

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Maharakham University

บทความวิจัย

ระบบจัดการถังขยะ

Waste bins Managing System

นายพีรพัฒน์ เกื้อนผา, นายธีรวัช มาตย์จันทร์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ คุ้มมะณี
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
peerapat.tue1@gmail.com, 63011212038@msu.ac.th, suchart.k@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การเติบโตอย่างต่อเนื่องของปริมาณขยะค่อนข้างสร้างปัญหาในหลาย ๆ ด้านจึงเป็นต้องดำเนินการจัดการกับขยะโดยเร็วที่สุด ปริมาณของเสียที่สะสมอาจเป็นแหล่งพื้นฐานสำหรับการปล่อยก๊าซพิษและการผลิตสารพิษสู่ดิน ซึ่งนำไปสู่ผลร้ายแรงต่อสิ่งแวดล้อมและก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพที่ร้ายแรงสำหรับมนุษย์โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (IoT) ในการเก็บข้อมูล เพื่อจัดการกับสถานการณ์นี้ การศึกษานี้ได้เสนอระบบการจัดการขยะออนไลน์เพื่อตรวจสอบสถานะของเมืองอัจฉริยะ วิธีการแก้ปัญหาที่เสนอให้เน้นเป็นระบบบนเว็บเพื่อจัดการกับของเสียเหล่านี้และอำนวยความสะดวกในการรวบรวมขยะ วิธีการนี้ช่วยให้จัดการเร็วขึ้น เมื่อเทียบกับวิธีการเก็บขยะแบบเดิม จะทำให้คนเก็บขยะสามารถเก็บขยะได้ง่ายขึ้นและช่วยให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น ดังนั้น ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บขยะ อีกทั้งใช้พลังงานน้อยลง

คำสำคัญ: การจัดการขยะ, ก๊าซพิษ, IoT

1. บทนำ

การจัดการขยะอย่างเหมาะสมเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งสำหรับพื้นที่ในเมืองที่มีประชากรหนาแน่นนับเป็นเรื่องยากในแต่ละ

วันที่จะนำไปสู่การมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและยั่งยืนในเขตเมือง เนื่องจาก การปนเปื้อนของสิ่งแวดล้อม และขาดแนวทางการจัดการขยะที่เหมาะสมเช่น ปัญหาขยะล้นจึงเกิดขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเราสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยมลพิษส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของโรคหลายชนิดในรูปแบบการแพร่ระบาดสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนาการจัดการขยะถือเป็นความท้าทายในการพัฒนาระยะยาว

จึงมีแนวคิดที่จะนำอุปกรณ์เทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการจัดการกับขยะ ซึ่งนำเทคโนโลยีที่มาใช้คือ อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (internet of thing : IoT) ได้เข้ามา มีบทบาทและอิทธิพลต่อชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน เพราะช่วยอำนวยความสะดวกสบาย ซึ่ง Internet of Things ได้เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น ระบบบ้านอัจฉริยะและอื่นๆอีกมากมาย ที่ IoT ทำได้

จากเหตุผลข้างต้น พวกเราจึงสร้างถังขยะอัตโนมัติ เพื่อจัดการกับปัญหาในการเก็บขยะล่าช้าหรือ ขยะล้นถึงเป็นเวลานาน โดยเราจะมีแอปพลิเคชัน ชื่อว่า “garbage monitoring” ในการตรวจสอบว่าถังขยะที่ไหนเต็มบ้าง หรือเกิดแก๊สที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

เพื่อที่จะได้จัดการกับปัญหาเกี่ยวกับขยะได้ทันทีที่ได้โดยไม่ต้องออกไปตรวจสอบด้วยตัวเอง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการกับขยะในถังขยะในปัจจุบันนั้นมีการจัดการที่ยังไม่ดีพอ ที่จัดการกับปัญหาขยะล้นถัง และ กลิ่นไม่พึงประสงค์ ที่เกิดจากการที่ขยะมีความชื้น หรือ การเน่าเสียของเศษอาหารในถังขยะ และการไม่รู้ถึงการเติมของถังขยะในสถานที่นั้นๆ ที่มีถังขยะที่ต้องจัดการ ดังนั้นการจัดการกับขยะภายในถังขยะควรมีการส่งสัญญาณให้กับผู้รับในการจัดการขยะนั้นได้รับรู้ข้อมูลเพื่อที่จะได้วางแผนการในการจัดการขยะได้ดียิ่งขึ้น

