โครงงาน

GPS ติดตามตัวบุคคล

ผู้จัดทำ

1. นรจ.นราวิชญ์ ใจตรง ชั้น 2 ห้อง จ (หัวหน้ากลุ่ม)
2. นรจ. ธนาวัฒน์ สุทธินนท์ ชั้น 2 ห้อง จ (รองหัวหน้ากลุ่ม)
3. นรจ.วิชัย เชื้อคำฮด ชั้น 2 ห้อง จ (สมาชิกกลุ่ม)
4. นรจ.ศุภณัฐ เบลเยี่ยม ชั้น 2 ห้อง จ (สมาชิกกลุ่ม)
5. นรจ. วสรรค์ นีระพงษ์ ชั้น 2 ห้อง จ (สมาชิกกลุ่ม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

1.น.ท. อุกฤษฎ์ อารมย์อุ่น
2.พ.จ.อ. พงษ์ศักดิ์ สายแก้ว
3.พ.จ.ต. ชินเรษ วิสีฯา

บทคัดย่อ

เนื่องจากการเรียนการสอนวิชาทหารของ นรจ. นั้นได้ทำการฝึกในพื้นที่กว้างหรือตามภูมิประเทศ และครูผู้ฝึกนั้นมองเห็นนักเรียนได้เพียงมิติเดียว ทำให้บางครั้งในการฝึกยุทธวิธีอาจจะมีรูปแบบที่ผิดพลาด ทางคณะผู้จัดทำได้พบเห็นปัญหาดังกล่าวจึงได้พัฒนา GPS ติดตามตัวบุคคลขึ้นมาเพื่อเป็นประโยชน์แก่ครูฝึกในการประเมินและปรับปรุงการเรียนการสอน เนื่องจากครูฝึกจะสามารถมองเห็นตำแหน่งของนักเรียนได้หลายมิติ จึงง่ายต่อการประเมินว่านักเรียนได้กระทำการฝึกถูกต้องตามแบบแผนหรือไม่ และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

บทคัดย่อ

เนื่องจากการเรียนการสอนวิชาทหารของ นรจ. นั้นได้ทำการฝึกในพื้นที่กว้างหรือตามภูมิประเทศและครูผู้ฝึกนั้นมองเห็นนักเรียนได้เพียงมิติเดียว ทำให้บางครั้งในการฝึกยุทธวิธีอาจจะมีรูปแบบที่ผิดพลาด ทางคณะผู้จัดทำได้พบเห็นปัญหาดังกล่าวจึงได้พัฒนา GPS ติดตามตัวบุคคลขึ้นมาเพื่อเป็นประโยชน์แก่ครูฝึกในการประเมินและปรับปรุงการเรียนการสอน เนื่องจากครูฝึกจะสามารถมองเห็นตำแหน่งของนักเรียนได้หลายมิติ จึงง่ายต่อการประเมินว่านักเรียนได้กระทำการฝึกถูกต้องตามแบบแผนหรือไม่ และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

บทที่ 1
บทนำ

1.1ที่มาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1)ความเป็นมา

การเรียนการสอนวิชาทหารของนักเรียนจ่านั้นได้ทำการฝึกในพื้นที่กว้างหรือตามภูมิประเทศและครูผู้ฝึกนั้นมองเห็นนักเรียนได้เพียงมิติเดียว ทำให้บางครั้งในการฝึกยุทธวิธีอาจจะมีรูปแบบที่ผิดพลาด ทางคณะผู้จัดทำได้พบเห็นปัญหาดังกล่าวจึงได้พัฒนา GPS ติดตามตัวบุคคลขึ้นมาเพื่อเป็นประโยชน์แก่ครูฝึกในการประเมินและปรังปรุงการเรียนการสอน เนื่องจากครูฝึกจะสามารถมองเห็นตำแหน่งของนักเรียนได้หลายมิติ จึงง่ายต่อการประเมินว่านักเรียนได้กระทำการฝึกถูกต้องตามแบบแผนหรือไม่ และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

ครูผู้ฝึกสอนสามารถนำข้อมูลไปประเมินผลการฝึกแล้วนำไปปรังปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น และทำให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ถูกต้อง เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ภายในภาคหน้า

1.1.2)ปัญหาและสาเหตุ

เนื่องจากครูฝึกมองเห็นนักเรียนได้เพียงมิติเดียวในบางครั้งทำให้รูปแบบการฝึกยุทธวิธีของนักเรียนอาจจะผิดเพี้ยนไปจากแบบแผนได้

1.1.3)แนวทางการแก้ไข

ผู้ทำการฝึกจะมี GPS ติดตามตัวGPS จะรับค่าข้อมูลจากดาวเทียมแต่ละดวงแปลงเป็น Lat/Long ส่งมาที่เครื่องส่งสัญญาณ เครื่องส่งสัญญาณจะรับค่าข้อมูลนี้ส่งผ่านไปที่ความถี่ LORAไปที่เครื่องรับ (Basestation) เครื่องรับจะส่งข้อมูลนี้ผ่านทางสาย Lan ไปที่คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงข้อมูลผ่านทางโปรแกรม Open CPN

1.2วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1.2.1) สร้างระบบติดตามตัวบุคคลได้
1.2.2) สามารถนำมาแสดงผลบนโปรแกรม Open CPN
1.2.3) ผู้ควบคุมการฝึกสามารถนำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลผลได้
1.2.4) เพื่อนำไปพัฒนาและใช้งานในหน่วยงานต่างๆในทางทหารได้

1.3ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1) สามารถหาตำแหน่งพิกัดของผู้กระทำการฝึกได้ภายในบริเวณพื้นที่สนามฝึก

1.3.2) สามารถส่งตำแหน่งพิกัดมายังเครื่องรับได้โดยสามารถตรวจได้โดยโปรแกรมOpen CPNและ Google Earth

1.4ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1) การติดตามและประเมินผลผู้เข้าฝึก

1.4.2) นำผลการประเมินไปปรับปรุงการฝึกครั้งต่อไป

1.4.3) สามารถนำไปพัฒนาต่อในการนำไปใช้ในงานช่วยเหลือกู้ภัยพิบัติ

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงานสิ่งประดิษฐ์เรื่อง GPS ติดตามตัวบุคคล คณะผ๊จัดทำได้ศึกษาหาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 GPS

2.2 LoRa

2.3 บอร์ด STM 32

2.1 GPS

GPSคือการระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System ซึ่งระบบ GPS ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยเครือข่ายดาวเทียมหลัก 3 ค่าย คือ อเมริกา รัสเซีย ยุโรป

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

3. ส่วนผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ทุกวันนี้บาง
ท่านมักจะเข้าใจผิดว่า GPS เป็น GPRS ซึ่ง GPRS ย่อมาจากคำว่า General Packet Radio Service เป็นระบบสื่อสารแบบไร้สายสำหรับโทรศัพท์มือถือ หรือ PDA หรือ notebook เพื่อเชื่อมต่อกับ internet

GPS ที่เราใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกันคือ GPS Navigator (อุปกรณ์และระบบนำทาง) และ GPS Tracking System (อุปกรณ์และระบบติดตามรถ ยาพาหะนะหรือสัตว์เลี้ยง)

GPS Navigator (อุปกรณ์และระบบนำทาง) เป็น GPS ที่เราใช้งานในรถยนต์ทั่วไปที่บอกแผนที่การ
เดินทางด้วยการป้อนข้อมูลของเป้าหมายลงไปเครื่องนำทาง GPS

GPS Tracking System (อุปกรณ์และระบบติดตามรถ ยาพาหะนะหรือสัตว์เลี้ยง) ซึ่งเป็น GPS ที่สามารถติดตามการเดินทาง และบอกพิกัดและตำแหน่งของ เครื่อง GPS ได้ด้วย โดยเราสามารถแบ่งเป็นออกได้อีก 2 แบบด้วยกันคือ อุปกรณ์ติดตามรถแบบ Offline สามารถตรวจสอบประวัติการเดินทางได้ แต่ไม่สามารถตรวจสอบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่อง GPS ได้ และแบบที่สองอุปกรณ์ติดตามรถ

แบบกึ่ง Offline ซึ่งจะทำงานร่วมกับมือถือเราสามารถที่จะดูประวัติการเดินทางพร้อมทั้งตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์ GPS นั้นๆได้อีกด้วย

หลักการทำงานของ GPS

ดาวเทียม GPS (Navstar) ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยแบ่งเป็น 6 รอบวงโคจร การจรจะเอียงทำมุมเอียง 55 องศากับเส้นศูนย์สูตร (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 ซึ่งได้ระบุมีตำแหน่งของมันมากับสัญญาณดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม ต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 กับเครื่อง GPS (ที่จุดสีแดง) จะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้ หากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบแต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากสัณฐานของโลกมีลักษณะกลม ดังนั้นดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อทำให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง กล่าวคือถ้าระยะห่างระหว่างดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ห่างกันย่อมให้ค่าที่แม่นยำกว่าที่อยู่ใกล้กัน และยิ่งมีจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้มากก็ยิ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น

การทำงานของระบบนำทางด้วย GPS

ก่อนอื่นผู้ใช้จะต้องมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมหรือมีอุปกรณ์นำทาง เมื่อผู้ใช้นำเครื่องไปใช้งานมีการเปิดรับสัญญาณ GPS แล้วตัวโปรแกรมจะแสดงตำแหน่งปัจจุบันบนแผนที่ แผนที่สำหรับนำทางจะเป็นแผนที่พิเศษที่มีการกำหนดทิศทางการจราจร เช่น การจราจรแบบชิดซ้ายหรือชิดขวา ข้อมูลการเดินรถทางเดียว จุดสำคัญต่างๆ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่างๆ ฝังไว้ในข้อมูลแผนที่ที่ได้ ทำการสำรวจและตั้งค่าไว้แล้ว ในแต่ละทางแยกก็จะมีการกำหนดค่าเอาไว้ด้วยเช่นกันเพื่อให้ตัวโปรแกรมทำการเลือกการเชื่อมต่อของ เส้นทางจนถึงจุดหมายที่ได้เลือกไว้

ที่มาของแผนที่นำทางด้วย GPS

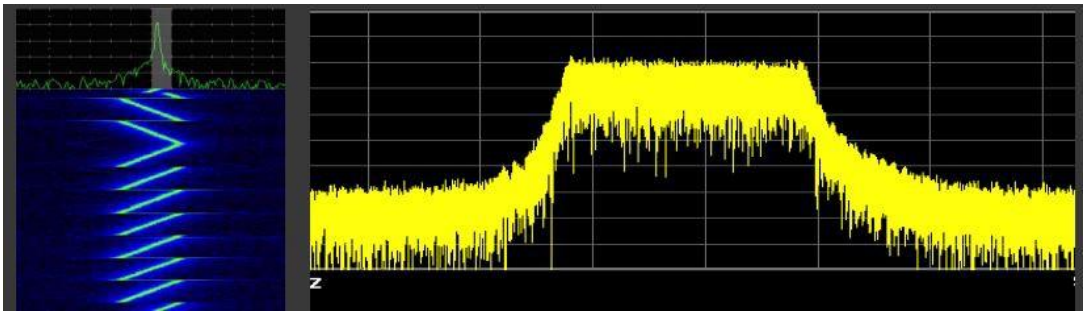
นอกจากผู้ที่ใช้ระบบ GPS จะต้องมีเครื่องรับสัญญาณ GPS หน่วยประมวลผล โปรแกรมแผนที่และข้อมูลแผนที่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ในรูปแบบต่างๆ การรับสัญญาณจากดาวเทียมไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ส่วนการใช้งานในรูปแบบที่ใช้ประกอบกับแผนที่จะมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของ แผนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบริษัทที่จัดทำแผนที่ ในประเทศไทยมีผู้จัดทำแผนที่เพื่อใช้กับ GPS รายใหญ่ๆได้แก่

- GARMING
- OWER MAP
- SPEEDNAVI

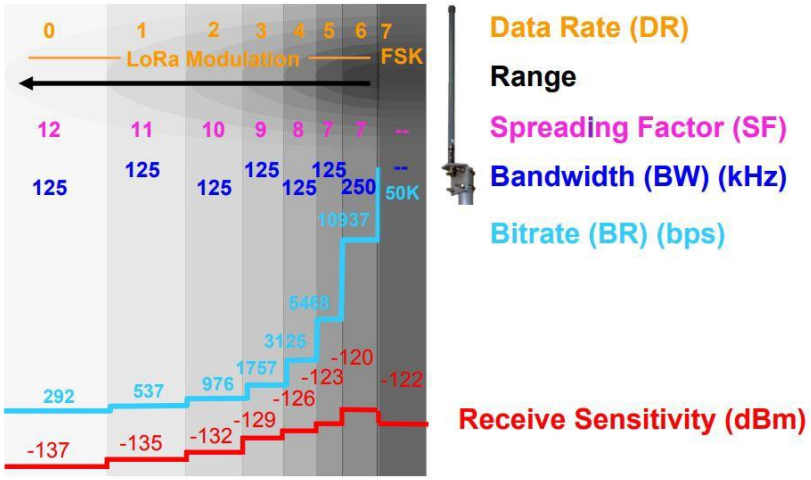
อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับการนำทางด้วย GPS ประกอบด้วย

- ตัวรับสัญญาณดาวเทียม (GPS Receiver Module)
- หน่วยประมวลผล (CPU)
- โปรแกรมการนำทาง (Application Software)
- และข้อมูลแผนที่นำทาง (Map Data)

2.2 LoRa



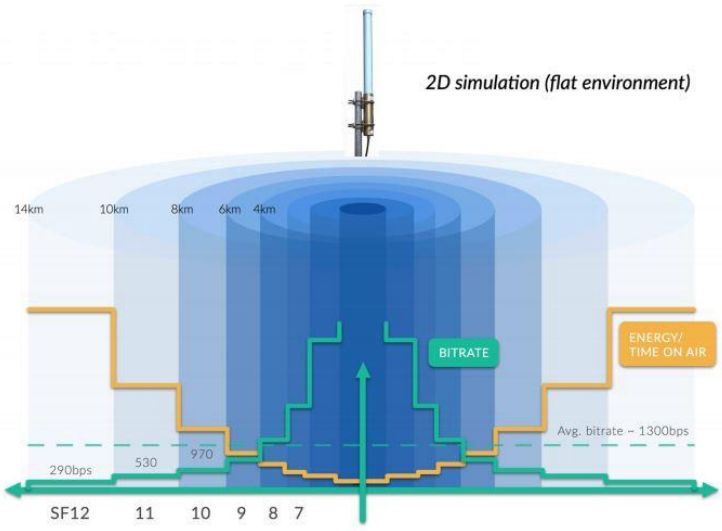
LoRa เป็นเทคโนโลยีสัญญาณการสื่อสารอยู่โดยใช้เทคนิค Proprietary Spread Spectrum technology ซึ่งรูปแบบถูกพัฒนาโดย Semtech Corporation เอง



Modulation Setting for Europe

ตัวอย่างค่า Data Rate (DR) สังเกตจากรูป จะเห็นว่า DR เป็น 0 อุปกรณ์จะสามารถส่งข้อมูลได้ไกลที่สุด โดยสามารถส่งด้วย Bitrate ที่ต่ำที่สุดโดยการกำหนด Data Rate จะถูกกำหนดจาก Spreading Factor (SF) ตั้งแต่ 7– 12โดยที่แบนวิดท์ ช่องสัญญาณ และค่า SF ที่ปรับได้อาจจะเปลี่ยนแปลงตาม Frequency plan

ของแต่ละโซน



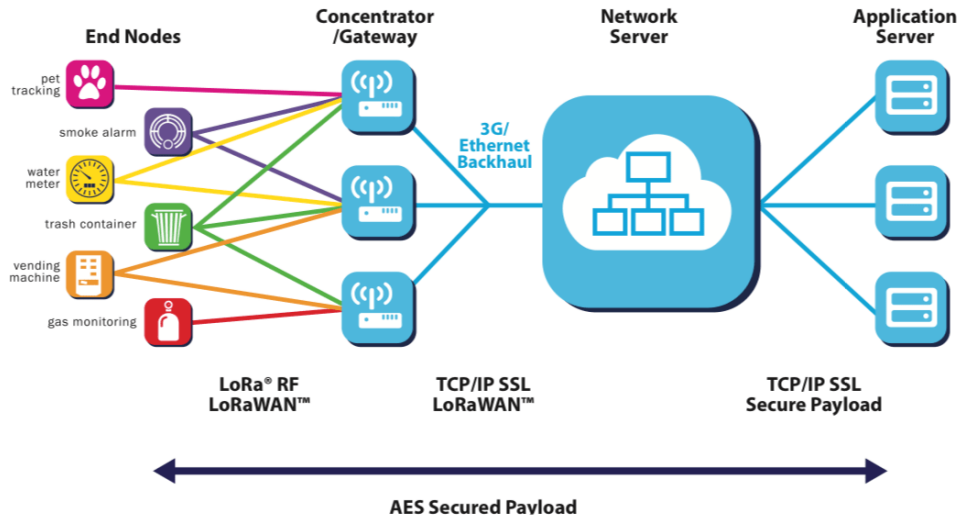
Modulation Setting

ถ้าดูจากรูปด้านบนเพิ่มเติมจะเห็นว่าเมื่ออุปกรณ์เข้าใกล้ gateway มากก็จะสามารถที่จะส่งข้อมูลด้วย BITRATE ที่สูงขึ้นได้ และการส่งข้อมูลจะเร็วขึ้นอีกด้วย รวมถึงพลังงานที่ใช้ในการส่งถ้าเทียบต่อขนาดของแพกเกตก็จะน้อยกว่าอุปกรณ์ที่อยู่ไกล Gateway อีกด้วย

ซึ่งในระดับ LoRaWAN จะมีโหมด ADR (Adaptive Data Rate) ที่เซตในแพกเกตการส่งข้อมูลเพื่อให้การเชื่อมต่อระหว่าง Gateway และ Device สามารถปรับ Spreading Factor แบบอัตโนมัติเพื่อประสิทธิภาพในการส่งโดยดูจากระยะการเชื่อมต่อระหว่าง Gateway และ Device โดยสามารถเลือกได้ว่าต้องที่จะ **ปรับเพื่อส่งข้อมูลได้เร็วที่สุด** หรือ **ปรับเพื่ออายุการใช้งานแบตเตอรี่ที่ยาวนานที่สุด**เป็นต้น

คือพูดง่ายๆ เทคโนโลยี LoRa เป็นส่วนของ RF PHYSICAL Layer ในการสื่อสารที่เป็นลิขสิทธิของบริษัท Semtech นั่นเอง

