

อภิบาลนันทนาการ



สำนักหอสมุด



ระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์
MOTORCYCLE ANTI-ROBBERY SYSTEM

นางสาวจงกล แก้วมาตา รหัส 56362614

นางสาวเจนจิรา พุ่มพวง รหัส 56362638

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร

วันลงทะเบียน 24 ส.ค. 2561

เลขทะเบียน 1722008X ✓

เลขเรียกหนังสือ 45

จ 1145

2559

ปฏิญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2559



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ ระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์
ผู้ดำเนินโครงการ นางสาวจงกล แก้วมาลา รหัส 56362614
นางสาวเจนจิรา พุ่มพวง รหัส 56362638
ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2559

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุขิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

ชื่อหัวข้อโครงการ ระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์
ผู้ดำเนินโครงการ นางสาวจงกล แก้วมาลา รหัส 56362614
นางสาวเจนจิรา พุ่มพวง รหัส 56362638
ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

ปริญญาโทฉบับนี้นำเสนอระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยจะสร้างกล่องขนาดกว้าง 11 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร และสูง 8 เซนติเมตร แล้วนำไปติดตั้งไว้ได้บนรถจักรยานยนต์ ซึ่งอุปกรณ์ที่ติดตั้งจะมีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ผ่านวงจรรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับค่าเพื่อประมวลผลและสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงาน ถ้ารถจักรยานยนต์มีการขยับอย่างต่อเนื่องตามค่าเวลาที่ได้กำหนดไว้ แตรที่ติดตั้งอยู่กับรถจักรยานยนต์จะมีเสียงดังขึ้น พร้อมกับมีการแจ้งเตือนผ่านวงจรสื่อสารโมดูล GSM/GPRS SIM900 ซึ่งมีการแจ้งเตือนโดยการส่งข้อความว่า "Motorcycle is stolen!!!!" พร้อมกับแสดงพิกัดละติจูดและลองจิจูดตำแหน่งของรถจักรยานยนต์อยู่ ณ ขณะนั้นเข้าไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถจักรยานยนต์ ซึ่งจากการทดลองพบว่า หากรถจักรยานยนต์มีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องในเวลา 15 วินาที จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงแตร พร้อมส่งข้อความแจ้งเตือนระบุพิกัดละติจูดและลองจิจูดแสดงตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ หลังจากที่มีการแจ้งเตือนในครั้งแรก หากรถจักรยานยนต์ยังมีการเคลื่อนไหวอยู่อีกจะมีการแจ้งเตือนจากเสียงแตรและมีการส่งข้อความพร้อมระบุตำแหน่งรถจักรยานยนต์ในทุกๆ 2 นาที

Project title Motorcycle Anti-Robbery System
Name Ms. Jongkon Kaewmala ID. 56362614
Ms. Janejira Poompaung ID. 56362638
Project advisor Asst. Prof. Supawan Ponpitakchai, Ph.D.
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2016

Abstract

This thesis presents Motorcycle Anti-Robbery System. The system is contained a box which has 11 cm width 19 cm length and 8 cm height that can be fitted under the motorcycle seat. Our system can detect the movement of a motorcycle through the GY-521 motion detection sensor. Microcontroller is used to evaluate the movement. If the movement is presented continuously and long enough, the system will enable a horns which is very loud. Moreover, the notification via the GSM / GPRS SIM900 communication circuit will be sent to a motorcycle owner, which is a message "Motorcycle is stolen!!!!" and coordinates (latitude and longitude) of the motorcycle. The experiments showed that if the motorcycle is continuously moving for 15 seconds, there will be a horn warning and ready to send a warning message indicating the latitude and longitude coordinates showing the position of the motorcycle. If the motorcycle is still moving after the first notification, there will be a horn alert and a message will be sent with the motorcycle location every two minutes.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงการขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งเอาใจใส่ในรายละเอียดทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งโครงการสำเร็จลุล่วง รวมถึงแนะนำหลักการเขียนปริญาานิพนธ์และตรวจทานแก้ไขอย่างละเอียดจนได้ปริญาานิพนธ์เป็นรูปเล่มสมบูรณ์

ขอขอบคุณกรรมการสอบโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุจิตา สงฆ์จันทร์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินโครงการ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่อนุเคราะห์ให้ยืมสถานที่ในการทำโครงการนี้จนกระทั่งการทดสอบในโครงการสำเร็จ

นอกจากนี้ยังขอขอบคุณรัฐบาลไทยที่จัดตั้งกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ซึ่งสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ให้แก่ นางสาวเจนจิรา พุ่มพวง ในระหว่างที่ศึกษาระดับชั้นปีที่ 1 ถึงปีที่ 4

ในท้ายที่สุดนี้ เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ซึ่งท่านได้ให้การสนับสนุนในทุกด้านเกี่ยวกับการศึกษาของผู้ดำเนินโครงการ รวมทั้งมอบความรักความเมตตา และคอยเป็นกำลังใจให้จนประสบความสำเร็จในวันนี้

นางสาวจงกล แก้วมาลา

นางสาวเจนจิรา พุ่มพวง

สารบัญ

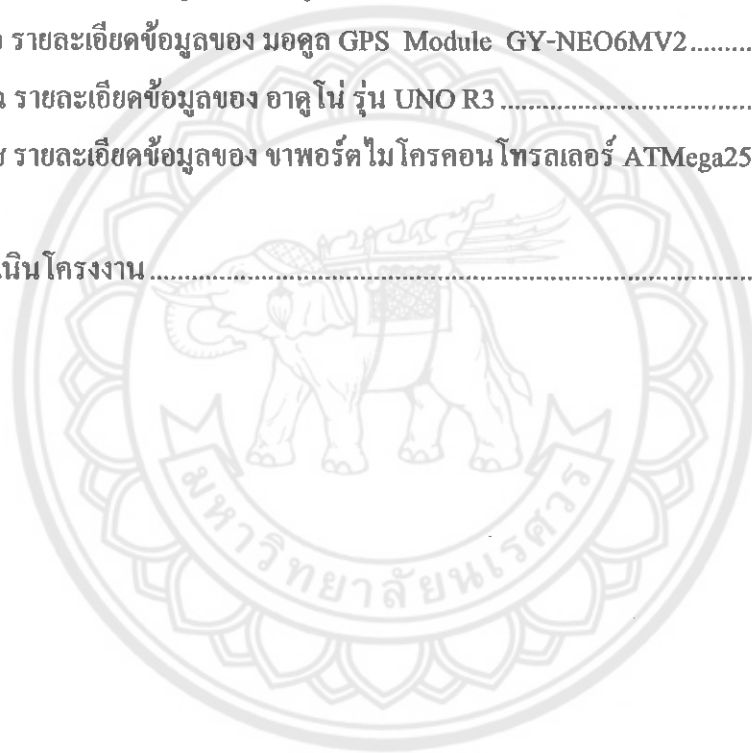
	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของ โครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของ โครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจาก โครงการ.....	3
1.6 งบประมาณ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 แผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 R3.....	4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์เอวีอาร์.....	5
2.2.1 คุณสมบัติที่สำคัญ.....	6
2.2.2 ขาพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต.....	7
2.3 ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว.....	8
2.4 มอดูล GSM/GPRS SIM900.....	9
2.5 แผงวงจร มอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2.....	10
2.6 แผงวงจรรีเลย์.....	11
2.7 แผงวงจรอาดูโน่ รุ่น UNO R3.....	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8.1 ตัวแปร	14
2.8.2 คอมไพเลอร์	15
2.9 เอทีคอมมานด์	16
บทที่ 3 การออกแบบระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์.....	18
3.1 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์	18
3.2 ส่วนประกอบและหลักการการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์	20
3.3 การเชื่อมต่อวงจรของระบบการป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์	22
3.3.1 วงจรระบบรับรู้การเคลื่อนไหวของรถ	22
3.3.2 วงจรสื่อสาร โดยการส่งข้อความ	23
3.3.3 วงจรรับรู้พิกัดของรถจักรยานยนต์	25
3.3.4 แผงวงจรรีเลย์	25
3.3.5 แตร	26
3.3.6 แผงวงจรอาคูโน่ รุ่น UNO R3	26
3.3.7 แผงวงจรอาคูโน่ รุ่น Mega 2560	27
บทที่ 4 ผลการทดสอบการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์.....	31
4.1 การทดสอบการทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหว	31
4.1.1 ขณะรถจักรยานยนต์จอดอยู่นิ่ง	31
4.1.2 ขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่แต่ไม่ต่อเนื่อง	33
4.1.3 ขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่ต่อเนื่อง.....	33
4.2 การทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์.....	35
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	38
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	38
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	38
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง.....	40
ภาคผนวก ก รหัสต้นฉบับของโปรแกรมรถจักรยานยนต์.....	41
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลของ ฮาคู โน้ รุ่น Mega 2560	48
ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลของตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521	52
ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูลของ มอดูล GSM/GPRS SIM900.....	55
ภาคผนวก จ รายละเอียดข้อมูลของ มอดูล GPS Module GY-NEO6MV2.....	59
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูลของ ฮาคู โน้ รุ่น UNO R3	66
ภาคผนวก ช รายละเอียดข้อมูลของ ขาพอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560.....	71
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	77



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รูปแบบการใช้งานเอทีคอมมานด์.....	17



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 R3.....	5
2.2 รายละเอียดและคุณสมบัติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560	6
2.3 ลักษณะของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์เอวีอาร์หมายเลข ATmega2560.....	7
2.4 โครงสร้างตัวรับรู้การเคลื่อนไหว รุ่น GY-521	8
2.5 มอดูล GSM/GPRS SIM900	9
2.6 แผงวงจรมอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2	10
2.7 สัญลักษณ์ของส่วนประกอบภายในรีเลย์.....	11
2.8 แผงวงจรอาดูโน่ รุ่น รุ่น UNO R3	12
2.9 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น ATmega328P-PU.....	14
3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์.....	18
3.2 ส่วนประกอบของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์	20
3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์.....	21
3.4 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวของรถ	23
3.5 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรมอดูล GSM/GPRS SIM900.....	24
3.6 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของวงจรรับรู้ทิศทางของรถจักรยานยนต์.....	25
3.7 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรรีเลย์.....	25
3.8 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแตร.....	26
3.9 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น UNO R3	27
3.10 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560	28
3.11 แผนการเชื่อมต่อของวงจรป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์.....	29
3.12 การติดตั้งของอุปกรณ์ของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์	30
4.1 การทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวทั้งแกน x, y และ z	31
4.2 การทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวเมื่อรวมเวกเตอร์เป็นแกนเดียว	32
4.3 รถจักรยานยนต์ขณะที่จอดอยู่นิ่ง	32
4.4 การเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ไม่ต่อเนื่อง	33
4.5 การจูงรถจักรยานยนต์ในทางเรียบและทางขรุขระ	33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 การขับขีรถจักรยานยนต์ทางเรียบและทางขรุขระ	34
4.7 การเคลื่อนไหวยของรถจักรยานยนต์ต่อเนื่อง.....	34
4.8 การส่งข้อความแจ้งเตือนว่ารถจักรยานยนต์ถูกโจรกรรม	36
4.9 การค้นหาตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ด้วยพิกัดละติจูดและลองจิจูด	36
4.10 ตำแหน่งของรถจักรยานยนต์บนแผนที่ที่เกิด	37



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันมีอัตราการใช้งานรถจักรยานยนต์ที่มากขึ้น เนื่องจากราคาไม่แพง สามารถซื้อใช้ได้ทุกครัวเรือน ความง่ายในการใช้งานมีทั้งเกียร์ธรรมดา และอัตโนมัติ และสะดวกสบายในการใช้งานในเมืองใหญ่ในแง่ของการหาที่จอดรถ ความต้องการในการใช้รถจักรยานยนต์มากขึ้นเท่าใด ความต้องการในการโจรกรรมก็ยิ่งมากขึ้นด้วย ยิ่งตามข่าวสารจะพบว่ามีกรณีขโมยรถจักรยานยนต์ตามสถานที่ต่างๆ หรือแม้แต่หน้าบ้านตัวเอง ซึ่งไม่ว่าจะถือครองด้วยกุญแจ หรือแม้แต่ล่ามโซ่แต่มีฉาชีพก็ยังสามารถไปได้ สร้างความเดือดร้อนให้แก่เจ้าของรถเป็นอย่างมาก

การพึ่งพาหน่วยงานราชการเช่นเจ้าหน้าที่ตำรวจในการติดตามรถที่หาย ไม่ค่อยได้ผลเท่าไรนัก เนื่องจากเป็นคดีที่เกิดขึ้นบ่อยและเกิดขึ้นในจำนวนมาก ทำให้จำนวนเจ้าหน้าที่ในการติดตามรถให้กับประชาชน ไม่เพียงพอ แม้บางครั้งมีภาพกล้องวงจรปิดแค่ทางเจ้าหน้าที่ตำรวจก็ยังตามจับไม่ค่อยได้ เพราะความที่มีฉาชีพชำนาญในการขโมย และสามารถหลบหนีไปได้ ซึ่งในท้ายที่สุดเจ้าของรถก็จะเสียรถไปอย่างถาวร

ดังนั้นโครงการนี้ได้สังเกตเห็นปัญหาดังกล่าวจึงได้สร้างระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยใช้ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวในการตรวจจับการขยับของรถจักรยานยนต์ หากมีการขยับรถอย่างต่อเนื่องถึงเวลาที่กำหนด ระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปที่แตรพร้อมส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถจักรยานยนต์ว่ารถกำลังจะถูกโจรกรรม นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global positioning system, GPS) หรือระบบจีพีเอส เพื่อติดตามรถจักรยานยนต์เมื่อถูกขโมยไปแล้ว ทำให้เจ้าของรถสามารถทราบตำแหน่งของรถ ทำให้มีการติดตามได้ง่ายขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

สร้างระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์เพื่อป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ซึ่งมีตัวรับรู้การเคลื่อนไหวในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ โดยใช้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมและส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์เพื่อส่งข้อความให้เจ้าของรถจักรยานยนต์ทราบพร้อมส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังแตรรถจักรยานยนต์ให้แจ้งเตือนและมีการติดตั้งระบบจีพีเอส ในการติดตามรถจักรยานยนต์

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) สร้างอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่คาดว่าจะเกิดการโจรกรรมรถจักรยานยนต์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน
- 2) สามารถตรวจจับการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ได้โดยใช้การขยับของรถจักรยานยนต์โดยใช้ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวในการรับค่า
- 3) สามารถรับรู้การโจรกรรมรถจักรยานยนต์ได้จากสัญญาณการแจ้งเตือนจากแตรและข้อความที่ส่งเข้าโทรศัพท์ของเจ้าของรถจักรยานยนต์
- 4) สามารถตรวจสอบสถานที่อยู่ของรถจักรยานยนต์เวลาถูกการโจรกรรมได้จากสัญญาณระบบจีพีเอส ที่ติดตั้งที่ตัวรถจักรยานยนต์

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2559					พ.ศ. 2560			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1) ออกแบบการทำงานของการทำงาน ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว และส่ง สัญญาณเข้าโทรศัพท์									
2) เขียนโปรแกรมควบคุมการ ทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์									
3) ติดตั้งระบบ ระบบจีพีเอส และ ทดสอบการแจ้งเตือนเข้า โทรศัพท์									
4) ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน									
5) สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม ปฏิญานิพนธ์									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

ระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ที่ได้ทำขึ้นในโครงการนี้ จะช่วยป้องกันการสูญหายของรถจักรยานยนต์ และป้องกันมิจราจรไม่ให้โจรกรรมรถจักรยานยนต์ไปได้ง่าย ซึ่งทำให้ลดปัญหาและความเดือดร้อนให้กับเจ้าของรถลงได้และช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับรถจักรยานยนต์ไม่ให้ถูกโจรกรรม

1.6 งบประมาณ

1) ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน รุ่น Mega 2560 R3	600 บาท
2) ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว	250 บาท
3) มอดูล SIM 900	1,600 บาท
4) แตรรถจักรยานยนต์	120 บาท
5) แผงวงจรรีเลย์	60 บาท
6) มอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2	570 บาท
7) ค่าอุปกรณ์ทำกล่องใสวงจร	200 บาท
8) ค่าถ่ายเอกสารและเช่าเล่มปริญญาบัตร	1,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สี่พันสี่ร้อยบาทถ้วน)	<u>4,400 บาท</u>

หมายเหตุ: ตัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

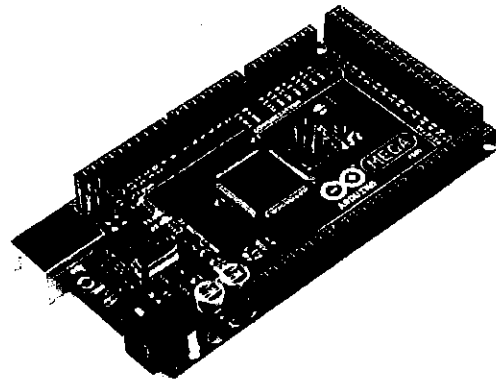
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

โจรกรรม หมายถึง การกระทำที่นำเอาทรัพย์สินของผู้อื่นโดยเจตนาเพื่อยึดทรัพย์สินนั้นมาเป็นของตน ซึ่งเจ้าของทรัพย์สินไม่ได้อนุญาตหรือยินยอม คำนี้สามารถเรียกแทนอาชญากรรมบางประเภทที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินอาทิ การลักทรัพย์ (ขโมย) การลักทรัพย์ในเคหสถาน (ข่องเบา/ยกเต้า) การลักทรัพย์ในร้านค้า การยักยอก การชิงทรัพย์ (ปล้น) การฉกชิงทรัพย์ (ปล้นสะดม) และการถือโกง ในบางเขตอำนาจศาล "โจรกรรม" (Theft) ซึ่งมีความหมายเหมือนกับ "การลักทรัพย์" (Larceny) โดยในการจัดทำโครงการงาน "ระบบการป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์" ได้ใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลและสั่งงาน ซึ่งใช้ภาษาซี (C) และใช้คำสั่งเอทีคอมมานด์ในการควบคุม จึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 แผงวงจรอาduino รุ่น Mega 2560

แผงวงจรอาduino เป็นแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ตัวแผงวงจรอาduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวแผงวงจร หรือ โปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของแผงวงจรอาduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของแผงวงจร หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับแผงวงจรเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเชื่อมต่อกับแผงวงจรอาduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย สำหรับโครงการนี้ใช้แผงวงจรอาduino รุ่น Mega 2560 R3 แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะแผงวงจรอานูโน้ รูน Mega 2560 [1]

ข้อมูลจำเพาะ

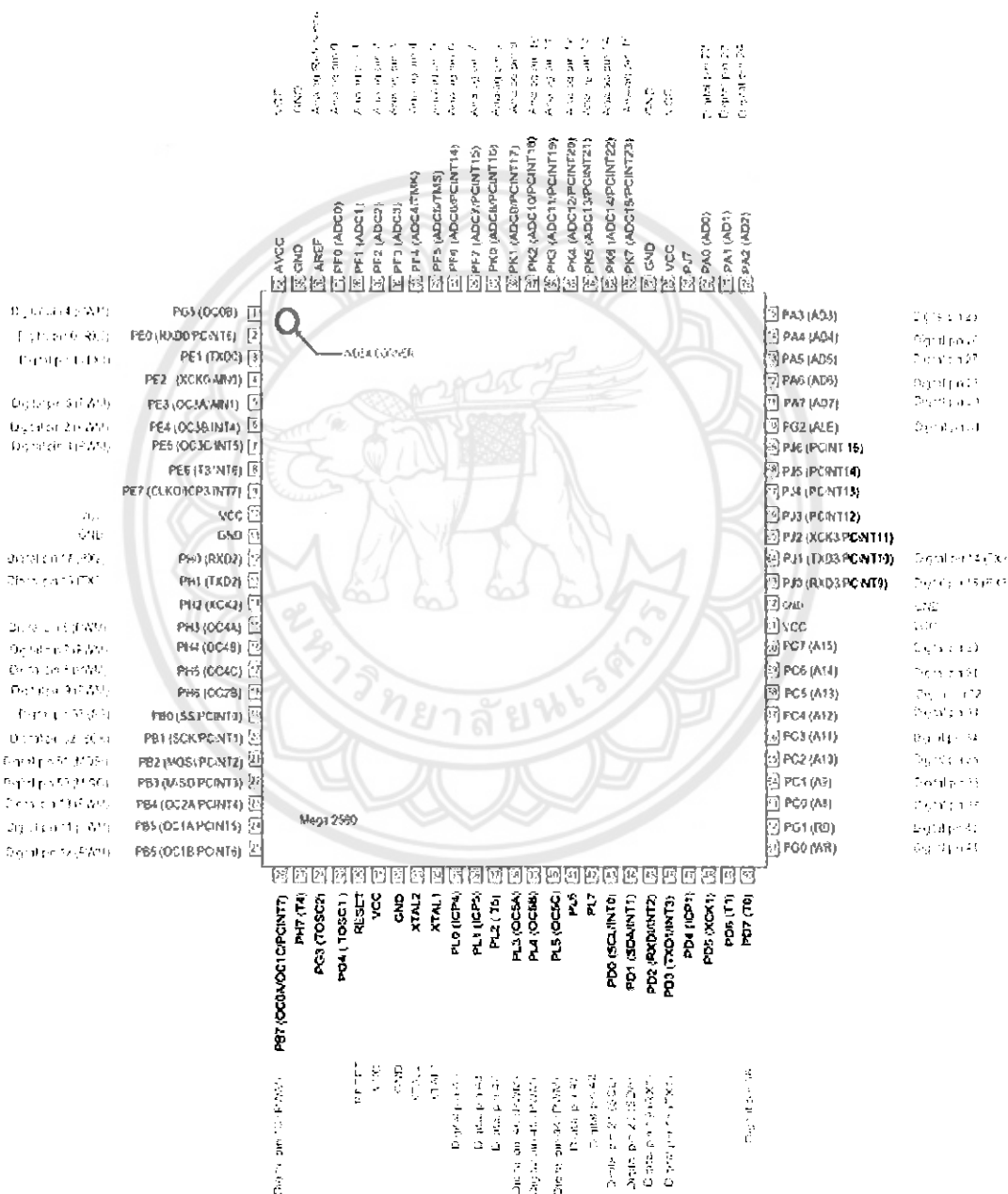
ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์	ATMega2560
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7–12 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6–20 โวลต์
พอร์ต Digital I/O	54 พอร์ต
กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	40 มิลลิแอมป์
กระแสไปจ่ายได้ในพอร์ต 3.3 V	50 มิลลิแอมป์
พื้นที่โปรแกรมภายใน	256 กิโลไบต์
พื้นที่ RAM	8 กิโลไบต์
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	4 กิโลไบต์
ความถี่คริสตัล	16 เมกะเฮิร์ตซ์

