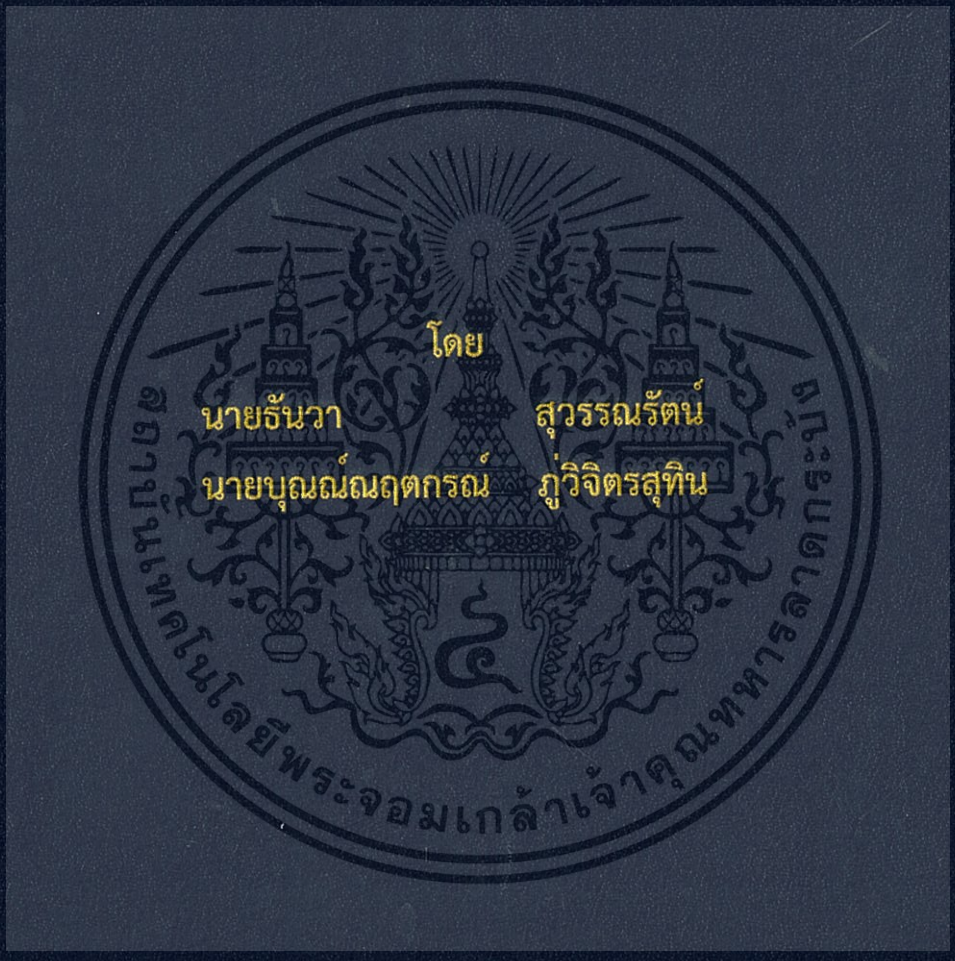
ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ
PARKING SPACE DETECTION AND MANAGEMENT SYSTEM



โดย

นายธันวา สุวรรณรัตน์

นายบุณณ์ณฤตกรณ์ ภู่วิจิตรสุทิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ
PARKING SPACE DETECTION AND MANAGEMENT SYSTEM

โดย

นายธันวา สุวรรณรัตน์ 55010563

นายบุณณ์ณฤตกรณ์ ภู่วิจิตรสุทิน 55010685

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์

สขพม.
เลขทะเบียน 144437
วัน เดือน ปี 24 พ.ย. 2559

.b 12818157
.i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

10/5/59

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

14/5/59

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ
PARKING SPACE DETECTION AND MANAGEMENT SYSTEM

ผู้จัดทำ
1. นายธันวา สุวรรณรัตน์ 55010563
2. นายบุณณ์ณฤตกรณ์ ภู่วิจิตรสุทิน 55010685

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์ “ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีได้เลย หากขาดการสนับสนุน และกำลังใจจากหลายๆ ฝ่าย เช่น

ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาของปริญญานิพนธ์เรื่องนี้ และ รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำและแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการจัดทำปริญญานิพนธ์

คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่คอยห่วงใย และมอบกำลังใจให้ในยามที่เกิดปัญหา รวมทั้งคอยสนับสนุนการทำงานจนเสร็จสมบูรณ์

พี่ๆ และ เพื่อนๆ ทุกคนในห้อง T219 และ T101 ที่ได้คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดทำปริญญานิพนธ์

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ ที่ได้ช่วยให้การจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายธันวา สุวรรณรัตน์
นายบุณณ์ณฤตกรณ์ ภู่วิจิตรสุทิน
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ
PARKING SPACE DETECTION AND MANAGEMENT SYSTEM

โดย นายธันวา สุวรรณรัตน์ 55010563
นายบุณณ์ณฤตกรณ์ ภู่วิจิตรสุทิน 55010685

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ เพื่อหวังว่าจะสามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้รถยนต์ที่ต้องการบริหารเวลาในการหาที่จอดรถล่วงหน้า ระบบจะสามารถตรวจจับสถานะของช่องจอดรถที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ไว้ผ่านการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งข้อมูลไปจัดเก็บบนฐานข้อมูล อุปกรณ์ในระบบต้นแบบจะประกอบด้วยเซนเซอร์ตรวจจับสถานะช่องจอดรถทั้งหมด 4 ตัว ซึ่งสถานะของช่องจอดรถทั้ง 4 ช่องจะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งผ่านโมดูลซิกบีไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้สามารถนำไปวิเคราะห์และแสดงผลบนแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้