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Internet of Things (IoT) คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่ง ข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ช่วยจนทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยง การใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่นๆ จนเกิดเป็น บรรดา Smart ต่างๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation ทั้งหลายที่เราเคยได้ยินนั่นเอง ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้นที่สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต

แนวคิด Internet of Things (IoT) เดิมมาจาก Kevin Ashton บิดาแห่ง Internet of Things ในปี 1999 ในขณะที่ทำงานวิจัยอยู่ที่มหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology หรือ MIT เขาได้ถูกเชิญให้ไปบรรยายเรื่องนี้ให้กับบริษัท Procter & Gamble (P&G) เขาได้นำเสนอโครงการที่ชื่อว่า Auto-ID Center ต่อยอดมาจากเทคโนโลยี RFID ที่ในขณะนั้นถือเป็น มาตรฐานโลกสำหรับการจับสัญญาณ เซ็นเซอร์ต่างๆ (RFID Sensors) ว่าตัวเซ็นเซอร์เหล่านั้นสามารถ ทำให้มันพูดคุยเชื่อมต่อกันได้ผ่านระบบ Auto-ID ของเขา โดยการบรรยายให้กับ P&G ในครั้งนั้น Kevin ก็ได้ใช้คำว่า Internet of Things ในสไลด์การบรรยายของเขาเป็นครั้งแรก โดย Kevin นิยามเอาไว้ว่า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดๆก็ตามที่สามารถสื่อสารกันได้ก็ถือเป็น “internet-like” หรือพูดง่าย ๆ ก็คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สื่อสารแบบเดียวกันกับระบบอินเทอร์เน็ตนั่นเอง โดยคำว่า “Things” ก็คือ คำใช้แทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเหล่านั้น

2.1.2 แอนดรอยด์ (Android) เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานอยู่บนลินุกซ์ ในอดีตถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันได้แพร่ไปยังอุปกรณ์หลายชนิดเพราะเป็นมาตรฐานเปิด เช่น Nikon S800C กล้องดิจิทัลระบบแอนดรอยด์ หม้อหุงข้าว Panasonic ระบบแอนดรอยด์ และ Smart TV ระบบแอนดรอยด์ รวมถึงกล่องเสียบต่อ TV ทำให้สามารถใช้ระบบแอนดรอยด์ได้ด้วย Android Wear นาฬิกาข้อมือระบบ

แอนดรอยด์ เป็นต้น ถูกคิดค้นและพัฒนาโดยบริษัท แอนดรอยด์ (Android, Inc.)

2.1.3 NodeMCU ESP32



ภาพประกอบที่ 1 NodeMCU ESP32

NodeMCU คือ บอร์ดคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะการทำงานตามคำสั่งภาษา C คล้าย Arduino แต่มีลักษณะพิเศษกว่าตรงที่สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ได้ เพราะใช้ชิปโมดูล ESP8266 รุ่น ESP-12e สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE ได้เช่นเดียวกับบอร์ด Arduino

2.1.4 Sensor Ultrasonic



ภาพประกอบที่ 2 Sensor Ultrasonic

Ultrasonic หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ว่าประมาณ 15 KHz เท่านั้น แต่เด็กที่อายุน้อย อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่านี้ได้ ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอัลตราโซนิคจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตราโซนิคมาใช้เป็นเพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้

เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด ของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้นเช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษ ๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ทำให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมายคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิค

2.1.5 MQ-135 Gas Sensor



ภาพประกอบที่ 3 MQ-135 Gas Sensor

เป็นหนึ่งในเซ็นเซอร์ MQ Series ที่จะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊สต่าง ๆ โดย MQ-135 นั้นเป็น Air Quality Sensor คือเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดคุณภาพของอากาศ ไม่ได้เป็นเซ็นเซอร์วัดเฉพาะแก๊สใดแก๊สหนึ่งเหมือนตัวอื่น โดยเจ้า MQ-135 นั้นสามารถตรวจจับแก๊สต่าง ๆ คือ NH₃, NO_x, Alcohol, Benzene, CO₂ และยังสามารถตรวจจับควันได้อีกด้วย

2.1.6 MQ-4 Gas Sensor

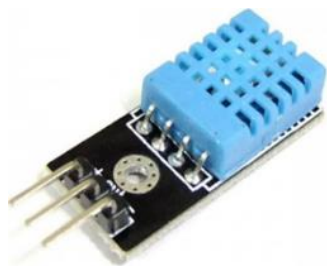


ภาพประกอบที่ 4 MQ-4 Gas Sensor

เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับปริมาณแก๊สมีเทนในอากาศ โดยใช้หลักการ

เปลี่ยนแปลงความต้านทานเมื่อมีการดูดซับแก๊สมีเทน เซนเซอร์ประกอบไปด้วยหลอดเซรามิก Al_2O_3 (Aluminum oxide) ขนาดเล็ก, ชั้นตรวจจับ SnO_2 (Tin oxide), และขดลวดทำความร้อน

2.1.7 Sensor DHT11



ภาพประกอบที่ 6 Sensor DHT11

เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสและองศาฟาเรนไฮต์ ยังสามารถวัดความชื้นได้อีกด้วย สามารถใช้วัดค่าได้เที่ยงตรงกว่า NTC หรือ PTC มาก เพราะให้เอาต์พุตออกมาในรูปแบบของดิจิทัล ใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยรวม

2.1.8 Battery Lithium แบตเตอรี่ลิเทียม 12 v เป็นแหล่งพลังงานให้แก่ระบบถึงขยะอัตโนมัติ

2.1.9 Air Card



ภาพประกอบที่ 5 Air Card

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ PC และ Notebook เพื่อเล่นอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย ผ่าน โครงข่ายผู้ให้บริการโทรศัพท์

2.1.10 Solar cell



ภาพประกอบที่ 7 Solar cell

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงโดยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก นั่นก็คือ คุณสมบัติของสารเช่น ค่าความต้านทานแรงดัน และกระแส จะเปลี่ยนไปเมื่อมีแสงตกกระทบโดยไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอก และเมื่อต่อหลอดไฟ จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านหลอดนั้นได้

2.1.11 Arduino IDE เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนโค้ดเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งตัวโปรแกรมมีให้ดาวน์โหลดให้ใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายและมีเวอร์ชันที่รองรับระบบปฏิบัติการหลายแบบ ไม่ว่าจะเป็น Windows, Linux, OS

IDE ย่อมาจาก(Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบ การพัฒนาหรือตัวช่วยต่างๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือ ช่วยเหลือ คน ที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่างๆเร็ว มากขึ้น

การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE เพื่อเขียนโค้ดโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถใช้ประโยชน์ได้ 2 แนวทางคือ 1.เพื่อนำไฟล์ภาษาเครื่องที่ได้จาก

การแปลง ไปจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Proteus 2. เพื่อทดลองวงจรจริง (ซึ่งต้องติดตั้งไดร์เวอร์ USB ก่อน)

2.1.12 Android Studio [6] เป็น IDE Tool จาก Google ไว้พัฒนา Android สำหรับ Android Studio เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วที่ยังเจอปัญหากันในปัจจุบัน

2.1.13 MySQL คือโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บ ข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือ โปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับ เครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา PHP ภาษา asp.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น

