ที่จอดรถอัจฉริยะ

INTELLIGENT CAR PARKING

ธราธร จันทบาล

ศิริศักดิ์ พิชิตกวิน

อภิสิทธิ์ พจมานศิริกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ที่จอดรถอัจฉริยะ
INTELLIGENT CAR PARKING

ธราธร จันทบาล
ศิริศักดิ์ พิชิตกวิน
อภิสิทธิ์ พจมานศิริกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTELLIGENT CAR PARKING

THARATORN CHANTHABARN
SIRISAK PHICHITKAWIN
APHISIT PHODCHAMARNSIRIKUL

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ที่จอดรถอัจฉริยะ

INTELLIGENT CAR PARKING

ผู้จัดทำ

นายธราธร	จันทบาล	54010601
นายศิริศักดิ์	พิชิตกวิน	54011273
นายอภิสิทธิ์	พจมานศิริกุล	54011500

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จอดรถอัจฉริยะ

โดย

นายธราธร จันทบาล 54010601

นายศิริศักดิ์ พิชิตกวิน 54011273

นายอภิสิทธิ์ พจมานศิริกุล 54011500

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

การจัดทำแบบจำลองที่จอดรถอัจฉริยะจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Mega 2560 and UNO R3) เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการแสดงตำแหน่งและสถานะช่องจอดรถ โดยจะมีเซนเซอร์แบบใช้แสงเป็นตัวตรวจจับรถเข้าและออกจากช่องจอด รวมถึงจะมีการรับและส่งสัญญาณแบบไร้สายโดยใช้โมดูลไร้สาย (NRF24L01) สามารถนำไปพัฒนาเป็นที่จอดรถอัจฉริยะใช้งานได้จริง เพื่อความสะดวกในการใช้งานลานจอดรถ และสามารถแก้ไขปัญหาเมื่อมีรถเข้ามาใช้บริการจำนวนมากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTELLIGENT CAR PARKING

By

MR. Tharatorn Chanthabarn 54010601

MR. Sirisak Phichitkawin 54011273

MR. Aphisit Phodchamarnsirikul 54011500

Advisor

Assoc. Prof. Dr. Worapong Tangsrirat

Academic Year 2014

ABSTRACT

Intelligent car parking system is designed by microcontroller (Arduino Mega 2560 and UNO R3) to command all devices. This system indicates the position and status of that parking lot. In this project, the photo sensors are employed to detect the car inside or not and also the wireless connection between the transmitter and receiver (NRF24L01). This system can be develop to use in a real car parking lot. This system can help users to find out free space and for more convenient during rush hours.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดีก็ด้วยได้รับคำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลรายละเอียด และช่วยแก้ไขในส่วนที่บกพร่องต่างๆ จากรองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณพี่บูมที่สละเวลาให้คำปรึกษาเรื่องปริญญานิพนธ์ และช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ เป็นอย่างดีเสมอมา

กราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยดูแลห่วงใย มอบกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง ไม่ว่าจะเป็นเวลาใด รวมทั้งขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้การช่วยเหลือในด้านต่างๆ เสมอมาโดยตลอด

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ที่ห้องโปรเจ็คและเพื่อนๆ จากสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมที่คอยช่วยเหลือไม่ทอดทิ้งกัน คณะผู้จัดทำขอขอบคุณจากใจจริง

ผู้จัดทำ
นายธราธร จันทบาล
นายศิริศักดิ์ พิชิตกวิน
นายอภิสิทธิ์ พจมานศิริกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการทำปริญญานิพนธ์	2
1.5 ลำดับการทำโครงงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีการสื่อสารไร้สาย	5
2.1.1 องค์ประกอบของระบบสื่อสารไร้สาย	5
2.1.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบสื่อสาร	6
2.1.3 ตัวกลางของระบบการสื่อสาร	6
2.1.4 การรับส่งข้อมูลของการสื่อสารไร้สาย	8
2.2 โมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย nRF24L01	9
2.2.1 คุณสมบัติของ nRF24L01	9
2.2.2 หลักการทำงานของ nRF24L01	10
2.2.3 ฟังก์ชันการทำงานแต่ละขาของ nRF24L01	11
2.2.4 คำสั่งต่างๆ ของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไร้สาย nRF24L01	12
2.3 ทฎษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.3.1 Board Arduino UNO R3	13
2.3.2 Board Arduino Mega 2560	16
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial Port)	20
2.5 ทฤษฎีการทำงานของเซนเซอร์	23
2.5.1 การทำงานของเซนเซอร์แบบใช้แสงชนิดอินฟราเรดรุ่น (ZX-03R)	23
2.6 ทฎษฎีการทำงานของหลอดไฟ LED	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ	28
3.1 หลักการทำงานของระบบโดยรวม	28
3.2 การทำงานของระบบที่จอดรถ	29
3.2.1 วงจรภายในส่วนติดที่จอดรถ	29
3.2.2 หลักการทำงานของส่วนติดที่จอดรถ	29
3.2.3 ส่วนแสดงผลหน้าจอ	31
3.2.4 วงจรภายในส่วนแสดงผลหน้าจอ	31
3.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผล	33
3.4 การออกแบบโมเดลลานจอดรถ	33
บทที่ 4 การทดลอง	34
4.1 ผลการทดลองการทำงานของเซนเซอร์	34
4.2 ผลการทดลองการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์ภาครับและภาคส่งสัญญาณแบบไร้สาย	35
4.3 ผลการทดลองการรับข้อมูลผ่านทางสายพอร์ตอนุกรม	38
4.4 ผลการทดลองการทำงานของระบบรวม	40
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	42
5.1 สรุปผล	42
5.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการดำเนินงาน	42
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ	42
เอกสารอ้างอิง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของการสื่อสาร	5
2.2 โมดูล NRF24L01	10
2.3 ฟังก์ชันการทำงานของขาต่างๆ ของโมดูล nRF24L01	11
2.4 หน้าตาของบอร์ด Arduino UNO R3	14
2.5 ขา Pin Out ของบอร์ด Arduino UNO R3	14
2.6 ขาและ Port ต่างๆ ของบอร์ด Arduino UNO R3	15
2.7 ไอซี Atmega328	15
2.8 ขาต่างๆ ของไอซี Atmega328 ใน Arduino UNO R3	16
2.9 หน้าตาของบอร์ด Arduino Mega 2560	17
2.10 ขา Pin Out ของบอร์ด Arduino Mega 2560	18
2.11 ขาและ Port ต่างๆ ของบอร์ด Arduino Mega 2560	18
2.12 ไอซี Atmega 2560	19
2.13 ขาต่างๆ ของไอซี Atmega 2560 ใน Arduino Mega 2560	19
2.14 การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส	20
2.15 การรับ-ส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	21
2.16 ชนิดของหัวต่อ Connector แบบ A และแบบ B	22
2.17 การทำงานของเซนเซอร์แบบใช้แสง	23
2.18 เซนเซอร์แบบใช้แสง ZX-03	24
2.19 วงจรของเซนเซอร์แบบใช้แสง ZX-03	25
2.20 โครงสร้างของหลอดไฟ LED	27
2.21 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของหลอดไฟ LED	27
3.1 หลักการทำงานของระบบโดยรวม	28
3.2 วงจรภายในส่วยติดที่จอดรถ	29
3.3 ลำดับการทำงานของส่วนติดที่จอดรถ	30
3.4 วงจรภายในส่วนแสดงผลหน้าจอ	31
3.5 ลำดับการทำงานของส่วนแสดงผลหน้าจอ	32
3.6 หน้าจอแสดงผลที่มีสีเขียวและสีแดงแสดงสถานะ	33
3.7 โมเดลจำลองลานจอดรถ	33
4.1 การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อช่องจอดว่าง	34
4.2 การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อช่องจอดไม่ว่าง	35
4.3 สัญญาณที่วัดได้จากเซนเซอร์	35
4.4 ชุดอุปกรณ์ภาคส่งข้อมูลไร้สาย	36
4.5 ชุดอุปกรณ์ภาครับข้อมูลไร้สาย	37

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 สัญญาณที่วัดได้จากตัวรับข้อมูลไร้สาย	37
4.7 สัญญาณที่วัดได้จากตัวส่งข้อมูลไร้สาย	37
4.8 การส่งข้อมูลเมื่อช่องจอดรถว่าง	39
4.9 การส่งข้อมูลเมื่อช่องจอดรถไม่ว่าง	39
4.10 หน้าจอผลแสดงผลแสดงช่องจอดที่ว่าง 4 ช่อง	40
4.11 หน้าจอผลแสดงผลแสดงช่องจอดที่ว่าง 2 ช่องและไม่ว่าง 2 ช่อง	40
4.12 หน้าจอผลแสดงผลแสดงช่องจอดที่ไม่ว่าง 4 ช่อง	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	3
2.1 มาตรฐานการส่งข้อมูลไร้สาย IEEE 802.11	8
2.2 ฟังก์ชันการทำงานของขาต่างๆ ของโมดูล nRF24L01	11
2.3 คำสั่งต่างๆ ของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไร้สาย nRF24L01	12
4.1 ผลการทดลองระยะทางในการรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันลานจอดรถหรืออาคารจอดรถที่ใช้อยู่โดยทั่วไป ตามห้างสรรพสินค้าต่างๆ โรงพยาบาล สถานที่ราชการ รวมถึงสถานที่สำคัญต่างๆ ที่มีเข้า-ออกเป็นจำนวนมาก จะเป็นลานจอดรถธรรมดาที่ไม่มีระบบอำนวยความสะดวกในการใช้งาน ทำให้การใช้งานในช่วงเวลาที่มีรถเข้ามามากๆ เป็นไปด้วยความยากลำบากโดยจะเกิดปัญหาในการใช้งาน เช่น การขับรถหาช่องจอดรถทำได้ยาก เกิดการจราจรที่ติดขัด และเป็นผลให้เกิดอุบัติเหตุตามมา ซึ่งการใช้งานลานจอดรถในปัจจุบันนั้นจะต้องขับรถเข้าไปในบริเวณช่องจอดแล้วมองหาช่องจอดที่ว่างเพื่อที่จะเข้าจอด โดยไม่ทราบตำแหน่งที่ว่างที่ของช่องจอดที่แน่นอน ผู้ใช้บริการจึงต้องเสียเวลาและสิ้นเปลืองพลังงานในการขับรถหาที่จอดรถ

จึงเกิดแนวคิดในการจัดทำระบบอำนวยความสะดวกในการจอดรถขึ้นมาเพื่อที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีระบบจะมีการบอกตำแหน่งช่องจอดที่ว่างเพื่อการนำรถเข้าไปจอดได้ในทันทีที่เข้าไปใช้บริการ สามารถรู้ตำแหน่งช่องจอดที่ว่างและไม่ว่างได้อย่างชัดเจน โดยไม่ต้องเสียเวลาขับรถหาช่องจอดรถ และสามารถเลือกช่องว่างที่ต้องการเข้าไปจอดได้ตามที่ต้องการ ซึ่งช่วยประหยัดทั้งเวลาประหยัดพลังงาน และช่วยลดการจราจรที่ติดขัดในบริเวณลานจอดรถได้ โดยระบบที่ออกแบบขึ้นมานี้จะเป็นระบบการอำนวยความสะดวกที่มีต้นทุนค่อนข้างต่ำ เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อน ใช้งานได้ง่าย และยังใช้ในพื้นที่ลานจอดรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. เพื่ออำนวยความสะดวกในการหาตำแหน่งที่จอดรถ
2. เพื่อแสดงตำแหน่งช่องจอดที่ว่างผ่านหลอดไฟ LED และจอแสดงผล
3. เพื่อประยุกต์ใช้เซนเซอร์ (Sensor) แบบใช้แสงมาตรวจจับรถที่ผ่านเข้า-ออก
4. เพื่อลดเวลาและลดการสิ้นเปลืองพลังงานในการขับรถหาช่องจอด
5. เพื่อความคล่องตัวของการจราจรภายในพื้นที่ลานจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สร้างแบบจำลองลานจอดรถขึ้นมา 4 ช่องจอด
2. ใช้เซนเซอร์แบบใช้แสง (Photo Sensor) เป็นตัวตรวจจับรถที่เข้ามาในช่องจอดทุกช่อง
3. ใช้หลอด LED เป็นตัวบอกสถานะของช่องจอดแต่ละช่อง
4. เขียนโปรแกรมสร้างแผนที่จำลองช่องจอดรถ เพื่อแสดงสถานะของช่องจอดที่จอแสดงผล
5. รับ-ส่งสัญญาณระหว่างเซนเซอร์กับจอมอนิเตอร์แบบไร้สาย

1.4 ขั้นตอนการทำปริญญานิพนธ์

1. การศึกษาข้อมูล

1.1 ศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เซนเซอร์ (Sensor) และโมดูล nRF24L01

1.2 ศึกษาการเขียนโปรแกรมอาดูโน สั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรมคิวที ครีเอเตอร์ (QT Creator) เพื่อทำโปรแกรมแสดงผลอัจฉริยะ

1.4 ศึกษาการรับส่งข้อมูลผ่านโมดูล nRF24L01

2. การออกแบบวงจร เพื่อให้ได้ประโยชน์และเห็นภาพชัดเจนที่สุดในโมเดลจำลอง

3. การสร้างอุปกรณ์ สร้างโมเดลลานจอดรถจำลองจากอัตราส่วนจริง และทำการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับโมเดลลานจอดรถจำลอง พร้อมกับทำโปรแกรมแสดงผลให้รับค่าจากพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ให้เรียบร้อย

4. การทดลอง ทดลองนำโมเดลรถเข้าจอดในช่องต่างๆ ของโมเดลลานจอดรถ และทดลองดูการรับส่งข้อมูลผ่านจอแสดงผลด้วยระบบไร้สาย

5. การปรับปรุงแก้ไข การแก้ไขซอร์สโค้ด (Source Code) ค่าของเซนเซอร์ให้เหมาะสม

6. การทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ช่วงเวลาที่ทำ / ขั้นตอนการทำงาน	เดือน (พ.ศ.2557)					เดือน (พ.ศ.2558)				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. คิดหัวข้อโครงงานและออกแบบระบบ	←	→								
2. หาอุปกรณ์ที่ต้องใช้			←	→						
3. ศึกษาข้อมูลการเชื่อมต่ออุปกรณ์			←	→	→					
4. ศึกษาการเขียนโปรแกรมต่างๆ			←	→	→	→				
5. เขียนโปรแกรมจำลองแผนที่ลานจอดรถบนจอแสดงผล				←	→	→				
6. เขียนโปรแกรม รับ-ส่งข้อมูลไร้สายระหว่างภาครับและภาคส่งข้อมูล					←	→	→			
7. ทำโมเดลลานจอด รถ (Car Parking Lot)						←	→			
8. เชื่อมต่อระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับโมเดลลานจอดรถ							←	→		
9. เขียนรายงาน							←	→	→	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดต้นทุนในการใช้สายสัญญาณรับส่งข้อมูล
2. ผู้ใช้บริการจะทราบตำแหน่งช่องจอดรถที่ว่างได้ โดยดูจากจอแสดงผลที่แสดงตรงทางเข้าลานจอดรถ และหลอดไฟ LED ที่แสดงตามช่องจอด
3. ผู้ใช้จะประหยัดเวลาและพลังงานในการขับรถหาที่จอด
4. ช่วยลดการจราจรที่ติดขัดบริเวณลานจอดรถ

1.7 รายละเอียดภายในปริญญานิพนธ์

รายละเอียดของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนในการดำเนินการ ตารางการทำงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและรายละเอียดของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ โมดูลต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ การสื่อสารไร้สาย

บทที่ 3 หลักการออกแบบ กล่าวถึงการออกแบบวงจรระบบที่จอดรถอัจฉริยะ โดยใช้โปรแกรมคิวที ครีเอเตอร์ ในการแสดงผลข้อมูลจากตัวรับไร้สายที่ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 4 การทดลอง กล่าวถึงการทดลองรับส่งสัญญาณไร้สายและตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป กล่าวถึงการสรุปผลการทำปริญญานิพนธ์ ปัญหาที่พบในระหว่างดำเนินงาน การแก้ปัญหาและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