ABSTRACT

This project proposes a design and custom-made parking space detection and management system. We hope this system can accommodate user to manage the time for finding parking space beforehand. The system will detect parking space status by using ultrasonic sensors, and then data from sensors will be processed by microcontroller. After that data will be transmitted wirelessly to server. The prototype system consists of four sensors to detect four parking blocks. The parking status from all sensors will be processed by microcontroller and then wirelessly sent to be stored in database via Zigbee module. Finally, all data will be analyzed and then displayed via an application on android phones.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		X
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 ทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO	3
	2.2 ทฤษฎีของโมดูลไร้สายซิกบี	5
	2.3 RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATION (RSSI)	10
	2.4 โมดูลอัลตราโซนิคเซนเซอร์	10
	2.5 มาตรฐานการเชื่อมต่อ RS232	12
	2.6 โปรแกรม APPSERV	15
	2.7 โปรแกรม MICROSOFT VISUAL C#	19
	2.8 ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ค (THE .NET FRAMEWORK)	24
	2.9 ภาษาพีเอชพี (PHP)	27
	2.10 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	30
	2.11 ภาษา JAVA SCRIPT	36
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**38**
	3.1 การออกแบบ	38
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	60
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**62**
	4.1 การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิค	62
	4.2 การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถ	66
	4.3 การทดสอบโมดูลซิกบี	71
	4.4 การทดสอบการส่งข้อมูลมาเก็บบนฐานข้อมูลผ่านโมดูลซิกบี	74
	4.5 การทดสอบแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	80
	4.6 ทดสอบระบบรวม	83
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**88**
	5.1 สรุปผล	88
	5.2 ข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม		**89**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ARDUINO UNO R3	4
2.2	ขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO	4
2.3	การเชื่อมต่อ ZIGBEE แบบระดับเดียว	6
2.4	การเชื่อมต่อ ZIGBEE แบบดาว	7
2.5	การเชื่อมต่อ ZIGBEE แบบตาข่าย	7
2.6	การเชื่อมต่อ ZIGBEE แบบกลุ่มต้นไม้	8
2.7	XBEE PRO SERIES 2	8
2.8	ADDRESS ของ XBEE แต่ละตัว	9
2.9	โปรแกรม XCTU โหมด MODEM CONFIGURATION	9
2.10	โปรแกรม XCTU โหมด TERMINAL	10
2.11	หลักการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิค	11
2.12	โมดูลอัลตราโซนิค JSN-SR04T	11
2.13	ลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์รับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล	12
2.14	ลักษณะคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 และ DB25	13
2.15	สัญญาณพื้นฐานของ RS232 ที่กำหนดให้แต่ละขาคอนเน็คเตอร์แบบ DB9	13
2.16	สัญญาณพื้นฐานของ RS232 ที่กำหนดให้แต่ละขาคอนเน็คเตอร์แบบ DB25	14
2.17	หน้าต่างโปรแกรม PHPMYADMIN	16
2.18	แสดงหน้าจอแรกของโปรแกรม PHPMYADMIN	16
2.19	การสร้างตาราง	17
2.20	การใส่ชื่อฟิลด์และข้อกำหนดในแต่ละฟิลด์	17
2.21	แสดงปุ่มที่ใช้กำหนดความสามารถของแต่ละฟิลด์	18
2.22	หน้าหลักการใช้งานโปรแกรม PHPMYADMIN	18
2.23	แสดงวิวัฒนาการของ VISUAL C#	19
2.24	ไดอะล็อกบ็อกซ์ สำหรับการสร้างโปรเจค	20
2.25	ไดอะล็อกบ็อกซ์ NEW PROJECT	20
2.26	หน้าจอหลักของ VISUAL STUDIO 2010 หรือที่เรียกว่า IDE	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.27	หน้าจอแสดงองค์ประกอบหลักของหน้าจอหลักใน VISUAL STUDIO 2010	21
2.28	หน้าจอหลักใน VISUAL STUDIO 2010	23
2.29	หน้าต่าง PROPERTIES WINDOW	23
2.30	หน้าต่าง CODE EDITOR	24
2.31	องค์ประกอบของดอตเน็ตเฟรมเวิร์คในแต่ละรุ่น	25
2.32	โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยน์	32
2.33	หน้าจอหลักของโปรแกรม ANDROID STUDIO	34
2.34	หน้าต่างหลักของโปรแกรม GENYMOTION	35
3.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ	38
3.2	วงจรการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA168	39
3.3	วงจรปรับระดับสัญญาณแรงดันสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรม	40
3.4	ลักษณะบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATMEGA168 และ บอร์ดวงจรปรับระดับสัญญาณแรงดันสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้งานในระบบ	40
3.5	แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถกับไมโครคอนโทรลเลอร์	41
3.6	ลักษณะของเหล็กที่ใช้ทำแพ็คเกจ	42
3.7	ฐานรองแพ็คเกจ	42
3.8	แพ็คเกจที่ประกอบเข้ากับเซนเซอร์เมื่อมองจากด้านบน	43
3.9	แพ็คเกจที่ประกอบเข้ากับเซนเซอร์เมื่อมองจากด้านข้าง	43
3.10	วงจรแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง	43
3.11	ลักษณะบอร์ดวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจาก 12 โวลต์เป็น 5 โวลต์	44
3.12	หน้าต่างโปรแกรม C# ที่สร้างขึ้น	44
3.13	คำสั่งที่ใช้อ่านค่า SHA1	46
3.14	ชุดรหัส SHA1	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.15	ทำการ CREATE PROJECT	47
3.16	เลือก GOOGLE MAPS ANDROID API	47
3.17	กด ENABLE API เพื่อเปิดใช้งาน GOOGLE MAPS ANDROID API	48
3.18	เปิดใช้งาน GOOGLE MAPS ANDROID API แล้ว	48
3.19	กดปุ่ม CREATE NEW KEY	49
3.20	ใส่ SHA1 กับ PACKAGE NAME	49
3.21	รหัส API KEY	50
3.22	เลือก GOOGLE MAPS ACTIVITY	50
3.23	ใส่ API KEY	50
3.24	GOOGLE MAPS ที่สร้าง	51
3.25	แอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สร้างขึ้น	51
3.26	ออกแบบแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ขั้นต้นในส่วนของ ACTIVITY_MAIN.XML	52
3.27	การโปรแกรมคำสั่งให้แสดงสีของสถานะรถยนต์ในส่วนของ MAINACTIVITY.JAVA	53
3.28	หน้าแรกของแอพพลิเคชั่น	53
3.29	แสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	54
3.30	สถานะช่องจอดรถขณะทุกที่จอดเต็มบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	54
3.31	แผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับอาจารย์และบุคลากร	55
3.32	แอพพลิเคชั่น GOOGLE MAPS แนะนำทางไปยังอาคารเฉลิมพระเกียรติ	55
3.33	แสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถหอประชุมใหญ่สถาบัน	56
3.34	สถานะช่องจอดรถขณะทุกที่จอดเต็มบริเวณที่จอดรถหอประชุมใหญ่สถาบัน	56
3.35	แผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับนักศึกษาและบุคคลภายนอก	57
3.36	แอพพลิเคชั่น GOOGLE MAPS แนะนำทางไปยังลาน CCA	57
3.37	ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ATMEGA168	58
3.38	โมดูลอัลตราโซนิค JSN-SR04T	59
3.39	ลักษณะของโมดูลไร้สาย XBEE PRO SERIES 2	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.40	โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่น ASUS ZENFONE 2	60
3.41	โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่น SAMSUNG GALAXY S4	60
4.1	สัญญาณ TTL ขนาด 1 ms ใช้ในการกระตุ้นการทำงานของเซนเซอร์	62
4.2	แสดงการทดลองการวัดระยะทางที่ 22 cm	62
4.3	สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากพอร์ต ECHO	63
4.4	ระยะของความยาวสายที่ถูกเพิ่มขึ้น	63
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะทางที่วัดได้กับระยะทางจริง	66
4.6	การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 1	67
4.7	หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์	67
4.8	การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 2	68
4.9	หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์	68
4.10	การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 3	69
4.11	หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์	69
4.12	การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 4	70
4.13	หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์	70
4.14	ระดับความแรงสัญญาณเมื่อโมดูล XBEE ตัวส่งห่างจากตัวรับ 0 m	71
4.15	ระดับความแรงสัญญาณเมื่อโมดูล XBEE ตัวส่งห่างจากตัวรับ 40 m	71
4.16	กราฟระหว่างความแรงสัญญาณ RSSI (dB) กับ ระยะทาง (m)	72
4.17	สถานที่ทดสอบการวัดบริเวณถนนด้านหลังอาคารสำนักงานอธิการบดีเป็นระยะ 200 m	73
4.18	กราฟระหว่าง RSSI (dB) กับ ระยะทาง (m)	74
4.19	หน้าต่างแสดงผลก่อนรับข้อมูล	75
4.20	หน้าต่างรับข้อมูลขณะที่มีการรับข้อมูลเข้าทางพอร์ทอนุกรม	75
4.21	ข้อมูลที่จัดเก็บลงไฟล์ .CSV	76
4.22	กดปุ่ม IMPORT และเลือก CHOOSE FILE	76
4.23	เลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บลงฐานข้อมูล	77
4.24	กำหนดค่าใน FORMAT OF IMPORTED FILE	77
4.25	ฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.26	เลือกตำแหน่งที่จะจัดเก็บข้อมูล	78
4.27	หน้าต่าง POP-UP ยืนยันการบันทึกข้อมูลหลังจากทำการบันทึกข้อมูล	79
4.28	ข้อมูลที่เซนเซอร์รับได้แล้วถูกจัดเก็บในไฟล์ CSV	79
4.29	แสดงการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลสำเร็จและแสดงข้อความ IMPORT DONE	79
4.30	แสดงการเปรียบเทียบข้อมมูลที่รับได้กับข้อมูลเมื่อถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูล	80
4.31	เว็บไซต์ที่ใช้แสดงข้อมูลล่าสุด	80
4.32	เว็บไซต์แสดงข้อมูล 0 0 1 1	80
4.33	หน้าแอพพลิเคชั่นเมื่อได้รับข้อมูลเป็น 0 0 1 1	81
4.34	เว็บไซต์แสดงข้อมูล 1 0 1 0	81
4.35	หน้าแอพพลิเคชั่นเมื่อได้รับข้อมูลเป็น 1 0 1 0	81
4.36	สถานะช่องจอดรถขณะทุกที่จอดเต็มบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	82
4.37	แผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับอาจารย์และบุคลากร	82
4.38	แอพพลิเคชั่น GOOGLE MAPS แนะนำทางไปยังอาคารเฉลิมพระเกียรติ	83
4.39	แอพพลิเคชั่นแสดงพื้นที่ว่างบริเวณที่จอดรถตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	84
4.40	ผู้ใช้นำรถยนต์มาจอดบริเวณพื้นที่ว่าง	84
4.41	แอพพลิเคชั่นแสดงพื้นที่ว่างที่ยังสมารถจอดรถได้หลังจากผู้ใช้จอดรถไปแล้ว	85
4.42	แอพพลิเคชั่นแสดงไม่มีพื้นที่ว่างบริเวณที่จอดรถตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	85
4.43	แอพพลิเคชั่นแนะนำที่จอดรถแห่งใหม่	86
4.44	แอพพลิเคชั่นเชื่อมต่อกับ GOOGLE MAPS	86
4.45	แอพพลิเคชั่น GOOGLE MAPS นำทางไปยังที่จอดรถแห่งใหม่	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 โหมดของการเปิดไฟล์ใน MySQL 29

4.1 แสดงความผิดพลาดของระยะทางที่โมดูลอัลตราโซนิควัดได้ 64

4.2 ตารางแสดงผลการทดลองการวัดระยะทางตั้งแต่ 20 ถึง 200 เซนติเมตร เมื่อเพิ่มระยะความยาวสายของโมดูล 65

