

## สารบัญ

### หน้า

บทคัดย่อ .....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพประกอบ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.3.1 ระบบถังขยะอัตโนมัติ IoT.....	1
1.3.2 ระบบแอปพลิเคชันบนมือถือ.....	2
1.4 ภาพรวมของระบบ.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	4
1.6.1 ฮาร์ดแวร์.....	4
1.6.2 ซอฟต์แวร์.....	4
1.6.3 อุปกรณ์เซ็นเซอร์และโมดูล.....	4
1.7 แผนการดำเนินงาน.....	5
1.8 ตัวอย่างแอปพลิเคชัน .....	6
1.8.1 หน้าเข้าระบบ.....	6
1.8.2 หน้าหลักของระบบ .....	6
1.8.3 หน้าแสดงรายละเอียดต่างๆของถังขยะ .....	7
1.8.4 หน้าแสดงที่ตั้งของถังขยะ.....	7
1.8.5 หน้ารายงานอัตราการเต็มของขยะ .....	8
1.8.6 หน้าแจ้งเตือน.....	8
1.8.7 หน้าตั้งค่าการแจ้งเตือน.....	9
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1.1 Internet of Things .....	10
2.1.2 Android .....	11
2.1.3 NodeMCU ESP32.....	11
2.1.4 Sensor Ultrasonic.....	12
2.1.5 MQ-135 Gas Sensor.....	13
2.1.6 MQ-4 Gas Sensor .....	14
2.1.7 Sensor DHT11 .....	14
2.1.8 Battery Lithium .....	15
2.1.9 Air Card .....	15
2.1.10 Solar cell.....	16
2.1.11 Arduino IDE .....	17
2.1.12 Android Studio.....	17
2.1.13 MySQL.....	18
2.1.14 Google map API.....	19
2.1.15 ภาษาPHP.....	20
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
2.3 ตารางเปรียบเทียบ.....	22
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	24
3.1 กรอบการดำเนินงาน.....	24
3.1.1 คำอธิบาย.....	24
3.1.2 เชื่อมต่อSensor 4 อย่างกับบอร์ดESP32.....	25
3.2 การออกแบบระบบ.....	31
3.2.1 แผนภาพบริบท (Context Diagram).....	31
3.2.2 แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram).....	31
3.3 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary).....	32
3.3.1 External Entity Description .....	32
3.3.2 Data Flow (Data Flow Description and Data Structure of Data Flow) .....	32

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.3 Data Store Description and Data Structure .....	34
3.3.4 คำอธิบายการประมวลผล (Process Description).....	35
3.4 แผนภาพความสัมพันธ์ (Entity Relationship Diagram) .....	41
3.5 การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design).....	41
3.5.1 ข้อมูลค่าจากถังขยะ .....	41
3.5.2 ข้อมูลสมาชิก.....	42
3.6 การพัฒนาระบบ .....	42
3.6.1 โค้ด PHP ที่ใช้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล.....	42
3.6.2 โค้ด Arduino เชื่อมต่อกับ Web Service (API) .....	44
3.6.3 โค้ดในส่วนของแอปพลิเคชัน (Mobile).....	45
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	55
4.1 การทดสอบวัดค่าของเซนเซอร์และการส่งข้อมูลไปยัง Server .....	55
4.2 การทดสอบแอปพลิเคชัน.....	58
4.2.1 การเข้าสู่ระบบและการสมัครสมาชิก.....	58
4.2.2 การแสดงผลของข้อมูล Server .....	59
4.2.3 การแสดงผล google map.....	60
4.2.4 การค้นหาข้อมูลรายวัน/เดือน/ปี .....	61
4.2.5 การแสดงกราฟแนวโน้มการเติบโต.....	62
4.2.6 การแสดงผลการแจ้งเตือนและแก้ไขการแจ้งเตือน.....	63
4.3 การประเมินและวิเคราะห์ผลการประเมิน .....	64
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	66
5.1 สรุปผลและอภิปรายผล .....	66
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน .....	67
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	67
เอกสารอ้างอิง .....	68
ภาคผนวก.....	69
ภาคผนวก ก คู่มือการติดตั้ง Arduino IDE.....	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน Trash Inspection .....	74
บทความวิจัย .....	84
โปสเตอร์โครงการ .....	93
ประวัติย่อผู้จัดทำโครงการ .....	95