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์เอวีอาร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์เอวีอาร์ เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท ATMEL AVR จัดเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่จาก ATMEL มีสถาปัตยกรรมภายในแบบอาร์ไอเอสซี (Reduced Instruction Set Computer, RISC) คือใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่ง เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพและมีความสามารถสูง แบ่งออกเป็นหลายอนุกรม สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เอวีอาร์ที่ใช้นี้จะเป็นหมายเลข ATMega2560 โดยที่รายละเอียดและคุณสมบัติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega2560 แสดงดังรูปที่ 2.2

2.2.2 ขาพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต (I/O Ports)

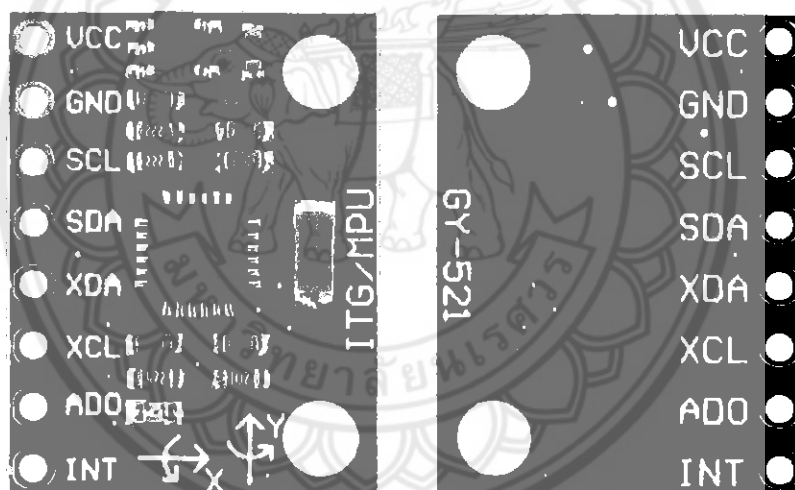
ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 มีจำนวน 100 ขา โดยแบ่งเป็นขาพอร์ตที่ใช้งานทั่วไปจำนวน 86 ขา เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตแบบคิวิตัล จำนวน 54 ช่อง (5V TTL LOGIC) และขาพอร์ตของแอนะล็อกจำนวน 16 ช่อง (เป็น A TO D ขนาด 10 บิต 16 ช่อง) 4 ช่อง เป็น UART (เป็น Hardware serial port) แบบ 5 โวลต์ TTL LOGIC แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์เอวีอาร์หมายเลข ATmega2560 [2]

2.3 ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว

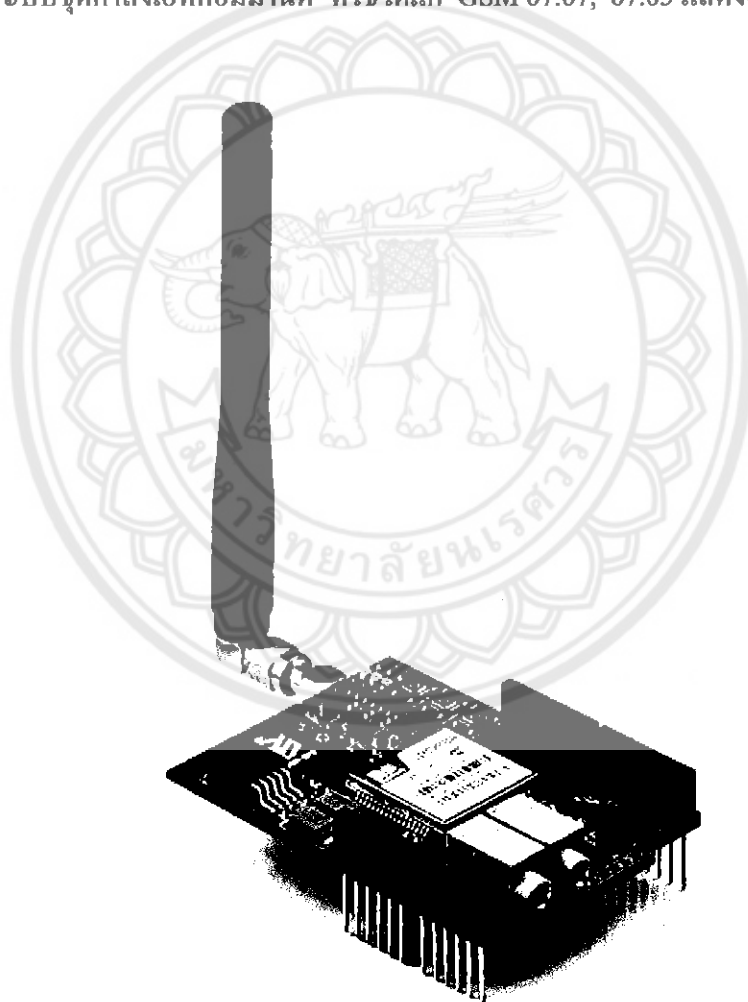
ตัวรับรู้ คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆเช่น อุณหภูมิ เสียงแสง การสัมผัส เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำระบบมาใช้บนโทรศัพท์มือถือ ในหลายรูปแบบ เช่น ระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (G-sensor) ระบบหมุนภาพอัตโนมัติ (Accelerometer sensor) ตัวรับรู้ปรับมุมมองหน้าจอ (Orientation sensor) ตัวรับรู้ตรวจวัดระดับเสียง (Sound sensor) ตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก (Magnetic sensor) และตรวจจับแสงสว่างสำหรับการปรับแสงบนหน้าจออัตโนมัติ (Light sensor) และระบบเปิดหรือปิดหน้าจออัตโนมัติ (Proximity sensor) เป็นต้น ซึ่งเรามักจะพบคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้น ได้กับ โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน (Smartphone) ทั้งในระบบปฏิบัติการแบบไอโอเอส (iOS) และแบบแอนดรอยด์ (Android) ตัวรับรู้ที่เลือกใช้คือ ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวรุ่น GY-521 ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งใช้ไฟเลี้ยง 3 - 5 โวลต์และเป็นมอดูลตัวรับรู้ที่มีไว้สำหรับตรวจจับลักษณะการเคลื่อนไหวใน 3 แกน คือแกน x แกน y และแกน z



รูปที่ 2.4 โครงสร้างตัวรับรู้การเคลื่อนไหวรุ่น GY-521 [3]

2.4 มอดุล GSM/GPRS SIM900

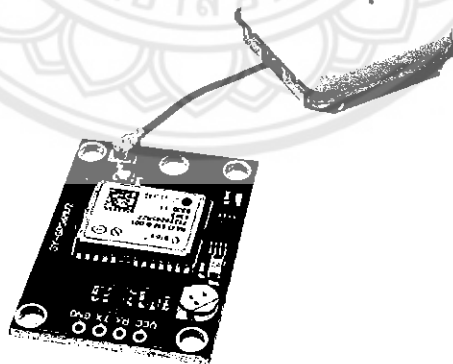
มอดุล GSM/GPRS SIM900 สามารถใช้งานร่วมกับอาคูนุ่ รุ่น UNO และรุ่น Mega 2560 ซึ่ง SIM900 เป็นมอดุลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก และรองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 850/900/1800/1900 เมกะเฮิรตซ์ โดยจะมีการส่งงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่งเอทีคอมมานด์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายรูปแบบ มอดุลตัวนี้สามารถใช้สัญญาณ GSM ได้แบบเดียวกับการใช้โทรศัพท์ในการรับข้อมูลและส่งข้อมูลจากที่ต่างๆได้แม้จะไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตความสามารถในการสื่อสารผ่านเครือข่ายมือถือ GSM เช่น ทำให้สามารถรับและส่งข้อความได้ หรือทำให้สามารถรับสายเรียกเข้าและโทรออกได้ โดยทำการควบคุมมอดุลตัวนี้โดยใช้ระบบชุดคำสั่งเอทีคอมมานด์ ที่ใช้ได้แก่ GSM 07.07, 07.05 แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 มอดุล GSM/GPRS SIM900 [4]

2.5 แผงวงจรมอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2

ระบบนำร่อง เป็นระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยใช้เวลาเป็นตัวกำหนดหลักการที่สำคัญ คือ ดาวเทียมจะปล่อยค่าเวลาออกมาเป็นช่วงๆ อุปกรณ์จะรับสัญญาณเข้ามาแล้วคำนวณระยะห่างระหว่างอุปกรณ์กับดาวเทียม โดยเปรียบเทียบเวลาที่ปัจจุบันกับเวลาที่รับมาว่าแตกต่างกันเท่าไร จากนั้นจึงคำนวณเป็นระยะทาง โดยการเปรียบเทียบกับค่าเวลาในการเดินทางของแสง (สัญญาณจะเดินทางได้เร็วเท่าแสง) เมื่อดาวเทียม 4 ดวงอยู่ในตำแหน่งเดิมเสมอ ทำให้สามารถตีวงเพื่อหาตำแหน่งจากระยะทางได้ แล้วจึงนำจุดที่ซ้อนทับกันมาระบุเป็นตำแหน่งของเครื่องรับ ระบบนำร่องที่คนส่วนใหญ่รู้จักกัน คือ ระบบจีพีเอสเกิดขึ้นตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1978 เริ่มแรกใช้ในการทหาร แต่ต่อมาได้เกิดเหตุการณ์เครื่องบินพลัดหลง ทำให้เริ่มมีการประกาศใช้ระบบจีพีเอสทั่วไปในปี ค.ศ. 1983 ระบบจีพีเอสเดิมที่มีการใช้งานกันบนเครื่องบิน เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องบินเกิดเหตุการณ์ออกนอกเส้นทางอีก แต่เมื่อเทคโนโลยีเริ่มมีการพัฒนามากขึ้นเรื่อยๆ ตัวรับสัญญาณระบบจีพีเอสมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ จึงมีการพัฒนาเป็นอุปกรณ์นำทางในรถมาจนถึงปัจจุบัน โดยมีวิธีการใช้งานที่ง่ายเพียงแค่อัปโหลดเฟิร์มแวร์ก็สามารถระบุตำแหน่งของเราบนแผนที่ได้เลย โดยแผงวงจรมอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2 เป็นมอดูลล่าสุดที่ทำหน้าที่รับสัญญาณระบบจีพีเอส ตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดจากดาวเทียมได้เป็นอย่างดี โดยติดต่อส่งข้อมูลกับแผงวงจรอาดูโนผ่านทางช่อง Serial RX/TX ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผงวงจรมอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2 [5]

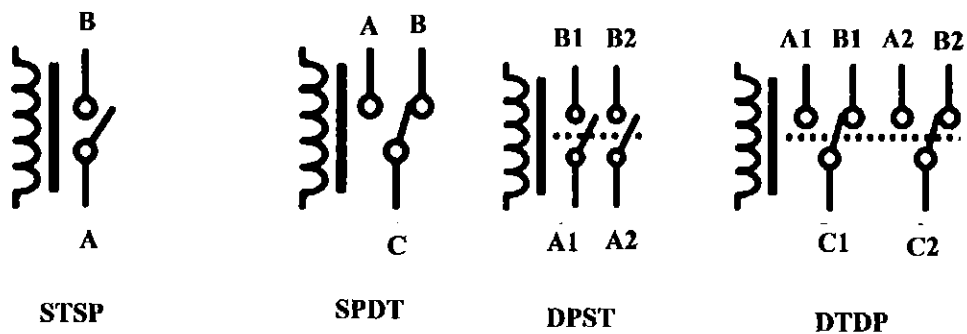
2.6 แผงวงจรรีเลย์

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า รีเลย์มีหลายประเภทตั้งแต่รีเลย์ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปจนถึงรีเลย์ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไปแต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน

ภายในรีเลย์ประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส

- หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสที่อยู่ในสถานะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลดยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด
- หน้าสัมผัสเปิด (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสที่อยู่ในสถานะปกติจะลดยอยู่และไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด
- ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่างหน้าสัมผัสปกติปิดและหน้าสัมผัสปกติเปิด ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสในรีเลย์ 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุดก็ได้

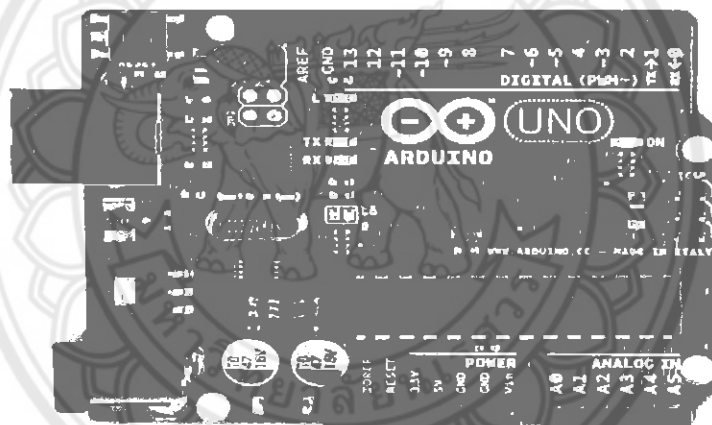
สวิตช์จะถูกแยกประเภทตามจำนวนขั้วแม่เหล็กและจำนวน Throw ซึ่งจำนวนขั้วแม่เหล็ก ได้แก่ SP (Single Pole) DP (Double Pole) และ 3P (Triple Pole) จะบอกถึงจำนวนวงจรที่ทำการเปิดและปิด หรือจำนวนของขา COM นั้นเอง และจำนวน Throw (ST, DT) จะบอกถึงจำนวนของตัวเลือกของขั้วแม่เหล็ก ตัวอย่างเช่น SPST- Single Pole Single Throw สวิตช์จะสามารถเลือกได้เพียงอย่างเดียวโดยจะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open, NO) หรือหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close, NC) แต่ถ้าเป็นแบบ SPDT (Single Pole Double Throw) สวิตช์จะมีหนึ่งคู่เป็นปกติเปิด (NO) และอีกหนึ่งคู่เป็นปกติปิดเสมอ (NC) ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์ของส่วนประกอบภายในรีเลย์ [7]

2.7 แผงวงจรอาดูโน่ รุ่น UNO R3

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น UNO R3 จัดอยู่ในตระกูลเอวีอาร์ ขนาด 28 ขา ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328 ดังแสดงในรูปที่ 12 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นแพลตฟอร์ม (Platform) ของอินพุตและเอาต์พุต ขั้นพื้นฐานที่พอเพียงกับการใช้งานและการเรียนรู้ โดยตัวแผงวงจรมีชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตรวมถึงพอร์ตดิจิทัล พอร์ตแอนะล็อกที่ดับเบิลยูเอ็มและพอร์ตอนุกรมซึ่งแผงวงจรอาดูโน่ ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวแผงวงจรออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์เดี่ยวและมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับให้แผงวงจรอาดูโน่ สามารถรับสัญญาณจากสวิทช์หรือตัวรับรู้หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ดังรูปที่ 2.8

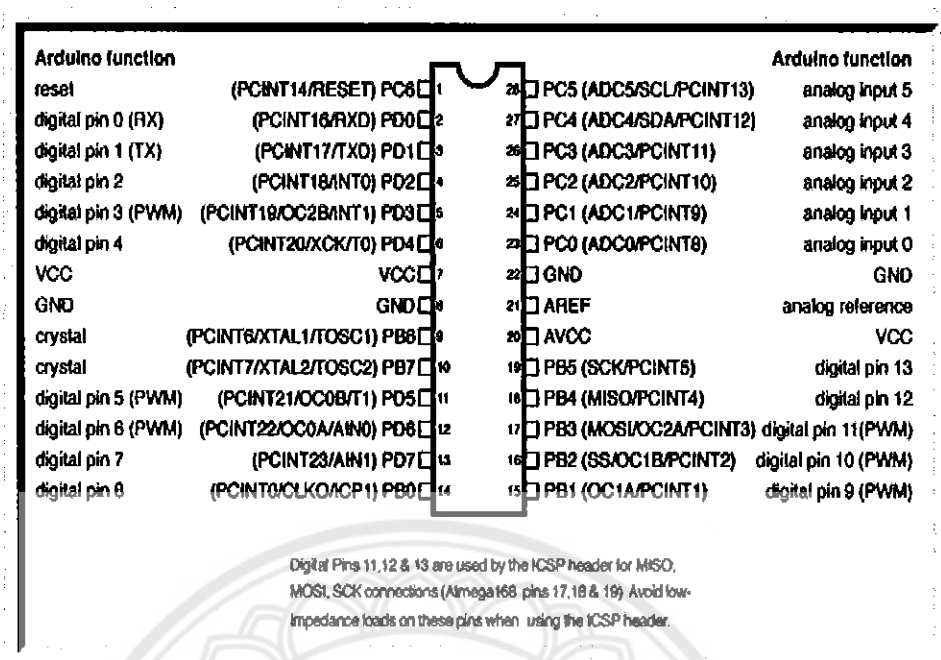


รูปที่ 2.8 แผงวงจรอาดูโน่ รุ่น UNO R3 [8]

แผงวงจรอาดูโน่ มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งานเนื่องจากได้มีการออกแบบคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อนและมีข้อดีกว่าแผงวงจรสำเร็จรูปตัวอื่นคือใช้งานง่ายมีโปรแกรมพัฒนาที่ไม่ซับซ้อนมีโปรแกรมพัฒนาอาดูโน่ ใช้งานง่ายสำหรับมือใหม่และมีความสามารถครบตามความต้องการของนักพัฒนามืออาชีพซึ่งแผงวงจรอาดูโน่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ตัวประมวลผลตระกูลเอวีอาร์ขนาดเล็กเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้มากมาย ภาษาในการเขียนโปรแกรมลงบนอาดูโน่ ใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่งมีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่คิดเขียนไปจากมาตรฐานเล็กน้อยเพื่อให้ลดความยุ่งยากในการเขียน

โปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานโดยตรง ตัวแผงวงจรเอาต์โน้ที่ใช้ในโครงการนี้จะกล่าวถึงสถาปัตยกรรมของเอวีอาร์ขนาด 8 บิต ดังรูปที่ 2.9 โดยเป็นตัวประมวลผลแบบอาร์ไอเอสซี และมีหน่วยความจำแบบฮาร์วาร์ด (Harvard) ซึ่งแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน โดยใช้หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash) เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและใช้หน่วยความจำแบบเอสแรม (SRAM) สำหรับเป็นหน่วยความจำข้อมูล นอกจากนี้ยังมีหน่วยความจำแบบอีอีพีรอม (EEPROM) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องมีไฟเลี้ยงซึ่งมีคุณสมบัติเด่นดังนี้

- 1) หน่วยความจำโปรแกรมแบบ FLASH ขนาด 32 กิโลไบต์
- 2) หน่วยความจำข้อมูลแบบ SRAM ขนาด 2 กิโลไบต์
- 3) หน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 1 กิโลไบต์
- 4) สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบบัส I2C
- 5) พอร์ตอินพุตและเอาต์พุตจำนวน 23 บิต
- 6) วงจรแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 10 บิตในตัวจำนวน 8 ช่อง
- 7) ทำงานได้ตั้งแต่ย่านแรงดัน 1.8 - 5.5 โวลต์
- 8) ความถี่ใช้งานสูงสุด 20 เมกะเฮิร์ตซ์
- 9) วงจรสื่อสารอนุกรม
- 10) ตัวจับเวลาและตัวนับขนาด 8 บิต จำนวน 2 ตัว และ U3586 ขนาด 16 บิต จำนวน 1 ตัว
- 11) สนับสนุนช่องสัญญาณสำหรับสร้างสัญญาณพีดับเบิลยูเอ็ม (PWM) จำนวน 6 ช่อง



