

โปรแกรมเฝ้าระวังระดับน้ำและแจ้งเตือนการอพยพผ่าน
แอนดรอยด์แอปพลิเคชันโดยใช้ทฤษฎีฝูงมด
WATER LEVEL MONITORING PROGRAM AND
EVACUATION GUIDELINE VIA ANDROID APPLICATION
USING ANT COLONY OPTIMIZATION

ศตายุ	เชียวเขิน
สิริวิษณุ	เกษตรเวทิน
สุภัตต์	एमชาวนา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

WATER LEVEL MONITORING PROGRAM AND
EVACUATION GUIDELINE VIA ANDROID APPLICATION
USING ANT COLONY OPTIMIZATION

SATAYU

KEAWKERN

SIRAWICH

KASETVETIN

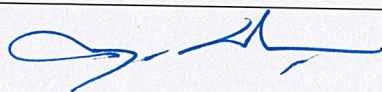

SUPAT

AEMCHAWNA

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมเฝ้าระวังระดับน้ำและแจ้งเตือนการอพยพผ่านแอนดรอยด์ แอปพลิเคชันโดยใช้ทฤษฎีฝูงมด WATER LEVEL MONITORING PROGRAM AND EVACUATION GUIDELINE VIA ANDROID APPLICATION USING ANT COLONY OPTIMIZATION		
ชื่อนักศึกษา	นายศตายุ	เขี้ยวเงิน	รหัสนักศึกษา 57050329
	นายสิริวิษณุ	เกษตรเวทิน	รหัสนักศึกษา 57050341
	นายสุภัคตต์	एमชวานา	รหัสนักศึกษา 57050349
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)		
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรางคณา กัมปาน		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการ
คอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.กฤษฎา บุศรา ประธานกรรมการ	
ดร.ปัทมา เจริญพร กรรมการ	ปัทมา เจริญพร
ผศ.ดร.วรางคณา กัมปาน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมเฝ้าระวังระดับน้ำและแจ้งเตือนการอพยพผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันโดยใช้ทฤษฎีฝูงมด		
ชื่อนักศึกษา	นายศตายุ	เชียวเขิน	รหัสนักศึกษา 57050329
	นายสิริวิษณุ	เกษตรเวทิน	รหัสนักศึกษา 57050341
	นายสุภัตต์	एमชวานา	รหัสนักศึกษา 57050349
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)		
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรางคณา กิมปาน		

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้นำเสนอการประยุกต์ทฤษฎีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things : IoT) โดยการใช้แอนดรอยด์แอปพลิเคชันในการสังเกตการณ์เฝ้าระวังระดับน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนและวางแผนการอพยพ สำหรับชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำ หรือเป็นพื้นที่ต่ำเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยจะมีการติดตั้งเซนเซอร์วัดแรงดันและเซนเซอร์วัดความเร็วในการไหลของน้ำไว้ในแหล่งน้ำใกล้บริเวณชุมชนเพื่อทำการวัดความสูงของน้ำในแหล่งน้ำใกล้บริเวณชุมชนว่ามีค่าเท่าไร ซึ่งสามารถสังเกตการณ์ได้จากแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน และเมื่อมีความสูงของน้ำที่เพิ่มขึ้นจนถึงขั้นเตือนภัยที่กำหนดไว้ในแอปพลิเคชัน จะส่งการแจ้งเตือนมายังผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ ไลน์บอทจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้น และเมื่อถึงขั้นวิกฤติจำเป็นจะต้องอพยพหรือเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ที่ปลอดภัย แอนดรอยด์แอปพลิเคชันจะแนะนำเส้นทางในการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยซึ่งถูกกำหนดไว้ตามจุดต่างๆเรียบร้อยแล้ว โดยมีการตัดสินใจเลือกสถานที่ปลอดภัยที่ใกล้กับตำแหน่งของผู้ใช้มากที่สุด หากสถานที่นั้นมีจำนวนคนที่อพยพไปเป็นจำนวนมากเกินกว่าที่จะรองรับได้แล้ว แอปพลิเคชันจะนำทางไปยังสถานที่ใหม่ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง โดยใช้ขั้นตอนวิธีอาณานิคม (Ant colony optimization) ในการตัดสินใจ

คำสำคัญ : น้ำท่วม เส้นทางอพยพ สถานที่ปลอดภัย ระดับน้ำ ระบบอาณานิคม ไลน์บอท

Title	WATER LEVEL MONITORING PROGRAM AND EVACUATION GUIDELINE VIA ANDROID APPLICATION USING ANT COLONY OPTIMIZATION		
Students	Mr. Satayu Keawkern	Student ID 57050329	
	Mr. Sirawich Kasetvetin	Student ID 57050341	
	Mr. Supat Aemchawna	Student ID 57050349	
Degree	Bachelor of Science (Computer Science)		
Department	Computer Science		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2017		
Advisor	Asst.Prof.Dr.Warangkhana	Kimpan	

Abstract

This special problem proposes the Internet access to all things (Internet of Things : IoT) application on Android to monitor water levels in community and plan for evacuation for the user who lives near the water resources or high risk of flooding. The pressure sensors are placed in water basin near the community to measure the height of the water. This can be also observed from Android application. When the height of the water reaches the critical value that was set in the application, it sends notifications to the user. Moreover, Line bots used to let the user knows the potential risks from rising water levels. At the critical level, the user needs to evacuate to a safe place located nearby, the Android application will guide the user to follow the direction to the most safety destination. In case of many people are already evacuated in one place and it reached the maximum amount of limitation, the application will change the recommendation direction to other places nearby using Ant colony optimization algorithm for making the decisions.

Keywords : Floods, Migration routes, Safe locations, Water levels, Ant colony optimization, Line bot

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษโปรแกรมเฝ้าระวังระดับน้ำและแจ้งเตือนการอพยพผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันโดยใช้ทฤษฎีฝูงมด ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20 : NSC 2018 ในการให้ทุนสนับสนุนเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์และพร้อมใช้งานมากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรางคณา กิมปาน เป็นอย่างสูง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ให้สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ อีกทั้งยังช่วยตรวจสอบความถูกต้องของโครงการนี้ให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ.กฤษฎา บุศรา ประธานกรรมการ และ ดร.ปัทมา เจริญพร กรรมการ ในการสอบปัญหาพิเศษ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้ปัญหาพิเศษนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงอาจารย์ในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้ส่งสอนมาตลอดระยะเวลา 4 ปี

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และเพื่อนๆ พี่ๆทุกท่านที่ช่วยให้งำลัังใจและสนับสนุนจนสามารถทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

ศตายุ เขียวเขิน

สิริวิษณุ เกษตรเวทิน

สุภัตต์ เอ็มชานา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขต.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คุณลักษณะของน้ำ.....	3
2.2 เซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ.....	3
2.3 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์	5
2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	7
2.5 แอนดรอยด์สตูดิโอ.....	7
2.6 อาดูโน้.....	8
2.7 LINE Messaging API.....	10
2.8 JSON.....	10
2.9 Google Map Android API.....	11
2.10 ทฤษฎีการวางแผนการอพยพ.....	12
2.10.1 Ant Colony Optimization	12
2.10.2 Double Bridge Experiment	12
2.10.3 Traveling Salesman Problem	14
2.10.4 Ant Colony Optimozation Metaheuristic.....	15
2.10.5 ConstructAntSolutions.....	16
2.10.6 DaemonActions.....	16
2.10.7 UpdatePheromone	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10.8 Ant Colony Optimization Algorithm.....	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	20
3.1 การวางแผนการดำเนินงาน	20
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	22
3.2.1 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ.....	22
3.2.2 แผนภาพแสดงความสามารถของระบบงาน.....	23
3.2.3 การแนะนำเส้นทางสำหรับการอพยพ.....	28
3.2.4 การกำหนดระดับการแจ้งเตือนของความผิดปกติของระดับน้ำ.....	29
3.2.5 แผนภาพแสดงกิจกรรมของงาน (Activities Diagram)	29
3.2.6 แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน (Sequence Diagram).....	34
3.2.7 Flow Chart การทำงานของการเลือกเส้นทางในการอพยพ.....	37
3.3 การออกแบบฐานข้อมูล	38
3.3.1 แผนภาพ ER Diagram.....	38
3.3.2 การจัดเก็บข้อมูล	39
3.4 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface).....	41
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	46
4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และการติดตั้งเพื่อทำการทดลอง	46
4.1.1 ต่อบอร์ดอาดูโน่และบอร์ดราสเบอร์รี่พายเข้าด้วยกัน	46
4.1.2 ต่อเซนเซอร์เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ดอาดูโน่.....	46
4.1.3 ออกไปยังสถานที่จริง เพื่อหย่อนเซนเซอร์.....	47
4.1.4 การจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล	48
4.2 ความสามารถของแอปพลิเคชัน.....	48
4.2.1 หน้าจอแสดงการเข้าสู่ระบบ	48
4.2.2 การสมัครสมาชิก	49
4.2.3 การตั้งค่าตำแหน่งบ้านของผู้ใช้งาน.....	49
4.2.4 หน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆที่มีอยู่ในแอปพลิเคชัน	51
4.2.5 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง.....	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.6 ตั้งค่าระดับของการแจ้งเตือน.....	52
4.3 LineBot.....	56
4.4 สรุปผลการทดลอง	59
4.4.1 การทดลองที่ 1.....	60
4.4.2 การทดลองที่ 2.....	65
4.4.3 การทดลองที่ 3.....	72
4.5 ตัวอย่างโค้ดโปรแกรม.....	77
4.5.1 ตัวอย่างโค้ดการใช้งานฟังก์ชันตรวจสอบจำนวนคนในสถานที่ปลอดภัย.....	77
4.5.2 ตัวอย่างโค้ด Ant Colony Optimization.....	79
4.5.3 ตัวอย่างข้อมูล JSON จาก Google Directions API.....	80
4.5.4 ตัวอย่างโค้ด LINE Messaging API.....	82
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	85
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	85
5.1.1 ส่วนของแอปพลิเคชัน	85
5.1.2 Line Bot	85
5.1.3 Ant Colony Optimization Algorithm.....	85
5.2 ข้อจำกัดของระบบ	86
5.3 ข้อเสนอแนะ	86
เอกสารอ้างอิง	87
ภาคผนวก.....	88
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งาน	89
ภาคผนวก ข ผลงานที่ได้รับรางวัล.....	95

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณลักษณะของเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ.....	4
2.2 ตัวอย่างการใช้ Brute Force Algorithm ในการแก้ปัญหา TSP	15
3.1 ผังโครงสร้างงาน	20
3.2 Use case Description “เข้าสู่ระบบ”	24
3.3 Use case Description “เรียกดูรายงานทั่วไปของระดับน้ำ”	24
3.4 Use case Description “เรียกดูแผนที่”	25
3.5 Use case Description “รับแจ้งเตือนเมื่อเกิดวิกฤต”	25
3.6 Use case Description “รับแจ้งเตือนเส้นทางอพยพเมื่อเกิดวิกฤต”	26
3.7 Use case Description “แก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ”	26
3.8 Use case Description “แก้ไขข้อมูลที่อยู่อาศัย”	27
3.9 Use case Description “ออกจากระบบ”	27
3.10 ระดับของการแจ้งเตือน	28
3.11 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของข้อมูลดิบ raw_data	39
3.12 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของสถานที่ที่ตั้งอุปกรณ์ location_info.....	39
3.13 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล pin_info	39
3.14 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของสถานที่หรือพื้นที่ที่ปลอดภัยในการอพยพ safe_place	40
3.15 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของสมาชิก users.....	40
3.16 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของเส้นทางระหว่างผู้ใช้งานและสถานที่ปลอดภัยในการอพยพ	41
4.1 ผลการทดลองที่ 1.1.....	60
4.2 ผลการทดลองที่ 1.2	61
4.3 ผลการทดลองที่ 1.3	62
4.4 ผลการทดลองที่ 1.4	63
4.5 สรุปผลการทดลองที่ 1.....	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 ผลการทดลองที่ 2.1	65
4.7 ผลการทดลองที่ 2.2	66
4.8 ผลการทดลองที่ 2.3	67
4.9 ผลการทดลองที่ 2.4	69
4.10 สรุปผลการทดลองที่ 2.....	71
4.11 ผลการทดลองที่ 3.1	72
4.12 ผลการทดลองที่ 3.2	73
4.13 ผลการทดลองที่ 3.3	74
4.14 ผลการทดลองที่ 3.4	75
4.15 สรุปผลการทดลองที่ 3	76

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์.....	6
2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	7
2.3 แอนดรอยด์สตูดิโอ.....	8
2.4 บอร์ดอาดูโน้.....	9
2.5 สถาปัตยกรรมของ Messaging API.....	10
2.6 รูปตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลของJSON.....	11
2.7 รูปตัวอย่างของ Google Map.....	12
2.8 The Double Bridge Experiment.....	13
2.9 การเติบโตของฟังก์ชันแบบ exponential time.....	14
2.10 ACO Algorithm (Pseudo code).....	16
3.1 โครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบ.....	22
3.2 แผนภาพแสดงความสามารถของระบบงาน.....	23
3.3 ตัวอย่างการแสดงเส้นทางการอพยพ.....	28
3.4 Activity Diagram ของการเรียกดูตารางแสดงค่าระดับน้ำปัจจุบันของแหล่งน้ำ.....	29
3.5 Activity Diagram ของการเรียกรายงานแสดงค่าระดับน้ำ ณ ช่วงเวลาหนึ่งของแหล่งน้ำ.....	30
3.6 Activity Diagram ของการแจ้งเตือน.....	31
3.7 Activity Diagram ของการแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ.....	32
3.8 Activity Diagram ของการแจ้งเตือนเส้นทางการอพยพ.....	33
3.9 Sequence Diagram การทำงานของระบบโดยภาพรวม บัญชีผู้ใช้ใหม่.....	34
3.10 Sequence Diagram ของการสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่.....	35
3.11 Sequence Diagram ของการแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ.....	35
3.12 Sequence Diagram ของการแจ้งเตือน.....	36
3.13 Sequence Diagram ของการแนะนำเส้นทางการอพยพ.....	36
3.14 แผนภาพการทำงานของทางเลือกเส้นทางการอพยพ.....	37
3.15 แผนภาพ ER Diagram.....	38
3.16 ไอคอนหน้าแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน.....	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.17 หน้าจอเข้าสู่ระบบ.....	42
3.18 หน้าจอลงทะเบียน.....	42
3.19 หน้าจอแสดงข้อมูลระดับน้ำ.....	43
3.20 แถบเมนูทั้งหมดของแอปพลิเคชัน.....	43
3.21 แถบเมนูทั้งหมดของแอปพลิเคชันในกรณีที่เข้าสู่ระบบด้วยสถานะผู้ใช้งาน.....	44
3.22 หน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆที่มีในระบบ.....	44
3.23 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง.....	45
3.24 หน้าจอในการแก้ไขข้อมูลของการติดตั้งเซนเซอร์.....	45
4.1 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดราสเบอร์รี่พายกับบอร์ดอาดูโน่.....	46
4.2 การเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์และบอร์ดอาดูโน่.....	47
4.3 ทำการหย่อนเซนเซอร์เพื่อวัดค่าระดับน้ำในคลองสี่.....	47
4.4 การเก็บข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล.....	48
4.5 หน้าจอแสดงการเข้าสู่ระบบ.....	48
4.6 หน้าจอแสดงการสมัครสมาชิก	49
4.7 การตั้งค่าตำแหน่งบ้านของผู้ใช้งาน.....	50
4.8 แถบเมนูบาร์ของผู้ใช้งานทั่วไป.....	50
4.9 แถบเมนูบาร์ของผู้ดูแลระบบ.....	50
4.10 แถบเมนูบาร์ของผู้ใช้งานทั่วไป.....	51
4.11 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำในรูปแบบต่างๆ.....	52
4.12 การตั้งค่าระดับของการแจ้งเตือน.....	52
4.13 หน้าจอแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลของระดับน้ำที่คลองสี่.....	53
4.14 หน้าจอแอปพลิเคชันของระดับน้ำในระดับ MONITOR.....	54
4.15 ผลหน้าจอแอปพลิเคชันของระดับน้ำในระดับ ALERT.....	55
4.16 หน้าจอแอปพลิเคชันที่แสดงเส้นทางที่จะใช้ในการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัย.....	55
4.17 หน้าจอแอปพลิเคชันที่แสดงเส้นทางที่เปลี่ยนไปไปยังสถานที่ปลอดภัยแห่งใหม่.....	56
4.18 หน้าจอแสดงไลน์บอทส่งการแจ้งเตือนมายังผู้ใช้งาน.....	56
4.19 หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่มีความสูง 142 ซม.....	57
4.20 หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่มีความสูง 175 ซม.....	57
4.21 หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลของรายงานระดับน้ำของเดือนมกราคม.....	58
4.22 ตัวแปรที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนค่าใน ACO.....	59

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.1 ไอคอนหน้าแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน.....	89
ก.2 หน้าจอเข้าสู่ระบบ.....	89
ก.3 หน้าจอลงทะเบียน.....	90
ก.4 หน้าจอแสดงข้อมูลระดับน้ำ.....	91
ก.5 แถบเมนูทั้งหมดของแอปพลิเคชัน.....	91
ก.6 หน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆที่มีในระบบ.....	92
ก.7 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง.....	93
ก.8 หน้าจอในการแก้ไขข้อมูลของการติดตั้งเซนเซอร์.....	93
ก.9 หน้าจอแสดงการใส่ข้อมูล Address.....	94
ข.1 รางวัลที่ได้รับ (NSC).....	95
ข.2 รางวัลที่ได้รับ (AUCC).....	96

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันวิกฤตการณ์น้ำเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทย โดยปัญหาที่พบส่วนมากคือปัญหาน้ำท่วม อันเนื่องมาจากฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้ระดับน้ำในแหล่งน้ำเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้น้ำเอ่อล้นเข้าท่วมบ้านเรือนของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำในบริเวณนั้น ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินและพืชผลทางการเกษตรของประชาชน ซึ่งบางครั้งระดับน้ำในแหล่งน้ำมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนทำให้ไม่สามารถเตรียมตัวรับมือของขั้นที่สูง หรือวางแผนเส้นทางในการอพยพไปยังสถานที่ที่ปลอดภัยได้ทันท่วงที

เนื่องจากในปัจจุบันผู้คนส่วนมากได้เข้าถึงแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น จึงทำให้เกิดความสนใจที่จะพัฒนาระบบเฝ้าระวังระดับน้ำ และวางแผนเส้นทางในการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยในกรณีที่เกิดอุทกภัยผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันและแอปพลิเคชันไลน์บอท โดยตัวระบบจะสามารถเฝ้าระวังและติดตามระดับน้ำ ซึ่งจะแสดงด้วยตัวเลขและสีเพื่อแบ่งระดับการแจ้งเตือน โดยมีความรุนแรงของแต่ละระดับแตกต่างกันซึ่งถูกกำหนดไว้ในตัวแอปพลิเคชัน หลักการทำงานจะทำงานโดยการนำเซนเซอร์ไปติดตั้งไว้ในแหล่งน้ำที่ต้องการวัดระดับน้ำ เมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้นเตือนภัยซึ่งถูกตั้งค่าไว้ในระบบ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังสมาร์ตโฟนที่ทำการติดตั้งตัวแอปพลิเคชันไว้ รวมถึงการส่งการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์บอทด้วย นอกจากนี้ในกรณีที่ระดับน้ำอยู่ในระดับขั้นวิกฤติเสียงที่จะเกิดอุทกภัยจะแสดงเส้นทางสำหรับอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยที่ถูกกำหนดไว้ โดยใช้ระบบอาณานิคม (Ant colony optimization) ในการตัดสินใจเลือกเส้นทาง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถแสดงระดับน้ำในรูปแบบตัวเลขและรายงานระดับน้ำเพื่อใช้สำหรับติดตามสถานการณ์น้ำในช่วงเวลาต่างๆภายในคลองลำปลาทิวและคลองวัดปลุกศรีธา
- 2) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติของระดับความสูงของน้ำภายในคลองลำปลาทิวและคลองวัดปลุกศรีธา
- 3) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถแสดงเส้นทางในการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยซึ่งถูกกำหนดไว้เมื่อเกิดเหตุอุทกภัยได้
- 4) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันไลน์บอทที่สามารถแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติของระดับความสูงของน้ำภายในแหล่งน้ำ

- 5) เพื่อศึกษาหลักการทำงานของขั้นตอนวิธีระบบอาณาจักรมด (Ant colony optimization) ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดไปยังสถานที่ปลอดภัยที่ถูกกำหนดไว้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) แอปพลิเคชันสามารถแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้นวิกฤติขึ้นไปเท่านั้น
- 2) แอปพลิเคชันสามารถบอกเส้นทางการอพยพไปยังสถานที่ที่ปลอดภัยซึ่งถูกกำหนดไว้ในแอปพลิเคชันเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับวิกฤติ
- 3) แอปพลิเคชันสามารถใช้งานในอุปกรณ์ที่รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้เท่านั้น
- 4) การเปิดใช้งานแอปพลิเคชันต้องใช้งานออนไลน์เท่านั้น
- 5) สามารถดูระดับน้ำของแหล่งน้ำได้เฉพาะในลำคลองที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ก) ประโยชน์ต่อผู้ใช้ระบบ

- 1) ผู้ใช้สามารถนำอุปกรณ์เซนเซอร์ไปติดตั้งไว้ในแหล่งน้ำและใช้งานแอปพลิเคชันได้จริง
- 2) ผู้ใช้สามารถตรวจสอบระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์รวมถึงแอปพลิเคชันไลน์บอทได้
- 3) ในกรณีเกิดอุทกภัยสามารถทราบถึงทิศทางการอพยพไปยังสถานที่ที่ปลอดภัยซึ่งถูกกำหนดไว้ในแอปพลิเคชันได้
- 4) ผู้ใช้สามารถได้รับการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันรวมถึงแอปพลิเคชันไลน์บอทเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้นแจ้งเตือนเป็นต้นไป

ข) ประโยชน์ต่อผู้พัฒนาระบบ

- 1) ศึกษาการทำงานของอัลกอริทึมของระบบอาณาจักรมดและนำมาประยุกต์ใช้กับงาน
- 2) สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันไลน์บอทเพื่อทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานระบบได้
- 3) สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อแสดงผลจากฐานข้อมูลได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาระบบฝักระวังระดับน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนผ่านแอนดรอยด์ แอปพลิเคชัน คณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษได้ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 คุณลักษณะของน้ำ

น้ำท่าหรือน้ำในแม่น้ำ [1] มีกระบวนการเกิดได้หลายรูปแบบ โดยอาจจะเกิดจากฝนที่ตกลงมาในลำน้ำโดยตรง (Channel Precipitation) น้ำจากผิวดิน (Overland Flow หรือ Surface Run-off) น้ำใต้ผิวดิน (Interflow หรือ Subsurface Flow) น้ำใต้ดิน (Groundwater Flow) น้ำบนผิวดิน ส่วนหนึ่งเป็นน้ำฝนที่ซึมลงดินไม่หมด และจะไหลจากพื้นผิวดินไปสู่พื้นที่ต่ำกว่า อีกส่วนหนึ่งจะเกิดจากพื้นผิวที่อิ่มตัวด้วยน้ำ มักเจอในพื้นที่ลุ่มต่ำ จะขยายตัวขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่ฝนตก และอาจมีน้ำบางส่วนจากใต้ผิวดินไหลขึ้นมาบนผิวดินร่วมอีกด้วย

การวัดปริมาณน้ำจากเส้นทางการไหลของน้ำฝนนั้นทำได้ยากและมีความซับซ้อน จึงได้มีการวิเคราะห์จากน้ำในแม่น้ำ ซึ่งมี 2 ส่วน คือ

1) น้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำเร็ว (Firect Runoff Quick Flow)

Quick Flow ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำฝนที่ตกสู่ลำน้ำโดยตรง รวมถึงน้ำฝนที่ไหลไปตามผิวดิน โดยปริมาณน้ำในลำน้ำสูงสุดอาจเกิดในขณะที่ฝนตกเป็นเวลานาน แต่อาจจะเกิดหลังจากฝนหยุดก็เป็นได้เนื่องจากน้ำจากพื้นที่อื่นๆจะไหลมารวมกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศบริเวณนั้น

2) น้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำช้า (Base Flow)

Base Flow เป็นน้ำจากทางใต้ดินซึ่งจะใช้เวลาในการไหลได้ช้า โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตามฤดูกาล จึงสามารถที่จะคาดการณ์ปริมาณน้ำได้เพราะมีความคงที่

2.2 เซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ

เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำ [2] เป็นเซนเซอร์ตรวจจับที่ได้รับการออกแบบมาให้เหมาะสมกับการตรวจจับอัตราการไหลของน้ำโดยเฉพาะ ซึ่งตัวเซนเซอร์จะประกอบไปด้วยโรเตอร์หรือแกนหมุนสำหรับรับน้ำ โดยมีแม่เหล็กชิ้นเล็กๆ และตัวตรวจจับฮอลล์เอฟเฟกต์ซึ่งบรรจุอยู่ภายในตัวถังพลาสติกสำหรับทางน้ำเข้า-ออก และเมื่อน้ำไหลเข้าไปยังตัวเซนเซอร์ตัวแกนหมุนที่อยู่ภายในจะหมุน ทำให้ตัว

แม่เหล็กที่ติดอยู่กับใบพัดของแกนหมุนเกิดการเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับฮอลล์เอฟเฟกต์เกิดสัญญาณพัลส์ซึ่งจะมีอัตราตามความเร็วของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้ามาในตัวตรวจจับแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ

PARAMETER	HPT604						
Characteristic:	Various configurations Corrosive proof, explore proof and leakage proof functions Highly-efficient lighting protection and strong RFI & EMI resistance and well stability						
Applications:	a. Water tank level measurement and control. b. Fuel tank level measurement and monitor (diesel, gasoline, kerosene and so on). c. Liquid level measuring in tank, rivers, lake, sea, well, tube, underground water and so on. d. Special occasion such as high temperature liquid (up to 100 degree C), strongly corrosion liquid level measurement (request by customized.)						
Pressure Range:	0-0.1 Bar...50 Bar / 0-1M.....500M H2O Optional						
Overload:	150% F.S.						
Burst Pressure:	300% F.S.						
Accuracy: (Linearity; Hysteresis; Repeatability)	≤±0.5%F.S; ≤± +0.25%F.S; ≤±0.1%F.S Including non-lin., rep. and hys. Optional						
Long Stability:	Standard: 0.2%F.S±0.05%						
Working Temp:	-30°C~70°C OR -30°C~100°C(Customized)						
Storage Temp:	-40°C~90°C OR -40°C~100°C(Customized)						
Temperature Compensation:	-10°C~65°C OR -20°C~80°C(Customized)						
Medium compatible:	Compatible with 316L Stainless Steel						
Electronic Wire:	2 Wires	3 Wires			4 wires		
Output:	4~20mA	1~5V 0~5V	0~10 V	0.5~4.5 V Ratiometric	0-100 mV/V	RS485 Modbus RTU	
Power Supply:	12~36 V DC	10~36 V DC	15~36v	5Vdc	10Vdc	10~30Vdc	
Polarity Protection:	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
Insulate resistance:	>100MΩ@100V						
Zero Temp. Drift	0.03%FS/°C (≤100kPa); 0.02%FS/°C (>100kPa)						
FS Temp. Drift:	0.03%FS/°C (≤100kPa); 0.02%FS/°C (>100kPa)						
Electronic connection:	Fixed cable and water proof IP68						
Response time:	≤10 ms (standard); ≤1ms (Customized)						
Pressure Type:	Gage pressure; Sealed gage pressure optional.						
Certificate approving:	Intrinsic safety or ExdIICT6 and CE Certificate approving						
EMC Standard:	electromagnetic radiation: EN50081-1/-2 electromagnetic susceptibility: EN50082-2						
Lighting Protection: (optional functions)	Air conduction more than 8000V; external sensor more than 4000 Voltage protection.						
Cable optional:	Cable materials are optional according request, we offer 3 type special cable as follow: PE Cable (Water Prossfi); PUR Cable (Oil proof); PTFE Cable (Anti-Corrosive).						
Weight:	Net weight is about 0.35KG, Full Packing weight is about 1.0 KG (Not Include Cable)						
Remarks:	Special applications request by customized						

2.3 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ [3] เป็นซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างแบบเรียงทับซ้อนหรือแบบสแต็ก (Stack) ซึ่งรวมระบบปฏิบัติการ (Operating System) มิดเดิลแวร์ (Middleware) และแอปพลิเคชันที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อใช้สำหรับทำงานบนอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่ (Mobile Devices)

การทำงานของแอนดรอยด์มีพื้นฐานอยู่บนระบบลินุกซ์ เคอร์เนล (Linux Kernel) ซึ่งใช้ Android SDK (Software Development Kit) เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android และใช้ภาษา Java ในการพัฒนา

สถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์ (Android Architecture) นั้นถูกแบ่งออกเป็นลำดับชั้นออกเป็น 4 ชั้นหลักได้แก่

1) แอปพลิเคชัน

ชั้นแอปพลิเคชันจะอยู่ในส่วนบนสุดของโครงสร้างสถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ ซึ่งเป็นส่วนของแอปพลิเคชันที่นักพัฒนาทำการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งาน เช่น แอปพลิเคชันสำหรับการรับ-ส่งอีเมล SMS ปฏิทินรายชื่อผู้ติดต่อ เป็นต้น ซึ่งไฟล์ของแอปพลิเคชันจะอยู่ในรูปแบบของ .apk ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะถูกเก็บไว้ในไดเรกทอรี data/app

2) แอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework)

นักพัฒนาสามารถเรียกใช้งานได้โดยเรียกผ่าน API (Application Programming Interface) ซึ่ง Android ได้ออกแบบไว้เพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้ และลดความซับซ้อนในการใช้งาน application component

โดยในชั้นนี้ประกอบด้วยแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์คดังนี้

- View System คือส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานสำหรับการสร้างแอปพลิเคชันต่างๆ
- Location Manager คือส่วนที่จัดการเกี่ยวกับตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่
- Content Provider คือส่วนที่ใช้ในการควบคุมการเข้าถึงของข้อมูลที่มีการใช้งานร่วมกัน
- Resource Manager คือส่วนที่จัดการข้อมูลต่างๆ ที่ไม่ใช่ในส่วนของโค้ดโปรแกรม
- Notification Manager คือส่วนที่ควบคุมเหตุการณ์ต่างๆ ที่แสดงบนแถบสถานะ
- Activity Manager เป็นส่วนควบคุม Life Cycle ของแอปพลิเคชัน