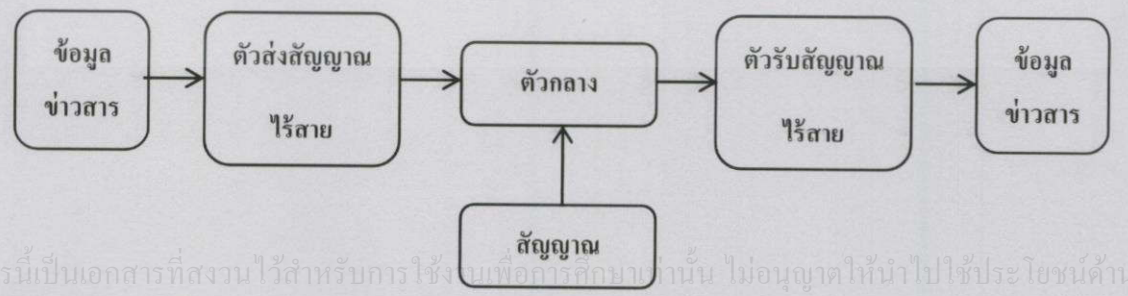
การออกแบบระบบการทำงานของโครงงานที่จอดรถอัจฉริยะมีวัตถุประสงค์คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino) และอุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สาย โดยในการทำงานจะแบ่งได้เป็นสองส่วน คือในส่วนแรกเป็นอุปกรณ์ภาครับและภาคส่งที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย เพื่อตรวจสอบค่าจากเซนเซอร์ โดยในการรับส่งข้อมูลระหว่างสองจุดนี้ใช้โมดูล nRF24L01 และในส่วนที่สองไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จุดรับสัญญาณจะควบคุมการส่งข้อมูลต่อไป โดยผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าไปยังโปรแกรมประมวลผล (QT Creator) เพื่อแสดงผลออกมาที่จอมอนิเตอร์ สามารถแสดงผลข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ ดังนั้นเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ จึงต้องศึกษาข้อมูลทฤษฎีที่สำคัญตามลักษณะการทำงานดังนี้

2.1 ทฤษฎีการสื่อสารไร้สาย

การสื่อสารคือ กระบวนการสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลรูปแบบอย่างง่ายของข้อมูลคือ จะต้องส่งจากผู้ส่งข้อมูลหรืออุปกรณ์เข้ารหัสไปยังผู้รับข้อมูล หรืออุปกรณ์ถอดรหัสที่สามารถแปลความหมายของข้อมูลข่าวสารได้ แต่การสื่อสารก็มีอุปสรรคด้านระยะทางที่ห่างไกลกันมากระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการและเทคนิคใหม่ๆ เพื่อลดขีดจำกัดในด้านต่างๆ ของการสื่อสารสำหรับคำว่าระบบสื่อสารไร้สายนั้น แสดงให้ทราบว่าสื่อตัวกลางที่นำพาสัญญาณนั้นไม่จำเป็นต้องใช้สาย แต่มีการใช้เทคนิคและวิธีการเข้ามาช่วยในการนำพาข้อมูลข่าวสารผ่านตัวกลางที่ไม่สามารถมองเห็นได้

2.1.1 องค์ประกอบของระบบสื่อสารไร้สาย

องค์ประกอบของระบบสื่อสารแบบไร้สายนั้น มีลักษณะเช่นเดียวกับองค์ประกอบโดยทั่วไปของระบบการสื่อสารทุกประเภท โดยมีอยู่ 4 ส่วน ดังรูปที่ 2.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของระบบสื่อสาร

2.1.2 ระบบสื่อสารจะมีส่วนประกอบพื้นฐานที่เหมือนกันอยู่ 4 อย่างดังนี้

ตัวส่งสัญญาณ (Transmitter)

ตัวส่งสัญญาณคือ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อที่จะแปลงข้อมูลข่าวสารให้เป็นสัญญาณ ที่สามารถที่จะส่งออกไปในตัวกลางหรือช่องสัญญาณ ได้แก่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณคลื่นวิทยุไมโครเวฟ เครื่องส่งวิทยุกระจายเสียง เป็นต้น

สื่อตัวกลางหรือช่องสื่อสาร (Communication Channel)

เป็นตัวกลางที่ให้สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์สามารถเดินทางจากสถานที่ที่หนึ่งผ่านไปยังอีกสถานที่หนึ่งได้ ตัวกลางในระบบการสื่อสารไร้สาย ได้แก่ คลื่นวิทยุ แต่ในตัวกลางนี้มีส่วนทำให้สัญญาณถูกลดทอนลงไปได้ส่วนหนึ่ง

สัญญาณรบกวน (Noise)

เป็นสัญญาณของพลังงานรูปแบบต่างๆ ที่มีลักษณะไม่แน่นอนเข้ามารบกวนในระบบสื่อสาร มีผลรบกวนสัญญาณข้อมูลที่ถูกส่งมาในช่องสื่อสาร ในบางครั้งสัญญาณรบกวนอาจเกิดขึ้นในวงจรของตัวรับสัญญาณก็ได้ สำหรับระบบสื่อสารไร้สายนั้น สัญญาณรบกวนที่มีอยู่ทั่วไปในอากาศ เช่น สัญญาณจากปรากฏการณ์ฟ้าแลบ เป็นต้น

ตัวรับสัญญาณ (Receiver)

เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกออกแบบให้รับสัญญาณที่ถูกส่งออกมาทางช่องสื่อสาร และทำการแปลงสัญญาณให้กลับไปอยู่ในรูปแบบที่ผู้รับปลายทางสามารถเข้าใจได้

2.1.3 ตัวกลางของระบบการสื่อสาร

ในระบบการสื่อสารไร้สาย จะใช้สื่อหรือตัวกลางประเภทคลื่นความถี่หรือที่เรียกว่า “คลื่นพาหะ” ในการรับส่งสารผ่านบรรยากาศ มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

ระบบที่ใช้คลื่นวิทยุเป็นพาหะ (Radio Carrier)

ได้แก่ ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม ระบบวิทยุกระจายเสียง ระบบคลื่นไมโครเวฟ และระบบแลนไร้สาย จุดเด่นของระบบนี้อยู่ที่การมีมาตรฐานที่ยอมรับกันทั่วไป หมายถึงสามารถใช้งานร่วมกันได้ และเป็นมาตรฐานกลางที่กำหนดโดย IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) มีการวางรูปแบบให้รับส่งกันได้อย่างดี โดยเฉพาะเรื่องการรักษาความปลอดภัยของคลื่นสัญญาณที่อาจถูกดักฟังได้ กรณีนี้ก็มีวิธีการเข้ารหัส การสร้างระบบเอ็นคริปข้อมูล การให้บริการการใช้งาน และการดูแลรักษาเครือข่ายทำได้ง่ายกว่าแบบใช้สายมาก ทั้งนี้เพราะระบบได้รับการออกแบบมาให้เป็นแบบอัตโนมัติและตรวจสอบกันได้

เนื่องจากในปัจจุบันมีการกำหนดคลื่นความถี่สาธารณะ (Unlicense Band) คลื่นความถี่นี้เป็นคลื่นความถี่ที่ใช้เฉพาะในวงพื้นที่แคบๆ เพื่อลดการกวนระหว่างกัน โดยในยุคแรกใช้ความถี่ 900 MHz และต่อมาใช้ความถี่ 2.4 GHz ในอนาคตอันใกล้จะใช้ความถี่ 5.6 GHz ดังนั้นในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงได้นำอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณไร้สายในรูปแบบคลื่นวิทยุ ความถี่ 2.4 GHz มาพัฒนา ซึ่งมีมาตรฐาน IEEE 802.11b รองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบที่ใช้คลื่นแสงเป็นพาหะ (Light Carrier)

ได้แก่ ระบบสื่อสารข้อมูลผ่านแสงอินฟราเรดที่นำไปประยุกต์ใช้ เช่น ระบบโลคอลแอเรียเน็ตเวิร์กไร้สาย (Local Area Network : LAN) ระบบสื่อสารผ่านเลเซอร์อินฟราเรด การสื่อสารผ่านใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)

มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนระบบเครือข่ายไร้สาย (IEEE 802.11)

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) เป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานสำหรับเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN) ขึ้น คือมาตรฐาน IEEE 802.11 และกำหนดมาตรฐานย่อยขึ้น คือ a, b, g และ n ตามลำดับ โดยแต่ละมาตรฐานมีความเร็วและคลื่นความถี่สัญญาณที่แตกต่างกัน มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐาน IEEE 802.11a คือ เครือข่ายไวเลสแลนที่ทำงานย่านความถี่ 5 GHz มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล 54 Mbps สามารถทำการแพร่ภาพวิดีโอและข้อมูลที่ต้องการความละเอียดสูงได้ โดยอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลสามารถปรับระดับให้ช้าลงได้ เพื่อเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อให้มากขึ้น เช่น 54, 48, 36, 24 และ 11 Mbps เป็นต้น ขณะที่คลื่นความถี่ 5 GHz ไม่ได้ใช้งานอย่างแพร่หลาย เพราะบางประเทศไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่นี้ ดังนั้นปัญหาการรบกวนคลื่นความถี่จึงมีน้อย ต่างจากคลื่นความถี่ 2.4 GHz ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายทำให้สัญญาณถูกรบกวนจากอุปกรณ์ประเภทอื่นที่ใช้คลื่นความถี่เดียวกันได้ ระยะทางการเชื่อมต่อประมาณ 91.44 เมตรจากจุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Access Point) หากเทียบกับมาตรฐาน 802.11b แล้ว ระยะทางจะได้น้อยกว่า 802.11b ที่คลื่นความถี่ต่ำกว่า และทั้ง 2 มาตรฐานนี้ไม่สามารถทำงานร่วมกันได้ ขณะที่ประเทศไทยไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ 5 GHz จึงไม่เห็นอุปกรณ์ WLAN มาตรฐาน 802.11a จำหน่ายในประเทศไทย แต่ความเร็ว 54 Mbps สามารถใช้งานได้ที่มาตรฐาน 802.11b ที่จะกล่าวถึงต่อไป

มาตรฐาน IEEE 802.11b เป็นมาตรฐานที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายรวมทั้งประเทศไทยด้วยเช่นกัน ทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz (คลื่นความถี่นี้สามารถใช้งานแบบสาธารณะในประเทศไทยได้) มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 11 Mbps ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายมาตรฐานนี้ได้รับความนิยมจำนวนมากมาก โดยทุกผลิตภัณฑ์ต้องสามารถทำงานร่วมกันได้ อุปกรณ์ทุกยี่ห้อต้องผ่านการตรวจสอบจากสถาบัน Wi-Fi Alliance เพื่อตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์และความเข้ากันได้ของแต่ละผู้ผลิตอุปกรณ์ไวเลสแลนที่มาตรฐาน 802.11b ไปใช้ในองค์กรธุรกิจ สถาบันการศึกษา สถานที่สาธารณะ และกำลังแพร่เข้าสู่สถานที่พักอาศัยมากขึ้น และมาตรฐานนี้มีระบบเข้ารหัสข้อมูลแบบ WEP ที่ 128 bit

มาตรฐาน IEEE 802.11g ใช้ความถี่ 2.4 GHz สามารถรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 36-54 Mbps ซึ่งเป็นความเร็วที่สูงกว่ามาตรฐาน 802.11b โดยมาตรฐาน 802.11g สามารถปรับระดับความเร็วในการสื่อสารลงเหลือ 2 Mbps ได้ (ตามสภาพแวดล้อมของเครือข่ายที่ใช้งาน) มาตรฐานนี้เป็นที่นิยมของผู้ใช้เป็นจำนวนมากและเข้ามาแทนที่ 802.11b ที่ความเร็วต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน IEEE 802.11n เป็นมาตรฐานที่สามารถทำงานบนคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ได้ รองรับความเร็วตั้งแต่ 300-450 Mbps โดยมีเสาสัญญาณตั้งแต่ 2 - 4 เสา บนตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย และหากผู้ใช้ต้องการใช้งานที่ความเร็วสูงสุด เครื่องคอมพิวเตอร์พกพาหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ต้องรองรับมาตรฐาน IEEE 802.11n ด้วยเช่นกัน มาตรฐาน 802.11n สามารถทำงานร่วมกับ 802.11b, g ได้ โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพทั้งระบบลดลงเหมือนมาตรฐาน 802.11g เมื่อมีอุปกรณ์ 802.11b เข้ามาใช้งานร่วมกัน

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีบางผลิตภัณฑ์ใช้เทคโนโลยีเฉพาะตัวเข้ามาเสริมช่วยทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นจาก 54 Mbps เป็น 108 Mbps แต่ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันเท่านั้น ซึ่งความสามารถนี้เกิดจากชิพ (Chip) กระจายสัญญาณไวเลสของตัวอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณเป็น 2 เท่าได้ แต่ปัญหาของการกระจายสัญญาณนี้จะมีผลทำให้อุปกรณ์ไร้สายในมาตรฐาน 802.11b มีประสิทธิภาพลดลงด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานการส่งข้อมูลไร้สาย IEEE 802.11

มาตรฐาน	คลื่นความถี่	อัตราความเร็วของข้อมูล
802.11a	5.1-5.2 GHz	54 Mbps
802.11b	2.4-2.8 GHz	11 Mbps
802.11g	2.4-2.8 GHz	36-54 Mbps
802.11n	2.4-5 GHz	300-450 Mbps

2.1.4 การรับส่งข้อมูลของการสื่อสารไร้สาย

แบบคลื่นความถี่แคบ (Narrowband)

จะรับส่งข้อมูลโดยแปลงเป็นบางช่วงสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า ISM (Industrial/Science/Medical) ที่มีความถี่แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 902-928 MHz, 2.14-2.484 GHz และ 5.725-5.850 GHz โดยการใช้งานต้องมีการขออนุญาตก่อนจากองค์กร FCC (Federal Communication Committee)

แบบคลื่นความถี่วิทยุแบบสเปรดสเปกตรัม (Spread Spectrum)

เป็นวิธีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณข้อมูลเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ความถี่วิทยุมากกว่าความต้องการ เพื่อป้องกันคลื่นรบกวนและการดักฟัง โดยแบ่งความถี่ออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ 902-928 MHz และ 2.4-2.484 GHz ซึ่งไม่ต้องได้รับอนุญาตจาก FCC และการส่งแบบสเปรดสเปกตรัมที่ใช้กันโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แบบ Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

การส่งสัญญาณรูปแบบนี้จะใช้ความถี่พาหะเพียงความถี่เดียว ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปมาอย่างต่อเนื่องในลักษณะหรือรูปแบบที่เป็นที่เข้าใจตรงกันระหว่างผู้ส่งกับผู้รับ เมื่อทางด้านผู้ส่งกับผู้รับสามารถทำงานประสานกันได้แล้ว จะทำให้วิธีการส่งแบบนี้ป้องกันสัญญาณรบกวนที่จากความถี่ข้างเคียงได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นแล้วรูปแบบที่ตกลงกันไว้ระหว่างผู้ส่งกับผู้รับก็สามารถที่จะปรับเปลี่ยนไปได้ตลอดเวลาทำให้เกิดความปลอดภัยของข้อมูลสูง

2. แบบ Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

สำหรับวิธีการของ DSSS นี้จะต่างออกไปจากจากเทคนิคของ FHSS โดยการนำข้อมูลที่จะส่งนั้นซึ่งปกติจะมี Bandwidth แคบเพราะส่วนใหญ่จะถูกปรับให้เป็นข้อมูลแบบ Digital คือ 1 กับ 0 เพื่อง่ายต่อการตรวจข้อผิดพลาดและสามารถแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องได้ แล้วนำข้อมูลนี้มาขยายหรือ Spread โดยการใช้ S Psuedo Code Sequent แทนบิต (0, 1) ของข้อมูล เช่น ให้ 1 = 11001100 และ 0 คือส่วนกลับของ 1 นั่นคือ 00110011 โดยบิตข้อมูลใหม่ที่ได้จากการแทนที่ข้อมูลด้วย Psuedo Code เรียกว่า Chip ซึ่งจะถูกส่งผ่านคลื่น 2.4 GHz ในลักษณะ Wideband ในช่องสัญญาณใดช่องสัญญาณหนึ่งที่อยู่ในช่วง 2.4-2.5 GHz นี้