รูปที่ 2.9 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น ATmega328P-PU

ที่มา: <http://www.taradplaza.com/product/5385788>

2.8 ภาษาซี

ภาษาซีได้รับการพัฒนามาจากภาษาบีซีพีแอล (BCPL) และภาษาบี (B) ซึ่งต่างก็เป็นภาษาโปรแกรมที่รู้จักข้อมูลเพียงรูปแบบเดียว คือ เป็นข้อมูลเวิร์ด (Word) ยังไม่สามารถจัดการกับข้อมูลตัวอักษรได้ ซึ่งภาษาซีเป็น โปรแกรมระดับสูงที่ใช้สำหรับเขียน โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เช่นเดียวกับกับภาษาปาสคาล ภาษาเบสิก และภาษาฟอร์แทรน เป็นต้น นอกจากนี้ภาษาซียังใช้สำหรับเขียน โปรแกรมระบบ และ โปรแกรมสำหรับควบคุมฮาร์ดแวร์บางส่วนของโปรแกรมระดับสูง หลายภาษาไม่สามารถทำได้ ขณะเดียวกันผู้เขียน โปรแกรมหรือ โปรแกรมเมอร์ต่างก็มีความต้องการ ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่โครงสร้างสามารถจัดการกับข้อมูล (Data) และตัวแปร (Variable) ในรูปแบบต่างๆ ได้เพิ่มมากขึ้น ทั้งข้อมูลที่เป็นแสดงเป็นเลขจำนวนเต็ม (Integer) ตัวเลขทศนิยม (Floating-point) หรือตัวอักษร (Character) จึงมีการเพิ่มเติมความสามารถเหล่านี้ลงในภาษาบีและกำหนดชื่อใหม่เป็นภาษาซี [8]

2.8.1 ตัวแปร (Variables)

ตัวแปร คือ ชื่อที่ผู้เขียน โปรแกรมตั้งขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลหรือใช้เก็บข้อมูล ดังนั้นเราต้องกำหนดตัวแปรให้สอดคล้องกับชนิดข้อมูลเสมอ เพื่อให้ระบบเตรียมเนื้อที่ในหน่วยความจำให้สอดคล้องกับตัวแปรชนิดนั้น ๆ ซึ่งเนื้อหาที่กล่าวถึงเกี่ยวกับตัวแปรประกอบด้วย หลักเกณฑ์การตั้งชื่อตัวแปร การประกาศตัวแปร และการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร

ภาษาซีได้รับการออกแบบมาให้ทำงานกับคอมพิวเตอร์ และเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ไม่ยาก จึงจัดโปรแกรมภาษาซีว่าเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับกลาง เมื่อนำมาทำงานกับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ทำงานด้วยภาษาเครื่อง จึงจำเป็นต้องมีตัวแปลภาษาหรือคอมไพเลอร์ (Compiler) เพื่อแปลภาษาซีนั้นเป็นภาษาเครื่อง

2.8.2 คอมไพเลอร์

การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี เพื่อนำไปใช้ควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ในทางปฏิบัติจริงๆ ไม่ใช่เนื้อโค้ดของโปรแกรมภาษาซีที่ถูกนำลงไปบรรจุในหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวรหัสข้อมูลที่ใช้งานจริงนั้นได้มาจากการแปลภาษาซีเป็นรหัสภาษาเครื่อง (Machine code) ด้วยซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า คอมไพเลอร์

การพัฒนาระบบงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรมภาษาซี มีขั้นตอนดังนี้

- เขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วยเท็กซ์เอดิเตอร์ (Text Editor) หรือพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรมในกรณีทีซอฟต์แวร์นั้นจัดมาเป็นชุดในแบบไอดีอี (IDE)
- คอมไพเลอร์ คือ การแปลงรหัสต้นฉบับภาษาซีให้เป็นภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นๆ
- แอสเซมเบลอร์ (Assembler) จากภาษาแอสเซมบลีเป็นภาษาเครื่องในรูปของเลขฐานสิบหก
- ดาวน์โหลดรหัสต้นฉบับ (Source code) ที่ได้จากการแอสเซมเบลอร์ลงสู่หน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์
- ทดลองและตรวจสอบการทำงาน หากไม่สมบูรณ์ให้กลับไปแก้ไขตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ใดๆก็ตาม ในขั้นตอนที่ 2 และ 3 ผู้ใช้งานจะไม่เห็นถึงกระบวนการทำงาน เนื่องจากซอฟต์แวร์แปลภาษาหรือคอมไพเลอร์ได้รวมการทำงานใน 2 ขั้นตอนนี้ไว้ด้วยกัน

2.9 เอทีคอมมานด์

เอทีคอมมานด์ (AT Command) เป็นชุดคำสั่งมาตรฐานที่สามารถใช้ติดต่อสื่อสารกับ โทรศัพท์มือถือ โดยส่วนมากมักใช้ในระบบการสื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) ในชุดคำสั่งพื้นฐานนั้นบริษัท Hayes ได้เป็นผู้ออกแบบคิดค้นเพื่อใช้ โมเด็มของตน และต่อมาบริษัทผู้ผลิตมือถือยี่ห้อต่างๆ ได้พัฒนามาใช้กับผลิตภัณฑ์ของตนเป็นเหตุ ให้คำสั่งพิเศษบางคำสั่งไม่เหมือนกันในผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่น และความสามารถของโทรศัพท์บาง รุ่นจะไม่รองรับคำสั่งดังกล่าวเนื่องจากไม่มีวงจรส่วนของโมเด็มบรรจุอยู่ใน

มอดูล GSM/GPRS รุ่น SIM900 ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่เหมือนอุปกรณ์แปลงสัญญาณ ข้อมูลคอมพิวเตอร์ให้เป็นสัญญาณแอนะล็อกแล้วส่งออกไปทางสายโทรศัพท์และรับสัญญาณจาก สายส่งมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัลให้เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะใช้การติดต่อสั่งงาน และสื่อสาร กับมอดูลผ่านทางพอร์ตสื่อสาร RS232 รองรับอัตรารับข้อมูลและส่งข้อมูล (Baudrate) เริ่มตั้งแต่ 1200-115200 บิตต่อวินาที โดยใช้ชุดคำสั่งแบบเอทีคอมมานด์ ซึ่งจะมีรูปแบบการใช้งานเหมือนกับ โมเด็ม มาตรฐานทั่วไป เพียงแต่จะมีการเพิ่มเติม Option และคำสั่งพิเศษอื่นๆเพิ่มเติมขึ้นมาอีก เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับ ความสามารถในการทำงานของมอดูลได้อย่างครบถ้วน สำหรับ รายละเอียดการใช้คำสั่งเอทีคอมมานด์ ที่จะใช้สำหรับติดต่อสั่งงานมอดูล SIM900 ไม่ว่าจะเป็น รูปแบบคำสั่ง และหน้าที่การทำงานของแต่ละคำสั่ง ซึ่งในที่นี้จะขอแนะนำถึงวิธีการและรูปแบบ การใช้งานคำสั่งแบบย่อๆแบบพอสังเขป เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เริ่มต้นได้ใช้เป็นแนวทางและ ประกอบความเข้าใจในการศึกษาการทำงานของคำสั่งต่างๆต่อไป โดยรูปแบบของคำสั่งต่างๆที่เป็น เอทีคอมมานด์ นั้น จะเริ่มต้นคำสั่งด้วยรหัส ASCII ของตัวอักษร 2 ตัว คือ “A” และ “T” ซึ่งจะใช้ ตัวอักษรแบบพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่ก็ได้มีความหมายเหมือนกัน จากนั้นก็จะตามด้วยรหัสคำสั่ง และทางเลือกต่างๆของคำสั่ง(ถ้ามี) โดยทุกๆคำสั่งจะต้องจบด้วยรหัสเริ่มต้น เช่น คำสั่ง รีเซ็ท จะใช้ รูปแบบคำสั่งเป็น “ATZ” หรือ “atz” ก็สามารถใช้งานได้ถูกต้องเหมือนกัน โดยรูปแบบคำสั่ง ทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 4 แบบด้วยกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รูปแบบการใช้งานเอทีคอมมานด์ [9]

การใช้งาน	รูปแบบคำสั่ง	รายละเอียด
ทดสอบคำสั่ง	AT+<x>=?	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่ารูปแบบและพารามิเตอร์ต่างๆของคำสั่ง โดยถ้าคำสั่งนั้นมีอยู่จริง มอดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆของคำสั่งที่มีอยู่ ทั้งหมดให้ทราบ
อ่านค่าพารามิเตอร์	AT+<x>?	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้แล้วของคำสั่งนั้นๆ โดยมอดูลจะตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าพารามิเตอร์ปัจจุบันที่กำหนดไว้แล้วให้ทราบ
กำหนดค่าการทำงาน	AT+<x>=<...>	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งเขียนหรือกำหนด ค่าพารามิเตอร์ให้กับคำสั่ง เช่น การกำหนดค่าอัตรารับและส่งข้อมูล
สั่งให้ทำงาน	AT+<x>	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งงานให้มอดูลปฏิบัติ ตามคำสั่งที่ต้องการ เช่น การสั่งรีเซ็ต (ATZ)

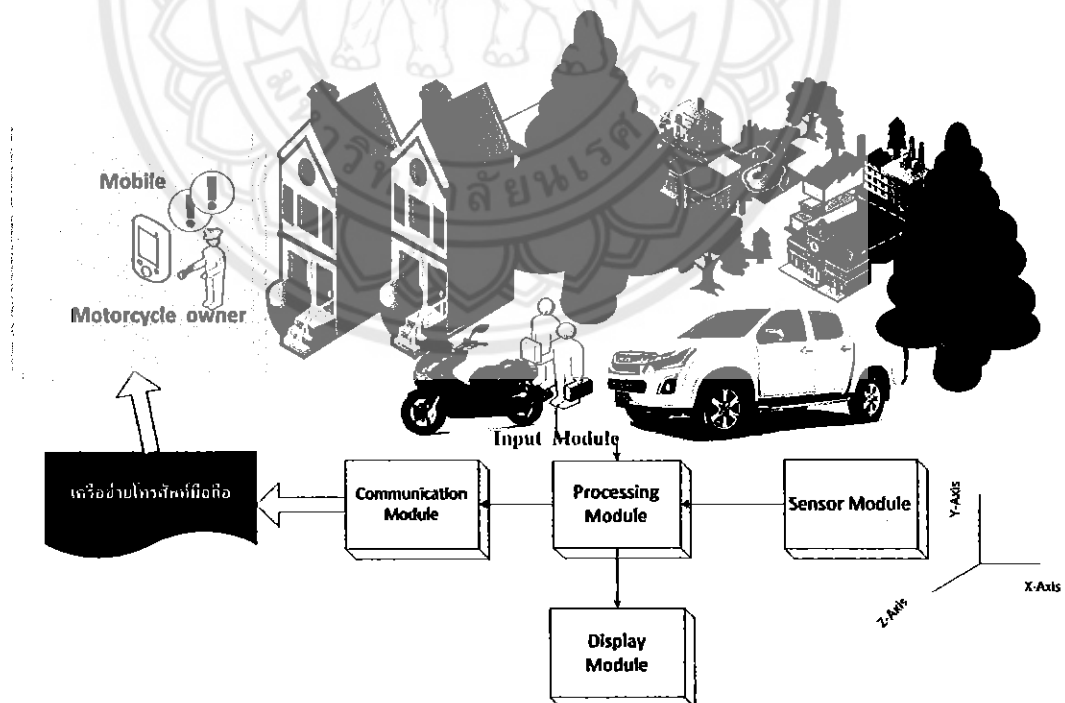
บทที่ 3

การออกแบบระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

หลังจากศึกษาเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ และรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์หลักของแผงวงจรวงจรต่างๆแล้ว ในบทนี้จะเป็นการออกแบบโครงสร้างการทำงานการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งทดสอบตัวรับรู้ที่มีไว้สำหรับตรวจจับลักษณะการเคลื่อนไหว โดยเป็นการตรวจจับแบบ 3 แกน เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถประมวลผลเป็นระยะการเอียงในการหมุนตามแกน x แกน y และแกน z ได้อย่างแม่นยำ

3.1 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ จะสามารถแบ่งออกเป็นส่วนหลักๆได้ 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนอุปกรณ์รับรู้ (Sensor module) ส่วนการประมวลผล (Processing module) ส่วนการสื่อสาร (Communication module) และส่วนการแสดงผล (Display module)



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

จากรูปที่ 3.1 รูปแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ สามารถแบ่งเป็น 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้

ส่วนอุปกรณ์รับรู้ (Sensor module)

เป็นมอดูลที่ใช้ตรวจจับการบุกรุก โดยใช้มอดูลตรวจจับความเคลื่อนไหวที่ติดอยู่กับรถจักรยานยนต์ เมื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวได้จะส่งสัญญาณต่อไปยังส่วนการประมวลผล

ส่วนการประมวลผล (Processing module)

เป็นมอดูลที่ควบคุมการทำงานการทำงานทั้งหมด โดยมีหน้าที่ดังนี้

- รับสัญญาณจากส่วนประมวลผลอุปกรณ์รับรู้
- รับค่าหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในมอดูลระบุผู้เช่า (Subscriber identity module, SIM) หรือ ซิม เพื่อใช้ในการส่งข้อความ
- เมื่อได้รับสัญญาณจากส่วนอุปกรณ์รับรู้ และระบบเตือนภัยเปิดอยู่ ส่วนประมวลผลจะสั่งให้มอดูล GSM/GPRS SIM900 จะส่งข้อความออกตามตามหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้บันทึกไว้ในซิม

ส่วนการสื่อสาร (Communication module)

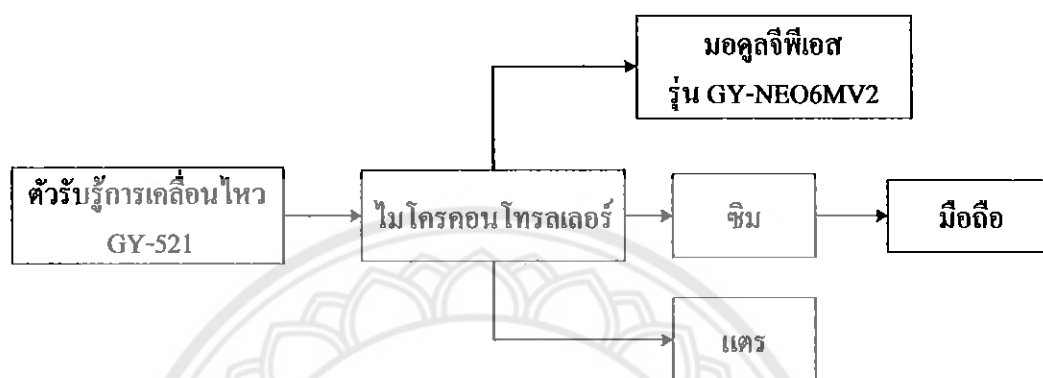
เป็นมอดูลที่รับค่าที่ได้จากส่วนการประมวลผล และทำหน้าที่เชื่อมต่อกับมอดูล GSM/GPRS SIM900 โดยจะใช้เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560

ส่วนการแสดงผล (Display module)

เป็นมอดูลที่ใช้แสดงผลการทำงาน โดยใช้มอดูลแสดงผลการทำงานในสถานะต่างๆ และใช้ในการแสดงผลเสียงสัญญาณเตือนจากแตร

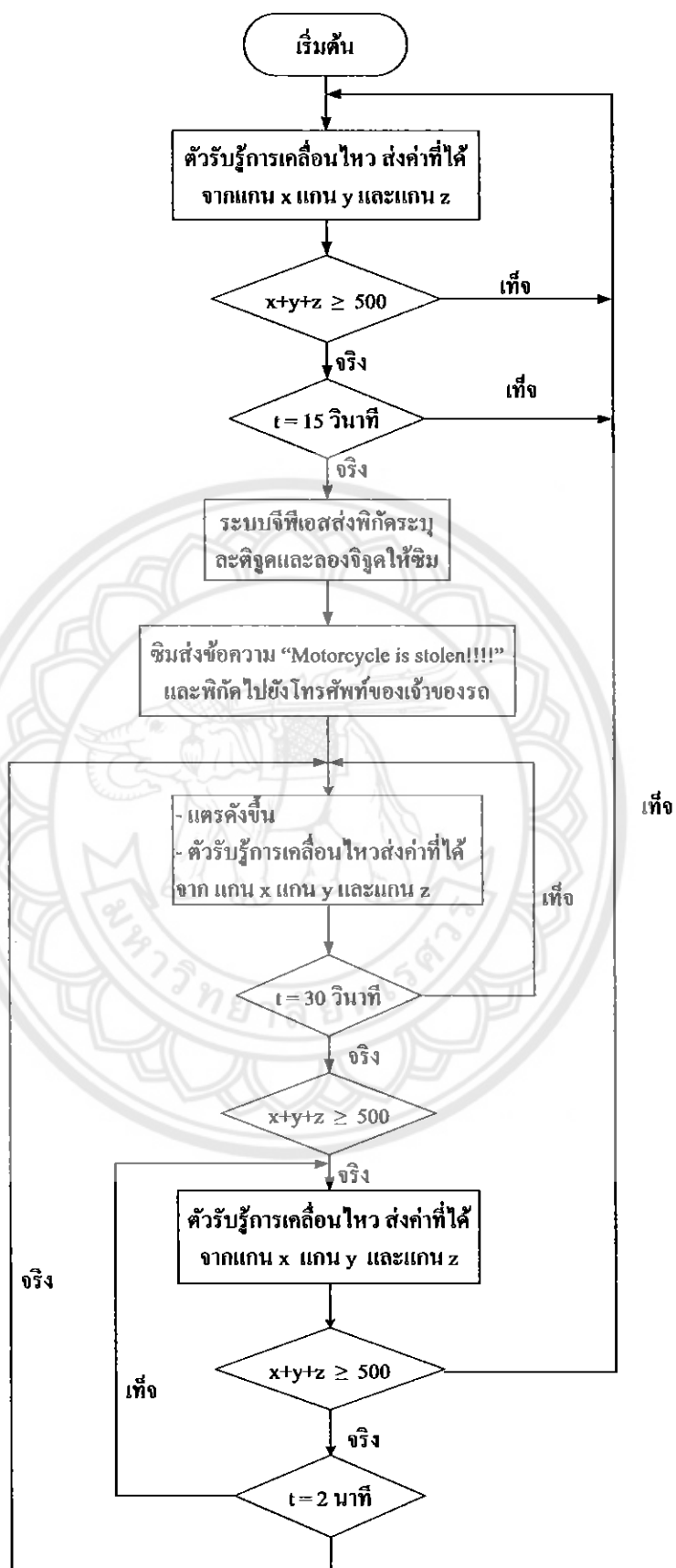
3.2 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ภายในระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ มีการใช้แผ่นวงจร GY-521 ซึ่งเป็นรับรู้ว่าใช้ในการตรวจวัดการเคลื่อนไหว โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

จากรูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยถ้ารถจักรยานยนต์มีการขยับมากกว่าหรือเท่ากับค่าที่ตั้งไว้และมีความต่อเนื่องในระยะเวลาที่กำหนด ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว รุ่น GY-521 จะส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีการประมวลผลและส่งงานไปให้แตรเกิดการแจ้งเตือน รวมทั้งส่งงานให้มอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2 ส่งค่าพิกัดไปยังไซมแสดงข้อความแจ้งเตือนพร้อมกับระบุตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของรถจักรยานยนต์ไปยังมีอถือของเจ้าของรถจักรยานยนต์ทราบ



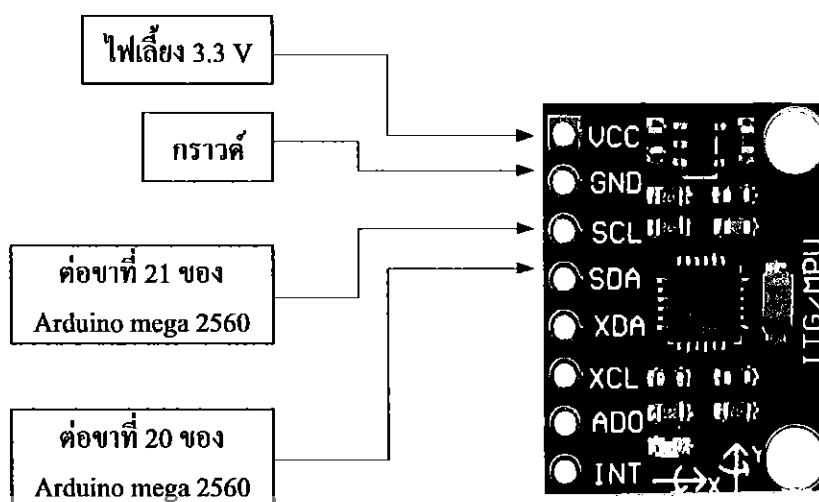
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