3) ชั้นไลบรารี (Library)

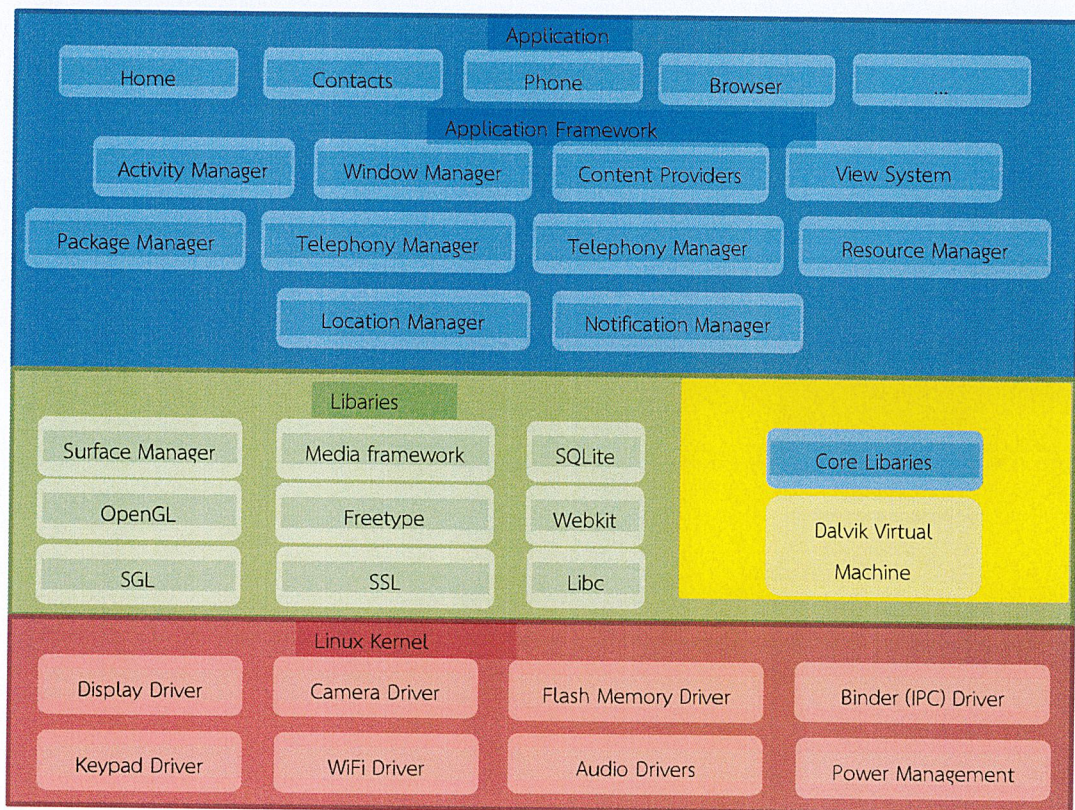
Android ได้รวบรวมกลุ่มของไลบรารีต่างๆ ที่สำคัญและมีความจำเป็นเอาไว้เพื่อให้ นักพัฒนาได้ใช้งาน ตัวอย่างของไลบรารีที่สำคัญ เช่น

- System C library คือกลุ่มของไลบรารีมาตรฐานที่อยู่บนพื้นฐานของภาษา C
- Media Libraries คือกลุ่มการทำงานในส่วนของมัลติมีเดียต่างๆ
- Surface Manager คือกลุ่มการจัดการรูปแบบหน้าจอ การวาดหน้าจอ
- 2D/3D library คือกลุ่มของกราฟิกแบบ 2 มิติและแบบ 3 มิติ
- SQLite คือกลุ่มของฐานข้อมูล

4) ชั้นลินุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel)

ระบบแอนดรอยด์ นั้นถูกสร้างบนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการลินุกซ์โดยในชั้นนี้จะมี ฟังก์ชันการทำงานหลายๆส่วนแต่โดยส่วนมากแล้วจะเกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์โดยตรง เช่น การจัดการหน่วยความจำ (Memory Management) การจัดการโพรเซส (Process Management) การเชื่อมต่อเครือข่าย (Networking) เป็นต้น สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์แสดงดังรูปที่

2.1



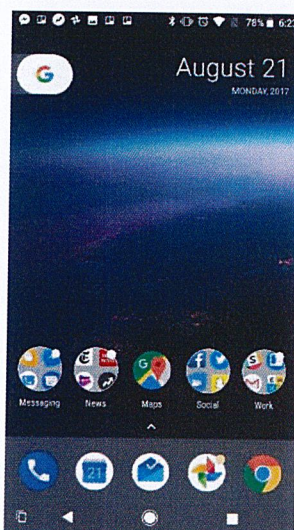
รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์

2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ [4] เป็นระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์มือถือที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Android Inc. ทำงานบนพื้นฐานของลินุกซ์และถูกซื้อโดย Google เพื่อนำมาพัฒนาต่อให้สามารถทำงานบนอุปกรณ์นอกจากมือถือได้อีกด้วย เช่น Android TV, Android Auto, Android Wear

Android Application จะถูกเขียนโดยใช้ Android Software Development Kit (SDK) และจะใช้ภาษา Java ในการเขียน หรือจะนำมารวมกับ C/C++ ก็สามารทำได้ และยังมีภาษาใหม่ที่ว่าคือ Kotlin ก็สามารถเขียนได้เช่นกัน

ภายใน Android Software Development Kit (SDK) จะประกอบไปด้วยชุดของเครื่องมือในการพัฒนา Application บน Android เช่น Software library, Emulator เพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนา และเครื่องมือหลักในการใช้พัฒนาแอปพลิเคชันในปัญหาพิเศษนี้จะใช้ Android Studio ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แสดงดังรูปที่ 2.2

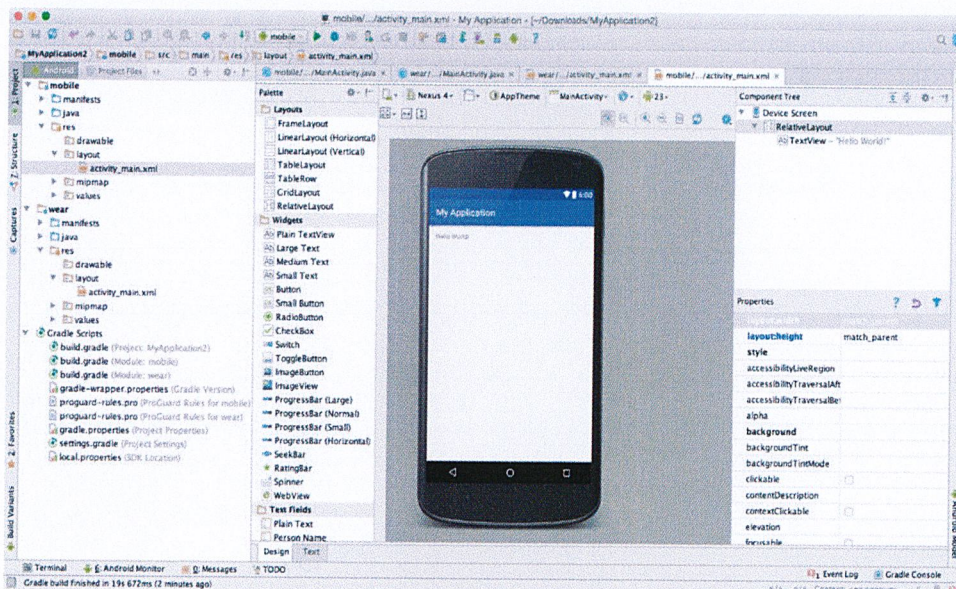


รูปที่ 2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.5 แอนดรอยด์สตูดิโอ

แอนดรอยด์ สตูดิโอ [5] (Android Studio) เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันจากกูเกิล โดยวัตถุประสงค์ของแอนดรอยด์ สตูดิโอ คือ ต้องการพัฒนาเครื่องมือสำหรับช่วยนักพัฒนาในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ให้มีประสิทธิภาพที่สูงมากขึ้น รวมถึงในด้านของการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ที่สามารถช่วยทำให้แสดงแอปพลิเคชันในมุมมองที่แตกต่างกันของสมาร์ตโฟนในแต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการ

รันบนโปรแกรมจำลอง โดยภาษาที่ใช้พัฒนาจะใช้ภาษา JAVA เป็นหลัก หน้าจอผู้ใช้งานแอนดรอยด์สตูดิโอแสดงดังรูปที่ 2.3

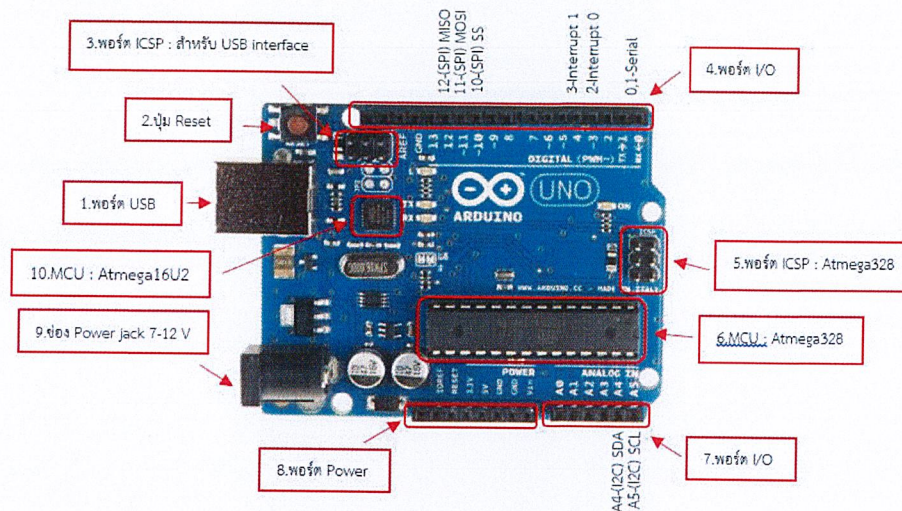


รูปที่ 2.3 แอนดรอยด์สตูดิโอ

2.6 อาดูโน

อาดูโน (Arduino) เป็นบริษัทฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์และโอเพ่นซอร์สโครงการและชุมชนผู้ใช้ที่ออกแบบและผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ และชุดเครื่องมือไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับสร้างอุปกรณ์ดิจิทัล และวัตถุเชิงโต้ตอบที่สามารถตรวจจับและควบคุมวัตถุในโลกทางกายภาพได้ ผลิตภัณฑ์ของโครงการมีการแจกจ่ายเป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส ซึ่งได้รับอนุญาตภายใต้สัญญาอนุญาตแบบสาธารณะทั่วไป (GNU General Public License หรือ LGPL) หรือ GNU General Public License (GPL) อนุญาตให้มีการผลิตบอร์ด Arduino และการจำหน่ายซอฟต์แวร์โดยบุคคลใด ๆ

การออกแบบบอร์ดของ Arduino ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์และคอนโทรลเลอร์ที่หลากหลาย บอร์ดมีชุดหมุดอินพุต / เอาต์พุตแบบดิจิทัลและอนาล็อก (I / O) ที่อาจต่อเข้ากับแผงขยาย (Shields) และวงจรรอื่น ๆ บอร์ดมีอินเทอร์เฟซการสื่อสารแบบอนุกรมรวมถึง ยูเอสบี (Universal Serial Bus : USB) ในบางรุ่นซึ่งใช้สำหรับโหลดโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกตั้งโปรแกรมโดยใช้ภาษาถิ่นของคุณลักษณะต่างๆจากภาษาโปรแกรม C และ C ++ นอกเหนือจากการใช้ชุดเครื่องมือเรียบเรียงแบบดั้งเดิม บอร์ดอาดูโนแสดงดังรูปที่ 2.4



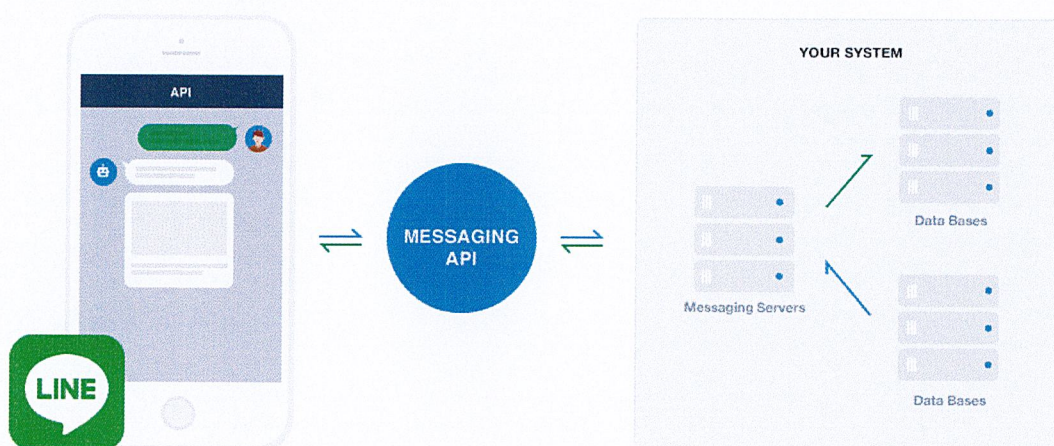
รูปที่ 2.4 บอร์ดอาดูโน่ [6]

จากรูปที่ 2.4 สามารถอธิบายส่วนประกอบต่างๆของบอร์ดอาดูโน่ (Arduino) ได้ดังนี้

- 1) พอร์ต USB ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
- 2) ปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
- 3) พอร์ต ICSP ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
- 4) พอร์ต I/O เป็นดิจิทัล I/O มีตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆเพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
- 5) พอร์ต ICSP ของ Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
- 6) MCU ของ Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ดอาดูโน่
- 7) พอร์ต I/O นอกจากจะเป็นดิจิทัล I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
- 8) พอร์ต Power เป็นไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, V_{in}
- 9) Power Jack รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
- 10) MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2.7 LINE Messaging API

Messaging API [7] เป็นเซตของแอปพลิเคชันไลน์ซึ่งในปัจจุบันทางบริษัท LINE ได้ทำการเปิดให้นักพัฒนาถึง API นี้ไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์เข้ากับ LINE Chat ทำให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาไลน์บอทขึ้นมาเพื่อตอบโต้กับผู้ใช้งานได้ เช่น การตอบกลับผู้ใช้งานด้วยข้อความอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันไลน์ สถาปัตยกรรมของ Messaging API แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 สถาปัตยกรรมของ Messaging API

เซิร์ฟเวอร์จะเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มของ LINE เมื่อผู้ใช้เพิ่มบัญชีบอทที่สร้างเป็นเพื่อน ระบบจะทำการส่งคำร้องขอไปที่เซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะตอบรับคำร้องขอนั้นและส่งข้อมูลกลับไปหาผู้ใช้ ซึ่งการส่งข้อมูลในระบบจะใช้รูปแบบของ JSON

2.8 JSON

JSON [8] หรือ Java Script Object Notation เริ่มมีความนิยมและใช้กันอย่างมากขึ้น เพราะมีความเข้าใจได้ง่ายและความกระชับของภาษา มีรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก สามารถสร้างขึ้นมาและให้เครื่องอ่านได้ง่าย มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ของรูปแบบของข้อมูล

JSON ใช้ลักษณะภาษาของ Javascript จะไม่ถูกมองว่าเป็นภาษาโปรแกรม แต่ถูกมองว่าเป็นภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยมีไลบรารีของภาษาอื่น ๆ ใช้การประมวลผลแบบ JSON เพิ่มขึ้นมากมายในปัจจุบัน ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลของ JSON แสดงดังรูปที่ 2.6

```

[
  {
    "Firstname": "name",
    "lastname": "name",
    "address": [
      {
        "address1": "address",
        "province": "bangkok",
        "country": "Thailand",
      }
    ]
  }
]

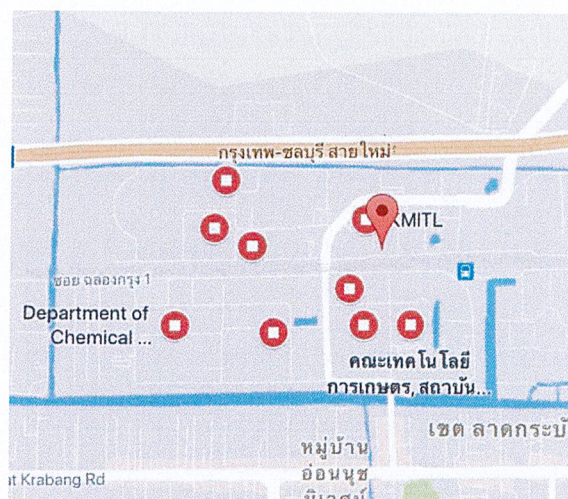
```

รูปที่ 2.6 รูปตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลของ JSON

2.9 Google Map Android API

Google Map API เป็น API ที่สามารถเปิดให้นักพัฒนาสามารถนำความสามารถของ Google Map มาใช้ในงานของตนเองได้ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไอโอเอส หรือ บนเว็บไซต์ ซึ่งนำมาใช้ในงานที่ต้องใช้ค่าพิกัด ข้อมูลค่าพิกัดตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด โดยรูปแบบจะเป็น (ลองจิจูด,ละติจูด) เช่น (138.00001,61.74849) โดยยังมีความสามารถต่างมากมายให้เรียกใช้ เช่น การปรับแต่งแผนที่ การแนะนำเส้นทาง การแปลงที่อยู่เป็นพิกัด

Google Map Android API เป็น API ที่ใช้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้พัฒนาจำเป็นต้องมีโปรแกรม Android Studio และทำการเพิ่ม Google Play Service ใน Android Studio จากนั้นจำเป็นต้องขอ API key จาก Google เพื่อจำกัดขอบเขตให้แอปพลิเคชันที่มี API key ที่ขอมาเท่านั้นจึงสามารถงานได้ ตัวอย่างของ Google Map แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 รูปตัวอย่างของ Google Map [9]

2.10 ทฤษฎีการวางแผนการอพยพ

2.10.1 Ant Colony Optimization (ACO)

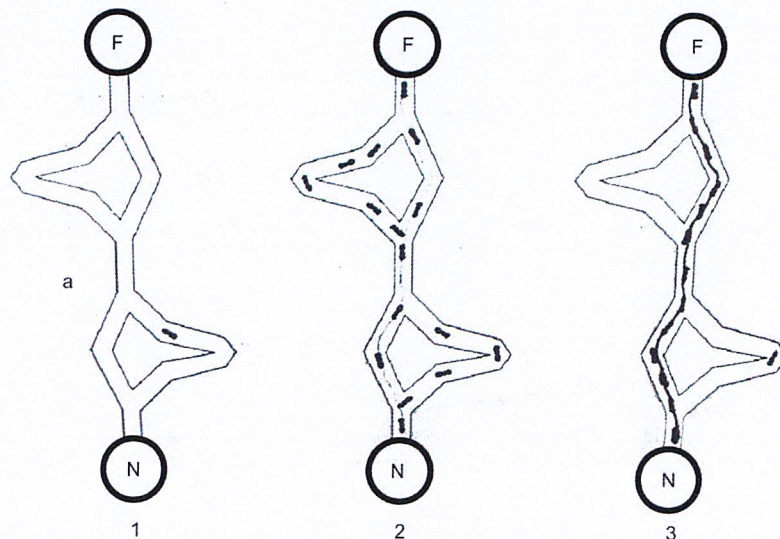
ขั้นตอนวิธี ACO [10,11] ที่ได้นำเสนอครั้งแรกโดย Marco Dorigo ในปี 1992 เรียกว่า Ant System (AS) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเลียนแบบพฤติกรรมของ Real Ants (มดจริง) ซึ่งในช่วงแรกของการออกหาอาหารของมดนั้น มดในตอนแรกจะเริ่มออกหาอาหาร การเดินทางของมดแต่ละตัวจะมีลักษณะกระจายกันออกไปเส้นทางที่มดแต่ละตัวใช้จะถูกปล่อยสารฟีโรโมน (Pheromone) ไว้ด้วยมดตัวอื่นจะสามารถรับรู้ได้ถึงบริเวณที่มีสารฟีโรโมนที่มดตัวก่อนหน้านี้ได้ปล่อยเอาไว้ บริเวณหรือเส้นทางใดที่มีมดเดินผ่านมากปริมาณของสารฟีโรโมนที่มดปล่อยออกมาก็จะมีมากตามไปด้วย ในทำนองเดียวกันในบริเวณที่มีมดเดินผ่านน้อยปริมาณสารฟีโรโมนก็จะน้อยตาม จนท้ายที่สุดสารฟีโรโมนก็จะหายไปจากบริเวณหรือเส้นทางนั้นๆ เนื่องจากไม่มีมดตัวอื่นๆ มาปล่อยสารฟีโรโมนนั่นเอง ด้วยเหตุนี้ปริมาณสารฟีโรโมนจึงเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจในการเดินทางหรือเลือกเส้นทางที่จะใช้ของมดตัวอื่นๆ มดที่ตามหลังมานั้นจะพยายามเดินตามทางที่มีสารฟีโรโมนปล่อยอยู่ จนท้ายที่สุดแล้วจะเหลือเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดจากรังของมดไปยังแหล่งอาหารเพียงเส้นทางเดียว

2.10.2 Double Bridge Experiment

Double Bridge Experiment เป็นการทดลองที่แสดงให้เห็นถึงการเดินทางของมดและความสัมพันธ์ของปริมาณสารฟีโรโมนกับการตัดสินใจเลือกทางเดินของมดได้อย่างชัดเจนวิธีหนึ่ง การทดลองจะเป็นการให้มดเดินจากรัง (Nest) ไปยังแหล่งอาหาร (Food) บนเส้นทางที่กำหนดไว้เป็นทางเดินซึ่งเมื่อออกจากรังแล้ว จะมีทางแยก 2 ทางและทางแยกทั้ง 2 ทางจะมาบรรจบกันก่อนจะถึง

แหล่งอาหารทางเดินหรือสะพานที่ใช้ในการทดลองนั้นจะมีอยู่ 2 แบบ โดยแบบที่ 1 จะเป็นทางเดินหรือสะพานที่มีความยาวของเส้นทางที่เท่ากันคือ ระยะทางของทางแยกที่แยกออกมาทั้งสองทางจะมีระยะทาง (ความยาว) เท่ากันส่วนแบบที่ 2 ระยะทางของทางแยกที่แยกออกมา จะมีทางใดทางหนึ่งที่ยาวกว่าอีกทางหนึ่ง

เมื่อมดเริ่มเดินทางออกจากรัง มดจะทำการสุ่มเส้นทางที่ใช้ไปถึงอาหาร การเดินทางของมดนั้นจะมีการปล่อยสารฟีโรโมนออกมาเรื่อยๆ ไปจนถึงจุดที่พบอาหาร การเดินทางของมดตัวถัดไป จะเริ่มมีการเรียนรู้การเดินทางจากมดตัวก่อนหน้า โดยมดจะสังเกตปริมาณของฟีโรโมนบนเส้นทางเส้นทางใดมีปริมาณฟีโรโมนที่มาก เส้นทางนั้นก็จะมีโอกาสสูงที่มดจะเลือกผ่านเส้นทางนั้น ส่วนเส้นทางใดที่มีปริมาณฟีโรโมนน้อย โอกาสที่มดจะเลือกเส้นทางนั้น ก็จะน้อยตาม แสดงดังรูปที่ 2.8



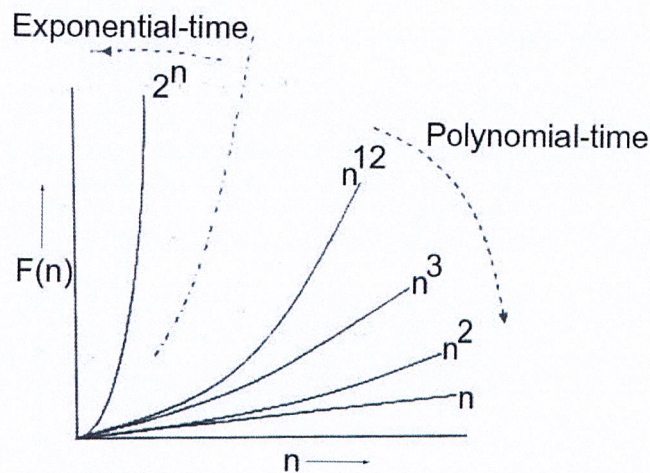
รูปที่ 2.8 The Double Bridge Experiment

จากรูปที่ 2.8 เป็นการแสดงการทดลองบนสะพานคู่ที่มีความยาวไม่เท่ากัน (การทดลองนี้ไม่มีสะพานคู่ที่มีความยาวเท่ากันมาแสดงด้วย) จะเห็นได้ (1) มดจะเดินทางแบบสุ่มเลือกเส้นทางจากรังไปยังแหล่งอาหารและเริ่มมีการปล่อยสารฟีโรโมน (2) เมื่อมดมีจำนวนมากขึ้น ปริมาณสารฟีโรโมนก็จะมีอยู่ทั่วทุกเส้นทางที่มดเดินผ่าน ในเส้นทางที่มีระยะยาวกว่านั้นอัตราการระเหยของสารฟีโรโมนจะมีมากกว่าเส้นทางที่มีระยะทางสั้นกว่า เนื่องจากมดต้องใช้เวลาในการเดินทางนานกว่าและมดตัวถัดไปที่ใช้เส้นทางเดียวกันอาจปล่อยสารฟีโรโมนไม่ทันก่อนที่ปริมาณสารฟีโรโมนที่มีอยู่แล้วจะหมดลง (3) ท้ายที่สุดจะเหลือเพียงเส้นทางเดียวที่มดทั้งหมดใช้เดินทางจากรังไปยังแหล่งอาหาร เส้นทางนี้จะเป็นเส้นทางที่สั้นและใช้เวลาน้อยที่สุด

2.10.3 Traveling Salesman Problem

การแก้ปัญหา Traveling Salesman Problem (TSP) ซึ่งอยู่ในกลุ่ม NP-hard คือเป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบ โดยปัญหาของ TSP ก็คือการหาลำดับ (Permutation) ของการเดินทางไปยังเมืองต่างๆ ทุกเมืองโดย ไปเยี่ยมแต่ละเมืองได้เพียงครั้งเดียว แล้วเดินทางกลับมายังเมืองที่เริ่มต้น

ความยากของปัญหานี้อยู่ที่ เมื่อขนาดของจำนวนเมืองเพิ่มมากขึ้น ลำดับการเดินทางไปยังเมืองต่างๆ ที่เป็นไปได้ก็จะมีจำนวนมากขึ้น ในลักษณะการเติบโตของฟังก์ชัน แบบ exponential time แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การเติบโตของ function แบบ exponential time

เพียงเพิ่มจำนวนของเมืองเข้าไปเพียงไม่กี่เมือง ในกรณีที่ใช้ Algorithms ธรรมดาๆ ยกตัวอย่าง เช่น Brute Force Algorithm คือพิจารณาทุกๆ ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ (Candidate solution) อาจจะต้องใช้ระยะเวลายาวนานจนบางทีไม่สามารถหาคำตอบได้ เมื่อมีการเพิ่มจำนวนเมืองจำนวนครั้งที่จะต้องใช้ในการเดินทางให้ครบทุกเมืองก็จะเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว ตัวอย่างการใช้ Brute Force Algorithm ในการแก้ปัญหา TSP แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการใช้ Brute Force Algorithm ในการแก้ปัญหา TSP

City number	Number of Steps
1	1
2	1
3	6
4	24
5	120
6	720
7	5,040
8	40,320
9	362,880
10	3,628,800
11	39,916,800
12	479,001,600
13	6,227,020,800
...	...
50	$3.041 \cdot 10^{64}$

2.10.4 Ant Colony Optimization Metaheuristic

Artificial ant ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้แก้ปัญหา combinatorial optimization โดยมดจะเดินทางเชื่อมกันจนเกิดเป็นกราฟ ตัวแปรในการตัดสินใจ $\chi^i = v_j^i$ หรือ solution component (ให้เซตของความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นจาก solution component คือ C กราฟ $G_c(V, E)$ จะถูกสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ของส่วนประกอบใน C โดย V เซตของจุดสูงสุด E คือ เซตของขอบเขต

กระบวนการในการแก้ไขปัญหของ Ant Colony Optimization คือมดจะเดินทางจากจุดสูงสุดไปยังจุดสูงสุด (Vertex) ภายใต้อขอบเขต (Edges) จนเกิดเป็นกราฟ ปริมาณฟีโรโมนจะถูกเพิ่มขึ้นเมื่อมดเดินทางผ่านจุดสูงสุดหรือขอบเขตของกราฟ ค่าฟีโรโมนที่ถูกสะสม $\Delta\tau$ จะบ่งบอกถึงคุณภาพของวิธีการแก้ปัญหาที่หาได้ มดตัวถัดไปก็จะใช้ค่าฟีโรโมนเป็นข้อมูลในการเดินทางเพื่อค้นหาพื้นที่ต่อไป ซึ่งคล้ายกับวิธีการที่มดจริง (Real ant) ใช้ในการเดินทางจากรังไปยังอาหาร ตัวอย่าง ACO Algorithm แสดงดังรูปที่ 2.10

```

Set parameters, initialize pheromone trails
SCHEDULE_ACTIVITIES
  ConstructAntSolutions
  DaemonActions      {optional}
  UpdatePheromones
END SCHEDULE_ACTIVITIES

```

รูปที่ 2.10 ACO Algorithm (Pseudo code)

การแก้ปัญหาของ ACO จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าต่างๆ (initialize) แล้วจะเริ่มวนลูป ซึ่งภายในลูปจะประกอบด้วย algorithm ย่อยภายในอีกสามตัวคือ ConstructAntSolutions, DaemonActions (optional) และ UpdatePheromone ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.10.5 ConstructAntSolutions

