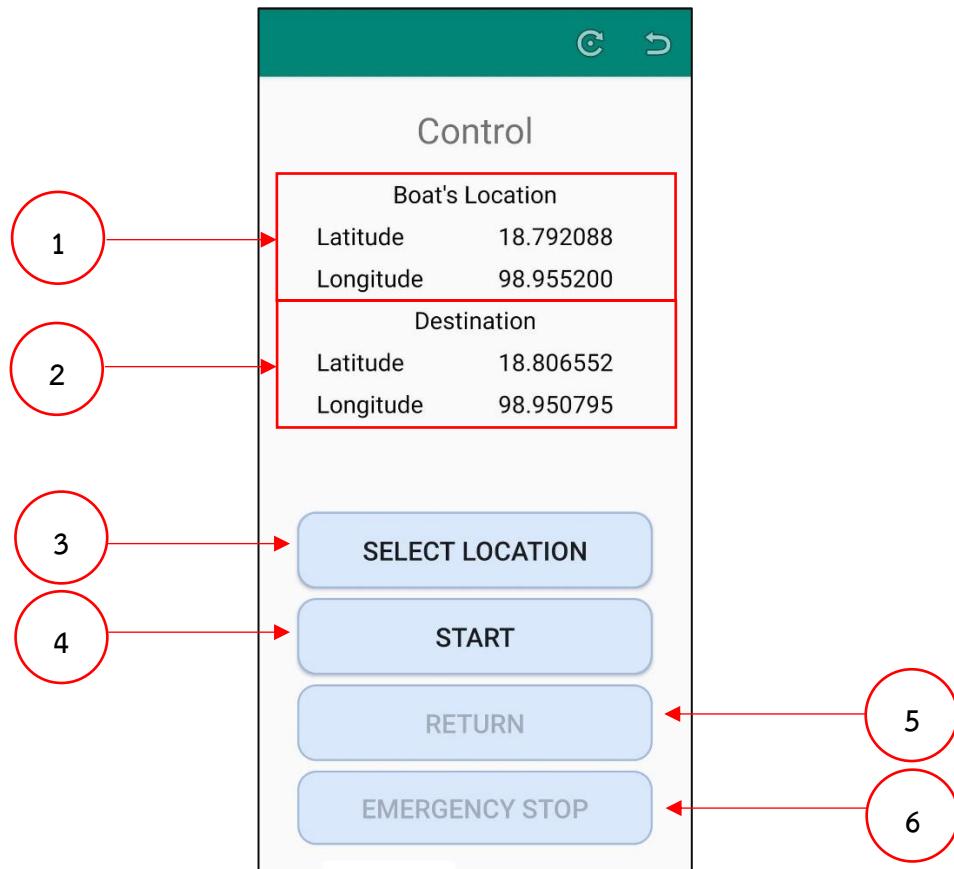
จากภาพที่ ข.1 สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจอควบคุมเรือ

ส่วนที่ 2 ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจอแสดงสถานะของเรือ

ข.2 หน้าจอควบคุมเรือ

หน้าจอควบคุมเรือ เป็นหน้าจอสำหรับควบคุมเรือซึ่งสามารถเลือกตำแหน่งจุดหมายให้กับเรือได้ สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอด้วยภาพที่ ข.2



ภาพที่ ข.2 หน้าจอควบคุมเรือ

จากภาพที่ ข.2 สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ตำแหน่งปัจจุบันของเรือที่แสดงในรูปแบบพิกัดละติจูดและลองจิจูด

ส่วนที่ 2 ตำแหน่งของเป้าหมายที่แสดงในรูปแบบพิกัดละติจูดและลองจิจูด สามารถเลือกได้จากส่วนที่ 3

ส่วนที่ 3 ปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจอเลือกตำแหน่งบนกฎเกล็อกแมพ

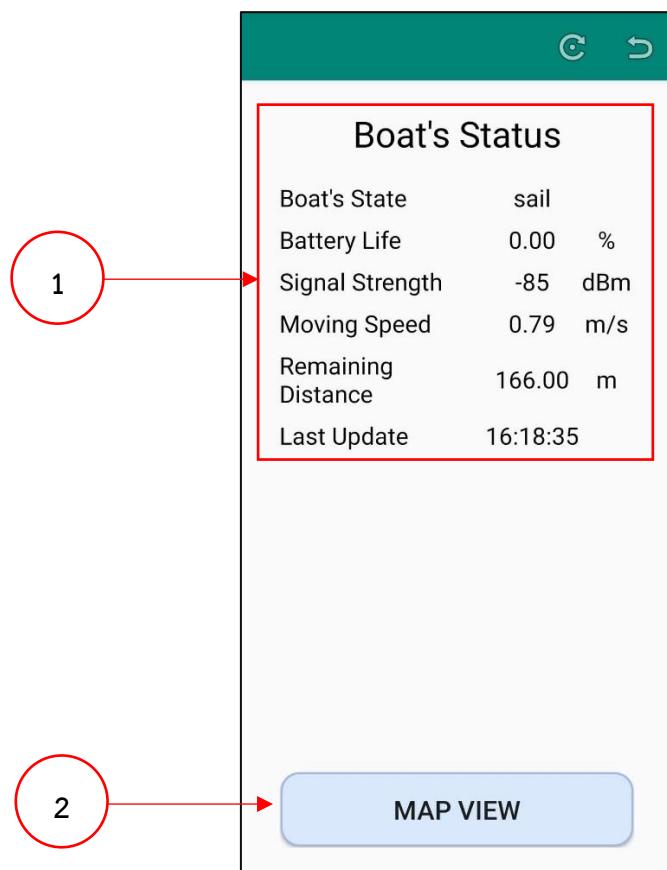
ส่วนที่ 4 ปุ่มกดเพื่อสั่งให้เรือเริ่มทำงาน หากกดปุ่มนี้จะทำการส่งคำสั่งเริ่มการทำงานและพิกัดเป้าหมายไปยังเรือผ่านทางเซิร์ฟเวอร์