จากรูปที่ 3.3 ระบบจะเริ่มดำเนินการทำงานเมื่อรถจักรยานยนต์มีการขยับ ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวจะส่งค่าที่ได้จากแกน x แกน y และแกน z ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีการตรวจสอบเงื่อนไขว่ามากกว่าหรือเท่ากับ 500 หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้มีการตรวจสอบเงื่อนไขอีกครั้ง แต่ถ้าใช่จะมีการตรวจสอบเงื่อนไขว่ามีความเคลื่อนไหวดังเนื่องในระยะเวลา 15 วินาทีหรือไม่ ถ้าตรงตามเงื่อนไข ระบบจีพีเอสจะส่งพิกัดระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ไปยังซิม โดยซิมจะส่งข้อความว่า“Motorcycle is stolen!!!!” ไปที่มือถือของเจ้าของรถจักรยานยนต์พร้อมกับให้แจ้งเตือนด้วยเสียงแตร โดยเสียงแตรจะดังต่อเนื่อง 30 วินาที ซึ่งในขณะที่ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวจะยังส่งค่าเพื่อตรวจจับการขยับของรถจักรยานยนต์อยู่ หากยังมีการขยับ ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวจะส่งค่าที่ได้จากแกน x แกน y และแกน z ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีการตรวจสอบเงื่อนไขว่ามากกว่าหรือเท่ากับ 500 หรือไม่ ถ้าไม่ตรงตามเงื่อนไขจะแสดงว่ารถจักรยานยนต์ไม่มีการขยับแล้ว และตัวรับรู้การเคลื่อนไหวจะส่งค่าอีกครั้งเมื่อรถจักรยานยนต์มีการขยับ ในขั้นตอนเริ่มต้น แต่ถ้าตรงตามเงื่อนไขก็จะตรวจสอบอีกว่ามีความต่อเนื่องในระยะเวลา 2 นาทีหรือไม่ ถ้าไม่ตรงตามเงื่อนไขก็จะมีการรับค่าจากตัวรับรู้การเคลื่อนไหวก่อนอีกครั้ง แต่ถ้าตรงตามเงื่อนไข ระบบจีพีเอสจะส่งพิกัดระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ไปยังซิม เพื่อให้ส่งข้อความไปยังมือถือของเจ้าของรถจักรยานยนต์พร้อมกับให้แจ้งเตือนด้วยเสียงแตร ซึ่งในขณะที่ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวจะยังส่งค่าเพื่อตรวจจับการขยับของรถจักรยานยนต์อยู่ หากมีการขยับอย่างต่อเนื่องอีกในระยะเวลา 2 นาที ก็จะมีการแจ้งเตือนจากเสียงแตรพร้อมกับแสดงข้อความระบุพิกัดละติจูดและลองจิจูดในทุกๆ 2 นาที

3.3. การเชื่อมต่อวงจรของระบบการป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

3.3.1 วงจรระบบรับรู้การเคลื่อนไหวกองรถ

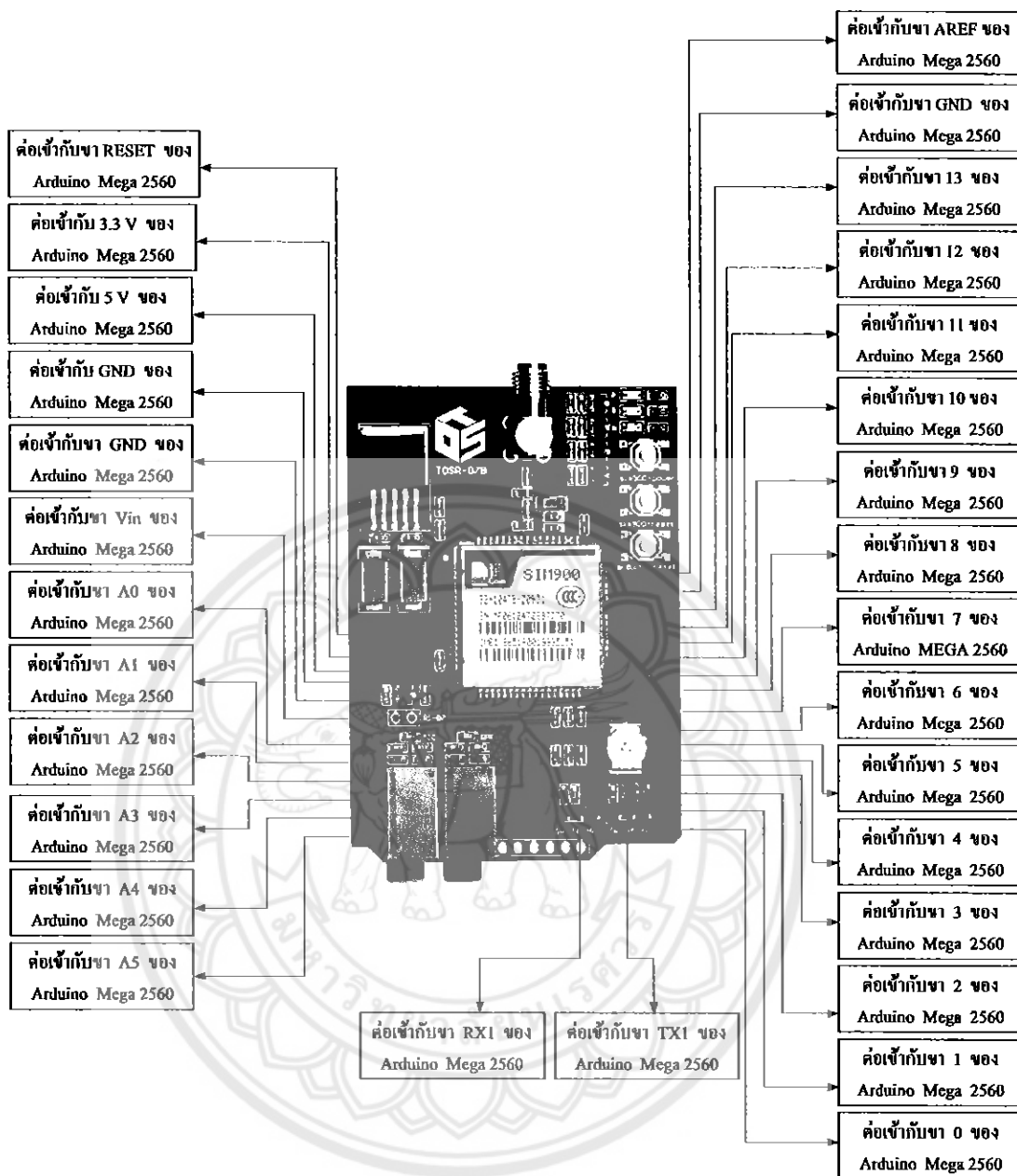
วงจรรบบรับรู้การเอียงของรถจากตัวรับรู้ GY-521 โดยจะแสดงค่าในแกน x แกน y และแกน z ซึ่งจะมีค่าสามค่า เป็นค่าที่จะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการหมุนตัวรับรู้ในแกนต่างๆ ทุกๆ ครั้งที่มีการหมุนหรือเอียง ส่งผลให้จุดต่างๆบนตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 มีความเร่งเชิงเส้นไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองศาความเอียง ซึ่งความเร่งเชิงเส้นเป็นค่าที่เอาไว้เปรียบเทียบกับค่าแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อหยุดหมุน โดยค่าจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำงานโดยการวัดความเร็วเชิงมุมรอบทั้งสามแกน [3] และจะส่งค่าไปยังแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 ที่ขา Rx และจะเก็บค่าไว้ประมวลผล ประมวลผลโดยตัวแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 ซึ่งจะนำค่าที่ได้ไปใช้สำหรับส่งสัญญาณตัวรับรู้ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลและสั่งการทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนการเชื่อมต่อใช้งานตัวรับรู้การเคลื่อนไหวของรถ

3.3.2 วงจรสื่อสารโดยการส่งข้อความ

การประยุกต์ใช้งานของมอดูล GSM/GPRS SIM900 โดยมีการติดตั้งระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ร่วมกับตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับ ฮาร์ดแวร์รุ่น Mega 2560 และเมื่อตรวจมีการขยับรถจักรยานยนต์ตามระยะเวลาที่ตั้งไว้ก็จะมีการส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปบอกให้เจ้าของรถจักรยานยนต์ทราบ โดยจะมีการแจ้งเตือนข้อความผ่านทางมอดูล GSM/GPRS SIM900 ซึ่งเป็นมอดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ที่มีขนาดเล็กและสามารถรองรับระบบสื่อสาร GSM โดยส่งงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่งเอทีคอมมานด์ มอดูลตัวนี้สามารถใช้สัญญาณ GSM แบบเดียวกับการใช้โทรศัพท์ในการรับข้อมูลและส่งข้อมูลจากที่ต่างๆได้แม้จะไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต [4] โดยแผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรมอดูล GSM/GPRS SIM900 จะแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรมอดูล GSM/GPRS SIM900

การสื่อสารของโครงการนี้จะใช้การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม เป็นการกำหนดขา TX และขา RX โดยขา TX ของแผงวงจรมอดูล GSM/GPRS SIM900 จะมีการเชื่อมต่อเข้ากับขา RX1 ของแผงวงจรรอานูโน รุ่น Mega 2560 และขา RX ของแผงวงจรมอดูล GSM/GPRS SIM900 จะเชื่อมต่อเข้ากับขา TX1 ของแผงวงจรรอานูโน รุ่น Mega 2560 ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อในการสื่อสารระหว่างแผงวงจร หลังจากเสียบซิมโทรศัพท์เข้าไปแผงวงจรมอดูล GSM/GPRS SIM900 ดิคเสอาอากาศและติดตั้งบนแผงวงจรรอานูโน รุ่น Mega 2560 และจ่ายแรงดันไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่สำรอง ซึ่งจะแสดงไฟ PWR เป็นไฟสีแดง STA แสดงไฟสีเขียวหลังติด หลังจากนั้นไฟ NET แสดงเป็นไฟสีน้ำเงินก็จะเริ่มกระพริบ ซึ่งหมายถึงแผงวงจรมอดูลติดต่อกับระบบเครือข่าย

1922008x

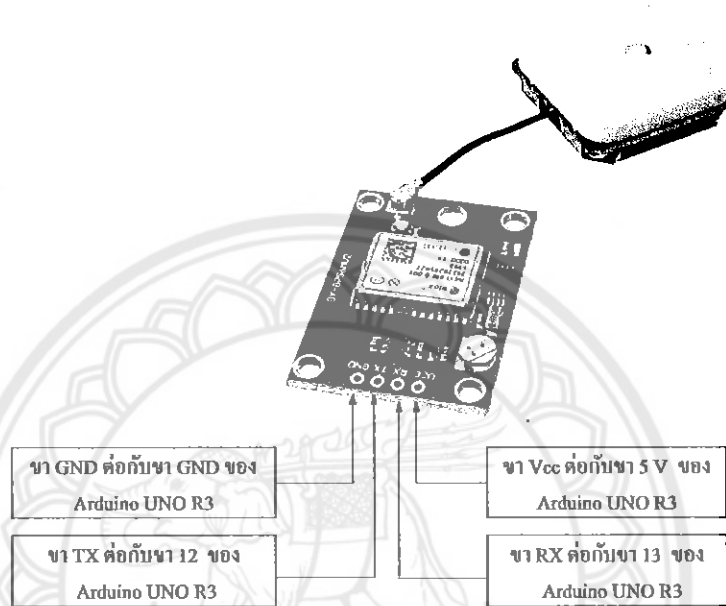


3.3.3 วงจรรับรู้พิกัดของรถจักรยานยนต์

วงจรรรับรู้พิกัดของรถจักรยานยนต์เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่รับสัญญาณระบบจีพีเอส ระบบตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดจากดาวเทียม ได้เป็นอย่างดี [5] โดยติดต่อให้มีการส่งข้อมูลกับแผงวงจรอาดูโน่ผ่านทางช่อง Serial RX/TX

สำนักหอสมุด

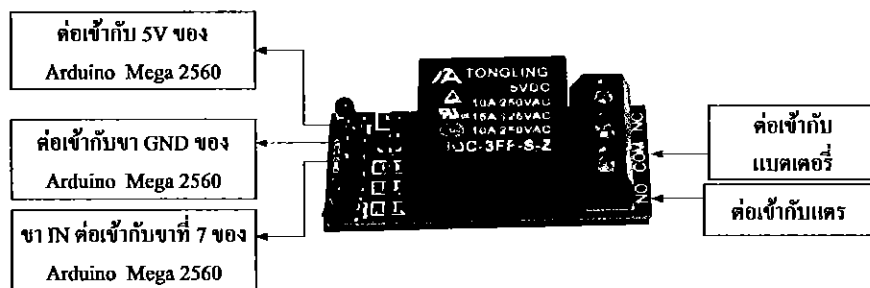
2561



รูปที่ 3.6 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของวงจรรรับรู้พิกัดของรถจักรยานยนต์

3.3.4 แผงวงจรรีเลย์

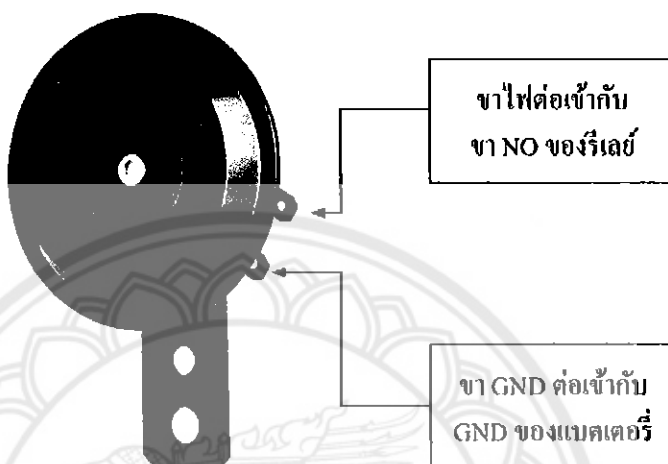
รีเลย์ 1 ช่อง ใช้ไฟ 5 โวลต์ [6] โดยขา Vcc ของรีเลย์เชื่อมต่อเข้ากับ 5 โวลต์ ของแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 ขากราวด์ของแผงวงจรรีเลย์ต่อเข้ากับขากราวด์ของแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 ขา IN เชื่อมต่อเข้ากับขาที่ 7 ของแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 นอกจากนี้จุดต่อปกติเปิดเชื่อมต่อของแผงวงจรรีเลย์เชื่อมต่อกับแตร และขาคู่รวมไฟเชื่อมต่อกับแบตเตอรี่ หากแผงวงจรรีเลย์ตัดต่อหน้าสัมผัสไฟจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียวส่งผลให้เกิดการแจ้งเตือนผ่านแตร



รูปที่ 3.7 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรรีเลย์

3.3.5 แตร

แตรขนาด 12 โวลต์ และมีระดับเสียง 100 เดซิเบล เมื่อมีไฟฟ้าไหลผ่านแล้วจะทำให้เกิดเสียงดังทันที ซึ่งแตรนี้จะทำหน้าที่แจ้งเตือนเมื่อเกิดสถานะผิดปกติ เช่น การขยับรถนานต่อเนื่องในช่วงเวลาที่ตั้งไว้ หรือการคาดการณ์ว่าอาจเกิดการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

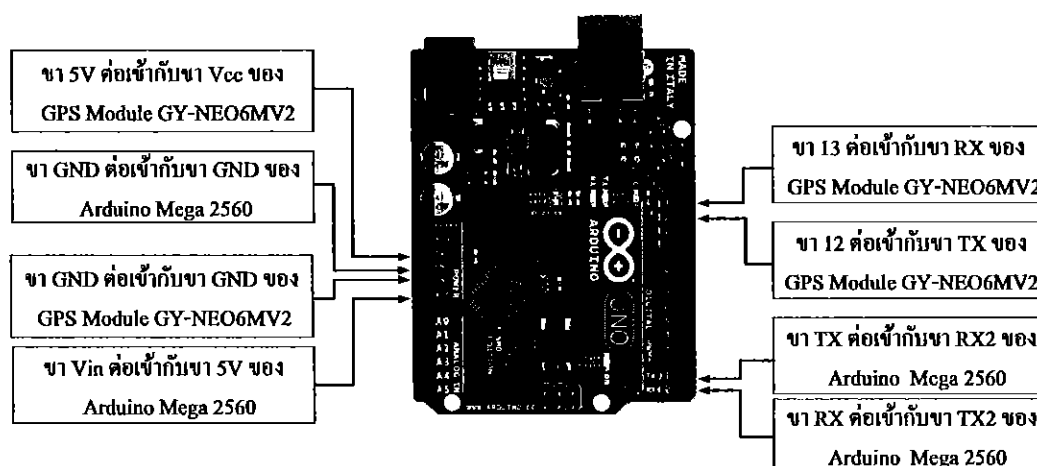


รูปที่ 3.8 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแตร

ที่มา: <https://th.bosch-automotive.com/th/parts>.

3.3.6 แผงวงจรอาดูโน่ UNO R3

ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ UNO R3 ซึ่งมีขาสัญญาณแอนะล็อก 5 ขา และขาดิจิทัล 13 ขา เป็นศูนย์กลางที่คอยรับข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงต้องมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ [7] สามารถแสดงการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งอาดูโน่ UNO R3 จะทำการประมวลผลจากการรับค่าการเคลื่อนไหวของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวเมื่อตัวรับรู้มีการขยับอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคาดการณ์ได้ว่ารถจักรยานยนต์อาจถูกการโจรกรรม ซึ่งจะมีการแจ้งเตือนเข้าโทรศัพท์พร้อมกับวงจรรับรู้พิกัดของรถจักรยานยนต์แสดงพิกัดว่า ณ ขณะนั้นรถจักรยานยนต์อยู่ตำแหน่งใด