เซตของ artificial ant จำนวน m ตัวจะสร้างคำตอบที่เป็นไปได้จากส่วนของคำตอบ $C = \{c_{ij}\}$ โดยที่ $i = 1, \dots, n$ และ $j = 1, \dots, |D_i|$ การสร้างคำตอบนั้นจะเริ่มจากไม่มีคำตอบ (empty solution) S^p หลังจากนั้น ในแต่ละขั้นตอนของการสร้างคำตอบ (partial solution) S^p จะถูกเพิ่มด้วยส่วนประกอบของคำตอบจากส่วนที่ใกล้เคียงกันโดยที่ $N(S^p) \subseteq C$ และจะนำความสัมพันธ์มาสร้างเป็นกราฟ โดยตัวเลือกของส่วนของคำตอบจาก $N(S^p)$ จะเสร็จสมบูรณ์ในรอบการทำงานถัดไป

2.10.6 DaemonActions

เมื่อมีการปรับค่าฟีโรโมนหลังจากการสร้างคำตอบใดคำตอบหนึ่ง อาจมีปัญหาบางอย่างที่กระทำเกิดขึ้นเรียกว่า *daemon action* ที่ต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยเฉพาะ ปัญหาเหล่านี้ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยมดเพียงตัวเดียว อาจจะต้องใช้วิธี local search ในการแก้ไขปัญหาหลังจากที่มีการปรับค่าฟีโรโมนแล้ว

2.10.7 UpdatePheromone

จุดมุ่งหมายของการอัปเดตฟีโรโมน คือการเพิ่มค่าของ ฟีโรโมนที่ได้จากการหาเส้นทางที่ดีที่สุด และลดค่าฟีโรโมนที่ได้จากเส้นทางที่ไม่ดีนัก โดยมีเงื่อนไขคือ

- การลดค่าของฟีโรโมนในเส้นทางที่ไม่ดี (ไม่มีมดเดินผ่านหรือมีน้อย) เทียบได้กับการระเหยของฟีโรโมนในเส้นทางที่มดจริงใช้เดิน
- การเพิ่มระดับ ฟีโรโมนให้กับเส้นทางที่ดี (เส้นทางที่มีมดใช้เดินทางมาก) โดยเลือกเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม

2.10.8 Ant Colony Optimization Algorithm

ACO algorithms ที่ถูกนำไปใช้มีมากมายหลายแบบ แต่ทั้งหมดล้วนมีพื้นฐานเดียวกัน การทำงานของ ACO คือเริ่มจากมดแต่ละตัวจะเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งหรือจากจุดๆ หนึ่งไปยังจุดสูงสุด ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไปเรื่อยๆ จนเกิดเป็นกราฟ ปริมาณของฟีโรโมนจะถูกเพิ่มขึ้นและถูกสะสมเมื่อมดเดินทางผ่านจุดเดิม ค่าฟีโรโมนที่ถูกสะสมจะบ่งบอกถึงคุณภาพของเส้นทางที่มดใช้ในการเดินทางจากนั้นมดตัวต่อไปก็ใช้ค่าฟีโรโมนเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเดินทาง (ภายในขอบเขตที่กำหนด) ต่อไป ACO algorithms น่าสนใจและใช้กันอย่างแพร่หลายมีดังนี้

2.10.8.1 Ant System

Ant System (AS) เป็น ACO ตัวแรกที่ถูกนำเสนอ โดยมีลักษณะการทำงานคือ ค่าฟีโรโมนจะถูกปรับปรุงโดยมดทุกตัวที่เดินทางครบทุกเส้นทาง ส่วนของคำตอบ (solution component) C_{ij} คือขอบเขตของกราฟและ τ_{ij} ใช้สำหรับปรับปรุงฟีโรโมน i คือฟีโรโมนความสัมพันธ์ระหว่างขอบเขตของเมืองที่ติดต่อกันและ j คือฟีโรโมนที่ถูกปรับปรุง ดังสมการที่ (2.1)

$$\tau_{ij} \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau + \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k \quad (2.1)$$

โดยที่

$\rho \in (0)$ คือ อัตราการระเหยของฟีโรโมน

m คือ จำนวนมดทั้งหมด

$\Delta \tau_{ij}^k$ คือปริมาณฟีโรโมนที่ขอบเขตของเมือง (i, j) ที่มด k ปล่อยออกมา

ที่จริงแล้ว ระบบมดเดิมได้มีอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ Ant - density, Ant - quantity และ Ant - cycle ระบบ Ant - density และระบบ Ant - quantity นั้นจะมีการอัปเดตสารฟีโรโมนทันทีขณะที่เดินทางจากโหนดหรือเมือง (Node or city) ไปยังเมือง ขณะที่ระบบ Ant - cycle นั้นจะอัปเดตสารฟีโรโมนหลังจากที่มดเดินทางครบทุกเมืองแล้ว โดยที่ปริมาณสารฟีโรโมนที่จะอัปเดต

นั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างค่าคงที่ต่อระยะทางหรือคุณภาพของผลเฉลยที่ได้ ท้ายที่สุดแล้วระบบ Ant – density และระบบ Ant – quantity ก็ไม่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาต่อไปอีกเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการหาผลเฉลยหรือเส้นทางที่น้อยมากเมื่อเทียบกับ ระบบ Ant – cycle ดังนั้นในปัจจุบัน เมื่อกล่าวถึงระบบมด ก็คือระบบ Ant – cycle นั่นเอง

2.10.8.2 Ant Colony System

จุดที่แตกต่างจาก ant system จุดแรกคือรูปแบบการตัดสินใจของมดในระหว่างการประมวลผล มดใน ant colony system จะใช้กฎ pseudorandom proportional คือการที่มดเดินทางจากเมือง i ไปเมือง j จะขึ้นอยู่กับค่าตัวแปรแบบสุ่มประโยชน์ที่น่าสนใจของข้อมูลฟีโรโมนใน ACS คือการทำ local pheromone update ซึ่งจะถูกระงับโดยมดทุกตัวหลังจากการทำงานในแต่ละขั้นตอน มดแต่ละตัวใช้ค่าสุดท้ายของขอบเขตที่เดินทางเท่านั้น ดังสมการที่ (2.2)

$$\tau_{ij} \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau + \rho \cdot \Delta\tau_{ij}^{best} \quad (2.2)$$

โดยที่

$$\Delta\tau_{ij}^{best} = \frac{1}{L_{best}} \text{ ถ้ามดที่ดีที่สุดใช้ขอบเขตเส้นทาง } (i, j)$$

$$\Delta\tau_{ij}^{best} = 0 \text{ นอกเหนือจากกรณีแรก}$$

L_{best} สามารถปรับปรุงได้หากพบการเดินทางที่ดีที่สุดระหว่างขอบเขตในแต่ละรอบ

Ant Colony System มีหลักการทำงานอยู่ 3 หลักการใหญ่ๆ คือ

- 1) ACS จะพัฒนาในส่วนของการจำเส้นทางในการเดินของมด โดยจะทำให้มดมีประสบการณ์ในการจำเส้นทางมากขึ้นและจะมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางมากขึ้นด้วย
- 2) การระเหยของฟีโรโมนและการวางฟีโรโมนจะทำในส่วนที่เป็นเส้นทางที่ดีที่สุดเท่านั้น
- 3) ในแต่ละเส้นทางที่มดเดินผ่านไปนั้น มดจะเอาฟีโรโมนออก เพื่อที่จะทำให้เกิดการเพิ่มเส้นทางหรือโอกาสในการเลือกเส้นทางอื่น

2.10.8.3 MAX-MIN Ant System

เป็นแนวความคิดที่ปรับปรุงมาจาก Ant System ซึ่งมีจุดต่างจาก Ant System คือ

- 1) มดตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นจึงจะได้ปรับปรุงค่าฟีโรโมน

- 2) การกำหนดช่วงของฟีโรโมนให้อยู่ในช่วงที่สมการกำหนด เพื่อที่จะได้จำกัดขอบเขตของเส้นทางที่ดีที่สุดเพียงหนึ่งช่วงเท่านั้น ทำให้หาเส้นทางที่ดีที่สุดได้อย่างรวดเร็ว
- 3) ค่าฟีโรโมนเริ่มต้นจะมีค่าตัวแปรการระเหยของปริมาณฟีโรโมนไว้ในตอนแรกเลย
- 4) ถ้าปริมาณฟีโรโมนเริ่มต้น เริ่มมีค่าคงที่หรือไม่มีการเพิ่มขึ้นแล้วก็จะสร้างจำนวนรอบที่แน่นอนสำหรับการคำนวณครั้งต่อไป

วิธีการปรับปรุงค่าฟีโรโมนของ MAX-MIN Ant System ดังสมการที่ (2.3)

$$\tau_{ij} \leftarrow \tau_{ij} + \Delta\tau_{ij}^{best} \quad (2.3)$$

โดยที่

$$\Delta\tau_{ij}^{best} = \frac{1}{L_{best}} \text{ ถ้ามดที่ดีที่สุดใช้ขอบเขตเส้นทาง } (i, j)$$

$$\Delta\tau_{ij}^{best} = 0 \text{ นอกเหนือจากกรณีแรก}$$

ค่าของฟีโรโมนจะถูกตรวจสอบให้อยู่ระหว่าง T_{min} และ T_{max} หลังจากที่มีมดได้ปรับปรุงค่าฟีโรโมนทั้งหมด โดยที่ τ_{ij} จะเท่ากับ τ_{min} ก็ต่อเมื่อ $\tau_{ij} < \tau_{min}$ และ τ_{ij} จะเท่ากับ τ_{max} ก็ต่อเมื่อ $\tau_{ij} > \tau_{max}$

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในวิธีการดำเนินการโครงการงานปัญหาพิเศษ ได้มีการออกแบบอุปกรณ์และการดำเนินงานส่วนต่างๆไว้ดังนี้

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

ผังโครงสร้างงานแสดงถึงโครงสร้างการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนจะมีงานได้แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผังโครงสร้างงาน

ลำดับ	กิจกรรม	สิ่งที่ได้
1	(A) Project Kick off 1.1 เขียนแผนโครงการ 1.2 ศึกษาระบบงานเก่า 1.3 รวบรวมความต้องการของระบบใหม่ 1.4 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับการทำโครงการงานปัญหาพิเศษ 1.5 เขียนตารางการทำงาน	- เอกสารโครงการ
2	(B) Analysis 2.1 วิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์ 2.2 วิเคราะห์การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับเซิร์ฟเวอร์ 2.3 วิเคราะห์การเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลในระบบเก่า 2.4 วิเคราะห์การเชื่อมต่อระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับแอปพลิเคชันของระบบเก่า 2.5 วิเคราะห์การแสดงผลและการทำงานในแอปพลิเคชันของระบบเก่า	- เอกสารรวบรวมการวิเคราะห์

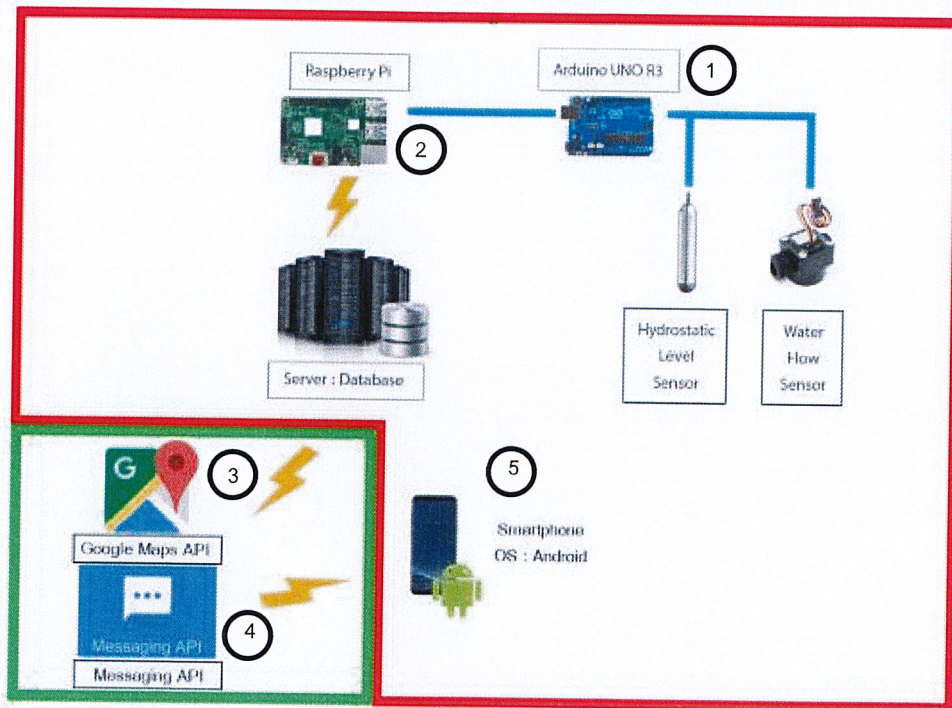
ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ผังโครงสร้างงาน

ลำดับ	กิจกรรม	สิ่งที่ได้
3	(C) Design 3.1 ออกแบบโปรแกรมจำลองข้อมูลจากการเก็บข้อมูลจริง 3.2 ออกแบบขั้นตอนวิธีในการอพยพ 3.3 ออกแบบส่วนต่างๆของแอปพลิเคชัน 3.3.1 ออกแบบหน้าจอต่างๆภายในแอปพลิเคชัน 3.3.2 ออกแบบไอคอน	- เอกสารการออกแบบ
4	(D) Implement 4.1 พัฒนาแอปพลิเคชันตามที่ได้ออกแบบไว้ 4.2 สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่	- แอปพลิเคชันที่พร้อมทดสอบ
5	(E) Test 5.1 ทดสอบระดับยูนิต 5.2 ทดสอบการเชื่อมต่อของส่วนย่อย 5.3 ทดสอบรวมทั้งระบบ 5.4 ทดสอบการยอมรับของผู้ใช้	- เอกสารประกอบการทดสอบ

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.2.1 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ

โครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบแบ่งการทำงานได้ดังรูปที่ 3.1



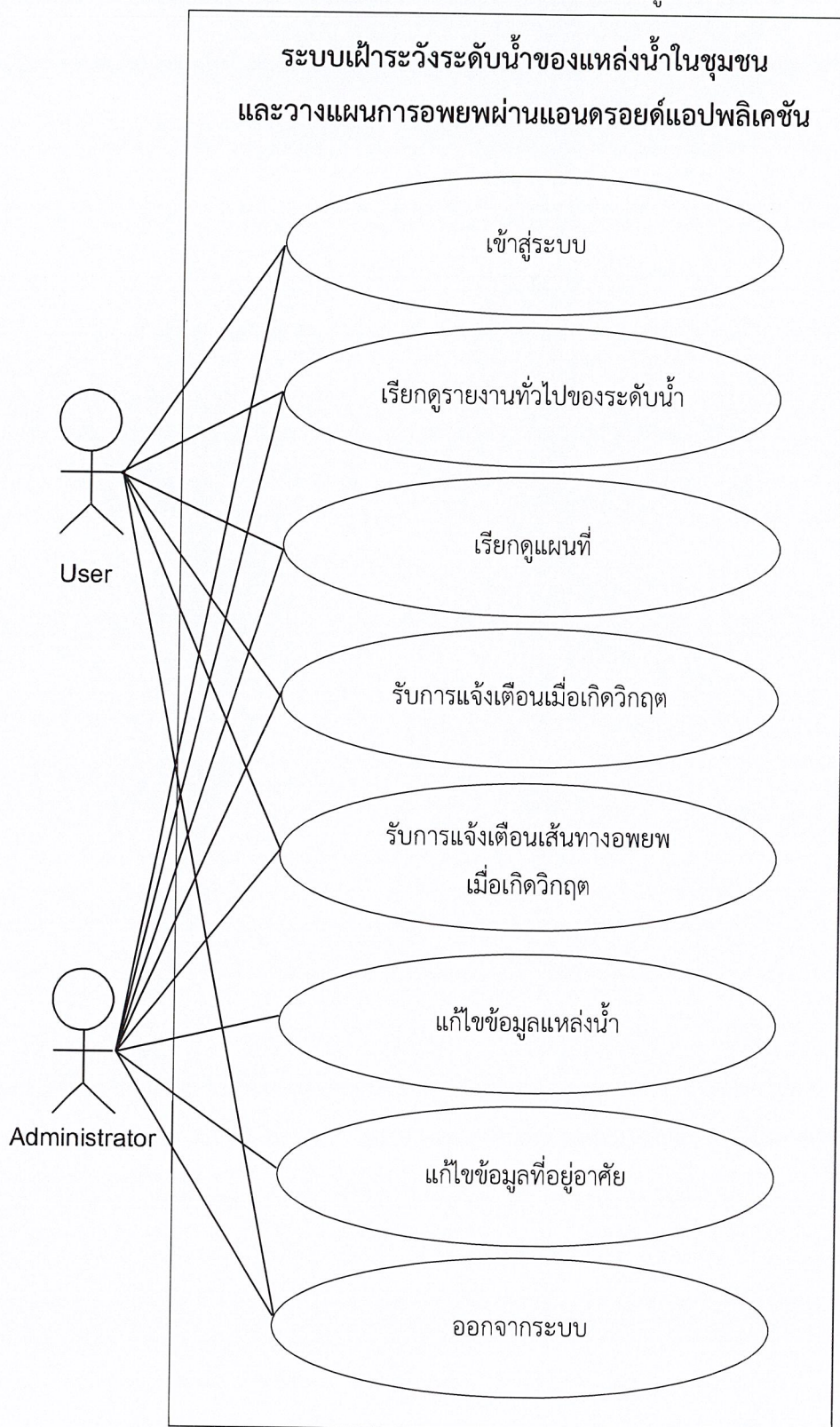
รูปที่ 3.1 โครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบ

จากรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

- 1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino UNO R3) จะรับค่าจากเซนเซอร์วัดแรงดันและเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำในแหล่งน้ำ ส่งค่าไปยัง Raspberry Pi
- 2) Raspberry Pi จะส่งค่าผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดเก็บลงในฐานข้อมูล
- 3) Google Maps API สำหรับแสดงเส้นทางการอพยพ แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ และแสดงสถานที่ที่ปลอดภัยในการอพยพ
- 4) Messaging API สำหรับตอบโต้กับผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์
- 5) สมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะเรียกข้อมูลมาจากเซิร์ฟเวอร์เพื่อมาประมวลผลต่อไป

3.2.2 แผนภาพแสดงความสามารถของระบบงาน (Use Case Diagram)

ความสามารถของระบบงาน แสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงความสามารถของระบบงาน

ระบบได้กำหนดระดับของการใช้งานให้กับผู้ใช้ 2 ระดับ ดังนี้

- 1) User
- 2) Administrator

คำอธิบายของผู้ใช้ระบบ (Use Case Description) แสดงได้ดังตารางที่ 3.2 ถึงตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.2 Use Case Description “เข้าสู่ระบบ”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	เข้าสู่ระบบ
Use-Case ID:	01
Priority:	High
Actor:	User, Administrator
Description:	สำหรับลงชื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน
Pre-Conditions:	เข้าใช้งานแอปพลิเคชัน
Trigger:	ต้องการเข้าใช้งานฟังก์ชันต่างๆภายในแอปพลิเคชัน
Post-Conditions:	หน้าจอหลักสำหรับเข้าใช้งานฟังก์ชันต่างๆ
Flow:	1) เข้าแอปพลิเคชัน 2) ใส่ Username/Password

ตารางที่ 3.3 Use Case Description “เรียกดูรายงานทั่วไปของระดับน้ำ”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	เรียกดูรายงานทั่วไปของระดับน้ำ
Use-Case ID:	02
Priority:	High
Actor:	User, Administrator
Description:	สำหรับดูข้อมูลทั่วไปของระดับน้ำ
Pre-Conditions:	ลงชื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน
Trigger:	ต้องการที่จะดูข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับระดับน้ำของแหล่งน้ำต่างๆ
Post-Conditions:	แสดงข้อมูลระดับน้ำ กราฟของระดับน้ำ
Flow:	1) ทำการเข้าสู่ระบบ 2) หน้าจอจะปรากฏข้อมูลรายละเอียดต่างๆ

ตารางที่ 3.4 Use Case Description “เรียกดูแผนที่”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	เรียกดูแผนที่
Use-Case ID:	03
Priority:	High
Actor:	User, Administrator
Description:	สำหรับเรียกดูแผนที่เพื่อดูตำแหน่งเซนเซอร์, บ้าน และสถานที่ปลอดภัย
Pre-Conditions:	ลงชื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน
Trigger:	ต้องการที่จะดูตำแหน่งของเซนเซอร์ ตำแหน่งบ้านของผู้ใช้งาน และตำแหน่งของสถานที่ปลอดภัย
Post-Conditions:	ปรากฏหน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆบนแผนที่
Flow:	1) User, Administrator เข้าสู่ระบบ 2) เมื่อเลือกเมนู Map 3) หน้าจอจะปรากฏหน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆบนแผนที่

ตารางที่ 3.5 Use Case Description “รับแจ้งเตือนเมื่อเกิดวิกฤต”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	รับแจ้งเตือนเมื่อเกิดวิกฤต
Use-Case ID:	04
Priority:	High
Actor:	User, Administrator
Description:	สำหรับการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นถึงระดับที่สามารถท่วมล้นได้
Pre-Conditions:	เปิดการแจ้งเตือนสำหรับแอปพลิเคชัน
Trigger:	แจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำถึงขั้นวิกฤต
Post-Conditions:	ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังสมาร์ตโฟนของผู้ใช้
Flow:	1) ทำการเข้าสู่ระบบ 2) อนุญาตให้มีการแจ้งเตือนสำหรับแอปพลิเคชัน 3) เมื่อระดับน้ำถึงขั้นวิกฤตจะแจ้งเตือนไปยังสมาร์ตโฟนของผู้ใช้

ตารางที่ 3.6 Use Case Description “รับแจ้งเตือนเส้นทางอพยพเมื่อเกิดวิกฤต”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	รับแจ้งเตือนเส้นทางอพยพเมื่อเกิดวิกฤต
Use-Case ID:	05
Priority:	High
Actor:	User, Administrator
Description:	แนะนำเส้นทางการอพยพเมื่อระดับน้ำถึงระดับที่สามารถท่วมล้นได้
Pre-Conditions:	เปิดการแจ้งเตือนสำหรับแอปพลิเคชัน
Trigger:	แจ้งเส้นทางการอพยพหนีเมื่อระดับน้ำถึงขั้นวิกฤต
Post-Conditions:	เลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดที่จะอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยที่
Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1) ทำการเข้าสู่ระบบ 2) อนุญาตให้มีการแจ้งเตือนสำหรับแอปพลิเคชัน 3) เมื่อระดับน้ำถึงขั้นวิกฤตจะทำการส่งเส้นทางการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยที่ใกล้ที่สุด

ตารางที่ 3.7 Use Case Description “แก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	แก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ
Use-Case ID:	06
Priority:	High
Actor:	Administrator
Description:	สำหรับแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลของแหล่งน้ำที่ได้ไปทำการติดตั้งอุปกรณ์ไว้
Pre-Conditions:	เข้าสู่ระบบด้วยสิทธิของAdministrator
Trigger:	ต้องการแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ
Post-Conditions:	ปรากฏหน้าจอสำหรับทำการแก้ไขข้อมูลสถานที่
Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1) Administrator ทำการเข้าสู่ระบบ 2) ทำการกด EDIT WATER RESOURCES 3) กด Choose Location เลือกสถานที่ที่ต้องการ 4) ระบบจะแสดงรายการสถานที่ให้เลือก 5) ทำการแก้ไขและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 3.8 Use Case Description “แก้ไขข้อมูลที่อยู่อาศัย”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	แก้ไขข้อมูลที่อยู่อาศัย
Use-Case ID:	07
Priority:	High
Actor:	User, Administrator
Description:	สำหรับเพิ่มที่อยู่ของผู้ใช้งาน
Pre-Conditions:	เข้าสู่ระบบครั้งแรกเพื่อใช้งาน
Trigger:	ต้องการแก้ไขข้อมูลที่อยู่ของผู้ใช้งาน
Post-Conditions:	ปรากฏหน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูล
Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1) ทำการเข้าสู่ระบบ 2) ทำการกด EDIT PROFILE 3) เลือกสถานที่ที่เป็นบ้านของผู้ใช้งาน 4) ระบบจะแสดงรายการสถานที่ที่ทำการเลือก 5) ทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 3.9 Use Case Description “ออกจากระบบ”

หัวข้อ	คำอธิบาย
Use Case Name:	ออกจากระบบ
Use-Case ID:	08
Priority:	High
Actor:	User, Administrator
Description:	สำหรับลงชื่อออกจากระบบ
Pre-Conditions:	เข้าใช้งานแอปพลิเคชัน
Trigger:	ต้องการลงชื่อออกจากระบบ
Post-Conditions:	แสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ

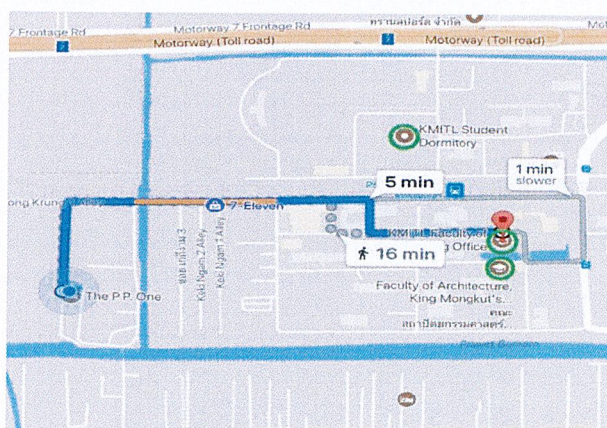
3.2.3 การแนะนำเส้นทางสำหรับการอพยพ

การแนะนำเส้นทางอพยพนั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำและความสูงของน้ำในแหล่งน้ำ ถ้าน้ำมีอัตราการไหลและความสูงที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย จะมีการแจ้งเตือนและแนะนำเส้นทางอพยพในแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ซึ่งระดับของการแจ้งเตือนอุทกภัยจะแสดงอยู่ในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ระดับของการแจ้งเตือน

ระดับการแจ้งเตือน	คำอธิบาย
ระดับน้ำปกติ	ระดับความสูงของน้ำในคลองที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ที่อยู่ในระดับปกติ
ขั้นระวังภัย	ระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำสูงกว่าระดับปกติ เป็นไปได้ที่จะเกิดอุทกภัย
ขั้นเตือนภัย	ระดับน้ำมีค่าสูงกว่าระดับน้ำในขั้นระวังภัย
ขั้นวิกฤติ	ระดับน้ำมีค่าสูงกว่าระดับน้ำในขั้นเตือนภัย

โดยเส้นทางอพยพจะแสดงก็ต่อเมื่อระดับการแจ้งเตือนอยู่ในขั้นวิกฤติ โดยจะแสดงผ่าน Google Map บนแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ซึ่งในการแนะนำเส้นทางอพยพจะแสดงเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการอพยพไปยังพื้นที่ที่ปลอดภัยโดยเทียบกับตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งานที่ถูกกำหนดไว้ในแอปพลิเคชัน ในการแสดงเส้นทางอพยพจะแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการแสดงเส้นทางอพยพ

จากรูปที่ 3.3 วงกลมสีเขียวจะหมายถึงสถานที่หรือพื้นที่ที่ปลอดภัยซึ่งจะถูกกำหนดโดยผู้ใช้ระดับสูง สามารถมีได้มากกว่า 1 จุด

3.2.4 การกำหนดระดับการแจ้งเตือนของความผิดปกติของระดับน้ำ

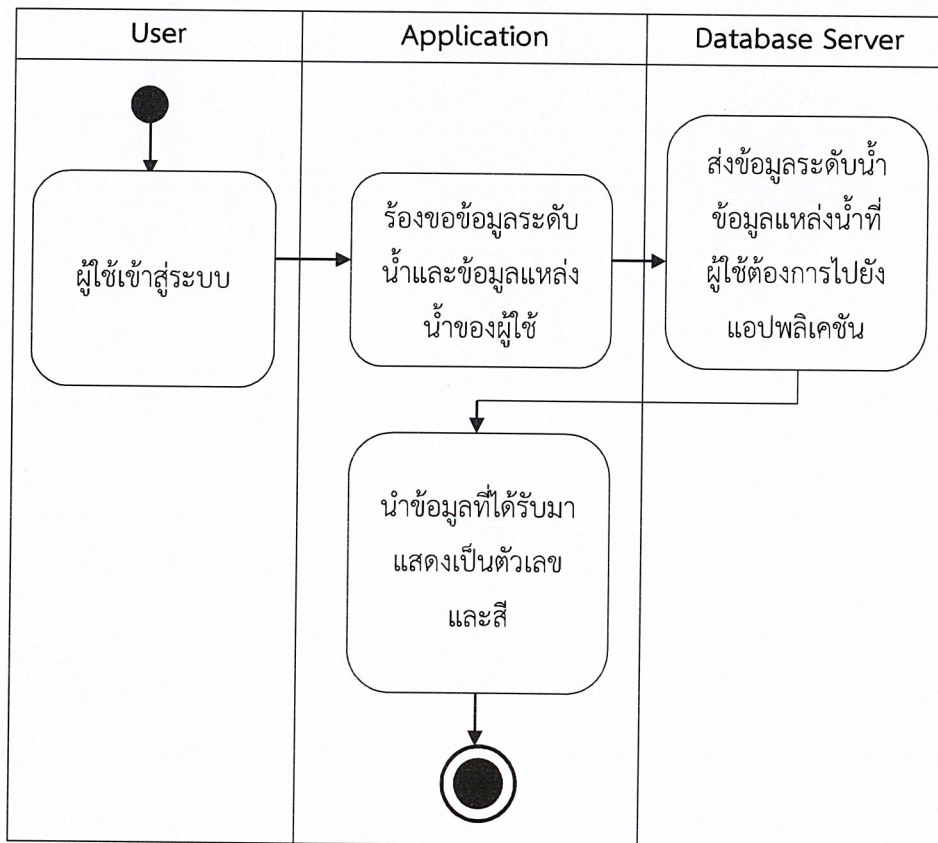
การกำหนดระดับน้ำจะทำการลงพื้นที่ไปทำการวัดระดับเป็นเวลา 1 สัปดาห์และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของปริมาณระดับน้ำในคลองวัดปลุกศรัทธาและคลองลำปลาทิวว่ามีระดับน้ำปกติเป็นเท่าใดเพื่อหาระดับน้ำปกติ และกำหนดระดับน้ำสำหรับแจ้งเตือนอุทกภัยว่าอยู่ในระดับใดโดยจะทำการกำหนดระดับการแจ้งเตือนตามตารางที่ 3.10

3.2.5 แผนภาพแสดงกิจกรรมของงาน (Activities Diagram)