3. แบบคลื่นความถี่วิทยุสัญญาณอินฟราเรด (Infrared)

โดยอินฟราเรดเป็นส่วนหนึ่งของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า ที่อยู่เหนือคลื่นวิทยุและต่ำกว่าแสงที่มองเห็น แสงอินฟราเรดสามารถใช้ส่งข้อมูลได้ ถึงแม้ว่าการส่งจะถูกจำกัดให้เป็นแนวเส้นตรงที่จะต่อเครื่องพีซีเข้ากับเครื่องพิมพ์ หรือคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลได้แบบไร้สาย

2.2 โมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย nRF24L01

เป็นโมดูลที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลในแบบอนุกรม ผ่านคลื่นวิทยุระยะไกล ใช้กับย่านความถี่ 2.4 GHz พร้อมมีเสาอากาศในตัว สามารถส่งข้อมูลได้รวดเร็ว มีความเสถียร มีประสิทธิภาพสูง โดยมีคุณสมบัติดังนี้

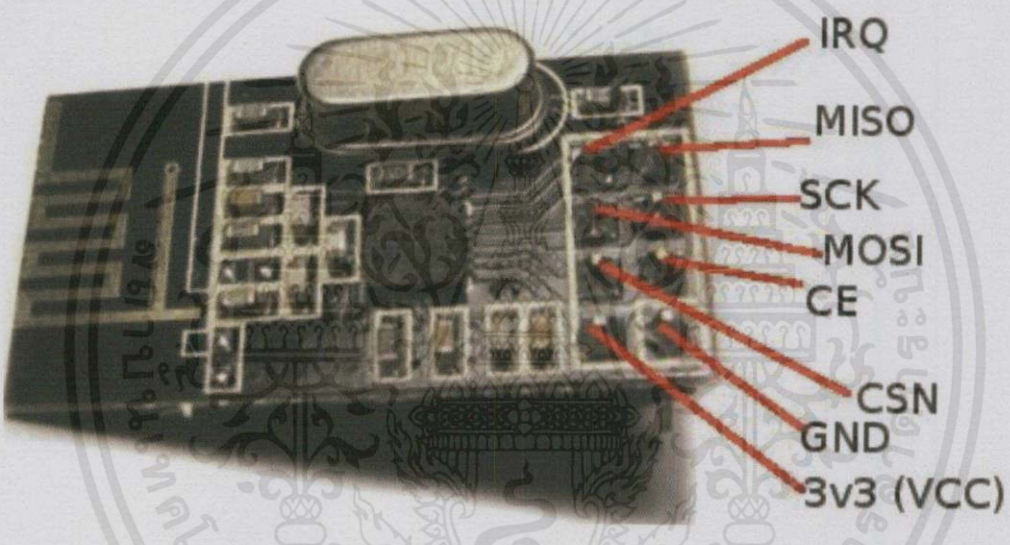
2.2.1 คุณสมบัติของ nRF24L01

1. ความถี่ในการใช้งานที่ 2.4 GHz
2. ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps และ 2 Mbps
3. สามารถใช้เป็นตัวรับและตัวส่งได้ในตัว
4. มีรูปแบบความเร็วสูงในการรับส่งข้อมูล โดยส่งแบบ GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
5. ทำงานที่ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า 1.9-3.6 V
6. สามารถตั้งช่องความถี่ในการใช้งานได้ถึง 126 ช่องสัญญาณ
7. โหมดของการรับส่งข้อมูลเป็น ShockBurst Mode เพราะเกิดการผิดพลาดในการส่งข้อมูลต่ำ ส่วนมากนิยมใช้ในการส่งข้อมูลชนิดที่ต้องการความถูกต้องสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น...

2.2.2 หลักการทำงานของ nRF24L01

ชุดโมดูล nRF24L01 มีขนาดเล็ก กว้างประมาณ 15 mm. และยาวประมาณ 33 mm. และมีน้ำหนักเบามาก เสาอากาศในตัวบริเวณเส้นตรงด้านซ้ายมือ เป็นโมดูลสื่อสารไร้สายที่สามารถเขียนโปรแกรมให้เป็นได้ ทั้งตัวรับและตัวส่งสามารถใช้กับ Arduino ได้หลายๆ ตัวพร้อมกัน มีความเร็ว 2.4G จึงสื่อสารได้รวดเร็วและไม่ต้องการเสาอากาศที่ยาว มีขนาดเล็กสะดวกในการต่อใช้งาน สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งข้อมูลของเซนเซอร์อัตโนมัติ สำหรับควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การแจ้งเตือนต่างๆ ควบคุมและติดตามหุ่นยนต์ Robot Control and Monitoring ได้ในระยะ 15-500 เมตร โมดูลนี้ทำงานด้วยความเร็วสูง High-speed SPI Interface ใช้พลังงานต่ำ รองรับการทำงานร่วมกับ Arduino



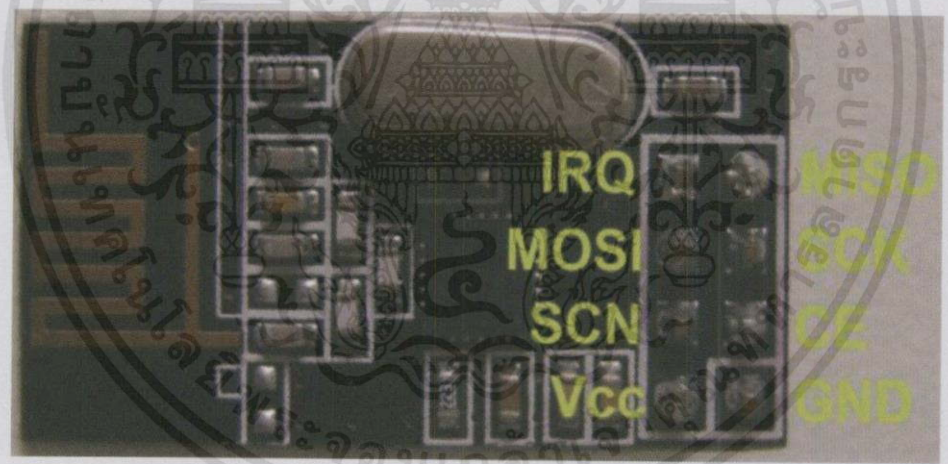
รูปที่ 2.2 โมดูล NRF24L01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ฟังก์ชันการทำงานแต่ละขาของ nRF24L01

ตารางที่ 2.2 ฟังก์ชันการทำงานของขาต่างๆ ของโมดูล nRF24L01

ขาที่	ชื่อ	รายละเอียด
1	CE	ขาควบคุมการทำงานของการรับ (Rx) และการส่ง (Tx) ข้อมูล
2	CSN	ขาควบคุมการสื่อสารของโมดูล ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ nRF24L01
3	SCK	ขาสัญญาณนาฬิกา
4	MOSI	ขารับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์
5	MISO	ขาส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์
6	IRQ	เมื่อมีข้อมูลเข้ามาขานี้จะตั้งค่าสถานะเป็น “0”
7	VCC	ไฟเลี้ยง 1.9V-3.6V
8	GND	ขา Ground ต่อสายดิน (0 V)



รูปที่ 2.3 ฟังก์ชันการทำงานของขาต่างๆ ของโมดูล nRF24L01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 คำสั่งต่างๆ ของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไร้สาย nRF24L01

ตารางที่ 2.3 คำสั่งต่างๆ ของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไร้สาย nRF24L01

คำสั่ง	Code	Comment
อ่านค่าจาก Register	0x00 + Address	Address = 0-0x1F
เขียนค่าลง Register	0x20 + Address	Address = 0-0x1F
อ่านค่าจาก Buffer การรับ	0x61	อ่านได้สูงสุด 32 Byte
เขียนค่าลง Buffer การส่ง	0xA0	เขียนได้สูงสุด 32 Byte
ล้าง Buffer ของการรับเข้า	0xE2	-
ล้าง Buffer ของการส่งออก	0xE1	-
อ่านสถานะ	0xFF	-

2.3 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) วงจรรับสัญญาณอินพุต (Input) วงจรส่งสัญญาณเอาต์พุต (Output) รวมถึงหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน (Clock) ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี โดยไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำสองคำรวมกันคือ “ไมโคร” ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ประกอบด้วยหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือ คำว่า “คอนโทรลเลอร์” หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างเป็นอิสระ

ในส่วนของปริญญานิพนธ์จะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของทางค่าย Arduino โดยคุณสมบัติของบอร์ด Arduino เบื้องต้น คือ ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริม (Shield) ประเภทต่างๆ เช่น XBee Shield, Music Shield, Relay Shield, Wireless Shield, GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้

2.3.1 Board Arduino UNO R3

Arduino Uno R3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจ็คและ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือ กรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย ในส่วนของโปรเจ็คจะใช้ต่อกับโมดูลตัวรับ nRF24L01

2.3.1.1 คุณสมบัติทางด้านฮาร์ดแวร์

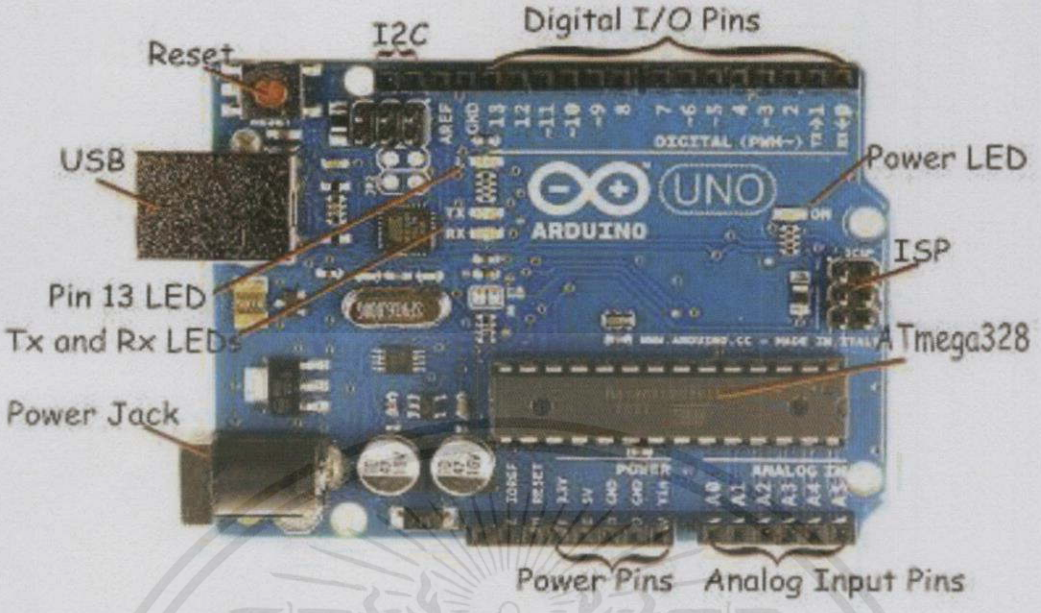
Arduino Uno R3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม Arduino ของแท้จากผู้ผลิต Arduino.cc ประเทศอิตาลี ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย มีคุณสมบัติดังนี้

1. ใช้ชิพ ATmega328
2. รันที่ความถี่ 16 MHz
3. หน่วยความจำแฟล็ช 32 Kb และแรม 2 Kb
4. บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7-12 V
5. มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 V (TTL)
6. มี Digital Input/Output 14 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา)
7. มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด
8. เขียนโปรแกรมบนซอฟต์แวร์ Arduino IDE และโปรแกรมผ่านพอร์ต USB เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือแม้แต่ผู้ที่ไม่เคยเรียนรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์มาก่อนก็สามารถนำมาสร้างต้นแบบที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ได้
9. EEPROM 1 Kb

2.3.1.2 รูปร่างและขนาดของบอร์ด Arduino UNO R3

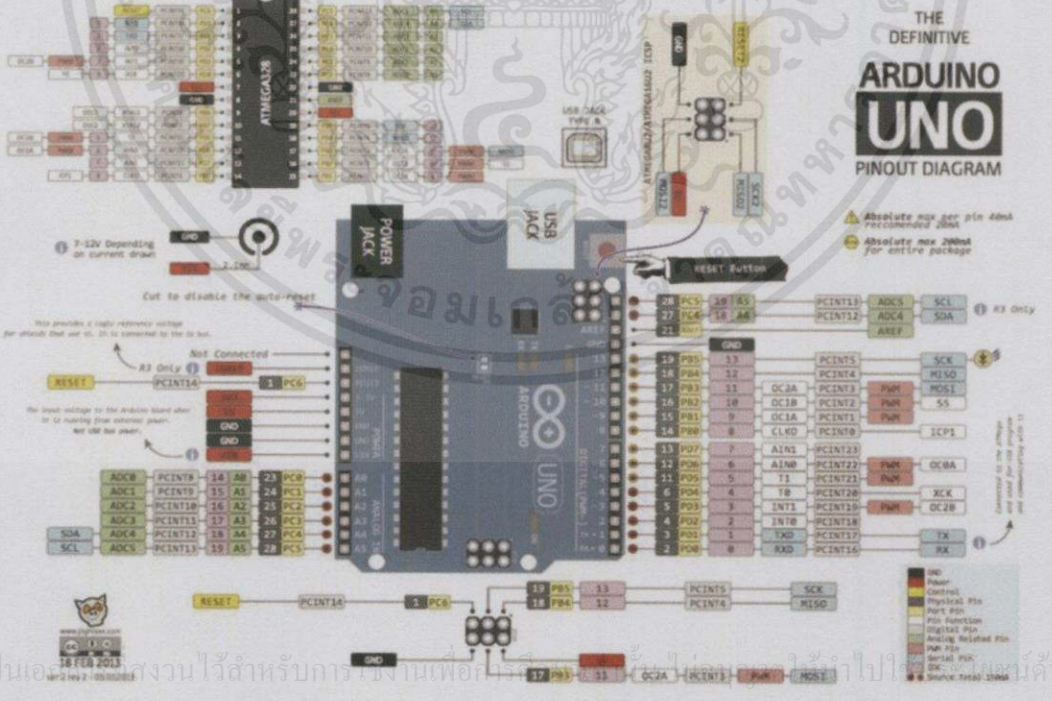
บอร์ด Arduino UNO R3 มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก กว้างประมาณ 64 mm. ยาวประมาณ 76 mm. และหนาราวๆ 1.9 mm. มีน้ำหนักเบา มีหลอด LED แสดงสถานะในตัว (Pin 13) สามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้ก็ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



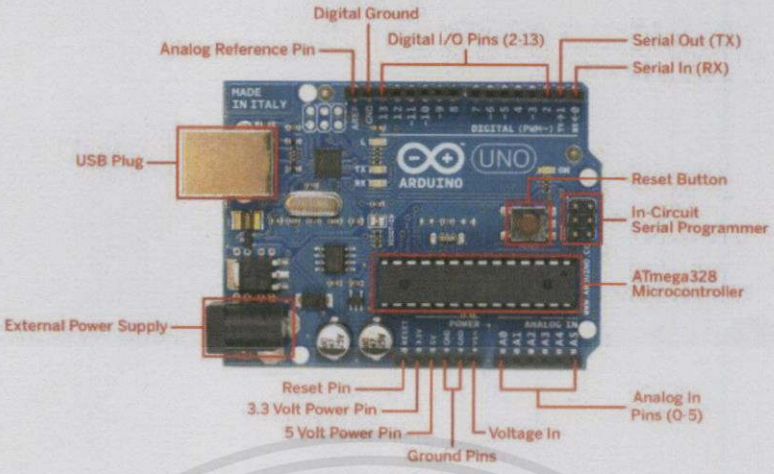
รูปที่ 2.4 หน้าตาของบอร์ด Arduino UNO R3

2.3.1.3 ฟังก์ชันการทำงานแต่ละขาของบอร์ด Arduino UNO R3



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ขา Pin Out ของบอร์ด Arduino UNO R3