ส่วนที่ 5 ปุ่มกดเพื่อสั่งให้เรือกลับมาที่จุดเริ่มต้น จะเปิดให้ใช้งานได้หลังจากกดปุ่มในส่วนที่ 4

ส่วนที่ 6 ปุ่มกดเพื่อสั่งให้เรือหยุด จะเปิดให้ใช้งานได้หลังจากกดปุ่มในส่วนที่ 4

ข.3 หน้าจอติดตามสถานะการทำงานของเรือ

หน้าจอติดตามสถานะเป็นหน้าจอที่แสดงสถานะต่าง ๆ ของเรือ เช่น สถานะปัจจุบันของเรือ พลังงานที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ ความแรงของสัญญาณอินบีโวโอดี ความเร็วการเคลื่อนที่ ระยะทางที่เหลืออยู่ สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอได้ดังภาพที่ ข.3



ภาพที่ ข.3 หน้าจอแสดงสถานะของเรือ

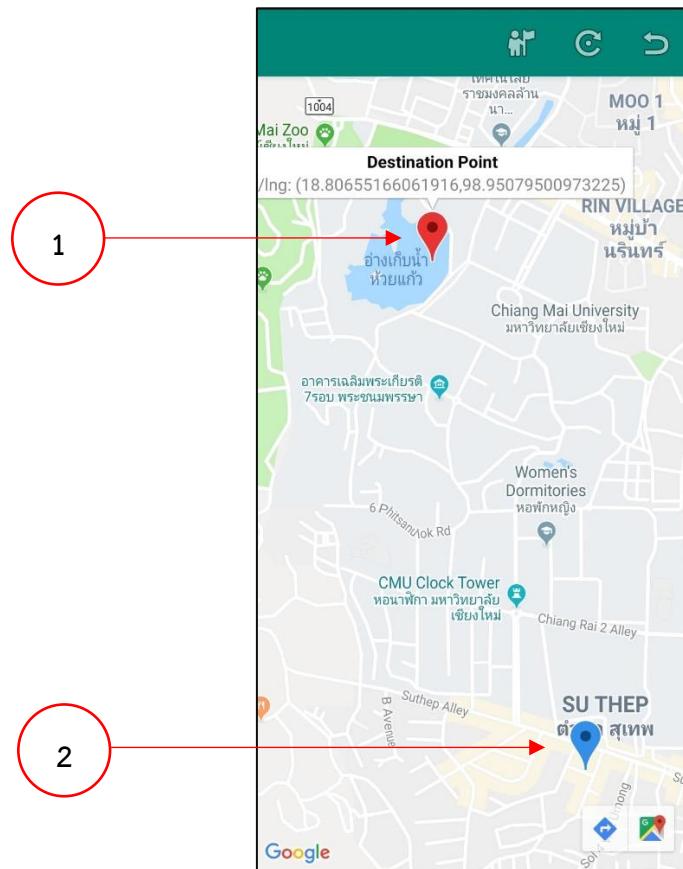
จากภาพที่ ข.3 สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานะต่าง ๆ ของเรือ

ส่วนที่ 2 ปุ่มกดเพื่อเปลี่ยนหน้าจอแสดงตำแหน่งของเรือและเป้าหมายบนภูเก็ตเกลแมพ

๑.๔ หน้าจอภูเกิลแมพ

หน้าจอภูเกิลแมพ ใช้สำหรับแสดงตำแหน่งปัจจุบันของเรือ หรือเลือกตำแหน่งจุดหมายให้กับเรือ สามารถแสดงตัวอย่างหน้าจอได้ดังภาพที่ ๑.๔



ภาพที่ ๑.๔ หน้าจอสำหรับเลือกตำแหน่งบนแผนที่ภูเกิลแมพ

จากภาพที่ ๑.๔ สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ ๑ ตำแหน่งที่ถูกเลือกบนแผนที่

ส่วนที่ ๒ ตำแหน่งปัจจุบันของเรือ