

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันมีการใช้รถจักรยานยนต์เป็นยานพาหนะกันมากขึ้นและรถจักรยานยนต์ก็เป็นทรัพย์สินที่มีค่า ดังนั้นโจรผู้ร้ายจึงนิยมขโมยรถจักรยานยนต์ซึ่งทำความเดือดร้อนต่อเจ้าของรถ จึงเห็นความสำคัญเลยคิดวิธีป้องกันหากเกิดการโจรกรรมขึ้น โดยการติดตั้งอุปกรณ์ระบุตำแหน่งหากรถจักรยานยนต์โดนขโมยไปเครื่องมือดังกล่าวอ้างอิงโดยเครื่องมือนี้จะบอกได้ว่าขณะนี้รถจักรยานยนต์ที่หายไปอยู่ ณ ตำแหน่งใดและสามารถที่จะติดตามกลับมาได้

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ ระบบโทรคมนาคม และเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ตมีการเติบโตอย่างก้าวกระโดด รวมทั้งมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่อำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ เช่นระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก(Global Positioning System :GPS) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันของสิ่งต่าง ๆ ได้ทั่วโลก โดยตำแหน่งที่ระบุได้มาจากการคำนวณพิกัดของดาวเทียมระบุพิกัดที่ลอยอยู่ในอวกาศ และมีการใช้ GPS Tracking ขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการติดตามรถจักรยานยนต์ต่างๆบนโลกใบนี้ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม ก็จะสามารถระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ได้ ปัจจุบันเป็นเทคโนโลยีที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ระบบติดตามรถจักรยานยนต์เป็นศูนย์รวมข้อมูลที่แสดงตำแหน่งรถ ระบบหาพิกัด GPS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้เป็นไปด้วยความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และเก็บข้อมูลการทำงานต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับระบบ GPS จะทำงานควบคู่ไปกับดาวเทียม GPS เอาไว้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก ตัวเครื่องที่ทำการรับสัญญาณ GPS ต้องมีการประมวลผลเรื่องความแตกต่างของเวลาตามการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริงๆ ส่งผลให้สามารถระบุตำแหน่งต่างๆ บนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจนและเป็นสิ่งที่นำมาใช้งานกันอยู่

ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงได้คิดอุปกรณ์สำหรับติดตามรถจักรยานยนต์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยการนำเทคโนโลยี GPS มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการรถจักรยานยนต์สูญหาย ทำให้สะดวกในการค้นหาตำแหน่งรถจักรยานยนต์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อติดตามตำแหน่งปัจจุบันของรถจักรยานยนต์โดยใช้อุปกรณ์ IOT

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1.3.1 Blynk application

- แสดงค่า Latitude ของรถจักรยานยนต์
- แสดงค่า Longitude ของรถจักรยานยนต์
- แสดงค่าความเร็วของรถจักรยานยนต์

- แสดงแผนที่ของรถจักรยานยนต์แบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk
- ปุ่ม เปิด-ปิด ส่งสัญญาณแจ้งเตือน
- ปุ่มเปิด - ปิด การทำงานของ GPS
- ปุ่ม Setting กำหนดระยะห่าง

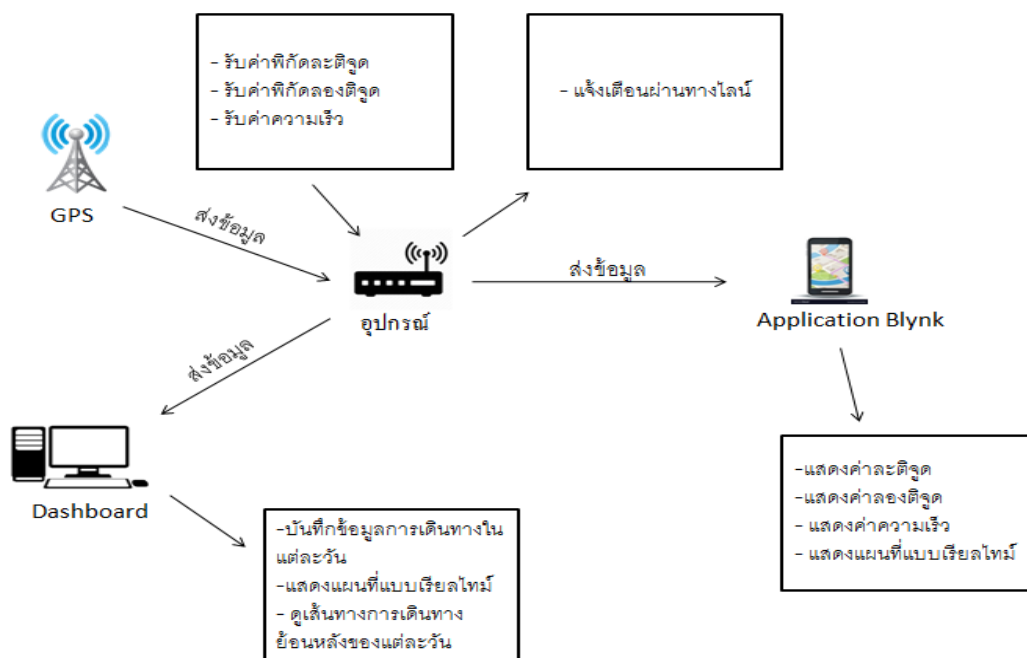
1.3.2 Line Application

- ส่งข้อมูลLatitude, Longitude ของรถจักรยานยนต์แจ้งเตือนผ่านทาง Line notify ไปที่ผู้ใช้งาน ทุก1นาที