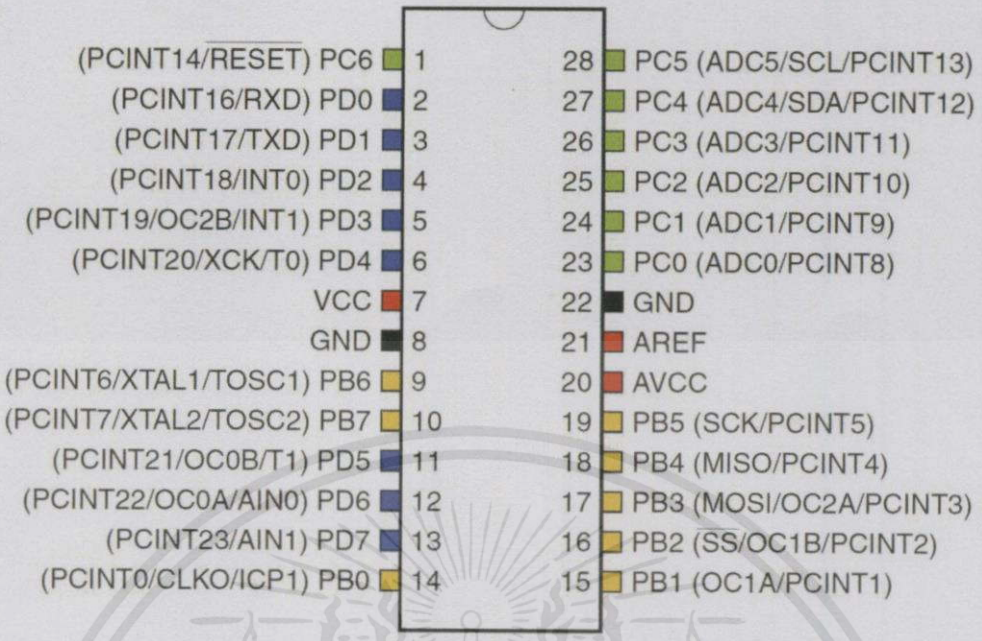


รูปที่ 2.6 ขาและพอร์ตต่างๆ ของบอร์ด Arduino UNO R3

2.3.1.4 ไอซี Atmega328

รูปที่ 2.7 ไอซี Atmega328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ขาต่างๆ ของไอซี Atmega328 ใน Arduino UNO R3

2.3.2 บอร์ด Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ด Arduino ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้ I/O มากกว่า Arduino Uno R3 เช่น งานที่ต้องการรับสัญญาณจากเซนเซอร์ หรือควบคุมมอเตอร์ เซอร์โว (Servo Motor) หลายๆ ตัว ทำให้ Pin I/O ของบอร์ด Arduino Uno R3 ไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้บอร์ด Mega 2560 R3 ยังมีหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash) มากกว่า Arduino Uno R3 ทำให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มากกว่า ในความเร็วของ MCU (Multipoint Control Unit) ที่เท่ากัน โดยที่จอดรถอัจฉริยะจะใช้บอร์ดนี้ในการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ รับค่าจากเซนเซอร์ และส่งต่อไปยังตัวรับ รวมถึงควบคุมการทำงานของหลอดไฟ LED

2.3.2.1 คุณสมบัติทางด้านฮาร์ดแวร์

Arduino Mega 2560 บอร์ดรุ่นใหญ่ในของตระกูล Arduino มีคุณสมบัติต่างๆ เพิ่มขึ้นจาก Arduino Uno R3 ดังนี้

1. ใช้ชิพ ATmega2560 ที่มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB และแรม 8 KB
2. ใช้ไฟเลี้ยง 7-12 V
3. แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V
4. มี Digital Input/Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา)
5. มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE และโปรแกรมผ่าน USB เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการบอร์ด Arduino ที่มีหน่วยความจำและขาสัญญาณต่างๆ ให้ต่อใช้งานมากขึ้น

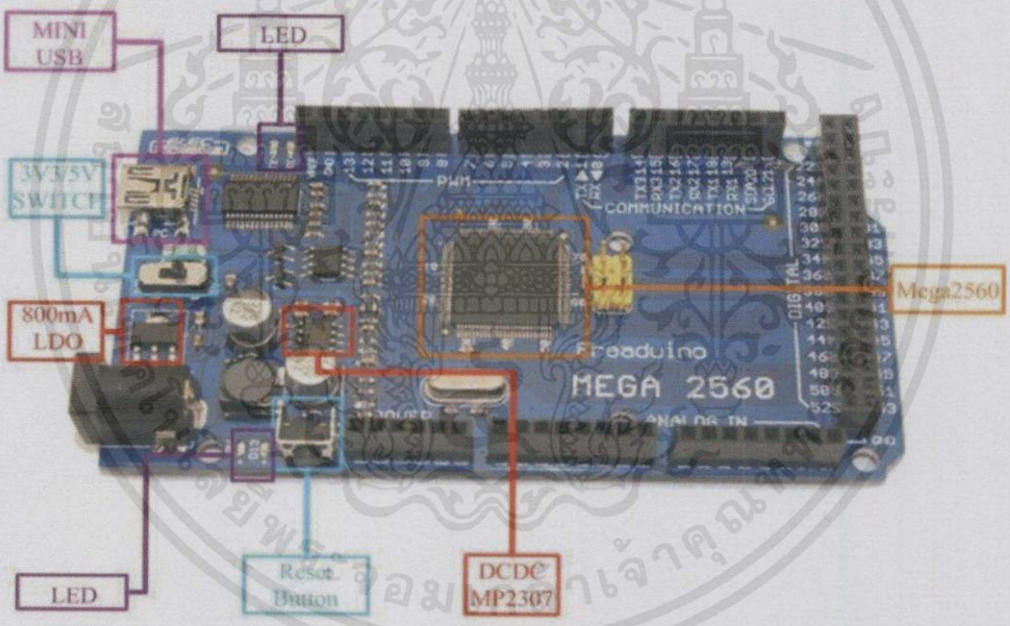
7. ความเร็วสัญญาณนาฬิกาอยู่ที่ 16 MHz และ EEPROM 4 KB

8. DC Current Input/Output Pin อยู่ที่ 40 mA

9. DC Current 3.3 V Pin อยู่ที่ 50 mA

2.3.2.2 รูปร่างและขนาดของบอร์ด Arduino Mega 2560

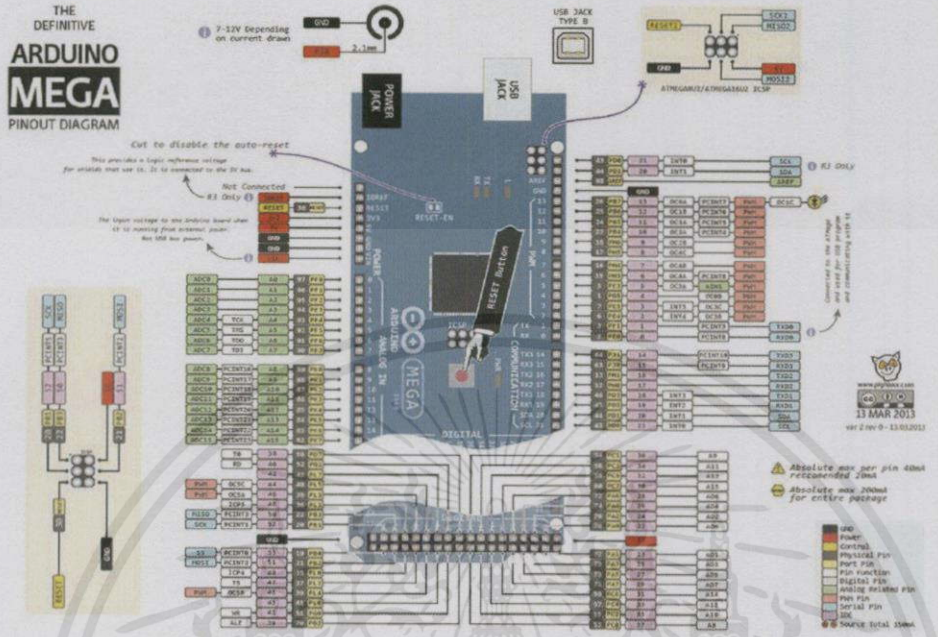
บอร์ด Arduino Mega 2560 มีขนาดเท่าฝ่ามือ กว้างประมาณ 53 mm. ยาวประมาณ 108 mm. และหนาราวๆ 1.5 mm. มีน้ำหนักเบา มีหลอด LED แสดงสถานะในตัว สามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้ก็ได้เช่นกัน



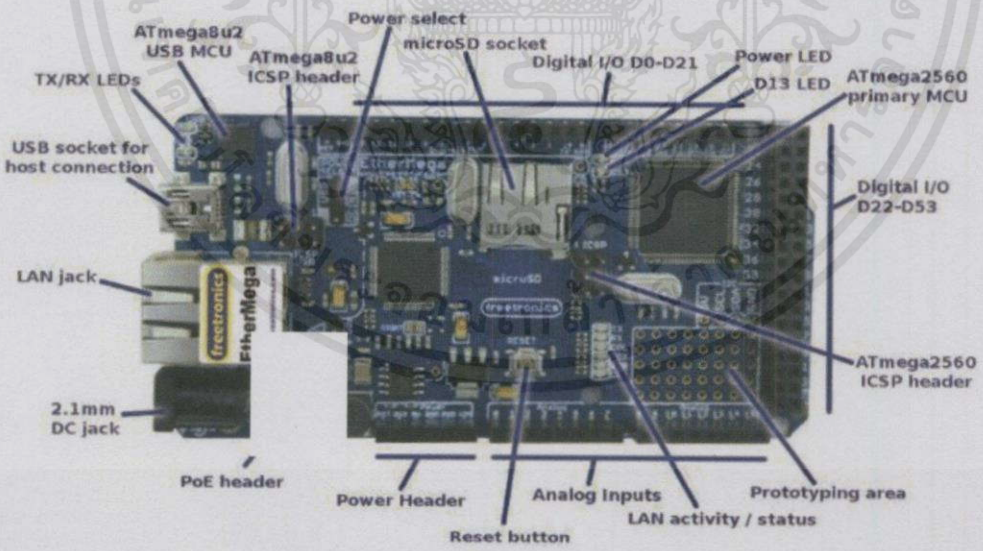
รูปที่ 2.9 หน้าตาของบอร์ด Arduino Mega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 ฟังก์ชันการทำงานแต่ละขาของบอร์ด Arduino Mega 2560



รูปที่ 2.10 ขา Pin Out ของบอร์ด Arduino Mega 2560

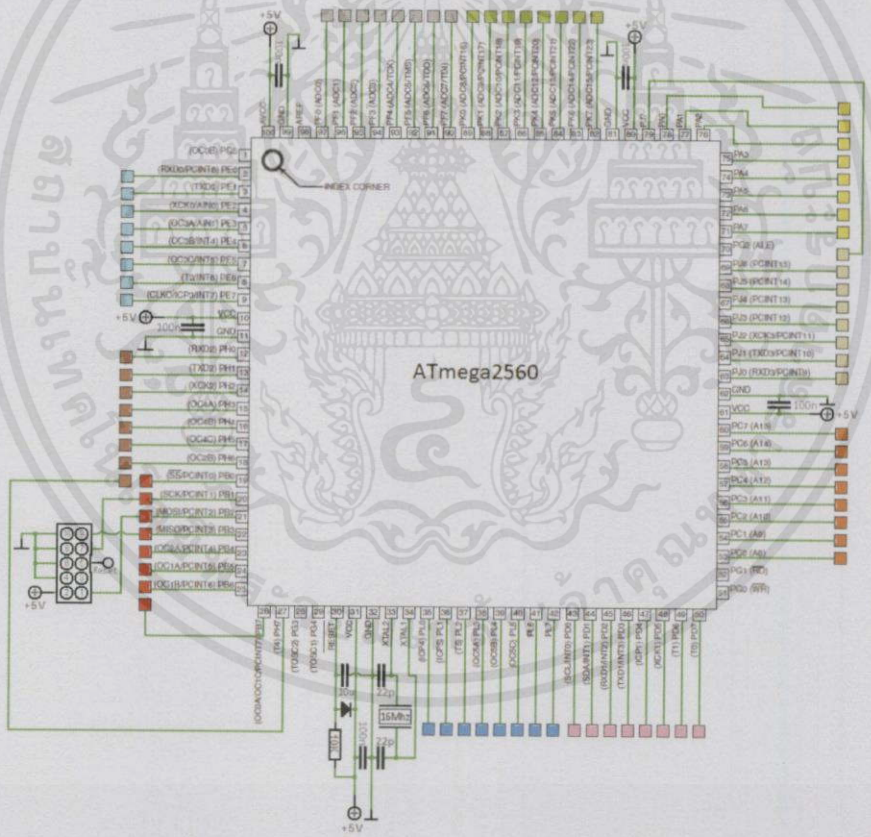


รูปที่ 2.11 ขาและ Port ต่างๆ ของบอร์ด Arduino Mega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.4 ไอซี Atmega2560

รูปที่ 2.12 ไอซี Atmega2560



รูปที่ 2.13 ขาต่างๆ ของไอซี Atmega2560 ใน Arduino Mega 2560

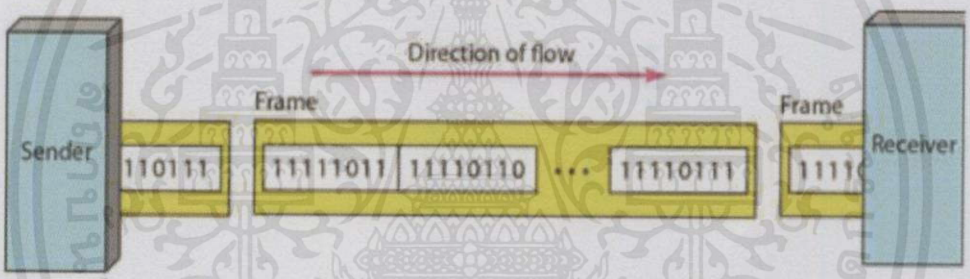
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial Port)

พอร์ตอนุกรมคือ พอร์ตที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีอุปกรณ์ช่วยในการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์อื่นอยู่ภายใน หรือที่รู้จักในชื่อพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial Port) เป็นการเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลอนุกรมกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์, RFID, GPS, GSM Module, Wifi Module เป็นต้น พอร์ตอนุกรมในการสื่อสารข้อมูลนั้นจะมีการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต และข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมคือสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกล และใช้สายสัญญาณเพียง 1 สาย โดยเป็นหัวต่อแบบ USB ประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งตามลักษณะสัญญาณในการส่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ

2.4.1 การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous)

การรับ-ส่งข้อมูลจะมีสัญญาณนาฬิกา ซึ่งเป็นตัวกำหนดจังหวะเวลาการส่งข้อมูลร่วมอยู่ด้วยอีกเส้นหนึ่งใช้คู่กับสัญญาณข้อมูลเป็นการส่ง Bit 0 และ 1 ที่ต่อเนื่องกันไปโดยไม่มีการแบ่งแยก ผู้รับต้องแยก Bit เหล่านี้ออกมาเป็น Byte หรือเป็นตัวอักษรเอง



รูปที่ 2.14 การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

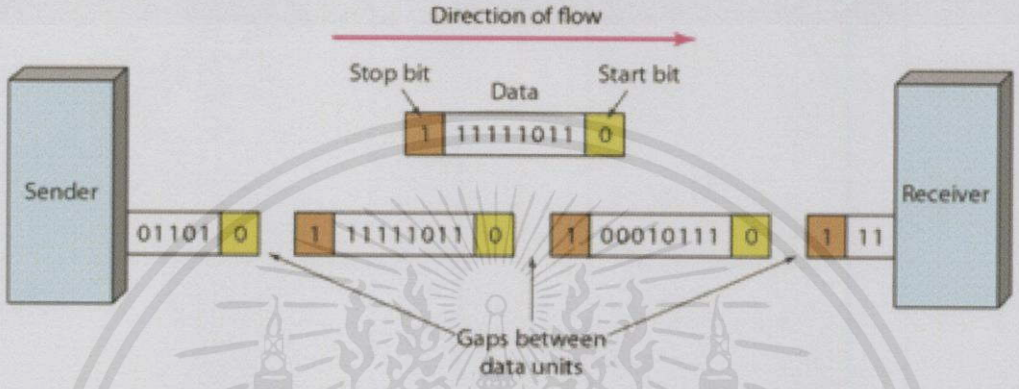
จากรูปที่ 2.14 แสดงการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส ผู้ส่งทำการส่งบิตติดต่อกันยาวๆ ถ้าผู้ส่งต้องการแบ่งช่วงกลุ่มข้อมูลก็ส่งกลุ่มบิต 0 หรือ 1 เพื่อแสดงสถานะว่าง เมื่อแต่บิตมาถึงผู้รับ ผู้รับจะนับจำนวนบิตแล้วจับกลุ่มของบิตให้เป็นไบต์ที่มี 8 บิต ประสิทธิภาพการส่งสัญญาณแบบซิงโครนัส มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบอะซิงค์เพราะสัญญาณที่เป็นข้อมูลจริงมีจำนวนมาก เมื่อเทียบกับจำนวนสัญญาณที่ส่งออกไปทั้งหมด ในปัจจุบันวิธีการส่งสัญญาณแบบนี้ใช้กับรับส่งข้อมูลจำนวนมากจึงนิยมนำไปใช้กับเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Mainframe Computer) และใช้กับระบบเครือข่ายวงกว้าง (WAN)