4.3 แสดงระยะทางที่ทดสอบระหว่างชั้นและความแรงสัญญาณ RSSI 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้คนในประเทศมีการใช้งานรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นจำนวนมากทำให้ความเพียงพอในการใช้งานลานจอดรถลดลง เช่น ลานจอดรถตามห้างสรรพสินค้าหรือสถานศึกษาต่างๆ เป็นต้น เมื่อผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลต้องการที่จะใช้งานลานจอดรถในวันที่มีรถยนต์จอดกันอยู่จำนวนมาก ผู้ใช้จะต้องใช้เวลาในการหาที่จอดรถยนต์ให้ได้ซึ่งในบางครั้งอาจเสียเวลามาก เมื่อผู้อื่นต้องการจอดรถยนต์เหมือนกันก็จะมีการแย่งที่จอดรถกันเกิดขึ้นและเมื่อผู้ใช้ต้องการจอดรถยนต์เข้าไปในลานจอดรถแต่กลับไม่มีที่ว่างเลยทำให้เกิดการสิ้นเปลืองทั้งเวลาและน้ำมันและยังสร้างมลพิษให้เกิดขึ้นอีกด้วย ทำให้คณะผู้จัดทำเล็งเห็นปัญหานี้และได้จัดทำระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถเพื่อพัฒนาให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบพื้นที่ภายในลานจอดรถว่ามีที่ว่างสำหรับตนเองหรือไม่ก่อนล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถประหยัดเวลาในการค้นหาที่จอดรถได้ โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบพื้นที่ว่างภายในลานจอดรถผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้โดยไม่ต้องเข้าไปในลานจอดรถให้เสียเวลา

1.2 วัตถุประสงค์

1) ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจสอบสถานะของช่องจอดรถยนต์ในแต่ละช่อง

2) ศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับแต่ละชิ้นผ่านการเชื่อมต่อไร้สาย

3) ศึกษาและเขียนโปรแกรมคำสั่งการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

4) ศึกษาและแสดงข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์ผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยน์

5) สามารถสร้างและพัฒนาระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถต้นแบบได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างภายในลานจอดรถเมื่อมีรถยนต์หรือไม่มีรถยนต์จอดบริเวณนั้นซึ่งจะมีการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเชื่อมต่อและส่งข้อมูลไร้สายเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูลและนำไปแสดงผลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

โดยระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถนี้ เป็นระบบต้นแบบที่ประกอบไปด้วย

1) เซนเซอร์ตรวจจับสถานะของช่องจอดรถ 4 ตัว ซึ่งจะแสดงสถานะของช่องจอดรถได้ทั้งหมด 4 ช่อง

2) ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการประมวลผลค่าสถานะช่องจอดรถ และ ส่งข้อมูลไร้สายผ่านโมดูลซิกบี

3) ระบบสื่อสารไร้สายด้วยโมดูลซิกบี

4) การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลและแสดงผลผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) สร้างแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สามารถแนะนำที่จอดรถเพิ่มเติมเมื่อที่จอดรถที่ติดตั้งเซนเซอร์ไว้ถูกจอดจนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง“ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ” จะทำการตรวจสอบสถานะของช่องจอดรถยนต์ภายในลาดจอดรถด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์และส่งข้อมูลผ่านโมดูลไร้สาย XBee แล้วทำการจัดเก็บลงเซิร์ฟเวอร์โดยการใช้โปรแกรม Visual C# ในรูปแบบของไฟล์ .csv เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการแสดงผลผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยหลักการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

2.1 ทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งมีความสามารถที่คล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในบอร์ดเดียวกัน
โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียูและเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรมซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงและเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณอาจจะด้วยการกดสวิตช์เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

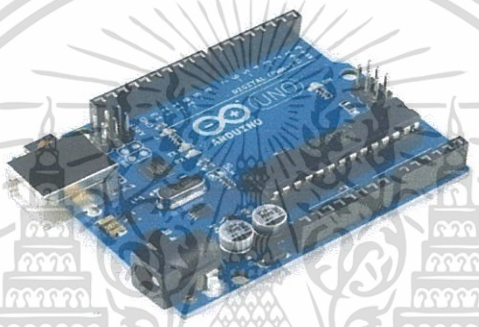
4. ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง

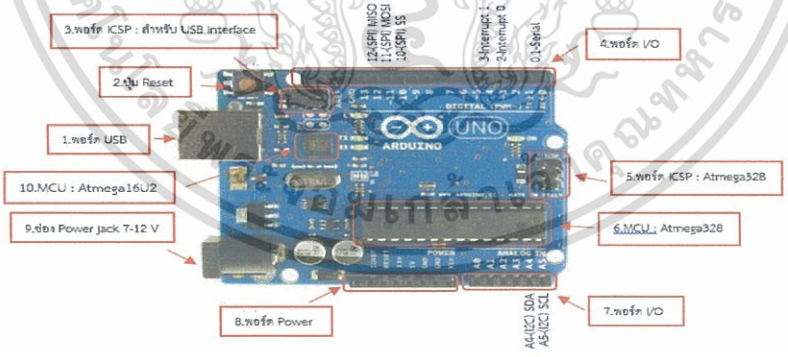
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

คณะผู้จัดทำเลือกที่จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดได้ ตัวบอร์ดและไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino แสดงดังรูปที่ 2.1 และหลักการทำงานของขาต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 Arduino UNO R3



รูปที่ 2.2 ขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

จากรูปที่ 2.2 ขาต่างๆ มีหน้าที่ดังนี้

1. USB Port

ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออัพโหลดโปรแกรมเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. Reset Button

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานใหม่

3. ICSP Port สำหรับ Atmega16U2

เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com Port บน Atmega16U2

4. I/O Port

Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5. ICSP Port ของ Atmega328

เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU Atmega328

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/O Port

นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8. Power Port

ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5 V, GND, V_{in}

9. Power Jack

รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. MCU Atmega16U2

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Atmega16U2

2.2 ทฤษฎีของโมดูลไร้สายซิกบี (Zigbee)

เทคโนโลยี Zigbee หรือ Xbee เป็นการสื่อสารระยะใกล้ ออกแบบขึ้นสำหรับการสื่อสารในเครือข่ายเซนเซอร์แบบไร้สาย (Wireless Sensor Network) มีมาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบ IEEE 802.15.4 เน้นการสื่อสารแบบประหยัดพลังงาน ความเร็วการรับส่งข้อมูลต่ำและมีราคาถูก การสื่อสารลักษณะนี้ได้ถูกนำมาใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างเครื่องตรวจวัดหรือเซนเซอร์ ซึ่งการสื่อสารแบบไร้สายช่วยลดความยุ่งยากซับซ้อนสำหรับการติดตั้งบริเวณที่อาจมีพื้นที่จำกัดหรือเก็บผลการตรวจสอบได้ไม่สะดวก

มาตรฐาน IEEE 802.15.4 กำหนดขึ้นสำหรับการรับส่งข้อมูลเบื้องต้นในวงจรเครื่องรับส่งวิทยุ (Physical Layer) และการควบคุมการรับส่ง (Link Layer) ดังต่อไปนี้ การสื่อสารใช้คลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz แบ่งออกเป็น 16 ช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณละ 5 MHz สำหรับความถี่ 900 MHz แบ่งออกเป็น 10 ช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณละ 2 MHz โดยใช้การผสมสัญญาณ (modulation) มาตรฐาน IEEE ได้กำหนดลักษณะของอุปกรณ์นี้ไว้ 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Full Function Device (FFD) ที่มีความสามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานในแต่ละโทโปโลยีได้ ทำงานร่วมกับเครือข่ายอื่นๆ ได้ และ สามารถติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้

Reduced Function Device (RFD) มีการจำกัดเฉพาะโทโปโลยีแบบสตาร์เท่านั้น ไม่สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายอื่นๆ ได้ ติดต่อได้กับอุปกรณ์เฉพาะในเครือข่ายเดียวกันเท่านั้น และ พัฒนาปรับปรุงได้ง่าย

ZigBee แบ่งได้ตามลักษณะการทำงาน 3 แบบ ดังนี้

1. Coordinator มีหน้าที่สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่าง End Device กับ Router หรือ Coordinator กับ Coordinator ด้วยกันหรือ Coordinator กับ Router กำหนดแอดเดรสให้กับอุปกรณ์ที่อยู่ในวงเครือข่ายไม่ให้ซ้ำกัน ดูแลจัดการเรื่องการค้นหาเส้นทาง ซึ่งเทียบได้กับ FFD

2. End Device เป็นจุดปลายของโครงสร้างเครือข่าย อยู่ในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสามารถเป็นได้ทั้ง แบบ RFD และ FFD

3. Router ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อมูลที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายระหว่างอุปกรณ์

Xbee สามารถเชื่อมต่อได้หลายรูปแบบ ได้แก่ แบบระดับเดียว (Peer-to-Peer/Pair) แบบดาว (Star) แบบตาข่าย (Mesh) และ แบบกลุ่มต้นไม้ (Cluster Tree) โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