1.3.3 Dashboard (Node-RED)

- บันทึกเส้นทางการเดินทางของแต่ละวัน
 - ข้อมูลคนขับ
 - ความเร็ว
 - ค่าละติจูด
 - ค่าลองติจูด
 - วันที่ / เดือน / ปี
- ดูเส้นทางการเดินทางย้อนหลังของแต่ละวันได้
 - ข้อมูลคนขับ
 - ความเร็ว
 - ค่าละติจูด
 - ค่าลองติจูด
 - วันที่ / เดือน / ปี
- แสดงข้อมูลคนขับ
 - อายุ
 - เพศ
 - เบอร์โทรศัพท์
- แสดงข้อมูลรถจักรยานยนต์
 - เลขทะเบียนรถ
 - รุ่น
 - สี
- แสดงแผนที่ของรถจักรยานยนต์
- แสดงค่าความเร็วของรถจักรยานยนต์
- แสดงค่าละติจูด

- แสดงค่าลองติจูด



ภาพประกอบที่ 1-1การทำงานของระบบ GPS Tracking Device for Motorcycles

การทำงานของระบบ จากภาพประกอบที่ 1-1 อุปกรณ์รับสัญญาณจาก GPS รับค่าพิกัดละติจูดลองติจูดค่าความเร็วแล้วส่งข้อมูลไปที่ BlynkApplication และ Dashboardหากรถจักรยานยนต์ออกจากพื้นที่ จะส่งสัญญาณแจ้งเตือนและส่งข้อความไปที่ LineNotify

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ใช้ระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ได้แบบเรียลไทม์

1.4.2 ตรวจสอบความเร็วของรถจักรยานยนต์

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

1.5.1 ด้านฮาร์ดแวร์

1.5.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 1 เครื่อง มี Specification ขั้นต่ำดังนี้

- DDR2 1 GB
- Hard Disk 160 GB 5400 RPM
- Intel Core Duo T3200 (2.00 GHz, 1 MB L2 Cache, 667 MT/s

FSB)

1.5.1.2 โทรศัพท์มือถือส่วนบุคคล 1 เครื่อง มีคุณสมบัติ ดังนี้

- RAM 1GB
- Processor 1.4 GHz dual-core

- Internal storage 16 GB

1.5.1.3 Node MCU

Node MCU คือ บอร์ดคล้าย Arduino ที่สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE ได้เช่นเดียวกับ Arduino

1.5.1.4 NodeMCUBase

NodeMCU Base ใช้ต่อขยายขา NodeMCU ให้ต่อได้สะดวกมากขึ้น จุดเด่นคือทำให้รับไฟได้ในช่วงกว้าง รับไฟได้ 6-24V ทางแจ็กต่อ หรือรับไฟเลี้ยงทางขาถังปลา 5V หรือ 3V ก็ได้ มีช่องต่อเอาต์พุตไฟเลี้ยง 3.3V, 5V และ Vin ในบอร์ดมีวงจรเรกูเลเตอร์จ่ายไฟ switching power supply จ่ายกระแสสูงสุดได้ถึง 1A

1.5.1.5 GPS รุ่น GY-GPSV3-NEO

เป็นโมดูล GPS ที่ใช้ระบุตำแหน่งต่างๆบนโลก มี library ให้ใช้งาน

1.5.1.6 เส้าอากาศ GPS

เส้าอากาศสำหรับ GPS (GPS Antenna) 3V แบบ Magnetic Mount หัวต่อแบบ MCX ความยาวสาย 5 เมตร

1.5.1.7 สายแพร Jumper Female to Female

เป็นสายที่มีหัวต่อตัวเมียทั้งสองข้าง

1.5.1.8 Active Buzzer

คือลำโพงแบบแม่เหล็กหรือแบบเพียโซที่มีวงจรกำเนิดความถี่ (oscillator) อยู่ภายในตัวเมื่อป้อนแรงดันสามารถกำเนิดเสียงได้ด้วยตัวเอง แต่ไม่สามารถเปลี่ยนความถี่ของเสียงได้

1.5.2 ด้านซอฟต์แวร์

1.5.2.1 Arduino IDE

- Blynk
- BlynkESP8266_Lib
- TinyGPSPlus-master

1.5.2.2 Blynk Application

- Longitude
- Latitude
- Speed
- Map
- Button

1.5.2.3 Node-RED

- NodeRedContrib World Map
- GrafanaWorldMap plugin
- MySQL

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน และผลการดำเนินงานตลอดโครงการ

ระยะเวลาเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

ตารางที่ 1-1 : แสดงระยะเวลาจัดทำโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลา											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.เสนอหัวข้อโครงการ	■	■										
2.ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลIoT		■	■									
3.พัฒนาและทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์	■	■	■	■								
4.ศึกษาและควบคุมผ่าน Application			■	■	■							
5.ทดลองใช้งานและปรับปรุง				■	■	■	■	■	■	■	■	
6.นำเสนอโครงการ		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

จากตารางที่ 1-1 จะแสดงระยะเวลาจัดทำโครงการ โดยเสนอหัวข้อโครงการในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล IOT ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม พัฒนาและทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ศึกษาและควบคุมผ่าน Application ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ทดลองใช้งานและปรับปรุงในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน และนำเสนอโครงการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนธันวาคม

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Internet of things (IoT)

Internet of Things (IoT) [1] คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น

เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภท RFID และ Sensors ซึ่งเปรียบเสมือนการเติมสมองให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ขาดไม่คือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เพื่อให้อุปกรณ์สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ เทคโนโลยี IoT มีประโยชน์ในหลายด้าน แต่ก็มาพร้อมกับความเสี่ยง เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ ก็อาจทำให้มีผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาขโมยข้อมูลหรือละเมิดความเป็นส่วนตัวได้ ดังนั้นการพัฒนา IoT จึงจำเป็นต้องพัฒนามาตรการ และระบบรักษาความปลอดภัยที่ควบคู่กันไปด้วย

2.1.1.1 แบ่งกลุ่ม Internet of Things

ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่ม Internet of Things ออกตามตลาดการใช้งานเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. Industrial IoT คือ แบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต

2. Commercial IoT คือ แบ่งจาก local communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเทอร์เน็ต

2.1.1.2 ประโยชน์ของ Internet of Things

หากทุกสิ่งถูกเชื่อมต่อกันด้วยอินเทอร์เน็ต จะก่อให้เกิดประโยชน์มากมายที่จะส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในแง่ของความสะดวกรวดเร็ว และรวดเร็ว เนื่องจากอุปกรณ์เทคโนโลยีทุกชิ้นสามารถติดต่อสื่อสารกันเอง เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้มากที่สุด ซึ่ง Internet of Thing นั้นมีประโยชน์ต่อการใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย เช่น

ด้านการแพทย์ : ปัจจุบันวิทยาการทางการแพทย์ ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมด้วยมากขึ้น เช่น กล้องขนาดเล็กที่ส่งเข้าไปภายในร่างกายของคนไข้ ทำให้สามารถเห็นอวัยวะภายในได้โดยไม่ต้องทำการผ่าตัด ซึ่งช่วยลดความเจ็บปวด และเวลาในการรักษาให้สั้นลง

ด้านการโฆษณา : การทำโฆษณาบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น นอกจากจะเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้หลากหลายขึ้นแล้ว ยังช่วยประหยัดต้นทุนในการเข้าพื้นที่โฆษณาได้

2.1.2 GPS

GPS[2] ย่อมาจาก Global Positioning System ซึ่ง GPS หมายถึง ระบบการระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่มีการทำงานร่วมกับดาวเทียมบอกตำแหน่งทั้งหมดจำนวน 24 ดวง สามารถบอกระดับพิกัดตำแหน่ง (X, Y, Z) ความเร็ว เวลาได้ ดาวเทียม GPS เป็นดาวเทียมที่มีวงโคจรระดับกลาง (Medium Earth Orbit) ที่ระดับความสูงประมาณ 20,200 กิโลเมตร จากพื้นผิวโลก โดยที่แนวคิดในการพัฒนาระบบ GPS เริ่มต้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1957 เมื่อนักวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา แล้วในปี ค.ศ. 1960 ก็เริ่มทดสอบใช้งานกันจริง ๆ ในกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา แต่สาเหตุที่ทำให้มี GPS ใช้กันอย่างแพร่หลายจนถึงทุกวันนี้เกิดจากเหตุการณ์ในปี ค.ศ. 1983 ที่เครื่องบินโคเรียนแอร์ไลน์ เที่ยวบินที่ 007 ของเกาหลีใต้ บินพลัดหลงเข้าไปในน่านฟ้าของสหภาพโซเวียต และถูกยิงตก ผู้โดยสาร 269 คน เสียชีวิตทั้งหมด ประธานาธิบดีโรนัลด์เรแกนได้ประกาศว่า เมื่อพัฒนาระบบจีพีเอสแล้วเสร็จ จะอนุญาตให้ประชาชนทั่วไปใช้งานได้ ทำให้ GPS ได้ถูกพัฒนาในเชิงพาณิชย์นอกจากที่จะใช้ในการทหารเพียงอย่างเดียวเท่านั้นซึ่งระบบ GPS จะทำงานควบคู่กับดาวเทียม GPS เพื่อระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก โดยตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง โดยสามารถที่จะระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้อย่างชัดเจน