Computer Science Department  
Faculty of Informatics, Maharakham University

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน .....	5
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบการทำงานกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	22
ตารางที่ 3.1 External Entity Description .....	32
ตารางที่ 3.2 Data Flow .....	33
ตารางที่ 3.3 Data Store .....	34
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลค่าจากถังชยะ (Data Sensor) .....	41
ตารางที่ 3.5 ข้อมูลสมาชิก (User) .....	42
ตารางที่ 4.1 วัดค่าของเซนเซอร์และการส่งข้อมูลไปยัง Server .....	55
ตารางที่ 4.2 ทดสอบเข้าสู่ระบบ .....	58
ตารางที่ 4.3 ทดสอบการสมัครสมาชิก .....	59
ตารางที่ 4.4 การแสดงผลข้อมูลจาก server .....	59
ตารางที่ 4.5 ทดสอบการแสดงผล google map .....	60
ตารางที่ 4.6 ทดสอบการค้นหาข้อมูลรายวัน .....	61
ตารางที่ 4.7 ทดสอบการค้นหาข้อมูลรายเดือน .....	61
ตารางที่ 4.8 ทดสอบการค้นหาข้อมูลรายปี .....	62
ตารางที่ 4.9 การแสดงกราฟแนวโน้มการเติบโต .....	62
ตารางที่ 4.10 การแสดงผลการแจ้งเตือน .....	63
ตารางที่ 4.11 ทดสอบการแก้ไขการแจ้งเตือน .....	63
ตารางที่ 4.12 การแสดงผลการประเมินความพึงพอใจ .....	64

## สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1.1 ภาพรวมของระบบ .....	3
ภาพประกอบที่ 1.2 หน้าเข้าระบบ .....	6
ภาพประกอบที่ 1.3 หน้าหลักของระบบ .....	6
ภาพประกอบที่ 1.4 หน้าแสดงรายละเอียดต่างๆของถังขยะ .....	7
ภาพประกอบที่ 1.5 หน้าแสดงที่ตั้งของถังขยะ .....	7
ภาพประกอบที่ 1.6 หน้ารายงานอัตราการเต็มของขยะ .....	8
ภาพประกอบที่ 1.7 หน้าแจ้งเตือน .....	8
ภาพประกอบที่ 1.8 หน้าตั้งค่าการแจ้งเตือน .....	9
ภาพประกอบที่ 2.1 internet of thing .....	10
ภาพประกอบที่ 2.2 Android .....	11
ภาพประกอบที่ 2.3 NodeMCU ESP32 .....	11
ภาพประกอบที่ 2.4 NodeMCU ESP32 pinout .....	12
ภาพประกอบที่ 2.5 Sensor Ultrasonic .....	12
ภาพประกอบที่ 2.6 MQ-135 Gas Sensor .....	13
ภาพประกอบที่ 2.7 MQ-4 Gas Sensor .....	14
ภาพประกอบที่ 2.8 Sensor DHT11 .....	14
ภาพประกอบที่ 2.9 Battery Lithium .....	15
ภาพประกอบที่ 2.10 Air Card .....	15
ภาพประกอบที่ 2.11 Solar cell .....	16
ภาพประกอบที่ 2.12 Arduino IDE .....	17
ภาพประกอบที่ 2.13 Android Studio .....	17
ภาพประกอบที่ 2.14 ตัวอย่างภายในโปรแกรม Android Studio .....	18
ภาพประกอบที่ 2.15 MySQL .....	18
ภาพประกอบที่ 2.16 Logo Google map .....	19
ภาพประกอบที่ 2.17 ภาษาPHP .....	20
ภาพประกอบที่ 3.1 กรอบการดำเนินงาน .....	24
ภาพประกอบที่ 3.2 DHT11, ESP32 .....	25
ภาพประกอบที่ 3.3 ขาต่อ DHT11 .....	25
ภาพประกอบที่ 3.4 การต่อ DHT11 .....	26

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 3.5 คำสั่งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น .....	26
ภาพประกอบที่ 3.6 MQ-135, ESP32.....	27
ภาพประกอบที่ 3.7 ขาต่อ MQ-135.....	27
ภาพประกอบที่ 3.8 การต่อ MQ-135.....	27
ภาพประกอบที่ 3.9 คำสั่งเซนเซอร์วัดคุณภาพอากาศโดยรวม .....	27
ภาพประกอบที่ 3.10 MQ-4, ESP326.....	28
ภาพประกอบที่ 3.11 ขาต่อ MQ-4.....	28
ภาพประกอบที่ 3.12 การต่อ MQ-4.....	28
ภาพประกอบที่ 3.13 คำสั่งเซนเซอร์วัดวัดก๊าซมีเทน .....	29
ภาพประกอบที่ 3.14 Ultrasonic Sensor Module (HC-SR04), ESP32.....	29
ภาพประกอบที่ 3.15 ขาต่อ Ultrasonic Sensor Module (HC-SR04).....	30
ภาพประกอบที่ 3.16 การต่อ Ultrasonic Sensor Module (HC-SR04).....	30
ภาพประกอบที่ 3.17 คำสั่งเซนเซอร์อัลตราโซนิก .....	30
ภาพประกอบที่ 3.18 แผนภาพบริบท (Context Diagram).....	31
ภาพประกอบที่ 3.19 Data Flow Diagram Level 1_1.....	31
ภาพประกอบที่ 3.20 Data Flow Diagram Level 1_2.....	32
ภาพประกอบที่ 3.21 Entity Relationship Diagram .....	41
ภาพประกอบที่ 3.22 โค้ดเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล.....	42
ภาพประกอบที่ 3.23 โค้ดการเพิ่มข้อมูลลงฐานข้อมูล.....	43
ภาพประกอบที่ 3.24 โค้ดการแสดงผลข้อมูลวันเวลาล่าสุด .....	43
ภาพประกอบที่ 3.25 โค้ดส่วนเชื่อมต่อกับWiFi.....	44
ภาพประกอบที่ 3.26 โค้ดในส่วนการส่งข้อมูลไปฐานข้อมูล .....	44
ภาพประกอบที่ 3.27 โค้ดแสดงlistข้อมูลบนแอป .....	45
ภาพประกอบที่ 3.28 โค้ดในส่วนดึงข้อมูล .....	46
ภาพประกอบที่ 3.29 โค้ดสร้างตัวเก็บข้อมูลที่ดึงมาใช้ .....	47
ภาพประกอบที่ 3.30 โค้ดแสดง Google Map.....	47
ภาพประกอบที่ 3.31 โค้ดในส่วนการแสดงผล Charts .....	48
ภาพประกอบที่ 3.32 โค้ดในส่วนเปลี่ยนข้อมูลเป็นJSON.....	49
ภาพประกอบที่ 3.33 โค้ดในส่วนสร้างExpandedของกราฟ.....	49