2.1.14 Google Maps API เป็นชุด API ของ Google สำหรับพัฒนา WebApplication

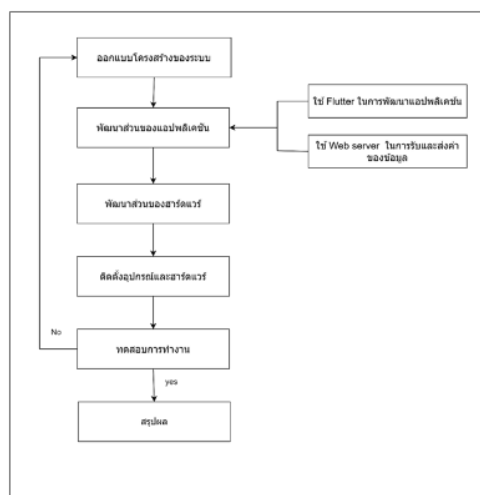
และ Mobile Application (Android, iOS) ไว้สำหรับเรียกใช้แผนที่และชุด Service ต่างๆ ของ Google เพื่อพัฒนา Application ได้เหมือนกับที่ Google โดยแผนที่ยัง Features ต่างๆ ให้เรียกใช้.

2.1.15 พีเอชพี (php) คือภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์ไซด์สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML

โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจาก ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่งภาษาพีเอชพีนั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีการตอบโต้ได้ อย่างรวดเร็ว

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 กรอบการดำเนินงาน



ภาพประกอบที่ 8 กรอบการดำเนินงาน

3.1.1 คำอธิบาย

1. ออกแบบโครงสร้างของระบบ จะมีองค์ประกอบทั้งหมด 3 องค์ประกอบ คือ แอปพลิเคชัน ถึงขยะ IoT และ Server โดยถึงขยะ IoT จะมีเซ็นเซอร์อยู่ซึ่งทำหน้าที่คอยรับค่าต่างๆแล้วส่งไปยังฐานข้อมูล แอปพลิเคชันจะมี

หน้าที่คอยรับค่าข้อมูลจากผู้ใช้งานการเข้าระบบ และ ข้อมูลที่จะนำมาทำรายงานอัตราการเต็มของถังขยะ แล้วจากนั้นจะส่งข้อมูลไปยัง server ค้นหาข้อมูล และเอาข้อมูลมาเพื่อยืนยันข้อมูลผู้ใช้

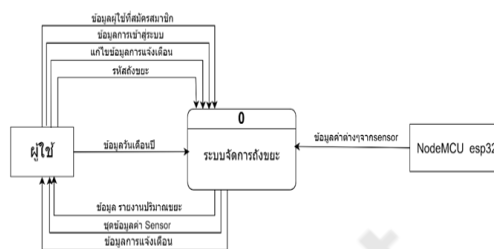
2. พัฒนาส่วนแอปพลิเคชัน จะใช้ Flutter ซึ่งเขียนด้วยโปรแกรม Android studio ในการ ออกแบบแอปพลิเคชัน และ หน้าทีในส่วนของแอปพลิเคชัน โดยการนำข้อมูลจาก server มาแสดงผลในแอปพลิเคชัน

3. พัฒนาส่วนของเซ็นเซอร์ ทำการรับค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ แล้วส่งข้อมูลขึ้นไปเก็บไว้ ยังฐานข้อมูล MySQL เซ็นเซอร์ต่างๆ จะตั้งค่าให้ส่งไปยังฐานข้อมูลในทุกๆ 30 นาที