2.1.2.1 หลักการทำงานของ GPS

ดาวเทียม GPS (Navstar) ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยแบ่งเป็น 6 รอบวงโคจร การจรวจจะเอียงทำมุมเอียง 55 องศา กับเส้นศูนย์สูตร (Equator) ในลักษณะสานกันคล้าย ลูกตะกร้อแต่ละวงโคจรมีดาวเทียม 4 ดวง รัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม. หรือ 12,600 ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้ เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง GPS ทำงานโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง โดยสัญญาณดาวเทียมนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันเพื่อแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งได้ระบุมีตำแหน่งที่มากับสัญญาณดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม ต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 กับเครื่อง GPS (ที่จุดสีแดง) จะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้ หากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบแต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากสัณฐานของโลกมีลักษณะกลม ดังนั้นดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องมากขึ้น

นอกจากนี้ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง กล่าวคือถ้าระยะห่างระหว่างดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ห่างกันย่อมให้ค่าที่แม่นยำกว่าที่อยู่ใกล้กัน

และยังมีจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้มากก็ยิ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น ความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศชั้นบรรยากาศประกอบด้วยประจุไฟฟ้า ความชื้น อุณหภูมิ และความหนาแน่นที่แปรปรวนตลอดเวลา คลื่นเมื่อตกกระทบ กับวัตถุต่างๆ จะเกิดการหักเหทำให้สัญญาณที่ได้อ่อนลง และสิ่งแวดล้อมในบริเวณรับสัญญาณเช่นมีการบดบังจากกระจก ละอองน้ำ ใบไม้ จะมีผลต่อค่าความถูกต้องของความแม่นยำ

เนื่องจากถ้าสัญญาณจากดาวเทียมมีการหักเหก็จะทำให้ค่าที่คำนวณได้จากเครื่องรับสัญญาณเพี้ยนไป และสุดท้ายก็คือประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณว่ามีความไวในการรับสัญญาณแค่ไหนและความเร็วในการประมวลผลด้วย การวัดระยะห่างระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับทำได้โดยใช้สูตรคำนวณ ระยะทาง = ความเร็ว * ระยะเวลา วัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุส่งจากดาวเทียมมายังเครื่องรับ GPS คุณด้วยความเร็วของคลื่นวิทยุจะเท่ากับระยะทางที่เครื่องรับ อยู่ห่างจากดาวเทียม โดยเวลาที่วัดได้มาจากนาฬิกาของดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูงมีความละเอียดถึงนาโนวินาที และมีการสอบทวนเสมอๆกับสถานีภาคพื้นดิน องค์ประกอบสุดท้ายก็คือตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงในขณะที่ยื่นสัญญาณมาว่าอยู่ที่ใด(Almanac) มายังเครื่องรับ GPS โดยวงโคจรของดาวเทียมได้ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วเมื่อถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ สถานีควบคุมจะคอยตรวจสอบการโคจรของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลาเพื่อทดสอบความถูกต้อง

2.1.2.2 ประเภทของ GPS

GPS ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกันคือ GPS Navigator (อุปกรณ์และระบบนำทาง) และ GPS Tracking System (อุปกรณ์และระบบติดตามรถ ยาพาหนะหรือสัตว์เลี้ยง)

1) GPS Navigator (อุปกรณ์และระบบนำทาง) เป็น GPS ที่ใช้งานในรถยนต์ทั่วไปที่บอกแผนที่การเดินทางด้วยการป้อนข้อมูลของเป้าหมายลงไปเครื่องนำทาง GPS

2) GPS Tracking System (อุปกรณ์และระบบติดตามรถ ยาพาหนะหรือสัตว์เลี้ยง) ซึ่งเป็น GPS ที่สามารถติดตามการเดินทาง และบอกพิกัดและตำแหน่งของเครื่อง GPS ได้ด้วย โดยเราสามารถแบ่งเป็นออกได้อีก 2 แบบด้วยกันคือ อุปกรณ์ติดตามรถแบบ Offline สามารถตรวจสอบประวัติการเดินทางได้ แต่ไม่สามารถตรวจสอบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่อง GPS ได้ และแบบที่สองอุปกรณ์ติดตามรถแบบกึ่ง Offline ซึ่งจะทำงานร่วมกับมือถือที่สามารถที่จะดูประวัติการเดินทาง พร้อมทั้งตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์ GPS นั้นๆได้

2.1.2.3 ส่วนประกอบหลักในการทำงานของ GPS ประกอบไปด้วย 3 ส่วน

1. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยเครือข่ายดาวเทียมหลัก 3 ค่า คือ อเมริกา รัสเซีย ยุโรป

- อเมริกา ชื่อ NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging GPS) มีดาวเทียม 28 ดวง ใช้งานจริง 24 ดวง อีก 4 ดวงเป็นตัวสำรอง บริหารงานโดย Department of Defense มีรัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม.หรือ 12,600 ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง

- ยุโรป ชื่อ Galileo มี 27 ดวง บริหารงานโดย ESA หรือ European Satellite Agency จะพร้อมใช้งานในปี 2008