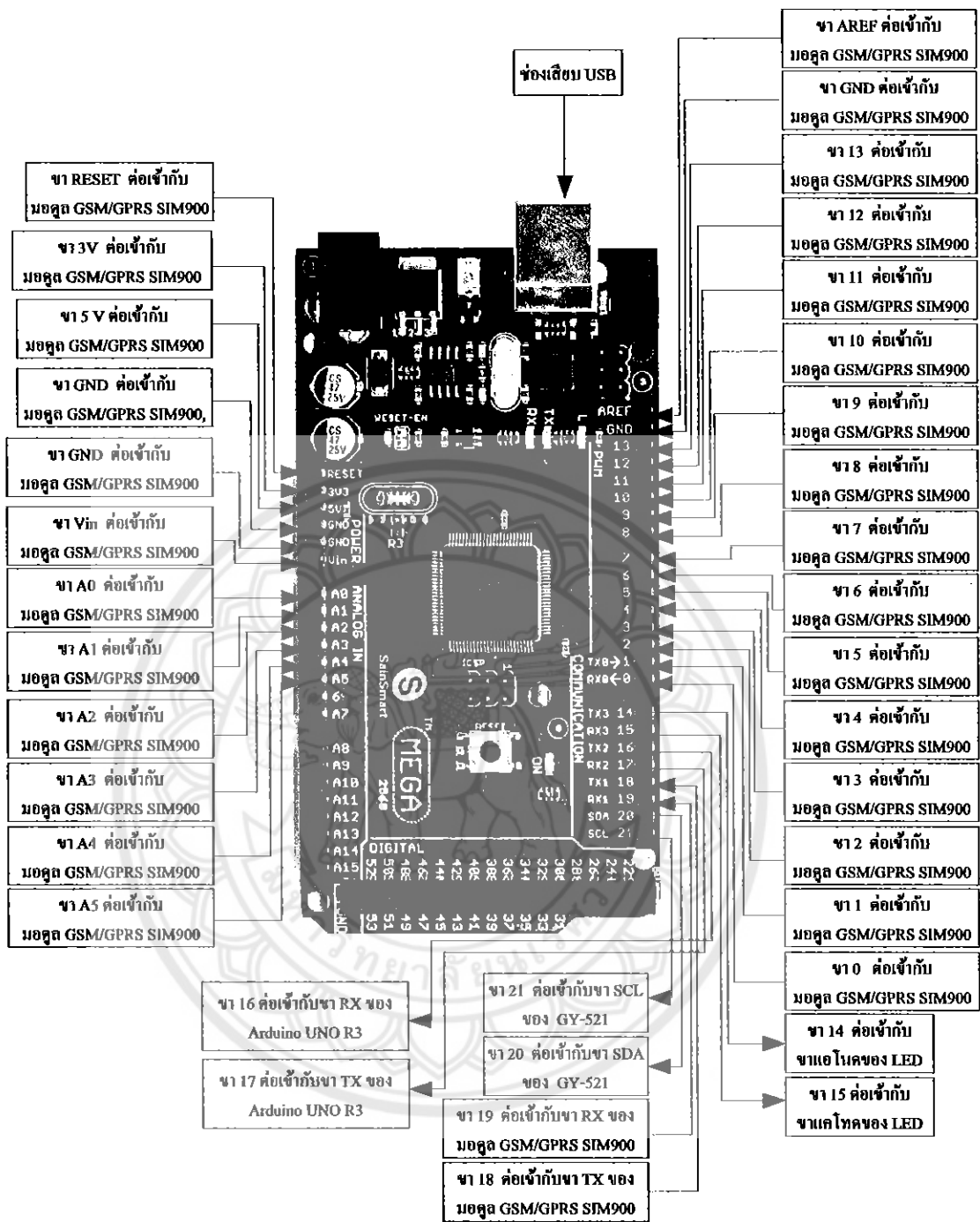


รูปที่ 3.9 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรอาดูโน่ UNO R3

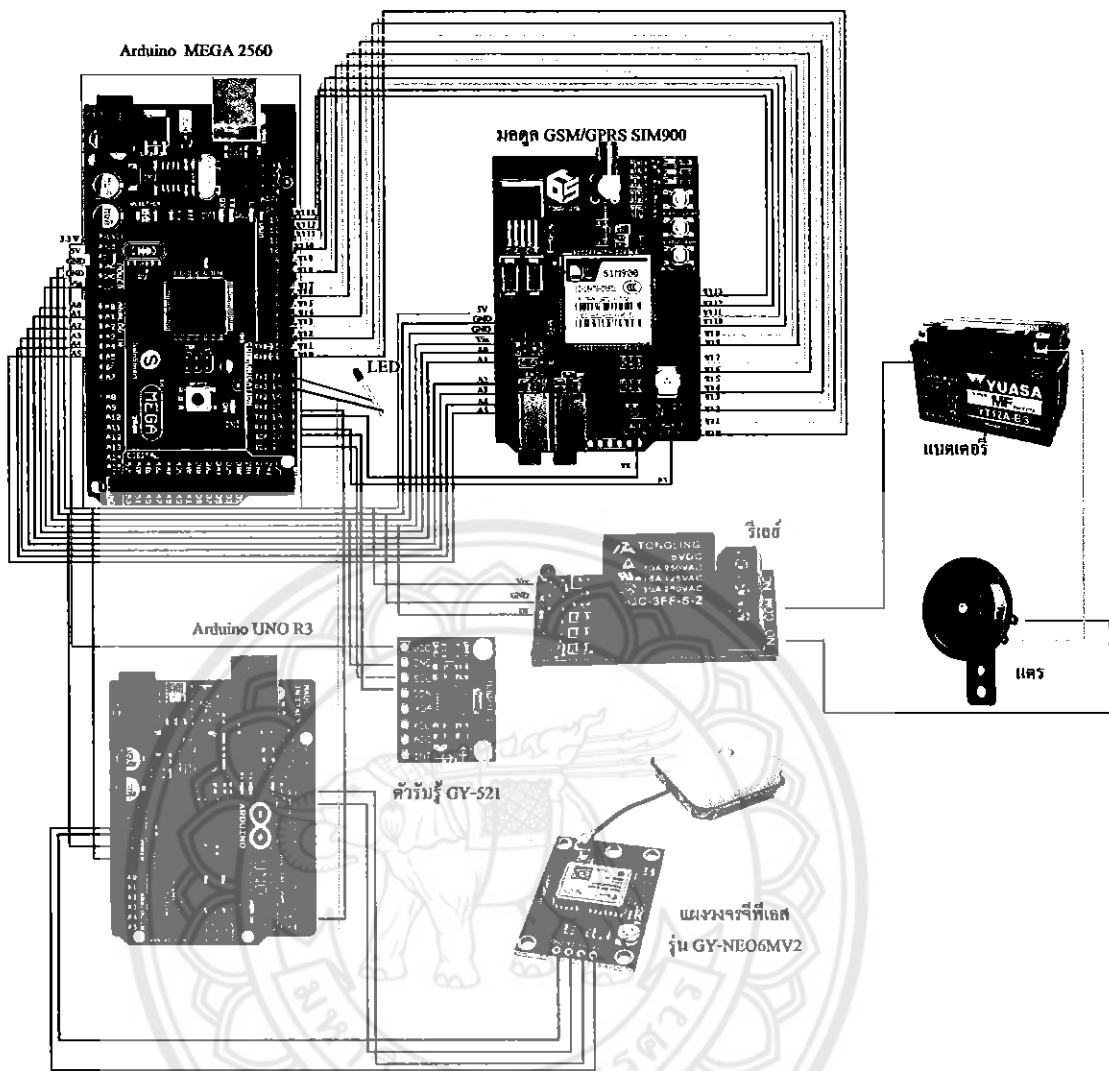
3.3.7 แผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560

ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ รุ่น Mega 2560 ซึ่งมีขาสัญญาณแอนะล็อก 16 ขา และขา ดิจิทัล 54 ขา เป็นศูนย์กลางที่คอยรับข้อมูล ประมวลผล และสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงาน จึงต้อง มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ [1] ซึ่งอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 จะทำการประมวลผลจาก การรับค่าการเปลี่ยนแปลงของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวและช่วงเวลาที่มีการขยับของตัวรับรู้การ เคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลา 15 วินาที จากนั้นจะออกคำสั่งในส่วนต่างๆให้ทำตามขั้นตอน ที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3.10 แสดงแผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560

การควบคุมการทำงานของโครงงานนี้ คือ การป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ มีการเชื่อมต่อประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่ วงจรระบบรับรู้การเคลื่อนไหวของรถ วงจรสื่อสาร โดยการส่งข้อความ แผงวงจรรีเลย์ แตรและแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560 โดยการทำงานของ ระบบจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับค่าเพื่อประมวลผลและสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงาน โดยมี ไฟจากไดโอดเปล่งแสงแสดงสถานะการเริ่มรับค่าการเคลื่อนไหว ซึ่งรับค่าการเคลื่อนไหวจาก วงจรรับรู้การเคลื่อนไหว เพื่อเป็นการกำหนดการเคลื่อนไหว หากมีการเคลื่อนไหวในเวลา ที่ต่อเนื่องของวงจรรับรู้การเคลื่อนไหว โดยจะมีแผงวงจรรีเลย์ในการหน่วงเวลาของการเคลื่อนไหว หากมีการเคลื่อนไหวในค่าที่ได้กำหนดไว้ จะมีแตรที่ติดตั้งอยู่กับรถจักรยานยนต์มีเสียงดังขึ้น พร้อมกับมีข้อความแจ้งเตือนเข้าโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถจักรยานยนต์ผ่านวงจรสื่อสาร โดย การส่งข้อความพร้อมกับวงจรรับรู้พิคคของรถจักรยานยนต์แสดงพิคคว่า ณ ขณะนั้น รถจักรยานยนต์อยู่ตำแหน่งใด และถ้ารถจักรยานยนต์มีการเคลื่อนที่ต่อเนื่องอีก 2 วินาที ก็จะมีการ แจ้งเตือนด้วยเสียงแตรและมีการแจ้งเตือนโดยการส่งข้อความ พร้อมกับพิคคละติจูดละตองจิกคอีก ครั้ง สามารถแสดงวงจรทั้งหมดได้ดังรูปที่ 3.11 และการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ใช้งานจริง ดังรูปที่ 3.12

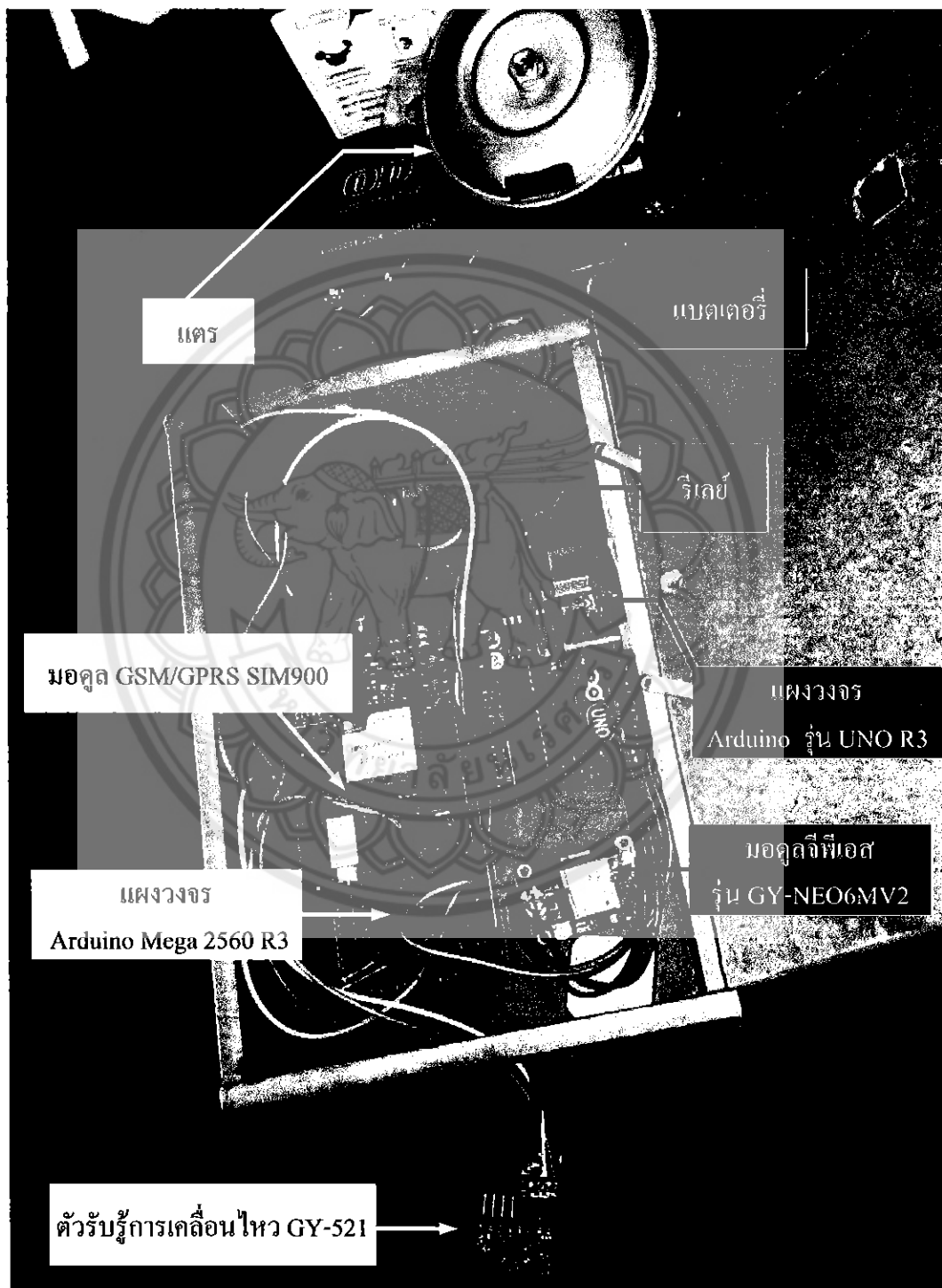


รูปที่ 3.10 แผนการเชื่อมต่อใช้งานของแผงวงจรอาดูโน่ รุ่น Mega 2560



รูปที่ 3.11 แผนการเชื่อมต่อของวงจรป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

การติดตั้งอุปกรณ์ในการใช้งานจริงของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยจะนำอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันใส่ลงในกล่องขนาดความกว้าง 11 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร และสูง 8 เซนติเมตร และนำกล่องไปไว้ได้เบาะรถจักรยานยนต์ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 การติดตั้งของอุปกรณ์ของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

บทที่ 4

ผลการทดสอบการทำงานของระบบการป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

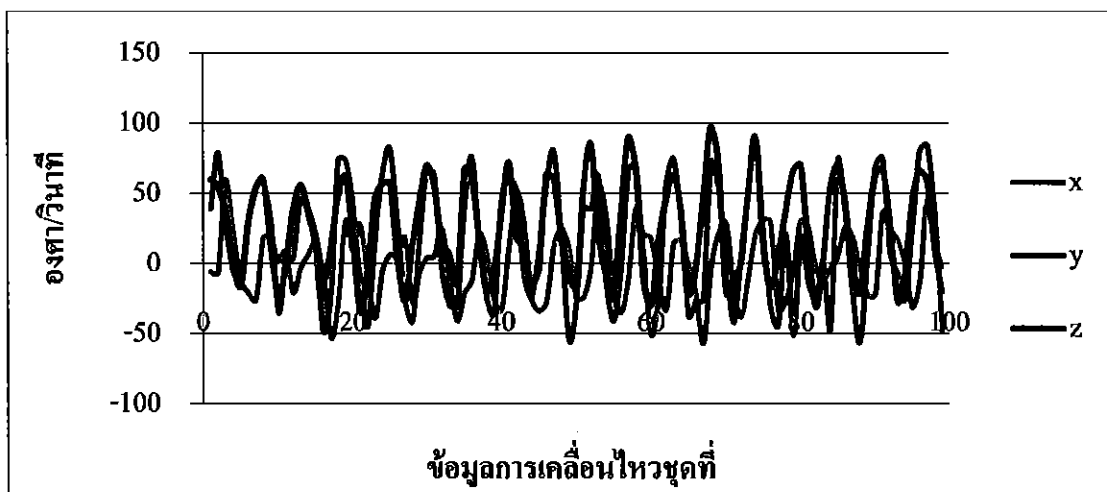
หลังจากประกอบส่วนประกอบต่างๆในการป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์แล้ว จึงได้ทำการทดสอบซึ่งประกอบไปด้วย ความแม่นยำในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ การทำงานในกรณีที่คาดการณ์ว่ายังไม่มีกรโจรกรรมรถจักรยานยนต์ การติดตามรถจักรยานยนต์ในกรณีที่ถูกรโจรกรรม และการสั่งให้หยุดการทำงานในกรณีที่เสียงแตรแจ้งเตือนดังขึ้น

4.1 การทดสอบการทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหว

จากการทดสอบการทำงานของระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยใช้ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 ซึ่งตัวรับรู้นี้สามารถส่งค่าที่ได้จากแกน x แกน y และแกน z ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้มีการประมวลผลและสั่งงานให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงได้ทดสอบการทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวในกรณีต่างๆ เช่น ขณะรถจักรยานยนต์หยุดนิ่ง ขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่แต่ไม่ต่อเนื่อง และขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่ต่อเนื่อง

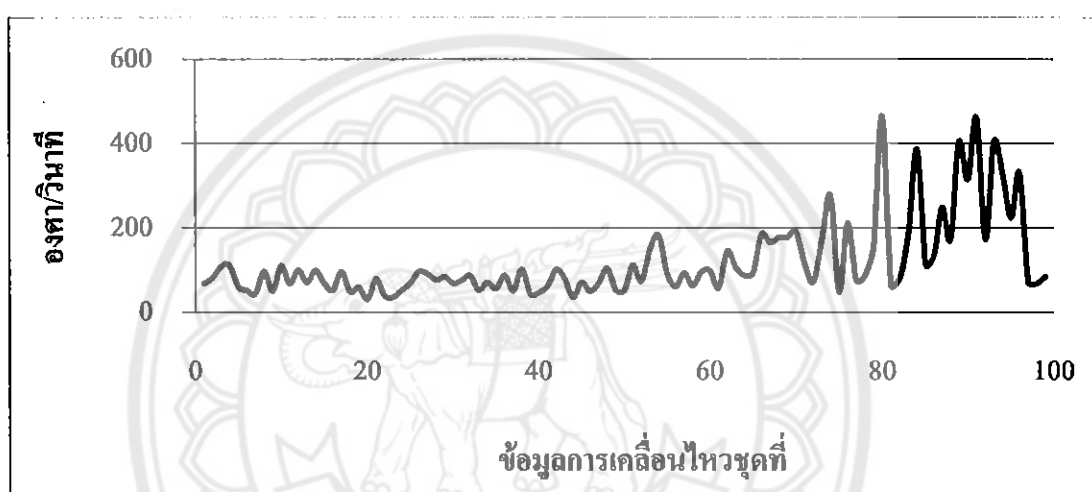
4.1.1 ขณะรถจักรยานยนต์หยุดนิ่ง

เนื่องจากตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 ไม่ว่าจะรถจักรยานยนต์จะอยู่ในสถานะหยุดนิ่งหรือมีการเคลื่อนไหว ตัวรับรู้การเคลื่อนไหวจะไม่มีค่าเป็นศูนย์และมีค่าไม่แน่นอน ดังรูปที่ 4.1 จะเป็นการแสดงการทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวทั้งสามแกน นั่นคือแกน x แกน y และแกน z



รูปที่ 4.1 การทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวทั้งแกน x, y และ z

ซึ่งจากกราฟที่ได้จะเห็นว่ากราฟทั้งสามแกนมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ทำให้ไม่สามารถเห็นการเคลื่อนไหวของกราฟแต่ละกราฟได้ชัดเจน จึงได้มีการรวมกราฟทั้งสามแกนเป็นเวกเตอร์จากผังรูปที่ 4.2 เป็นการรวมค่าของแกน x, แกน y และแกน z ของกราฟรูปที่ 4.1 เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจจับการเคลื่อนไหว ซึ่งไม่ว่ารถจักรยานยนต์จะมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดก็ตาม ในแกน x, แกน y และแกน z ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 ก็จะสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่ากราฟอยู่ในช่วง 0-500 องศาวินาที ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกิน 500 แสดงว่ารถจักรยานยนต์ไม่มีการขยับหรือหยุดนิ่งผังรูปที่ 4.3



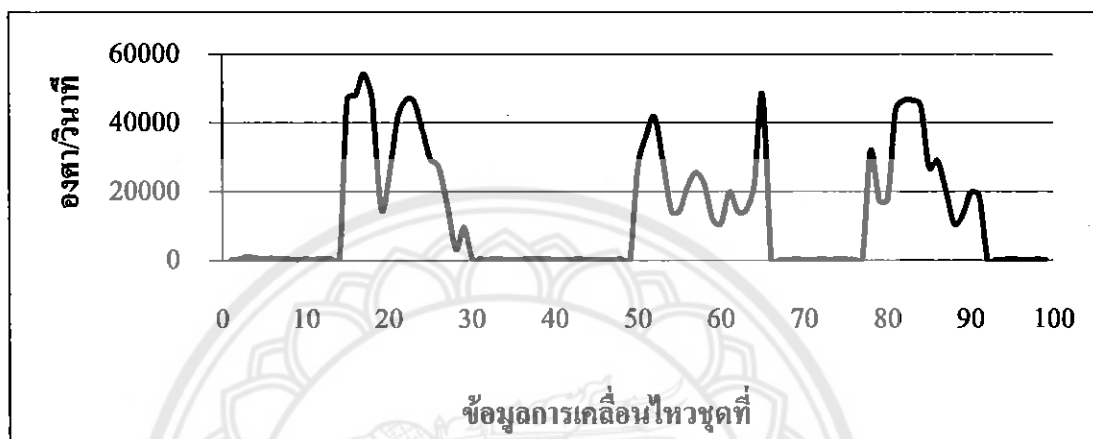
รูปที่ 4.2 การทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหวเมื่อรวมเวกเตอร์เป็นแกนเดียว



รูปที่ 4.3 การจอดรถจักรยานยนต์ขณะที่จอดอยู่นิ่ง

4.1.2 ขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่แต่ไม่ต่อเนื่อง

ในการทดสอบการทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 ในขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่แต่ไม่ต่อเนื่องหรือเป็นการขยับเป็นจังหวะสลับกับการหยุดนิ่ง จะได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นกราฟที่อยู่ในช่วง 0-50000 องศาต่อวินาที โดยที่ไม่มีความสม่ำเสมอในการขึ้นลงของกราฟแสดงให้เห็นว่ารถจักรยานยนต์มีการขยับแต่ไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 4.4 การเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ไม่ต่อเนื่อง

4.1.2 ขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่ต่อเนื่อง

ในการทดสอบขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่ต่อเนื่อง แบ่งออกเป็น 2 กรณีดังนี้

จากผลการทดสอบตัวรับรู้การเคลื่อนไหวในการจูงรถจักรยานยนต์ทางเรียบและทางขรุขระ ลักษณะของการจูงรถจักรยานยนต์ในทางเรียบจะแสดงดังรูปที่ 4.5(ก) ลักษณะของการจูงรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ถนนทางขรุขระจะแสดงดังรูปที่ 4.5(ข)