LoRaWAN คือ

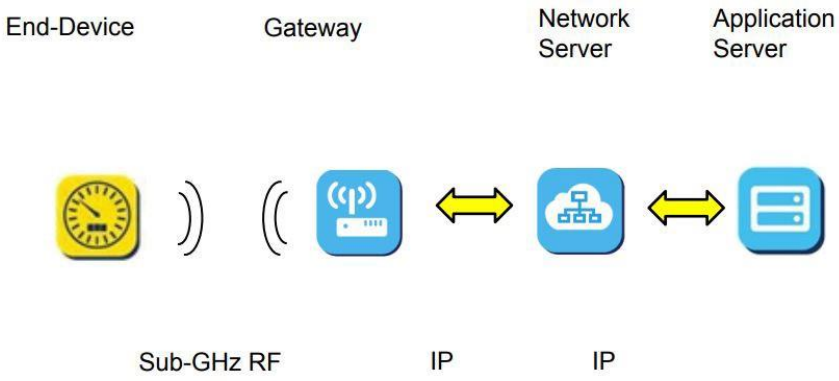


LoRa

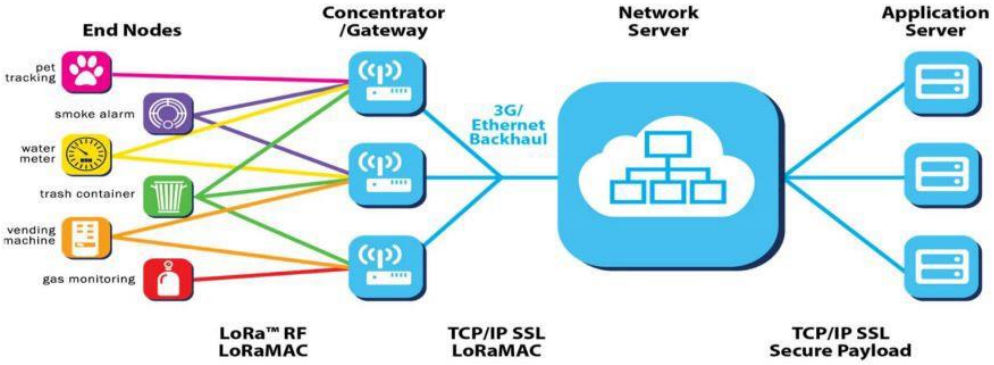
เริ่มต้นถ้าพูดถึง LoRaWAN ขอให้แบ่งส่วนประกอบในการเชื่อมต่อออกเป็น 4 ส่วนได้แก่

1. End-Devices
2. Concentrator/Gateway
3. Network Server
4. Application Server

LoRaWan Physical Network Topology



Physical Network Topology

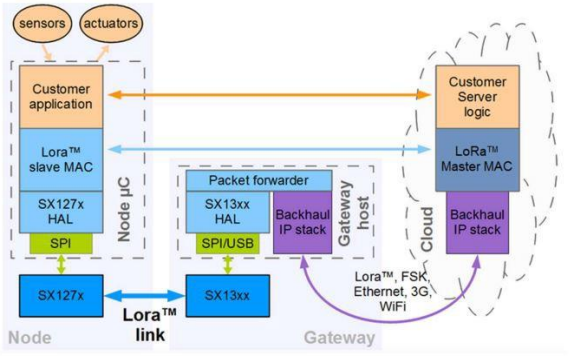


LoraW

ส่วนที่

End-Device เชื่อมต่อกับ Gateway

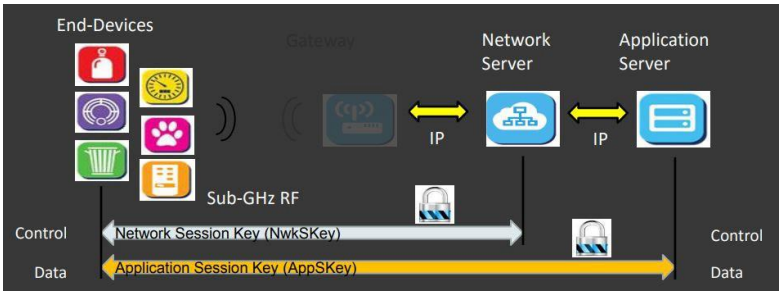
การเชื่อมต่อระหว่าง End-Device จะเชื่อมต่อเข้าไปที่ Gateway ได้เท่านั้น โดยที่ End-Device หนึ่งตัวสามารถส่งข้อมูลเข้าไปที่ Gateway ได้มากกว่า 1



การเชื่อมต่อระหว่าง End-Device กับ Gateway จะทำผ่าน LoRa แต่หลังจาก Gateway เป็นต้นไปจะเป็นระบบการเชื่อมต่อแบบ IP Base

ก่อนที่ End-Device จะเชื่อมต่อกับ LoRaWan Network จำเป็นจะต้องผ่านกระบวนการ Activated จาก Network ได้โดยข้อมูลดังต่อไปนี้ End-Device จำเป็นจะต้องใช้ได้แก่

- Device Address (DevAddr)
- Network Session Key (NwkSKey)
- Application Session Key (AppSkey)

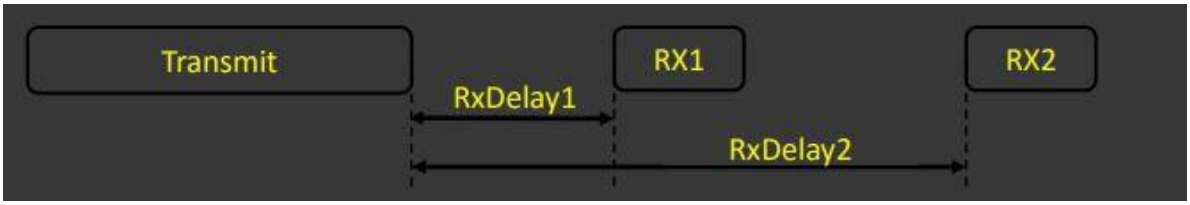


Device Address มีขนาด 32-bit ค่าของ Device Address จำเป็นจะต้อง Unique หรือไม่ซ้ำใครใน Network เลขของ Device Address จะไปปรากฏอยู่ในทุกๆ เฟรมข้อมูลโดยเป็นข้อมูลที่มองเห็นทั้ง End-Device, Network Server และ Application Server
Network Session Key ใช้สำหรับบอก Network Server ว่าต่อเข้าระบบ Network กลุ่มใดซึ่งต้องเป็นหมายเลขที่ใช้แชร์กับ Network Server ที่เราต้องการเชื่อมต่อ ลักษณะเป็น 128bit AES encrytion Key ข้อมูลส่วนนี้จะเห็นเฉพาะ End-device และ Network Server
Application Session Key ข้อมูลส่วนนี้ให้เห็นเฉพาะ End-device และ Application Server เท่านั้น ใช้สำหรับเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลส่วนของ Application Data

End-Device Class

ฝั่ง Devices จะมีการแบ่ง Class ออกไปสามคลาสตามลักษณะความต้องการในการเชื่อมต่อได้แก่

Battery Powered—Class A (ALL END-DEVICES)



เป็น Bidirectional communications
เป็นแบบ unicast messages
End-device จะหลับหลังจากส่งและตื่นขึ้นมารับภายในช่วงเวลาที่กำหนด และฝั่ง Application server ถ้าต้องการส่งค่าไปที่ End device จำเป็นต้องรอ End device ตื่นขึ้นมาเพื่อส่งข้อมูลก่อน

จุดเด่นของ Class A

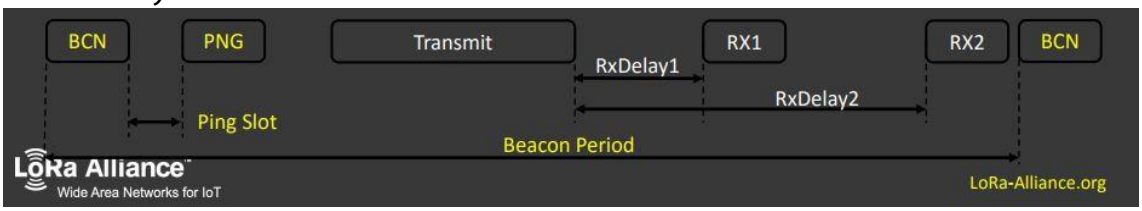
- ประหยัดพลังงานมากที่สุด

ข้อด้อยของ Class A

- มี Latency ในการรับส่งที่นานที่สุด

Class A จึงเหมาะกับ Application ประเภท Sensor ที่วัดค่าโดยใช้ แบตเตอรี่เป็นพลังงานหลัก

Low Latency—Class B



สามารถใช้ได้ทั้ง Unicast และ Multicast Message
การส่งข้อมูลจะมีการกำหนดรอบในการส่งจาก Periodic beacon จาก gateway ข้อดีคือสามารถกำหนดความเร็วและรอบในการส่งข้อมูลจากฝั่ง Server ได้

จุดเด่นของ Class B

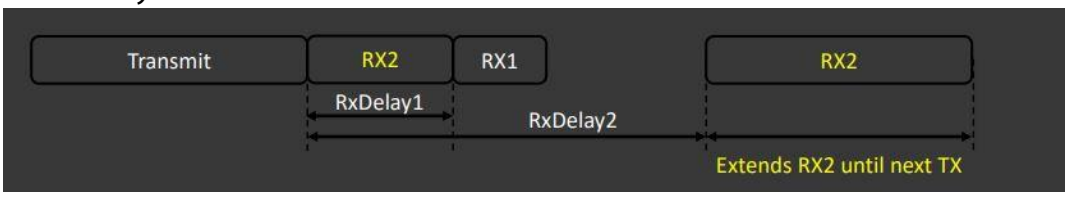
- มี Latency ที่สามารถกำหนดได้

ข้อด้อยของ Class B

- ใช้พลังงานสูงขึ้นถ้าเทียบกับ Class A

Class B จึงเหมาะกับ Application ประเภท Sensor ที่วัดค่า รวมถึง Actuator ที่ต้องการสั่งค่ากลับจาก Server

No Latency—Class C



เป็นแบบที่ End-device แทบจะไม่มีการ sleep โดยจะเปิด RX slot เพื่อรอรับข้อมูลจาก gateway ตลอดเวลาทำให้การรับส่งข้อมูลแทบจะทันเวลา และ Server สามารถส่งข้อมูลไปที่ End-device ได้ตลอดเวลา แต่แลกกับการใช้พลังงานของ End-device ที่ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับแบบอื่น

ข้อเด่นของ Class C

- Latency ในการรับข้อมูลต่ำที่สุด
- End-device เปิดรับข้อมูลตลอดเวลา

ข้อด้อยของ Class C

- ใช้พลังงานสูงที่สุด จึงเหมาะกับอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแหล่งจ่าย

วิธีการขอ join network ของ End-Device

กระบวนการเชื่อมต่อเข้าระบบเน็ตเวิคจะมีอยู่สองวิธีได้แก่

1. Over-the-Air Activation (OTAA) เป็นกระบวนการที่ใช้ Globally Unique Identifier และมีการแชร์ key ผ่านกระบวนการ Hand shaking ในระหว่างการเชื่อมต่อ กระบวนการในขั้นตอนแรกจึงยุ่งยากกว่าแบบ ABP โดยมีขั้นตอนในการเชื่อมต่อดังต่อไปนี้

- End-device จะส่ง Join Request ไปที่ Server โดยในข้อมูลประกอบไปด้วย Globally Unique End-Device Identifier (DevEUI), Application Identifier (AppEUI) และ Application key (AppKey) เพื่อขอ Session Key จาก Server
- Server จะคำนวณ session keys เช่น NetworkSKey, AppSKey และส่ง Join Accept กลับไป
- End-device จะได้รับ Join Accept
- End-device ถอดข้อมูล Join Accept

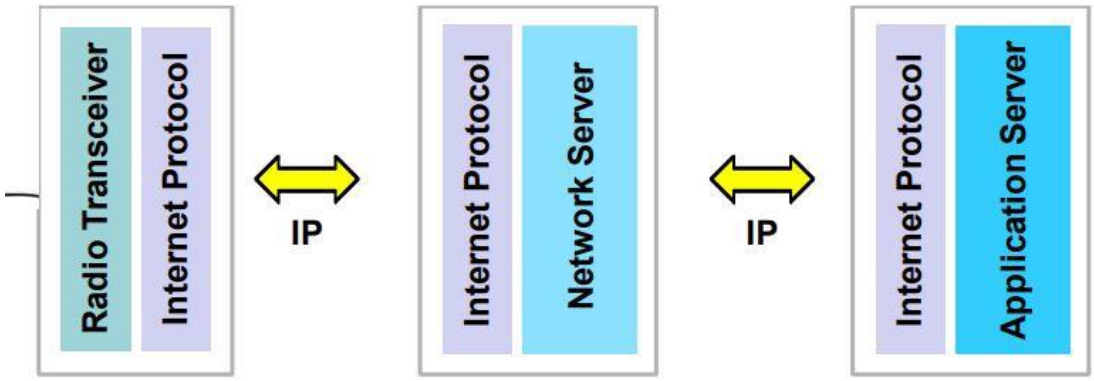
- End-device นำข้อมูล DevAddr ที่ได้รับมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ
- End-device ได้รับ Network Session Key และ Application Session Key

2. Activation By Rationalization (ABP) กระบวนการนี้จำเป็นจะต้อง share key ลง ไปที่อุปกรณ์ ในตอนผลิตหรือตอนดาวน์โหลดโปรแกรม วิธีการนี้เป็นวิธีที่สะดวกในการเชื่อมต่อเข้าระบบเน็ตเวิค เพราะ End-Device สามารถเชื่อมต่อเข้าระบบได้เลยโดยไม่ต้อง hand shaking เพื่อเชื่อมต่อ แต่ข้อเสียจะเป็นการ Locked ระบบ Network ให้ใช้ได้เฉพาะ Key นี้เท่านั้น

Gateway เชื่อมต่อกับ Network Server

การเชื่อมต่อระหว่าง Gateway กับ Network Server จะกระทำผ่าน โพรโตคอล UDP ผ่าน network packet forwarder Protocol ของ Semtech

Network Server



- มีหน้าที่จัดการเรื่อง Authenticates data ของ End-Devices ที่ถูกส่งมา
- ถ้าข้อมูลที่ถูกส่งมามี addressed มาที่ Network server ข้อมูลนั้นจะถูกประมวลผล
- Network Server จะเชื่อมต่อกับ Application Server ผ่าน Standard IP โดยที่ Network Server สามารถลงบนเครื่องเซอเวอร์เครื่องเดียวกับ Application Server ได้

Network Server จึงเป็นตัวกำหนด Deployment model ในการออกแบบระบบ Lora ได้แก่ แบบ

Private Network

- ใช้ Network server ที่ติดตั้งเองเพื่อใช้โครงข่ายแบบส่วนตัว
- เหมาะกับเครือข่ายขนาดเล็กถึงกลาง

Centralized Public Network

- ผู้ให้บริการเป็นผู้จัดการระบบเน็ตเวิค
- เหมาะกับเครือข่ายขนาดใหญ่

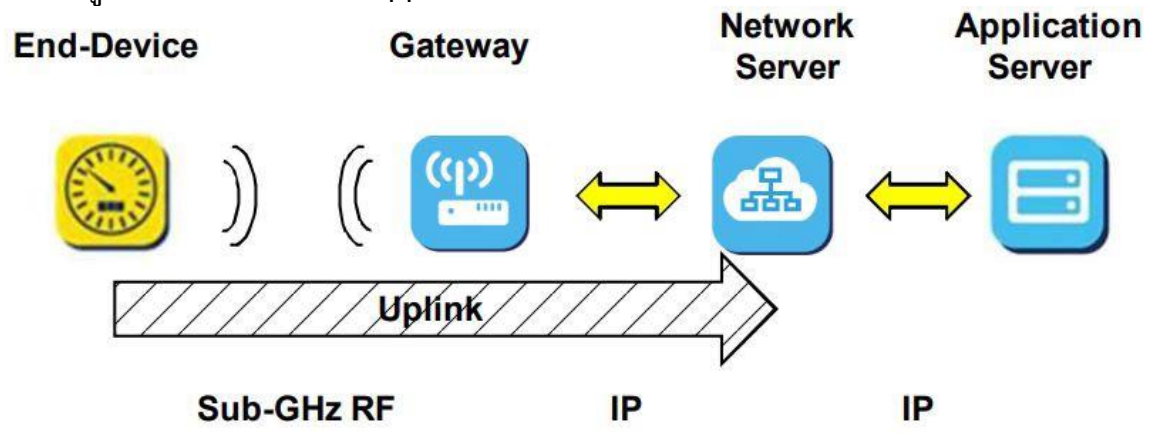
Distributed/Cooperative Public network

- ไม่มีใครเป็นเจ้าของ Network Server
- ใช้ Internet Model เช่น THE THINGS NETWORK

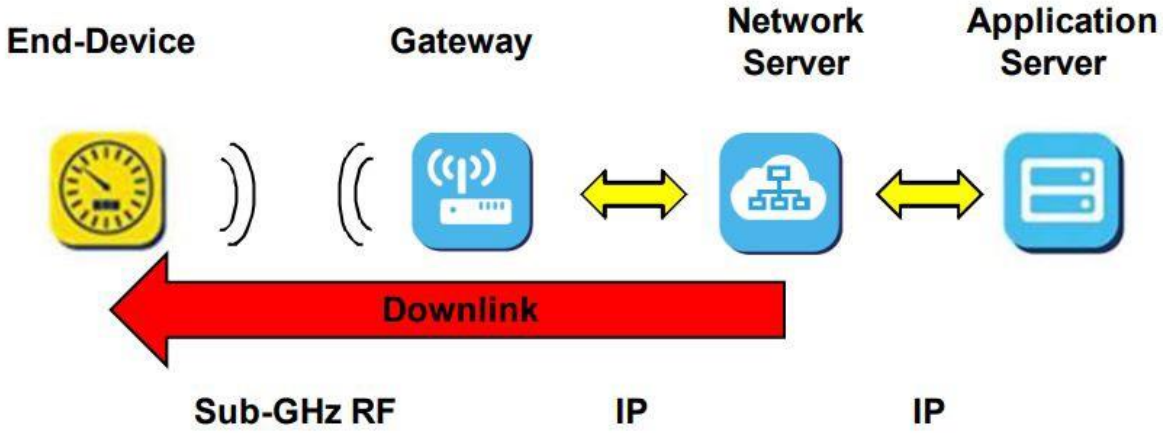
Application Server

- เป็นหลายทางที่รับข้อมูลมาจาก End-device
- Application จะถอดข้อมูลที่ได้รับมาจาก End-device และประมวลผล
- สามารถมี Application Server ได้หลายชนิด ใน LoRaWan Network เดียวกัน

การส่งข้อมูลจาก End-Device ถึง Application Server



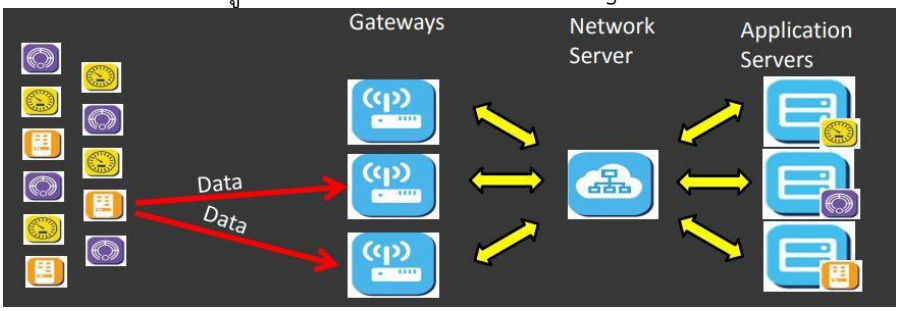
การส่งข้อมูลจาก End-device ขึ้นไปที่ Network server จะสามารถผ่าน Gateway หนึ่ง หรือ หลายตัวได้ โดยที่ Network Server จะเป็นคนเลือกและจัดการข้อมูลก่อนส่งต่อไปที่ Application Server



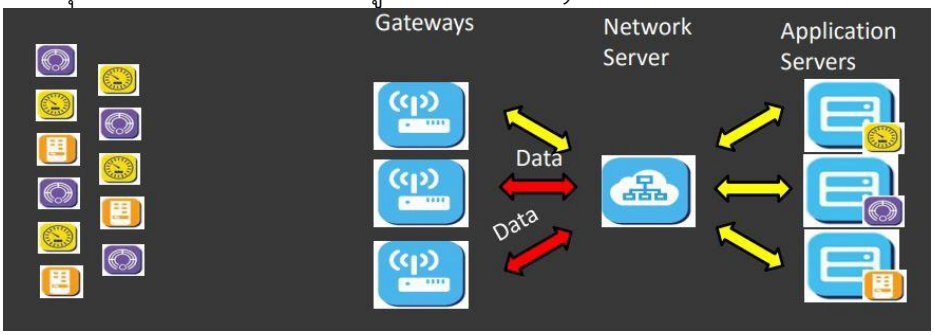
การส่งข้อมูลจาก Network Server จะผ่าน Gateway เพียงแค่ตัวเดียว โดยที่ Network Server เป็นคนเลือก Gateway ที่จะส่งข้อมูลกลับไปที่ End-Device