2.4.2 การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission)

เป็นการส่งข้อมูลที่ผู้รับและผู้ส่งไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกัน แต่ข้อมูลที่รับต้องถูกแปลตามรูปแบบที่ได้ตกลงกันไว้ก่อน เนื่องจากไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันทำให้ผู้รับไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อใดจะมีข้อมูลส่งมาให้ ดังนั้นผู้ส่งจึงจำเป็นต้องแจ้งผู้รับให้ทราบว่าจะมีการส่งข้อมูลมาให้โดยการเพิ่ม Bit พิเศษเข้ามาอีกหนึ่งบิต เอาไว้ก่อนหน้าบิตข้อมูล เรียกว่า บิตเริ่ม (Start Bit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปมักใช้ Bit 0 และเพื่อให้ผู้รับทราบจุดสิ้นสุดของข้อมูลจึงต้องมีการเพิ่มบิตพิเศษอีกหนึ่งบิต เรียกว่าบิตจบ (Stop Bit) มักใช้ Bit 1 นอกจากนี้แล้วการส่งข้อมูลแต่ละกลุ่มต้องมีช่องว่างระหว่างกลุ่ม โดยช่องว่างระหว่าง Byte อาจใช้วิธีปล่อยให้ช่องสัญญาณว่าง หรืออาจใช้กลุ่มของบิตพิเศษที่มีบิตจบก็ได้ รูปต่อไปนี้แสดงการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ให้บิตเริ่มเป็นบิต 0 บิตจบเป็นบิต 1 และให้ช่องว่างแทนไม่มีการส่งข้อมูล (สายว่าง)



รูปที่ 2.15 การรับ-ส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

ประสิทธิภาพการส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส เป็นวิธีการส่งที่มีประสิทธิภาพต่ำเพราะสัญญาณที่เป็นข้อมูลจริงมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนสัญญาณที่ส่งออกไปทั้งหมด และยังมีการเว้นช่วงว่าง (Idle/Gap) ในการส่งอีกด้วย อย่างไรก็ตามวิธีการส่งสัญญาณแบบนี้ยังเป็นแบบที่ง่ายที่สุดจึงยังใช้งานในปัจจุบัน และใช้กับโมเด็มส่วนใหญ่ เพื่อรับส่งข้อมูลจำนวนไม่มาก โดยข้อแตกต่างของการส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส และอะซิงโครนัสคือ ความต่อเนื่องของข้อมูลที่ส่งในแบบซิงโครนัสข้อมูลที่ส่งออกมาแบบต่อเนื่องไม่มีบิตสตาร์ต (Start Bit) หรือบิตสต็อป (Stop Bit) หรือแม้กระทั่งบิตพาริตี (Parity Bit) โปรโตคอลที่ใช้ในการส่งแบบซิงโครนัสจึงแตกต่างไปจากโปรโตคอลแบบอะซิงโครนัส

2.4.3 หลักการพื้นฐานของ USB

USB หรือ Universal Serial Bus ได้ถูกกำหนดขึ้นมาโดยบริษัทยักษ์ใหญ่ด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็คทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วย COMPAQ, IBM, DEC, INTEL, MICROSOFT, NEC และ NORTHERN TELECOM ช่วยกันวางมาตรฐานให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน โดยในยุคเริ่มแรกนั้นมาตรฐานของ USB ที่ถูกออกสู่สาธารณะชนครั้งแรกเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) คือ Revision 0.7 และได้ปรับปรุงแก้ไขเรื่อยมา จนกระทั่งเมื่อวันที่ 15 มกราคม ปี พ.ศ. 2539 (ค.ศ. 1996) ได้ออกมาเป็น Revision 1.0 (USB 1.0) ได้เป็นผลสำเร็จและยังได้ปรับปรุง พัฒนาแก้ไขปัญหาต่างๆ เรื่อยมาจนเมื่อวันที่ 23 กันยายน ปี พ.ศ. 2541 (ค.ศ. 1998) ได้เป็น Revision 1.1 (USB1.1) เมื่อความเร็วที่ได้ยังไม่เพียงพอกับความต้องการ

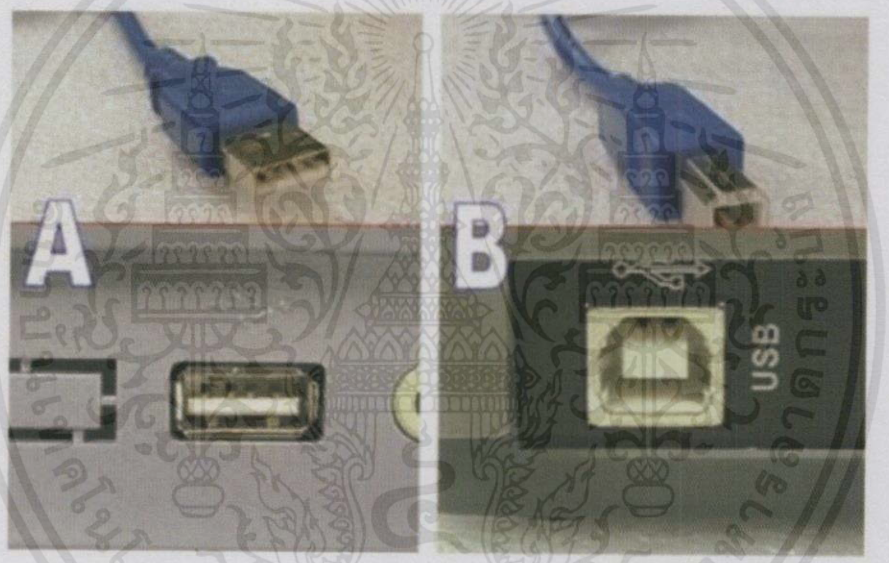
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นทางกลุ่มผู้พัฒนา หรือ USB-IF (USB Implement Forum, Inc.) ได้ร่างมาตรฐาน USB รุ่นใหม่ และได้ข้อสรุปเป็นมาตรฐานที่แน่นอนคือ USB 2.0 ในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 2000 สำหรับความเร็วในการรับส่งข้อมูลนั้น USB 1.1 จะมีความเร็วอยู่ที่ 12Mbps ส่วน USB 2.0 นั้น รองรับระดับการรับส่งส่งข้อมูลได้ถึง 4 ระดับ คือ

1. ความเร็ว 1.5 Mbps สำหรับอุปกรณ์ที่ต้องส่งข้อมูลคราวละมากๆ
2. ความเร็ว 12 Mbps สำหรับการเชื่อมต่อ USB 1.1
3. ความเร็ว 480 Mbps สำหรับการเชื่อมต่อ USB 2.0
4. ความเร็ว 4.7 Gbps สำหรับการเชื่อมต่อ USB 3.0

ชนิดของหัวต่อ Connector

Connector มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบ A และแบบ B มี Socket ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ชนิดของหัวต่อ Connector แบบ A และแบบ B

ลักษณะการทำงานของหัวต่อทั้ง 2 แบบ ดังนี้

1. แบบ A เป็นการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อการประมวลผล เรียกว่า UpStream

2. แบบ B เป็นการส่งข้อมูลเข้าหาอุปกรณ์ เรียกว่า DownStream การเชื่อมต่อใช้งานนั้น สามารถเชื่อมต่อร่วมกันได้ทั้งที่เป็น USB 1.1 และ USB 2.0 แต่จะได้ความเร็วที่ต่างกัน

ถ้าหากอุปกรณ์มาตรฐาน USB 1.1 บนระบบบัสที่เป็น USB 2.0 จะได้ความเร็ว = 12 Mbps

ถ้าหากอุปกรณ์มาตรฐาน USB 2.0 บนระบบบัสที่เป็น USB 1.1 จะได้ความเร็ว = 12 Mbps

ถ้าหากอุปกรณ์มาตรฐาน USB 2.0 บนระบบบัสที่เป็น USB 2.0 จะได้ความเร็ว = 480 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น... ที่มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.5 ทฤษฎีการทำงานของเซนเซอร์

เซนเซอร์คือ ตัวอุปกรณ์ตรวจรู้ตัวแรกในระบบการวัด ใช้ตรวจจับหรือรับรู้การเปลี่ยนแปลงปริมาณ ทางกายภาพของตัวแปรต่างๆ เช่น ความร้อน แสง สี เสียง ระยะทาง การเคลื่อนที่ ความดัน การไหล เป็นต้น แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณหรือข้อมูลที่สอดคล้อง และเหมาะสมกับส่วนของการกำหนดเงื่อนไขทางสัญญาณ ถ้าเป็นการวัดแบบสัมผัสกับตัวแปรโดยตรงเรียกตัวตรวจรู้แบบปฐมภูมิ (Primary Sensors) หรือตัวตรวจรู้ชั้นต้น หากมีการตรวจรู้โดยผ่านส่วนอื่นก่อน เช่น สเตรนเกจ (Strain Gauge) ตรวจรับแรงกดที่ต้องรับแรงถ่ายถอดจากแท่งโลหะที่รับแรงโดยตรงอีกทอด โดยใช้สเตรนเกจยึดติดกับแท่งโลหะดังกล่าวเพื่อวัดแรงนั้น จะเรียกสเตรนเกจในกรณีนี้ว่าเป็นตัวตรวจรู้ทุติยภูมิ (Secondary Sensor) หรือตัวตรวจจับชั้นรอง การตรวจรู้จะอาศัยผลการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ในตัวเซนเซอร์เองที่สามารถตรวจวัดได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า เช่น แรงดัน กระแส ความต้านทาน ความจุ และความเหนี่ยวนำ เป็นต้น เมื่อค่าตัวแปรเปลี่ยนแปลงแล้วพารามิเตอร์ดังกล่าวจะเปลี่ยนตาม ทำให้สามารถวัดและทราบค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่เปลี่ยนตามได้ อาจวัดได้โดยใช้มิเตอร์หรือวงจรบริดจ์ต่างๆ เป็นการวัดตัวแปรด้วยวิธีทางไฟฟ้า โดยจะทำการเทียบหรือปรับแต่งปริมาณทางไฟฟ้านี้แทนค่าตัวแปรที่ทำการวัดอีกที จึงอาจเรียกว่าเป็นการวัดโดยวิธีอ้อมได้ กระบวนการนี้เรียกว่าการตรวจจับ (Sensing)

2.5.1 การทำงานของเซนเซอร์แบบใช้แสงชนิดอินฟราเรด (ZX-03R)

การทำงานของเซนเซอร์แบบใช้แสงชนิดอินฟราเรด จะใช้ลำแสงที่มีขนาดเล็กตรวจสอบว่าวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการหรือไม่ จะเป็นวิธีที่ไม่ละเอียดและมีความถูกต้องน้อย ไม่นิยมใช้กับแขนกลที่ต้องการความละเอียดสูง การติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับแบบใช้แสงชนิดอินฟราเรดสามารถติดตั้งได้ง่ายโดยการติดตั้ง LED แบบอินฟราเรดกับตัวรับไว้ข้างกัน ทำการตรวจสอบโดยให้สิ่งที่ต้องการตรวจจับผ่านด้านหน้าของเซนเซอร์ทำให้ลำแสงของเซนเซอร์ที่ถูกส่งออกไปสะท้อนผ่านวัตถุตรวจสอบมายังตัวรับ เช่น ติดตั้งชุดเซนเซอร์อินฟราเรดที่ฝ่ามือของแขนกล ทำให้รู้ว่าวัตถุกำลังอยู่ในระยะที่สามารถจับได้ ดังรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 การทำงานของเซนเซอร์แบบใช้แสง

โดยที่จอดรถอัจฉริยะ จะใช้เซนเซอร์รุ่น ZX-03R มีราคาถูกมาก หาได้ทั่วไปตามท้องตลาด ใช้หลอด LED สีแดงแบบความสว่างสูง หรือซุปเปอร์ไบรต์ติดสว่างตลอดเวลาที่จ่ายไฟ ส่วนตัวรับแสงเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) เบอร์ SFH310 รับแสงสีแดงจากการสะท้อนกลับจากวัตถุหรือพื้นผิว โดยปริมาณแสงที่ได้รับจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุนั้นมีความสามารถในการสะท้อนแสงสีแดงได้ดีเพียงใด ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวและสีของวัตถุ โดยวัตถุสีขาวผิวเรียบจะสะท้อนแสงได้ดี ทำให้ตัวรับอินฟราเรดได้รับแสงสะท้อนมากส่งผลให้แรงดันที่เอาต์พุตสูงตามไปด้วย ด้วยการใช้แสงสีแดงเป็นแสงหลักในการตรวจจับ สามารถนำตัวตรวจจับแบบนี้ไปใช้วัดความแตกต่างของสีบนพื้นผิวที่กันแสงอินฟราเรด หรือพื้นผิวที่กันรังสีอัลตร้าไวโอเล็ต (Ultraviolet) ได้

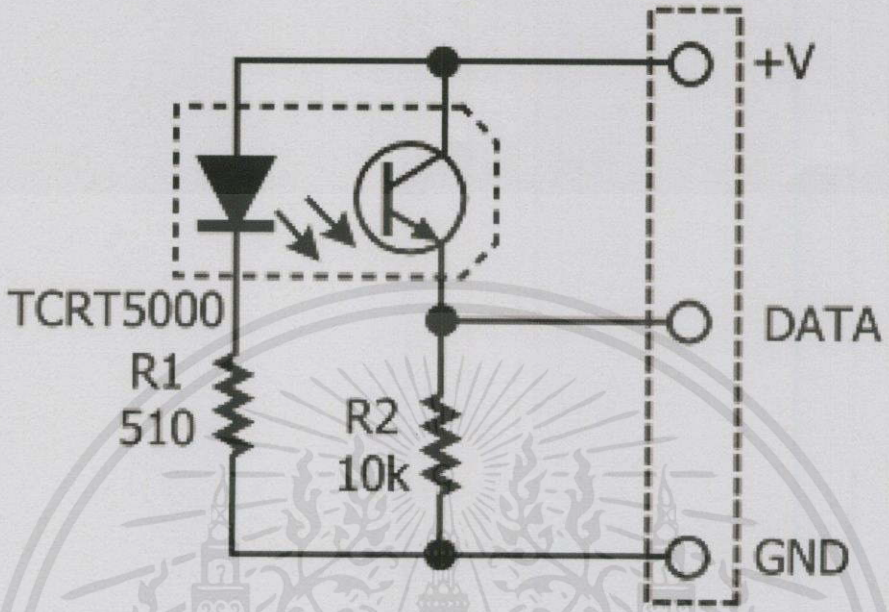
รูปที่ 2.18 เซนเซอร์แบบใช้แสง ZX-03

คุณสมบัติของเซนเซอร์แบบใช้แสง ZX-03R

1. ใช้ชิพอินฟราเรด TCRT5000
2. ใช้ไฟเลี้ยง 3-5 Vdc
3. Output เป็น DC Voltage
4. สามารถตรวจจับบนพื้นผิวต่างๆ ในระยะที่ใกล้มากๆ และตรวจจับเส้น Tracking ได้
5. มี 3 ขา (ขา Pin Out, ขา Supply 3-5 Vdc และขา Ground)
6. มีน้ำหนักเบาประมาณ 20 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรของเซนเซอร์แบบใช้แสง ZX-03R