(ก) การจูงรถจักรยานยนต์ทางเรียบ (ข) การจูงรถจักรยานยนต์ทางขรุขระ

รูปที่ 4.5 การจูงรถจักรยานยนต์ในทางเรียบและทางขรุขระ

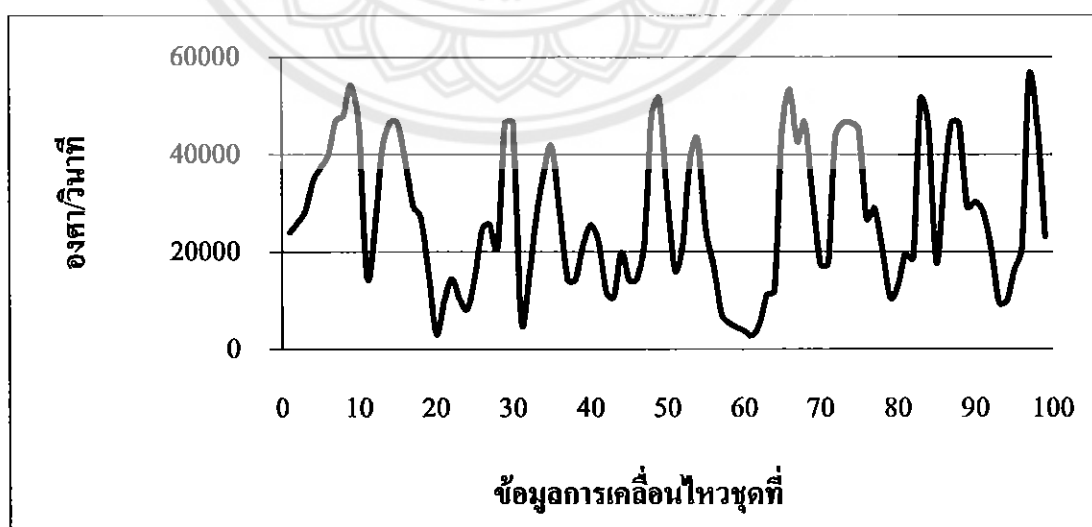
จากผลการทดสอบตัวรับรู้การเคลื่อนไหว ลักษณะการจับขี้อรจักรยานยนต์ในทางเรียบ จะแสดงดังรูปที่ 4.6(ก) ลักษณะการจับขี้อรจักรยานยนต์ในทางขรุขระจะแสดงดังรูปที่ 4.6(ข)



(ก) การจับขี้อรจักรยานยนต์ทางเรียบ (ข) การจับขี้อรจักรยานยนต์ทางขรุขระ

รูปที่ 4.6 การจับขี้อรจักรยานยนต์ทางเรียบและทางขรุขระ

ในการทดสอบการทำงานของตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 ในขณะที่รถจักรยานยนต์เคลื่อนที่ต่อเนื่องในกรณีลักษณะการจับขี้อรจักรยานยนต์ในทางเรียบดังรูป 4.7(ก) จะได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 4.5 พบว่า กราฟจะอยู่ในช่วง 500 - 50000 องศาต่อวินาที โดยที่กราฟมีความต่อเนื่องตลอด แสดงให้เห็นว่ารถจักรยานยนต์มีการขยับต่อเนื่อง



รูปที่ 4.7 รูปแสดงการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์อย่างต่อเนื่อง

จากผลการทดสอบการทำงานของตัวรับรู้ในกรณีต่างๆ เช่น ขณะรถจักรยานยนต์จอดอยู่นิ่ง ขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่แต่ไม่ต่อเนื่อง (ขยับเป็นจังหวะ สลับกับการหยุดนิ่ง) และขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่ต่อเนื่อง พบว่าลักษณะของกราฟที่ได้ในแต่ละกรณีมีความแตกต่างกัน นั่นคือ ขณะรถจักรยานยนต์จอดอยู่นิ่ง โดยตัวรับรู้การเคลื่อนไหวมีการเก็บค่าแต่ค่าของกราฟนั้นมีค่าต่ำมากจะมีค่าอยู่ในช่วงสิบถึงหลักร้อย ส่วนกรณีขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่แต่ไม่ต่อเนื่อง พบว่าลักษณะของกราฟที่ได้มีค่าตั้งแต่ศูนย์ถึงหลักหมื่นที่ไม่ต่อเนื่องกัน และในกรณีขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่ต่อเนื่อง จะพบว่ากราฟมีค่าสูงและจะอยู่ในช่วงหลักพันถึงหลักหมื่น ซึ่งมีค่าที่ได้จากกราฟและมีเวลาต่อเนื่อง

4.2 การทำงานในกรณีรถจักรยานยนต์ถูกโจรกรรม

เมื่อมีการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ต่อเนื่องในระยะเวลา 15 วินาที ซึ่งอาจคาดการณ์ได้ว่ารถจักรยานยนต์อาจถูกการโจรกรรม ดังนั้นเมื่อรถจักรยานยนต์เกิดการเคลื่อนไหวต่อเนื่อง 15 วินาที แตรที่ติดตั้งไว้กับรถจักรยานยนต์จะเกิดเสียงดังขึ้นและมอดูล GSM/GPRS SIM 900 จะส่งข้อความแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.8

ข้อความ : "Motorcycle is stolen!!!!"

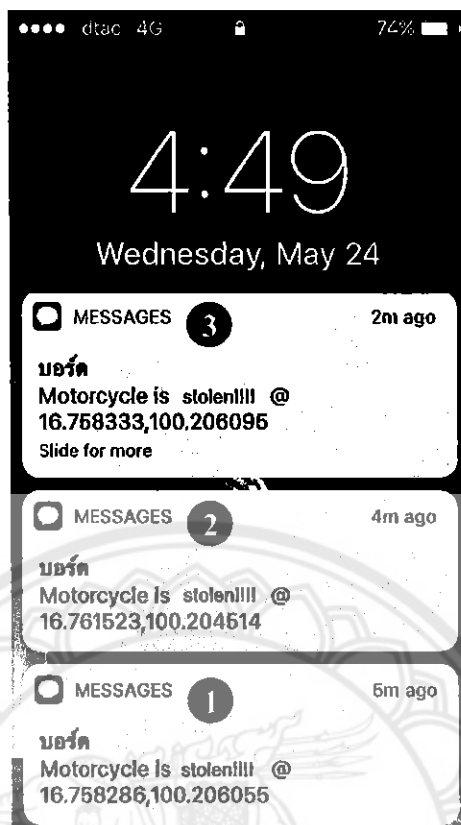
พิกัด : 16.758286,100.206055

หากมีการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ต่อเนื่องหลังจากที่มีข้อความแจ้งเตือนในครั้งแรกไปแล้ว อีกประมาณ 2 นาที จะมีการแจ้งเตือนจากแตรอีกครั้งและส่งข้อความแจ้งเตือน

ข้อความ : "Motorcycle is stolen!!!!"

พิกัด : 16.761523,100.204514

หลังจากที่มีการแจ้งเตือนในระยะ 2 นาทีไปแล้ว ถ้ารถจักรยานยนต์ยังมีการขยับอยู่ จะมีข้อความส่งใหม่อีกครั้ง และจะแสดงพิกัดของตำแหน่งปัจจุบัน



รูปที่ 4.8 การส่งข้อความแจ้งเตือนว่ารถจักรยานยนต์ถูกโจรกรรม

หลังจากที่มีการแจ้งเตือนโดยการส่งข้อความพร้อมกับระบุพิกัดละติจูดและลองจิจูด แสดงดังรูปที่ 4.8 ซึ่งแสดงเป็นตัวเลขระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ ณ ขณะนั้น ซึ่งเจ้าของรถจักรยานยนต์สามารถนำค่าพิกัดไปตรวจสอบได้ว่ารถจักรยานยนต์อยู่ที่ตำแหน่ง โดยการเข้าไปที่ www.google.com ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การค้นหาตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ด้วยพิกัดละติจูดและลองจิจูด

จากรูป 4.9 เมื่อนำเลขแสดงพิกัดละติจูดและลองจิจูด ไปค้นหาที่ www.google.com แล้ว เว็บไซต์จะระบุตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ ดังรูปที่ 4.10 สังเกตลูกศรที่ชี้ให้เห็นสถานที่ของรถจักรยานยนต์อยู่ ทำให้เจ้าของรถจักรยานยนต์สามารถทราบได้ว่า ณ ขณะนั้นรถจักรยานยนต์อยู่ที่ใด และสามารถตามรถกลับมาได้ง่าย ในกรณีที่โจรมีการเคลื่อนย้ายจักรยานยนต์ไปไว้ที่อื่น



รูปที่ 4.10 ตำแหน่งของรถจักรยานยนต์บนแผนที่ที่เกิด



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการสามารถสรุปผล และชี้แจงปัญหาในการดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา และให้ข้อเสนอแนะในการนำโครงการไปพัฒนาต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

ในโครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยมีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ผ่านวงจรรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 หากรถจักรยานยนต์มีการขยับโดยมีค่าผลรวมที่ได้จากแกน x, แกน y และแกน z มากกว่าหรือเท่ากับค่าที่ตั้งไว้และมีความต่อเนื่องในระยะเวลาที่กำหนด ระบบจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับค่าเพื่อประมวลผลและสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงาน โดยมีไฟจากไดโอดเปล่งแสง แสดงสถานการณ์เริ่มรับค่าการเคลื่อนไหว ซึ่งรับค่าการเคลื่อนไหวจากวงจรรับรู้การเคลื่อนไหว เพื่อเป็นการกำหนดการเคลื่อนไหว หากมีการเคลื่อนไหวในเวลาที่ต่อเนื่องของวงจรรับรู้การเคลื่อนไหว โดยจะมีแผงวงจรรีเลย์ในการหน่วงเวลาของการเคลื่อนไหวหากมีการเคลื่อนไหวในค่าที่ได้กำหนดไว้ จะมีแตรที่ติดตั้งอยู่กับรถจักรยานยนต์มีเสียงดังขึ้น พร้อมกับมีข้อความแจ้งเตือนพร้อมกับระบุพิกัดLongitude และละติจูด แสดงตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ว่าอยู่ตำแหน่งใด ณ ขณะนั้น เข้าโทรศัพท์มือถือของเจ้าของรถจักรยานยนต์ผ่านวงจรสื่อสาร โดยการส่งข้อความ

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) หากแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรแล้วแบตเตอรี่หมด ทำให้เจ้าของรถไม่สามารถทราบได้เลยว่าแบตเตอรี่หมดตอนไหน ส่งผลให้วงจรหยุดการทำงานซึ่งจะส่งผลเสียในการป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ เพราะจะไม่มีแจ้งเตือนใดๆเกิดขึ้นหากเกิดการโจรกรรม อาจแก้ไขได้โดยเพิ่มสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมด เพื่อสามารถนำแบตเตอรี่ไปชาร์จ

2) ตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521 เมื่อนำไปรวมไว้ในกล่องร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ หากเกิดการเคลื่อนไหวจะทำให้ตัวรับรู้ GY-521 ไม่สามารถรับรู้การเคลื่อนไหวได้เลย เพราะกล่องที่อยู่ได้เบาะรถจักรยานยนต์สามารถกันการกระแทกได้ ซึ่งส่งผลให้หากเกิดการโจรกรรมตัวรับรู้การเคลื่อนไหวจะไม่สามารถเก็บค่าการเคลื่อนไหวและส่งผลเสียหากเกิดการโจรกรรมขึ้นมา ในกรณีนี้แก้ไขได้โดยเจาะกล่องรวมอุปกรณ์แล้วนำตัวรับรู้การเคลื่อนไหวมาไว้ข้างนอกกล่อง เมื่อเกิดการกระแทกตัวรับรู้การเคลื่อนไหวก็จะเริ่มเก็บค่าและทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้

3) กล่องที่ใช้ในการรวมวงจรต่างๆ มีขนาดใหญ่ จึงไม่สามารถนำไปติดตั้งกับรถจักรยานยนต์ได้ทุกคัน ทำให้รถจักรยานยนต์ที่มีพื้นที่ได้เบาะน้อยไม่สามารถติดตั้งได้ อาจแก้ไขโดยการประกอบกล่องรวมวงจรให้เล็กลงหรือออกแบบให้สามารถติดตั้งอยู่นอกรถได้โดยป้องกันการตัดสายไฟ

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

1) ออกแบบให้มีการป้องกันรถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น โดยเจ้าของรถจักรยานยนต์คนเดียวเท่านั้นที่สามารถใช้งานรถได้ โดยมีการสแกนลายนิ้วมือก่อนที่จะเริ่มใช้งานรถจักรยานยนต์ หากเจ้าของรถจักรยานยนต์อนุญาตให้ผู้อื่นขับรถต้องมีการยืนยันลายนิ้วมือของเจ้าของรถจักรยานยนต์ก่อน ผู้อื่นจึงสามารถใช้งานรถจักรยานยนต์ได้

2) ออกแบบโดยมีรีโมทที่สามารถปิด-เปิดการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันการโจรกรรมได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเปิดได้เบาะไปเพื่อหยุดการทำงานของอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Embedded System Design, “ศึกษาข้อมูลของแผงวงจร Arduino Mega2560”, สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2559 จาก <http://mbeddedweekly.blogspot.com/2014/08/arduino-Mega2560.html>.
- [2] <http://www.adisak51.com/avr2>, สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2559.
- [3] ThaiEasyElec, “GY-Sensor GY-521”, สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2559 จาก http://www.thaieasyelec.com/downloads/ESEN247/GY521_USG.pdf.
- [4] ArduinoAll, “มอดูล SIM900 GSM/GPRS Arduino shield”, สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2559 จาก https://app.enit.kku.ac.th/mis/administrator/doc_upload/pdf.
- [5] <https://www.ioxhop.com/article/54>, สืบค้นเมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2559. จาก <https://www.ioxhop.com/article/54>.
- [6] MLT, “มอดูลรีเลย์ 1 ช่อง”, สืบค้นเมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2559 จาก [http://www.mltelectronic.com/\(1-Channel-Relay-Module.\)](http://www.mltelectronic.com/(1-Channel-Relay-Module.))
- [7] ThaiEasyElec, “รีเลย์”, สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559 จาก <http://thaieasyelec.com/article-wiki/review-product>.
- [8] arduinoall, “Arduino รุ่น UNO R3”, สืบค้นเมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2559 จาก <http://www.arduinoall.com>.
- [9] Lamplaimat, “ภาษาซี”, สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2559 จาก <http://lamplaimat.ac.th/cpp/?cat=4>.
- [10] ThaiEasyElec, “AT Command”, สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2559 จาก <http://www.thaieasyelec.com/downloads/ETEE049/20Kit.pdf>.
- [11] http://commandronestore.com/learning/gy521_001.php, สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2560
- [12] Arduino UnoBoard, “Overview arduinouno R3”, สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2560 จาก <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.

ภาคผนวก ก
รหัสต้นฉบับของโปรแกรมระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์



```

#include "I2Cdev.h"

#include "MPU6050.h"

#include "math.h"

#include "SIM900.h"

#include <SoftwareSerial.h>

#include "sms.h"

MSGSMS sms;

//GSM Shield for Arduino

//www.open-electronics.org

//this code is based on the example of Arduino Labs.

//Simple sketch to send and receive SMS.

    int numdata;

    boolean started = false;

    char smsbuffer[160];

    char n[20];

// Arduino Wire library is required if I2CdevI2CDEV_ARDUINO_WIRE implementation
// is used in I2Cdev.h
    #if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
        #include "Wire.h"
    #endif

    MPU6050 accelgyro;

    int16_t ax, ay, az;

    int16_t gx, gy, gz;

    uint32_t sensorStartTime = 0;

    uint32_t sensorNow = 0;

    uint32_t lastAlert = 0;

    bool blinkState = false;

    bool alert = false;

    void setup() {

        pinMode(14, OUTPUT);

        pinMode(15, OUTPUT);

        digitalWrite(14, LOW);

```

```

digitalWrite(15, LOW);

// join I2C bus (I2Cdev library doesn't do this automatically)
#if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
    Wire.begin();
#elif I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_BUILTIN_FASTWIRE
    Fastwire::setup(400, true);
#endif

Serial2.begin(57600);
pinMode(7, OUTPUT);

digitalWrite(7, HIGH);
// initialize device
Serial.println("Initializing I2C devices...");
    accelgyro.initialize();
// verify connection
Serial.println("Testing device connections...");
    Serial.println(accelgyro.testConnection() ? "MPU6050 connection successful" :
"MPU6050 connection failed");
// use the code below to change accel/gyro offset values
    accelgyro.setXGyroOffset(100);
    accelgyro.setYGyroOffset(-30);
    accelgyro.setZGyroOffset(-15);

//Serial connection.
Serial.begin(9600);
Serial.println("GSM Shield testing.");
//Start configuration of shield with baudrate.
//For http uses is recommended to use 4800 or slower.
if (gsm.begin(2400)) {
    Serial.println("\nstatus=READY");
    digitalWrite(14, HIGH);
    started = true;
} else Serial.println("\nstatus=IDLE");
}

```

```

int i;

float dif = 0;

int16_t tVec = 0;

float vec = 0;

bool overT = false, setAlert = false;

int32_t startOverTime = 0, lastOverTime = 0, startAlert = -5000;

bool sented = false;

String gpsTem = "";
String gpsVa = "UNKNOWN!!!!!!!!!!!!!!";
void loop() {
  while (Serial2.available() > 0) {
    char re = Serial2.read();
    if (re == '_') {
      gpsTem = "";
    } else if (re == '$') {
      if (gpsTem == ".000000,.000000") {
        //gpsVa = "UNKNOWN!!!!!!!!!!!!!!";
      } else {
        gpsVa = gpsTem;
      }
    }
    Serial.print(gpsVa);
  } else {
    gpsTem += re;
  }
}

sensorNow = millis();

// read raw accel/gyro measurements from device
accelgyro.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
vec = sqrt(pow(gx, 2) + pow(gy, 2) + pow(gz, 2));
dif += abs(tVec - vec);
tVec = vec;
}

```

```

// Serial.println(vec);
if (sensorNow - sensorStartTime > 100) {
    sensorStartTime = sensorNow;
    if (dif > 4000) {
        overT = true;
    }
    dif = 0;
}
if (overT) {
    overT = false;
    Serial.print("Shake!\n");
    if ( sensorNow - lastOverTime <= 500 ) {
        lastOverTime = sensorNow;
    }
    else {
        startOverTime = sensorNow;
        lastOverTime = sensorNow;
    }
}

if ( lastOverTime - startOverTime >= 15000 && sensorNow - lastOverTime < 500) {
    startAlert = sensorNow;
}

if (sensorNow - startAlert < 15000) { //เปลี่ยนระยะเวลาเตือน
    Serial.print("Alert!!");
    digitalWrite(7, LOW);
    char st[47];
    st[0] = 'M';
    st[1] = 'o';
    st[2] = 't';
    st[3] = 'o';
    st[4] = 'r';
}