- แบบระดับเดียว (Peer-to-Peer/Pair)

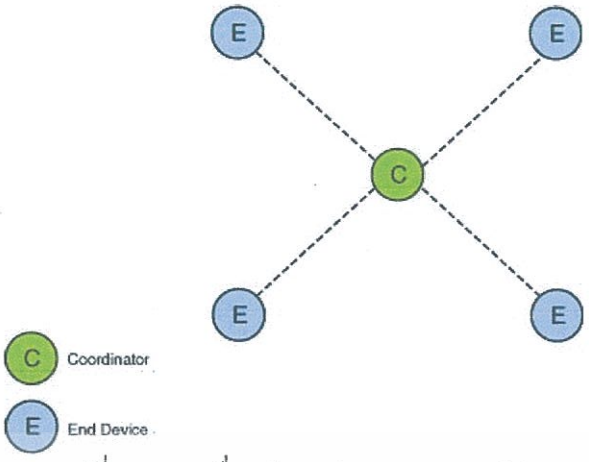
การตั้งค่า Zigbee ให้เป็น End Device หมดทุกตัว ไม่มีการกำหนดตายตัวว่าตัวใดจะเป็น Master ตัวใดจะเป็น Slave แต่จะให้ระบบจัดการกันเอง โดยในเครือข่ายจะต้องกำหนด parameter ID (PAN ID) และ CH (Channel) การเชื่อมต่อแบบ Peer-to-Peer จะแสดงได้ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อ Zigbee แบบระดับเดียว [1]

- แบบดาว (Star)

การเชื่อมต่อแบบดาว ประกอบด้วย Zigbee ที่ถูกตั้งค่าให้เป็น Coordinator และ end device ดังแสดงในรูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อในลักษณะนี้อุปกรณ์ที่เป็น end device จะต้องติดต่อกับอุปกรณ์ที่เป็น Coordinator เท่านั้น ไม่สามารถที่ต่อกันระหว่างอุปกรณ์ที่เป็น end device ด้วยกันเองได้

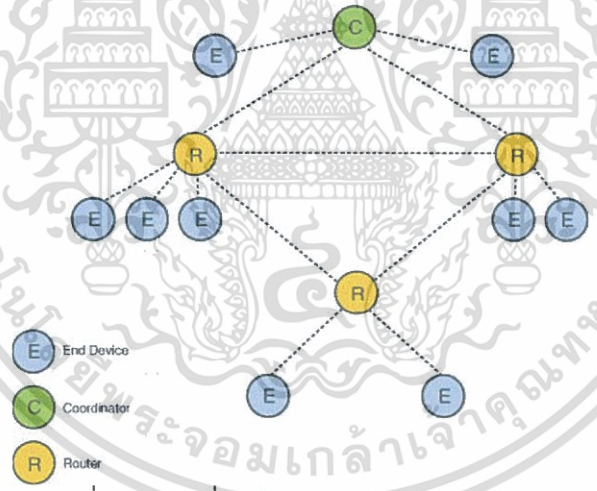
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อ Zigbee แบบดาว [2]

- แบบตาข่าย (Mesh)

การเชื่อมต่อแบบตาข่าย ประกอบด้วย Zigbee ที่ถูกตั้งค่าให้เป็น Coordinator ซึ่งมีหน้าที่เป็นเหมือนกับแกนหลักของ เครือข่าย Router เป็นตัวที่คอยถ่ายโอน ส่งต่อข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ และ End Device เป็นอุปกรณ์สุดท้ายของเครือข่าย สามารเข้าสู่โหมดประหยัดพลังงานได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.5



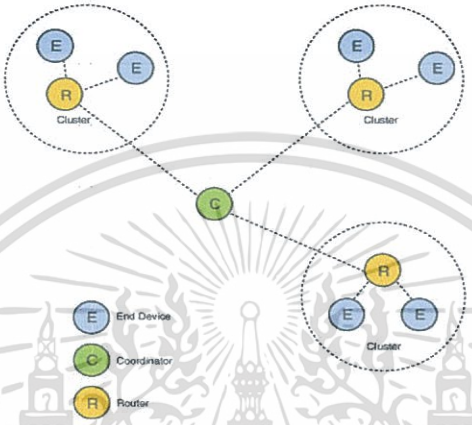
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อ Zigbee แบบตาข่าย [2]

จากรูปที่ 2.5 ในการเชื่อมต่อ Zigbee แบบตาข่ายนั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ เป็น Coordinator และ Router หรือ End Device ซึ่งแกนหลักของเครือข่ายในแบบตาข่าย ก็คือ Coordinator และถือเป็นจุดอ่อนที่สำคัญของระบบตาข่ายแบบนี้ เช่น เมื่อ Coordinator เกิดมีปัญหาไม่สามารถใช้งานได้ นั่นก็หมายถึงเครือข่ายของเราทั้งหมดจะใช้งานไม่ได้ไปด้วยและด้วยข้อกำหนดที่กำหนดว่าอุปกรณ์ที่เป็น Coordinator และ Router จะต้องทำงานอยู่ตลอดเวลาจะมีเพียงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น End Device เท่านั้นที่จะสามารถเข้าสู่โหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)ได้ จึงทำให้ระบบทั้งหมดยังต้องใช้พลังอยู่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

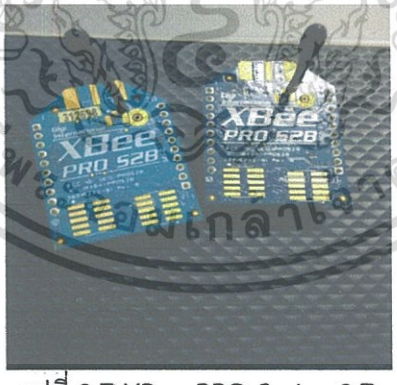
- แบบกลุ่มต้นไม้ (Cluster Tree)

การเชื่อมต่อแบบกลุ่มต้นไม้ ประกอบด้วย Zigbee ที่ถูกตั้งค่าให้เป็น Coordinator ซึ่งมีหน้าที่เป็นเหมือนกับแกนหลักของ เครือข่าย Router เป็นตัวที่คอยถ่ายโอน ส่งต่อข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ และ End Device โดยจะมีการรับส่งข้อมูลแบบส่งผ่านหรือส่งต่อ เช่น เมื่อต้องการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ต้นทางไปยังไปปลายทางที่อยู่ห่างกันจะต้องมีการส่งต่อไปยังอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้กว่าเพื่อให้ส่งต่อไปยังปลายทางได้ ซึ่งข้อเสียก็คือมีเส้นทางการรับส่งข้อมูลที่ค่อนข้างจำกัดกว่าการรับส่งข้อมูลแบบตาข่าย ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อ Zigbee แบบกลุ่มต้นไม้ [2]

ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ XBee PRO Series 2 ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 XBee PRO Series 2.7

คุณสมบัติของ XBee PRO Series 2

1. ความถี่ใช้งาน 2.4 GHz
2. ระยะทางรับส่งข้อมูล 1500 m
3. กำลังส่ง 63 mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้แหล่งจ่ายไฟ 3 VDC

5. กระแสขณะส่งสัญญาณ 205 mA

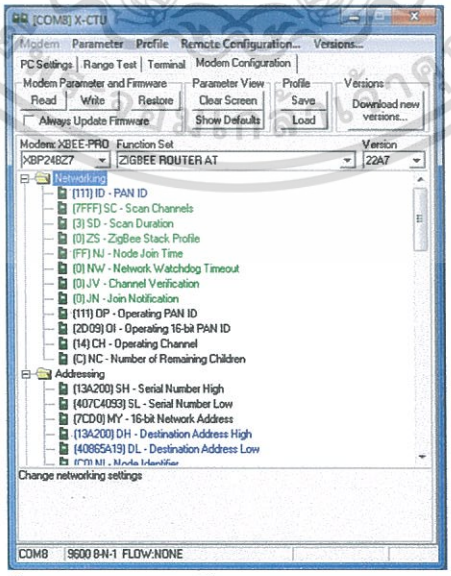
6. กระแสขณะรับสัญญาณ 47 mA

7. สั่งการด้วย AT Command

8. กระแสขณะเข้าสู่สภาวะ Sleep mode 3.5uA ที่ 25° C

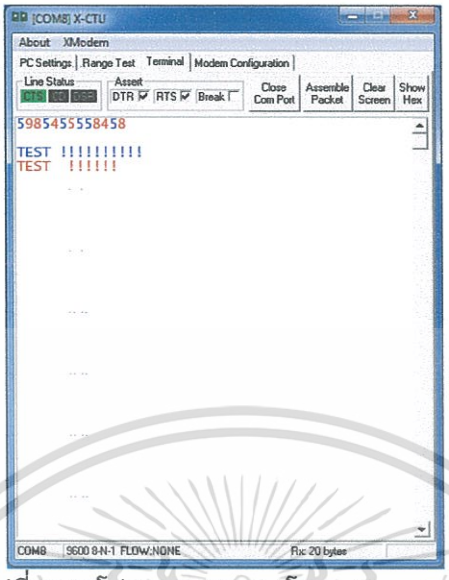
การตั้งค่า XBee หลังจากต่อเข้าคอมพิวเตอร์ต้องใช้โปรแกรม XCTU โหมด Modem Configuration ในการทำให้ XBee สองตัวเชื่อมต่อกันได้จำเป็นต้องรู้ Address ของแต่ละตัวโดยสังเกตที่ใต้ XBee ตัวนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.8 แล้วป้อน Address ของ Xbee ตัวที่จะเชื่อมต่อลงใน Destination Address High และ Destination Address Low จากนั้นกดปุ่ม Write ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ส่วนโหมด Terminal ใช้ทดสอบการส่งข้อมูลระหว่าง XBee สองตัวที่ต่อกันแบบ Peer-to-Peer ดังแสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.8 Address ของ XBee แต่ละตัว