การส่งข้อมูลจาก End-device ไปที่ Application Server จะแบ่งออกเป็น Unconfirmed-Data Message และ Confirmed-Data Message โดยจะต่างกันที่ Unconfirmed-Data Message จะไม่มีการส่ง Acknowledge กลับจาก Application Server มาที่ End-Device

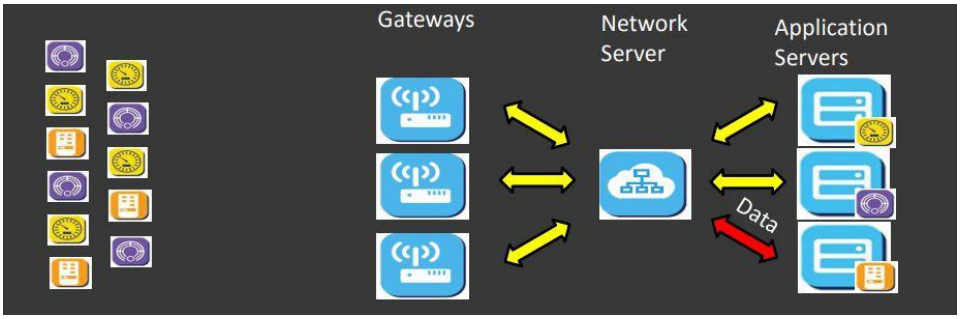
ตัวอย่างการรับส่งข้อมูลแบบ Confirmed-Data Message



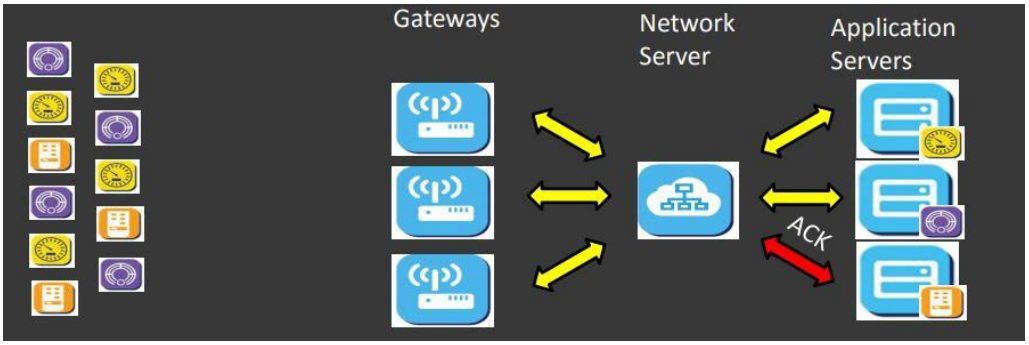
1. อุปกรณ์ End-device ส้งข้อมูลโดยมี Gateways สองตัวที่ได้รับ



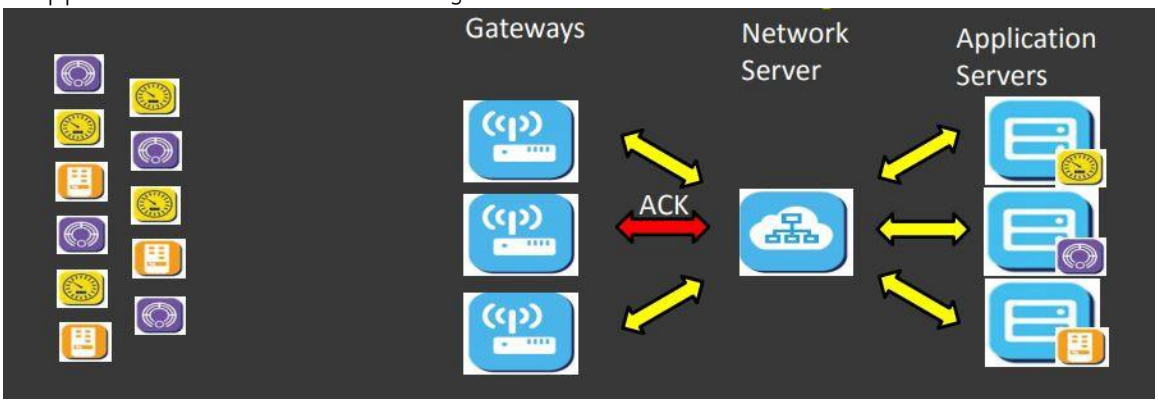
2. gateway ทั้งสองตัวได้รับข้อมูลและ forward ข้อมูลผ่าน UDP Protocol IP base ไปที่ Network Server



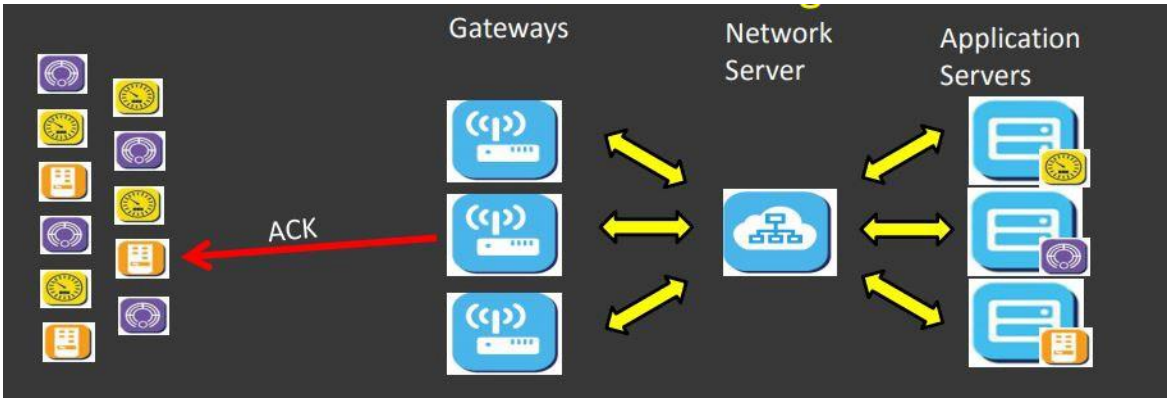
3. Network Server จัดการเรื่องการ duplicate ข้อมูลและส่งต่อไปที่ Application Server ถ้าเป็นแบบ Unconfirmed-Data Message จะจบที่ขั้นตอนนี้



4. Application Server ส่ง Acknowledgement กลับไปที่ Network Server

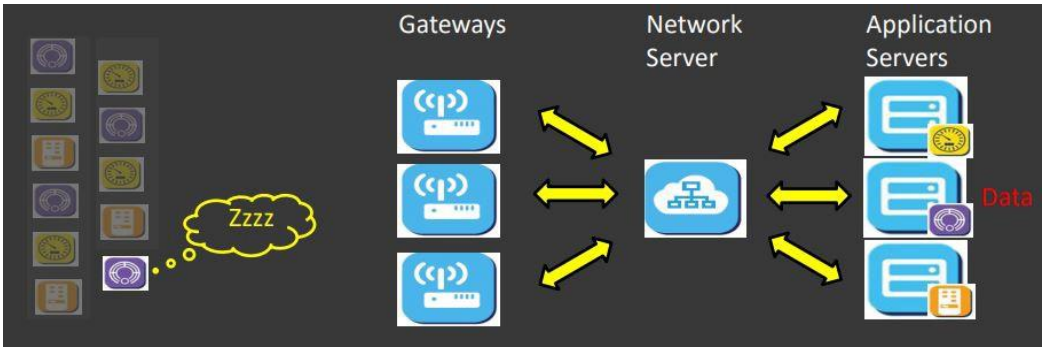


5. Network Server จะเลือก Gateway เพียงหนึ่งตัวเพื่อส่งข้อมูล Acknowledgement กลับไปที่ End-Device

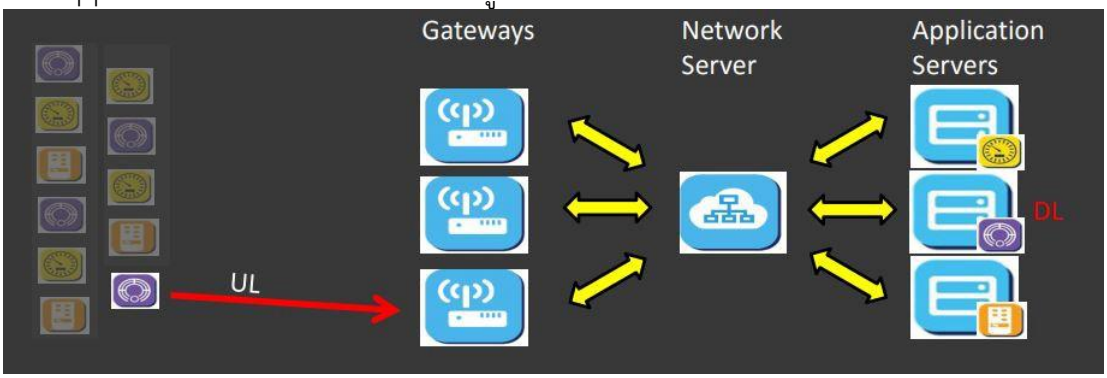


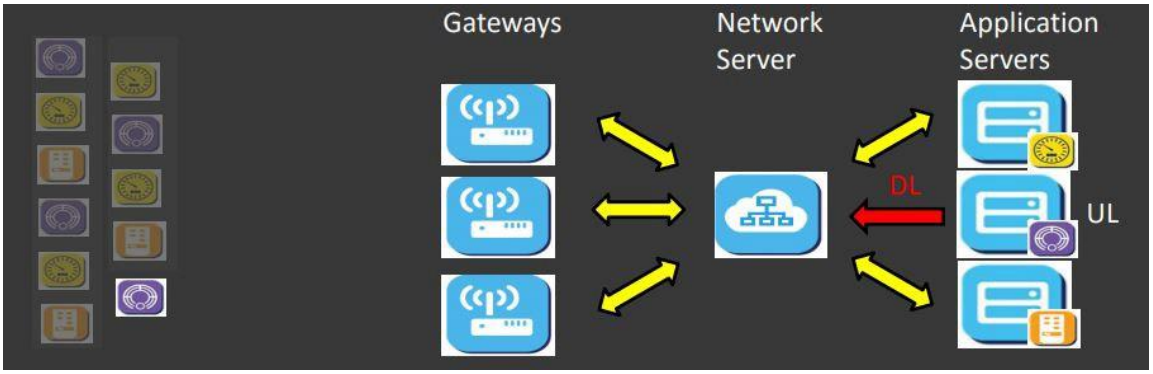
6. Gateway จะส่ง Acknowledgement กลับไปที่ End-Device

ในกรณีที่ Application Server ต้องการส่งข้อมูลไปหา End-Device ตัวอย่าง Class-A



1. Application Server ต้องการจะส่งข้อมูลบางอย่างไปที่ End-Device





2. จำเป็นจะต้องรอจนกว่า End-Device จะตื่นขึ้นมาและเริ่มต้น Transmits ข้อมูลจึงจะ สามารถส่งข้อมูลกลับไปได้

ขอขอบคุณข้อมูลจาก

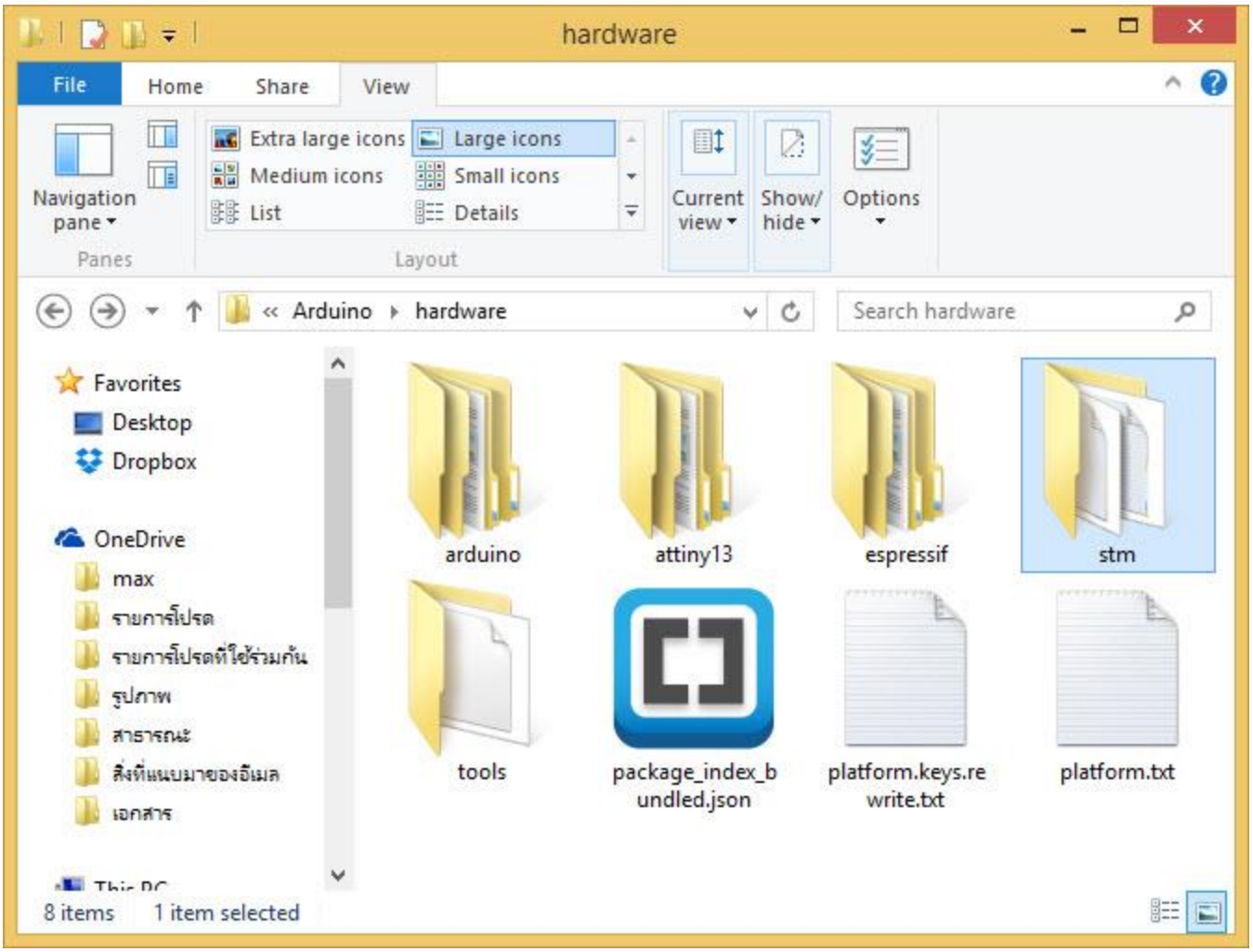
LoRaWan Network 101 OverView Lora alliance
LoRaWan Microchip Training

2.3 บอร์ด STM32

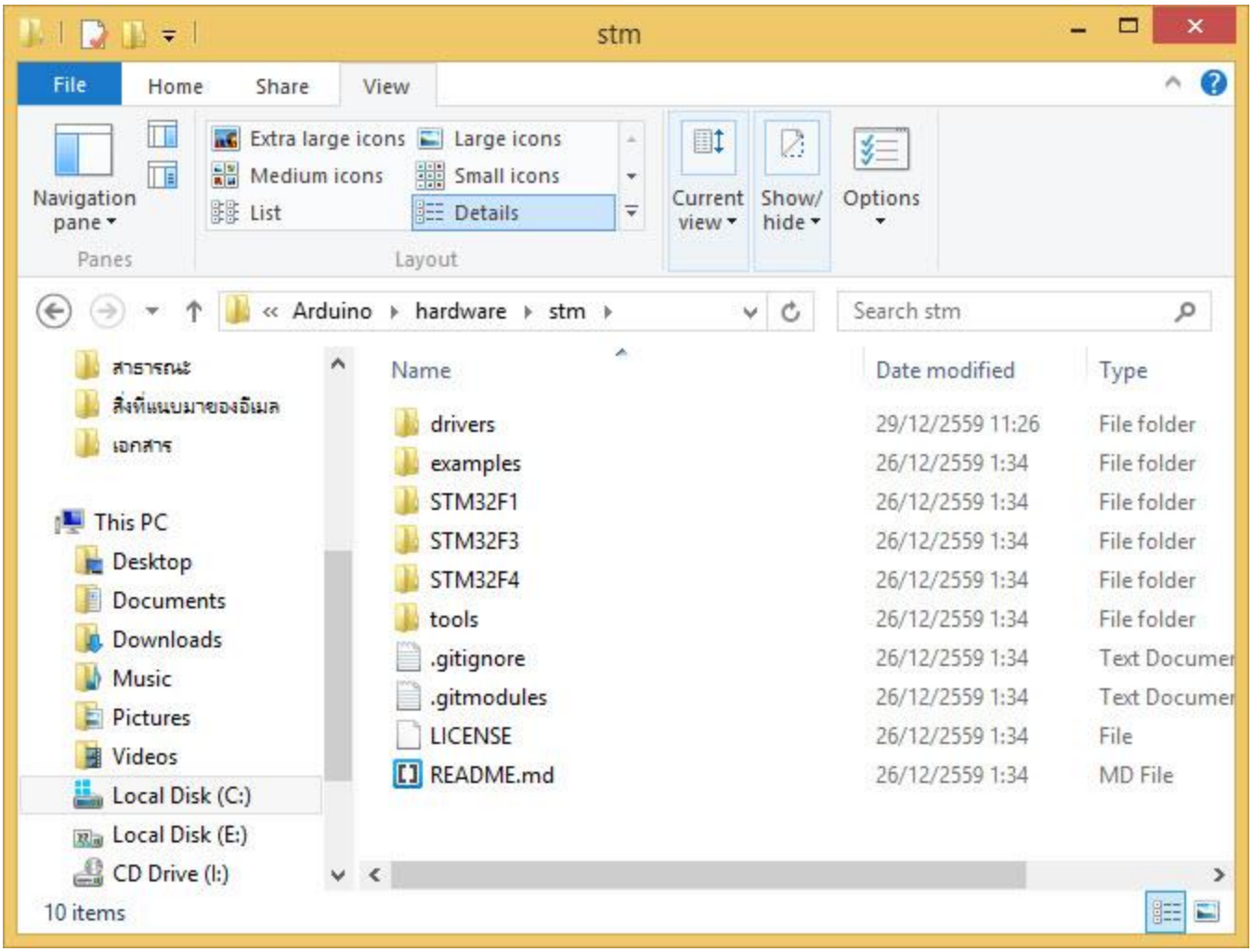
บอร์ด STM32 Nucleo เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล ARM ขนาด 32 bit จากบริษัท STMicroelectronics จุดเด่นของบอร์ด Nucleo คือใช้การพัฒนาอยู่บนแพลตฟอร์ม mbed สำหรับบอร์ดตระกูล ARM Cortex-M จากบริษัท ARM ผ่านโปรแกรมบนหน้าเว็บไซต์ mbed ผู้ใช้สามารถสามารถสร้างโปรเจ็ค เขียน แก้ไข หรือบันทึก โค้ดโปรแกรมผ่านเว็บไซต์ แล้วดาวน์โหลดโปรแกรมไปที่บอร์ดได้โดยตรงโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมสำหรับการพัฒนาบนคอมพิวเตอร์เลย ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาดาวน์โหลดหรืออัพเดตโปรแกรมในการพัฒนา และไม่ต้องจ่ายเงินซื้อลิขสิทธิ์ของโปรแกรม รวมทั้งรูปแบบการเขียนโค้ดเป็นภาษา C/C++ ที่เข้าใจง่าย เหมาะสำหรับผู้ใช้งานเริ่มต้นที่ต้องการใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ 32 บิตหรือผู้ใช้งานทั่วไปที่ต้องการพัฒนาบนแพลตฟอร์มที่ใช้งานง่ายและสะดวกรวดเร็ว