```



```
st[5] = 'c';
st[6] = 'y';
st[7] = 'c';
st[8] = 'l';
st[9] = 'e';
st[10] = ' ';
st[11] = 'i';
st[12] = 's';
st[13] = ' ';
st[14] = 's';
st[15] = 't';
st[16] = 'o';
st[17] = 'l';
st[18] = 'e';
st[19] = 'n';
st[20] = '!';
st[21] = '!';
st[22] = '!';
st[23] = '!';
st[24] = ' ';
st[25] = '@';
st[26] = ' ';
st[27] = gpsVa[0];
st[28] = gpsVa[1];
st[29] = gpsVa[2];
st[30] = gpsVa[3];
st[31] = gpsVa[4];
st[32] = gpsVa[5];
st[33] = gpsVa[6];
st[34] = gpsVa[7];
st[35] = gpsVa[8];
st[36] = gpsVa[9];
```



```

st[37] = gpsVa[10];
st[38] = gpsVa[11];
st[39] = gpsVa[12];
st[40] = gpsVa[13];
st[41] = gpsVa[14];
st[42] = gpsVa[15];
st[43] = gpsVa[16];
st[44] = gpsVa[17];
st[45] = gpsVa[18];
st[46] = gpsVa[19];
    /*+ gpsVa[1] + gpsVa[2] + gpsVa[3] + gpsVa[4] + gpsVa[5] + gpsVa[6] + gpsVa[7]
+ gpsVa[8] + gpsVa[9]
"Motorcycle is stolen last position @ " +
    st[0] = 'M';
    st[1] = gpsVa[1];
    st[2] = gpsVa[2];
    st[3] = gpsVa[3];
    st[4] = gpsVa[4];
*/
if (!sented && ((sensorNow - lastAlert > 120000) || lastAlert == 0) ) {
    sented = true;
    lastAlert = sensorNow;
    if (sms.SendSMS("0845968655", st)) {
        Serial.println("\nSMS sent OK");
    }
}
else {
    digitalWrite(7, HIGH);
    sented = false;
}
}

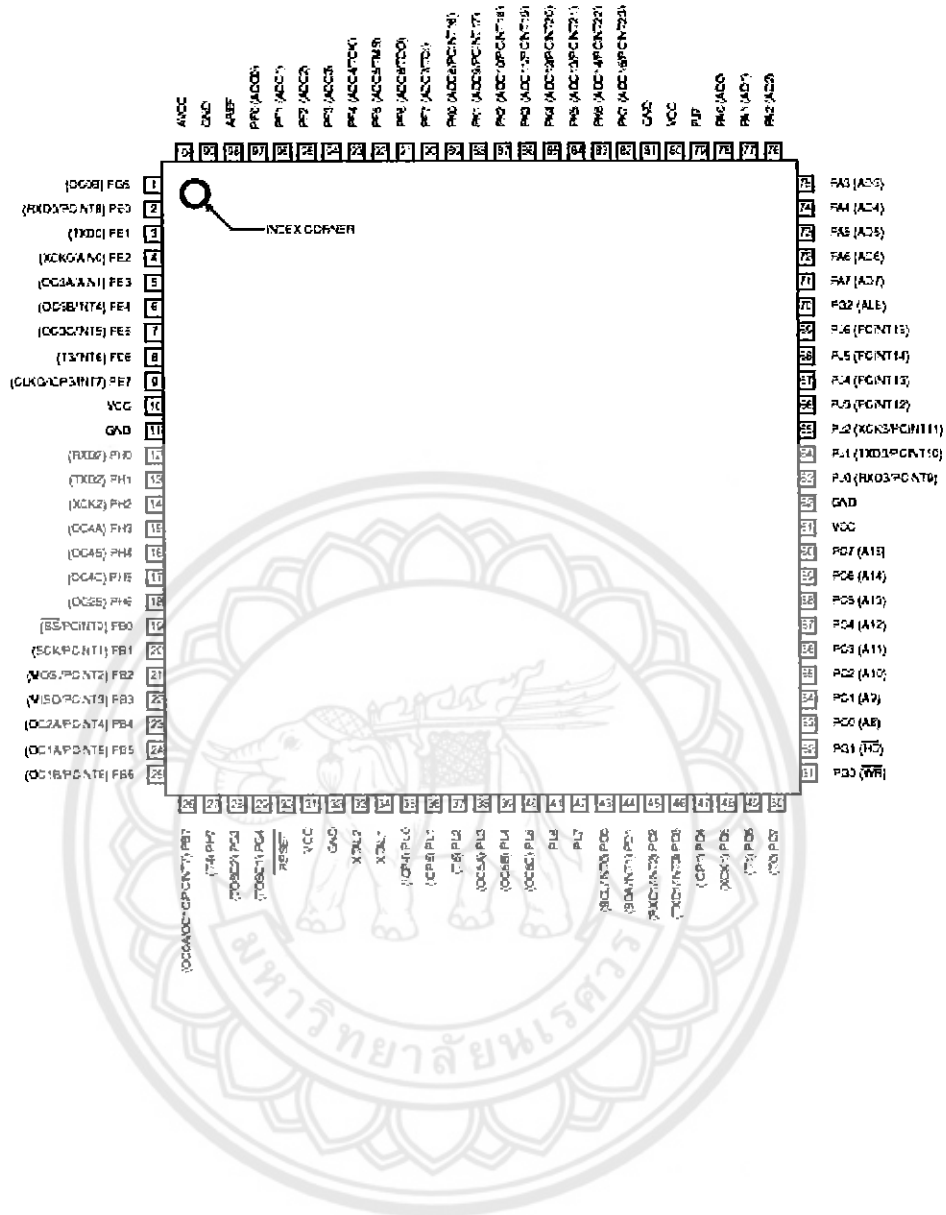
```



Features

- **High Performance, Low Power Atmel® AVR[®] 8-Bit Microcontroller**
- **Advanced RISC Architecture**
 - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- **High Endurance Non-volatile Memory Segments**
 - 64K/128K/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 4 Kbytes EEPROM
 - 8 Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
 - Endurance: Up to 64 Kbytes Optional External Memory Space
- **JTAG (IEEE std. 1149.1 compliant) Interface**
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- **Peripheral Features**
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Output Compare Modulator
 - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- **Special Microcontroller Features**
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- **I/O and Packages**
 - 54/86 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - 64-pad QFN/MLF, 64-lead TQFP (ATmega1281/2561)
 - 100-lead TQFP, 100-ball CBGA (ATmega640/1280/2560)
 - RoHS/Fully Green
- **Temperature Range:**
 - -40°C to 85°C Industrial
- **Ultra-Low Power Consumption**
 - Active Mode: 1 MHz, 1.8V: 500 µA
 - Power-down Mode: 0.1 µA at 1.8V
- **Speed Grade:**
 - ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V:
 - 0 - 4 MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8 MHz @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega2560V/ATmega2561V:
 - 0 - 2 MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8 MHz @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega640/ATmega1280/ATmega1281:
 - 0 - 8 MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16 MHz @ 4.5V - 5.5V
 - ATmega2560/ATmega2561:
 - 0 - 16 MHz @ 4.5V - 5.5V

Figure 1-1. TQFP-pinout ATmega640/1280/2560

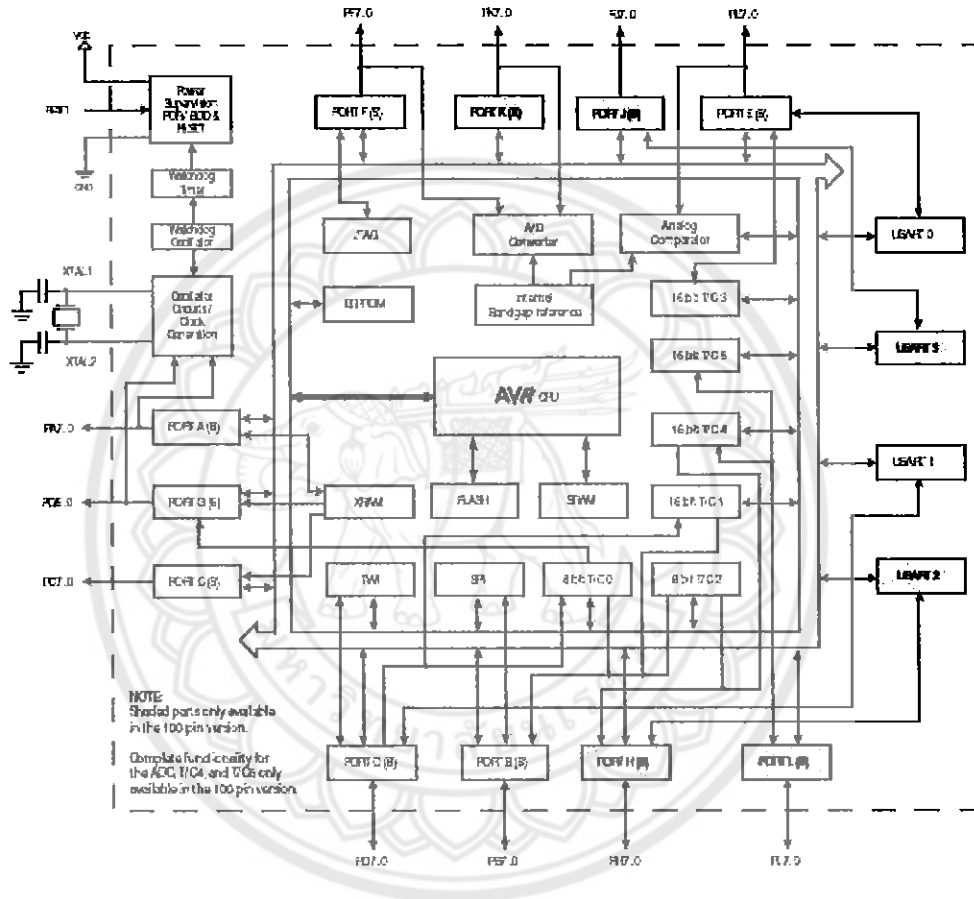


2. Overview

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega640/1280/1281/2560/2561 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram





ภาคผนวก ค
รายละเอียดข้อมูลของตัวรับรู้การเคลื่อนไหว GY-521

3 Product Overview

3.1 MPU-60X0 Overview

MotionInterface™ is becoming a “must-have” function being adopted by smartphone and tablet manufacturers due to the enormous value it adds to the end user experience. In smartphones, it finds use in applications such as gesture commands for applications and phone control, enhanced gaming, augmented reality, panoramic photo capture and viewing, and pedestrian and vehicle navigation. With its ability to precisely and accurately track user motions, MotionTracking technology can convert handsets and tablets into powerful 3D intelligent devices that can be used in applications ranging from health and fitness monitoring to location-based services. Key requirements for MotionInterface enabled devices are small package size, low power consumption, high accuracy and repeatability, high shock tolerance, and application specific performance programmability – all at a low consumer price point.

The MPU-60X0 is the world's first integrated 6-axis MotionTracking device that combines a 3-axis gyroscope, 3-axis accelerometer, and a Digital Motion Processor™ (DMP) all in a small 4x4x0.9mm package. With its dedicated I²C sensor bus, it directly accepts inputs from an external 3-axis compass to provide a complete 9-axis MotionFusion™ output. The MPU-60X0 MotionTracking device, with its 6-axis integration, on-board MotionFusion™, and run-time calibration firmware, enables manufacturers to eliminate the costly and complex selection, qualification, and system level integration of discrete devices, guaranteeing optimal motion performance for consumers. The MPU-60X0 is also designed to interface with multiple non-inertial digital sensors, such as pressure sensors, on its auxiliary I²C port. The MPU-60X0 is footprint compatible with the MPU-30X0 family.

The MPU-60X0 features three 16-bit analog-to-digital converters (ADCs) for digitizing the gyroscope outputs and three 16-bit ADCs for digitizing the accelerometer outputs. For precision tracking of both fast and slow motions, the parts feature a user-programmable gyroscope full-scale range of ± 250 , ± 500 , ± 1000 , and ± 2000 °/sec (dps) and a user-programmable accelerometer full-scale range of $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, and $\pm 16g$.

An on-chip 1024 Byte FIFO buffer helps lower system power consumption by allowing the system processor to read the sensor data in bursts and then enter a low-power mode as the MPU collects more data. With all the necessary on-chip processing and sensor components required to support many motion-based use cases, the MPU-60X0 uniquely enables low-power MotionInterface applications in portable applications with reduced processing requirements for the system processor. By providing an integrated MotionFusion output, the DMP in the MPU-60X0 offloads the Intensive MotionProcessing computation requirements from the system processor, minimizing the need for frequent polling of the motion sensor output.

Communication with all registers of the device is performed using either I²C at 400kHz or SPI at 1MHz (MPU-6000 only). For applications requiring faster communications, the sensor and interrupt registers may be read using SPI at 20MHz (MPU-6000 only). Additional features include an embedded temperature sensor and an on-chip oscillator with $\pm 1\%$ variation over the operating temperature range.

By leveraging its patented and volume-proven Nasiri-Fabrication platform, which integrates MEMS wafers with companion CMOS electronics through wafer-level bonding, InvenSense has driven the MPU-60X0 package size down to a revolutionary footprint of 4x4x0.9mm (QFN), while providing the highest performance, lowest noise, and the lowest cost semiconductor packaging required for handheld consumer electronic devices. The part features a robust 10,000g shock tolerance, and has programmable low-pass filters for the gyroscopes, accelerometers, and the on-chip temperature sensor.

For power supply flexibility, the MPU-60X0 operates from VDD power supply voltage range of 2.375V-3.46V. Additionally, the MPU-6050 provides a VLOGIC reference pin (in addition to its analog supply pin: VDD), which sets the logic levels of its I²C interface. The VLOGIC voltage may be $1.8V \pm 5\%$ or VDD.

The MPU-6000 and MPU-6050 are identical, except that the MPU-6050 supports the I²C serial interface only, and has a separate VLOGIC reference pin. The MPU-6000 supports both I²C and SPI interfaces and has a single supply pin, VDD, which is both the device's logic reference supply and the analog supply for the part. The table below outlines these differences:

Primary Differences between MPU-6000 and MPU-6050

Part / Item	MPU-6000	MPU-6050
VDD	2.375V-3.46V	2.375V-3.46V
VLOGIC	n/a	1.71V to VDD
Serial Interfaces Supported	I ² C, SPI	I ² C
Pin 8	/CS	VLOGIC
Pin 9	AD0/SDO	AD0
Pin 23	SCL/SCLK	SCL
Pin 24	SDA/SDI	SDA

4 Applications

- *BlurFree™* technology (for Video/Still Image Stabilization)
- *AirSign™* technology (for Security/Authentication)
- *TouchAnywhere™* technology (for "no touch" UI Application Control/Navigation)
- *MotionCommand™* technology (for Gesture Short-cuts)
- Motion-enabled game and application framework
- InstantGesture™ iG™ gesture recognition
- Location based services, points of interest, and dead reckoning
- Handset and portable gaming
- Motion-based game controllers
- 3D remote controls for Internet connected DTVs and set top boxes, 3D mice
- Wearable sensors for health, fitness and sports
- Toys

5 Features

5.1 Gyroscope Features

The triple-axis MEMS gyroscope in the MPU-60X0 includes a wide range of features:

- Digital-output X-, Y-, and Z-Axis angular rate sensors (gyroscopes) with a user-programmable full-scale range of ± 250 , ± 500 , ± 1000 , and $\pm 2000^\circ/\text{sec}$
- External sync signal connected to the FSYNC pin supports image, video and GPS synchronization
- Integrated 16-bit ADCs enable simultaneous sampling of gyros
- Enhanced bias and sensitivity temperature stability reduces the need for user calibration
- Improved low-frequency noise performance
- Digitally-programmable low-pass filter
- Gyroscope operating current: 3.6mA
- Standby current: 5 μ A
- Factory calibrated sensitivity scale factor
- User self-test

5.2 Accelerometer Features

The triple-axis MEMS accelerometer in MPU-60X0 includes a wide range of features:

- Digital-output triple-axis accelerometer with a programmable full scale range of $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ and $\pm 16g$
- Integrated 16-bit ADCs enable simultaneous sampling of accelerometers while requiring no external multiplexer
- Accelerometer normal operating current: 500 μ A
- Low power accelerometer mode current: 10 μ A at 1.25Hz, 20 μ A at 5Hz, 60 μ A at 20Hz, 110 μ A at 40Hz
- Orientation detection and signaling
- Tap detection
- User-programmable interrupts
- High-G interrupt
- User self-test

5.3 Additional Features

The MPU-60X0 includes the following additional features:

- 9-Axis MotionFusion by the on-chip Digital Motion Processor (DMP)
- Auxiliary master I²C bus for reading data from external sensors (e.g., magnetometer)
- 3.9mA operating current when all 6 motion sensing axes and the DMP are enabled
- VDD supply voltage range of 2.375V-3.46V
- Flexible VLOGIC reference voltage supports multiple I²C interface voltages (MPU-6050 only)
- Smallest and thinnest QFN package for portable devices: 4x4x0.9mm
- Minimal cross-axis sensitivity between the accelerometer and gyroscope axes
- 1024 byte FIFO buffer reduces power consumption by allowing host processor to read the data in bursts and then go into a low-power mode as the MPU collects more data
- Digital-output temperature sensor
- User-programmable digital filters for gyroscope, accelerometer, and temp sensor
- 10,000 g shock tolerant
- 400kHz Fast Mode I²C for communicating with all registers
- 1MHz SPI serial interface for communicating with all registers (MPU-6000 only)
- 20MHz SPI serial interface for reading sensor and interrupt registers (MPU-6000 only)



ภาคผนวก ง

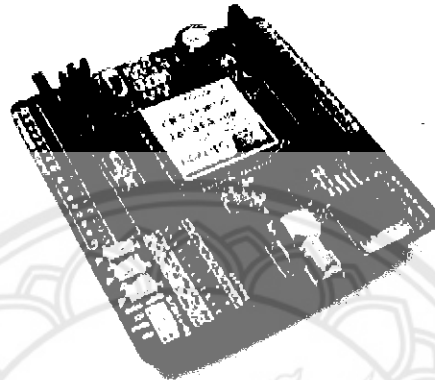
รายละเอียดข้อมูลของ มอดูล GSM/GPRS SIM900

มหาวิทยาลัยพระนคร

GPRS Module

-SIM900 GSM/GPRS Module

Overview



GPRS module is a GSM/GPRS module based on the SIM900 Quad-band GSM/GPRS module. It is controlled via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands), and fully compatible with Arduino / Itarduino and Mega.

Features

- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- 3.5 inch standard sonic sockets for MIC and phone
- Operation temperature: -40°C ~ +85°C

Specifications

PCB size	71.4mm X 66.0mm X 1.6mm
Indicators	PWR, status LED, net LED
Power supply	5V
Communication Protocol	UART
RoSH	Yes

Electrical Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Power Voltage (Vsupply)	4.5	-	5.5	VDC
Input Voltage VH:	0.7VCC	-	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.3VCC	V
Current Consumption (pulse)	-	-	2000	mA
Current Consumption (Continues)	-	-	500	mA
Baud rate	-	115200	-	bps

Hardware

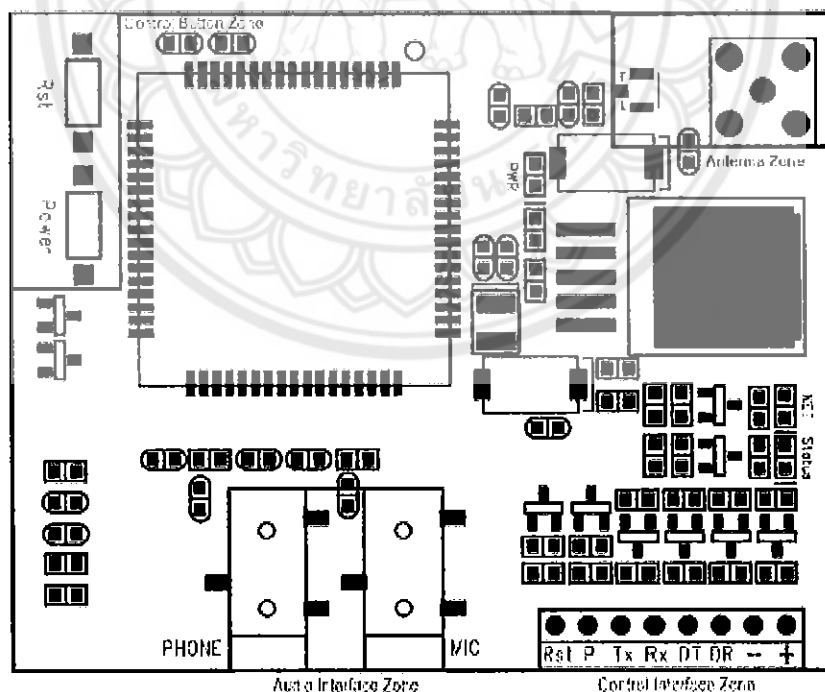


Figure 1 Top Map

Symbol	No.	Description
Rst	1	Reset the SIM900 module
P	2	Power switch pin of SIM900 module
Tx	3	UART data output
Rx	4	UART data in
DT	5	Debug UART data output
DR	6	Debug UART data input
-	7	GND
+	8	VCC

Installation

Power on GPRS module

User can power on the GPRS module by pulling down the PWR button or the P pin of control interface for at least 1 second and release. This pin is already pulled up to 3V in the module internal, so external pull up is not necessary. When power on procedure is completed, GPRS module will send following URC to indicate that the module is ready to operate at fixed baud rate.

Indicator LED and Buttons:

NETSTATUS: The status of the NETSTATUS LED is listed in following table:

Symbol	Description
Off	SIM900 is not running
64ms On/800ms Off	SIM900 not registered the network
64ms On/3000ms Off	SIM900 registered to the network
64ms On/300ms Off	GPRS communication is established

STATUS: Power status of SIM900.

PWR: Power status of GPRS module.

PWR: After the GPRS module power on, you need to press the POWER button for a moment to power on the SIM900 module.

RESET: Reset the SIM900 module.



ภาคผนวก จ
รายละเอียดข้อมูลของมอดูลจีพีเอส รุ่น GY-NEO6MV2

1 Functional description

1.1 Overview

The NEO-6 module series is a family of stand-alone GPS receivers featuring the high performance u-blox 6 positioning engine. These flexible and cost effective receivers offer numerous connectivity options in a miniature 16 x 12.2 x 2.4 mm package. Their compact architecture and power and memory options make NEO-6 modules ideal for battery operated mobile devices with very strict cost and space constraints.

The 50-channel u-blox 6 positioning engine boasts a Time-To-First-Fix (TTFF) of under 1 second. The dedicated acquisition engine, with 2 million correlators, is capable of massive parallel time/frequency space searches, enabling it to find satellites instantly. Innovative design and technology suppresses jamming sources and mitigates multipath effects, giving NEO-6 GPS receivers excellent navigation performance even in the most challenging environments.

1.2 Product features

Model	Type					Supply		Interfaces				Features						
	GPS	PPP	T/Trailing	Raw Data	Dead Reckoning	1.75 V - 2.0 V	2.7 V - 3.15 V	UART	USB	SPI	DDC (I ² C compliant)	Programmable (I ² C)/FSM Update	TCXO	RTC Crystal	Access to supply and supervisor	Configuration pins	Timepulse	External memory/WakeUp
NEO-6G	•					•		•	•	•	•		•	•	○	3	1	•
NEO-6Q	•						•	•	•	•	•		•	•	○	1	1	•
NEO-6M	•						•	•	•	•	•		•	•	○	3	1	•
NEO-6P	•	•					•	•	•	•	•		•	•	○	3	1	•
NEO-6V	•						•	•	•	•	•		•	•	○	3	1	•
NEO-6T	•		•	•			•	•	•	•	•		•	•	○	3	1	•

○ = Requires external components and integration on application processor

Table 1: Features of the NEO-6 Series

All NEO-6 modules are based on GPS chips qualified according to AEC-Q100. See Chapter 5.1 for further information.