- รัสเซีย ชื่อ GLONASS หรือ Global Navigation Satellite บริหารโดย Russia VKS (Russia Military Space Force)

ในขณะนี้ภาคประชาชนทั่วโลกสามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมของทางอเมริกา (NAVSTAR) ได้ฟรี เนื่องจาก นโยบายสิทธิการเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารสำหรับประชาชนของรัฐบาลสหรัฐ จึงเปิดให้ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในระดับความแม่นยำที่ไม่เป็นภัยต่อความมั่นคงของรัฐ กล่าวคือมีความแม่นยำในระดับบวก / ลบ 10 เมตร

2. ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air Force Base ประเทศ อเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก 5 จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก

3. ส่วนผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ

2.1.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับการทำงานด้วย GPS

อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับการนำทางด้วย GPS ประกอบด้วย

- 1) ตัวรับสัญญาณดาวเทียม (GPS Receiver Module)
- 2) หน่วยประมวลผล (CPU)
- 3) โปรแกรมการนำทาง (Application Software)
- 4) ข้อมูลแผนที่นำทาง (Map Data)

ปัจจุบันนี้มีเครื่อง GPS ที่มีครบทุกอย่างในตัว ซึ่งจะมีความสะดวกในการใช้งานและมีความเสถียรสูงได้แก่ PND (Personal / Portable Navigation Device) หรือแบบที่ใช้ GPS receiver ร่วมกับ PDA (Personal Digital Assistant) / Pocket PC / โน้ตบุ๊ก / Smart phone เป็นต้น หรือใน Smart Phone รุ่นใหม่ๆก็จะมี GPS มาให้พร้อมเลือกใช้หลายรุ่น ทำให้สะดวกในการใช้งานยามหลงทางหรือใช้งานหาสถานที่ใกล้เคียง นอกจากอุปกรณ์หลักแล้วยังมีอุปกรณ์เสริม เช่น เสารับสัญญาณภายนอกแบบติดเฉพาะเครื่องต่อเครื่อง หรือ ตัวกระจายคลื่น (GPS radiator) เพื่อให้สามารถใช้ GPS ได้ในที่อับสัญญาณ เช่นในรถที่ติดฟิล์มที่มีสารโลหะอยู่ (หรือที่เรียกกันว่า"ฉาบปรอท") หรือในอาคาร

2.1.2.5 ประโยชน์ของการติดตั้งGPS

- 1) ใช้ติดตามการเคลื่อนที่ของ คน สัตว์ สิ่งของ
- 2) ใช้ระบุตำแหน่งของยานพาหนะได้ในทุกพื้นที่บนโลก
- 3) ทำงานได้ดีในทุกสภาพอากาศ
- 4) ค้นหาเส้นทางเพื่อไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องการได้
- 5) คำนวณความเร็วของยานพาหนะได้
- 6) ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์และเครื่องจักรกล เช่นการเปิด/ปิดประตูรถ, การติดเครื่อง/ดับเครื่อง
- 7) การวางแผนสำหรับการจัดส่งสินค้า
- 8) การกีฬา เช่นใช้ในการฝึกฝนเพื่อวัดความเร็ว ระยะทาง แคลอรี่ที่เผาผลาญ

2.1.3 Arduino



ภาพประกอบที่ 2-1 Arduino คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source

Arduino[3] จากภาพประกอบที่ 2-1 มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น Arduino ถูกใช้ประโยชน์ในลักษณะเดียวกับ MCU คือ ใช้ติดต่อสื่อสารและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ด้วยการเขียนโปรแกรมให้กับ MCU เพื่อควบคุมการรับส่งสัญญาณทางไฟฟ้าตามเงื่อนไขต่างๆ

ตัวอย่าง การประยุกต์ใช้ Arduino ในชีวิตประจำวัน เช่น ระบบเปิดปิดไฟในบ้านอัตโนมัติ, ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ, ระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ, ระบบเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ หรือ ใช้ควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ เป็นต้น

2.1.3.1 องค์ประกอบของ Arduino

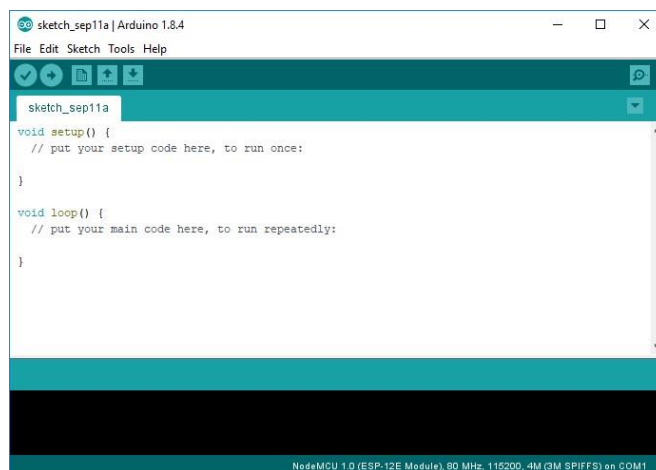
1. ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware)