การติดตั้งบอร์ด STM32 ลงใน Arduino IDE

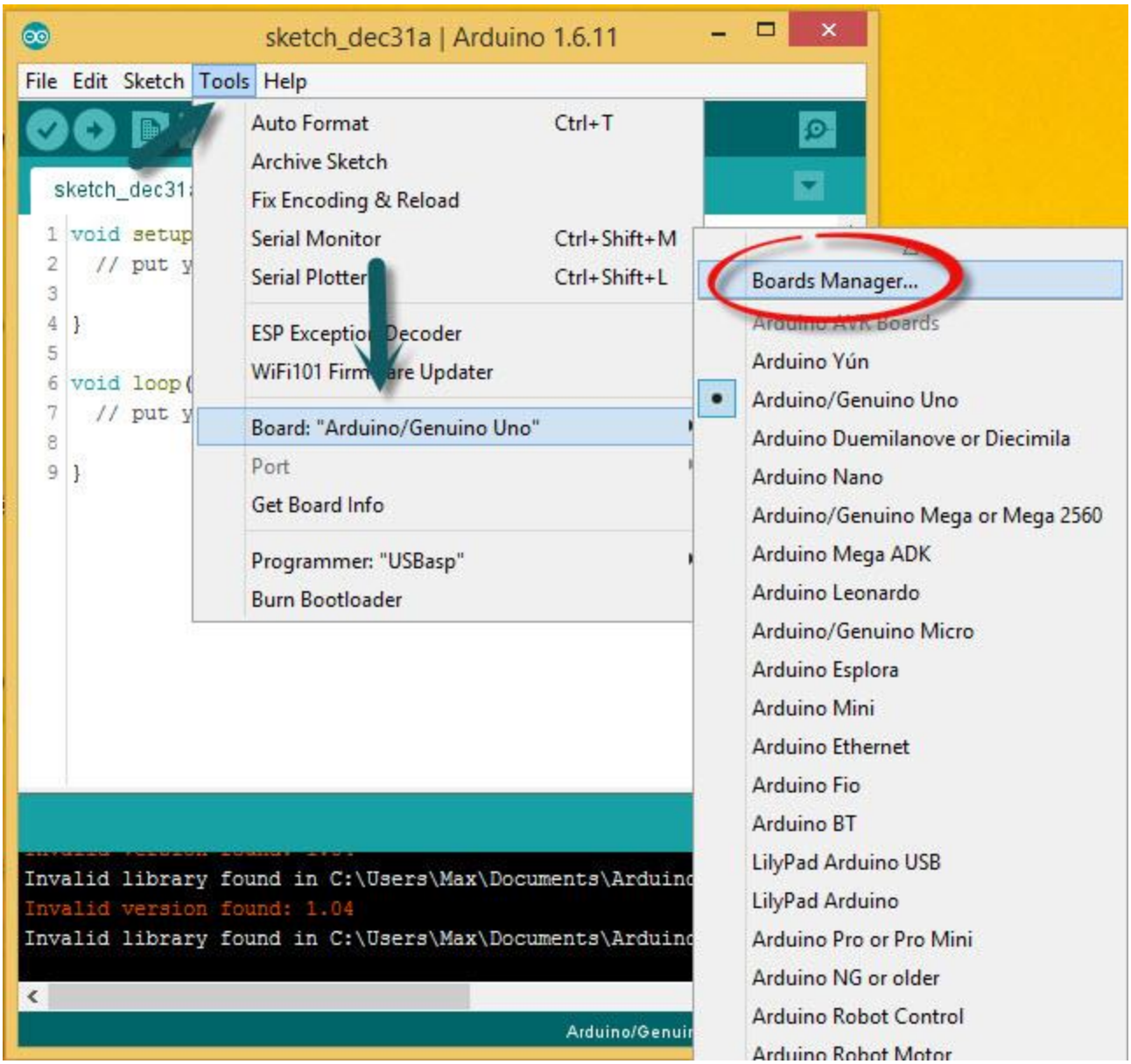
ก่อนอื่น ให้เข้าไปโหลดไฟล์ที่
ลิ้ง https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32/archive/master.zip จากนั้นเข้าไปที่ C:\Program Files[(x86)]\Arduino\hardware สร้างโฟลเดอร์ชื่อ stm รอไว้ก่อน



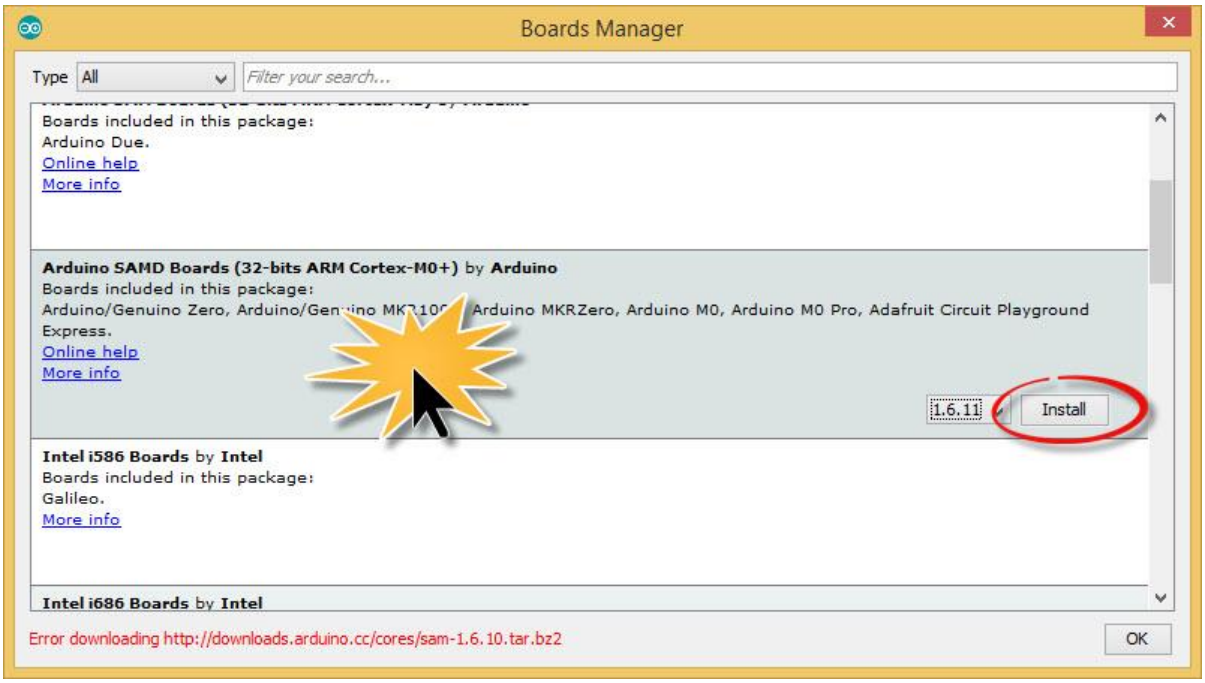
เมื่อดาว์นโหลดไฟล์เสร็จแล้ว ก็คลายไฟล์นำไปวางไว้ในโฟลเดอร์ stm



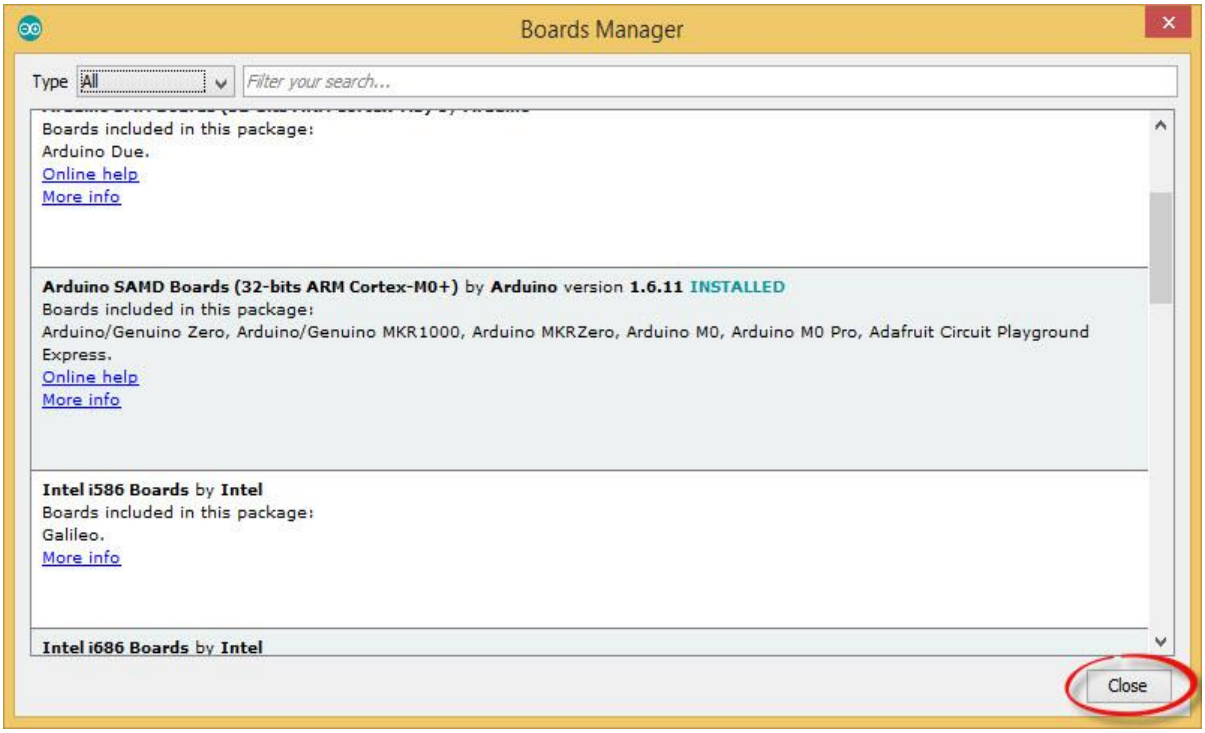
เปิดโปรแกรม Arduino ขึ้นมา กดไปที่เมนู Tool > Board > Boards Manager...



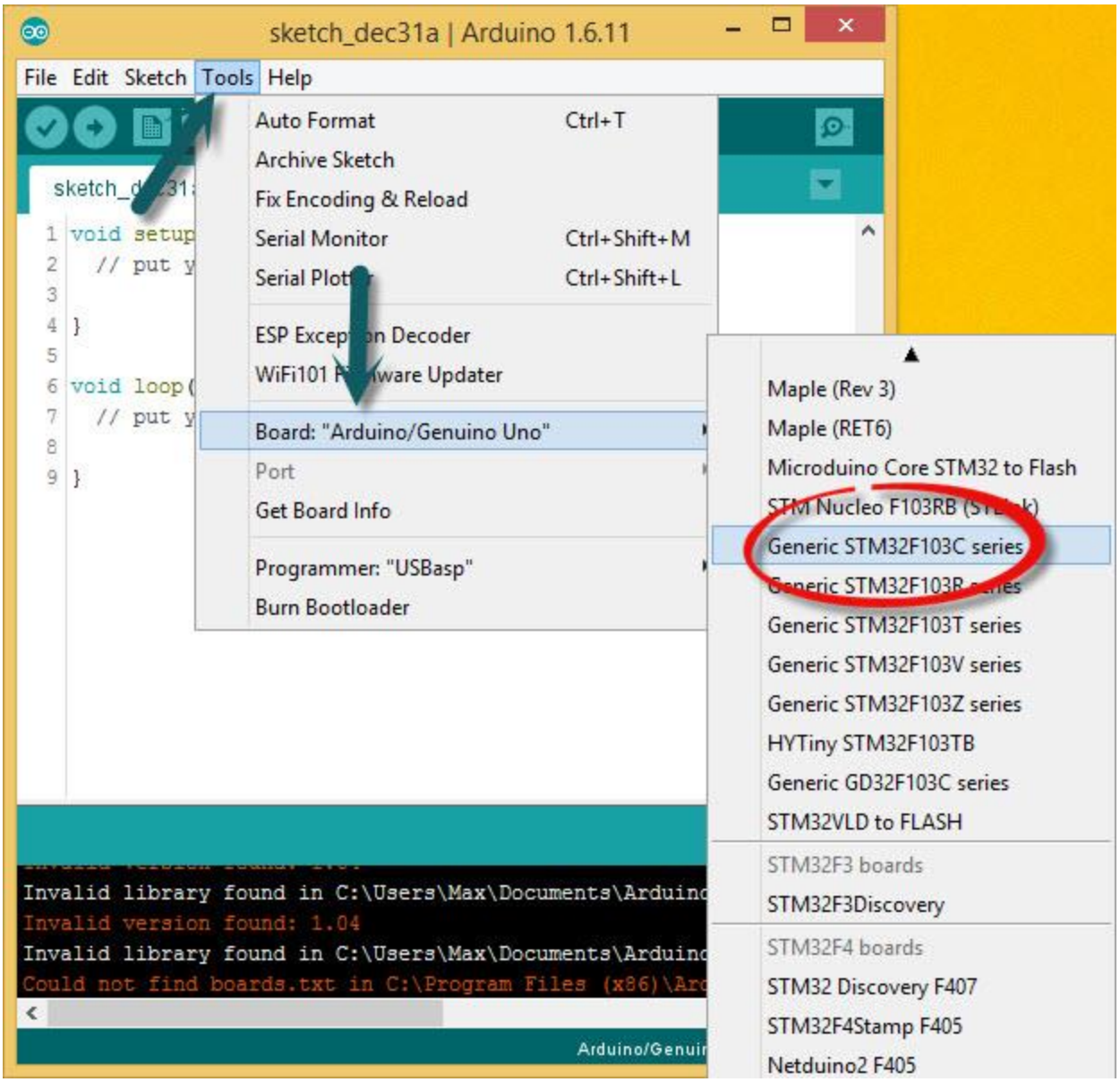
เลื่อนหา Arduino SAMD Boards (32-bits ARM Cortex-M0) คลิกเลือก แล้วกด Install



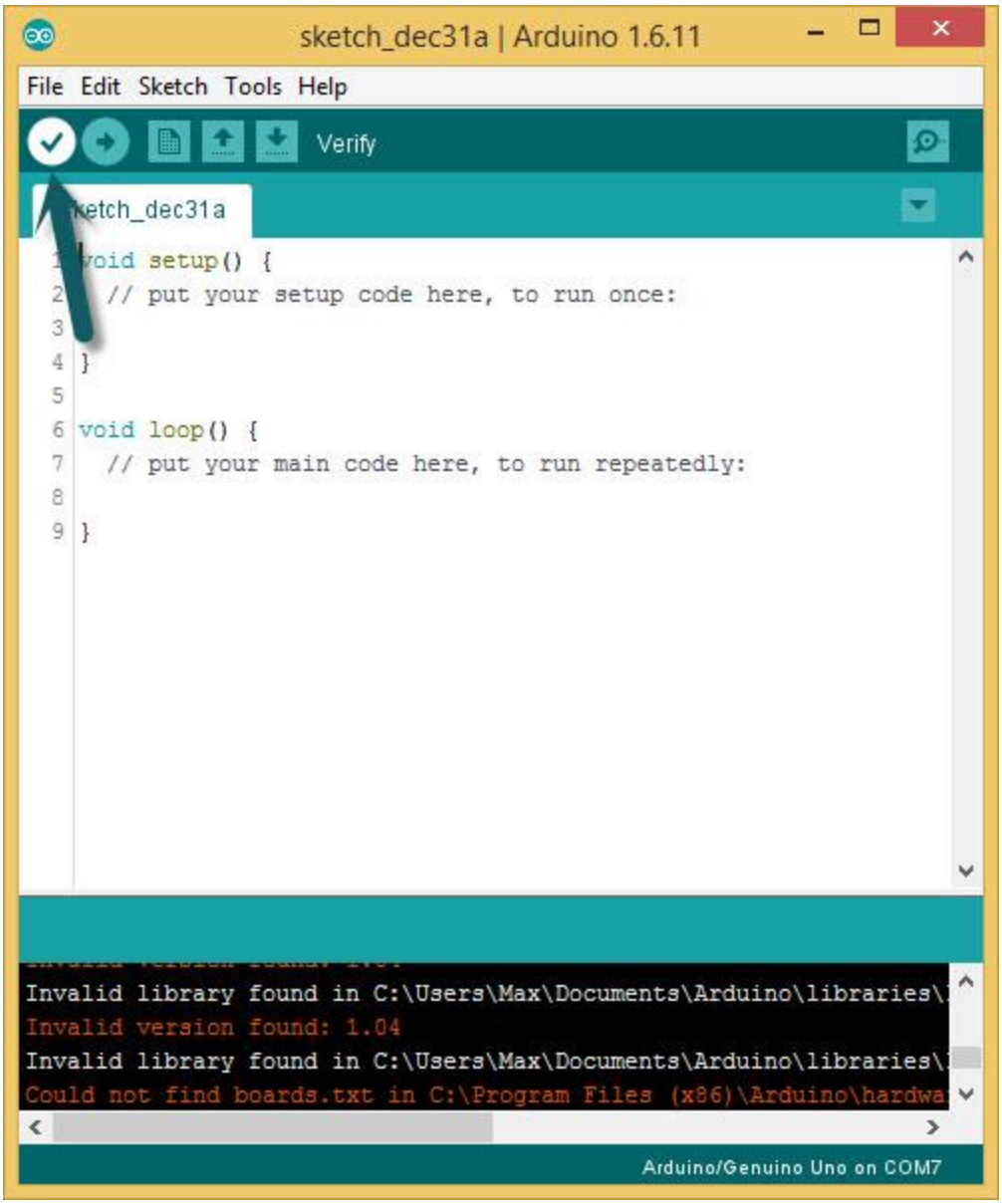
เมื่อเสร็จแล้ว กด Close ปิดไป



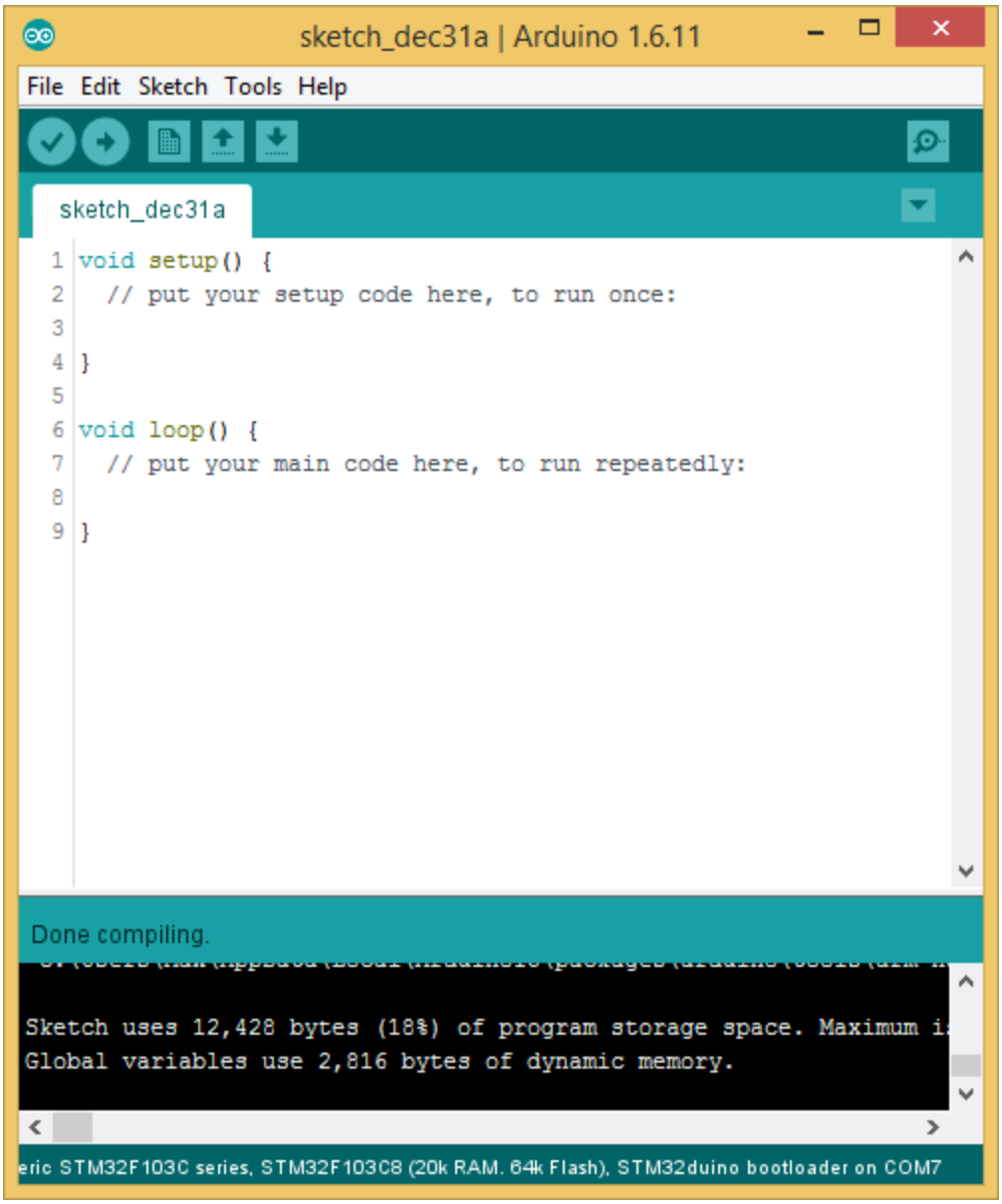
คลิกไปที่ Tool > Board > Generic STM32F103C series