รูปที่ 2.19 วงจรของเซนเซอร์แบบใช้แสง ZX-03 Reflector

2.6 ทฤษฎีการทำงานของหลอดไฟ LED

หลอดไฟ LED (Light Emitting Diode) จะมีเพียงตัวนำแคโทด (Cathode) และแอโนด (Anode) เท่านั้น โดยหลอด LED จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อยมากประมาณ 20 มิลลิแอมป์ ในตัวชิปของ LED ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำขั้วประจุบวกชนิด P (Positively Changed Material) ที่อยู่ห่างจากสารกึ่งตัวนำขั้วประจุลบชนิด N (Negatively Changed Material) เล็กน้อย จุดนี้เรียกว่ารอยต่อ (Junction) เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านหลอด LED ตัวนำแอโนดจะไปดันขั้วประจุบวก และตัวนำแคโทดไปดันขั้วประจุลบให้มาชนกัน เมื่อประจุบวกและประจุลบมาชนกันที่รอยต่อของสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิด ก็จะจับตัวกันและคายพลังงานออกมาในรูปของแสงสว่าง ซึ่งเรียกว่า “อิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์” ทำให้เกิดแสงสว่างที่บริเวณด้านหน้าตัวหลอด ซึ่งมีอุณหภูมิในการทำงานที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปแสงสว่างที่ออกมาจะลดลง แสงจากหลอด LED มีลักษณะพุ่งออกในทิศทางเดียว แต่ในกรณีที่ต้องการให้แสงกระจายออกในมุมแคบหรือกว้างเพิ่มขึ้น ก็จะใช้อุปกรณ์ครอบหลอด LED ในลักษณะของเลนส์ (Len) ไว้เพื่อบังคับทิศทางของการกระจายแสงหลอด LED สามารถเปิดปิดได้ทันที ไม่ต้องใช้ระยะเวลาในการจุดติดเหมือนหลอดไส้ที่ต้องเผาไส้หลอด

การประยุกต์ LED ไปใช้งานอย่างกว้างขวางส่วนมากใช้ในภาคแสดงผล (LED Display) LED โดยทั่วไปมี 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ LED ชนิดที่ตาคนเห็นได้ กับชนิดที่ตาคนมองไม่เห็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาเป็นตัวรับแสงแทนตาคน ปัจจุบันจากความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีเซมิคอนดักเตอร์ ทำให้เทคโนโลยีของ LED ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วตามไปด้วย ได้มีการนำ LED มาใช้ประโยชน์แพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ เช่น ในเครื่องคิดเลข สัญญาณจราจร ไฟท้ายรถยนต์ ป้ายสัญญาณต่างๆ ไฟฉาย ไฟให้สัญญาณของประภาคาร จอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ ยิ่งไปกว่านั้นหน้าจอ LCD ของโทรศัพท์มือถือที่ใช้กันทั่วไป เกือบทั้งหมดจะให้แสงสว่างด้วย LED นับเป็นอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์แบบหนึ่งที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านและจะปล่อยแสงสว่างออกมา ความจริงแล้ว LED ไม่ใช่เรื่องใหม่แต่อย่างใด โดยนักวิทยาศาสตร์ได้สังเกตมาตั้งแต่ปี 2450 ว่าเซมิคอนดักเตอร์จะเปล่งแสงออกมาเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อย่างไรก็ตามแสงที่เปล่งออกมามีปริมาณน้อยมาก จึงทำให้เทคโนโลยีนี้ไม่ได้รับความสนใจ

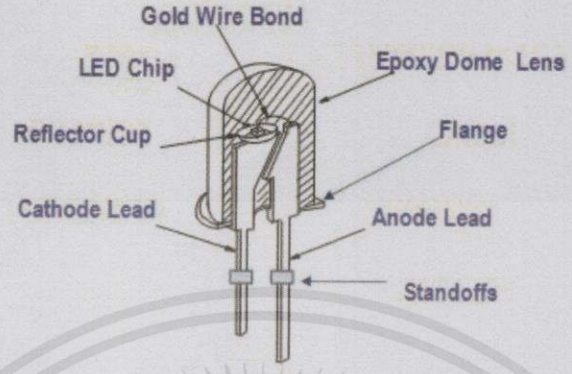
การนำเทคโนโลยี LED มาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้เริ่มต้นขึ้นเมื่อนาย Nick Holonyak นักวิจัยแห่งบริษัท GE ประสบผลสำเร็จเมื่อปี 2505 ในการประดิษฐ์ LED ที่สามารถเปล่งแสงสีแดงที่มีความสว่างออกมามากเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทำให้ทั่วโลกเริ่มมีการวิจัยและพัฒนาในด้านนี้อย่างจริงจัง อย่างไรก็ตาม LED ที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาในช่วงนั้นยังเปล่งแสงสว่างน้อยมาก จึงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปให้แสงสว่างแต่อย่างใด ส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นปุ่มสัญญาณแสงสีต่างๆ ในอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้นว่า หลอด LED ขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุด ได้ติดตั้งในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้สัญญาณว่าเครื่องกำลังเปิดหรือปิด

เดิมแสงจาก LED จะเป็นสีต่างๆ ไม่ได้เป็นสีขาว จึงมีข้อจำกัดในการนำมาให้แสงสว่าง แทนหลอดไฟ สำหรับบุคคลสำคัญที่สามารถแก้ไขปัญหานี้คือ นาย Shuji Nakamura แห่งบริษัท Nichia Chemical ของญี่ปุ่น ได้ประสบผลสำเร็จในการประดิษฐ์ LED สีน้ำเงินที่มีความสว่างจ้า จากนั้นได้นำ LED สีน้ำเงินไปเคลือบด้วยสารเคลือบเรืองแสงสีเหลือง จะทำให้แสงจาก LED ที่ออกมากลายเป็นสีขาว สามารถนำไปใช้ในรูปให้แสงสว่าง โดยได้เริ่มวางตลาด LED สีขาวนับตั้งแต่ปี 2536 เป็นต้นมา

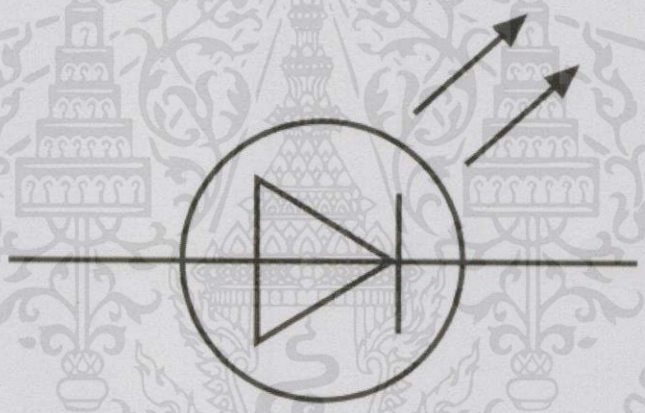
ปัจจุบันจากความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีเซมิคอนดักเตอร์ ทำให้เทคโนโลยีของ LED ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วตามไปด้วย ได้มีการนำ LED มาใช้ประโยชน์แพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ เช่น ในเครื่องคิดเลข สัญญาณจราจร ไฟท้ายรถยนต์ ป้ายสัญญาณต่างๆ ไฟฉาย ไฟให้สัญญาณของประภาคาร จอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ ยิ่งไปกว่านั้น หน้าจอ LCD ของโทรศัพท์มือถือที่ใช้กันทั่วไป เกือบทั้งหมดจะให้แสงสว่างด้วย LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 โครงสร้างของหลอดไฟ LED (Light Emitting Diode)



รูปที่ 2.20 โครงสร้างของหลอดไฟ LED



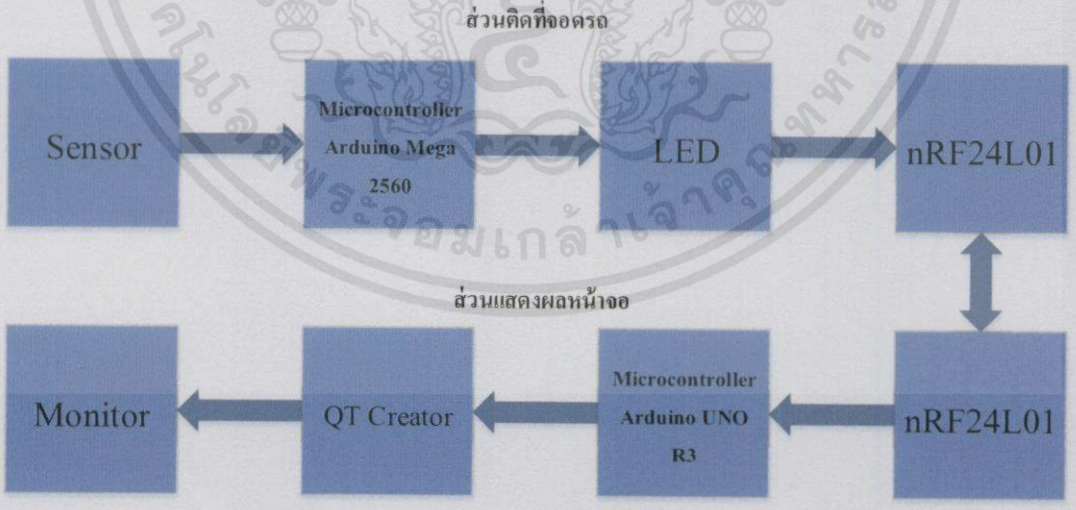
รูปที่ 2.21 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของหลอดไฟ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 หลักการทำงานของระบบโดยรวม

ในการออกแบบและสร้างที่จอดรถอัจฉริยะเพื่ออำนวยความสะดวกในการจอดรถ สามารถอธิบายการทำงานของระบบ โดยเมื่อรถเข้ามาถึงบริเวณด้านหน้าลานจอดรถ จะมีหน้าจอในการแสดงผลแสดงตำแหน่งช่องจอดที่ว่างและไม่ว่างเพื่อให้รู้ว่าช่องจอดที่ว่างคือช่องอะไร และอยู่ตำแหน่งใดในบริเวณลานจอดรถ โดยจะแสดงผลเป็นแบบจำลองที่เข้าใจได้ง่ายคือ ช่องจอดที่ว่างจะแสดงผลที่ช่องจอดบนหน้าจอเป็นสีเขียวพร้อมกับไฟ LED สีเขียวติดสว่างบริเวณหน้าช่องจอด และช่องจอดที่ไม่ว่างจะแสดงผลที่ช่องจอบนหน้าจอเป็นสีแดงพร้อมกับไฟ LED สีแดงติดสว่าง โดยเมื่อมีรถเข้ามาจอดในช่องจอดเซนเซอร์จะตรวจจับและส่งสัญญาณไปสั่งไฟ LED สีเขียวให้ดับ และสั่งให้ไฟ LED สีแดงติดรวมทั้งส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งหน้าจอแสดงผลให้แสดงสถานะของช่องจอดนั้นๆ เป็นสีแดง หมายถึงช่องจอดนั้นไม่ว่าง ในทางกลับกันเมื่อรถที่จอดอยู่ได้ออกจากช่องจอดไปเซนเซอร์ตรวจจับและส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้ไฟ LED สีเขียวติดและไฟ LED สีแดงให้ดับลง รวมทั้งส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้หน้าจอแสดงผลแสดงสถานะของช่องจอดนั้นๆ เป็นสีเขียวหมายถึงช่องจอดนั้นว่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 หลักการทำงานของระบบโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของระบบที่จอดรถ

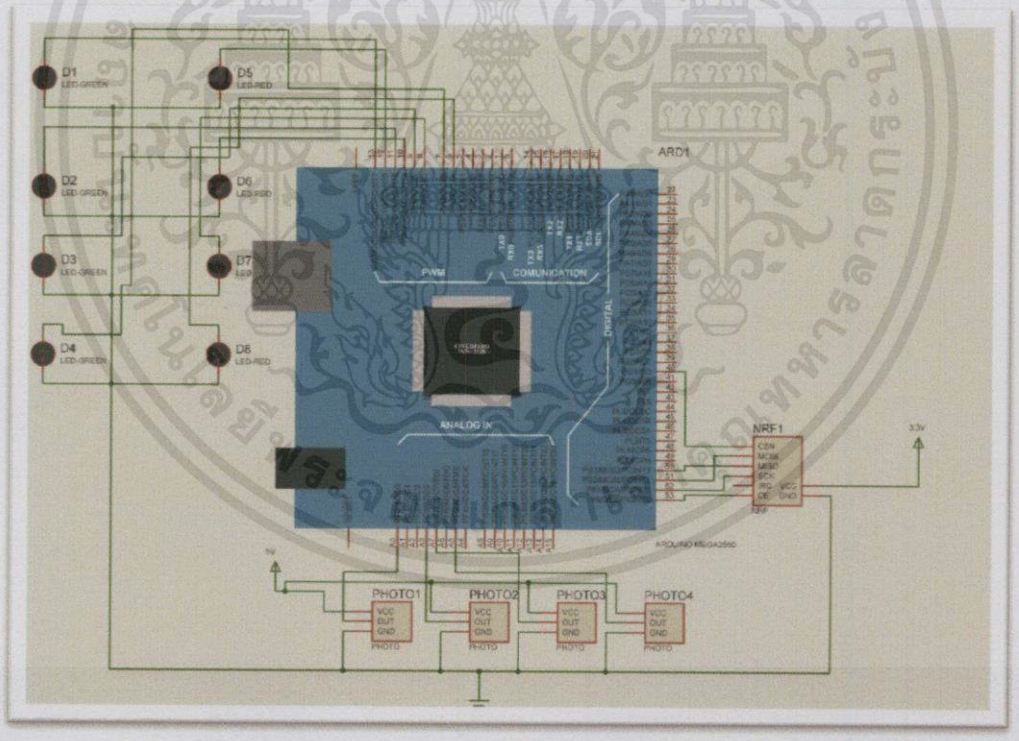
การทำงานของระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

3.2.1 ส่วนติดที่จอดรถ

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบช่องจอดรถ แสดงผลที่หลอดไฟ LED โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR รุ่น Arduino Mega 2560 เป็นตัวควบคุมและส่วนนี้ยังทำหน้าที่ส่งสัญญาณแบบไร้สาย โดยใช้ชุดโมดูล nRF24L01 ที่สามารถเขียนโปรแกรมให้เป็นได้ ทั้งตัวรับและตัวส่งสามารถใช้กับ Arduino ได้หลายๆ ตัวพร้อมกัน มีความเร็ว 2.4G จึงสื่อสารได้รวดเร็วและไม่ต้องการเสาอากาศที่ยาว โดยในส่วนติดที่จอดรถจะทำหน้าที่เป็นภาคส่งสัญญาณ

3.2.2 วงจรภายในส่วนติดที่จอดรถ

วงจรของส่วนติดที่จอดรถจะประกอบด้วย วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 กับโมดูล nRF24L01 และต่อเพิ่มอุปกรณ์ด้วยหลอดไฟ LED 2 ดวงและเซนเซอร์ 1 อัน ต่อ 1 ช่องจอด โดยหลอดไฟ LED 2 ดวง จะมี 2 สี คือ สีแดงกับสีเขียวเพื่อใช้แสดงสถานะของช่องจอดรถและแหล่งจ่ายไฟ 5 V จะได้รูปวงจรของส่วนติดที่จอดรถ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรภายในส่วนติดที่จอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