แผนภาพแสดงกิจกรรมของงาน สามารถแบ่งออกได้เป็นดังต่อไปนี้

3.2.5.1 การเรียกดูตารางแสดงข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันของแหล่งน้ำ

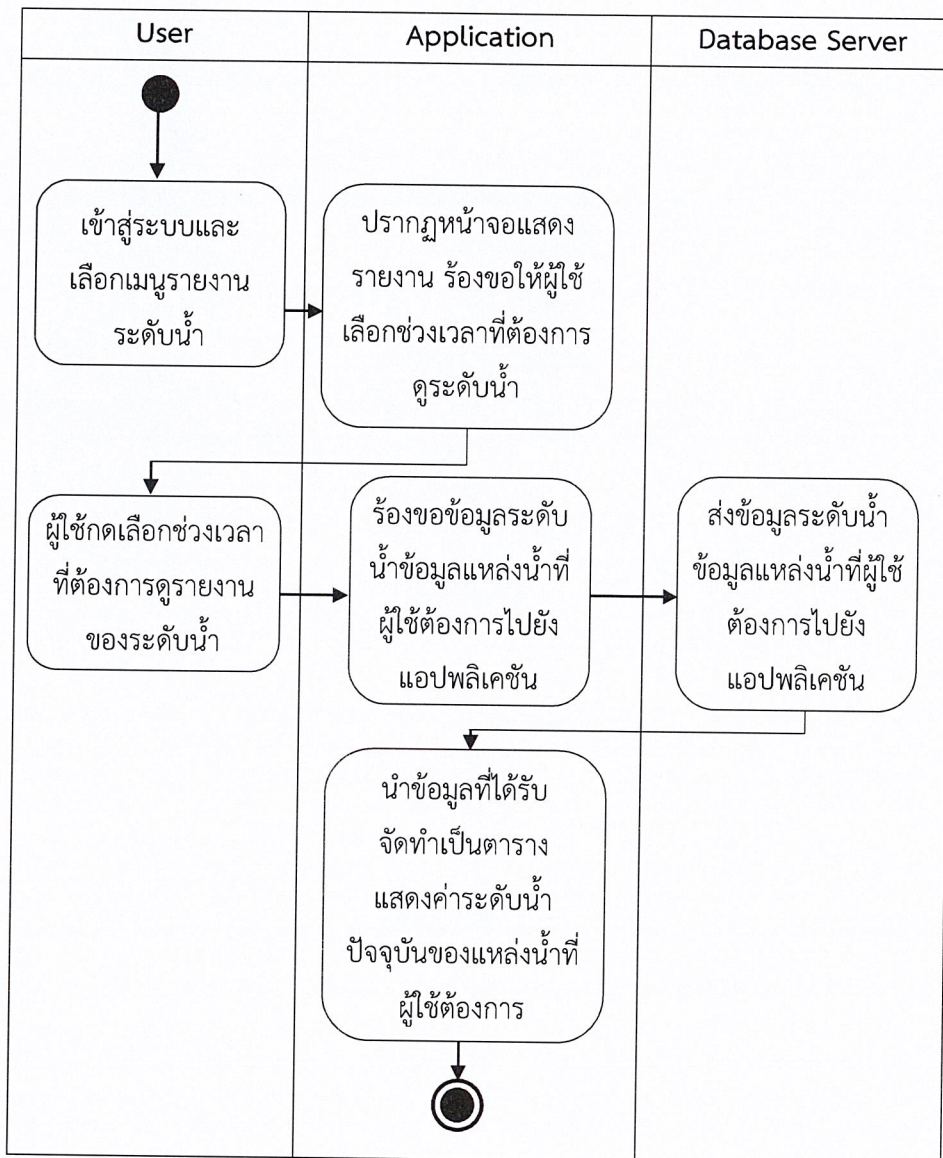
ขั้นตอนการเรียกดูตารางแสดงระดับน้ำปัจจุบันของแหล่งน้ำที่ต้องการแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Activity Diagram ของการเรียกดูค่าระดับน้ำปัจจุบันของแหล่งน้ำ

จากรูปที่ 3.4 เมื่อผู้ใช้งานชื่อเข้าสู่ระบบแอปพลิเคชันจะทำการร้องขอข้อมูลระดับน้ำและข้อมูลแหล่งน้ำของผู้ใช้จากระบบฐานข้อมูลเพื่อนำค่ามูลค่าระดับน้ำปัจจุบันที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลมาแสดงเป็นเป็นเลขและแบ่งสีตามระดับความสูงของน้ำ

3.2.5.2 การเรียกรายงานแสดงข้อมูลระดับน้ำ ณ ช่วงเวลาหนึ่งของแหล่งน้ำ
ขั้นตอนการเรียกรายงานแสดงระดับน้ำ ณ ช่วงเวลาหนึ่งของแหล่งน้ำที่ต้องการแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.5

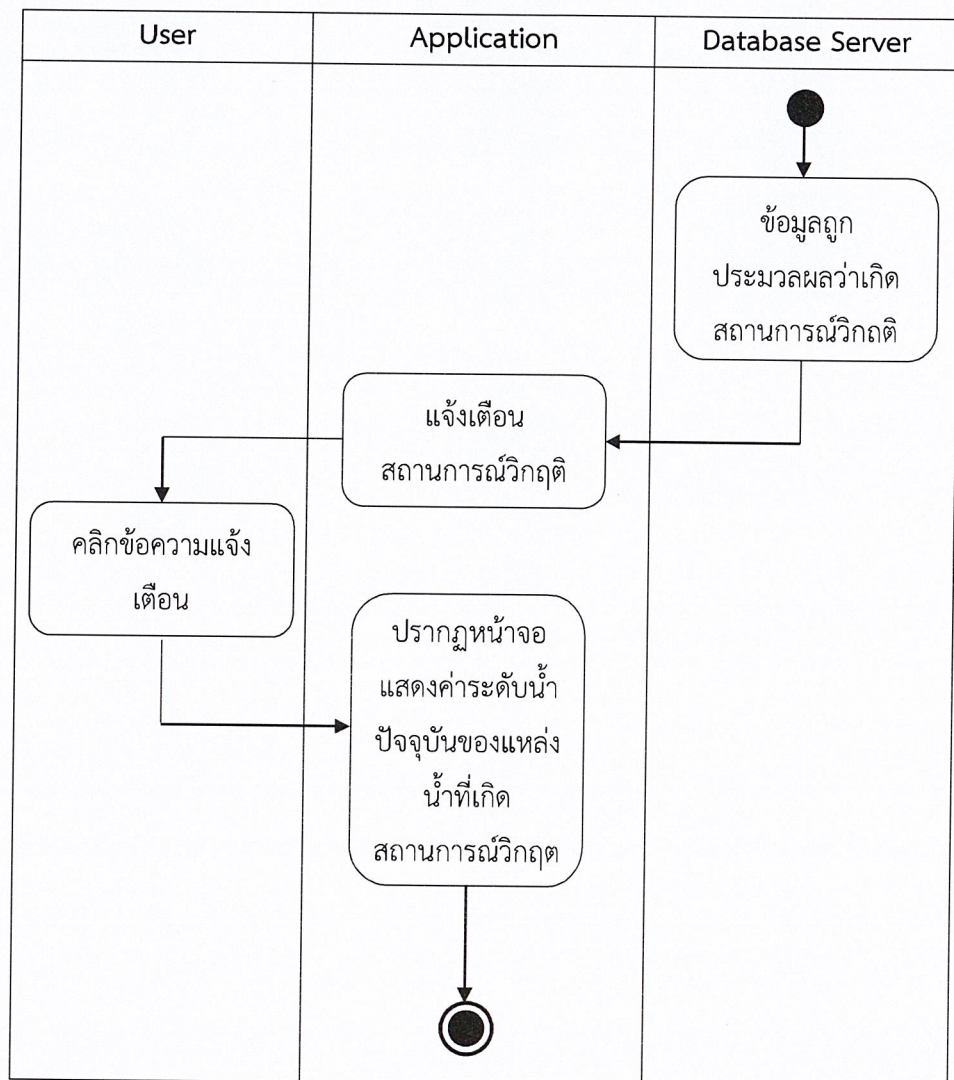


รูปที่ 3.5 Activity Diagram ของการเรียกรายงานแสดงค่าระดับน้ำ ณ ช่วงเวลาหนึ่งของแหล่งน้ำ

จากรูปที่ 3.5 เมื่อผู้ใช้งานชื่อเข้าสู่ระบบแอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอให้ผู้เลือกใช้ฟังก์ชันที่ต้องการจากแถบเมนูด้านข้าง เมื่อผู้ใช้เลือกฟังก์ชันรายงานระดับน้ำ แอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าจอแสดงรายงาน ร้องขอให้ผู้ใช้เลือกช่วงเวลาที่ต้องการดูระดับน้ำ และผู้ใช้ทำการกดเลือกช่วงเวลาที่ต้องการ แอปพลิเคชันจะทำการร้องขอข้อมูลระดับน้ำไปยังระบบฐานข้อมูล หลังจากนั้นระบบฐานข้อมูลจะส่งข้อมูลที่ต้องการกลับมาซึ่งหน้าจอแอปพลิเคชันเป็นตารางแสดงค่าระดับน้ำที่ผู้ใช้ต้องการ

3.2.5.3 การแจ้งเตือนเมื่อเกิดสถานการณ์วิกฤตของระดับน้ำ

ขั้นตอนการแจ้งเตือนเมื่อเกิดสถานการณ์วิกฤตของระดับน้ำบนแอปพลิเคชันแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.6

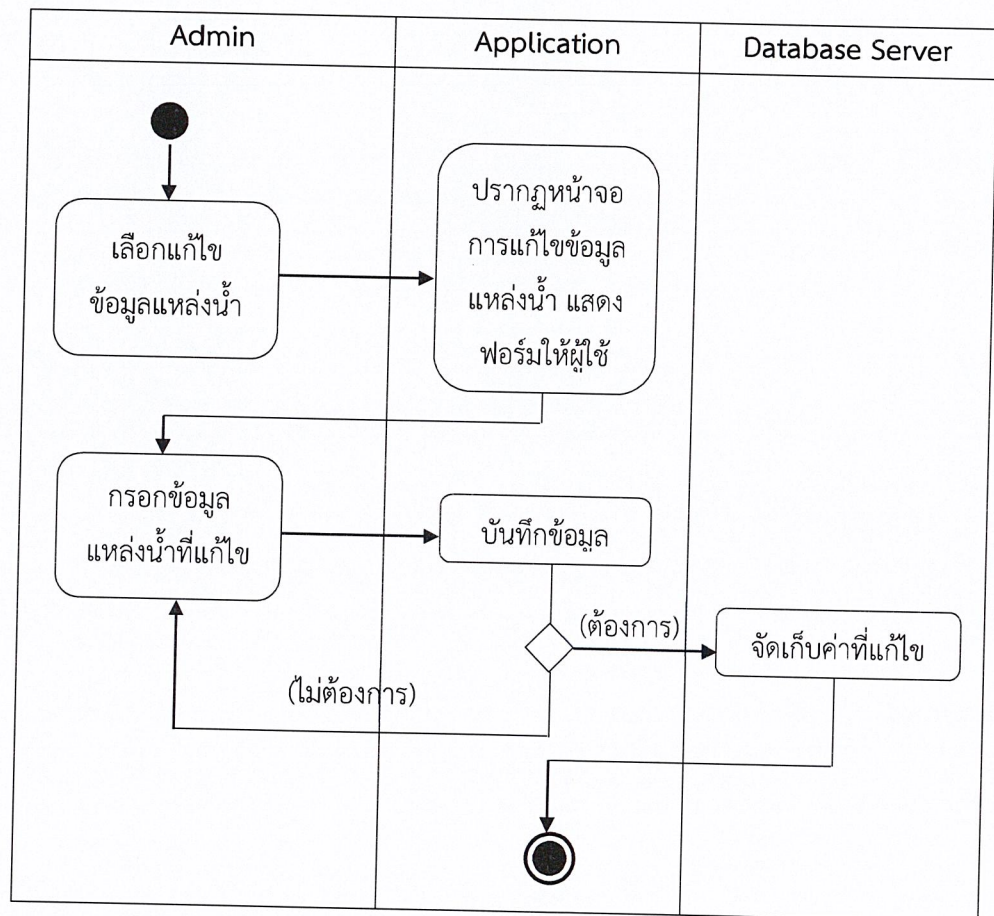


รูปที่ 3.6 Activity Diagram ของการแจ้งเตือน

จากรูปที่ 3.6 เมื่อข้อมูลระดับน้ำที่ถูกจัดเก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูลมีค่าระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับแจ้งเตือนซึ่งถูกกำหนดไว้จะทำการส่งการแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันเพื่อเตือนให้ผู้ใช้งานทราบ เมื่อผู้ใช้ทำการกดข้อความแจ้งเตือนแอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าจอแสดงค่าระดับน้ำปัจจุบันของแหล่งน้ำที่เกิดสถานการณ์วิกฤต

3.2.5.4 การแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ

ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำมีแผนภาพแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.7

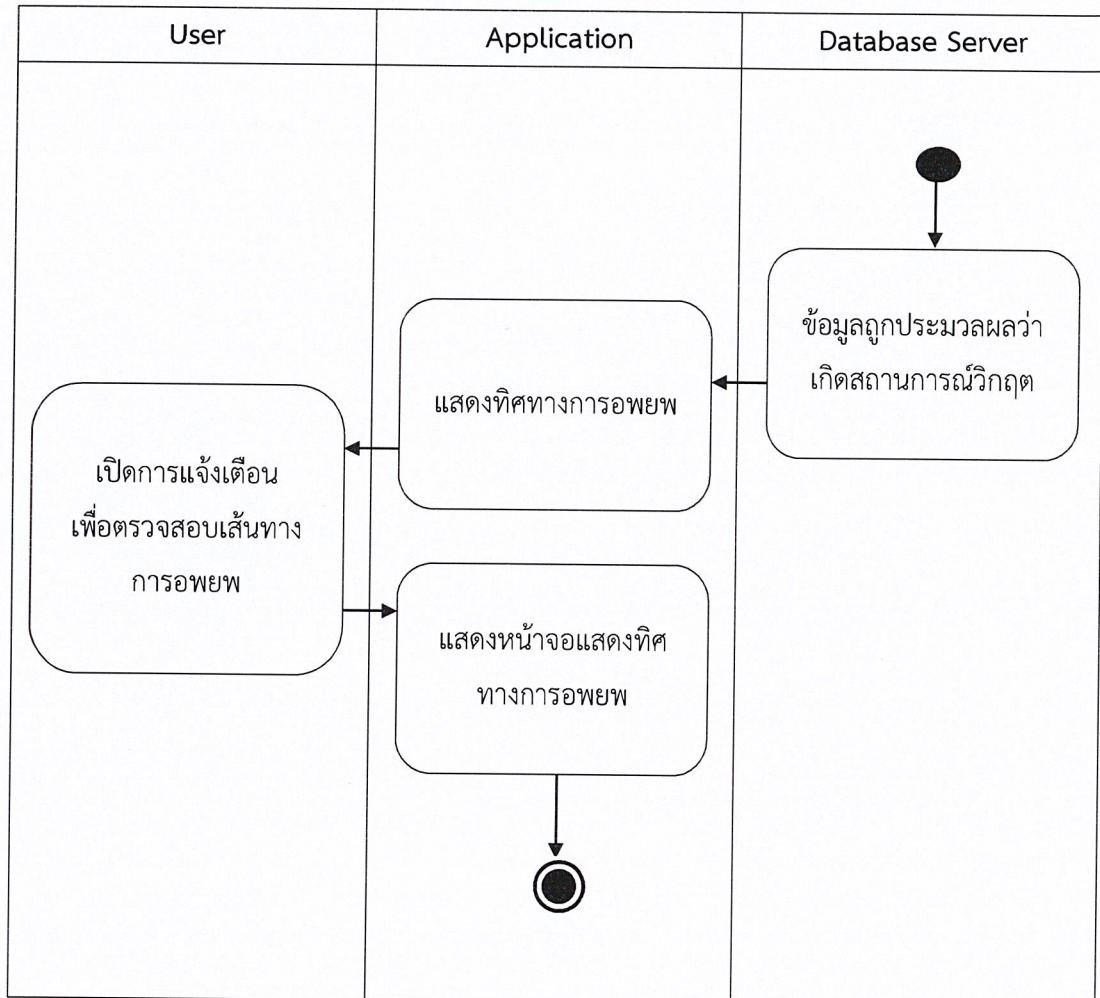


รูปที่ 3.7 Activity Diagram ของการแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ

จากรูปที่ 3.7 เมื่อผู้ดูแลระบบเลือกฟังก์ชันเลือกแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ แอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าจอการแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ และแสดงฟอร์มให้ผู้ดูแลระบบกรอกข้อมูลแหล่งน้ำที่แก้ไข หลังจากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลที่ถูกแก้ไขลงระบบฐานข้อมูล โดยจะหน้าจอแอปพลิเคชันจะปรากฏกล่องข้อความทางเลือกเพื่อทำการบันทึก หรือยกเลิก

3.2.5.5 การแจ้งเตือนเส้นทางการอพยพ

ขั้นตอนการแจ้งเตือนเส้นทางการอพยพเมื่อเกิดสถานการณ์วิกฤตแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.8
การแจ้งเตือนเส้นทางการอพยพ



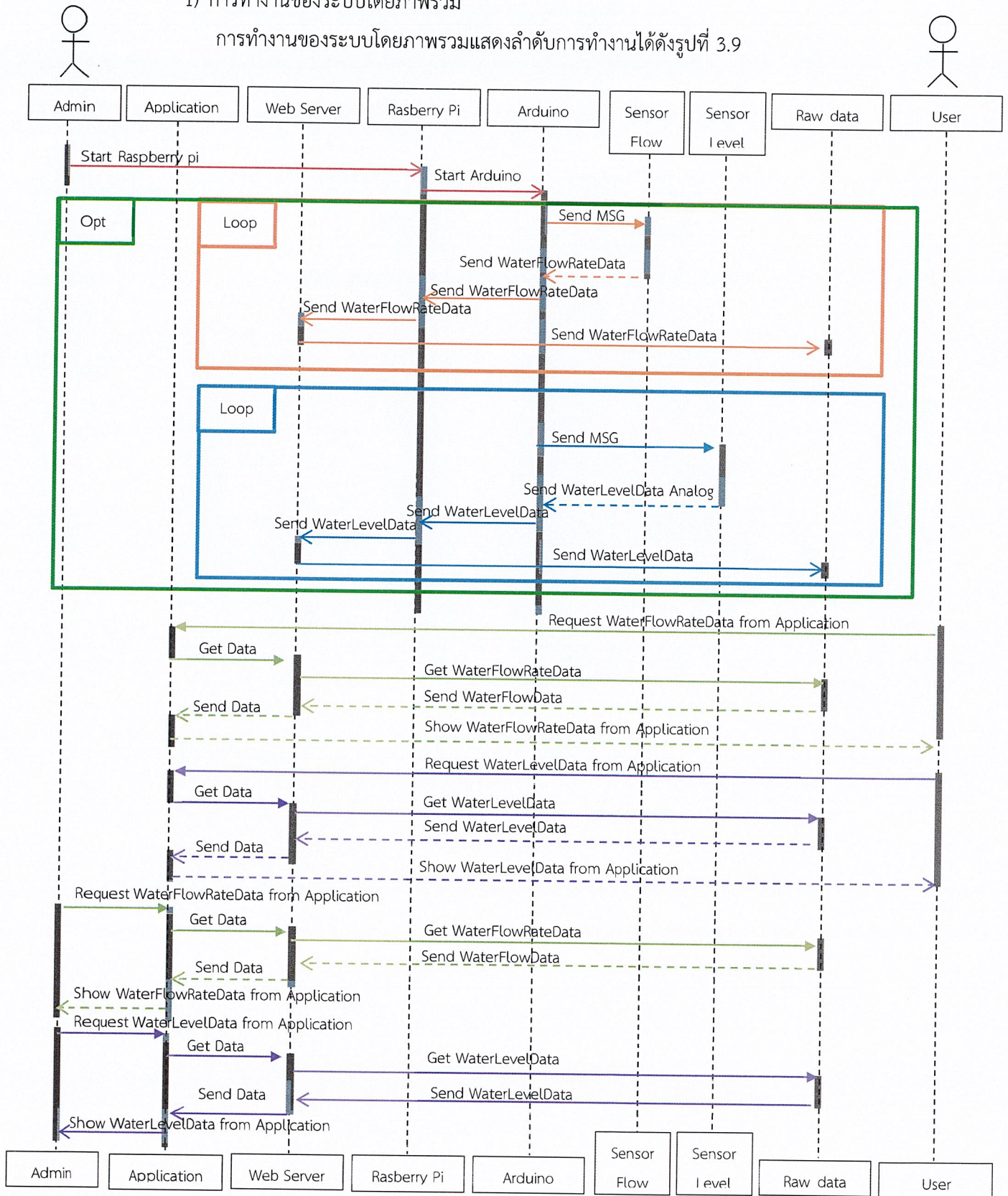
รูปที่ 3.8 Activity Diagram ของการแจ้งเตือนเส้นทางการอพยพ

จากรูปที่ 3.8 เมื่อข้อมูลระดับน้ำที่ถูกจัดเก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูลมีค่าระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับวิกฤติซึ่งถูกกำหนดไว้จะทำการส่งเส้นทางสำหรับการอพยพซึ่งมีจุดเริ่มต้นคือบ้านของผู้ใช้งานที่กำหนดไว้ในแอปพลิเคชัน และจุดปลายทางคือสถานที่ปลอดภัยซึ่งเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดมาแสดงในแอปพลิเคชัน เมื่อผู้ใช้ทำการกดข้อความแจ้งเตือนแอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าจอแสดงเส้นทางเพื่อไปยังสถานที่ปลอดภัยที่ถูกกำหนดไว้ในแอปพลิเคชัน

3.2.6 แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน (Sequence Diagram)

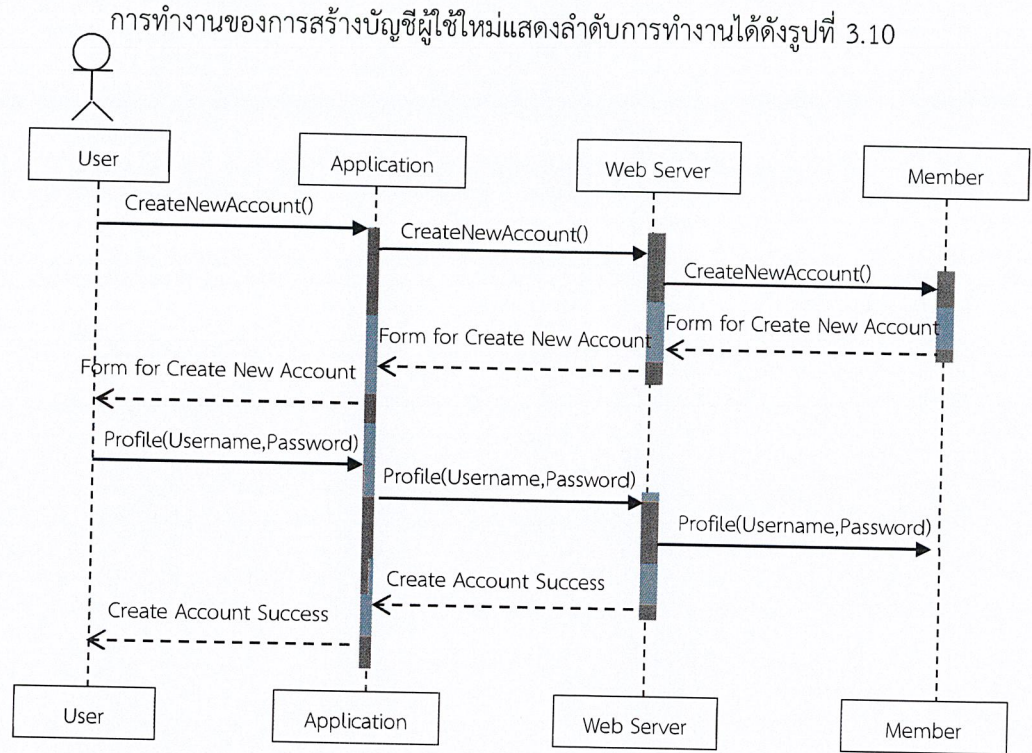
1) การทำงานของระบบโดยภาพรวม

การทำงานของระบบโดยภาพรวมแสดงลำดับการทำงานได้ดังรูปที่ 3.9



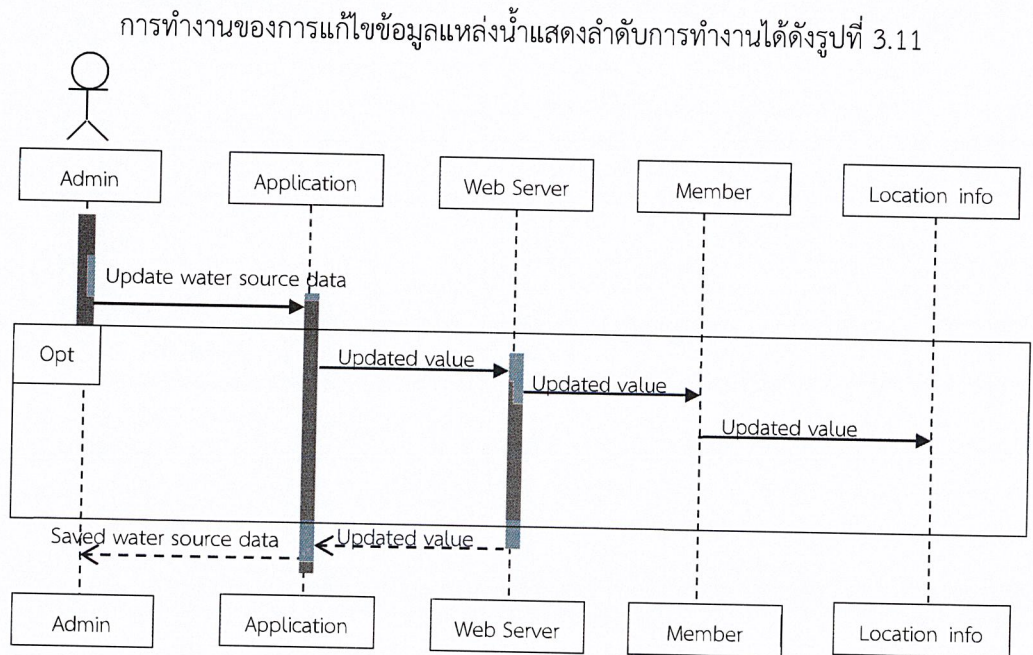
รูปที่ 3.9 Sequence Diagram การทำงานของระบบโดยภาพรวม

2) การสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่



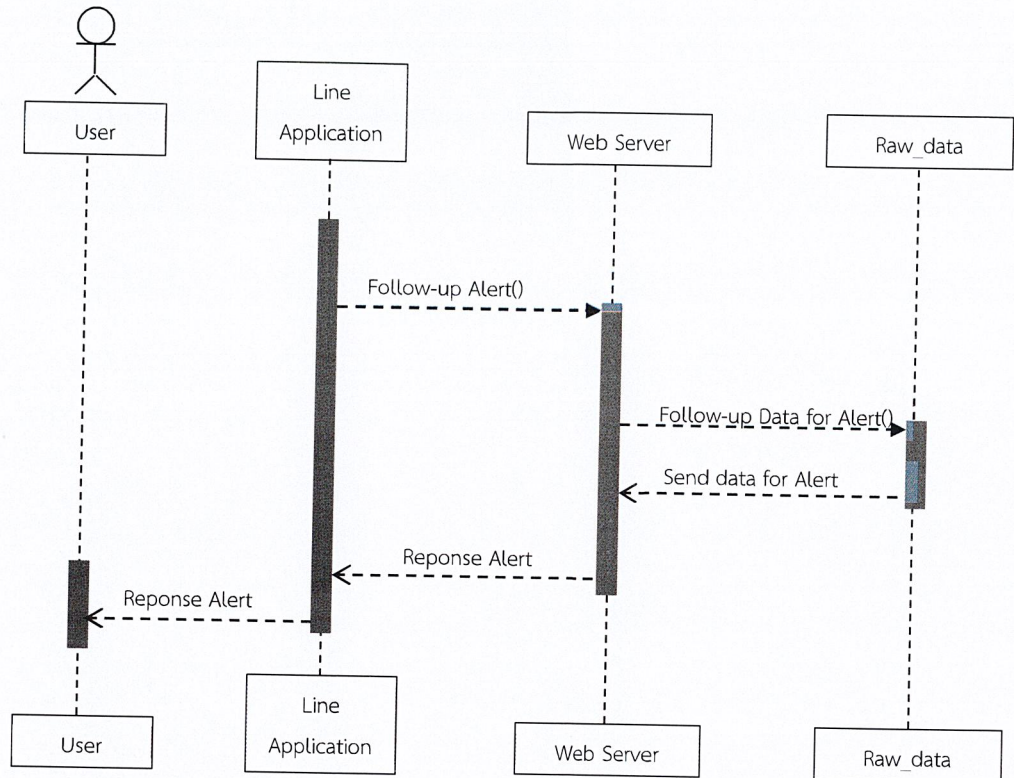
รูปที่ 3.10 Sequence Diagram ของการสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่

3) การแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ



รูปที่ 3.11 Sequence Diagram ของการแก้ไขข้อมูลแหล่งน้ำ

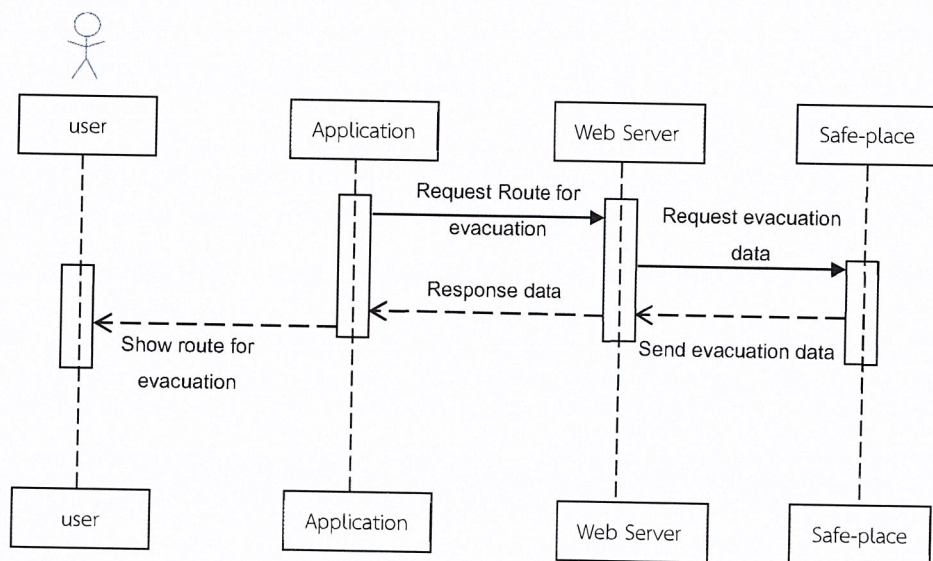
4) การแจ้งเตือนการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนแสดงลำดับการทำงานได้ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 Sequence Diagram ของการแจ้งเตือน