1.3 GPS performance

Parameter	Specification			
Receiver type	50 Channels GPS L1 frequency, C/A Code SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS			
Time-To-First-Fix ¹		160-60-6T	NEO-6MV	NEO-6P
	Cold Start ¹	26 s	27 s	32 s
	Warm Start ¹	28 s	27 s	32 s
	Hot Start ¹	1 s	1 s	1 s
	Aided starts ¹	1 s	<3 s	<3 s
Sensitivity ⁴		160-60-6T	NEO-6MV	NEO-6P
	Tracking & Navigation	-162 dBm	-161 dBm	-160 dBm
	Reacquisition ¹	-160 dBm	-160 dBm	-160 dBm
	Cold Start (without aiding)	-148 dBm	-147 dBm	-146 dBm
	Hot Start	-157 dBm	-156 dBm	-155 dBm
Maximum Navigation update rate		160-60-6MT	NEO-6MV	
Horizontal position accuracy ⁴		5Hz	1 Hz	
	GPS	2.5 m		
	SBAS	2.0 m		
	SBAS + PPP ⁷	< 1 m (2D, R50) ⁸		
	SBAS + FPP ⁸	< 2 m (3D, R50) ⁸		
Configurable Timepulse frequency range		160-60-6MT/V	NEO-6T	
Accuracy for Timepulse signal		0.25 Hz to 1 kHz	0.25 Hz to 10 MHz	
	RMS	30 ns		
	99%	<60 ns		
	Granularity	21 ns		
	Compensated ⁹	15 ns		
Velocity accuracy ⁴		0.1m/s		
Heading accuracy ⁴		0.5 degrees		
Operational Limits	Dynamics	± 4 g		
	Altitude ¹⁰	50,000 m		
	Velocity ⁴	500 m/s		

Table 2: NEO-6 GPS performance

¹ All satellites at -130 dBm

² Without aiding

³ Dependent on aiding data connection speed and latency

⁴ Demonstrated with a good active antenna

⁵ For an outage duration ≤10s

⁶ CEP, 50%, 24 hours static, -130dBm, SEP: <3.5m

⁷ NEO-6P only

⁸ Demonstrated under following conditions: 24 hours, stationary, first 600 seconds of data discarded. HDOP < 1.5 during measurement period, strong signals. Continuous availability of valid SBAS correction data during full test period.

⁹ Quantization error information can be used with NEO-6T to compensate the granularity related error of the timepulse signal

¹⁰ Assuming Airborne <4g platform

1.4 Block diagram

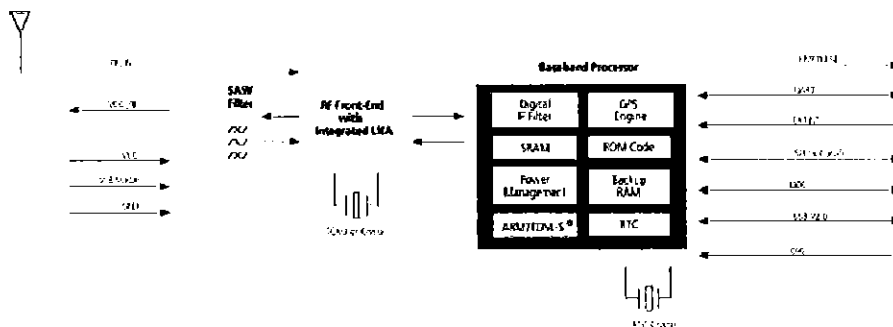


Figure 1: Block diagram (For available options refer to the product features table in section 1.2).

1.5 Assisted GPS (A-GPS)

Supply of aiding information like ephemeris, almanac, rough last position and time and satellite status and an optional time synchronization signal will reduce time to first fix significantly and improve the acquisition sensitivity. All NEO-6 modules support the u-blox AssistNow Online and AssistNow Offline A-GPS services¹¹ and are OMA SUPL compliant.

1.6 AssistNow Autonomous

AssistNow Autonomous provides functionality similar to Assisted-GPS without the need for a host or external network connection. Based on previously broadcast satellite ephemeris data downloaded to and stored by the GPS receiver, AssistNow Autonomous automatically generates accurate satellite orbital data ("AssistNow Autonomous data") that is usable for future GPS position fixes. AssistNow Autonomous data is reliable for up to 3 days after initial capture.

u-blox[®] AssistNow Autonomous benefits are:

- Faster position fix
- No connectivity required
- Complementary with AssistNow Online and Offline services
- No integration effort, calculations are done in the background

 For more details see the u-blox 6 Receiver Description including Protocol Specification [2].

1.7 Precision Timing

1.7.1 Time mode

NEO-6T provides a special Time Mode to provide higher timing accuracy. The NEO-6T is designed for use with stationary antenna setups. The Time Mode features three different settings described in Table 3: Disabled, Survey-In and Fixed Mode. For optimal performance entering the position of the antenna (when known) is recommended as potential source of errors will be reduced.

Time Mode Settings	Description
Disabled	Standard PVT operation
Survey-In	The GPS receiver computes the average position over an extended time period until a predefined maximum standard deviation has been reached. Afterwards the receiver will be automatically set to Fixed Mode and the timing features will be activated.
Fixed Mode	In this mode, a fixed 3D position and known standard deviation is assumed and the timing features are activated. Fixed Mode can either be activated directly by feeding pre-defined position coordinates (ECEF - Earth Center Earth Fixed format) or by performing a Survey-In. In Fixed mode, the timing errors in the TIMEPULSE signal which otherwise result from positioning errors are eliminated. Single-satellite operation is supported. For details, please refer to the u-blox 6 Receiver Description including Protocol Specification [2].

Table 3: Time mode settings

1.7.2 Timepulse and frequency reference

NEO-6T comes with a timepulse output which can be configured from 0.25 Hz up to 10 MHz. The timepulse can either be used for time synchronization (i.e. 1 pulse per second) or as a reference frequency in the MHz range. A timepulse in the MHz range provides excellent long-term frequency accuracy and stability.

1.7.3 Time mark

NEO-6T can be used for precise time measurements with sub-microsecond resolution using the external interrupt (EXTINT0). Rising and falling edges of these signals are time-stamped to the GPS or UTC time and counted. The Time Mark functionality can be enabled with the UBX-CFG-TM2 message

For details, please refer to the u-blox 6 Receiver Description including Protocol Specification [2].

1.8 Raw data

Raw data output is supported at an update rate of 5 Hz on the NEO-6T and NEO-6P. The UBX-RXM-RAW message includes carrier phase with half-cycle ambiguity resolved, code phase and Doppler measurements, which can be used in external applications that offer precision positioning, real-time kinematics (RTK) and attitude sensing.

1.9 Automotive Dead Reckoning

Automotive Dead Reckoning (ADR) is u-blox' industry proven off-the-shelf Dead Reckoning solution for tier-one automotive customers. u-blox' ADR solution combines GPS and sensor digital data using a tightly coupled Kalman filter. This improves position accuracy during periods of no or degraded GPS signal.

The NEO-6V provides ADR functionality over its software sensor interface. A variety of sensors (such as wheel ticks and gyroscope) are supported, with the sensor data received via UBX messages from the application processor. This allows for easy integration and a simple hardware interface, lowering costs. By using digital sensor data available on the vehicle bus, hardware costs are minimized since no extra sensors are required for Dead Reckoning functionality. ADR is designed for simple integration and easy configuration of different sensor options (e.g. with or without gyroscope) and vehicle variants, and is completely self-calibrating.

1.10 Precise Point Positioning

u-blox' industry proven PPP algorithm provides extremely high levels of position accuracy in static and slow moving applications, and makes the NEO-6P an ideal solution for a variety of high precision applications such as surveying, mapping, marine, agriculture or leisure activities.

Ionospheric corrections such as those received from local SBAS¹⁾ geostationary satellites (WAAS, EGNOS, MSAS) or from GPS enable the highest positioning accuracy with the PPP algorithm. The maximum improvement of positioning accuracy is reached with PPP+SBAS and can only be expected in an environment with unobstructed sky view during a period in the order of minutes.

1.11 Oscillators

NEO-6 GPS modules are available in Crystal and TCXO versions. The TCXO allows accelerated weak signal acquisition, enabling faster start and reacquisition times.

2 Pin Definition

2.1 Pin assignment

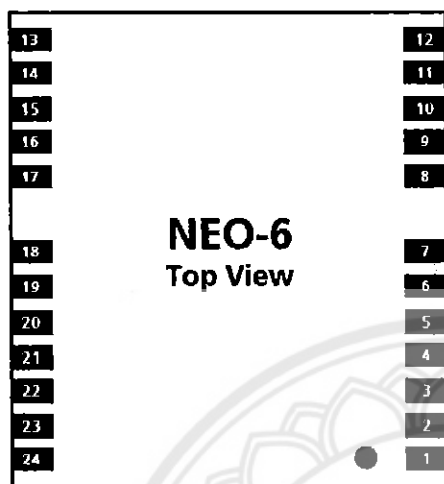


Figure 2 Pin Assignment

No	Module	Name	I/O	Description
1	A/I	Reserved	I	Reserved
2	A/I	SS_N	I	SPI Slave Select
3	A/I	TIMEPULSE	O	Timepulse (1PPS)
4	A/I	EXTINT0	I	External Interrupt Pin
5	A/I	USB_DM	I/O	USB Data
6	A/I	USB_DP	I/O	USB Data
7	A/I	VDDUSB	I	USB Supply
8	A/I	Reserved		See Hardware Integration Manual Pin 8 and 9 must be connected together.
9	A/I	VCC_RF	O	Output Voltage RF section Pin 8 and 9 must be connected together.
10	A/I	GND	I	Ground
11	A/I	RF_IN	I	GPS signal input
12	A/I	GND	I	Ground
13	A/I	GND	I	Ground
14	A/I	MOSI/CFG_COM0	O/I	SPI MOSI / Configuration Pin. Leave open if not used.
15	A/I	MISO/CFG_COM1	I	SPI MISO / Configuration Pin. Leave open if not used.
16	A/I	CFG_GPS0/SCK	I	Power Mode Configuration Pin / SPI Clock. Leave open if not used.
17	A/I	Reserved	I	Reserved
18	A/I	SDA2	I/O	DDC Data
19	A/I	SCL2	I/O	DDC Clock
20	A/I	TxD1	O	Serial Port 1
21	A/I	RxD1	I	Serial Port 1
22	A/I	V_BCKP	I	Backup voltage supply
23	A/I	VCC	I	Supply voltage
24	A/I	GND	I	Ground

Table 8: Pinout



Pins designated Reserved should not be used. For more information about Pinouts see the LEA-6/NEO-6/MAX-6 Hardware Integration Manual [1].

3 Electrical specifications

3.1 Absolute maximum ratings

Parameter	Symbol	Module	Min	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	-0.5	2.0	V	
		NEO-6Q, 6M, 6P, 6V, 6T	-0.5	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	-0.5	3.6	V	
USB supply voltage	VDDUSB	All	-0.5	3.6	V	
Input pin voltage	Vin	All	-0.5	3.6	V	
	Vin_usb	All	-0.5	VDDU SB	V	
DC current through any digital I/O pin (except supplies)	Ipin			10	mA	
VCC_RF output current	ICC_RF	All		100	mA	
Input power at RF_IN	Prfin	NEO-6Q, 6M, 6G, 6V, 6T		15	dBm	source impedance = 50Ω, continuous wave
		NEO-6P		-5	dBm	
Storage temperature	Tstg	All	-40	85	°C	

Table 9: Absolute maximum ratings

3.2 Operating conditions

All specifications are at an ambient temperature of 25°C.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition	
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	1.75	1.8	1.95	V		
		NEO-6Q/M	2.7	3.0	3.6	V		
		NEO-6P/V/T						
Supply voltage USB	VDDUSB	All	3.0	3.3	3.6	V		
Backup battery voltage	V_BCKP	All	1.4		3.6	V		
Backup battery current	I_BCKP	All		22		μA	V_BCKP = 1.8 V, VCC = 0V	
Input pin voltage range	Vin	All	0		VCC	V		
Digital IO Pin Low level input voltage	Vil	All	0		0.2*VCC	V		
Digital IO Pin High level input voltage	Vih	All	0.7*VCC		VCC	V		
Digital IO Pin Low level output voltage	Vol	All			0.4	V	Iol=4mA	
Digital IO Pin High level output voltage	Voh	All	VCC-0.4			V	Ioh=4mA	
USB_DM, USB_DP	VinU	All	Compatible with USB with 22 Ohms series resistance					
VCC_RF voltage	VCC_RF	All		VCC-0.1		V		
VCC_RF output current	ICC_RF	All			50	mA		
Antenna gain	Gant	All			50	dB		
Receiver Chain Noise Figure	NFtot	All		3.0		dB		
Operating temperature	Topr	All	-40		85	°C		

Table 10: Operating conditions

Operation beyond the specified operating conditions can affect device reliability.

3.3 Indicative power requirements

Table 11 lists examples of the total system supply current for a possible application.

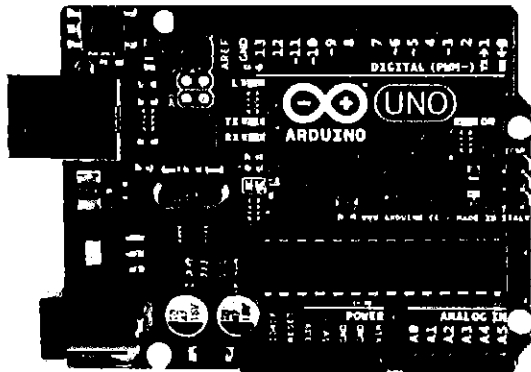
Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition	
Max. supply current ¹	Iccp	All			67	mA	VCC = 3.6 V ¹ / 1.95 V ¹	
		All		47 ¹		mA		
		NEO-6G/Q/T (Max Performance mode)		40 ²		39 ³	mA	
Average supply current ⁴	Icc	NEO-6G/Q/T		38 ⁵		mA	VCC = 3.0 V ¹ / 1.8 V ¹	
		NEO-6M/P/V		37 ⁵		mA		
		NEO-6G/Q/T		12 ²		11 ³		mA
		NEO-6M		11 ³		mA		

Table 11: Indicative power requirements

Values in Table 11 are provided for customer information only as an example of typical power requirements. Values are characterized on samples, actual power requirements can vary depending on FW version used, external circuitry, number of SVs tracked, signal strength, type of start as well as time, duration and conditions of test.



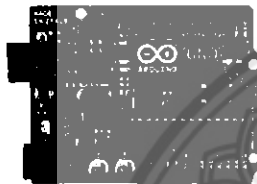
Arduino Uno



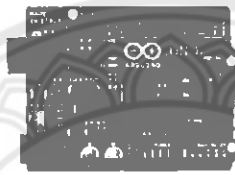
Arduino Uno R3 Front



Arduino Uno R3 Back



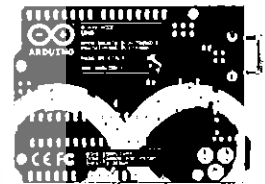
Arduino Uno R2 Front



Arduino Uno SMD



Arduino Uno Front



Arduino Uno Back

Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

[Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

[Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the ATmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

ภาคผนวก ข
รายละเอียดข้อมูลของขาพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560



หมายเลขขา	ชื่อขา	รายละเอียด
1	PG5 (OC0B)	Digital pin 4 (PWM)
2	PE0 (RXD0/PCINT8)	Digital pin 0 (RX0)
3	PE1 (TXD0)	Digital pin 1 (TX0)
4	PE2 (XCK0/AIN0)	
5	PE3 (OC3A/AIN1)	Digital pin 5 (PWM)
6	PE4 (OC3B/INT4)	Digital pin 2 (PWM)
7	PE5 (OC3C/INT5)	Digital pin 3 (PWM)
8	PE6 (T3/INT6)	
9	PE7 (CLKO/ICP3/INT7)	
10	VCC	VCC
11	GND	GND
12	PH0 (RXD2)	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 (TXD2)	Digital pin 16 (TX2)
14	PH2 (XCK2)	
15	PH3 (OC4A)	Digital pin 6 (PWM)
16	PH4 (OC4B)	Digital pin 7 (PWM)
17	PH5 (OC4C)	Digital pin 8 (PWM)
18	PH6 (OC2B)	Digital pin 9 (PWM)
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK/PCINT1)	Digital pin 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI/PCINT2)	Digital pin 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO/PCINT3)	Digital pin 50 (MISO)
23	PB4 (OC2A/PCINT4)	Digital pin 10 (PWM)

หมายเลขขา	ชื่อขา	รายละเอียด
24	PB5 (OC1A/PCINT5)	Digital pin 11 (PWM)
25	PB6 (OC1B/PCINT6)	Digital pin 12 (PWM)
26	PB7 (OC0A/OC1C/PCINT7)	Digital pin 13 (PWM)
27	PH7 (T4)	
28	PG3 (TOSC2)	
29	PG4 (TOSC1)	
30	RESET	RESET
31	VCC	VCC
32	GND	GND
33	XTAL2	XTAL2
34	XTAL1	XTAL1
35	PL0 (ICP4)	Digital pin 49
36	PL1 (ICP5)	Digital pin 48
37	PL2 (T5)	Digital pin 47
38	PL3 (OC5A)	Digital pin 46 (PWM)
39	PL4 (OC5B)	Digital pin 45 (PWM)
40	PL5 (OC5C)	Digital pin 44 (PWM)
41	PL6	Digital pin 43
42	PL7	Digital pin 42
43	PD0 (SCL/INT0)	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital pin 20 (SDA)
45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)

หมายเลขขา	ชื่อขา	รายละเอียด
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)
47	PD4 (ICP)	
48	PD5 (XCK1)	
49	PD6 (T1)	
50	PD7 (T0)	Digital pin 38
51	PG0 (WR)	Digital pin 41
52	PG1 (RD)	Digital pin 40
53	PC0 (A8)	Digital pin 37
54	PC1 (A9)	Digital pin 36
55	PC2 (A10)	Digital pin 35
56	PC3 (A11)	Digital pin 34
57	PC4 (A12)	Digital pin 33
58	PC5 (A13)	Digital pin 32
59	PC6 (A14)	Digital pin 31
60	PC7 (A15)	Digital pin 30
61	VCC	VCC
62	GND	GND
63	PJ0 (RXD3/PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3/PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)
65	PJ2 (XCK3/PCINT11)	
66	PJ3 (PCINT12)	
67	PJ4 (PCINT13)	
68	PJ5 (PCINT14)	

หมายเลขขา	ชื่อขา	รายละเอียด
69	PJ6 (PCINT 15)	
70	PG2 (ALE)	Digital pin 39
71	PA7 (AD7)	Digital pin 29
72	PA6 (AD6)	Digital pin 28
73	PA5 (AD5)	Digital pin 27
74	PA4 (AD4)	Digital pin 26
75	PA3 (AD3)	Digital pin 25
76	PA2 (AD2)	Digital pin 24
77	PA1 (AD1)	Digital pin 23
78	PA0 (AD0)	Digital pin 22
79	PJ7	
80	VCC	VCC
81	GND	GND
82	PK7 (ADC15/PCINT23)	Analog pin 15
83	PK6 (ADC14/PCINT22)	Analog pin 14
84	PK5 (ADC13/PCINT21)	Analog pin 13
85	PK4 (ADC12/PCINT20)	Analog pin 12
86	PK3 (ADC11/PCINT19)	Analog pin 11
87	PK2 (ADC10/PCINT18)	Analog pin 10
88	PK1 (ADC9/PCINT17)	Analog pin 9
89	PK0 (ADC8/PCINT16)	Analog pin 8
90	PF7 (ADC7)	Analog pin 7
91	PF6 (ADC6)	Analog pin 6

หมายเลขขา	ชื่อขา	รายละเอียด
92	PF5 (ADC5/TMS)	Analog pin 5
93	PF4 (ADC4/TMK)	Analog pin 4
94	PF3 (ADC3)	Analog pin 3
95	PF2 (ADC2)	Analog pin 2
96	PF1 (ADC1)	Analog pin 1
97	PF0 (ADC0)	Analog pin 0
98	AREF	Analog Reference
99	GND	GND
100	AVCC	VCC

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นางสาวจงกล แก้วมาลา
 ภูมิลำเนา 179 หมู่ 2 ต.หาดท่าเสา อ.เมือง จ.ชัยนาท
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: jongkonk56@email.nu.ac.th



ชื่อ นางสาวเจนจิรา พุ่มพวง
 ภูมิลำเนา 191/4 ถ.วังจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนจ่านกร้อง
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: janejirapo56@email.nu.ac.th