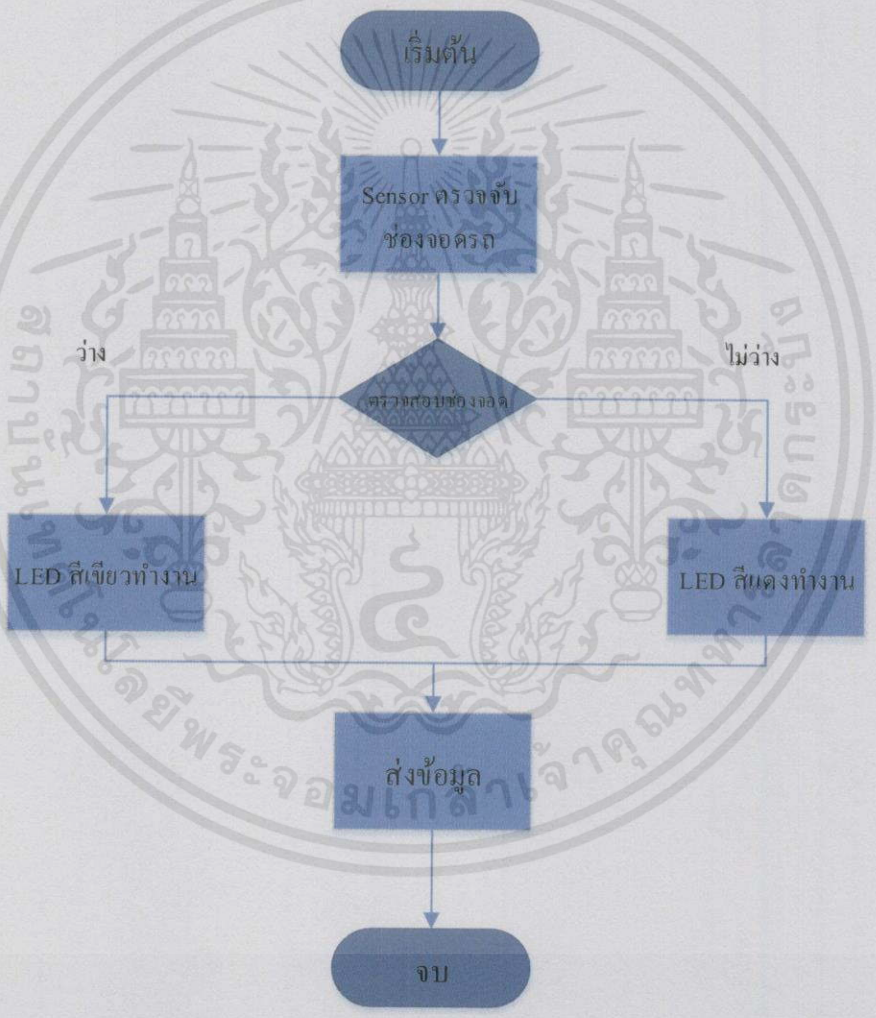
หลักการทำงานของส่วนติดที่จอดรถ

1. เมื่อเริ่มการทำงานเซนเซอร์จะทำการตรวจจับช่องจอดรถว่าว่างหรือไม่ และส่งข้อมูลที่ได้เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการสั่งให้หลอดไฟ LED แสดงผลออกมาตามข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์คือ ถ้าช่องจอดรถว่าง LED สีเขียวจะทำงาน และถ้าช่องจอดรถไม่ว่าง LED สีแดงจะทำงาน

3. ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมการทำงานของโมดูล nRF24L01 สั่งเปิดการทำงาน จ่ายพลังงานให้ และกำหนดให้เป็นโหมดส่งสัญญาณ

4. ส่งข้อมูลออกจากโมดูล nRF24L01 ในรูปแบบการสื่อสารไร้สาย ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลำดับการทำงานของส่วนติดที่จอดรถ

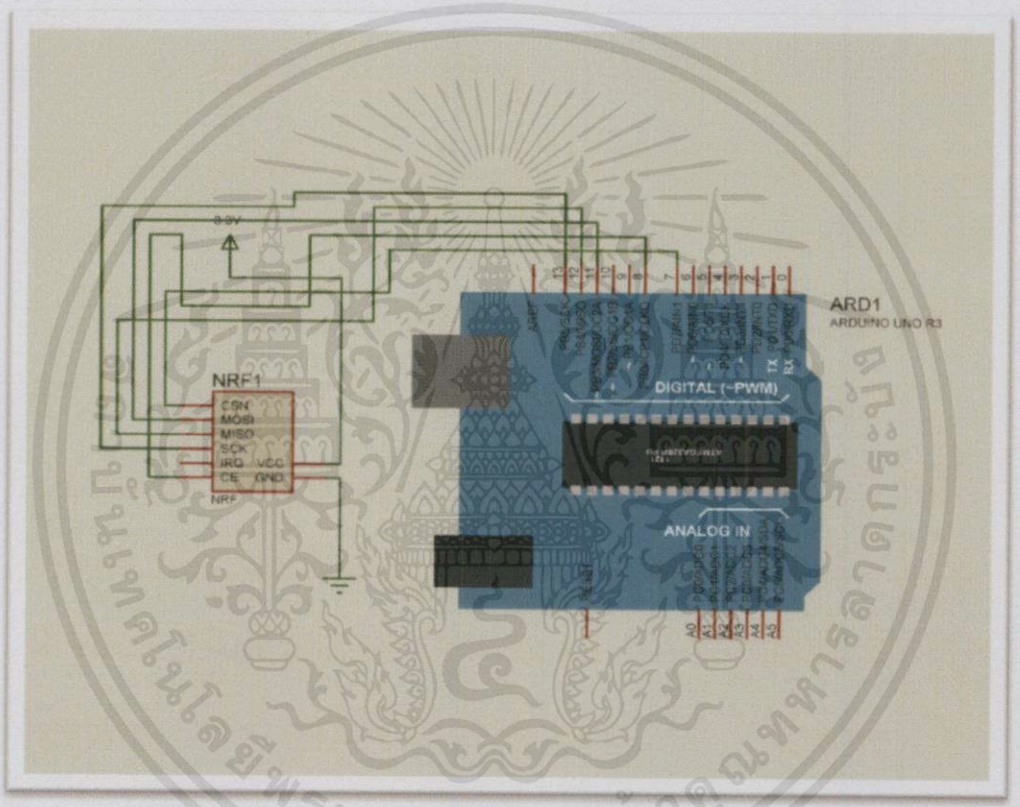
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ส่วนแสดงผลหน้าจอ

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นภาครับสัญญาณแบบไร้สาย โดยใช้โมดูล nRF24L01 และนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลที่หน้าจอแสดงผล

3.2.4 วงจรภายในส่วนแสดงผลหน้าจอ

วงจรของส่วนแสดงผลหน้าจอจะประกอบไปด้วย วงจรเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 กับโมดูล nRF24L01 โดยโมดูล nRF24L01 จะทำหน้าที่เป็นภาครับสัญญาณไร้สาย และโมโครคอนโทรลเลอร์จะเชื่อมต่ออยู่กับหน้าจอมอนิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรภายในส่วนแสดงผลหน้าจอ

หลักการทำงานของส่วนแสดงผลหน้าจอ

1. เมื่อเริ่มการทำงานโมดูล nRF24L01 จะทำหน้าที่รับข้อมูลไร้สายจากส่วนติดที่จอดรถ
2. โมดูล nRF24L01 จะนำข้อมูลที่ได้ส่งเข้าไปที่ Arduino UNO R3
3. Arduino UNO R3 จะนำข้อมูลที่ได้ส่งเข้าโปรแกรม QT Creator เพื่อนำค่าที่ได้ไป

ประมวลการแสดงผลที่หน้าจอ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

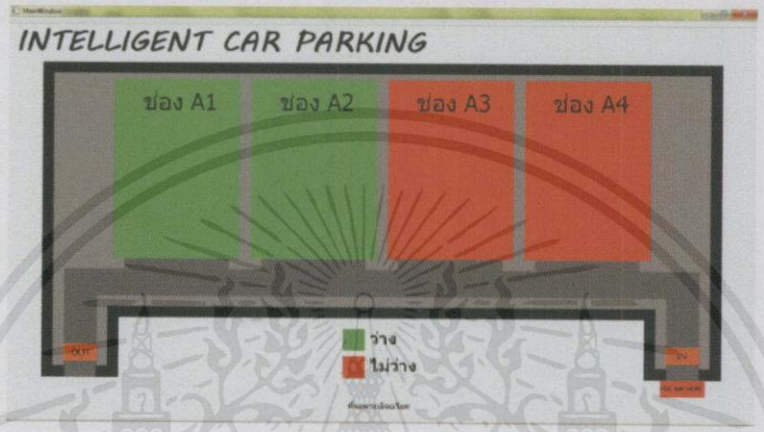
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 ลำดับการทำงานของส่วนแสดงผลหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผล

การออกแบบหน้าจอแสดงผลจะแสดงตำแหน่งของช่องจอดรถ และเส้นทางในบริเวณพื้นที่ลานจอดรถ โดยแบ่งช่องจอดออกเป็น 4 ช่อง มีสีเขียวและสีแดงแสดงสถานะโดยหมายถึงช่องจอดว่างและไม่ว่างตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 หน้าจอแสดงผลที่มีสีเขียวและสีแดงแสดงสถานะ

3.4 การออกแบบโมเดลลานจอดรถ

ในการออกแบบโมเดลลานจอดรถจะแบ่งโมเดลออกเป็น 4 ช่องจอดความกว้างช่องละ 15 ซม. ความยาว 30 ซม. และความสูงของหลังคา 22 ซม. โดยมีอัตราส่วนเมื่อเทียบกับที่จอดรถจริงเท่ากับ 1 : 13 โดยประมาณ ในการติดตั้งระบบจะมีเซนเซอร์ตรวจจับติดตั้งอยู่บริเวณเพดานของทุกช่องจอด และมีหลอดไฟ LED แสดงสถานะอยู่บริเวณด้านหน้าของช่องจอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 โมเดลจำลองลานจอดรถ

บทที่ 4
การทดลอง

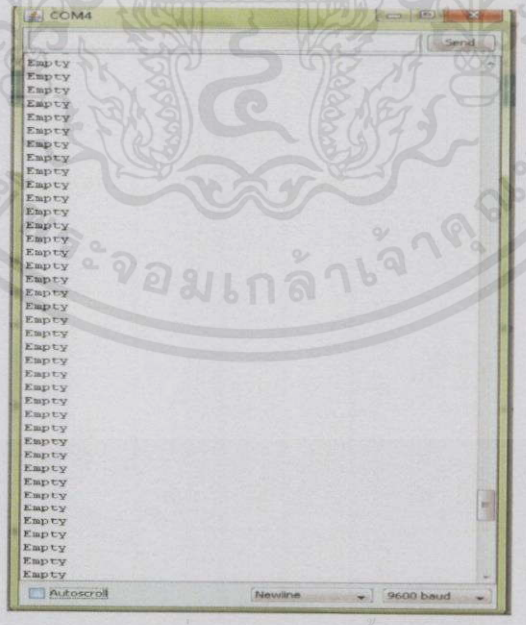
ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. การทำงานของเซนเซอร์
2. การทำงานของอุปกรณ์ภาครับและภาคส่งข้อมูลแบบไร้สาย
3. การรับข้อมูลไร้สายโดยการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภาครับผ่านทางสายพอร์ตอนุกรม
4. การทำงานของระบบรวม

4.1 ผลการทดลองการทำงานของเซนเซอร์

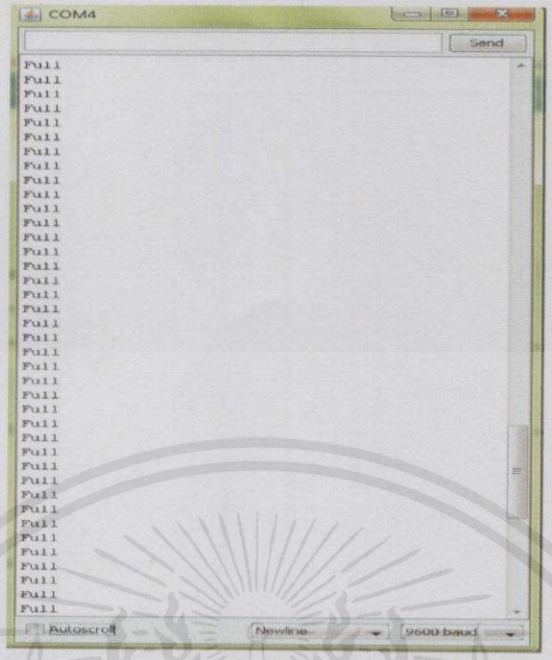
เมื่อเปิดใช้งานอุปกรณ์การตรวจจับที่ได้ตั้งค่าไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์และหลอดไฟ LED เรียบร้อยแล้ว จะสามารถตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์ได้จากการเชื่อมต่อผ่านสายพอร์ตอนุกรมมายังจอแสดงผล โดยเมื่อมีรถเข้ามาในช่องจอดเซนเซอร์จะตรวจจับโดยแสดงข้อความที่ตั้งค่าไว้ ดังนี้

- Empty หมายถึง ช่องจอดว่าง
- Full หมายถึง ช่องจอดไม่ว่าง

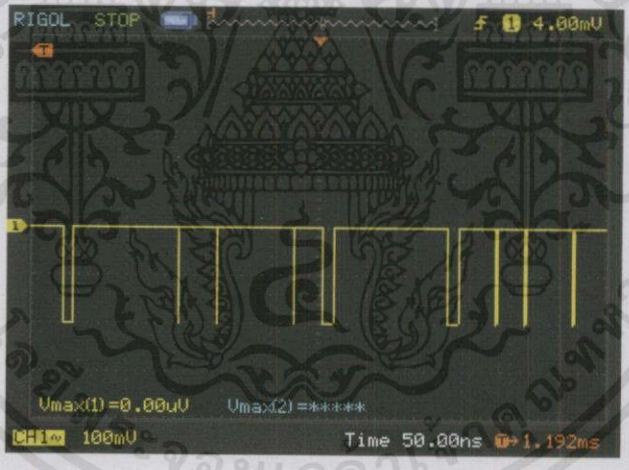


รูปที่ 4.1 การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อช่องจอดว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การตรวจจับของเซนเซอร์เมื่อช่องจอดไม่ว่าง



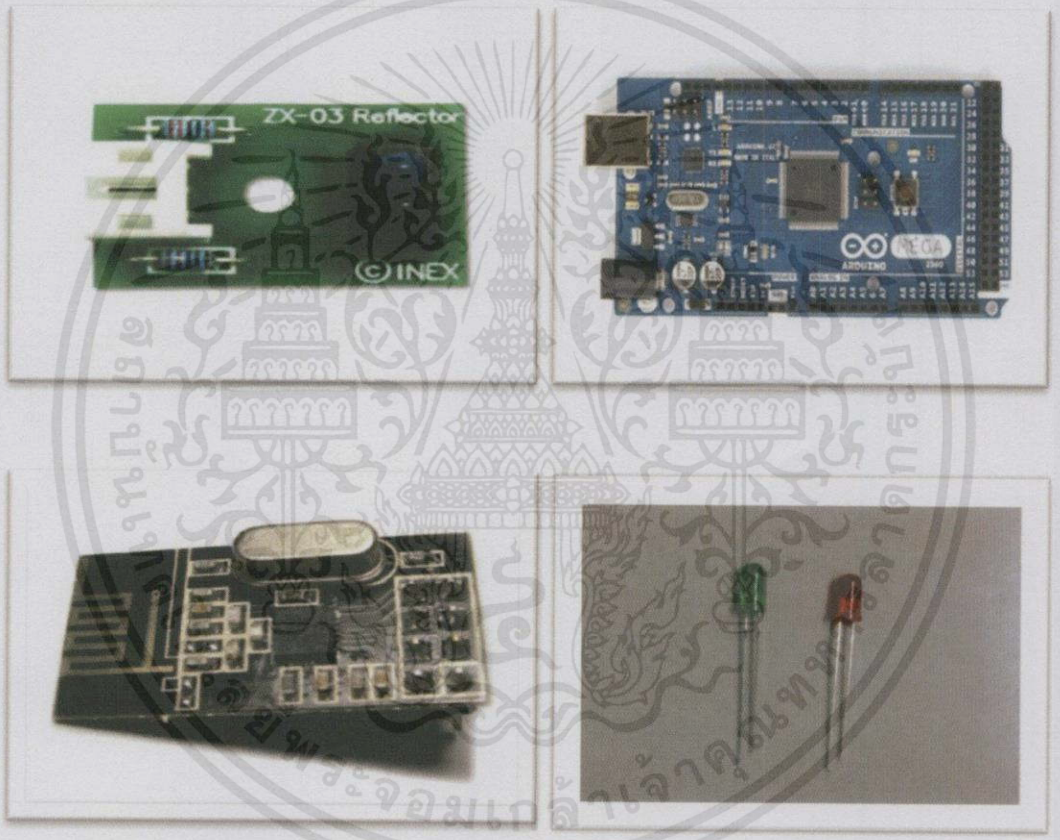
รูปที่ 4.3 สัญญาณที่วัดได้จากเซนเซอร์

4.2 ผลการทดลองการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์ภาครับและภาคส่งสัญญาณแบบไร้สาย