รูปที่ 2.9 โปรแกรม XCTU โหมด Modem Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โปรแกรม XCTU โหมด Terminal

2.3 Received Signal Strength Indication (RSSI)

RSSI เป็นค่าที่ใช้บอกความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในรูปแบบของพลังงานมีหน่วยเป็น dBm (Decibels Milliwatt) โดยค่า RSSI จะแปรผันตรงกับความแรงของสัญญาณ นั่นคือ ถ้าค่า RSSI มีค่ามาก แสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงสูง นั่นคือ ตัวส่งและตัวรับอยู่ใกล้กัน และในทางกลับกันหากค่า RSSI มีค่าน้อยแสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงต่ำเนื่องจากตัวส่งและตัวรับอยู่ไกลกัน โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการดังนี้

$$RSSI = -(10n\log 10d + A) \quad (2.1)$$

เมื่อ n คือค่าคงที่ของการกระจายสัญญาณ

d คือระยะห่าง จากตัวส่ง

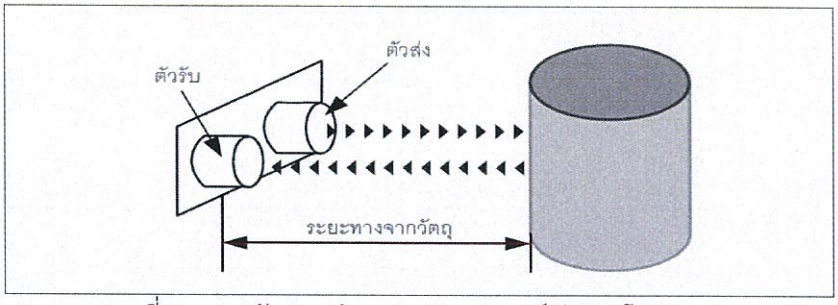
A คือความเข้มของสัญญาณที่ได้รับใน 1 เมตร

2.4 โมดูลอัลตราโซนิคเซนเซอร์

การออกแบบเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถมีอุปกรณ์หลักที่สำคัญ คือโมดูลอัลตราโซนิค โดยการทำงานของโมดูลอัลตราโซนิคจะทำงานโดยการป้อนสัญญาณพัลส์กระตุ้นการทำงานที่มีความกว้าง 10 us

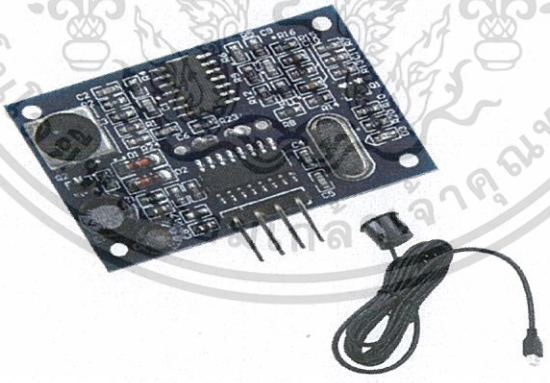
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และรับไฟเลี้ยงที่ +5V โดยในการวัดระดับอัลตราโซนิคจะทำการส่งคลื่นความถี่ 40 kHz ออกมา เมื่อคลื่นที่ถูกส่งออกมาเดินทางไปถึงวัตถุจะมีการสะท้อนกลับมาเข้าตัวรับและเข้าสู่ขา Echo ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 หลักการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิค [3]

คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิค JSN-SR04T แสดงดังรูปที่ 2.12 โดยหลักการทำงานของอัลตราโซนิคตัวนี้จะต้องใช้งาน 4 พอร์ตคือ Vcc, Trig, Echo และ GND โดยในพอร์ต Vcc ต้องป้อนแรงดัน +5V จากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเป็นไฟเลี้ยง โดยพอร์ต Trig ต้องทำการป้อนสัญญาณพัลส์ TTL ขนาด 1 ms เป็นสัญญาณอินพุตเพื่อกระตุ้นการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิค ต่อมาที่พอร์ต Echo จะส่งสัญญาณพัลส์เอาต์พุตโดยพัลส์ที่ส่งออกมาจะแสดงถึงช่วงเวลาการเดินทางของคลื่นอัลตราโซนิคขาไปและขากลับ เช่น ถ้าหากสัญญาณพัลส์เอาต์พุตที่ได้มีขนาด 700 us ต้องนำมาหารสองจะได้ 350 us คือ เวลาที่ใช้ในการส่งจากต้นทางถึงปลายทางที่จะวัดระยะทาง พอร์ตสุดท้ายที่ต้องต่อคือพอร์ต GND ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino



รูปที่ 2.12 โมดูลอัลตราโซนิค JSN-SR04T [4]

เมื่อทราบเวลาในการเดินทางของคลื่นอัลตราโซนิคจากตัวส่งไปยังตัวรับที่หารสองแล้วจะต้องหาความเร็วเสียงในอากาศจาก

$$\text{อัตราเร็วของเสียงในอากาศ } c = 331.5 + (0.6 \times T)\ (m/s) \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ T = อุณหภูมิ (°C)

และนำค่าอัตราเร็วเสียงและคาบเวลาที่วัดได้คำนวณหาระยะห่างของวัตถุจาก

$$\text{ระยะทาง } s = c \times t \text{ (m)} \quad (2.3)$$

เมื่อ t = คาบเวลาที่วัดได้ (s)

2.5 มาตรฐานการเชื่อมต่อ RS232

เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมที่นิยมใช้มากที่สุด กำหนดโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา ตั้งแต่ปี 1969 เริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็มในสมัยนั้นโดยที่

- RS ย่อมาจาก Recommend Standard
- 232 เป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐาน
- C เป็นหมายเลขท้ายสุดของมาตรฐาน

จุดประสงค์ของมาตรฐานนี้ เพื่อบรรยายคุณลักษณะของการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment: DTE) กับ อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment : DCE) โดยลักษณะการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 2.13

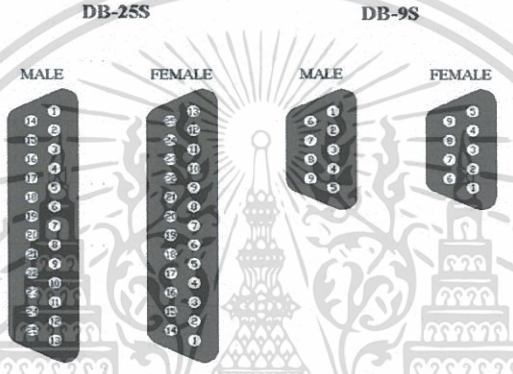
รูปที่ 2.13 ลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์รับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล [5]

1) อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment: DTE) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยตัวส่งข้อมูล (data source) หรือ ตัวรับข้อมูล (data sink) หรือเป็นทั้งตัวส่งและตัวรับข้อมูลก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

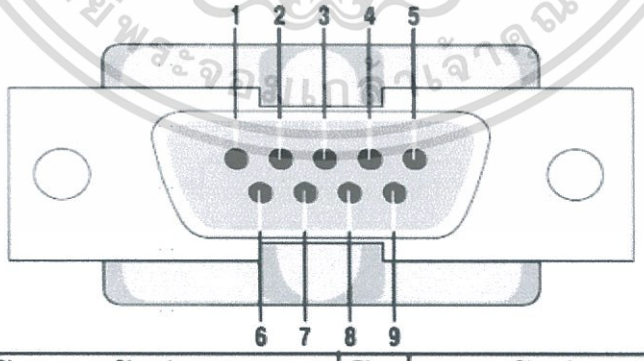
2) อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment : DCE) DCE จะทำหน้าที่แทนแหล่งกำเนิดข้อมูลแหล่งแรก และ/หรือ อุปกรณ์ที่เป็นแหล่งรับข้อมูลแหล่งสุดท้าย อาทิเครื่องพิมพ์ หรือจอภาพ อุปกรณ์ที่รับข้อมูลได้เพียงอย่างเดียว จะเป็น DCE เพราะเป็นอุปกรณ์ที่รับข้อมูลเป็นตัวสุดท้าย คีย์บอร์ดเป็นทั้งตัวรับและตัวกำเนิดข้อมูล