5) การแนะนำเส้นทางอพยพ

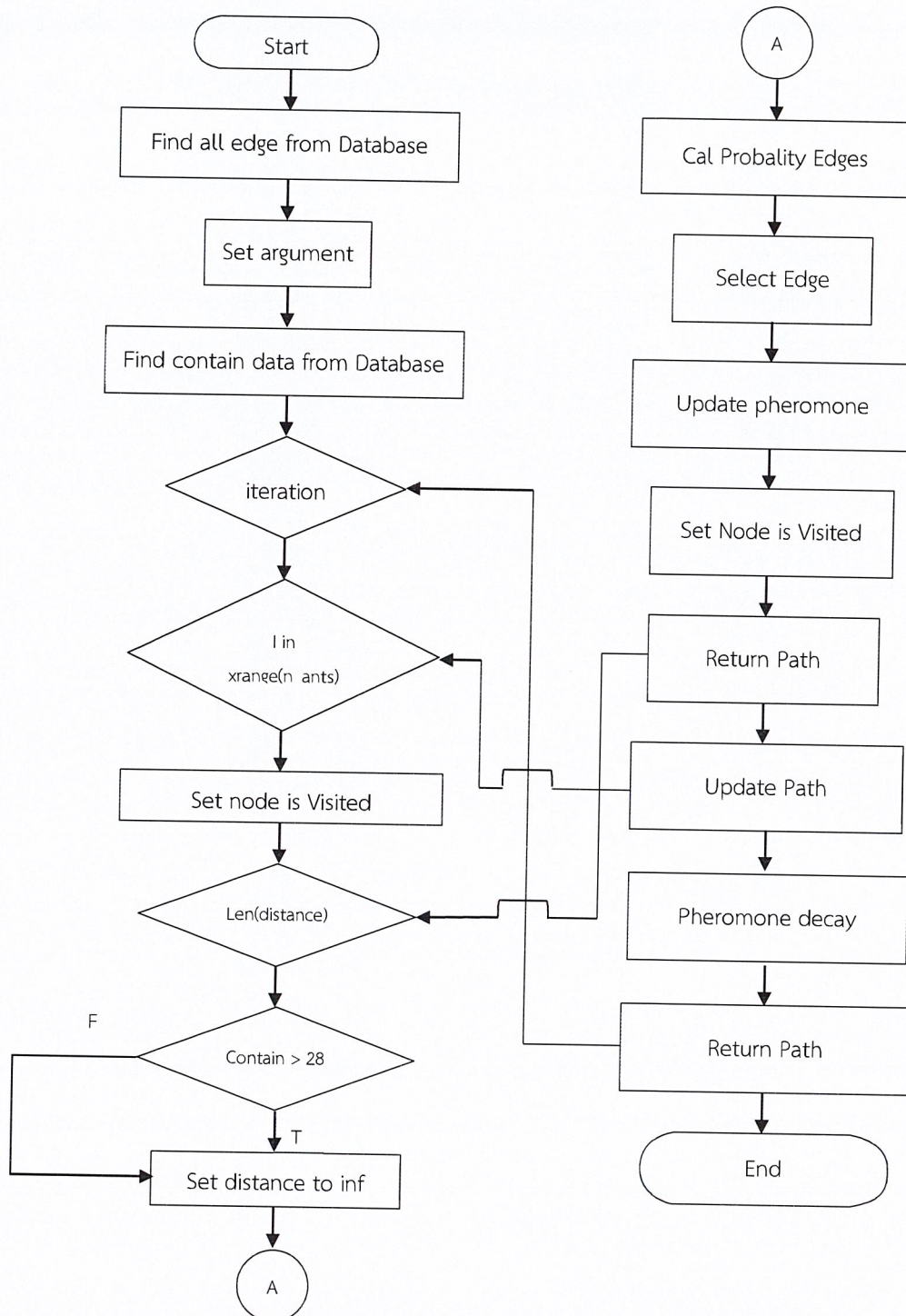
ขั้นตอนการแนะนำเส้นทางอพยพแสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 Sequence Diagram ของการแนะนำเส้นทางอพยพ

3.2.7 แผนภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน

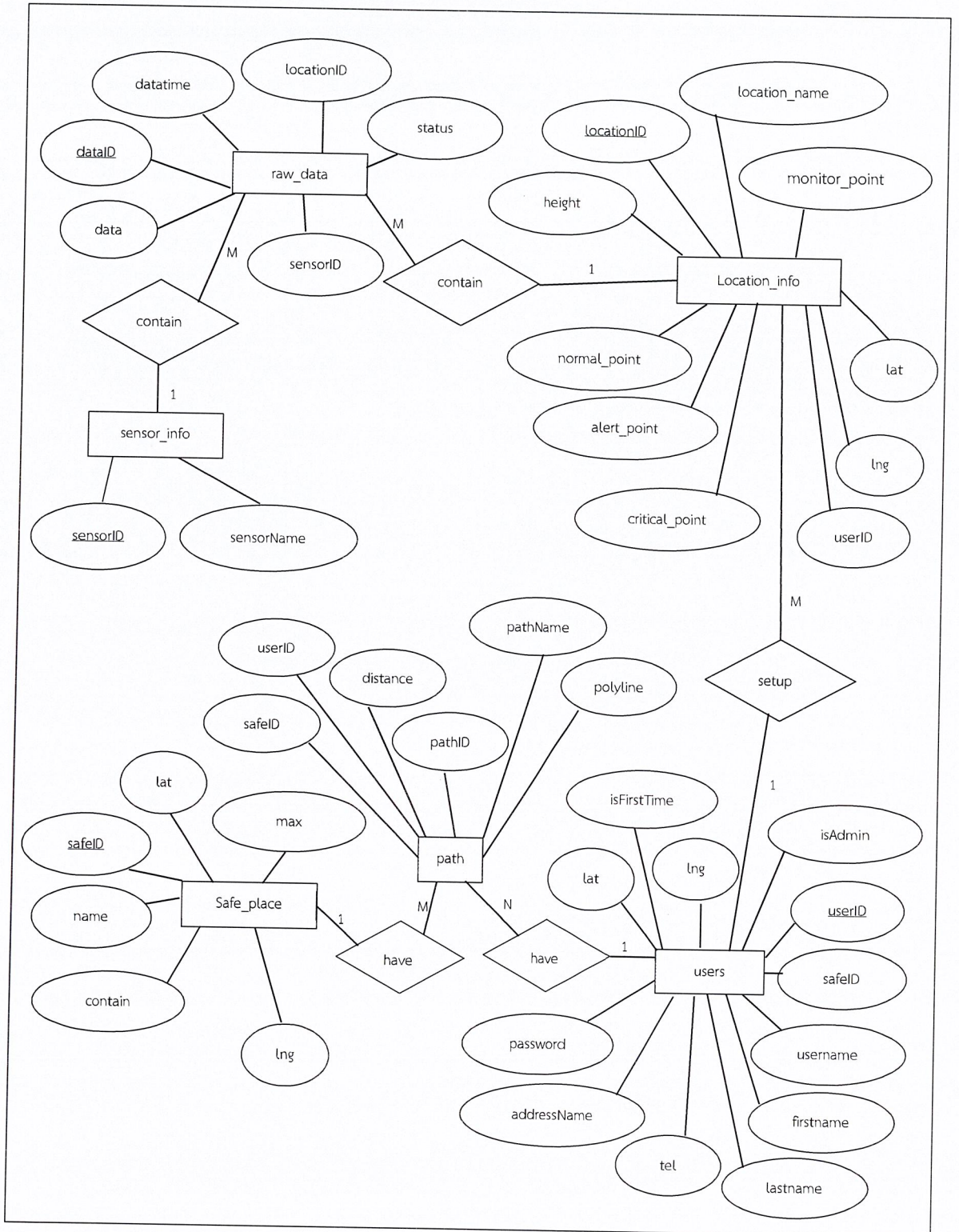
แผนภาพการทำงานของการทำงานของการเลือกเส้นทางในการอพยพ แสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แผนภาพการทำงานของการทำงานของการเลือกเส้นทางในการอพยพ

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

3.3.1 ฐานข้อมูลของระบบแสดงได้ตั้ง ER Diagram รูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แผนภาพ ER Diagram

3.3.2 การจัดเก็บข้อมูล

ตารางข้อมูลดิบ จะเก็บข้อมูลระดับน้ำ และอัตราการไหลของน้ำ โดยมีรหัสของพอร์ตและรหัสของฟินอุปกรณ์จำแนกว่าเป็นข้อมูลชนิดใดและมาจากแหล่งน้ำที่ใด แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของข้อมูลดิบ raw_data

ลำดับ	ชื่อคอลัมน์	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1	dataID	bigint	รหัสของข้อมูล (Primary Key)
2	datetime	datetime	วันเวลาที่บันทึกข้อมูล
3	Data	double	ข้อมูลที่วัดได้
4	locationID_rawdata	int	รหัสของพอร์ต
5	sensorID_rawdata	int	รหัสของฟินอุปกรณ์
6	Status	enum	สถานะการแจ้งเตือน

ตารางเก็บข้อมูลสถานที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ จะเก็บข้อมูลของแหล่งน้ำที่สำรวจ และจุดวิกฤตของแหล่งน้ำในแต่ละระดับ แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของสถานที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ location_info

ลำดับ	ชื่อคอลัมน์	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1	locationID_info	int	รหัสของพอร์ต (Primary Key)
2	location_name	varchar(50)	ชื่อสถานที่แหล่งน้ำ
3	Height	varchar(10)	ความสูงของแหล่งเก็บน้ำ
4	normal_point	varchar(10)	ระดับน้ำขั้นปกติ
5	monitor_point	varchar(10)	ระดับน้ำขั้นระวังภัย
6	alert_point	varchar(10)	ระดับน้ำขั้นเตือนภัย
7	critical_point	varchar(10)	ระดับน้ำขั้นวิกฤต
8	latitude	double	ค่าละติจูดของสถานที่
9	longitude	double	ค่าลองจิจูดของสถานที่

ตารางเก็บข้อมูลของอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลจะเก็บข้อมูลของเซนเซอร์ที่ติดตั้งในแหล่งน้ำ แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล pin_info

ลำดับ	ชื่อคอลัมน์	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1	sensorID_info	int	รหัสของฟินอุปกรณ์ (Primary Key)
2	sensor_name	varchar(50)	ชื่ออุปกรณ์

ตารางการเก็บข้อมูลของสถานที่หรือพื้นที่ที่ปลอดภัยในการอพยพ แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของสถานที่หรือพื้นที่ที่ปลอดภัยในการอพยพ safe_place

ลำดับ	ชื่อคอลัมน์	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1	safelD	int	เลขที่ของพื้นที่ที่ปลอดภัย (Primary Key)
2	Name	varchar(50)	ชื่อของพื้นที่ที่ปลอดภัย
3	lat	double	ค่าละติจูดของพื้นที่ที่ปลอดภัย
4	lng	double	ค่าลองจิจูดของพื้นที่ที่ปลอดภัย
5	contain	int	จำนวนผู้ใช้งานในสถานที่ปลอดภัย
6	Max	int	จำนวนคนที่มากที่สุดที่รองรับได้

ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกจะเก็บข้อมูลของสมาชิกผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน และสถานะของผู้ใช้ แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของสมาชิก users

ลำดับ	ชื่อคอลัมน์	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1	userID	int	รหัสของสมาชิก (Primary Key)
2	username	varchar(20)	ชื่อผู้ใช้
3	password	varchar(20)	รหัสผ่าน
4	firstname	varchar(60)	ชื่อ
5	lastname	varchar(60)	นามสกุล
6	isAdmin	bit(1)	หน้าที่
7	Tel	varchar(20)	เบอร์โทรศัพท์
8	lat	double	ค่าละติจูดของที่อยู่ผู้ใช้
9	lng	double	ค่าลองจิจูดของที่อยู่ผู้ใช้
10	addressName	varchar(50)	ชื่อที่อยู่ของผู้ใช้
11	isFirstTime	bit(1)	สถานะเข้าสู่ระบบครั้งแรก

ตารางการเก็บข้อมูลของเส้นทางระหว่างผู้ใช้งานและสถานที่ปลอดภัย แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของเส้นทางระหว่างที่อยู่อาศัยของผู้ใช้งานและสถานที่ปลอดภัยในการอพยพรวมถึงเส้นทางการเคลื่อนย้าย

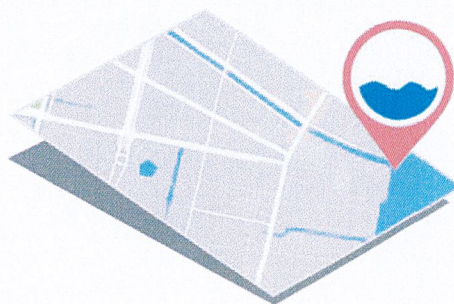
ลำดับ	ชื่อคอลัมน์	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1	pathID	int	เลขที่ของเส้นทาง (Primary Key)
2	pathName	varchar(20)	ชื่อของเส้นทาง
3	userID	int	รหัสของสมาชิก
4	safeID	int	รหัสของสถานที่ปลอดภัย
5	distance	double	ระยะทางของเส้นทาง
6	polyline	varchar(5000)	เส้นทางที่ใช้แสดงบนแผนที่

3.4 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแสดงรายละเอียดดังนี้

- 1) การเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน

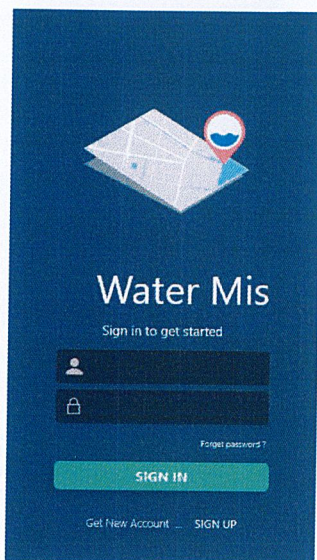
ไอคอนหน้าแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน แสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ไอคอนหน้าแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน

2) การเข้าสู่ระบบ

หน้าจอการเข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 หน้าจอเข้าสู่ระบบ

3) การสร้างบัญชีผู้ใช้งาน

หน้าจอลงทะเบียนสำหรับการสร้างบัญชีผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 หน้าจอลงทะเบียน

4) หน้าจอแสดงข้อมูลระดับน้ำ

หน้าจอแสดงข้อมูลระดับน้ำ แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 หน้าจอแสดงข้อมูลระดับน้ำ

5) เมนูบาร์

แถบเมนูบาร์จะมีรายการให้เลือกฟังก์ชันต่างๆของแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แถบเมนูทั้งหมดของแอปพลิเคชัน

- 6) เมนูบาร์ (ในกรณีที่เข้าสู่ระบบด้วยสถานะผู้ใช้งานทั่วไป)
 แถบเมนูบาร์จะมีรายการให้เลือกฟังก์ชันต่างๆของแอปพลิเคชัน จะแสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แถบเมนูทั้งหมดของแอปพลิเคชันในกรณีที่เข้าสู่ระบบด้วยสถานะผู้ใช้งาน

- 7) หน้าจอแผนที่
 หน้าจอแผนที่จะแสดงตำแหน่งต่างๆที่มีในระบบ แสดงดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 หน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆที่มีในระบบ

- 8) หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง
หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง แสดงดังรูปที่ 3.23

The screenshot shows a mobile application interface for generating reports. At the top, there are three buttons: 'DAY REPORT', 'MONTH REPORT', and 'YEAR REPORT'. Below these is a 'Location' section with a dropdown menu. Underneath is a 'Duration' section with 'From' and 'To' date pickers. The main area contains a table with columns for 'Duration', 'To', and 'Value'. The table lists several rows of data with numerical values.

Duration	To	Value
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000
00000	00000000000000	00000000000000

รูปที่ 3.23 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง

- 9) หน้าจอแก้ไขข้อมูล
หน้าจอในการแก้ไขข้อมูลของการติดตั้งเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 3.24

The screenshot shows a mobile application interface for editing sensor installation information. It includes a 'Description' field with a search icon, followed by input fields for 'Latitude' and 'Longitude'. Below these are two columns of radio buttons for 'Radius' (with options 5, 10, 15) and 'People' (with options 100, 200). A 'CLEAR' button is located below the radio buttons. At the bottom, there is a map showing a location with a green dot. 'CANCEL' and 'SAVE' buttons are at the very bottom.

รูปที่ 3.24 หน้าจอในการแก้ไขข้อมูลของการติดตั้งเซนเซอร์

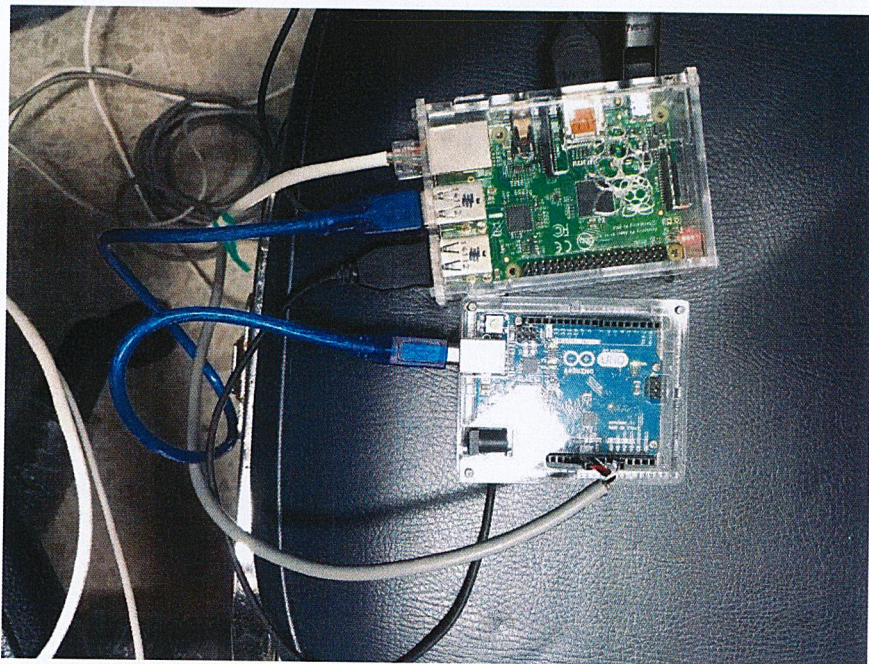
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และการติดตั้งเพื่อทำการทดลอง

4.1.1 การเชื่อมต่อบอร์ดอาดูโน้เข้ากับบอร์ดราสเบอร์รี่พาย

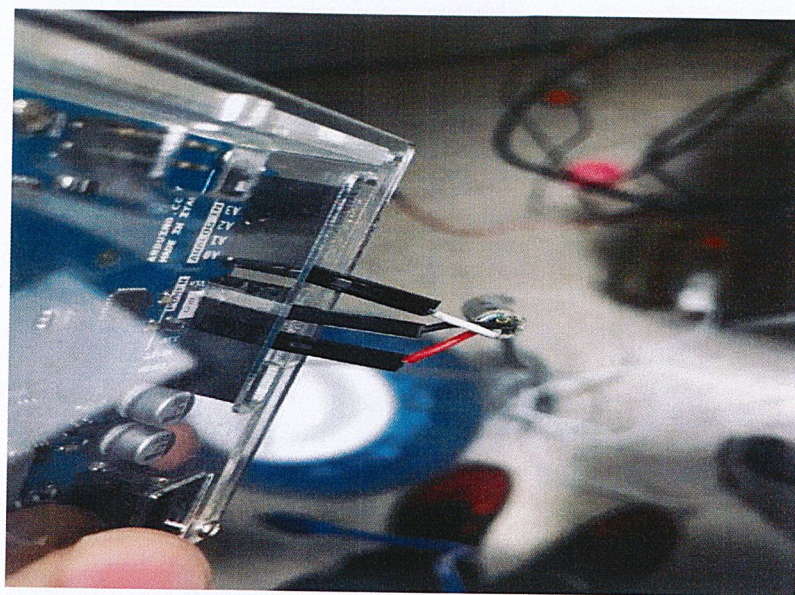
นำบอร์ดอาดูโน้ และบอร์ดราสเบอร์รี่พายมาทำการเชื่อมต่อกัน เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากตัวเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดราสเบอร์รี่พายกับบอร์ดอาดูโน้

4.1.2 การเชื่อมต่อเซนเซอร์เข้ากับบอร์ดอาดูโน้

ทำการต่อเซนเซอร์เข้ากับบอร์ดเพื่อให้อ่านค่าระดับน้ำและสามารถส่งข้อมูลเข้าไปยังบอร์ดอาดูโน้ แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์และบอร์ดอาดูโน้

4.1.3 การหย่อนเซนเซอร์

นำเซนเซอร์วัดระดับน้ำ (HydroStatic Level Sensor) โดยทำการหย่อนลงคลองสี่ที่จะทำการทดลอง แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ทำการหย่อนเซนเซอร์เพื่อวัดค่าระดับน้ำในคลองสี่

4.1.4 การจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

ค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์หลังจากหย่อนลงไปใต้น้ำ จะนำมาเก็บไว้ยังฐานข้อมูล โดยจะเริ่มเก็บค่าระดับน้ำที่มีความสูงตั้งแต่ 140 ซม. เป็นต้นไป แสดงดังรูปที่ 4.4

	dataID	datetime	data	locationID	sensorID	status
Edit Copy Delete	2572	2018-01-31 16:05:09	140	1	1	1
Edit Copy Delete	2573	2018-01-31 16:05:09	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2574	2018-01-31 16:05:10	140	1	1	1
Edit Copy Delete	2575	2018-01-31 16:05:10	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2576	2018-01-31 16:05:11	140	1	1	1
Edit Copy Delete	2577	2018-01-31 16:05:11	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2578	2018-01-31 16:05:12	140	1	1	1
Edit Copy Delete	2579	2018-01-31 16:05:12	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2580	2018-01-31 16:05:13	140	1	1	1
Edit Copy Delete	2581	2018-01-31 16:05:13	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2582	2018-01-31 16:05:14	142	1	1	1
Edit Copy Delete	2583	2018-01-31 16:05:14	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2584	2018-01-31 16:05:15	142	1	1	1
Edit Copy Delete	2585	2018-01-31 16:05:15	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2586	2018-01-31 16:05:16	143	1	1	1
Edit Copy Delete	2587	2018-01-31 16:05:16	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2588	2018-01-31 16:05:17	143	1	1	1
Edit Copy Delete	2589	2018-01-31 16:05:17	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2590	2018-01-31 16:05:18	143	1	1	1
Edit Copy Delete	2591	2018-01-31 16:05:18	5	1	2	1
Edit Copy Delete	2592	2018-01-31 16:05:19	144	1	1	1
Edit Copy Delete	2593	2018-01-31 16:05:19	5	1	2	1

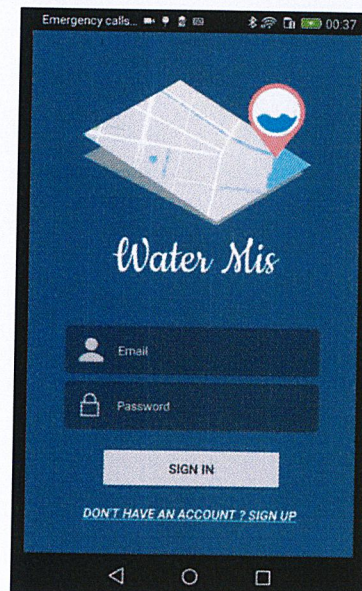
รูปที่ 4.4 การเก็บข้อมูลที่รับจากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล

4.2 ความสามารถของแอปพลิเคชัน

การใช้งานแต่ละเมนูภายในแอปพลิเคชัน มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 หน้าจอแสดงการเข้าสู่ระบบ

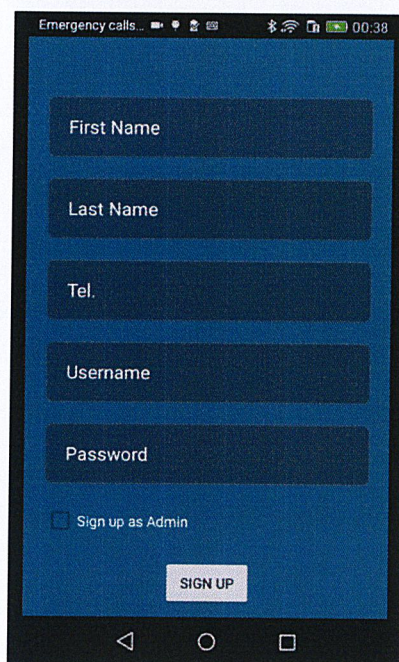
หน้าจอแสดงการเข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงการเข้าสู่ระบบ

4.2.2 การสมัครสมาชิก

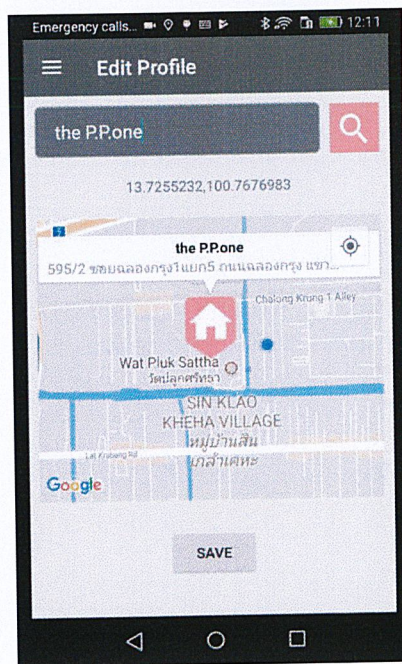
ถ้าต้องการทำการสมัครสมาชิก สามารถกดตรงคำว่า DON'T HAVE ACCOUNT ? SIGN UP จะปรากฏหน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลดังรูปที่ 4.6 หลังจากทำการกรอกข้อมูลครบเรียบร้อยแล้ว ถ้าต้องการจะสมัครสมาชิกเพื่อได้รับสิทธิของ admin สามารถเลือกตรงช่อง Sign up as Admin และทำการกด SIGN UP แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงการสมัครสมาชิก

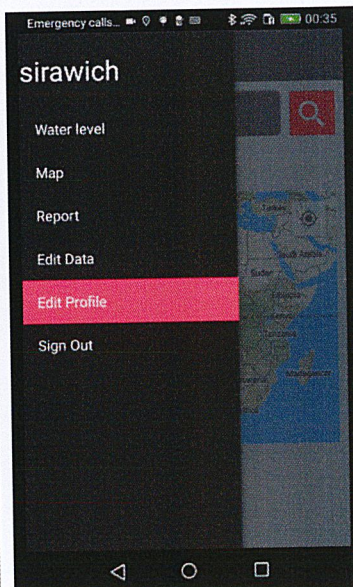
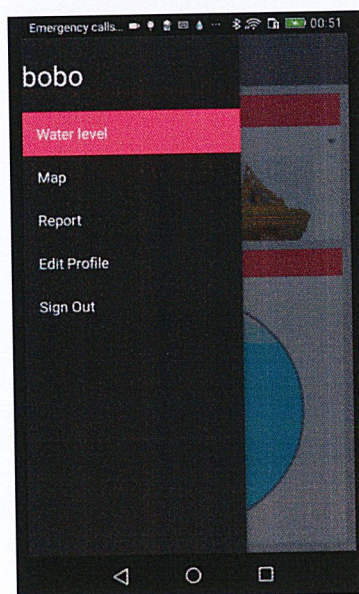
4.2.3 การตั้งค่าตำแหน่งบ้านของผู้ใช้งาน

การเข้าสู่ระบบครั้งแรกของผู้ใช้งาน หลังจากทีลงทะเบียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าจอ Edit Profile ขึ้นมาเพื่อบังคับให้ผู้ใช้งานทำการตั้งค่าตำแหน่งของบ้านตัวเอง แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การตั้งค่าตำแหน่งบ้านของผู้ใช้งาน

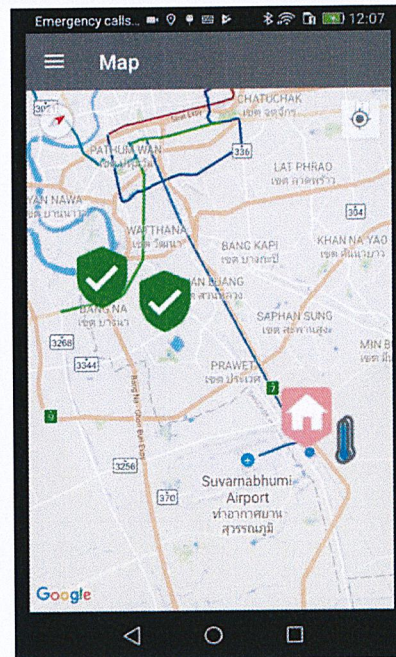
หลังจากทำการกำหนดตำแหน่งบ้านของผู้ใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะสามารถใช้งานเมนูได้แตกต่างกันไปสามารถดูได้จากแถบเมนูบาร์ ซึ่งแถบเมนูบาร์ของผู้ใช้งานทั่วไป และแถบเมนูบาร์ของผู้ดูแลระบบ จะแสดงดังรูปที่ 4.8 และ รูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 แถบเมนูบาร์ของผู้ใช้งานทั่วไป รูปที่ 4.9 แถบเมนูบาร์ของผู้ดูแลระบบ

4.2.4 หน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆที่มีอยู่ในแอปพลิเคชัน