ภาพประกอบที่ 2-2 Arduinoบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก

Arduino[4] จากภาพประกอบที่ 2-2 ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ด Arduino, โดยบอร์ด Arduino เองก็มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ด หรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ, แรงดันไฟที่ใช้, ประสิทธิภาพของ MCU เป็นต้น

2. ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ (Software)



ภาพประกอบที่ 2-3 Arduino IDEเป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino

Arduino IDE จากภาพประกอบที่ 2-3 คือโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่นๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น

2.1.4 MySQL

MySQL[5] คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา asp.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิซวลเบสิกดอทเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น

2.1.4.1 ประโยชน์ของฐานข้อมูล MySQL

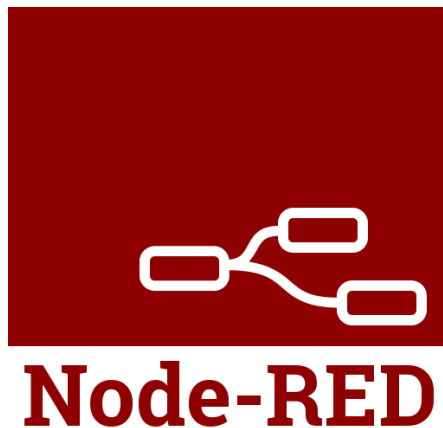
ประโยชน์และการทำงานของโปรแกรม MySQL มีดังต่อไปนี้

1) MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System (DBMS) ฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อมูล การที่จะเพิ่มเติม เข้าถึงหรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นต้องอาศัยระบบจัดการ ฐานข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการ ใช้งานเฉพาะ และรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันอื่นๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

2) MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational ฐานข้อมูลแบบ relational จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์ เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้น แต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัด กลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

3) MySQL แจกจ่ายให้ใช้งานแบบ Open Source นั่นคือ ผู้ใช้งาน MySQL ทุกคนสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามต้องการ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม MySQL ได้จากอินเทอร์เน็ตและนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

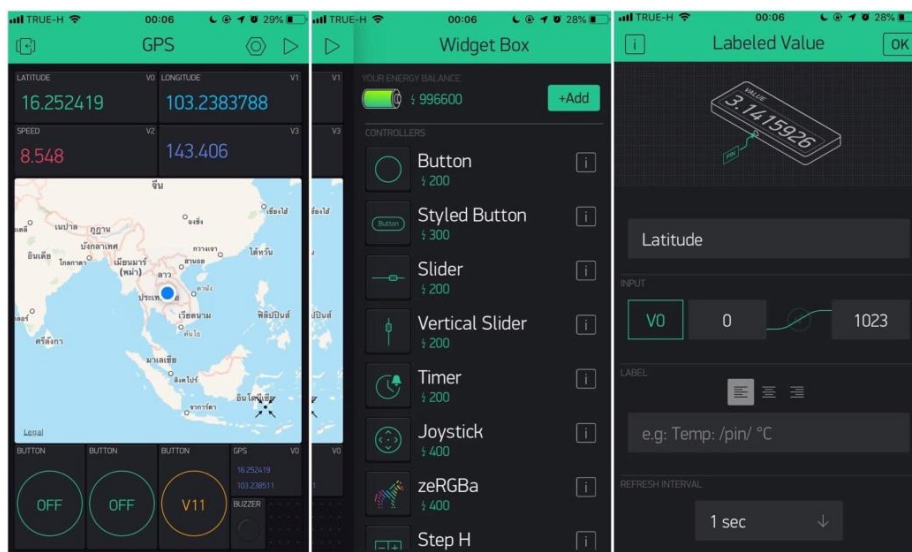
2.1.5 DashBoard (Node-RED)



ภาพประกอบที่ 2-4 Node-RED เป็น tool ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกันผ่าน APIs และ ระบบออนไลน์ใหม่ๆ Node

Node-RED[6] จากภาพประกอบที่ 2-4 เป็นเครื่องมือการเขียนโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ API และบริการออนไลน์เข้าด้วยกันในรูปแบบใหม่และน่าสนใจ ทำให้ง่ายต่อการโยงเข้าด้วยกันโดยใช้โหนดที่หลากหลายที่สามารถปรับใช้กับรันไทม์ได้

2.1.6 Blynk



ภาพประกอบที่ 2-5 Blynk เป็น Application ที่ใช้สำหรับงานIoT

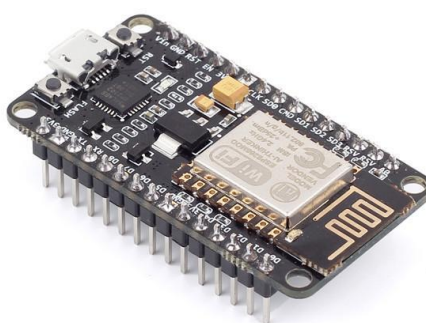
Blynk[7] จากภาพประกอบที่ 2-5 คือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้จริง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่างๆเข้ากับ Internet ได้ ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266, Esp32, Nodemcu, Raspberry pi นำมาแสดงบน Application ได้ และ Application Blynkใช้งานได้ฟรีและรองรับในระบบ IOS และ Android