สำหรับมาตรฐาน RS232 และ การใช้งานคอนเน็คเตอร์ DB9 และ DB25 นั้น โดยปกติโมโครคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ทอนุกรมที่เรียกว่า RS 232 อยู่ในตัว โดยพอร์ทนี้ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลในแบบอนุกรมหรือเป็นชนิดคอนเน็คเตอร์ (Connecter) คือ DB9 เป็นคอนเน็คเตอร์แบบ 9 ขาและ DB25 เป็นคอนเน็คเตอร์แบบ 25 ขา ทั้งนี้ลักษณะของคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 และ DB25 แสดงได้ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ลักษณะคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 และ DB25 [5]

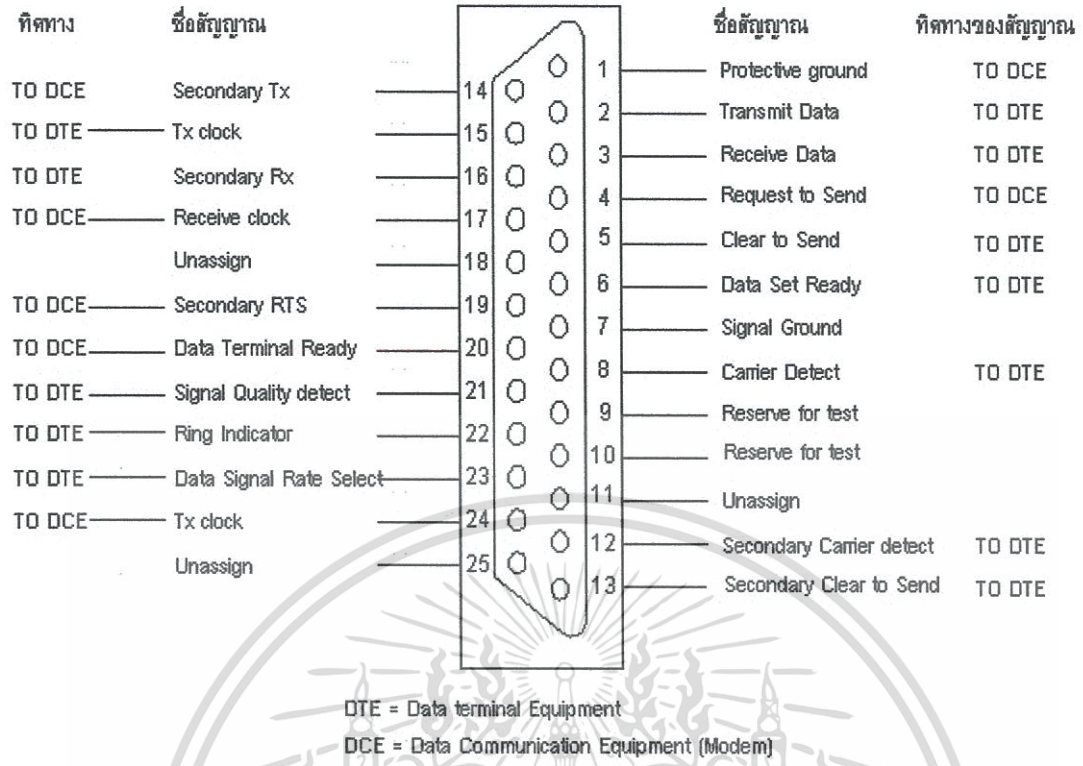
โดยแต่ละขาจะมีสัญญาณพื้นฐานของ RS232 ที่กำหนดให้แต่ละขาคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 และ DB25 แสดงดังรูปที่ 2.15 และ 2.16 ตามลำดับ



Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data Carrier Detect	6	Data Set Ready
2	Received Data	7	Request to Send
3	Transmitted Data	8	Clear to Send
4	Data Terminal Ready	9	Ring Indicator
5	Signal Ground		

รูปที่ 2.15 สัญญาณพื้นฐานของ RS232 ที่กำหนดให้แต่ละขาคอนเน็คเตอร์แบบ DB9 [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 สัญญาณพื้นฐานของ RS232 ที่กำหนดให้แต่ละขาคอนเน็คเตอร์แบบ DB25 [5]

คำอธิบายการทำงานของแต่ละขาที่ใช้งาน

- Transmit Data (TD) เป็นสัญญาณที่ส่งออกจาก DTE (หรือตัวไมโครคอมพิวเตอร์) ไปยังโมเด็มหรือต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ตัวอื่น เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออก สถานภาพของลอจิกที่ขานี้มีค่าเท่ากับ"1" หรือเทียบเท่า Stop Bit
- Received Data (RD) เป็นทางสัญญาณเข้าไปยัง DTE หรือไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้ามา ขานี้จะมีสถานภาพลอจิกเป็น "1"
- Request to Send (RTS) ใช้สำหรับส่งสัญญาณไปยังโมเด็มหรือเครื่องพิมพ์เป็นการเรียกร้องที่จะส่งสัญญาณมาทาง TD สัญญาณนี้จะใช้คู่กับ CTS ที่อุปกรณ์รับ หากได้รับ สัญญาณ RTS จะตรวจตัวเองว่าพร้อมจะรับสัญญาณได้หรือยัง หากพร้อมก็จะส่งสัญญาณออกไปที่สาย
- Clear to Send (CTS) เมื่อสายสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ OFF (Negative Voltage หรือ ลอจิก"1") หมายความว่า อุปกรณ์รับกำลังบอกว่า พร้อมจะรับข้อมูลแล้ว
- Data Set Ready (DSR) เมื่อสายสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ ON (ลอจิก"0") จะเป็นการบอกไมโครคอมพิวเตอร์ว่า พร้อมที่จะส่งได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Signal Ground (SG) ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับทุกๆ สายสัญญาณจะมีแรงดันเป็น “0” เมื่อเทียบกับสายสัญญาณอื่นๆ
- Data Terminal Ready (DTR) คอมพิวเตอร์เปิดสัญญาณนี้ให้ ON (ลอจิก”0”) เมื่อพร้อมที่จะติดต่อรับส่งข้อมูล

2.6 โปรแกรม AppServ

AppServ คือ โปรแกรมที่รวบรวมเอา Open Source Software หลายๆ อย่างมารวมกัน โดยมี Package หลักดังนี้

- Apache
- PHP
- MySQL
- phpMyAdmin

โปรแกรมต่างๆ ที่นำมารวบรวมไว้ทั้งหมดนี้ ได้ทำการดาวน์โหลดจาก Official Release ทั้งสิ้น โดยตัว AppServ จึงให้ความสำคัญว่าทุกสิ่งทุกอย่างจะต้องให้เหมือนกับต้นฉบับ จึงไม่ได้ตัดทอนหรือเพิ่มเติมอะไรที่แปลกไปกว่า Official Release แต่อย่างใด เพียงแต่มีบางส่วนเท่านั้นที่ได้เพิ่มประสิทธิภาพการติดตั้งให้สอดคล้องกับการทำงานแต่ละคน โดยที่ประสิทธิภาพนี้ไม่ได้ไปยุ่ง ในส่วนของ Original Package เลยแม้แต่น้อย เพียงแต่เป็นการกำหนดค่า Config เท่านั้น เช่น Apache ก็จะเป็นในส่วนของ httpd.conf, PHP ก็จะเป็นในส่วนของ php.ini, MySQL ก็จะเป็นในส่วนของ my.ini ดังนั้นจึงรับประกันได้ว่าโปรแกรม AppServ สามารถทำงานและมีความเสถียรของระบบได้เหมือนกับ Official Release ทั้งหมด

จุดประสงค์หลักของการรวมรวบ Open Source Software เหล่านี้เพื่อทำให้การติดตั้งโปรแกรมต่างๆ ที่ได้กล่าวมาให้ง่ายขึ้น เพื่อลดขั้นตอนการติดตั้งที่แสนจะยุ่งยากและใช้เวลานาน โดยผู้ใช้งานเพียงดับเบิ้ลคลิก setup ภายในเวลา 1 นาที ทุกอย่างก็ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ระบบต่างๆ ก็พร้อมที่จะทำงานได้ทันทีทั้ง Web Server, Database Server เหตุผลนี้จึงเป็นเหตุผลหลักที่หลายๆ คนทั่วโลก ได้เลือกใช้โปรแกรม AppServ แทนการที่จะต้องมาติดตั้งโปรแกรมต่างๆ ที่ละส่วน ไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ความชำนาญในการติดตั้ง Apache, PHP, MySQL ก็ไม่ได้เป็นเรื่องง่ายเสมอไป เนื่องจากการติดตั้งโปรแกรมที่แยกส่วนเหล่านี้ให้มารวมเป็นชิ้นอันเดียวกัน ก็ใช้เวลาค่อนข้างมากพอสมควร แม้แต่ตัวผู้พัฒนา AppServ เอง ก่อนที่จะ Release แต่ละเวอร์ชั่นให้ดาวน์โหลด ต้องใช้ระยะเวลาในการติดตั้งไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เพื่อทดสอบความถูกต้องของระบบ