ทดลองกดปุ่ม Verify



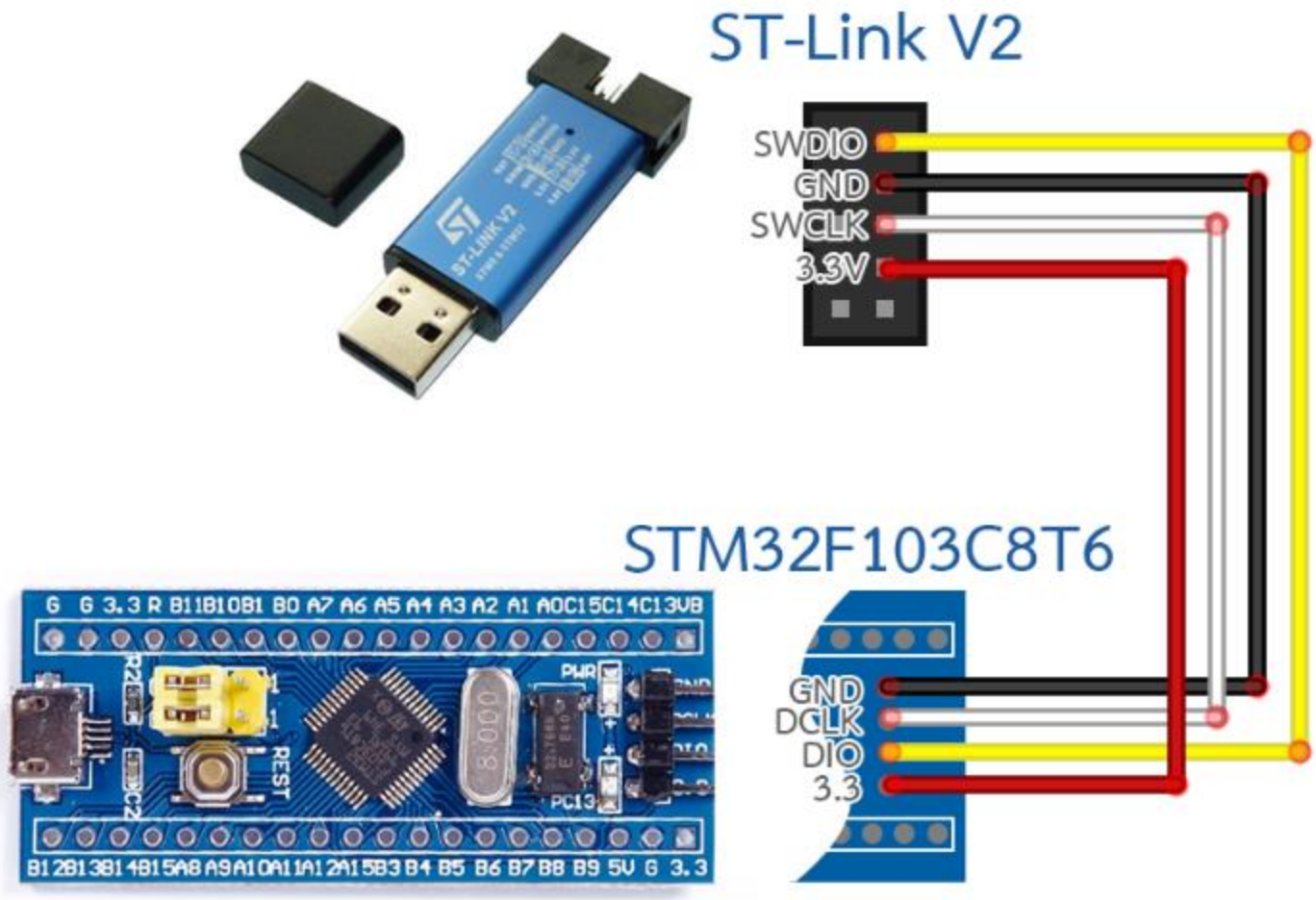
หากขึ้นประมาณดังรูป แสดงว่าสามารถคอมไพล์ได้ ไม่มีปัญหา พร้อมสำหรับเขียนโค้ดและอัพโหลดลงบอร์ดแล้ว



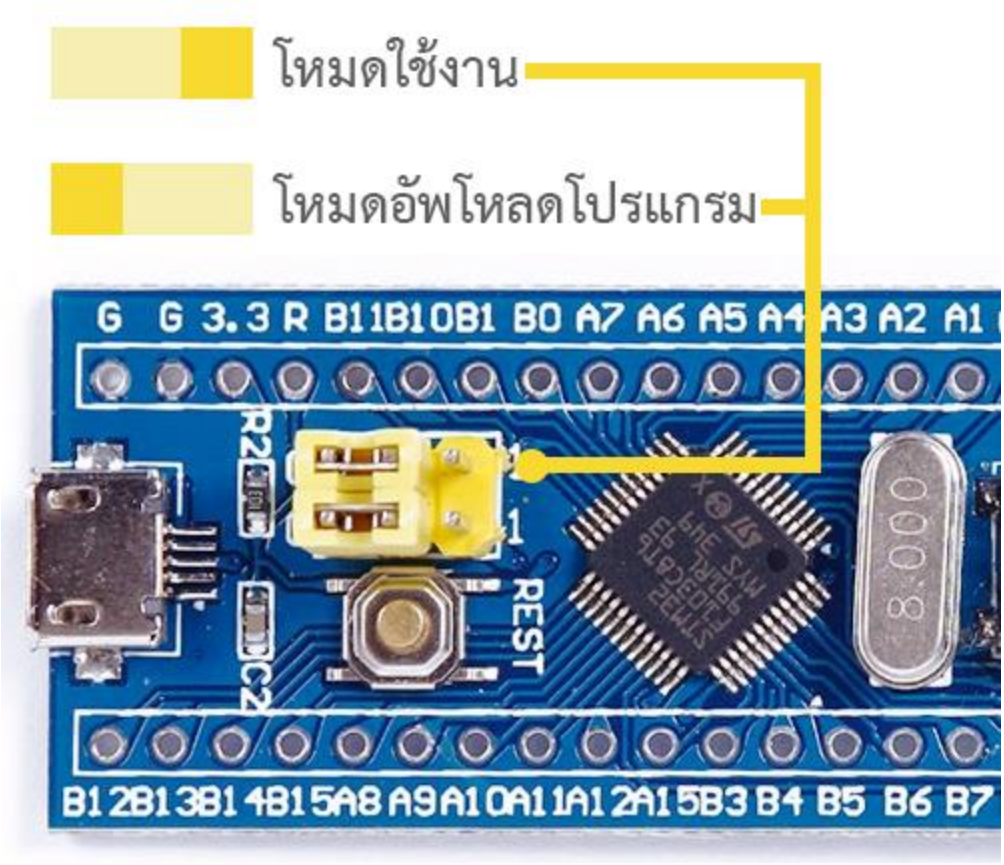
ทดสอบอัพโหลดโปรแกรมไฟกระพริบ

การอัพโหลดโค้ดลงบอร์ด STM32F103C8T6 ARM STM32 Minimum System Development Board Module จำเป็นจะต้องใช้เครื่องอัพโหลดที่ชื่อว่า ST-Link V2 หรือใช้การอัพโหลดผ่าน UART

การใช้งานอัพโหลดผ่าน ST-Link V2 สามารถต่อวงจรได้ดังรูปด้านล่างนี้

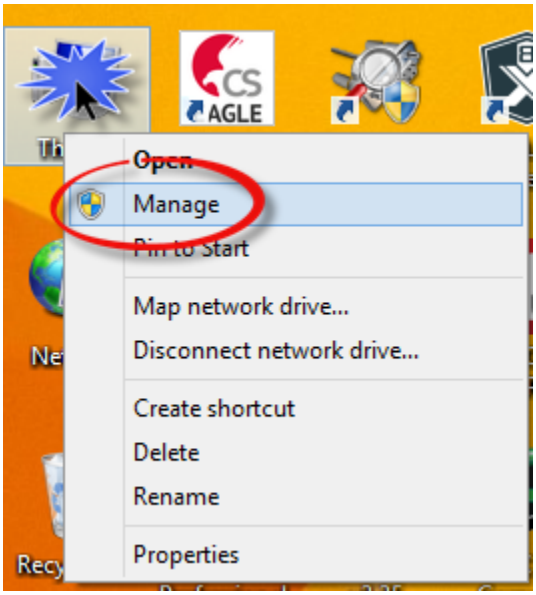


จากนั้นย้ายจั้มเปอร์สีเหลืองด้านบนให้มาอยู่อีกฝั่ง เข้าสู่โหมดอัพโหลดโปรแกรม กดปุ่ม REST ซัก 1 ครั้ง

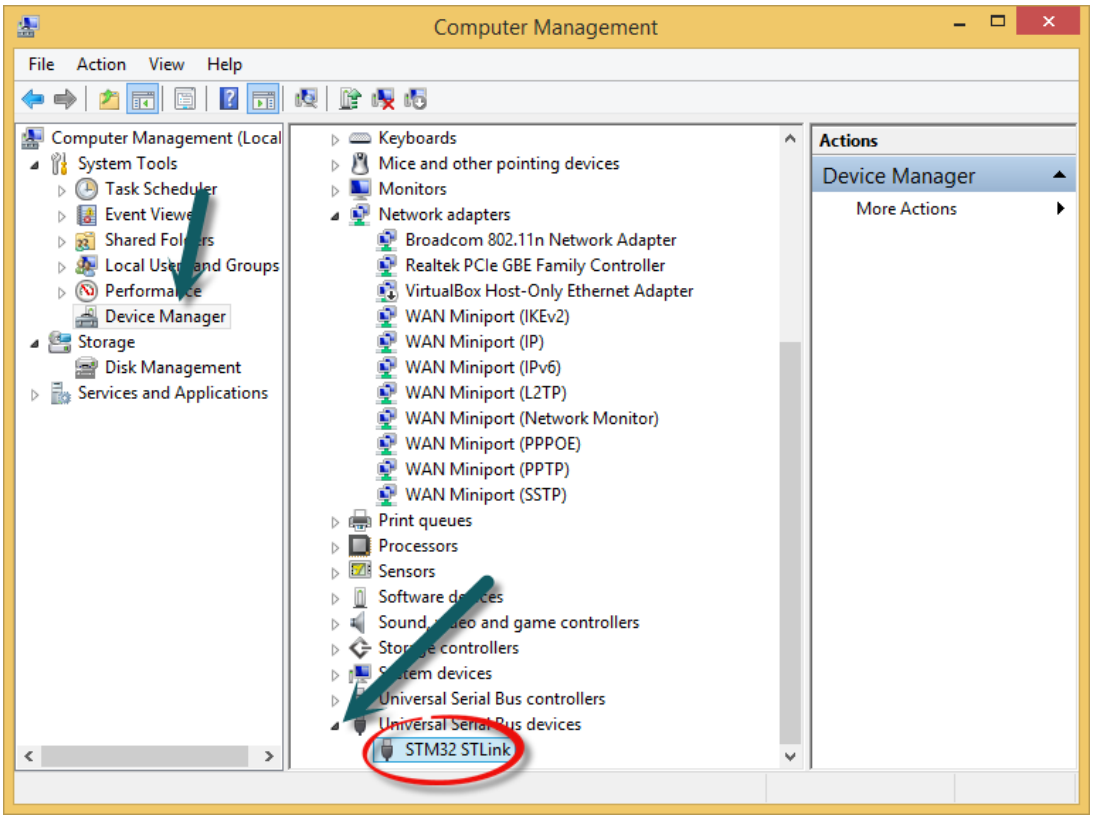


เสียบ ST-Link V2 เข้ากับคอมพิวเตอร์ จากนั้นดาว์นโหลดไดร์เวอร์จา
กลิ้ง http://www.st.com/content/st_com/en/products/embedded-software/development-tool-software/stsw-link009.html มาลงให้เรียบร้อย

จากนั้นให้ตรวจสอบว่าลงไดร์เวอร์สำเร็จหรือไม่ โดยคลิกขวาที่ This PC เลือก Manage



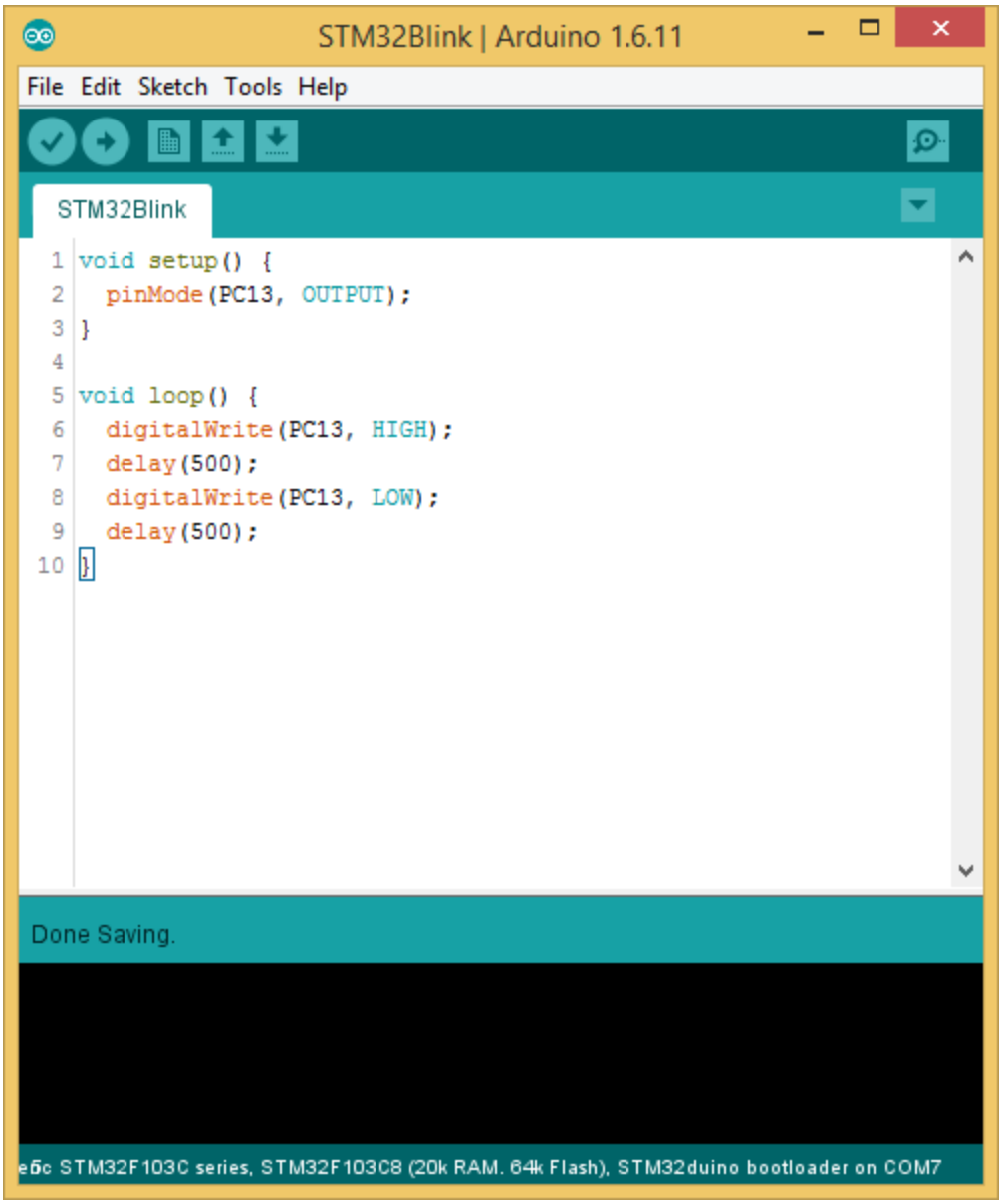
ในช่องด้านขวา เลือก Device Manager เลือก Universal Serial Bus devices แล้วจะพบกับ STM32 STLink แสดงว่าสามารถใช้งานได้แล้ว พร้อมอัพโหลดโปรแกรมต่อไป