2.1.6.1 การทำงานจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนดังนี้

1. Blynk App แอปพลิเคชันที่สามารถติดตั้งในมือถือเพื่อสร้าง Interface ในการควบคุมหรือแสดงผลค่าจากอุปกรณ์ Internet of Things
2. BlynkServerทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชันกับอุปกรณ์Internet of Things
3. Blynk Libraries ออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ Internet of Things ต่างๆ ให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Blynk Server เป็น Digital Dashboard Platform สำหรับ Arduino, NodeMCU และ Raspberry Pi โดยผู้ใช้งานสามารถสร้างGraphic interface ขึ้นมาใน Application (รองรับทั้ง iOS และ Android) เพื่อทำการควบคุมจัดการอุปกรณ์ IoT ได้อย่างง่ายดาย

2.1.7 NodeMCU



ภาพประกอบที่ 2-6 NodeMCU คือแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์Internet of Things (IoT)

NodeMCU[8] จากภาพประกอบที่ 2-6 ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกๆ

เป็น ESP-01 จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็ เป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU สามารถทำได้หลายอย่าง โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆ อีกมากมาย

2.1.7.1 จุดเด่นของ NodeMCU

1. สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้โดยไม่ต้องติดตั้งโมดูล WiFi เพิ่มเติม
2. สามารถเขียน และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ดด้วยโปรแกรม Arduino IDE ผ่านสาย USB แบบเดียวกับที่ใช้ชาร์จโทรศัพท์ได้
3. ตัวบอร์ดมีขนาดเล็ก (ประมาณ 5.5 x 3 cm.)

2.1.8 Active Buzzer



ภาพประกอบที่ 2-7 Active Buzzer คืออุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่ส่งเสียงสัญญาณเตือน

Active Buzzer[9] จากภาพประกอบที่ 2-7 โดยทั่วไป ภายในออกจะประกอบด้วยขดลวด ต่ออนุกรมกับแผ่นสั่นสะเทือนซึ่งทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสตัดต่อวงจร (คล้ายกับกริ่งไฟฟ้า), เมื่อจ่ายไฟ หน้าสัมผัสที่ต่อวงจรอยู่ จะทำให้ไฟฟ้าไหลครบวงจร เกิดสนามแม่เหล็กที่ขดลวด ดึงแผ่นสั่นสะเทือนเข้าหาขดลวด, เมื่อแผ่นสั่นสะเทือนถูกดึง หน้าสัมผัสจะแยกออกจากกัน ทำให้วงจรขาด และแผ่นสั่นสะเทือนดีดกลับเข้าที่เดิม ต่อวงจรให้กระแสไฟฟ้าไหลได้อีกครั้ง ซ้ำไปเรื่อยๆ ทำให้กลายเป็นการสั่นสะเทือนต่อเนื่อง เกิดเป็นเสียงดัง "ออด" ขึ้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ พบว่า ศตวรรษ ศานต์ศิริประภา[10] ทำอุปกรณ์ติดตามระบุตำแหน่งพิกัดด้วยระบบ GPS ของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีเครื่องบอกพิกัดด้วยระบบ GPS ผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ โดยภายในโครงงานประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นภาคส่ง และส่วนที่เป็นภาครับ โดยในส่วนของภาคส่ง ประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS เป็นตัวรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อคำนวณหาตำแหน่งพิกัดและมีชุดวงจร GPRS ทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลพิกัดที่ได้จาก GPS ไปให้กับเครื่องผู้ให้บริการ (Mobile) ที่ภาครับผ่านทางเครือข่ายระบบโทรศัพท์โดยใช้บริการ SMS ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นตัวควบคุมการทำงานของชุด GPRS ที่ใช้ในการส่งค่ารวมทั้งกระบวนการทำงานอื่นๆ ของภาคส่ง และในส่วนของภาครับก็ประกอบไปด้วยโทรศัพท์มือถือ (mobile) ที่จะทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลจากภาคส่งมาเก็บไว้หลังจากนั้นจะมี Application บน Android ที่จะทำหน้าที่อ่านค่าพิกัดจากข้อความและส่งค่าดังกล่าวไปค้นหาตำแหน่งในแผนที่