2.6.1 การใช้งาน phpMyAdmin จากโปรแกรม AppServ

phpMyAdmin จะทำงานเพื่อใช้ควบคุมจัดการฐานข้อมูล MySQL ความสามารถของ phpMyAdmin มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สร้างและลบฐานข้อมูล

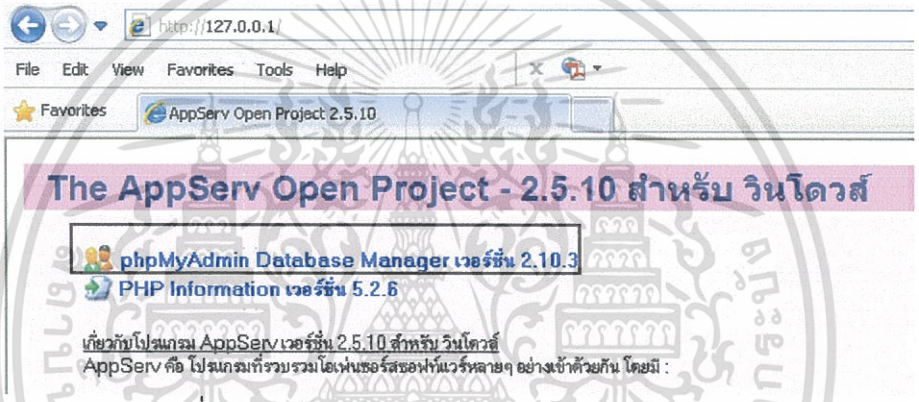
2. สร้างและจัดการตาราง เช่น เพิ่มข้อมูล ลบข้อมูล แก้ไขข้อมูล ลบตาราง หรือเพิ่มหรือแก้ไขฟิลด์ในตาราง

3. โหลดเท็กซ์ไฟล์ และ ไฟล์นามสกุล CSV เข้าไปเก็บเป็นข้อมูลในตารางได้

4. สามารถใช้คำสั่ง SQL ได้

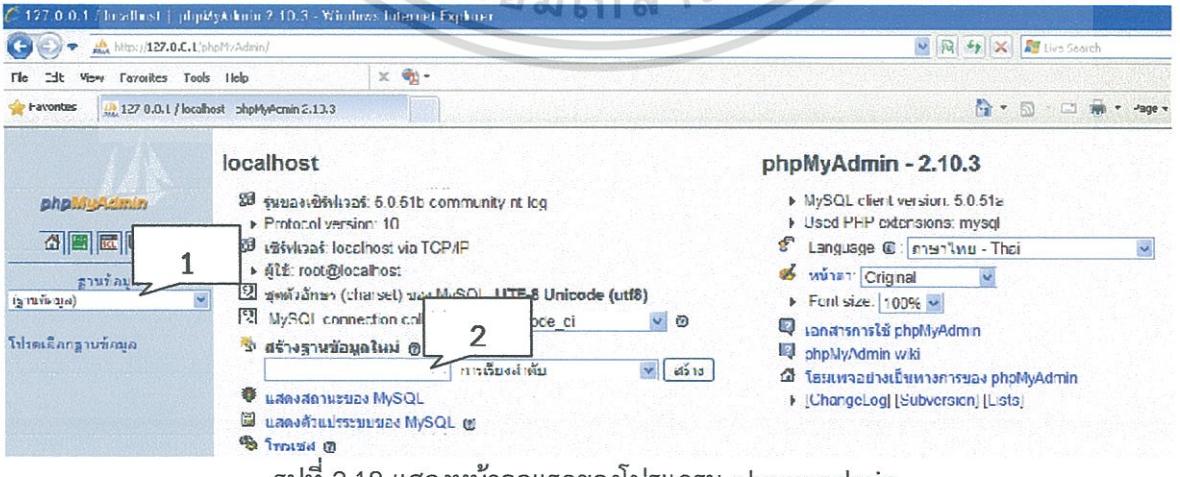
2.6.2 การเข้าใช้งาน

การเข้าใช้งาน phpMyAdmin จะต้องเปิดเว็บบราวเซอร์ขึ้นมา จากนั้นพิมพ์ที่แถบ URL ว่า 127.0.0.1 แล้วแล้วทำการค้นหา เมื่อจอภาพแสดงโปรแกรม AppServ แล้วให้คลิกที่ phpMyAdmin Database Manager ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 หน้าต่างโปรแกรม phpMyAdMin

หลังจากนั้นจอภาพอาจจะให้ป้อน username และ password ซึ่ง username จะถูกกำหนดไว้อยู่แล้วคือ root ส่วน password จะขึ้นอยู่ว่าขณะที่ติดตั้ง AppServ ได้ป้อน password ไว้อย่างไร เมื่อทำการล็อกอินสำเร็จ จะปรากฏหน้าจอแรกของโปรแกรม phpMyAdmin ดังรูปที่ 2.18



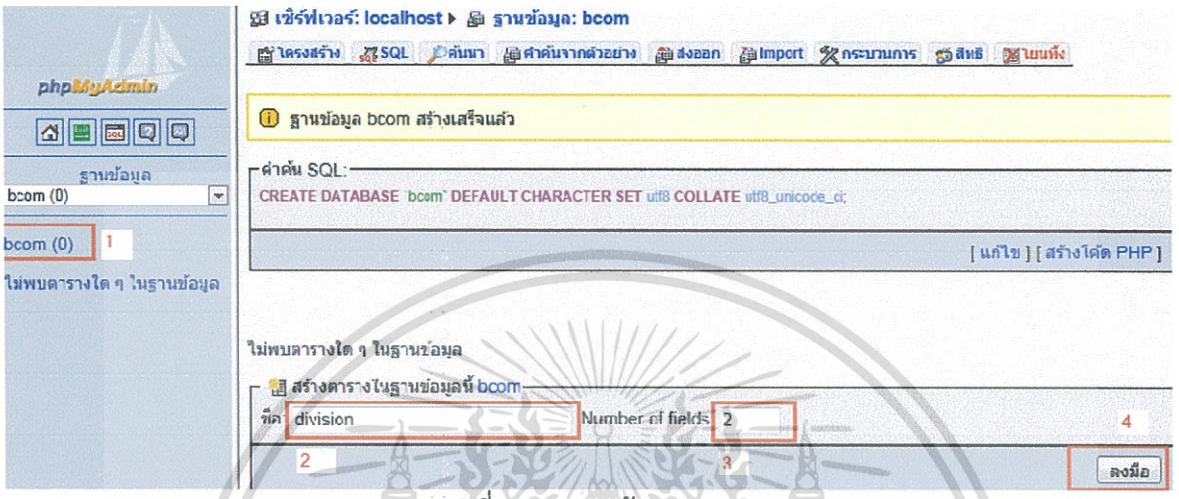
รูปที่ 2.18 แสดงหน้าจอแรกของโปรแกรม phpmyadmin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากรูปที่ 2.18 ที่กรอบสี่เหลี่ยมหมายเลข 1 ใช้สำหรับ เลือก/เปลี่ยน จัดการกับฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วและที่กรอบสี่เหลี่ยมหมายเลข 2 ใช้สำหรับใส่ชื่อฐานข้อมูลใหม่ที่ต้องการสร้าง

ภายหลังจากที่สร้างฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว phpMyAdmin จะแจ้งให้เราทราบว่า ได้ทำการสร้างฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ซึ่งยังไม่มีตารางใดๆ อยู่เลย สามารถทำการสร้างตารางได้ตามรูปที่ 2.19

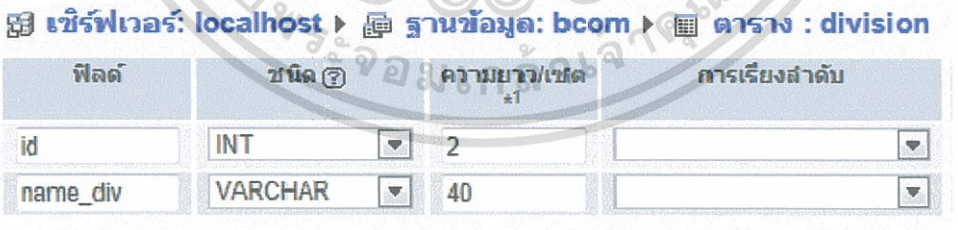


รูปที่ 2.19 การสร้างตาราง

จากรูปที่ 2.19 สามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างตารางได้ดังนี้

1. ให้ทำการเลือกฐานข้อมูล
2. ที่ช่องชื่อ ให้ป้อนชื่อตาราง
3. จำนวนฟิลด์ที่ต้องการจะสร้างลงไป
4. กดที่ปุ่มลงมือ