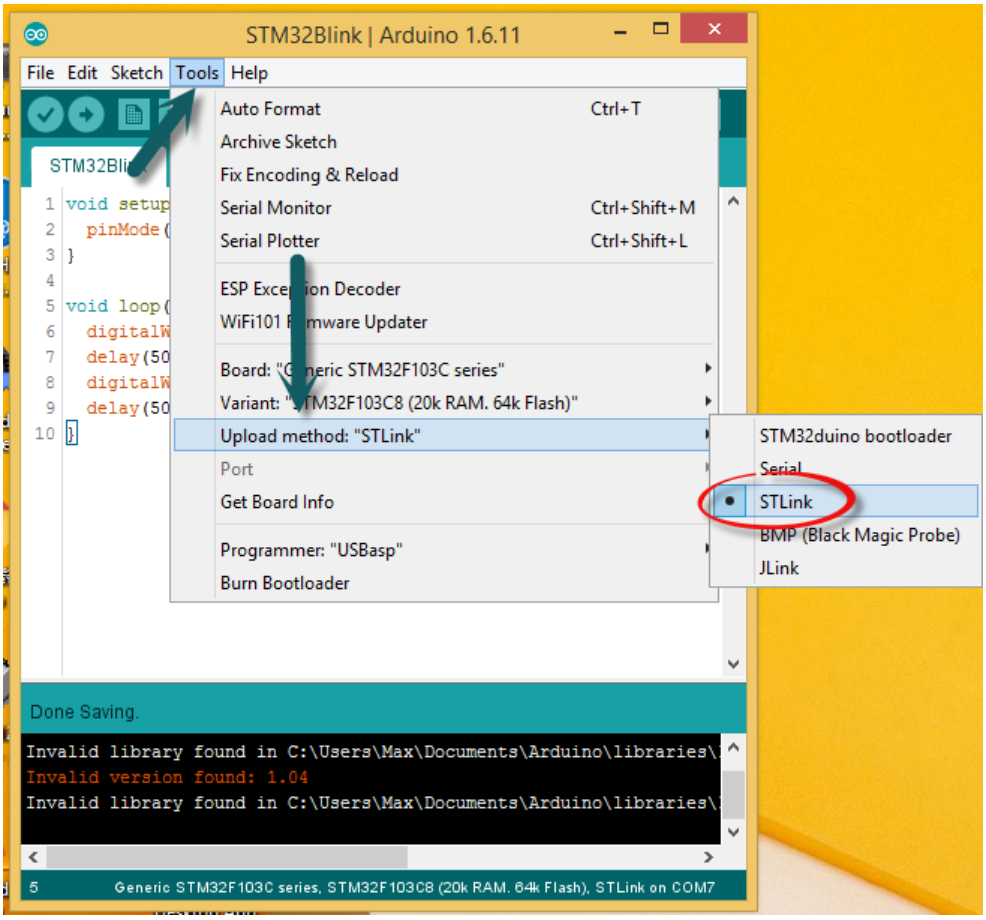
กลับไปที่โปรแกรม Arduino ให้คัดลอกโค้ดด้านล่างนี้ลงไปวางไว้

```
void setup() {
  pinMode(PC13, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(PC13, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(PC13, LOW);
  delay(500);
}
```

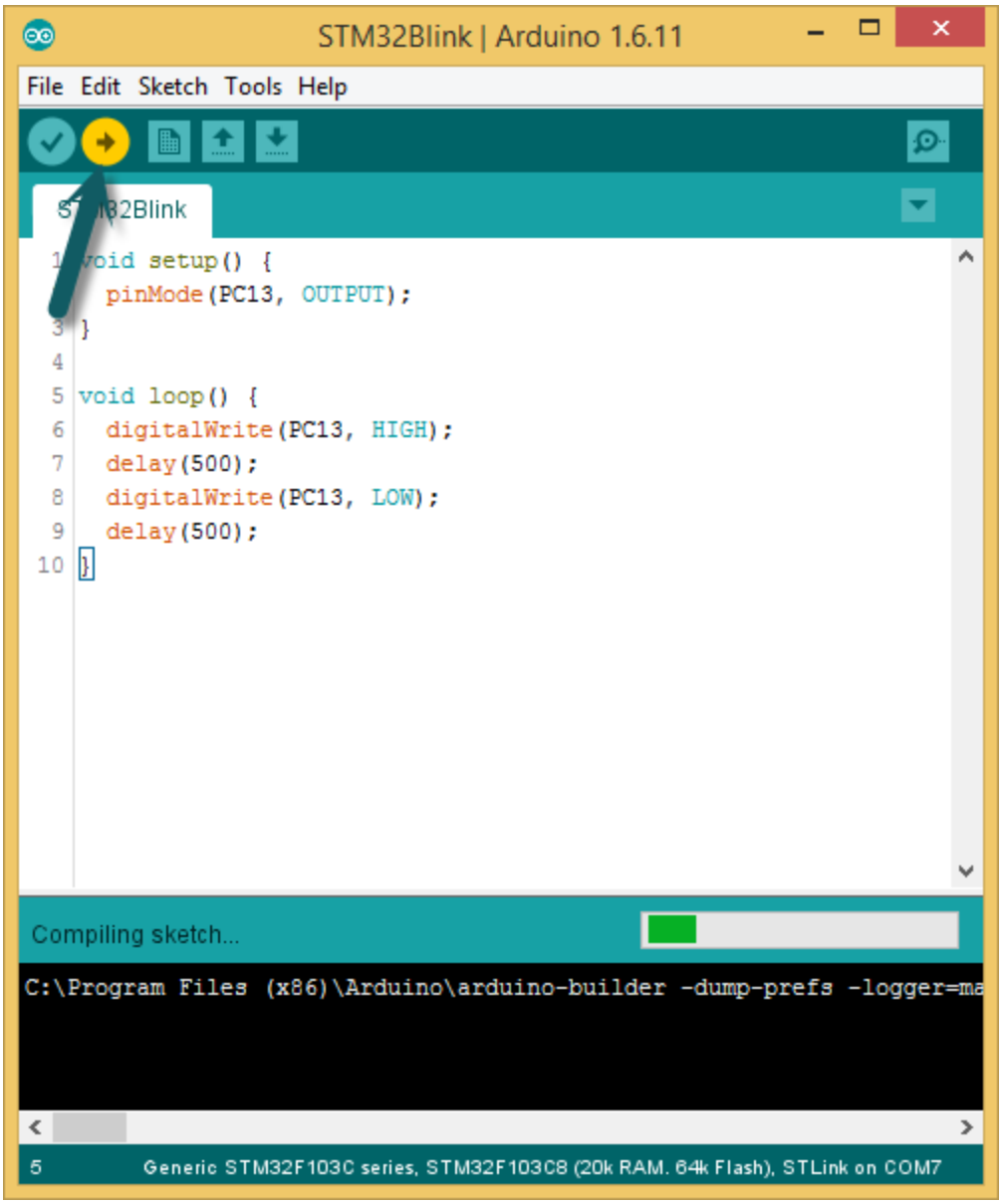
view rawSTM32Blink.ino hosted with ❤ by GitHub



กดไปที่ Tool > Upload method เลือก STLink


STM32Blink | Arduino 1.6.11
File Edit Sketch Tools Help
Auto Format Ctrl+T
Archive Sketch
Fix Encoding & Reload
Serial Monitor Ctrl+Shift+M
Serial Plotter Ctrl+Shift+L
Board: "Generic STM32F103C series"
Variant: "STM32F103C8 (20k RAM. 64k Flash)"
Upload method: "STLink"
Port
Get Board Info
Programmer: "USBasp"
Burn Bootloader
STM32duino bootloader
Serial
STLink
BMP (Black Magic Probe)
JLink
Done Saving.
Invalid library found in C:\Users\Max\Documents\Arduino\libraries\
Invalid version found: 1.04
Invalid library found in C:\Users\Max\Documents\Arduino\libraries\
Generic STM32F103C series, STM32F103C8 (20k RAM. 64k Flash), STLink on COM7

กด Upload

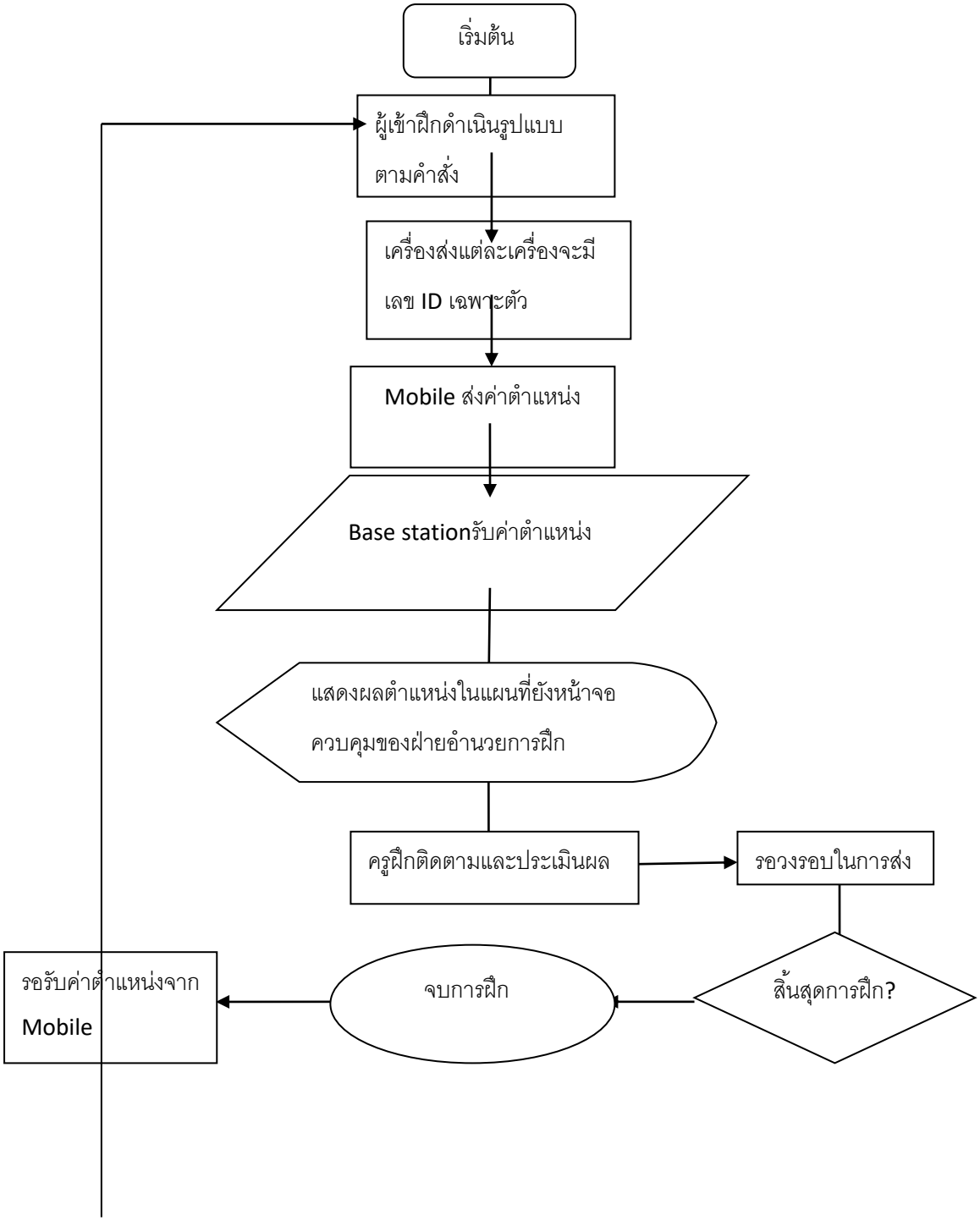


หากไม่มีอะไรผิดพลาด จะขึ้น Done uploading. แล้ว LED บนบอร์ดก็จะกระพริบแล้ว

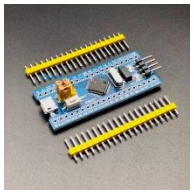
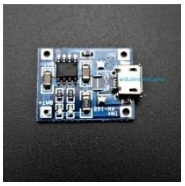
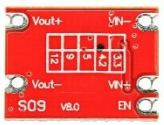
STM32Blink | Arduino 1.6.11
File Edit Sketch Tools Help
STM32Blink
1 void setup() {
2 pinMode(PC13, OUTPUT);
3 }
4
5 void loop() {
6 digitalWrite(PC13, HIGH);
7 delay(500);
8 digitalWrite(PC13, LOW);
9 delay(500);
10 }
Done uploading.
"C:\Users\Max\AppData\Local\Arduino15\packages\arduino\tools\arm-n
Sketch uses 12,876 bytes (19%) of program storage space. Maximum i
Global variables use 2,816 bytes of dynamic memory.
C:\Program Files (x86)\Arduino\hardware\stm/tools/win/stlink_uploa
5
Generic STM32F103C series, STM32F103C8 (20k RAM. 64k Flash), STLink on COM7

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานโครงงาน



อุปการณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม (บาท)	รูปภาพ
1	บอร์ด STM32F103C8T6 Board STM32 ARM Cortex-M3 Arduino IDE Compatible	2	120/ชิ้น	240	
2	SX1278/SX1276 Wireless Module 433MHz LORA 3km (UART Interface) (AS32-TTL-100)	2	400/ชิ้น	400	
3	TP4056 1A Micro USB Battery Charger Board (FC-96)	2	35/ชิ้น	70	
4	DC automatic step-up and step-down power supply module 3-15V to 5V 600mA โมดูลแปลงไฟ 3-15V เป็น 5V 600mA	2	60/ชิ้น	120	

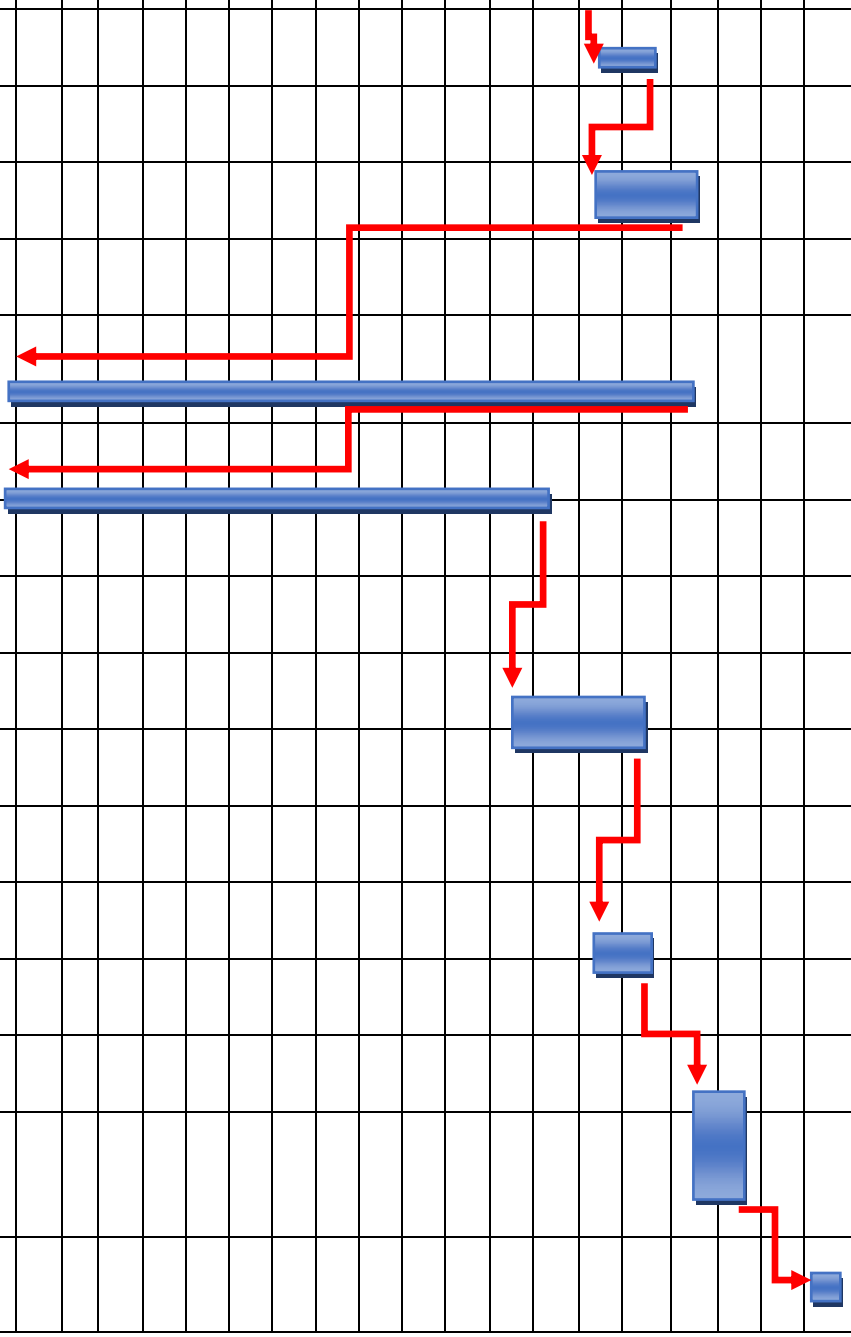
5	3.7V 1200mAh Lithium Battery Rechargeable Polymer (LiPo) - รุ่น 402970	1	280/ก้อน	280	
6	Dual-mode GPS + Beidou Active Antenna - Magnetic Mount (5 meter)	2	200/ชิ้น	400	
7	3.7V 420mAh Lithium Battery Rechargeable Polymer (LiPo)รุ่น 402050	2	120/ชิ้น	240	
8	สวิทช์ไฟเปิด ปิด	3	10/ชิ้น	30	

9	GPS Module (ATGM336H) with Antenna replacement NEO-6M / NEO-M8N โมดูล GPS ATGM336H พร้อมสายอากาศ	3	400/ชิ้น	1,200	
10	สวิทช์ไฟเปิด ปิด ฉุกเฉิน	3	85/ชิ้น	255	
			รวม	3,235	

แผนการดำเนินงาน

รายการปฏิบัติงาน	ต.ค.61				พ.ย.61				ธ.ค.61				ม.ค.62				ก.พ.62				มี.ค.62			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ขอครูเป็นที่ปรึกษา																								
ค้นคว้าข้อมูล																								
เสนอชื่อโครงงานกับครูที่ปรึกษา																								
กลั่นกรองโครงงาน																								
เสนอรายการอุปกรณ์																								
-ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์																								
-ตรวจสอบราคา																								
-เสอรายการอุปกรณ์																								
ขออนุมัติจัดทำโครงงาน																								
จัดทำโครงงาน																								
-ออกแบบวงจร																								
-ทำแผ่นปริ้นต์																								
-ลงอุกรณ์																								

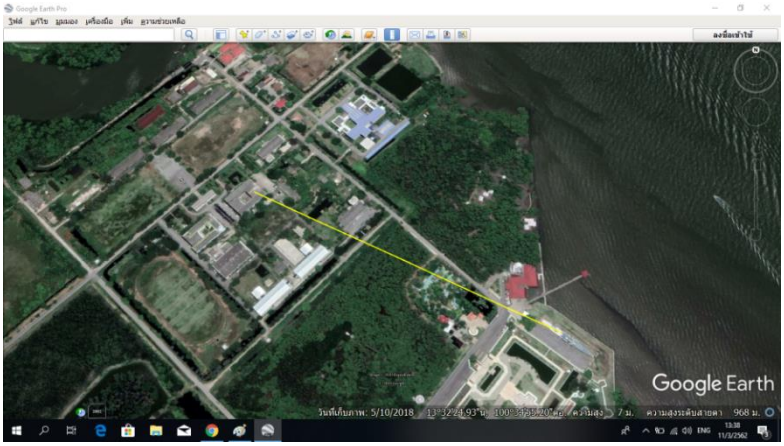
รายการปฏิบัติงาน	ต.ค.61				พ.ย.61				ธ.ค.61				ม.ค.62				ก.พ.62				มี.ค.62			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
-ทำเคสใส่อุปกรณ์																								
-ทดสอบการทำงาน																								
ตรวจสอบการทำงาน																								
ปรับปรุงแก้ไข																								
จัดทำเอกสารโครงงาน																								
บทที่1																								
บทที่2																								
บทที่3																								
บทที่4																								
บทที่5																								
-PowerPoint																								
-แผ่นพับ																								
-บอร์ด																								
นำเสนอโครงงาน																								
ส่งโครงงาน-เอกสารโครงงาน																								
จัดทำนิทรรศการโครงงาน																								



ทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

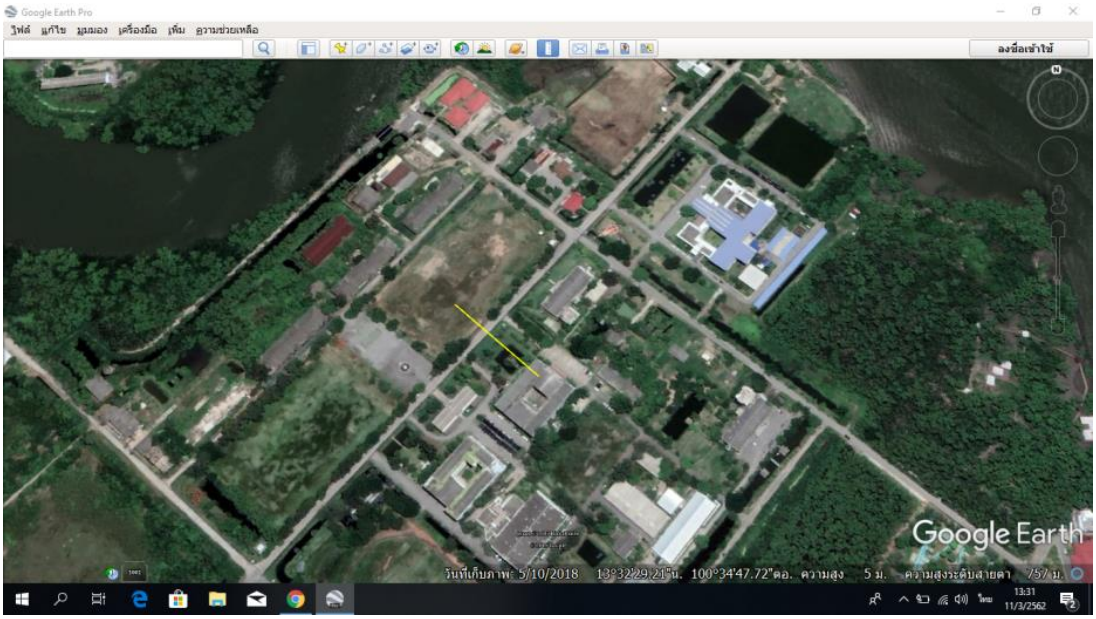
ผลการทดลอง : ตรวจจับสัญญาณจากอาคาร กวก.อล.ทร ไปยัง ร.ล.แม่กลอง



ระยะทางจากเครื่องส่ง (เมตร)	ความสูงของ Base Station จากพื้น (เมตร)	Packet (ครั้ง/นาที)							
		รอบที่1		รอบที่2		รอบที่3		เฉลี่ย	
		รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง
50	3	900	16	900	19	900	16	900	17
100	3	900	20	900	19	900	20	900	19.67
300	3	900	-	900	-	900	-	900	-
400	3	900	-	900	-	900	-	900	-
500	3	900	6	900	9	900	8	900	7.67

จากผลการทดลองระยะ 50 -300 เมตร สามรถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 18 ครั้ง/นาที ระยะ 300-400 ไม่สามารถทำการรับส่งสัญญาณได้เนื่องจากมีสิ่งกัดขวางทางธรรมชาติและสิ่งปลูกสร้างหรือเครื่องส่งอาจจะอยู่ในที่ต่ำ ระยะ 500 เมตร สามารถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 7 ครั้ง/นาที

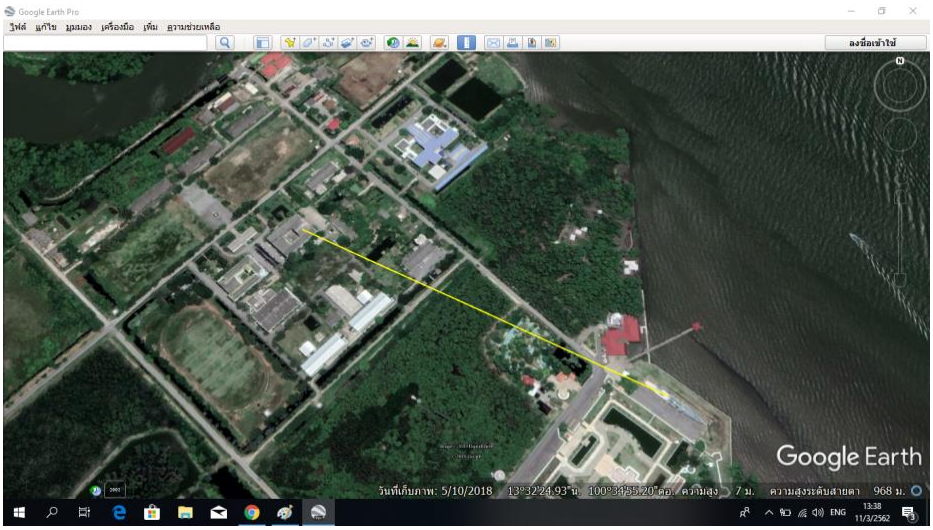
ผลการทดลอง : ตรวจจับสัญญาณจากอาคารกวก.อล.ทรไปยังกราบพักอาคารไม้



ระยะทางจากเครื่องส่ง (เมตร)	ความสูงของ Base Station จากพื้น (เมตร)	Packet (ข้อมูล/นาที)							
		รอบที่1		รอบที่2		รอบที่3		เฉลี่ย	
		รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง
50	3	900	16	900	19	900	16	900	17
100	3	900	20	900	19	900	20	900	19.67
200	3	900	14	900	18	900	19	900	17

จากผลการทดลองระยะ 50 - 100 เมตร สามรถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 18 ครั้ง/นาที ระยะ 200 เมตร สามารถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 17 ครั้ง/นาที

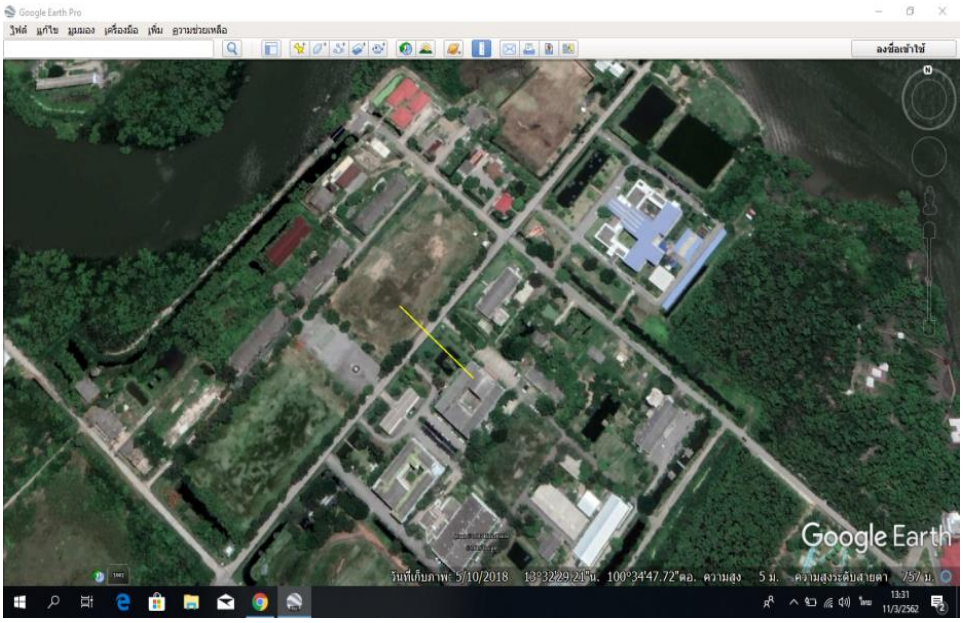
ผลการทดลอง : ตรวจจับสัญญาณจากอาคาร กวก.อล.ทร ไปยัง ร.ล.แม่กลอง



ระยะทางจากเครื่องส่ง (เมตร)	ความสูงของ Base Station จากพื้น (เมตร)	Packet (ครั้ง/นาที)							
		รอบที่1		รอบที่2		รอบที่3		เฉลี่ย	
		รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง
50	6	900	10	900	24	900	20	900	18
100	6	900	8	900	14	900	20	900	14
300	6	900	-	900	-	900	-	900	-
400	6	900	-	900	-	900	-	900	-
500	6	900	13	900	10	900	7	900	10

จากผลการทดลองระยะ 50 - 300 เมตร สามรถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 16 ครั้ง/นาที ระยะ 300-400 ไม่สามารถทำการรับส่งสัญญาณได้เนื่องจากมีสิ่งกัดขวางทางธรรมชาติและสิ่งปลูกสร้างหรือเครื่องส่งอาจจะอยู่ในที่ต่ำ ระยะ 500 เมตร สามารถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 10 ครั้ง/นาที

ผลการทดลอง : ตรวจจับสัญญาณจากอาคารกวก.อล.ทรไปยังกราบพักอาคารไม้



ระยะทางจากเครื่องส่ง (เมตร)	ความสูงของ Base Station จากพื้น (เมตร)	Packet (ข้อมูล/นาที)							
		รอบที่1		รอบที่2		รอบที่3		เฉลี่ย	
		รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง
50	6	900	10	900	24	900	20	900	18
100	6	900	8	900	14	900	20	900	14
200	6	900	14	900	18	900	19	900	17

จากผลการทดลองระยะ 50 สามรถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 18 ครั้ง/นาที ระยะ 100 สามารถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 14 ครั้ง/นาที ระยะ 200 เมตร สามารถส่งข้อมูลเฉลี่ยได้ 17 ครั้ง/นาที

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำโครงงานคอมพิวเตอร์ การพัฒนาสื่อเพื่อการศึกษา เรื่อง GPS ติดตามตัวบุคคล(GPS Tracking Person)นี้สามารถสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1การดำเนินงานจัดทำโครงงาน

5.1.1วัตถุประสงค์ของโครงงาน

5.1.1.1 สร้างระบบติดตามตัวบุคคลได้

5.1.1.2สามารถนำมาแสดงผลบนโปรแกรมOpen CPN

5.1.1.3ผู้ควบคุมการฝึกสามารถนำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลผลได้

5.1.1.4 เพื่อนำไปพัฒนาและใช้งานในหน่วยงานต่างๆในทางทหารได้

5.1.2 วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

5.1.2.1 บอร์ดSTM 32

5.1.2.2 บอร์ดสื่อสารไร้สาย LORA

5.1.2.3 GPS

5.1.2.4 Battery charger

5.1.2.5 Battery 3.7 v

5.1.2.6 สายอากาศ

5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงงานเพื่อนำไปปฏิบัติใช้จริงในเรื่อง “ จีพีเอสติดตามตัว ”(LoRaPersonel Tracking System for Operation Training) ผู้จัดทำโครงงานมีวัตถุประสงค์เพื่อการติดตามและประเมินผลผู้เข้าฝึก สามารถนำไปพัฒนาต่อในการนำไปใช้ในงานช่วยเหลือกู้ภัยพิบัติและแก้ไขรูปแบบการฝึกยุทธวิธีต่างๆให้เกิดความถูกต้องที่สุด ดังนั้น ผลการดำเนินงานหรือข้อมูลทั้งหมดมี ผลการดำเนินงานดังนี้

5.2.1 ผู้กระทำการฝึกจะมีเครื่องGPSติดตามตัว GPSตัวนี้จะรับค่าสัญญาณจากดาวเทียมแปลงเป็นข้อมูล LAT/LONG ส่งออกไปในย่านความถี่LoRaข้อมูลเหล่านี้จะส่งไปยังเครื่องรับที่ศูนย์อำนวยการ เครื่องรับจะรับข้อมูลแล้วส่งข้อมูลผ่านไปทางสายแลนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วผู้ทำการควบคุมการฝึกสามารถตรวจสอบตำแหน่งผู้กระทำการฝึกได้ผ่านโปรแกรมOpen CPN ครูฝึกสามารถนำเอาข้อมูลไปประเมินผลการฝึกแล้วนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ถูกต้องซึ่งนำเอาข้อมูลทั้งหมดส่งผ่านสาย LAN เข้าสู่คอมพิวเตอร์ นำมาแสดงผลบนโปรแกรม Open CPN และโปรแกรมนี้ยังใช้

งานควบคู่ไปกับโปรแกรม Google Earth ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถแสดงผล บอกตำแหน่ง และทิศทาง ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.3ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การเพิ่มระยะทางในการรับสัญญาณให้ได้ไกลมากขึ้น

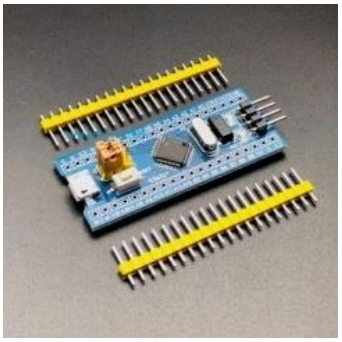
5.3.2 อยากให้กันน้ำได้

5.3.3 อยากให้ใช้แบตเตอรี่แบบซื้อตามท้องตลาดได้

5.3.4 อยากปรับเปลี่ยนรูปทรงของอุปกรณ์ให้เล็กลง ให้พกพาสะดวกมากขึ้น

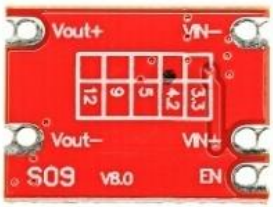
ภาคผนวก

วัสดุ/อุปกรณ์



บอร์ด STM32

บอร์ด สื่อสารไร้สาย LORA



บอร์ด DC-DC

Leadtek GPS

สาย Lan

GPS

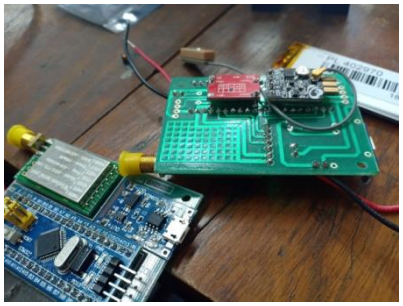
ithium Battery

Charger Board (FC-96)

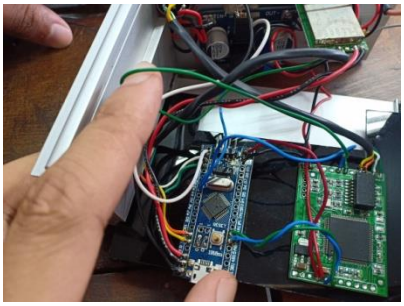
การดำเนินงาน

เขียนโปรแกรม Arduino เขียนโค้ชลงบนบอร์ด STM 32

บัดกรีวงจร



บัดกรีวงจรของเครื่องส่ง

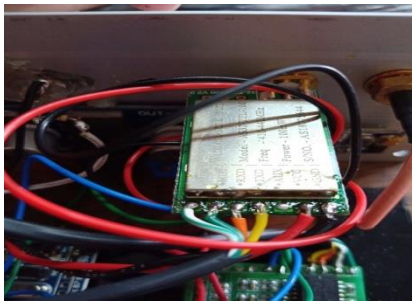


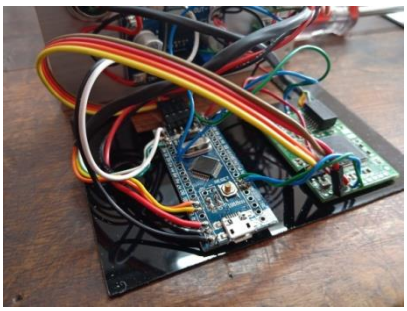
บัดกรีวงจรของ Base station

Base station

Power supply

เครื่องส่งสัญญาณ GPS





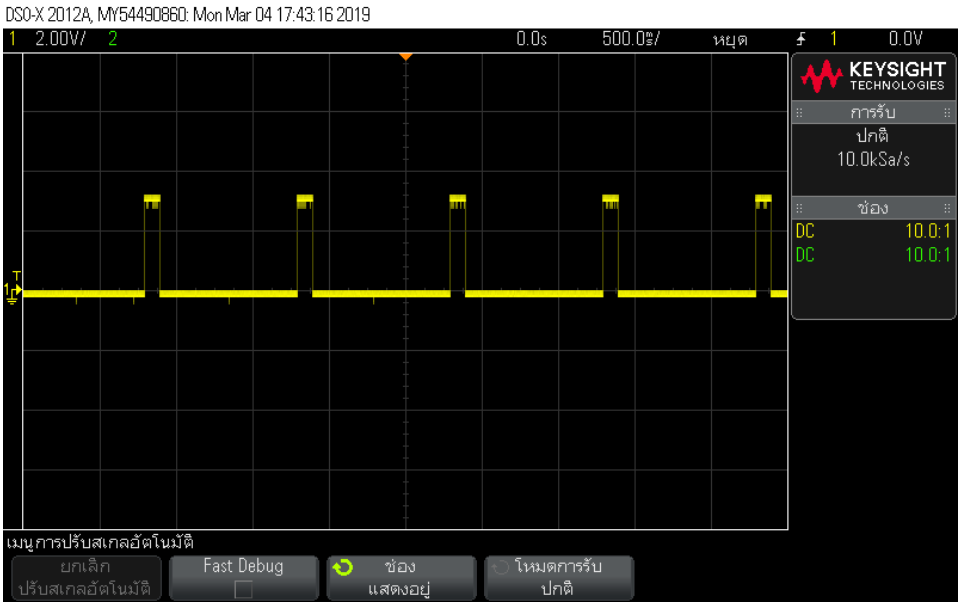
แก้ปัญหาตัว Base sataion ตัวบอร์ด STM 32 และบอร์ด LoRA เสีย เพราะ วัดไฟแล้ววงจรเกิดช็อต

(สายวัดเกิดชนกัน แก้ปัญหาโดย เขียนโปรแกรมใหม่เปลี่ยนบอร์ด LoRA ใหม่)