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ พบว่าพัลลภ จาตุรัส[11] ทำระบบติดตาม GPS ผ่านโทรศัพท์มือถือเพื่อสร้าง Application ที่ทำงานบน OS Android สำหรับส่งสัญญาณ GPS ที่รับข้อมูลโดยข้อมูลที่ ถูกส่งมาจากโทรศัพท์มือถือ จะเป็นข้อมูลที่ใส่ระบุตำแหน่ง ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะอยู่ในรูปแบบของตัวเลขที่ระบุพิกัดของตำแหน่ง GPS ซึ่งสามารถแสดงที่อยู่ ณ ปัจจุบันของโทรศัพท์มือถือโดยจะทำระบุตำแหน่งลงบนแผนที่ของ Google Map และสามารถแสดงข้อมูลย้อนหลังของการ Tracking ได้วิธีการออกแบบระบบเป็นวิธีการและขั้นตอนการสร้าง Application และการ Tracking ของสัญญาณ GPS และมีผลการดำเนินงานออกมาแสดงให้เห็นตัวอย่างมีผลการวิเคราะห์ในการทดสอบระบบและแสดงผลให้ดูได้อย่างเข้าใจง่ายโดย Software มีลักษณะเหมือนการ Tracking โดยจะทำการแบ่ง Software ออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ทำงานอยู่บนโทรศัพท์มือถือจะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณ GPS ออกมาเป็นระยะๆ มายังเครือข่าย และอีกส่วนคือเครื่องแม่ข่ายจะคอยรับสัญญาณที่ได้รับมาและทำการเก็บข้อมูลไว้เพื่อสำหรับดูข้อมูลย้อนหลังและยังสามารถดูข้อมูลที่เป็นปัจจุบันได้ด้วย

2.3 เปรียบเทียบระบบงานที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2-1: แสดงวิเคราะห์และเปรียบเทียบระบบงานที่เกี่ยวข้อง

GPS	GPS Tracking	ระบบติดตาม GPS ผ่านโทรศัพท์มือถือ	อุปกรณ์จีพีเอสสำหรับติดตามรถจักรยานยนต์
แสดงค่าละติจูดลองติจูดของรถจักรยานยนต์	✓	✓	✓
แสดงค่าความเร็วของรถจักรยานยนต์			✓
ปุ่มเปิด-ปิด ส่งสัญญาณแจ้งเตือน			✓
แสดงแผนที่แบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันBlynk			✓
ส่งแจ้งเตือนผ่านทางLine			✓
บันทึกเส้นทางของแต่ละวัน		✓	✓

จากตารางที่ 2-1 แสดงวิเคราะห์และเปรียบเทียบระบบงานที่เกี่ยวข้องระบบGPS Tracking ที่สามารถแสดงค่าละติจูดลองติจูดของรถจักรยานยนต์ได้ ระบบติดตาม GPS ผ่านโทรศัพท์มือถือสามารถแสดงค่าละติจูดลองติจูดของรถจักรยานยนต์และบันทึกเส้นทางของแต่ละวันได้ และอุปกรณ์จีพีเอสสำหรับติดตามรถจักรยานยนต์สามารถแสดงค่าละติจูดลองติจูดของรถจักรยานยนต์แสดงค่าความเร็วของรถจักรยานยนต์ มีปุ่มเปิด-ปิด ส่งสัญญาณแจ้งเตือน สามารถแสดงแผนที่แบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันBlynkส่งแจ้งเตือนผ่านทางLine และบันทึกเส้นทางของแต่ละวันได้

เอกสารอ้างอิง

- [1]DevBun, “Internet of Things (IoT) คืออะไร มาหาคำตอบกัน”,พ.ศ. 2561.
แหล่งที่มา: <https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/59554>. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2562
- [2] Global5 Co, “ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับGPS”, พ.ศ. 2560. แหล่งที่มา
<https://www.global5thailand.com/thai/gps.htm>. สืบค้นเมื่อวันที่ 28มกราคม 2562
- [3]บริษัทวินัสซัพพลาย, “บทความ Arduino คืออะไร? ตอนที่1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชอบ Arduino”,
พ.ศ. 2560.
แหล่งที่มา:<https://bit.ly/2G6kJ2A>. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2562
- [4]PoundXI, “Arduino คืออะไร?”, พ.ศ. 2560. แหล่งที่มา:<https://bit.ly/2u5OGZ1>. สืบค้นเมื่อ
วันที่ 29มกราคม 2562
- [5] CpeAdmin, “MySQL”, พ.ศ. 2554.
แหล่งที่มา: <http://siam5004000009.blogspot.com>
- [6] บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด (สาขา3), “การใช้งาน Node-RED”, พ.ศ. 2559.
<http://www.eduthaieasyelec.com>.
- [7] IOT Man, “Blynkคืออะไร”, พ.ศ. 2560. แหล่งที่มา: <https://iot.jpnet.co.th/blynk/>. สืบค้น
เมื่อวันที่ 29มกราคม 2562
- [8]Sirimalnson, “มารู้จัก NodeMCU”, พ.ศ. 2560. แหล่งที่มา: <https://bit.ly/2UDJaaP>. สืบค้น
เมื่อวันที่ 29มกราคม 2562
- [9] Wikipedia, “ออก”, พ.ศ. 2561. แหล่งที่มา: <https://bit.ly/2RBsZco>. สืบค้นเมื่อวันที่ 29
มกราคม 2562

[10]นายศตวรรษ ศานต์ศิริประภา. “GPS Tracking”, พ.ศ. 2557.

แหล่งที่มา:<https://is.gd/mD55C1>. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มกราคม 2562

[11]นายพัลลภ จาตุรัส. “ระบบติดตาม GPS ผ่านโทรศัพท์มือถือ”, พ.ศ. 2555. แหล่งที่มา:

<https://is.gd/RSk3mQ>. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มกราคม 2562