4. การติดตั้งอุปกรณ์และเซนเซอร์ ติดตั้งอุปกรณ์พร้อมกับเซนเซอร์ต่างๆ ลงไปยังถังขยะที่เตรียมไว้ โดยที่นำเซนเซอร์อัลตราโซนิก มาติดฝาไว้วัดระยะจากฝาปิดถึงก้นถัง มีระยะห่างเท่าไรเพื่อที่ได้กำหนดlevel ความจุของถัง และ เซนเซอร์อื่นก็ติดตั้งใต้ฝาปิดเพื่อป้องกันการโดนน้ำ เพราะอาจทำให้เซนเซอร์ทำงานผิดพลาดได้ และ ป้องกันความเสียหายของตัวเซนเซอร์ และ การเก็บขยะจะเก็บขยะด้วยวิธีการเปิดฝาดังที่มีเซ็นเซอร์แล้วเทขยะออกจากถังขยะ เพื่อป้องกันการทำให้เซนเซอร์เกิดความเสียหายได้ โดยแหล่งพลังงานที่ให้กับบอร์ดESP32 คือพลังงานจากแผงแสงอาทิตย์

3.1.2 เชื่อมต่ออุปกรณ์และsensor ต่างๆ กับบอร์ด NodeMCU ESP32 ได้แก่ Sensor Ultrasonic , Sensor DHT1 1 , MQ-4 GAS sensor, MQ-135 GAS sensor, GPS Module GY-NEO6MV2

3.2 การออกแบบระบบ



ภาพประกอบที่ 9 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบ เพื่อแสดงภาพรวมของระบบของข้อมูลบนแอปพลิเคชัน โดยแบ่งเป็นผู้ใช้ มีข้อมูลเข้า 3 เส้น มีข้อมูลออก 5 เส้น และNodeMCU มีข้อมูลเข้า 1 เส้น ดังภาพประกอบที่ 9 โดยแต่ละเส้นข้อมูลจะมีการทำงานโดย Data Flow Diagram เป็นกระแสข้อมูลในระดับที่แสดงขั้นตอนการทำงานหลักทั้งหมด (Process หลัก) ของระบบแสดงทิศทางการไหลของ Data Flow และแสดงรายละเอียดของแหล่งจัดเก็บข้อมูล (DataStore) ที่นำเสนอข้อมูลเข้าไปจัดการในฐานข้อมูล โดยมีการแยกออกเป็นแฟ้มข้อมูลซึ่งทำให้สามารถตรวจค่าsensorต่างๆที่ได้จากถังขยะ IoT มาแสดงบนแอปพลิเคชัน การตรวจสอบถังขยะ (App Trash inspection)

4.ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบวัดค่าของเซนเซอร์และการส่งข้อมูลไปยัง Server

- การวัดค่าของเซนเซอร์และการส่ง ข้อมูลไปยัง Server คิดเป็น 100%

4.2 การทดสอบแอปพลิเคชัน

- การเข้าสู่ระบบและการสมัครสมาชิก มีค่าความถูกต้อง 100%

- การแสดงผลข้อมูล จาก server มีค่าความถูกต้อง 100%

- การค้นหาข้อมูลรายวัน, รายเดือน และรายปีมีค่าความถูกต้อง 100%

- การแสดงผลการแจ้งเตือน มีค่าความถูกต้อง 100%

- การแก้ไขการแจ้งเตือน มีค่าความถูกต้อง 100%

5.สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1สรุปผลและอภิปรายผล

ระบบการจัดการถังขยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ คือการนำเอาระบบ IoT เข้ามาใช้ในการวัดค่าต่างๆ ซึ่งมีเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดค่า คือเซนเซอร์วัดค่าขึ้นในอากาศ เซนเซอร์วัดค่าก๊าซมีเทน เซนเซอร์วัดค่าคุณภาพอากาศ และ เซนเซอร์วัดระยะทางด้วยUltrasonic มีการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ชาร์จจากแผงโซลาร์เซลล์ ที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับ Node MCU ESP32 ที่เป็นตัวกลางในการจ่ายไฟให้กับเซนเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการวัดค่าและส่งข้อมูลขึ้นServer