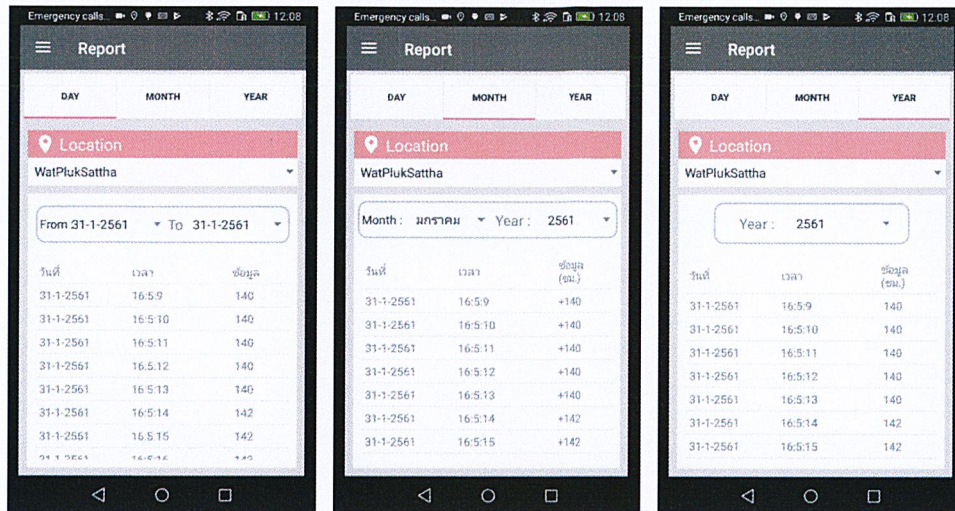
จะปรากฏตำแหน่งของบ้านผู้ใช้งาน ตำแหน่งของเซนเซอร์และตำแหน่งของสถานที่ปลอดภัยที่ถูกกำหนดไว้ในแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แถบเมนูบาร์ของผู้ใช้งานทั่วไป

4.2.5 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง

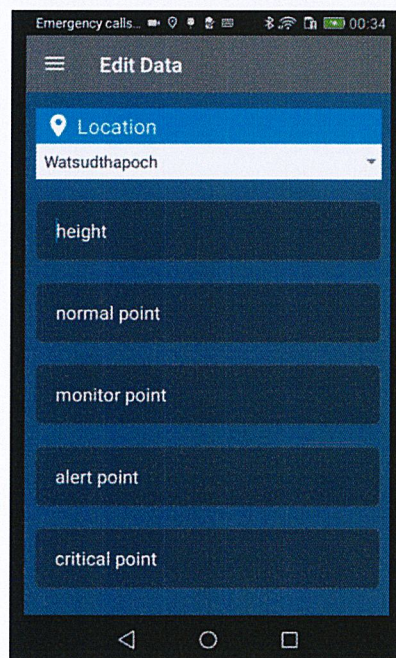
ถ้าต้องการดูรายงานระดับน้ำย้อนหลังสามารถเลือกเมนู Report ได้จากแถบเมนูบาร์ จะแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกเป็นรายวัน รายเดือน หรือรายปี แสดงดังรูปที่ 4.11 (a) 4.11 (b) และรูปที่ 4.11 (c) ตามลำดับ



รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำในรูปแบบต่างๆ

4.2.6 ตั้งค่าระดับของการแจ้งเตือน

ทำการตั้งค่าระดับของการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.12



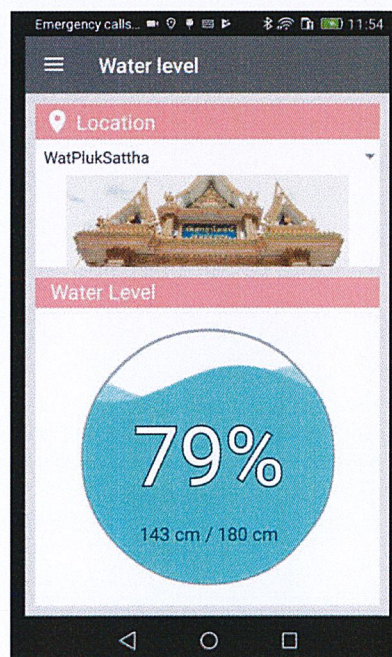
รูปที่ 4.12 การตั้งค่าระดับของการแจ้งเตือน

ระดับของการแจ้งเตือนในการทดลองครั้งนี้ จะแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

- ระดับที่ 1 คือระดับ NORMAL มีค่าเท่ากับ 140-149 ซม.
- ระดับที่ 2 คือระดับ MONITOR มีค่าเท่ากับ 150-159 ซม.
- ระดับที่ 3 คือระดับ ALERT มีค่าเท่ากับ 160-169 ซม.
- ระดับที่ 4 คือระดับ CRITICAL มีค่าเท่ากับ 170 ซม. ขึ้นไป

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการกำหนดค่าของระดับการแจ้งเตือนต่างๆ เพื่อให้สามารถทำการทดลองได้ โดยระดับ CRITICAL จะถูกกำหนดไว้ที่ 170 ซม. ซึ่งเป็นค่าของระดับน้ำปกติในคลองวัดปลุกศรัทธา เพื่อทำการทดลองให้แอปพลิเคชันสามารถแจ้งเตือนได้เมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นถึงขั้น ALERT และสามารถส่งเส้นทางในการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยได้เมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้น CRITICAL

การตั้งค่าระดับของการแจ้งเตือนจะสามารถกระทำได้เฉพาะผู้ใช้งานที่เป็น admin เท่านั้นแอปพลิเคชันจะไปดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล เพื่อมาแสดงผลโดยจะมีค่าของระดับน้ำและสถานที่แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าจอแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลของระดับน้ำที่คลองสี่

โดยในการแสดงผลของระดับน้ำในแต่ละระดับ จะใช้สีในการแยกระดับของน้ำ โดยในระดับ NORMAL จะมีสีเขียว ในระดับ MONITOR จะมีสีเหลือง ส่วนในระดับ ALERT และ CRITICAL จะมีสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.14



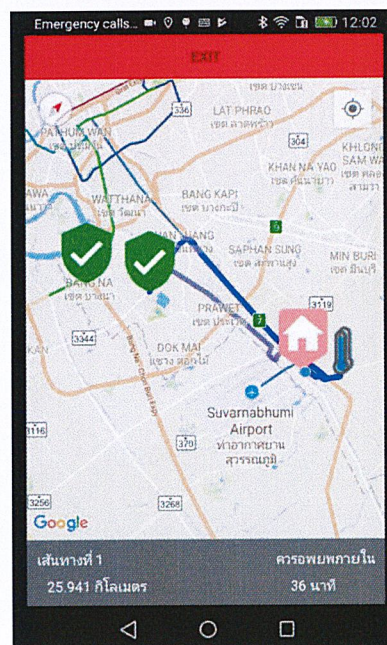
รูปที่ 4.14 หน้าจอแอปพลิเคชันของระดับน้ำในระดับ MONITOR

เมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ ALERT คือมีระดับความสูงของน้ำอยู่ที่ 160 ซม.ขึ้นไป แอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนโดยมีเสียงแจ้งเตือนดังขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานเฝ้าระวังระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างใกล้ชิดและสามารถเตรียมตัวรับมือกับสถานการณ์น้ำได้อย่างทันท่วงที แสดงดังรูปที่ 4.15



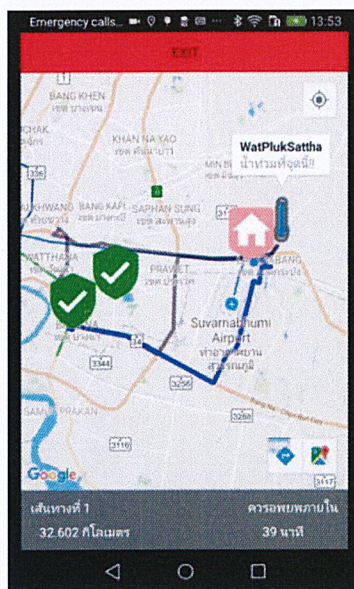
รูปที่ 4.15 ผลหน้าจอแอปพลิเคชันของระดับน้ำในระดับ ALERT

เมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นถึง 170 ซม. ซึ่งเท่ากับระดับ CRITICAL แอปพลิเคชันจะทำการแสดงเส้นทางในการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยขึ้น ซึ่งจะคำนวณจากระยะทาง และจำนวนคนที่อยู่ในสถานที่นั้น โดยระยะทางจะเป็นระยะทางที่ใกล้ที่สุดโดยผ่านการคำนวณจาก Ant Colony Optimization และจะดูจากจำนวนคนที่อยู่ที่สถานที่นั้นด้วย โดยกำหนดไว้ให้มีความจุเพียง 30 คนเท่านั้น ต่อสถานที่ แสดงดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 หน้าจอแอปพลิเคชันที่แสดงเส้นทางที่จะใช้ในการอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัย

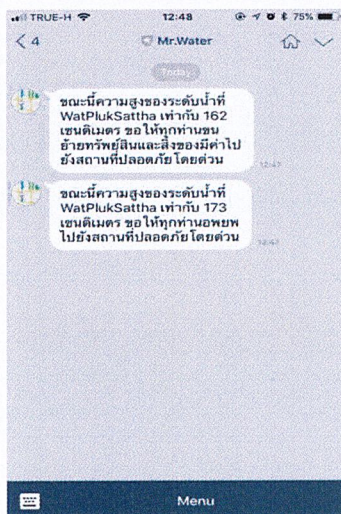
หากมีจำนวนคนที่มากกว่านี้อัลกอริทึมจะเปลี่ยนเส้นทางเพื่อไปยังสถานที่ปลอดภัยที่อื่นที่อยู่ใกล้ร่องลงมาและสถานที่นั้นต้องสามารถรับจำนวนคนได้อีก แสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 หน้าจอแอปพลิเคชันที่แสดงเส้นทางที่เปลี่ยนไป ไปยังสถานที่ปลอดภัยแห่งใหม่

4.3 LineBot

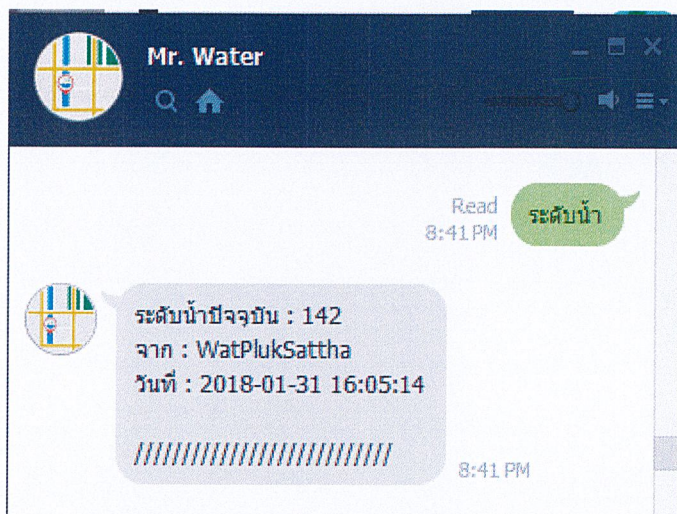
สามารถแอดไลน์บอทที่มีชื่อว่า Mr.Water เพื่อรับการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับเตือนภัย ไลน์บอทจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนมายังผู้ใช้งานที่ทำการเพิ่มเพื่อนเอาไว้ แสดงดังรูปที่ 4.18



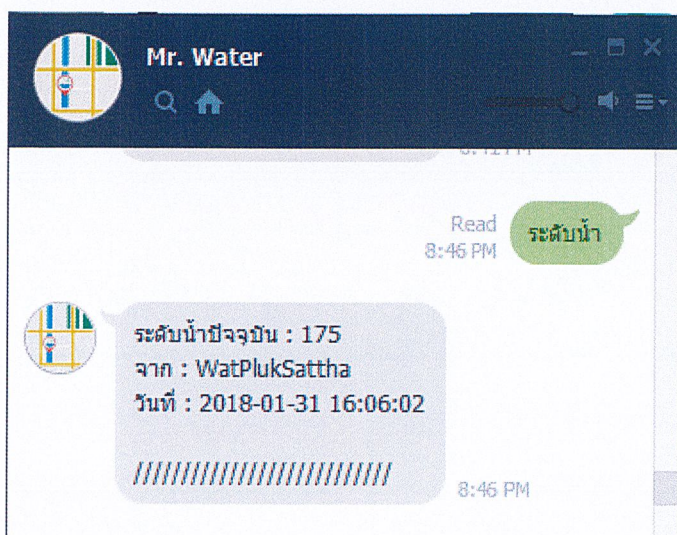
รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงไลน์บอทส่งการแจ้งเตือนมายังผู้ใช้งาน

สามารถพิมพ์เพื่อถามระดับน้ำหรือต้องการทราบข้อมูลที่เป็นประวัติย้อนหลังในระยะเวลาเป็นเดือน หรือ ปี 2017-2018 ได้ โดยในไลน์บอทจะมีคำสั่งที่สามารถใช้ได้ดังนี้

- 1) พิมพ์คำว่า ระดับน้ำ จะสามารถดูความสูงของระดับน้ำได้ แสดงดังรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.19 หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่มีความสูง 142 ซม.

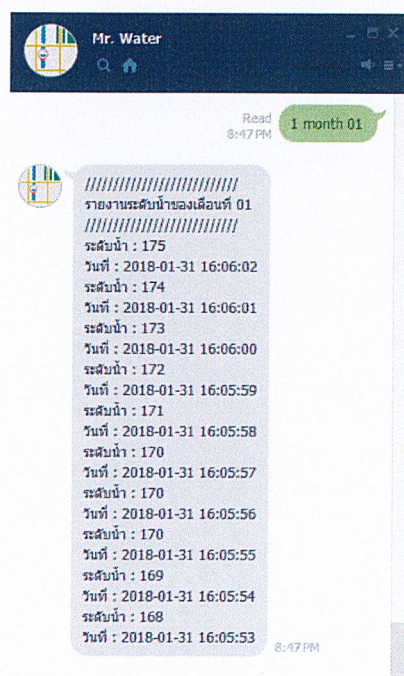


รูปที่ 4.20 หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่มีความสูง 175 ซม.

2) หากต้องการดูรายงานระดับน้ำในแต่ละเดือนหรือปี 2017-2018 สามารถทำได้ดังนี้

- พิมพ์ "1" เพื่อดูระดับน้ำที่ตำแหน่งวัดปลุกศรีธา
- พิมพ์ "2" เพื่อดูระดับที่ตำแหน่งคลองลำปาทิว
- หากต้องการดูแบบรายเดือนให้พิมพ์ "month" ตามด้วยเดือนที่ต้องการโดยพิมพ์ "1-12"
- หากต้องการดูแบบรายปีให้พิมพ์ "year" ตามด้วย "2017" หรือ "2018"

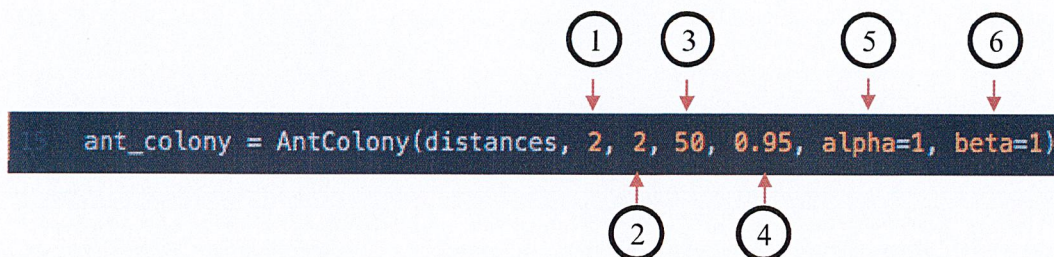
เช่น "1 month 12" หรือ "1 year 2017" แสดงดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลของรายงานระดับน้ำของเดือนมกราคม

4.4 สรุปผลการทดลอง

โดยตัวแปรที่ทำการปรับเปลี่ยนค่าในการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ตัวแปรที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนค่าใน ACO

- 1) จำนวนมดที่ใช้ในการทดลอง
- 2) N-Best คือจำนวนมดที่มีอัตราการปล่อยฟีโรโมนระหว่างการเดินสูงกว่ามดปกติ
- 3) จำนวนรอบที่ใช้ในการทดลอง
- 4) อัตราการระเหยของฟีโรโมน ซึ่งค่าสูงสุดที่ทำการปรับค่าได้คือ 1 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้จะใช้การทดลองเทียบค่าระหว่าง 0.95 กับ 0.50
- 5) Alpha คือ ตัวแปรที่สนใจการเปลี่ยนแปลงของค่าฟีโรโมนเป็นหลัก
- 6) Beta คือ ตัวแปรที่สนใจค่าของระยะทางเป็นหลัก

4.4.1 การทดลองที่ 1 ปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ N-Best เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ N-Best = 0 ดังแสดงในตารางที่ 4.1- 4.2 และการใช้ N-Best = 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 - 4.4

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองที่ 1.1 ใช้จำนวนมด 2 ตัว N-Best 0 จำนวน 50 รอบ
อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.95 Alpha=1 Beta =1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	2	25.941
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	2	25.941
6	0	2	25.941	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	2	25.941
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	2	25.941	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 1.1 จำนวน N-Best มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ตัว ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังคงเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด แต่เส้นทางที่ถูกเลือกจากอัลกอริทึม คือ เส้นทางที่ 1 มีระยะทางเท่ากับ 7.511 กิโลเมตร และใช้เวลาในการคำนวณ 0.057 วินาที

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองที่ 1.2 ใช้จำนวนมด 7 ตัว N-Best 0 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.95 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 1.2 จำนวน N-Best มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งได้ทำการทดลองปรับค่าของจำนวนมดเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตัว จากการทดลองที่ 1.1 เพื่อให้มดทุกตัวเดินไปยังสถานที่เดียวกัน คือสถานที่ที่ 1 ซึ่งเป็นสถานที่ปลอดภัยที่เหมาะสมที่สุดเป็นอันดับแรก จะพบว่าต้องใช้จำนวนมด 7 ตัวเป็นต้นไปจึงจะทำให้มดทุกตัวเดินไปยังเส้นทางเดียวกันทั้งหมด และใช้เวลาในการคำนวณ 0.263 วินาที

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองที่ 1.3 ใช้จำนวนมด 2 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.95 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	2	25.941	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 1.3 จำนวน N-Best มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ตัว ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังคงเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด แต่เส้นทางที่ถูกเลือกจากอัลกอริทึม คือ เส้นทางที่ 1 มีระยะทางเท่ากับ 7.511 กิโลเมตร และใช้เวลาในการคำนวณ 0.055 วินาที

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองที่ 1.4 ใช้จำนวนมด 4 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.95 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 1.4 จำนวน N-Best มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งได้ทำการทดลองปรับค่าของจำนวนมดเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตัว จากการทดลองที่ 1.3 เพื่อให้มดทุกตัวเดินไปยังสถานที่เดียวกัน คือสถานที่ที่ 1 ซึ่งเป็นสถานที่ปลอดภัยที่เหมาะสมที่สุดเป็นอันดับแรก จะพบว่าต้องใช้จำนวนมด 4 ตัวเป็นต้นไปจึงจะทำให้มดทุกตัวเดินไปยังเส้นทางเดียวกันทั้งหมด และใช้เวลาในการคำนวณ 0.114 วินาที

ผลการทดลองที่ 1

ในการทดลองที่ 1.1 และ 1.2 มีจำนวน N-Best มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ในการทดลองที่ 1.1 ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด จึงทำการทดลองที่ 1.2 หาจำนวนมดที่ต้องใช้เพื่อให้การเดินทางของมดในทุกๆ รอบเดินไปยังเส้นทางเดียวกัน ซึ่งต้องเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด

ในการทดลองที่ 1.3 และ 1.4 มีจำนวน N-Best มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ในการทดลองที่ 1.3 ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด จึงทำการทดลองที่ 1.4 หาจำนวนมดที่ต้องใช้เพื่อให้การเดินทางของมดในทุกๆ รอบเดินไปยังเส้นทางเดียวกัน ซึ่งต้องเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่	จำนวนรอบ	จำนวนมด	N-Best	อัตรา การ ระเหย	Alpha	Beta	เวลาในการ คำนวณ	ผลการทดลอง
1.1	50	2	0	0.95	1	1	0.057	การเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด
1.2	50	7	0	0.95	1	1	0.263	การเดินทางของมดในทุกๆ รอบจะเดินไปในเส้นทางเดียวกัน ซึ่งคือเส้นทางที่ดีที่สุด
1.3	50	2	1	0.95	1	1	0.055	การเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด
1.4	50	4	1	0.95	1	1	0.114	การเดินทางของมดในทุกๆ รอบจะเดินไปในเส้นทางเดียวกัน ซึ่งคือเส้นทางที่ดีที่สุด

สรุปผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่มีค่า N-Best เท่ากับ 1 ดังแสดงในการทดลองที่ 1.3 และ 1.4 จะใช้เวลาในการคำนวณเพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำการอพยพไปและจำนวนมดในแต่ละรอบในการคำนวณน้อยกว่าการทดลองที่ 1.1 และ 1.2 ซึ่งมีค่า N-Best เท่ากับ 0

4.4.2 การทดลองที่ 2 ปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์จำนวนรอบ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้จำนวนรอบ 50 รอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 - 4.7 และการใช้จำนวนรอบ 100 รอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.8 - 4.9

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองที่ 2.1 ใช้จำนวนมด 2 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	2	25.941	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 2.1 จำนวนรอบเท่ากับ 50 รอบ ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ตัว ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังคงเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด แต่เส้นทางที่ถูกเลือกจากอัลกอริทึม คือ เส้นทางที่ 1 มีระยะทางเท่ากับ 7.511 กิโลเมตร และใช้เวลาในการคำนวณ 0.067 วินาที

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองที่ 2.2 ใช้จำนวนมด 5 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 2.2 จำนวนรอบเท่ากับ 50 รอบ ซึ่งได้ทำการทดลองปรับค่าของจำนวนมดเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตัว จากการทดลองที่ 2.1 เพื่อให้มดทุกตัวเดินไปยังสถานที่เดียวกัน คือสถานที่ที่ 1 ซึ่งเป็นสถานที่ปลอดภัยที่เหมาะสมที่สุดเป็นอันดับแรก จะพบว่าต้องใช้จำนวนมด 5 ตัวเป็นต้นไปจึงจะทำให้มดทุกตัวเดินไปยังเส้นทางเดียวกันทั้งหมด และใช้เวลาในการคำนวณ 0.134 วินาที

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองที่ 2.3 ใช้จำนวนมด 2 ตัว N-Best 1 จำนวน 100 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	51	0	1	7.511
2	0	1	7.511	52	0	1	7.511
3	0	1	7.511	53	0	1	7.511
4	0	1	7.511	54	0	1	7.511
5	0	1	7.511	55	0	1	7.511
6	0	1	7.511	56	0	1	7.511
7	0	1	7.511	57	0	1	7.511
8	0	1	7.511	58	0	1	7.511
9	0	2	25.941	59	0	1	7.511
10	0	1	7.511	60	0	1	7.511
11	0	1	7.511	61	0	1	7.511
12	0	1	7.511	62	0	1	7.511
13	0	1	7.511	63	0	1	7.511
14	0	1	7.511	64	0	1	7.511
15	0	1	7.511	65	0	1	7.511
16	0	1	7.511	66	0	1	7.511
17	0	1	7.511	67	0	1	7.511
18	0	1	7.511	68	0	1	7.511
19	0	1	7.511	69	0	1	7.511
20	0	1	7.511	70	0	1	7.511
21	0	1	7.511	71	0	1	7.511
22	0	1	7.511	72	0	1	7.511
23	0	1	7.511	73	0	1	7.511
24	0	1	7.511	74	0	1	7.511
25	0	1	7.511	75	0	1	7.511

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองที่ 2.3 ใช้จำนวนมด 2 ตัว N-Best 1 จำนวน 100 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=(ต่อ)

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
26	0	1	7.511	76	0	1	7.511
27	0	1	7.511	77	0	1	7.511
28	0	1	7.511	78	0	1	7.511
29	0	1	7.511	79	0	1	7.511
30	0	1	7.511	80	0	1	7.511
31	0	1	7.511	81	0	1	7.511
32	0	1	7.511	82	0	1	7.511
33	0	1	7.511	83	0	1	7.511
34	0	1	7.511	84	0	1	7.511
35	0	1	7.511	85	0	1	7.511
36	0	1	7.511	86	0	1	7.511
37	0	1	7.511	87	0	1	7.511
38	0	1	7.511	88	0	1	7.511
39	0	1	7.511	89	0	1	7.511
40	0	1	7.511	90	0	1	7.511
41	0	1	7.511	91	0	1	7.511
42	0	1	7.511	92	0	1	7.511
43	0	1	7.511	93	0	1	7.511
44	0	1	7.511	94	0	1	7.511
45	0	1	7.511	95	0	1	7.511
46	0	1	7.511	96	0	1	7.511
47	0	1	7.511	97	0	1	7.511
48	0	1	7.511	98	0	1	7.511
49	0	1	7.511	99	0	1	7.511
50	0	1	7.511	100	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 2.3 จำนวนรอบเท่ากับ 100 รอบ ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ตัว ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังคงเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด แต่เส้นทางที่ถูกเลือกจากอัลกอริทึม คือ เส้นทางที่ 1 มีระยะทางเท่ากับ 7.511 กิโลเมตร และใช้เวลาในการคำนวณ 0.142 วินาที

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองที่ 2.4 ใช้จำนวนมด 4 ตัว N-Best 1 จำนวน 100 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	51	0	1	7.511
2	0	1	7.511	52	0	1	7.511
3	0	1	7.511	53	0	1	7.511
4	0	1	7.511	54	0	1	7.511
5	0	1	7.511	55	0	1	7.511
6	0	1	7.511	56	0	1	7.511
7	0	1	7.511	57	0	1	7.511
8	0	1	7.511	58	0	1	7.511
9	0	1	7.511	59	0	1	7.511
10	0	1	7.511	60	0	1	7.511
11	0	1	7.511	61	0	1	7.511
12	0	1	7.511	62	0	1	7.511
13	0	1	7.511	63	0	1	7.511
14	0	1	7.511	64	0	1	7.511
15	0	1	7.511	65	0	1	7.511
16	0	1	7.511	66	0	1	7.511
17	0	1	7.511	67	0	1	7.511
18	0	1	7.511	68	0	1	7.511
19	0	1	7.511	69	0	1	7.511
20	0	1	7.511	70	0	1	7.511
21	0	1	7.511	71	0	1	7.511
22	0	1	7.511	72	0	1	7.511
23	0	1	7.511	73	0	1	7.511
24	0	1	7.511	74	0	1	7.511
25	0	1	7.511	75	0	1	7.511

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองที่ 2.4 ใช้จำนวนมด 4 ตัว N-Best 1 จำนวน 100 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=1 (ต่อ)

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
26	0	1	7.511	76	0	1	7.511
27	0	1	7.511	77	0	1	7.511
28	0	1	7.511	78	0	1	7.511
29	0	1	7.511	79	0	1	7.511
30	0	1	7.511	80	0	1	7.511
31	0	1	7.511	81	0	1	7.511
32	0	1	7.511	82	0	1	7.511
33	0	1	7.511	83	0	1	7.511
34	0	1	7.511	84	0	1	7.511
35	0	1	7.511	85	0	1	7.511
36	0	1	7.511	86	0	1	7.511
37	0	1	7.511	87	0	1	7.511
38	0	1	7.511	88	0	1	7.511
39	0	1	7.511	89	0	1	7.511
40	0	1	7.511	90	0	1	7.511
41	0	1	7.511	91	0	1	7.511
42	0	1	7.511	92	0	1	7.511
43	0	1	7.511	93	0	1	7.511
44	0	1	7.511	94	0	1	7.511
45	0	1	7.511	95	0	1	7.511
46	0	1	7.511	96	0	1	7.511
47	0	1	7.511	97	0	1	7.511
48	0	1	7.511	98	0	1	7.511
49	0	1	7.511	99	0	1	7.511
50	0	1	7.511	100	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 2.4 จำนวนรอบเท่ากับ 100 รอบ ซึ่งได้ทำการทดลองปรับค่าของจำนวนมดเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตัว จากการทดลองที่ 2.3 เพื่อให้มดทุกตัวเดินไปยังสถานที่เดียวกัน คือสถานที่ที่ 1 ซึ่งเป็นสถานที่ปลอดภัยที่เหมาะสมที่สุดเป็นอันดับแรก จะพบว่าต้องใช้จำนวนมด 4 ตัวเป็นต้นไปจึงจะทำให้มดทุกตัวเดินไปยังเส้นทางเดียวกันทั้งหมด และใช้เวลาในการคำนวณ 0.229 วินาที

ผลการทดลองที่ 2

ในการทดลองที่ 2.1 และ 2.2 มีจำนวนรอบเท่ากับ 50 รอบ ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ในการทดลองที่ 2.1 ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด จึงทำการทดลองที่ 2.2 หาจำนวนมดที่ต้องใช้เพื่อให้การเดินทางของมดในทุกกรอบเดินไปยังเส้นทางเดียวกัน ซึ่งต้องเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด

ในการทดลองที่ 2.3 และ 2.4 มีจำนวนรอบเท่ากับ 100 รอบซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ในการทดลองที่ 2.3 ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด จึงทำการทดลองที่ 2.4 หาจำนวนมดที่ต้องใช้เพื่อให้การเดินทางของมดในทุกกรอบเดินไปยังเส้นทางเดียวกัน ซึ่งต้องเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สรุปผลการทดลองที่ 2

การทดลองที่	จำนวนรอบ	จำนวนมด	N-Best	อัตราการเหย	Alpha	Beta	เวลาในการคำนวณ	ผลการทดลอง
2.1	50	2	1	0.5	1	1	0.067	การเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด
2.2	50	5	1	0.5	1	1	0.134	การเดินทางของมดในทุกกรอบจะเดินไปในเส้นทางเดียวกัน ซึ่งเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด
2.3	100	2	1	0.5	1	1	0.142	การเดินทางของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด
2.4	100	4	1	0.5	1	1	0.229	การเดินทางของมดในทุกกรอบจะเดินไปในเส้นทางเดียวกัน ซึ่งเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด

สรุปผลการทดลองที่ 2

การทดลองที่มีจำนวนรอบเท่ากับ 100 รอบ ดังแสดงในการทดลองที่ 2.3 และ 2.4 และการทดลองที่มีจำนวนรอบเท่ากับ 50 รอบ ดังแสดงในการทดลองที่ 2.1 และ 2.2 จะสามารถสรุปได้ว่า หากใช้จำนวนรอบมากขึ้น จะใช้จำนวนมดน้อยลงในการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด แต่จะใช้เวลาในการคำนวณเพิ่มขึ้น

4.4.3 การทดลองที่ 3 ปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์อัตราการระเหยของฟีโรโมน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้อัตราการระเหยของฟีโรโมนเท่ากับ 0.5 ดังแสดงในตารางที่ 4.11 - 4.12 และอัตราการระเหยของฟีโรโมนเท่ากับ 0.95 ดังแสดงในตารางที่ 4.13 - 4.14

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองที่ 3.1 ใช้จำนวนมด 2 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	2	25.941	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 3.1 อัตราการระเหยของฟีโรโมนเท่ากับ 0.5 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ตัว ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังคงเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุดแต่เส้นทางที่ถูกเลือกจากอัลกอริทึม คือ เส้นทางที่ 1 มีระยะทางเท่ากับ 7.511 กิโลเมตร และใช้เวลาในการคำนวณ 0.067 วินาที

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองที่ 3.2 ใช้จำนวนมด 5 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.5 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 3.2 อัตราการระเหยของฟีโรโมนเท่ากับ 0.5 ซึ่งได้ทำการทดลองปรับค่าของจำนวนมดเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตัว จากการทดลองที่ 3.1 เพื่อให้มดทุกตัวเดินไปยังสถานที่เดียวกัน คือ สถานที่ที่ 1 ซึ่งเป็นสถานที่ปลอดภัยที่เหมาะสมที่สุดเป็นอันดับแรก จะพบว่าต้องใช้จำนวนมด 5 ตัว เป็นต้นไปจึงจะทำให้มดทุกตัวเดินไปยังเส้นทางเดียวกันทั้งหมด และใช้เวลาในการคำนวณ 0.134 วินาที

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองที่ 3.3 ใช้จำนวนมด 2 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.95 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	2	25.941	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 3.3 อัตราการระเหยของฟีโรโมนเท่ากับ 0.95 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ตัว ซึ่งการเดินทางของมดในบางรอบยังคงเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุดแต่เส้นทางที่ถูกเลือกจากอัลกอริทึม คือ เส้นทางที่ 1 มีระยะทางเท่ากับ 7.511 กิโลเมตร และใช้เวลาในการคำนวณ 0.055 วินาที

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองที่ 3.4 ใช้จำนวนมด 4 ตัว N-Best 1 จำนวน 50 รอบ

อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.95 Alpha=1 Beta=1

รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง	รอบ	ตำแหน่ง	สถานที่	ระยะทาง
1	0	1	7.511	26	0	1	7.511
2	0	1	7.511	27	0	1	7.511
3	0	1	7.511	28	0	1	7.511
4	0	1	7.511	29	0	1	7.511
5	0	1	7.511	30	0	1	7.511
6	0	1	7.511	31	0	1	7.511
7	0	1	7.511	32	0	1	7.511
8	0	1	7.511	33	0	1	7.511
9	0	1	7.511	34	0	1	7.511
10	0	1	7.511	35	0	1	7.511
11	0	1	7.511	36	0	1	7.511
12	0	1	7.511	37	0	1	7.511
13	0	1	7.511	38	0	1	7.511
14	0	1	7.511	39	0	1	7.511
15	0	1	7.511	40	0	1	7.511
16	0	1	7.511	41	0	1	7.511
17	0	1	7.511	42	0	1	7.511
18	0	1	7.511	43	0	1	7.511
19	0	1	7.511	44	0	1	7.511
20	0	1	7.511	45	0	1	7.511
21	0	1	7.511	46	0	1	7.511
22	0	1	7.511	47	0	1	7.511
23	0	1	7.511	48	0	1	7.511
24	0	1	7.511	49	0	1	7.511
25	0	1	7.511	50	0	1	7.511

สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

จากการทดลองที่ 3.4 อัตราการระเหยของฟีโรโมนเท่ากับ 0.95 ซึ่งได้ทำการทดลองปรับค่าของจำนวนมดเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตัว จากการทดลองที่ 3.3 เพื่อให้มดทุกตัวเดินไปยังสถานที่เดียวกัน คือ สถานที่ที่ 1 ซึ่งเป็นสถานที่ปลอดภัยที่เหมาะสมที่สุดเป็นอันดับแรก จะพบว่าต้องใช้จำนวนมด 4 ตัว เป็นต้นไปจึงจะทำให้มดทุกตัวเดินไปยังเส้นทางเดียวกันทั้งหมด และใช้เวลาในการคำนวณ 0.114 วินาที

ผลการทดลองที่ 3

ในการทดลองที่ 3.1 และ 3.2 มีอัตราการระเหยของพีโรโมนเท่ากับ 0.5 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ในการทดลองที่ 3.1 ซึ่งการเดินของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด จึงทำการทดลองที่ 3.2 หาจำนวนมดที่ต้องใช้เพื่อให้การเดินของมดในทุกรอบเดินไปยังเส้นทางเดียวกัน ซึ่งต้องเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด

ในการทดลองที่ 3.3 และ 3.4 มีอัตราการระเหยของพีโรโมนเท่ากับ 0.95 ซึ่งในการปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นใช้จำนวนมดเท่ากับ 2 ในการทดลองที่ 3.3 ซึ่งการเดินของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด จึงทำการทดลองที่ 3.4 หาจำนวนมดที่ต้องใช้เพื่อให้การเดินของมดในทุกรอบเดินไปยังเส้นทางเดียวกัน ซึ่งต้องเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.15 ตารางสรุปผลการทดลองที่ 3

การทดลองที่	จำนวนรอบ	จำนวนมด	N-Best	อัตราการระเหย	Alpha	Beta	เวลาในการคำนวณ	ผลการทดลอง
3.1	50	2	1	0.5	1	1	0.067	การเดินของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด
3.2	50	5	1	0.5	1	1	0.134	การเดินของมดในทุกรอบจะเดินไปในเส้นทางเดียวกัน ซึ่งเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด
3.3	50	2	1	0.95	1	1	0.055	การเดินของมดในบางรอบยังเดินไปเส้นทางที่ 2 ซึ่งไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุด
3.4	50	4	1	0.95	1	1	0.114	การเดินของมดในทุกรอบจะเดินไปในเส้นทางเดียวกัน ซึ่งเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด

สรุปผลการทดลองที่ 3

การทดลองที่มีอัตราการระเหยของพีโรโมนเท่ากับ 0.95 ดังแสดงในการทดลองที่ 3.3 และ 3.4 และการทดลองที่มีอัตราการระเหยของพีโรโมนเท่ากับ 0.5 ดังแสดงในการทดลองที่ 3.1 และ 3.2 จะสามารถสรุปได้ว่าถ้าใช้อัตราการระเหยสูงจะใช้จำนวนมดและเวลาในการคำนวณน้อยลง

สรุปผลการทดลองของการปรับค่าพารามิเตอร์

จะได้ค่าของพารามิเตอร์ที่สามารถคำนวณเส้นทางที่ดีที่สุดที่จะไปยังสถานที่ปลอดภัยที่ถูกกำหนดไว้มีค่าเท่ากับ การใช้จำนวนมด 4 ตัว ค่า N-Best = 1 จำนวน 50 รอบ อัตราการระเหยของฟีโรโมน 0.95 Alpha=1 Beta=1

4.5 ตัวอย่างโค้ดโปรแกรม

4.5.1 ตัวอย่างโค้ดการใช้งานฟังก์ชันตรวจสอบจำนวนคนในสถานที่ปลอดภัย

4.5.1.1 การตั้งค่ารัศมีของแต่ละสถานที่ปลอดภัยเพื่อตรวจสอบการเข้าหรือออกของผู้ใช้งาน

```
private void initProximity() {
    getSafePlaceData(); //load safePlace from server

    for (int i=0;i<safePlaceList.size();i++){ //add proximity each safePlace
        addProximity(safePlaceList.get(i).getSafeID()
            ,i
            ,safePlaceList.get(i).getLat()
            ,safePlaceList.get(i).getLng());
    }
    registerProximity();
}

private void addProximity(Integer safeID, int i, Double lat, Double lng) {
    Intent intent = new Intent(PROX_ALERT_INTENT);
    intent.putExtra("safeID", safeID);
    PendingIntent proximityIntent = PendingIntent.getBroadcast(this, i, intent, PendingIntent.FLAG_CANCEL_CURRENT);
    locationManager.addProximityAlert(lat, lng, 150, -1, proximityIntent);
}
```

4.5.1.2 ตัวอย่างโค้ด Class ProximityIntentReceiver เพื่อปรับปรุงข้อมูลของสถานที่ ปลอดภัยในฐานข้อมูลเมื่อผู้ใช้ได้เข้าหรือออกไปยังรัศมีที่กำหนดไว้

```
@Override
```

```
public void onReceive(Context context, Intent intent) {
    String key = LocationManager.KEY_PROXIMITY_ENTERING;
    Boolean entering = intent.getBooleanExtra(key, false);
    Integer safeID = intent.getIntExtra("safeID",0);
    Integer contain;
    preferences = context.getSharedPreferences(Constant.USER_PREF,0);
    contain = getContainData(safeID);

    if (entering && !preferences.getBoolean(Constant.IS_ENTERED,true)) {
        contain++;
        SharedPreferences.Editor editor = preferences.edit();
        editor.putBoolean(Constant.IS_ENTERED,true); //update pref ว่า
        user ได้เข้าพื้นที่ปลอดภัยแล้ว
        editor.apply();
        Toast.makeText(context,"คุณได้เข้าสู่พื้นที่
        ปลอดภัย",Toast.LENGTH_LONG).show();
    }else if (!entering){
        contain--;
        SharedPreferences.Editor editor = preferences.edit();
        editor.putBoolean(Constant.IS_ENTERED,false);
        editor.apply();
        Toast.makeText(context,"คุณได้ออกจากพื้นที่
        ปลอดภัย",Toast.LENGTH_LONG).show();
    }else if (entering &&
        preferences.getBoolean(Constant.IS_ENTERED,true)){
        Toast.makeText(context,"คุณอยู่ในพื้นที่
```

```

        ปลอดภัย",Toast.LENGTH_LONG).show();
    }

    updateContainData(safeID,contain);
}

```

4.5.2 ตัวอย่างโค้ด Ant Colony Optimization

4.5.2.1 ตัวอย่างข้อมูลเข้า โดยใช้ข้อมูลระยะทางระหว่างที่อยู่ของผู้ใช้กับสถานที่

ปลอดภัย

```

userID = "".join(sys.argv[1:])

r = requests.post('http://localhost/water/waterfinal_getPathByID.php',
data = {'userID': userID})
data = json.loads(r.text)
distances = np.array([[np.inf, float(data[0]["distance"])/1000,
float(data[1]["distance"])/1000, float(data[2]["distance"])/1000],
[float(data[0]["distance"])/1000, np.inf, 21.996, 28.272],
[float(data[1]["distance"])/1000, 21.996, np.inf, 9.315],
[float(data[2]["distance"])/1000, 28.272, 9.315, np.inf]])

```

4.5.2.2 การประกาศตัวแปรของ ACO

```

ant_colony = AntColony(distances, 5, 5, 50, 0.95, alpha=1, beta=1)
//ส่วนของโค้ดที่ใช้รับค่าตัวแปรภายใน Class AntColony
def __init__(self, distances, n_ants, n_best, n_iterations, decay,
alpha=1, beta=1):
self.distances = distances
self.pheromone = np.ones(self.distances.shape) / len(distances)
self.all_inds = range(len(distances))
self.n_ants = n_ants
self.n_best = n_best
self.n_iterations = n_iterations
self.decay = decay
self.alpha = alpha
self.beta = beta
self.contain = []

```

```

self.containMax = []
r = requests.get('http://localhost/water/waterfinal_getContain.php')
containData = json.loads(r.text)

```

4.5.2.3 ส่วนของโค้ดที่ใช้ตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานในสถานที่ปลอดภัยเพื่อการตัดสินใจในการเลือกเส้นทาง

```

def gen_path(self, start):
    path = []
    visited = set()
    visited.add(start)
    prev = start
    for i in xrange(len(self.distances) - 1):
        if self.contain[i] > self.containMax[i]:
            self.distances[0][i+1] = 1000
            move = self.pick_move(self.pheromone[prev], self.distances[prev], visited)
            path.append((prev, move))
            prev = move
            visited.add(move)
            path.append((prev, start)) # going back to where we started
    return path

```

4.5.3 ตัวอย่างข้อมูล JSON จาก Google Directions API

```

"start_location" : {
    "lat" : 13.7385524,
    "lng" : 100.6418466
},
"travel_mode" : "DRIVING"
},
{
    "distance" : {
        "text" : "21 m",

```

```
    "value" : 21
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 min",
    "value" : 7
  },
  "end_location" : {
    "lat" : 13.6957197,
    "lng" : 100.6477443
  },
  "html_instructions" : "Turn \u003cb\u003eleft\u003c/b\u003e",
  "maneuver" : "turn-left",
  "polyline" : {
    "points" : "c}qrAevheRASAQ"
  },
  "start_location" : {
    "lat" : 13.6957016,
    "lng" : 100.6475515
  },
  "travel_mode" : "DRIVING"
},
{
  "distance" : {
    "text" : "0.2 km",
    "value" : 182
  },
  "duration" : {
    "text" : "1 min",
    "value" : 52
  },
  "end_location" : {
    "lat" : 13.6940877,
```

```

    "lng" : 100.647689
  },
  "html_instructions" : "Turn
\u003cb\u003eright\u003c/b\u003e\u003cdiv style=\\"font-
size:0.9em\\\"\u003eDestination will be on the left\u003c/div\u003e",
  "maneuver" : "turn-right",
  "polyline" : {
    "points" : "g}qrAkwheRLHHV?"
  }
}

```

4.5.4 ตัวอย่างโค้ด LINE Messaging API

4.5.4.1 ส่วนของโค้ดในการตรวจสอบระดับน้ำเพื่อทำการแจ้งเตือน

```

setInterval(function() {
  if (!alert || !alert2) {
    checkAlert();
  }
  if (obj != null) {
    for (var i = 0; i < obj.length; i++) {
      if ((obj[i].data > obj[i].alert_point) && !alert) {
        const message = {
          type: 'text',
          text: '[ระดับน้ำถึงระดับแจ้งเตือน]\nขณะนี้ความสูงของระดับน้ำ
ที่ '+obj[i].location_name+' เท่ากับ '+obj[i].data+'
เซนติเมตร ขอให้ทุกท่านขนย้ายทรัพย์สินและสิ่งของมีค่าไปยัง
สถานที่ปลอดภัยโดยด่วน'
        };
        client.pushMessage('Ucea360efdd5f5da3140202a54edc4188',
          message);
        alert = true;
      }
    }
    if ((obj[i].data > obj[i].critical_point) && !alert2) {
      const message = {

```

```

    type: 'text',
    text: '[ระดับน้ำถึงระดับวิกฤติ]\nขณะนี้ความสูงของระดับน้ำที่
'+obj[i].location_name+' เท่ากับ '+obj[i].data+' เซนติเมตร ขอให้ทุก
ท่านอพยพไปยังสถานที่ปลอดภัยโดยด่วน'
  };
  client.pushMessage('Ucea360efdd5f5da3140202a54edc4188',
  message);
  alert2 = true;
}
}
}
}, 3000);

```

4.5.4.2 ส่วนของโค้ดเมื่อผู้ใช้งานต้องการดูค่าระดับน้ำปัจจุบัน

```

if (event.message.text == "ระดับน้ำ") {
  checkAlert();
  var tmp = "";
  if (obj != null) {
    for (var i = 0; i < obj.length; i++) {
      tmp = tmp+"ระดับน้ำที่ "+obj[i].location_name+" = "+obj[i].data+"
เซนติเมตร\n";
    }
    echo = { type: 'text', text: tmp };
  }
}
}

```

4.5.4.3 ส่วนของโค้ดเมื่อผู้ใช้งานต้องการเรียกดูรายงานระดับน้ำ

```

if (event.message.text == reportSplit[0]+" "+reportSplit[1]+"
"+reportSplit[2]) {
  var post;
  if (reportSplit[1] == "month"){

```

```

var tmp = "รายงานระดับน้ำของเดือนที่ "+reportSplit[2]+" 10 อันดับ\n";
post = {
    locationID: reportSplit[0],
    type: reportSplit[1],
    month: reportSplit[2],
    year: 0
};
}else if(reportSplit[1] == "year"){
var tmp = "รายงานระดับน้ำของปี "+reportSplit[2]+" 10 อันดับ\n";
post = {
    locationID: reportSplit[0],
    type: reportSplit[1],
    month: 0,
    year: reportSplit[2]
};
}
request.post({url:'https://4d380f56.ap.ngrok.io/water/getReport.php',
formData: post}, function optionalCallback(err, httpResponse, body) {
if (err) {
    return console.error('upload failed:', err);
}
    console.log('Upload successful! Server responded with:', body);
    textObj = JSON.parse(body);
});
if (textObj != "") {
for (var i = 0; i < textObj.length; i++) {
    tmp = tmp+"ระดับน้ำ : "+textObj[i].data+" วันที่ : "+
    textObj[i].datetime+"\n";
    echo = { type: 'text', text: tmp };
}
}
}

```

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการดำเนินงาน

5.1.1 ส่วนของแอปพลิเคชัน

หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมเฝ้าระวังระดับน้ำและแจ้งเตือนการอพยพผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันโดยใช้ทฤษฎีฝูงมด จะได้ฟังก์ชันดังต่อไปนี้

- 1) แอปพลิเคชันสามารถแสดงระดับน้ำปัจจุบันในลำคลองที่ติดตั้งเซนเซอร์ออกมาในรูปแบบของตัวเลขและจำแนกระดับความเสี่ยงของระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นโดยใช้สีเป็นตัวแบ่งแยกระดับความเสี่ยง
- 2) แอปพลิเคชันสามารถแสดงข้อมูลของระดับน้ำในรูปแบบรายงานย้อนหลังเป็นแบบรายวัน รายเดือน และรายปี
- 3) แอปพลิเคชันสามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้นเตือนภัย
- 4) แอปพลิเคชันสามารถแสดงตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งาน ตำแหน่งที่ติดตั้งเซนเซอร์ รวมถึงตำแหน่งของสถานที่ปลอดภัยที่จะใช้อพยพเมื่อเกิดอุทกภัยได้
- 5) แอปพลิเคชันสามารถแสดงเส้นทางสำหรับการอพยพเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้นวิกฤต
- 6) แอปพลิเคชันมีการคำนวณเวลาที่ใช้ในการอพยพจากอัตราการไหลของน้ำเบื้องต้น

5.1.2 Line Bot

ไลน์บอทเป็นส่วนเพิ่มเติมที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถรับการแจ้งเตือนและสอบถามข้อมูลระดับน้ำรวมถึงรายงานระดับน้ำจะมีความสามารถดังนี้

- 1) สามารถเรียกดูระดับน้ำปัจจุบันโดยการพิมพ์ “ระดับน้ำ”
- 2) สามารถเรียกดูรายงานระดับน้ำย้อนหลัง 10 อันดับล่าสุดในรูปแบบรายเดือน หรือรายปี
- 3) สามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้นเตือนภัย

5.1.3 Ant Colony Optimization Algorithm

- 1) ได้ทำการทดลองเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ จำนวนมด N-best จำนวนรอบ อัตราการระเหย เพื่อทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการหาเส้นทาง ซึ่งผลลัพธ์ที่มีผลจากการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ คือ เวลาในการคำนวณและการตัดสินใจเลือกเส้นทางของมด

- 2) เพิ่มตัวแปร จำนวนผู้ใช้ในสถานที่ปลอดภัยและจำนวนผู้ใช้ที่สามารถรองรับได้ของสถานที่ปลอดภัย เพื่อเพิ่มเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกเส้นทางเพื่อให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด โดยถ้าจำนวนผู้ใช้ในสถานที่ปลอดภัยมีจำนวนมากกว่าจำนวนผู้ใช้ที่สามารถรองรับได้ของสถานที่ปลอดภัย จะส่งผลให้ระบบตัดสินใจเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดรองลงมา

5.2 ข้อจำกัดของระบบ

จากความสามารถของแอปพลิเคชันที่ได้กล่าวมานั้น ยังมีความสามารถที่ทางผู้พัฒนาเห็นว่ายังมีข้อจำกัด ดังนี้

- 1) แอปพลิเคชันไม่สามารถตรวจจับตำแหน่งของผู้ใช้งานแบบเวลาจริงได้ ทำให้เมื่อมีการเปลี่ยนเส้นทางการอพยพ แอปพลิเคชันจะแสดงเส้นทางการอพยพระหว่างที่อยู่ของผู้ใช้กับสถานที่ปลอดภัยเท่านั้น
- 2) แอปพลิเคชันสามารถตรวจจับได้ว่าผู้ใช้งานได้เข้าหรือออกจากสถานที่ปลอดภัยได้เท่านั้น ไม่สามารถตรวจจับได้ว่าผู้ใช้งานได้เข้าหรือออกจากเส้นทางใด
- 3) การรายงานระดับน้ำในไลน์บอทสามารถรายงานได้เฉพาะ 10 อันดับล่าสุดเท่านั้น
- 4) แอปพลิเคชันรองรับการติดตั้งเซนเซอร์เพียง 2 สถานที่เท่านั้น
- 5) การตัดสินใจเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดของขั้นตอนวิธีฝูงมดใช้เส้นทางระหว่างที่อยู่ของผู้ใช้กับสถานที่ปลอดภัยเท่านั้น
- 6) แอปพลิเคชันไม่สามารถใช้งานแบบออฟไลน์ได้
- 7) แอปพลิเคชันใช้ได้เฉพาะสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถคาดเดาเวลาที่ใช้ในการอพยพจากอัตรการไหลของน้ำได้แม่นยำและใช้งานได้จริง

- 1) พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถจำลองโมเดลของแผนที่ในรูปแบบสามมิติเพื่อให้ผู้ใช้งานสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น
- 2) พัฒนาแอปพลิเคชันให้รองรับระบบปฏิบัติการ iOS
- 3) เพิ่มอุปกรณ์ที่สามารถวัดระดับสารพิษในน้ำได้เพื่อวัดคุณภาพน้ำ

เอกสารอ้างอิง

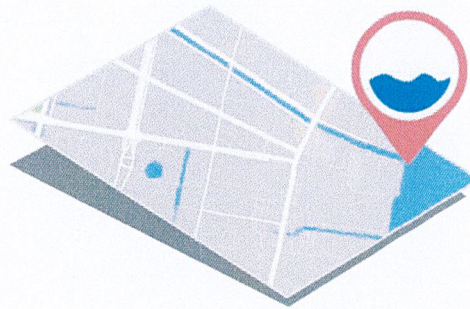
- [1] pirun.ku.ac.th. **น้ำท่าหรือน้ำในแม่น้ำ** สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กันยายน, 2560, [Online].
เข้าถึงได้จาก : <https://pirun.ku.ac.th/~fengww/chotiga/StreamFlow.html>
- [2] arduinoall. **เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำ** สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กันยายน, 2560,
[Online].เข้าถึงได้จาก : <https://www.arduinoall.com/product/>
- [3] kadroidz.blogspot. **สถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์** สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กันยายน,
2560,[Online] เข้าถึงได้จาก : <http://kadroidz.blogspot.com/android-architecture.html>
- [4] beerkung. **ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์** สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน, 2560, [Online]
เข้าถึงได้จาก :<https://beerkung.wordpress.com/ระบบปฏิบัติการรุ่นล่าง/ระบบปฏิบัติการ-android/>
- [5] palmz. **แอนดรอยด์สตูดิโอ** สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน, 2560, [Online] เข้าถึงได้จาก :
<https://medium.com/@palmz/-android-application->
- [6] thaieasyelec. **Arduino** สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กันยายน, 2560, [Online] เข้าถึงได้จาก :
<https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/arduino>
- [7] drivesoft. **Messaging API** สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน, 2560, [Online]
เข้าถึงได้จาก : <https://drivesoft.co.th/tutorial/system/line-bot-api-part-01>
- [8] tutorialdev. **JSON** สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน, 2560, [Online] เข้าถึงได้จาก :
<http://www.tutorialdev.com/download/json->
- [9] thaicreate. **Google Maps API** สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กันยายน, 2560, [Online]
เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaicreate.com/tutorial/google-maps-javascript-api.html>
- [10] ดร. คณน สุจาวี. **Ant Colony Optimization** สืบค้นเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม, 2560,
[Online] เข้าถึงได้จาก : www.gotoknow.org/posts/99496
- [11] Marco Dorigo and Thomas Stützle. **Ant Colony Optimization**, A Bradford Book,
2004

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

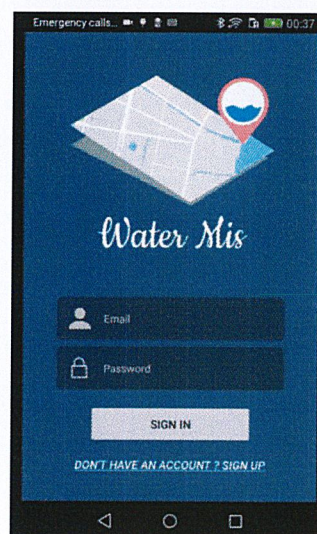
คู่มือการใช้งานอย่างละเอียด

- 1) เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อย ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันมาใช้งานได้ทันที แสดงดังรูปที่ ก.1



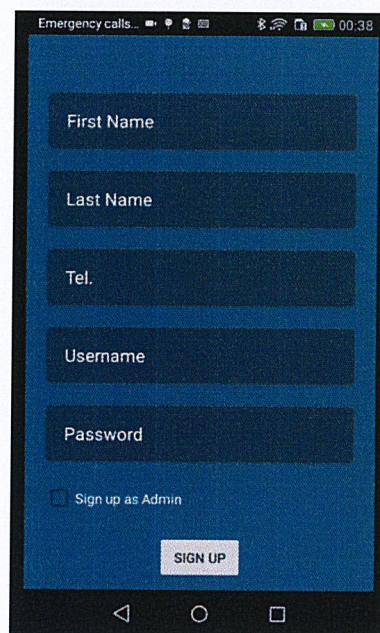
รูปที่ ก.1 ไอคอนของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

- 2) เมื่อเปิดแอปพลิเคชันขึ้นมาแล้วจะปรากฏหน้าจอแรกของแอปพลิเคชันโดยเป็นหน้าจอเข้าสู่ระบบ หากยังไม่ได้ทำการสมัครสมาชิกสามารถสมัครสมาชิกผ่านการกด DON'T HAVE AN ACCOUNT ? SIGN UP แสดงดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 หน้าจอเข้าสู่ระบบ

- 3) เมื่อทำการกด DON'T HAVE AN ACCOUNT ? SIGN UP จะเข้าสู่หน้าจอที่ให้ทำการสมัครสมาชิก โดยจะมีช่องว่างให้กรอกข้อมูล หากต้องการสมัครสมาชิกในฐานะของ Admin สามารถทำการกดปุ่ม Sign up as Admin เมื่อทำการกรอกข้อมูลครบทุกช่องแล้วทำการกดปุ่ม SIGN UP ถือว่าทำการสมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว แสดงดังรูปที่ ก.3



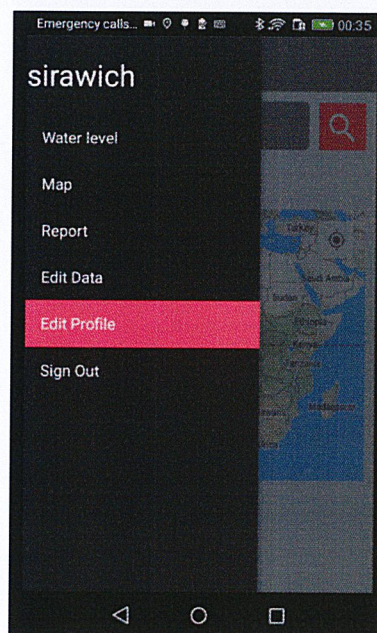
รูปที่ ก.3 หน้าจอลงทะเบียน

- 4) จากนั้นเมื่อทำการเข้าสู่ระบบมาแล้วจะพบกับหน้าจอแสดงข้อมูลระดับน้ำ ของสถานที่ที่ถูกกำหนดไว้เป็นค่าเริ่มต้นคือที่ วัดสุทธาโภชน์ แสดงดังรูปที่ ก.4



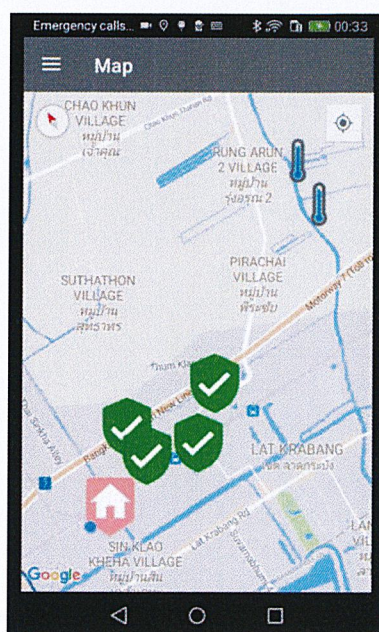
รูปที่ ก.4 หน้าจอแสดงข้อมูลระดับน้ำ

- 5) ตัวแอปพลิเคชันสามารถกดเลือกแถบเมนูด้านข้าง ซึ่งจะมีเมนูทั้งหมดแสดงดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 แถบเมนูทั้งหมดของแอปพลิเคชัน

- 6) หากทำการกดแถบเมนูด้านบนซ้าย หัวข้อต่อไปคือ Map โดยหน้าจอนี้จะแสดงข้อมูลที่อยู่ที่ถูกกำหนดไว้(ต้องทำการกำหนดที่อยู่ในเมนู Edit Profile) โดยในหน้าจอนี้ยังแสดงตำแหน่งของเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งไว้ในคลองซึ่งในระบบมีอยู่ 2 คลอง คือ คลองลำปลาทิวและคลองมอญ แล้วยังแสดงข้อมูลตำแหน่งของสถานที่ปลอดภัยที่ถูกกำหนดไว้ในระบบ แสดงดังรูปที่ ก.6