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 3.34 โค้ดในส่วนสร้างWidgetของกราฟ .....	50
ภาพประกอบที่ 3.35 โค้ดในส่วนการแสดงกราฟแบบเส้น .....	51
ภาพประกอบที่ 3.36 โค้ดในส่วนแสดงรายละเอียดทั้งหมด.....	52
ภาพประกอบที่ 3.37 โค้ดในส่วนการทำNotification .....	52
ภาพประกอบที่ 3.38 โค้ดกำหนดเงื่อนไขการแจ้งเตือน .....	53
ภาพประกอบที่ 3.39 โค้ดในส่วนเข้าสู่ระบบ.....	54
ภาพประกอบที่ 4.1 การเข้าสู่ระบบและสมัครสมาชิก.....	58
ภาพประกอบที่ 4.2 การแสดงผลของข้อมูล Server .....	59
ภาพประกอบที่ 4.3 การแสดงผล google map.....	60
ภาพประกอบที่ 4.4 การค้นหาข้อมูลรายวัน/เดือน/ปี .....	61
ภาพประกอบที่ 4.5 การแสดงกราฟแนวโน้มการเติบโต.....	62
ภาพประกอบที่ 4.6 การแสดงผลการแจ้งเตือนและแก้ไขการแจ้งเตือน .....	63
ภาพประกอบ ก-1 การตั้งค่าบอร์ดที่ใช้งาน.....	71
ภาพประกอบ ก-2 คลิก Preferences.....	71
ภาพประกอบ ก-3 เพิ่ม library ESP32 .....	72
ภาพประกอบ ก-4 Install Boards ESP32.....	72
ภาพประกอบ ก-5 คลิกปุ่มคอมไพล์ หลังเขียนโค้ดโปรแกรมเสร็จสิ้น.....	73
ภาพประกอบ ก-6 คลิกปุ่มอัปโหลด หลังเขียนโค้ดโปรแกรมเสร็จสิ้น.....	73
ภาพประกอบ ข-1 การดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Trash Inspection.....	75
ภาพประกอบ ข-2 แอปพลิเคชัน Trash Inspection .....	76
ภาพประกอบ ข-3 ภาพหน้าจอเริ่มต้นแอปพลิเคชัน .....	76
ภาพประกอบ ข-4 หน้าเข้าสู่ระบบ .....	77
ภาพประกอบ ข-5 หน้าสมัครสมาชิก.....	77
ภาพประกอบ ข-6 หน้า Home.....	78
ภาพประกอบ ข-7 หน้ารายละเอียดของถัง (Detail).....	78
ภาพประกอบ ข-8 หน้าแสดงตำแหน่งของถัง.....	79
ภาพประกอบ ข-9 กด my locationแสดงตำแหน่งของผู้ใช้ .....	79
ภาพประกอบ ข-10 หน้าเลือกการแสดงผลแผนภูมิ.....	80
ภาพประกอบ ข-11 หน้าแสดงผลแผนภูมิความจุของถังขยะรายวัน .....	80

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบ ข-12 หน้าแสดงแผนภูมิความจุของถังขยะรายเดือน .....	81
ภาพประกอบ ข-13 หน้าแสดงแผนภูมิความจุของถังขยะรายปี .....	81
ภาพประกอบ ข-14 หน้าแสดงแผนภูมิการพยากรณ์ความจุของถัง .....	82
ภาพประกอบ ข-15 หน้าแสดงลิสต์การแจ้งเตือน .....	82
ภาพประกอบ ข-16 หน้าตั้งค่าการแจ้งเตือน.....	83