เมื่อเปิดใช้งานอุปกรณ์ภาครับและภาคส่งข้อมูลแบบไร้สายที่ได้ตั้งค่าการส่งเรียบร้อยแล้ว โดยการตั้งค่าจะเป็นตัวเลขจำนวนแปดตัวตามสถานะของช่องจอดจำนวนสี่ช่องจอด โดยตัวเลขที่ส่งจะมีความสัมพันธ์กับสถานะของช่องจอด โดยการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายนั้นจะแบ่งออกเป็นภาคส่งข้อมูลและภาครับข้อมูลโดยที่ภาคส่งข้อมูลจะประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์

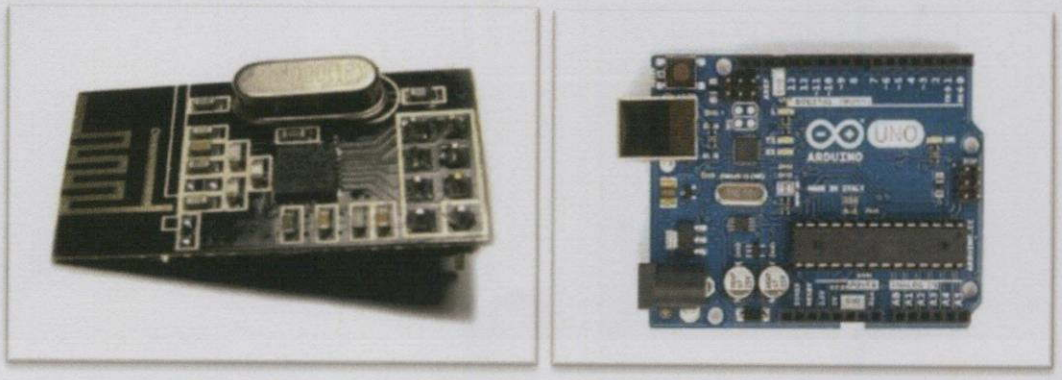
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไวเลสโมดูลตัวส่ง หลอดไฟ LED สีเขียวและแดง ส่วนภาครับข้อมูลจะประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไวเลสโมดูลตัวรับ และหน้าจอแสดงผล โดยเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับรถที่เข้ามายังช่องจอดไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของหลอดไฟ LED เพื่อแสดงสถานะตามช่องจอด และควบคุมการทำงานของไวเลสโมดูลเพื่อให้ส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังภาครับข้อมูล โดยจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของไวเลสโมดูลเพื่อรับข้อมูล แล้วเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรมไปยังหน้าจอแสดงผลเพื่อแสดงสถานะตามช่องจอดต่างๆ และเมื่อรถออกจากช่องจอด ภาคส่งข้อมูลก็จะส่งข้อมูลเป็นอีกรูปแบบ เพื่อให้ภาครับข้อมูลแสดงสถานะบนหน้าจอแสดงผลตามสถานะของช่องจอดนั้นๆ



รูปที่ 4.4 ชุดอุปกรณ์ภาคส่งข้อมูลไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ชุดอุปกรณ์ภาครับข้อมูลไร้สาย

รูปที่ 4.6 สัญญาณที่วัดได้จากตัวรับข้อมูลไร้สาย

รูปที่ 4.7 สัญญาณที่วัดได้จากตัวส่งข้อมูลไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองระยะทางในการรับ-ส่งข้อมูลไร้สายที่ใช้ได้

ครั้งที่	ภายในอาคาร (เมตร)	พื้นที่โล่งแจ้ง (เมตร)
1	36	40
2	38	43

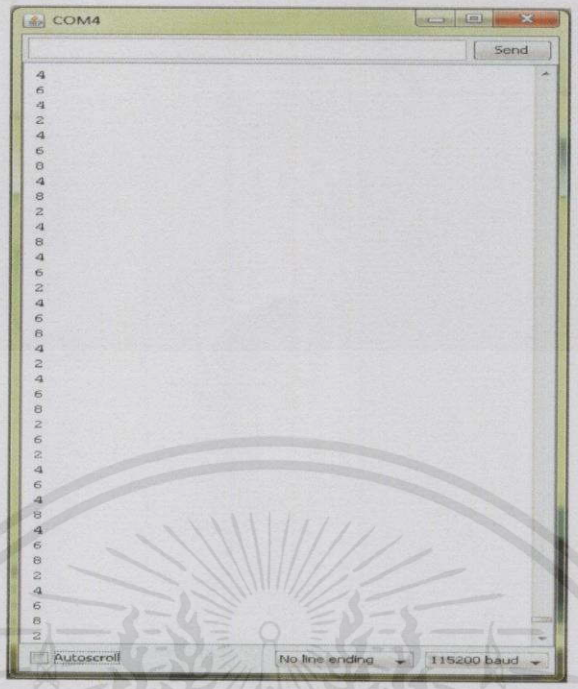
จากการทดลองในการวัดระยะทางในการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย โดยทำการทดลองจำนวน 2 รอบ ทำให้ทราบว่าการรับ-ส่งข้อมูลบริเวณพื้นที่โล่งแจ้งจะสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ระยะทางที่มากกว่าการรับ-ส่งข้อมูลภายในตัวอาคาร แสดงให้เห็นถึงสิ่งกีดขวางในพื้นที่ที่มีผลต่อระยะทางการรับ-ส่งข้อมูล

4.3 ผลการทดลองการรับข้อมูลไร้สายโดยการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภาครับผ่านทางสายพอร์ตอนุกรม

เมื่ออุปกรณ์ภาครับข้อมูลได้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภาคส่งข้อมูลแล้วนั้น อุปกรณ์ภาครับข้อมูลจะทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับว่าเป็นเงื่อนไขกรณีใด เพื่อการแสดงผลโดยการส่งข้อมูลผ่านทางสายพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ภาครับข้อมูลกับหน้าจอแสดงผล โดยจะแสดงผลตามข้อมูลที่ได้รับ การตั้งค่าข้อมูลจะเป็นตัวเลขจำนวนแปดตัวตามสถานะของช่องจอดจำนวนสี่ช่องจอดโดยตัวเลขที่ส่งจะมีความสัมพันธ์กับสถานะของช่องจอดดังนี้

- ส่งข้อมูลเป็นเลข 1 หมายถึงช่องจอดที่ 1 ไม่ว่าง
- ส่งข้อมูลเป็นเลข 2 หมายถึงช่องจอดที่ 1 ว่าง
- ส่งข้อมูลเป็นเลข 3 หมายถึงช่องจอดที่ 2 ไม่ว่าง
- ส่งข้อมูลเป็นเลข 4 หมายถึงช่องจอดที่ 2 ว่าง
- ส่งข้อมูลเป็นเลข 5 หมายถึงช่องจอดที่ 3 ไม่ว่าง
- ส่งข้อมูลเป็นเลข 6 หมายถึงช่องจอดที่ 3 ว่าง
- ส่งข้อมูลเป็นเลข 7 หมายถึงช่องจอดที่ 4 ไม่ว่าง
- ส่งข้อมูลเป็นเลข 8 หมายถึงช่องจอดที่ 4 ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



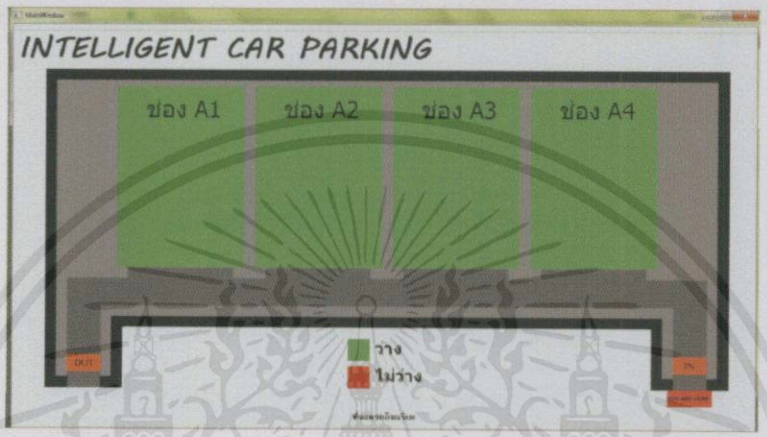
รูปที่ 4.8 การส่งข้อมูลเมื่อช่องจอดรถว่าง

รูปที่ 4.9 การส่งข้อมูลเมื่อช่องจอดรถไม่ว่าง

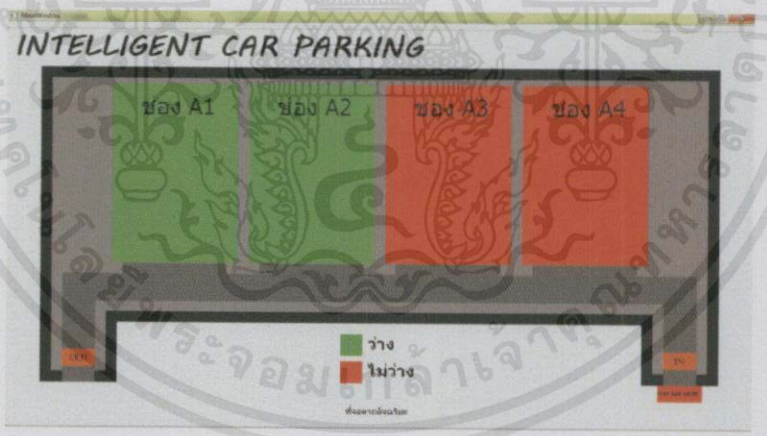
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองการทำงานของระบบรวม

จากการทดลองที่ 4.1 และการทดลองที่ 4.2 เมื่อเมื่อภาครับข้อมูลได้รับข้อมูลจากภาคส่งเรียบร้อยแล้ว จะส่งข้อมูลผ่านทางสายพอร์ตอนุกรมเพื่อแสดงสถานะของช่องจอดแต่ละช่องขึ้นบนหน้าจอแสดงผลที่ทำงานในรูปแบบเวลาจริง โดยช่องจอดที่ว่างจะแสดงสถานะเป็นสีเขียวและช่องจอดที่ไม่ว่างจะแสดงสถานะเป็นสีแดง

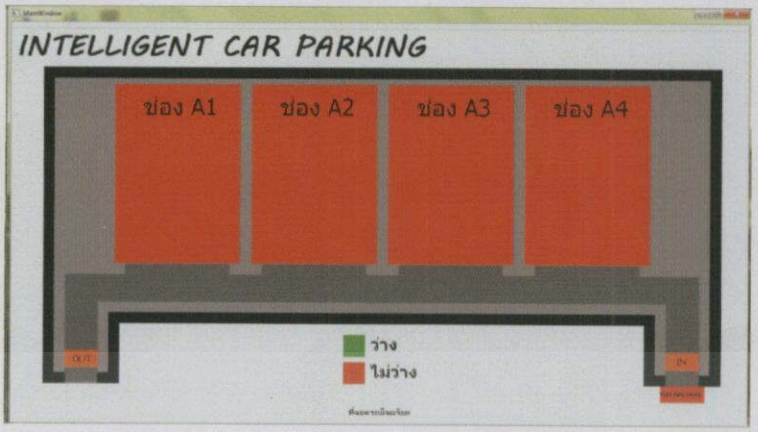


รูปที่ 4.10 หน้าจอผลแสดงผลแสดงช่องจอดที่ว่าง 4 ช่อง



รูปที่ 4.11 หน้าจอผลแสดงผลแสดงช่องจอดที่ว่าง 2 ช่องและไม่ว่าง 2 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 หน้าจอผลแสดงผลแสดงช่องจอดที่ไม่ว่าง 4 ช่อง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการออกแบบและสร้างโมเดลจำลองที่จอดรถอัจฉริยะเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้บริการลานจอดรถ โดยการดำเนินงานของระบบได้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนการทำงานในการตรวจจับจะใช้เซนเซอร์แบบใช้แสงในการตรวจจับรถเข้าและออกจากช่องจอด จะแสดงสถานะที่ช่องจอดโดยใช้หลอดไฟ LED สีเขียวและสีแดง ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งสองโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ส่วนการทำงานของอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลไร้สาย โดยอุปกรณ์ภาครับจะเป็นส่วนที่ใช้แสดงสถานะช่องจอดบนหน้าแสดงผล และภาคส่งจะเป็นส่วนที่ตรวจจับรถเข้า-ออกจากช่องจอดรวมถึงการแสดงสถานะที่ช่องจอดของหลอดไฟ LED

3. ส่วนการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภาครับข้อมูลผ่านทางสายพอร์ตอนุกรม เพื่อแสดงสถานะของช่องจอดบนหน้าจอแสดงผล ผู้ใช้งานจะสามารถทราบสถานะของช่องจอดที่ว่างและไม่ว่างรวมถึงตำแหน่งของช่องจอดบนลานจอดรถผ่านหน้าจอแสดงผลที่ติดตั้งไว้บริเวณทางเข้าลานจอดรถ

5.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการดำเนินงาน

1. การรับ-ส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอแสดงผลกับอุปกรณ์ภาครับข้อมูลใช้เวลานานในการทำเนื่องจากการใช้งานโปรแกรมออกแบบที่ยังไม่เคยงานมาก่อน

2. อุปกรณ์บางอย่างมีราคาแพง และต้องปรับเปลี่ยนทำให้ระบบมีอุปกรณ์ต่างจากที่ออกแบบไว้ตั้งแต่แรก

3. จากการส่งข้อมูลไร้สายของอุปกรณ์ภาคส่งข้อมูล ในบางครั้งเกิดการรบกวนจากสัญญาณภายนอก ทำให้ระยะทางการส่งข้อมูลในบางครั้งที่ไกล้กว่าที่ทดลองไว้

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในการใช้งานในสถานที่จริงได้ โดยจะต้องมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์บางอย่าง เช่น การใช้เซนเซอร์ที่มีระยะตรวจจับที่ยาวขึ้น การเพิ่มพอร์ตเชื่อมต่อบนไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรองรับจำนวนช่องจอดที่มากขึ้น การใส่เสาสัญญาณบนตัวไวเลสโมดูลเพื่อให้มีระยะการรับ-ส่งข้อมูลไกลขึ้น และการเพิ่มขนาดจอแสดงผลเพื่อรองรับช่องจอดที่มากขึ้น นอกจากนี้อาจจะเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานในส่วนของระบบเพื่อนับจำนวนรถที่เข้ามาใช้บริการ การขยายพื้นที่ลานจอดรถออกเป็นหลายๆ ชั้น และการแสดงสถานะของช่องจอดที่ว่างเป็นตัวอักษรโดยอัตโนมัติ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ร.ศ. ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์.(2548). **เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและควบคุมสำนักพิมพ์**. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[2] สุวัฒน์ กุลธนปรีดา. (2552). **วิศวกรรมควบคุมอัตโนมัติ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
วาที ปรียพงษ์. (2547). เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
ประจิน พลังสันติกุล (2549). C Programming for AVR Microcontroller and WinAVR (C complier) เล่ม 1 และเล่ม 2 กรุงเทพมหานคร: APPROFTTECH.

[3] รณชัย ธีระวัจณเดช, วิทูรย์พูลขาว, ธันวา หอมพิกุล. **"ที่จอดรถอัตโนมัติ"**. ปริญญานิพนธ์. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553

[4] ณัฐพงศ์ มั่นเขตวิทย์. **"ระบบป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ด้วยการใช้อาร์เอฟไอดี"**. ปริญญานิพนธ์. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553

[5] วุฒิ วรรณทรัพย์. **"ระบบที่จอดรถภายในอาคาร"**. ปริญญานิพนธ์. ปทุมธานี: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2540

[6] ปรีดา อนุสรณ์ธีรกุล, พจน์ สัจจิพานนท์. **"ระบบการจัดการคลังสินค้าโดยใช้เทคโนโลยี RFID"**. ปริญญานิพนธ์. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548

[7] พลวัฒน์ ชูหอยทอง, ขวัญจิตร งามบ้านผือ, อมรา กล่อมจาต, สุราวรรณ คำสุทธิ. **"ลานจอดรถอัจฉริยะ"**. ปริญญานิพนธ์. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้