รูปที่ ก.6 หน้าจอแสดงตำแหน่งต่างๆที่มีในระบบ

- 7) หัวข้อต่อไปในแถบเมนูด้านซ้ายบนคือ Report จะแสดงรายงานข้อมูลระดับน้ำย้อนหลัง โดยสามารถเลือกสถานที่ที่อยากทราบข้อมูลได้ โดยสามารถเลือกให้แสดงผลเป็นวัน เดือนหรือปีได้ แสดงดังรูปที่ ก.7

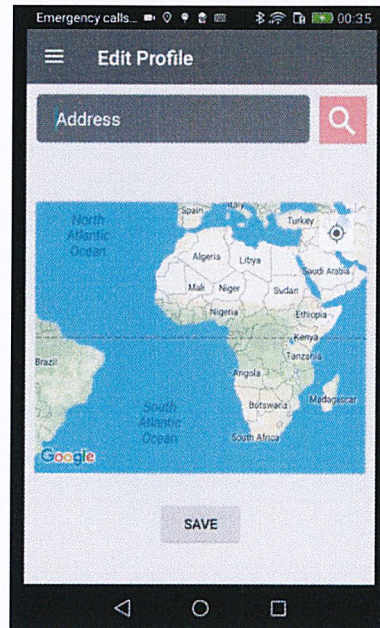
วันที่	เวลา	ปริมาณ
1-12-2560	7:20:11	20
1-12-2560	7:22:11	20
1-12-2560	7:25:11	21
1-12-2560	7:20:11	22
1-12-2560	7:50:11	23
1-12-2560	7:20:11	24
1-12-2560	7:20:11	25
1-12-2560	7:20:11	26

รูปที่ ก.7 หน้าจอแสดงรายงานระดับน้ำย้อนหลัง

- 8) หัวข้อ Edit Data หน้าจอนี้สามารถทำการแก้ไขข้อมูลตำแหน่งในการแจ้งเตือน รวมไปถึง ใส่ค่าของความสูงของคลองที่เลือกทำการติดตั้งเซนเซอร์ และยัง สามารถกำหนดค่าที่จะให้ทำการแจ้งเตือนในแต่ละระดับได้ ซึ่งหน้าจอนี้จะสามารถแก้ไขได้เฉพาะ Admin เท่านั้น แสดงดังรูปที่ ก.8

รูปที่ ก.8 หน้าจอในการแก้ไขข้อมูลของการติดตั้งเซนเซอร์

- 9) หัวข้อ Edit Profile หน้าจอนี้จะสามารถกำหนดที่อยู่ที่อยู่ที่เป็นบ้าน ซึ่งเกิดมีระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นจนถึงขั้น critical point ระบบจะแสดงเส้นทางที่จะนำไปยังสถานที่ปลอดภัยที่อยู่ใกล้และไม่มีเงื่อนไขเรื่องจำนวนคนมาแสดง โดยคำนวณจากตำแหน่ง Address ที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ ก.9



รูปที่ ก.9 หน้าจอแสดงการใส่ข้อมูล Address

ภาคผนวก ข ผลงานที่ได้รับรางวัล

ข.1) การแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20 The Twentieth National Software Contest : NSC 2018

ส่งเข้าแข่งขันในประเภทการนำเสนอด้วยวาจา (Oral Presentation) ผลงานมีดัง
แสดงในรูปที่ ข.1(a) ข.1(b) และข.1(c) ตามลำดับ



(a)



(b)



(c)

รูปที่ ข.1 รางวัลที่ได้รับ (NSC)

ข.2) การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ระดับภูมิภาคอาเซียน
2018

(The ASEAN Undergraduate Conference in Computing: AUC²
2018)

- 1) ส่งเข้าแข่งขันในประเภทการนำเสนอด้วยวาจา (Oral Presentation) ได้รับรางวัล
Good Paper Award แสดงดังรูปที่ ข.2



The 6th ASEAN Undergraduate Conference in Computing (AUC² 2018)

Certificate of Oral Presentation

presented to

สิริวิษณุ เกษตรเวทิน, ศตายุ เขียวเขิน, สุภัตต์ เอมขาวานา, พิษณุะ จันทร์สุทธิรักษ์
และ วรางคณา กิมปาน

for a contribution in the field of computing entitled

ระบบแจ้งเตือนระดับน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันและไลน์บอท

upon with the success of *Good Paper Award*

held on 23rd – 25th March 2018 at Faculty of Science,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Ittipol Jangchud

General Chair of AUC² 2018

รูปที่ ข.2 รางวัลที่ได้รับ (AUCC)

- 2) ผลงานที่ได้รับรางวัล

ระบบแจ้งเตือนระดับน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน และไลน์บอท

Water level in Communities Alert System Via Android Application and Line Bot

สิริวิญญู เกษตรเวทิน ศตายุ เขียวเขิน สุภัตต์ เอมชานา พิษณุ จันทรสุทธิรักษ์ และวรางคณา กิมปาน
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
57050341@kmitl.ac.th, 57050329@kmitl.ac.th, 57050349@kmitl.ac.th, 57050182@kmitl.ac.th,
knwarang@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ทฤษฎีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT: Internet of Things) โดยการใช้แอนดรอยด์แอปพลิเคชันในการสังเกตการณ์เผื่อระวังระดับน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนและการแจ้งเตือนระดับน้ำโดยใช้ไลน์บอท สำหรับชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำ หรือเป็นพื้นที่ต่ำ เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยจะมีการติดตั้งเซนเซอร์วัดแรงดันไว้ในแหล่งน้ำใกล้บริเวณชุมชนเพื่อทำการวัดความสูงของน้ำมีค่าเท่าใด ซึ่งสามารถสังเกตการณ์ได้จากแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน และเมื่อมีความสูงของน้ำที่เข้าใกล้ค่าวิกฤติที่กำหนดไว้ในแอปพลิเคชัน จะทำการส่งการแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันและไลน์บอทเพื่อให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันทราบถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ—น้ำท่วม; ระดับน้ำ; ไลน์บอท

ABSTRACT

This article presents the Internet of Things (IoT) application using Android application and line bot for warning the water level in communities to the user who lives near the water resources or high risk of flooding. The pressure sensors are placed in water basin near the community to measure the height of the water. This can be also observed from Android application. When the height of the water reaches the

critical value that was set in the application, it sends notifications to the application and line bots to let user knows of the potential risks from rising water levels.

Keyword—floods; water levels; line bot

1. บทนำ

ในปัจจุบันวิกฤตการณ์น้ำเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทย โดยปัญหาส่วนมากที่พบจะเป็นปัญหาน้ำท่วมซึ่งเกิดจากฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้ระดับน้ำในแหล่งน้ำมีระดับเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้น้ำจากแหล่งน้ำ อาจเอ่อล้นเข้าท่วมบ้านเรือนของประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำในบริเวณนั้น ซึ่งบางครั้งระดับน้ำมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนทำให้ไม่สามารถเตรียมตัวรับมือได้ทันเวลา ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน พืชผลทางการเกษตรของประชาชน จึงทำให้เกิดความสนใจที่จะพัฒนาระบบเผื่อระวังระดับน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันและไลน์บอทเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ใช้สมาร์ตโฟนในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้สะดวกเมื่อต้องการรับข้อมูล โดยตัวระบบจะสามารถเผื่อระวังและติดตามระดับน้ำด้วยการนำเซนเซอร์ไปติดตั้งไว้ในแหล่งน้ำใกล้บริเวณชุมชน เมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นเกินระดับที่ตั้งค่าไว้ จะทำการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนและไลน์บอท

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Line Bot APIs

Line Bot APIs [1] การรับส่งข้อความช่วยให้สามารถส่งผ่านข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์ของแอปพลิเคชันบอทและแพลตฟอร์ม LINE ได้ เมื่อผู้ใช้ส่งข้อความไปที่เว็บเบราว์เซอร์จะถูกเรียกใช้งานแพลตฟอร์ม LINE จะส่งคำขอไปยัง URL หลังจากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะส่งคำขอไปยัง LINE Platform เพื่อตอบสนองต่อคำขอของผู้ใช้ คำขอของผู้ใช้จะถูกส่งผ่าน HTTPS ในรูปแบบ JSON

การทำงานส่วนหนึ่งของ Line Bot APIs ที่ใช้ในงานครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

2.1.1 APIs Call

การเรียก APIs ในการเรียกใช้ APIs จำเป็นจะต้องใช้โทเค็นเพื่อเข้าถึงและรับข้อมูล ดังแสดงตามตัวอย่างดังรูปที่ 1

```

getCurrentAccessToken()
LineApiResponse<LineAccessToken>
getCurrentAccessToken()
    
```

รูปที่ 1. ตัวอย่างการเรียก APIs ของไลน์บอท

2.1.2 การตรวจสอบคำที่ผู้ใช้งานของระบบทำการส่งมายังไลน์บอท

ในส่วนนี้เป็นส่วนของโค้ดในการตรวจสอบคำที่ผู้ใช้งานของระบบได้พิมพ์เข้ามา เมื่อผู้ใช้งานพิมพ์คำว่า “ระดับน้ำ” ระบบจะทำการร้องขอข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำข้อมูลของระดับน้ำปัจจุบันมาเก็บไว้ แสดงดังรูปที่ 2

```

if($test=="ระดับน้ำ")
{
    $url = "POST https://api.line.me/v2bot/message/reply";
    $url = "https://79d17534.ap-northeast-1.amazonaws.com";
    $headers = array('Content-Type: application/json', 'Authorization: Bearer ');
    $ch = curl_init($url);
    curl_setopt($ch, CURLOPT_RETURNTRANSFER, true);
    curl_setopt($ch, CURLOPT_HTTPHEADER, $headers);
    $result = curl_exec($ch);
    curl_close($ch);

    $messages = [
        'type' => 'text',
        'text' => $result
    ];
}
    
```

รูปที่ 2. ตัวอย่างการตรวจคำร้องของผู้ใช้งานในระบบ

2.1.3 การส่งคืนค่า LineApiResponse

จะได้รับ LineAccessToken หากการเรียก API สำเร็จ แต่ LineApiResponse จะไม่ได้รับค่า LineAccessToken ก็ต่อเมื่อการเรียก APIs ล้มเหลว แสดงดังรูปที่ 3

```

// ตัวอย่างการส่งคืนค่า LineApiResponse
$url = "https://api.line.me/v2bot/message/reply";
$data = [
    'replyToken' => $replyToken,
    'messages' => $messages,
];
$post = json_encode($data);
$headers = array('Content-Type: application/json', 'Authorization: Bearer ' . $accessToken);
$ch = curl_init($url);
curl_setopt($ch, CURLOPT_CUSTOMREQUEST, "POST");
curl_setopt($ch, CURLOPT_RETURNTRANSFER, true);
curl_setopt($ch, CURLOPT_POSTFIELDS, $post);
curl_setopt($ch, CURLOPT_HTTPHEADER, $headers);
curl_setopt($ch, CURLOPT_FOLLOWLOCATION, 1);
$result = curl_exec($ch);
curl_close($ch);

echo $result;
    
```

รูปที่ 3. ตัวอย่างการส่งคืนค่า

2.2 JSON

JSON [2] หรือ Java Script Object Notation เริ่มมีความนิยมและใช้กันอย่างมากขึ้นเพราะมีความเข้าใจได้ง่ายและความกระชับของภาษา มีรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก สามารถสร้างขึ้นมาและให้เครื่องอ่านได้ง่าย มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ของรูปแบบของข้อมูล

JSON ใช้ลักษณะภาษาของ Javascript แต่ไม่ถูกมองว่าเป็นภาษาโปรแกรม แต่ถูกมองว่าเป็นภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยมีไลบรารีของภาษาอื่นๆใช้การประมวลผลแบบ JSON เพิ่มขึ้นมากมายในปัจจุบัน แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4

```

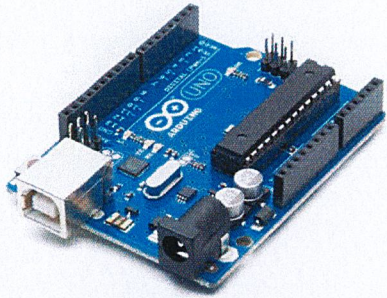
[{"Firstname": "name",
  "lastname": "name",
  "address": {
    "address1": "address",
    "province": "bangkok",
    "country": "Thailand",
  }}]
    
```

รูปที่ 4. ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลของ JSON

2.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino UNO R3)

Arduino[3] เป็นบริษัทฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์และโอเพ่นซอร์ส โครงการ และชุมชนผู้ใช้ที่ออกแบบและผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ และชุดเครื่องมือไมโครคอนโทรลเลอร์

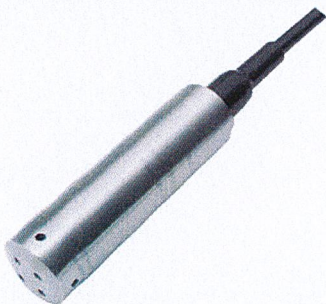
สำหรับสร้างอุปกรณ์ดิจิทัล และวัตถุเชิงโต้ตอบที่สามารถตรวจจับและควบคุมวัตถุในโลกทางกายภาพได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกตั้งโปรแกรมโดยใช้ภาษาของคุณลักษณะต่างๆจากภาษาโปรแกรม C และ C++ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์(Arduino UNO R3)

2.4 เซนเซอร์วัดแรงดันน้ำ

เซนเซอร์วัดแรงดันน้ำ[4]หรือ Hydrostatic Level Sensor คือ เครื่องวัดและแสดงระดับแบบใช้ความดันของเหลวในการประมวลผล(Hydrostatic Level Transmitter) และแปลงค่าส่งสัญญาณ 4-20 mADC ออกมา ค่าที่ได้ออกมาจะมีหน่วยเป็นเซนติเมตรซึ่งเหมาะสำหรับนำไปใช้วัดระดับน้ำในคลองหรือแม่น้ำ ซึ่งมีลักษณะแสดงดังรูปที่ 6

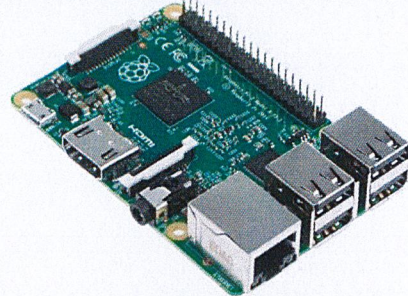


รูปที่ 6. เซนเซอร์วัดแรงดันน้ำ

2.5 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)

บอร์ดราสเบอร์รี่พาย[5]เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian), Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ

RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ แสดงดังรูปที่ 7

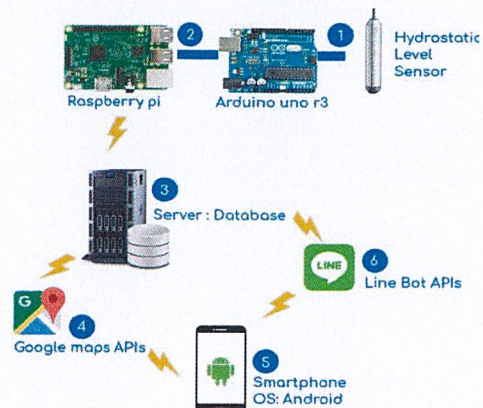


รูปที่ 7. บอร์ดราสเบอร์รี่พาย

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1. สถาปัตยกรรมของระบบ

หลักการดำเนินงานโดยรวมของระบบแสดงได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8. โครงสร้างโดยรวมของระบบ

จากรูปที่ 8 จะสามารถอธิบายได้ว่า

- 1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino UNO R3) จะรับค่าจากเซนเซอร์วัดแรงดันและเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำในแหล่งน้ำ ส่งค่าไปยัง Raspberry Pi
- 2) Raspberry Pi จะส่งค่าผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดเก็บลงในฐานข้อมูล
- 3) Server : Database เป็นแหล่งเก็บข้อมูล เช่น ค่าของระดับน้ำที่ได้จากเซนเซอร์
- 4) Google Maps API แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ Messaging API สำหรับตอบโต้กับผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน

- 5) สมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะไปเรียกข้อมูลมาจากเซิร์ฟเวอร์เพื่อมาประมวลผลต่อไป
- 6) Line Bot APIs สำหรับแจ้งเตือนไปยังไลน์บอทแอปพลิเคชัน และยังสามารถเรียกดูความสูงของระดับน้ำและ รายงานระดับน้ำย้อนหลังได้อีกด้วย

3.2 ความสามารถของระบบ

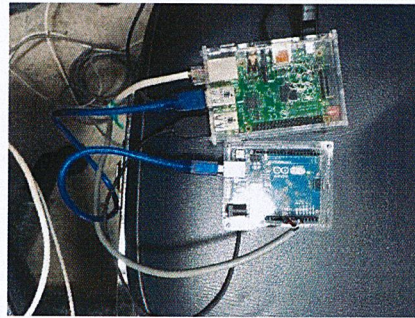
ระบบได้กำหนดระดับของการทำงานให้กับผู้ใช้ 2 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ผู้ใช้งานทั่วไป
 - สามารถทำการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน
 - เปิดรับการแจ้งเตือนเมื่อเกิดวิกฤตจากแอปพลิเคชัน
 - สามารถเลือกดูตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ได้
 - เรียกดูรายงานแสดงค่าสูง-ต่ำของระดับน้ำ
 - สามารถออกจากระบบเมื่อต้องการได้
- 2) ผู้ดูแลระบบ
 - สามารถทำการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน
 - เปิดรับการแจ้งเตือนเมื่อเกิดวิกฤตจากแอปพลิเคชัน
 - สามารถเลือกดูตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ได้
 - เรียกดูรายงานแสดงค่าสูง-ต่ำของระดับน้ำ
 - สามารถออกจากระบบเมื่อต้องการได้
 - สามารถกำหนดค่าของระดับน้ำที่จะให้ทำการแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันและไลน์บอทได้

4. ผลการทดลอง

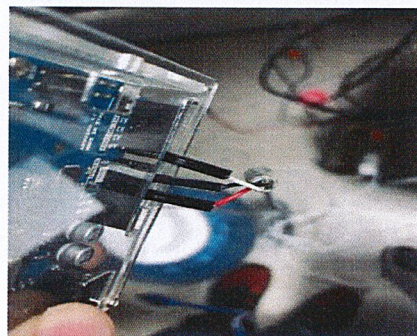
4.1 การดำเนินการและผลของการทดสอบโปรแกรม

- 1) ต่อบอร์ดอาดูโน้และบอร์ดราสเบอร์รี่พายเข้าด้วยกันนำบอร์ดอาดูโน้ และบอร์ดราสเบอร์รี่พายมาทำการเชื่อมต่อกัน เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากตัวเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 9



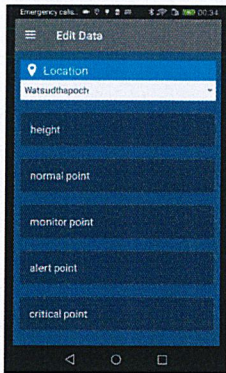
รูปที่ 9. การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดราสเบอร์รี่พายกับบอร์ดอาดูโน้

- 2) ต่อเซนเซอร์เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ดอาดูโน้ทำการต่อเซนเซอร์เข้ากับบอร์ดเพื่อให้สามารถวัดค่าระดับน้ำและสามารถส่งข้อมูลเข้าไปยังบอร์ดอาดูโน้ แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10. การเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์และบอร์ดอาดูโน้

- 3) ตั้งค่าระดับในการแจ้งเตือนทำการตั้งค่าระดับของการแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 11



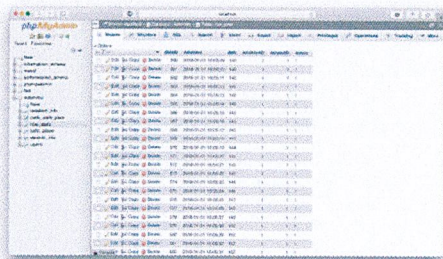
รูปที่ 11. การตั้งค่าระดับน้ำเพื่อทำการแจ้งเตือนในแต่ละระดับ



รูปที่ 13. หน้าจอแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลของระดับน้ำที่แหล่งน้ำ

ระดับของการแจ้งเตือนจะแบ่งเป็น 4 ระดับคือ ระดับที่ 1 คือ ระดับ NORMAL มีค่าเท่ากับ 140 ซม. ขึ้นไป ระดับที่ 2 คือ ระดับ MONITOR มีค่าเท่ากับ 150 ซม. ขึ้นไป ระดับที่ 3 คือ ระดับ ALERT มีค่าเท่ากับ 160 ซม. ขึ้นไป ระดับที่ 4 คือ ระดับ CRITICAL มีค่าเท่ากับ 170 ซม. ขึ้นไป **การทดลองครั้งนี้ได้ทำการกำหนดค่าของระดับการแจ้งเตือนต่างๆ เพื่อให้สามารถทำการทดลองได้ โดยระดับ CRITICAL จะถูกกำหนดไว้ที่ 170 ซม. ซึ่งเป็นค่าของระดับน้ำปกติในแหล่งน้ำที่ทำการทดลอง เพื่อให้สามารถทำการทดลองให้แอปพลิเคชันสามารถแจ้งเตือนได้

การจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์ หลังจากหย่อนลงไปใต้น้ำ จะนำมาเก็บไว้ยังฐานข้อมูล โดยจะเริ่มเก็บค่าระดับน้ำที่มีความสูงตั้งแต่ 140 ซม. เป็นต้นไป ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12. การเก็บข้อมูลที่รับจากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูล

หลังจากนั้นแอปพลิเคชันจะไปดึงข้อมูลมาจากรฐานข้อมูล เพื่อมาแสดงผลโดยจะมีค่าของระดับน้ำและสถานที่แสดงดังรูปที่ 13

โดยในการแสดงผลของระดับน้ำในแต่ละระดับ จะใช้สีในการแยกระดับของน้ำ โดยในระดับ NORMAL จะมีสีเขียว ในระดับ MONITOR จะมีสีเขียว ส่วนในระดับ ALERT และ CRITICAL จะมีสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 14



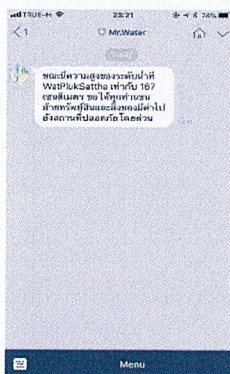
รูปที่ 14. หน้าจอแอปพลิเคชันของระดับน้ำในระดับ MONITOR

เมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ Critical คือมีระดับความสูงของน้ำอยู่ที่ 160 ซม. ขึ้นไป แอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนโดยมีเสียงดังขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้งานเฝ้าระวังระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างใกล้ชิด และสามารถเตรียมตัวรับมือกับสถานการณ์น้ำได้อย่างทันท่วงที ดังแสดงในรูปที่ 15

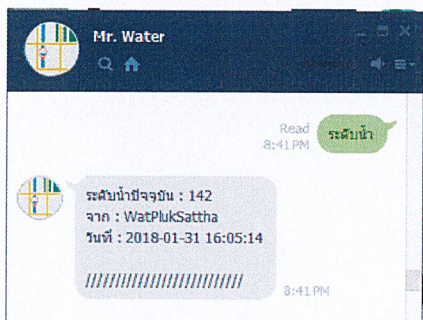


รูปที่ 15. หน้าจอแอปพลิเคชันของระดับน้ำในระดับ ALERT

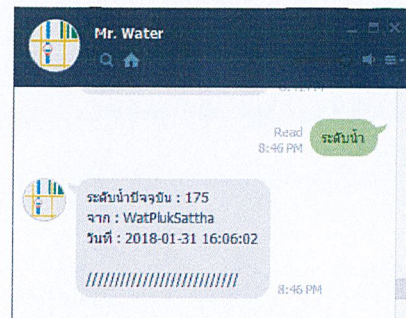
ในส่วนของแอปพลิเคชันไลน์สามารถแอดไลน์บอทเพื่อรับการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงขั้น ALERT และยังสามารถพิมพ์ถามระดับน้ำหรือต้องการทราบข้อมูลที่เป็นประวัติย้อนหลังในระยะเวลาเป็นเดือน หรือ ปี 2017-2018 ได้ โดยในไลน์บอทจะมีคำสั่งที่สามารถใช้ได้ ดังแสดงในรูปที่ 16-18



รูปที่ 16. หน้าจอไลน์บอททำการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ ALERT



รูปที่ 17. หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่มีความสูง 142 ซม.



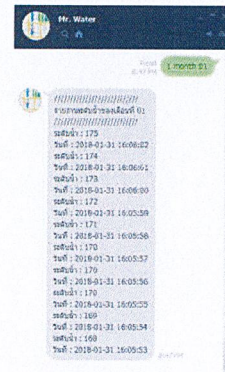
รูปที่ 18. หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลระดับน้ำปัจจุบันที่มีความสูง 175 ซม.

หากต้องการดูรายงานระดับน้ำในแต่ละเดือนหรือปี 2017-2018 สามารถทำได้ดังนี้

พิมพ์ “1” เพื่อดูระดับน้ำที่ตำแหน่งวัดปลุกศรัทธา

พิมพ์ “2” เพื่อดูระดับน้ำที่ตำแหน่งคลองลำปาทิว

หากต้องการดูแบบรายเดือนให้พิมพ์ "month" ตามด้วยเดือนที่ต้องการโดยพิมพ์เลข “01-12” หรือถ้าต้องการดูแบบรายปีให้พิมพ์ “year” ตามด้วย “2017” หรือ “2018” เช่น “1 month 01” ดังแสดงในรูปที่ 19

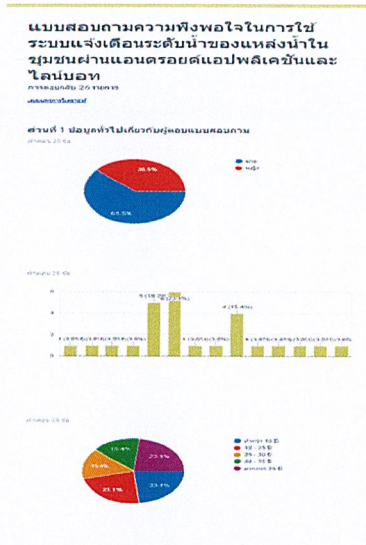


รูปที่ 19. หน้าจอไลน์บอทที่มีข้อมูลของรายงานระดับน้ำของเดือนมกราคม

4.2 แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ระบบแจ้งเตือนระดับน้ำของแหล่งน้ำในชุมชนผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันและไลน์บอท

จากการสำรวจของแบบสอบถามจะแบ่งเป็นสองส่วนดังต่อไปนี้

4.2.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามแสดงดังรูปที่ 20



รูปที่ 20. ข้อมูลทั่วไปของผู้ทำแบบสอบถาม

4.2.2 ส่วนที่ 2 ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามแยกเป็นหัวข้อตั้งแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามในแต่ละหัวข้อ

รายการ	ค่าเฉลี่ย
1.ความพึงพอใจด้านคุณภาพ	
1.1 ความรวดเร็วในการเข้าถึงแอปพลิเคชัน	4.26
1.2 ความเหมาะสมของข้อมูลภายในแอปพลิเคชัน	3.66
1.3 ความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล	3.90
2.2 ความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ	
2.1 ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของแอปพลิเคชัน	3.76
2.2 เมนูต่างๆ ในแอปพลิเคชันใช้งานได้ง่าย	3.95
2.3 ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม	3.71
2.4 ภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน และสามารถสื่อความหมายได้	3.92
2.5 สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	3.71
3. ระดับความพึงพอใจโดยรวม	
3.1 โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในคุณภาพของแอปพลิเคชันในระดับใด	3.84

3.2 โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในการออกแบบแอปพลิเคชันในระดับใด	3.76
3.3 โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในแอปพลิเคชันในระดับใด	3.69

5. บทสรุป

แอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับการแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นเกินระดับที่ตั้งค่าไว้ จะทำการแจ้งเตือนไปยังสมาร์ตโฟนที่ทำการติดตั้งแอปพลิเคชันไว้ นอกจากนี้ยังสามารถทำการแจ้งเตือนไปยังไลน์บอทแอปพลิเคชันได้ และยังสามารถเรียกดูความสูงของระดับน้ำรวมไปถึงรายงานระดับน้ำย้อนหลังจากไลน์บอทได้อีกด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Line Bot APIs. 2561. [Online]. Available : <https://developers.line.me/en/docs/messaging-api/overview/>
- [2] Mr.YoU Revealttsu. 2561. JSON มันทำให้ชีวิตง่ายขึ้นเยอะ.[Online].Available:https://app.enit.kku.ac.th/mis/administrator/doc_upload/20130312153553.pdf.
- [3] Thaieasyelec.2561.บอร์ดาาโนคืออะไร. [online]. Available:<http://www.thaieasyelec.com>
- [4] Sangchaimeter.2561. เซนเซอร์วัดแรงดันน้ำทำงานอย่างไร.[Online].Available:<http://www.sngmeter.com>
- [5] Thaieasyelec.2561. รัสเบอร์รี่พายคืออะไร. [Online]. Available:<http://thaieasyelec.com/>



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 9 เดือน กรกฎาคม พ.ศ 2561

ข้าพเจ้า นาย ศตายุ	เขี้ยวเงิน	รหัสประจำตัว 57050329
นาย สิริวิชญ์	เกษตรเวทิน	รหัสประจำตัว 57050341
นาย สุภัตต์	एमชาวนา	รหัสประจำตัว 57050349

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ขอรับรองว่า
ปัญหาพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย โปรแกรมเฝ้าระวังระดับน้ำและแจ้งเตือนการอพยพผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันโดยใช้ทฤษฎีฝูงมด

ชื่อภาษาอังกฤษ WATER LEVEL MONITORING PROGRAM AND EVACUATION GUIDLINE VIA ANDROID
APPLICATION USING ANT COLONY OPTIMIZATION

ปีการศึกษา 2560

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้
แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักษราวิสุทธิ 2.23 %

ลงชื่อ ศตายุ เขี้ยวเงิน

(ศตายุ เขี้ยวเงิน)

นักศึกษา

ลงชื่อ สิริวิชญ์ เกษตรเวทิน

(สิริวิชญ์ เกษตรเวทิน)

นักศึกษา

ลงชื่อ สุภัตต์ เอ็มชาวนา

(สุภัตต์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.วรางคณา กิมปาน อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ได้ตรวจสอบปัญหาพิเศษของนักศึกษาข้างต้น แล้ว
ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ [Signature]

อาจารย์ที่ปรึกษา