การในการใช้งานโดยการวางถังขยะที่ติดตั้งอุปกรณ์ IoT และมี Wi-Fi ที่จะให้อุปกรณ์ IoT สามารถส่งค่าข้อมูลไปยังServer ได้ แล้วสามารถดูข้อมูลต่างๆที่ส่งออกจากอุปกรณ์ IoT ด้วยแอปพลิเคชันของระบบจัดการถังขยะ ตำแหน่งของถังขยะ และ กราฟแสดงแนวโน้มการเติบโตของขยะหรือการวิเคราะห์หว่ามีโอกาสรู้อีกกี่วันถังขยะจะเต็มได้

5.2ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. อุปกรณ์เซนเซอร์ราคาไม่ค่อยสูงมาก ทำให้การวัดค่าข้อมูลของเซนเซอร์บางครั้งเกิดการ ผิดพลาด ข้อมูลไม่ตรงกับความเป็นจริงมากนักและในส่วนของความทนทานของ

อุปกรณ์เซนเซอร์ไม่ค่อย มีความทนทานมาก อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ทำให้เปลี่ยนอุปกรณ์บ่อยครั้ง

2. เนื่องจากสภาพอากาศมีความแปรปรวน ส่งผลให้บางวันมีแดดมากและน้อยไม่เท่ากัน จึงทำให้ การเก็บพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้มีความไม่เสถียร และอาจจะให้พลังงานไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

3. เนื่องจากข้อจำกัดของ Module GPS ที่รับสัญญาณจากดาวเทียมติดขัด หากอยู่ในพื้นที่ปิด เช่นใต้อาคาร ใต้ร่มไม้ใหญ่ หรือ ในห้องปิด

4. กรณีต้องการเปลี่ยน Wi-Fi จำเป็นต้องแกะกล่องอุปกรณ์ออกมาเพื่ออัปเดตโค้ดใหม่ ทำให้ ยุ่งยากต่อการใช้งานในกรณีที่ต้องเปลี่ยนรหัสผ่าน Wi-Fi บ่อยๆ

5. แล่งจากพลังงานแบตเตอรี่เสื่อมในการให้พลังงานกับอุปกรณ์ IoT เพียงพอต่อการใช้งานมีราคาที่ยังสูง ดังนั้นจึงเปลี่ยนมาใช้แบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ ให้พลังงานแทนแบตเตอรี่เสื่อม

6. งบประมาณในการดำเนินงาน

5.3ข้อเสนอแนะ

1. หาอุปกรณ์เซนเซอร์มีคุณภาพมากกว่านี้ เพื่อเซนเซอร์ในการเก็บข้อมูลจะไม่เกิดข้อผิดพลาดในการ เอามาใช้งานต่อไป

2. เนื่องจากข้อจำกัดของ Module GPS ที่รับสัญญาณจากดาวเทียมติดขัด หากอยู่ในพื้นที่ปิด เช่นใต้อาคาร ใต้ร่มไม้ใหญ่ หรือ ในห้องปิด ผู้พัฒนาจึงเห็นว่าควรเปลี่ยน Module GPS เพื่อที่จะลดการ ติดขัดการรับสัญญาณระหว่างดาวเทียม

3. เพิ่มความเร็วให้การทำงานของกราฟคำ
 มาแสดงบน Charts ให้เร็วขึ้น

อ้างอิง

1. ทำความรู้จักกับ Internet of Things (IoT) (2020), จาก <https://www.aware.co.th/iot%E0%B8%84E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/>
2. Android operating system (OS) (2022), จาก <https://www.investopedia.com/terms/a/android-operating-system.asp>
3. ESP32 Hardware 30 Pin (2018), จาก <https://circuits4you.com/2018/12/31/esp32-hardware-serial2-example/>
4. MySQL คืออะไรและไว้ทำอะไร? (2017), จาก <https://saixiii.com/what-is-mysql/>
5. Google Map API คืออะไร ? (2015), จาก <https://swiftlet.co.th/google-api%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%ADE0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84/>
6. PHP คืออะไร สามารถทำอะไรได้บ้าง และสิ่งที่ต้องการก่อนเริ่มใช้งาน (2020), จาก <https://www.webdodee.com/what-is-php/>