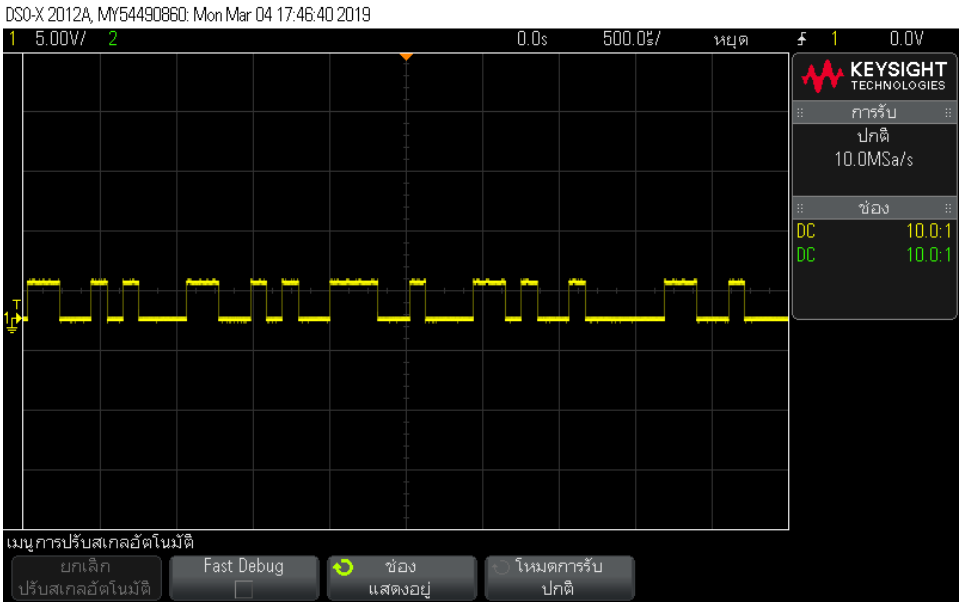
การใช้โปรแกรม sket up ออกแบบตัว mobile

การใช้เครื่องมือวัด

การใช้สโคปวัดสัญญาณ



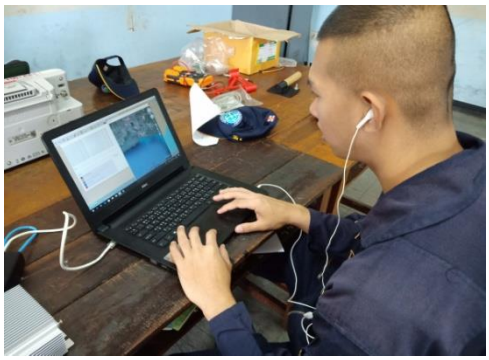
สัญญาณจาก GPS

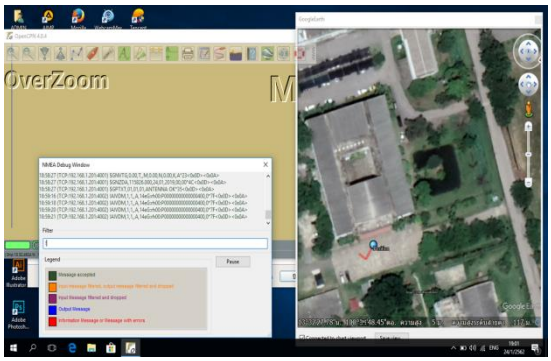


สัญญาณจาก LoRA

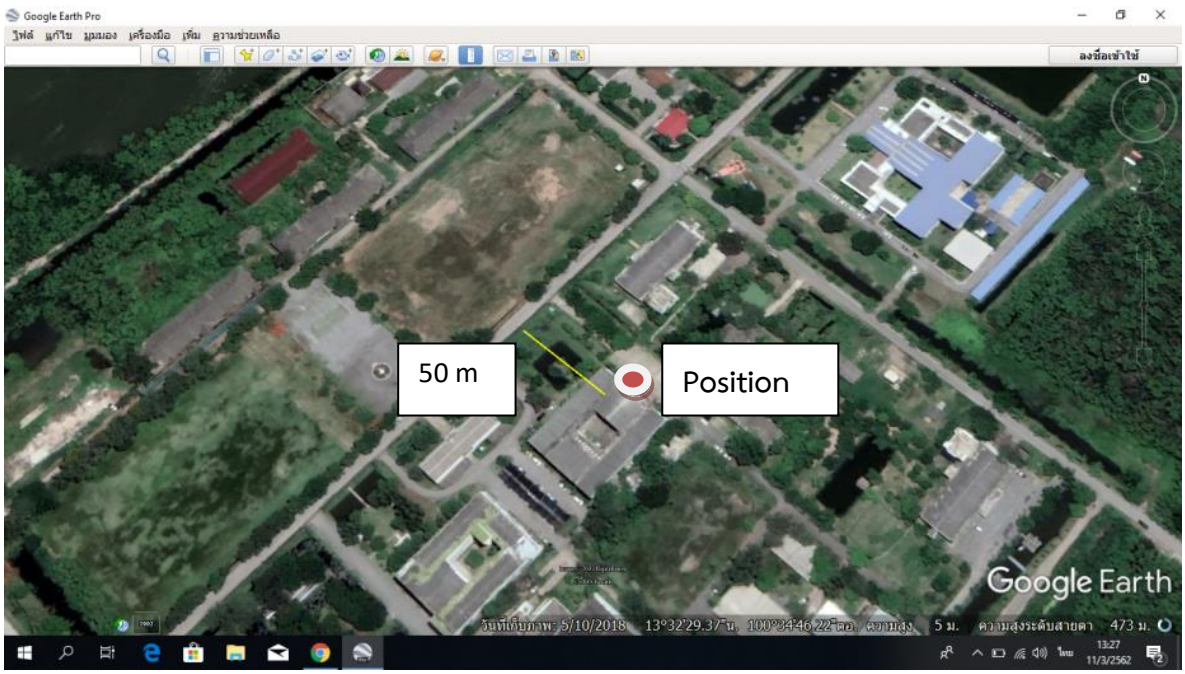
การวัดไฟในตัว Base station

การทดลอง





การทำงานของโปรแกรม Open CPN ขณะทำการทดลอง ซึ่งจะรับข้อมูลจากเครื่องส่งเพื่อบอกพิกัดตำแหน่ง ของ Position ของเครื่องส่งนั้น เครื่องส่งจะส่งข้อมูลเป็น NMEA (ภาพทางขวา)



การทดลองที่ระยะ 50 เมตร ไม่มีสิ่งกีดขวาง

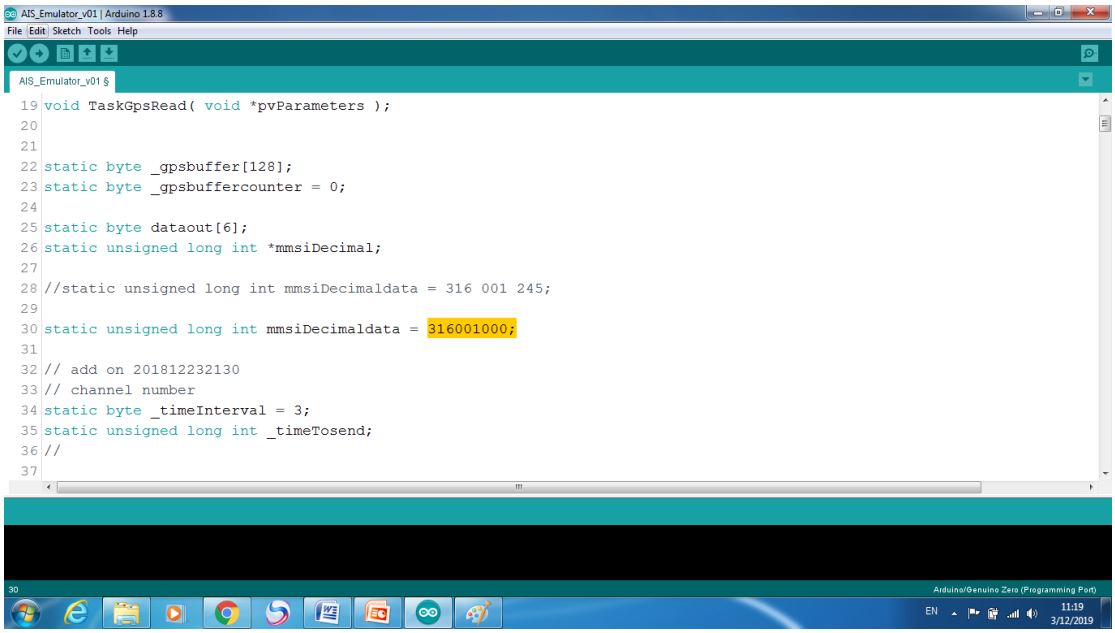
การทดลองที่ระยะ 100 เมตร ไม่มีสิ่งกีดขวาง

การทดลองที่ระยะ 500 เมตร มีสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติและสิ่งปลูกสร้าง

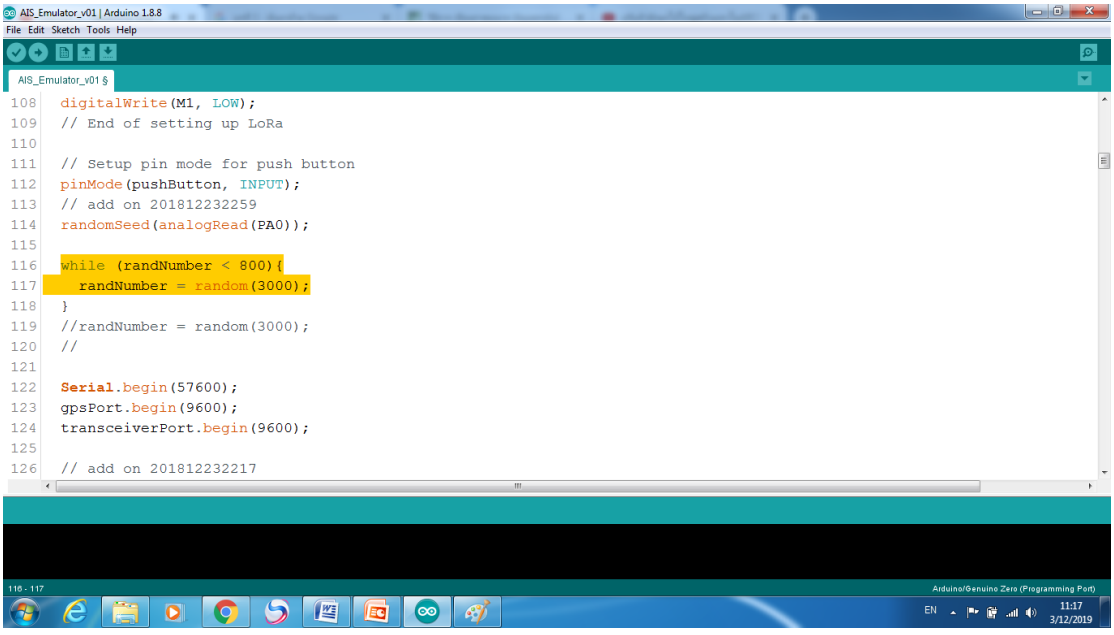
การทดลองที่ระยะ 1000 เมตร มีสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติและสิ่งปลูกสร้าง

การใช้โปรแกรม Arduino

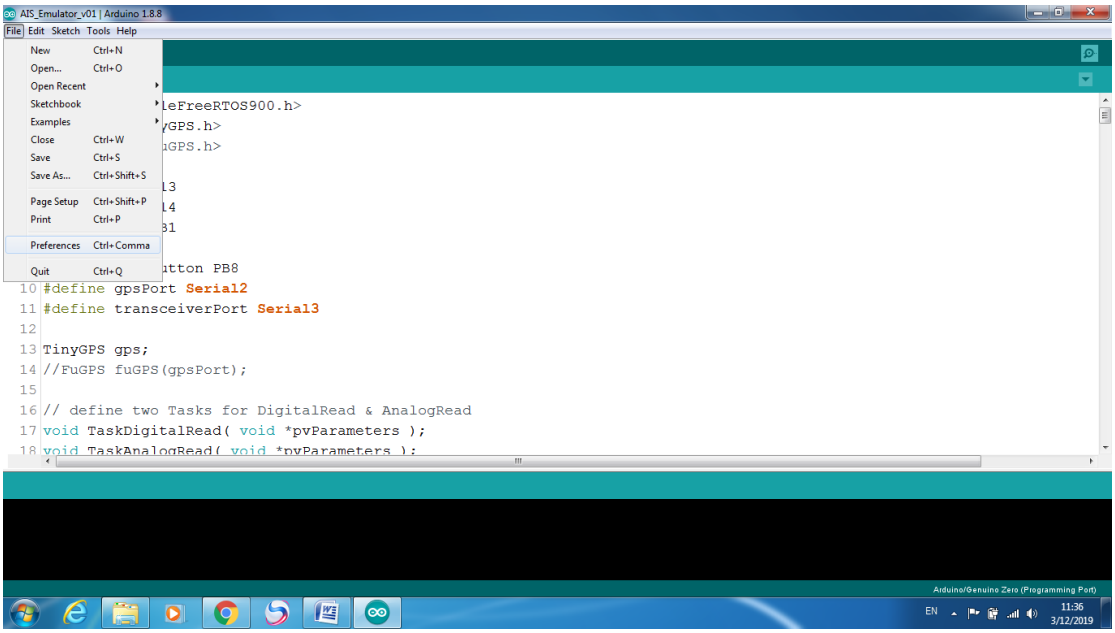
การเขียน AIS Emulator

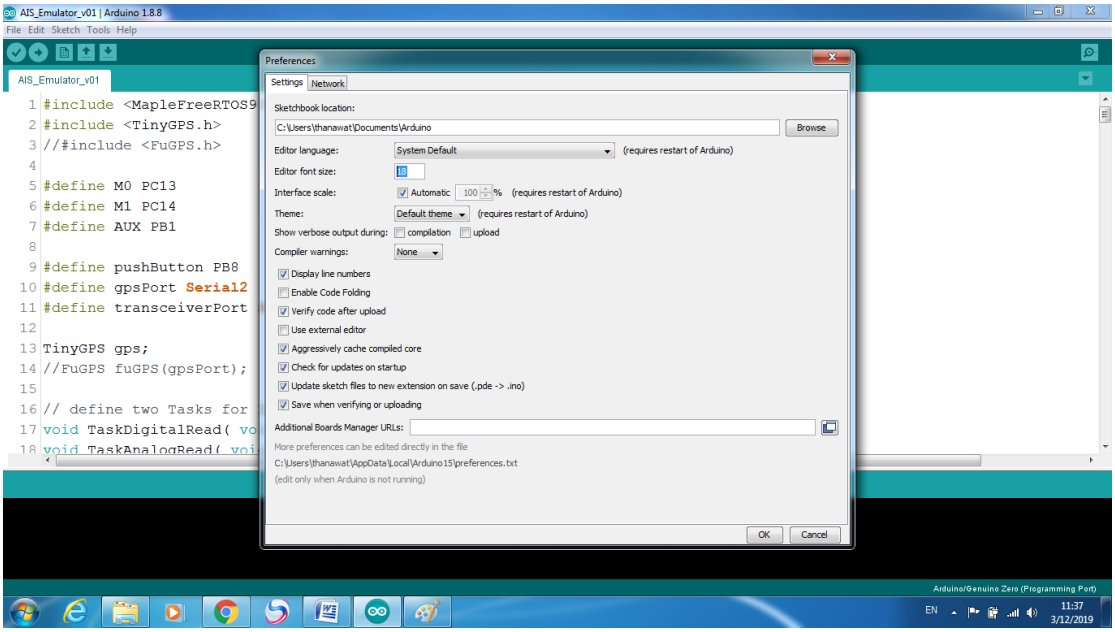


การเปลี่ยนเลข ID ของเครื่องส่งเพื่อไม่ให้มันซ้ำกัน

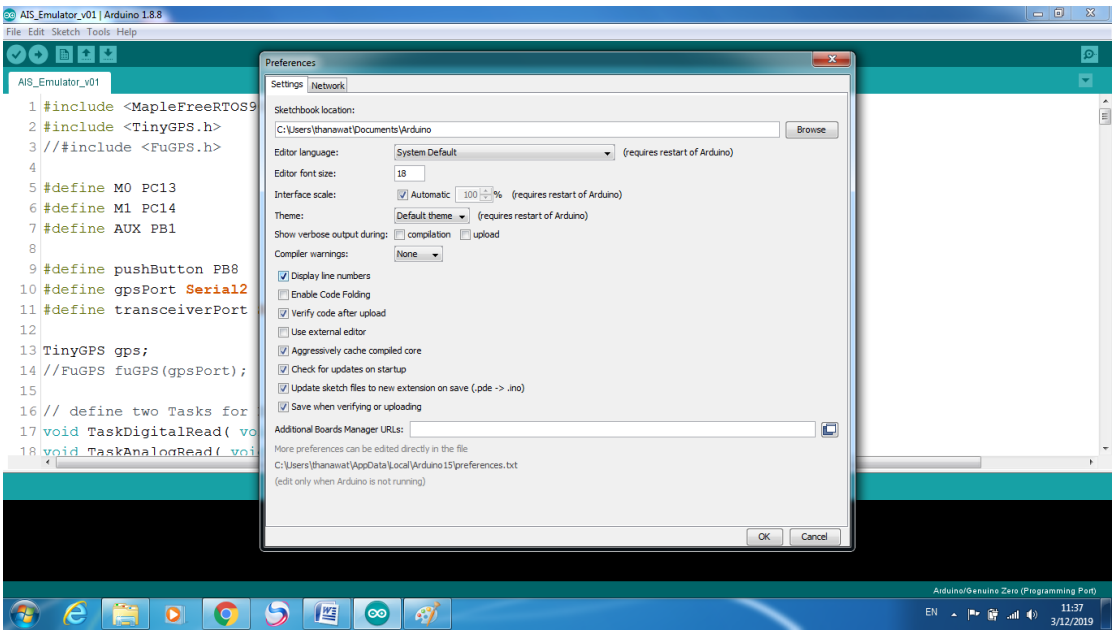


การปรับเปลี่ยนค่าเวลาในการส่ง – รับ GPS





การปรับขนาดตัวอักษรใน Arduino เข้าไปที่ File >> Preferences >> Editor front size >> ปรับขนาดตามความต้องการ



การปรับเลขบรรทัดให้ทำเหมือนกับการปรับเลขหน้า แต่ให้มาทำเครื่องหมายถูกต้องที่ Display line numbers

1.ติดตั้งโปรแกรมArduino

2.วิธีติดตั้งโปรแกรมArduino-stm32-master

//เว็บ (**clone or download)**

//Download

//Zip

//แตกไฟล์ Arduino-stm32-master

//Coppy ไฟล์ที่แตกไว้ไป Disk : C

//Program files

//Arduino//Hardwere

//แล้วกดวางไฟล์

//กดเข้าโปรแกรมArduino

//Tools

//Borad Manager

//พิมพ์คำว่า "samd"

//เลือก-Arduino SAMD Boards (32-bits ASM Cortex-M0+) by Arduino//installing..เพื่อ Update….

-Industruino SAMD Boards (32-bits ASM Cortex-M0+) by Industruino//installing..เพื่อ Update….

หมายเหตุ

***เมื่อ comply ขึ้นว่า "ไม่ผ่าน"

-ปัญหาเกิดจากโปรแกรม Arduino ไปอยู่ในที่ที่ไม่ควรอยู่ต้องทำการUninstallออกให้หมดแล้วไปดาวน์โหลดโปรแกรมArduino ขึ้นมาใหม่ โดยใช้เว็บไซต์ **(www.Arduinodownload)** ให้ดำเนินการดังนี้

//เข้าเว็บไซต์ **(www.Arduino download)** ใน google

//arduino softwere

//window Installer ,for window XP and up

//Just Download

เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino1.8.8 เสร็จแล้ว

//จะต้องดึงไฟล์ Arduino-stm-master มาจากที่เคยแตกไฟล์ไว้

//เอาไปไว้ใน My Document

//Arduino

//สร้าง Folder ใหม่---เปลี่ยนชื่อเป็น Hardwere

//Coppy ไฟล์ arduino-stm32-mater ที่ดาวน์โหลดไว้มาไว้ที่ Folder Hradwere ที่สร้างใหม่

//เสร็จแล้วทำการ Upload ใหม่ตามปกติ

-ปัญหาเกี่ยวกับไฟล์ ST-Link ไม่เจอ ต้องทำการย้ายไฟล์จากที่เคยอยู่ใน Download ให้ย้ายมาอยู่ที่ไหนก็ได้

เช่น Disk : C เป็นต้น จากนั้นให้กดค้นหาแล้วจะเจอ……

วิธีติดตั้ง ST-Link

//เข้าเว็บไซต์ www.arduinoall.com

//STM-32

//Download Driver ST-Link

//ทำการแตกไฟล์ ST-Link

//My Computer

//คลิกขวา Manager

//Device Manager

//STM-32 ST Link

//คลิกขวา Update Driver Softwere

//Browse : …….ดูที่ตังลงว่าอยู่ไหน(Folder ไหน ของ ST-Link)…….

//Next

//Ok…….จบ

วิธีดาวน์โหลด Teensy เพื่อต่อ Driver USB

//เข้าไปที่ Google

//www.pjrc.com

//teensy

//td_download.html

//ดาวน์โหลด Window XP/7/8/10installer

//รอจนดาวน์โหลดเสร็จ.....

//Run

//Next

//Update Driver …….จบ

*******เมื่อทำการติดตั้งเสร็จหมดทุกอย่างที่กล่าวไว้แล้วให้เข้าไปในโปรแกรม Arduino1.8.8 แล้วทำการตั้งค่าดังนี้

-Tools//Port//com….

-Tools// Board “Generie STM32F103C series”

-Tools// Upload method ST-Link//ST-Link

-File// Examples// A_STM32_Examples// Digital// Blink

-ต้องเปลี่ยนชื่อ PB1 ตามบอร์ดไมโครคอนเทอเรอร์ เช่น เปลี่ยน จาก PB1 เป็น PC13

*****จบรอดูการทำงาน*****