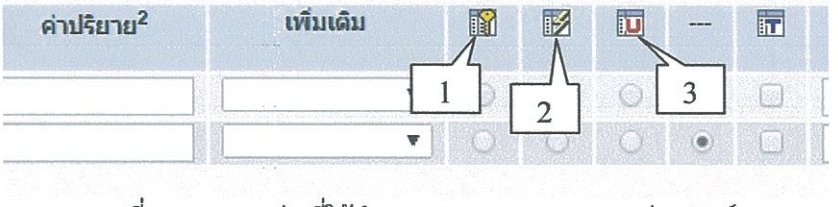
จากนั้นให้ทำการป้อนข้อมูลฟิลด์ ดังในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การใส่ชื่อฟิลด์และข้อกำหนดในแต่ละฟิลด์

ทางด้านขวา ของฟิลด์จะปรากฏปุ่มต่างๆ ให้กดดังรูปที่ 2.21

144437
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

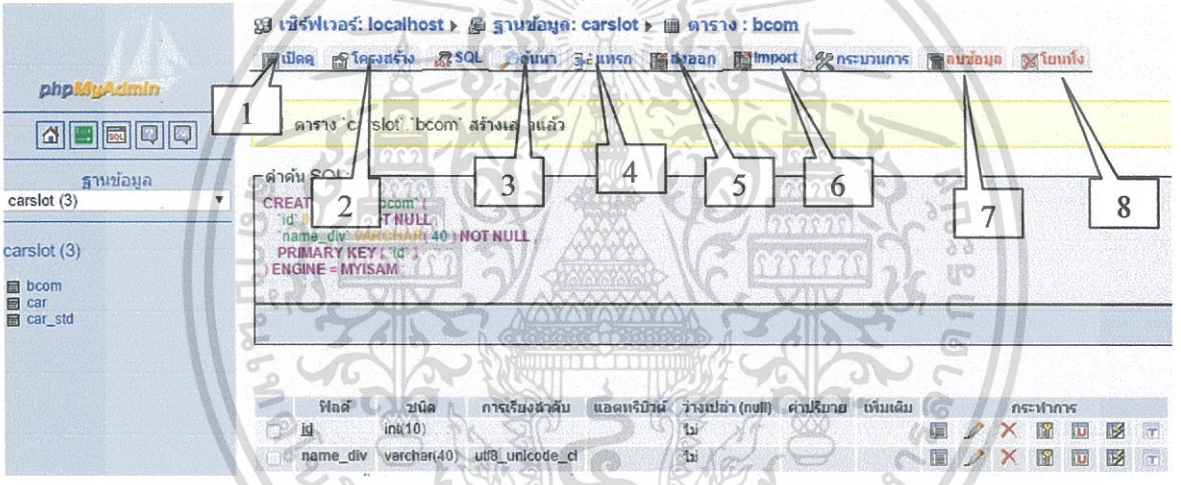


รูปที่ 2.21 แสดงปุ่มที่ใช้กำหนดความสามารถของแต่ละฟิลด์

จากรูปที่ 2.21 สามารถอธิบายหน้าที่ของปุ่มต่างได้ดังนี้

หมายเลข 1 สำหรับกำหนดให้ฟิลด์นั้นๆ เป็นไพรมารีคีย์ (Primary Key) หมายเลข 2 สำหรับกำหนดให้ฟิลด์นั้นๆ เป็นเอกลักษณ์ (Unique) และ หมายเลข 3 สำหรับกำหนดให้ฟิลด์นั้นๆ เป็นดัชนี (Index)

เมื่อทำการกำหนดสร้างตารางเสร็จเรียบร้อยแล้วจะปรากฏหน้าหลักการใช้งานขึ้นมาดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 หน้าหลักการใช้งานโปรแกรม phpMyAdmin

จากรูปที่ 2.22 อธิบายการใช้งานหลักต่างๆ ภายในโปรแกรมได้ดังนี้

ที่หมายเลข 1 เป็นการเลือกเพื่อดูข้อมูลภายในตารางที่ถูกบันทึกไว้

ที่หมายเลข 2 เป็นการเลือกเพื่อตรวจสอบและแก้ไขโครงสร้างหรือข้อกำหนดต่างๆ ของตาราง

ที่หมายเลข 3 เป็นการเลือกเพื่อทำการค้นหาข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ โดยระบุข้อมูลแบบเจาะจง

ที่หมายเลข 4 เป็นการเลือกเพื่อเพิ่มข้อมูลลงในตาราง

ที่หมายเลข 5 เป็นการเลือกเพื่อนำออกข้อมูลจากตารางให้ไปอยู่ในรูปแบบของไฟล์ชนิดต่างๆ

ที่หมายเลข 6 เป็นการเลือกเพื่อนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ประเภท csv ไปยังตาราง

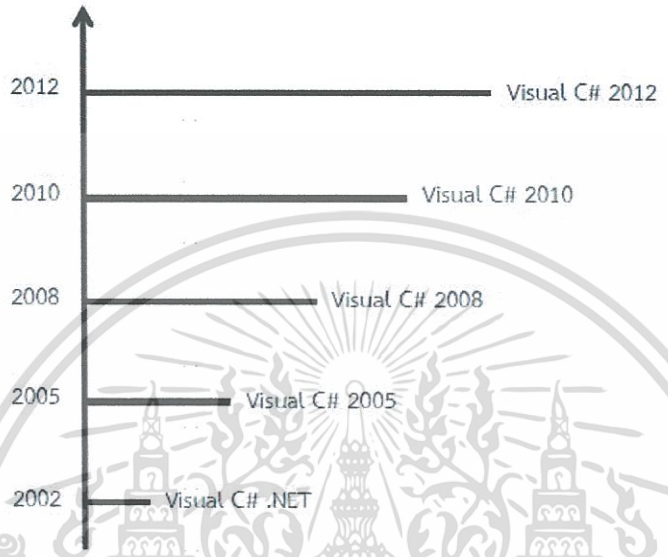
ที่หมายเลข 7 เป็นการเลือกเพื่อลบข้อมูลในตารางทั้งหมด

ที่หมายเลข 8 เป็นการเลือกเพื่อลบตารางนั้นๆ ออกจากฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โปรแกรม Microsoft Visual C#

Visual C# (วิชวล-ซี-ชาร์ป) เป็นโปรแกรมหรือเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา C# ซึ่งโปรแกรมนี้ได้พัฒนาขึ้นครั้งแรกในชื่อของ Visual C# .NET (วิชวล-ซี-ชาร์ป-ดอตเน็ต) ต่อมาก็ได้พัฒนาโปรแกรมให้มีความสามารถสูงขึ้นและรองรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ มากมาย



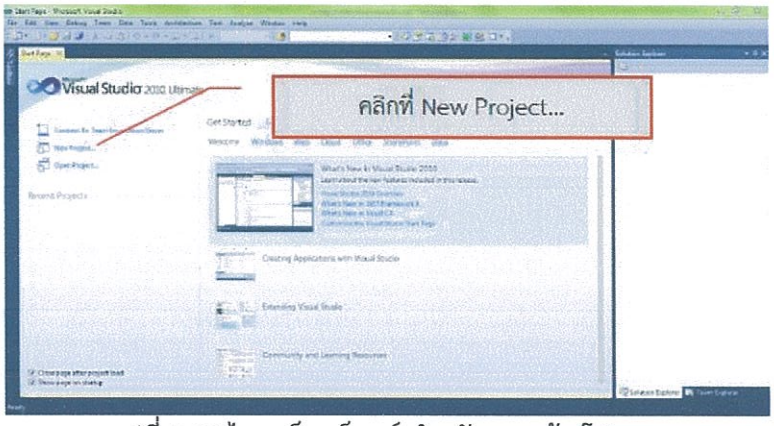
รูปที่ 2.23 แสดงวิวัฒนาการของ Visual C# [6]

จากรูปที่ 2.23 โปรแกรม Visual C# .NET ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกพร้อมกับ Visual Studio .NET และต่อมาโด่งดังและได้รับความนิยมอย่างสูงในเวอร์ชันถัดมา คือ Visual C# 2005 โดยมาพร้อมกับ Visual Studio 2005 จากนั้นก็ได้มีการพัฒนาโปรแกรมให้มีความสามารถสูงขึ้นและรองรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ มากมายอีกด้วยใน Visual C# 2008 (มาพร้อมกับ Visual Studio 2008) Visual C# 2010 (มาพร้อมกับ Visual Studio 2010) 2 และ Visual C# 2012 (มาพร้อมกับ Visual Studio 2012) ตามลำดับ สำหรับในปัจจุบันการเขียนโปรแกรมไม่ใช่เพียงแค่การสร้างโปรแกรมให้ทำงานบนคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างโปรแกรมให้สามารถทำงานบนอินเทอร์เน็ต โทรศัพท์มือถือ เครื่องเล่นเกม และหุ่นยนต์ เป็นต้น

2.7.1 การเริ่มใช้งาน Microsoft Visual C#

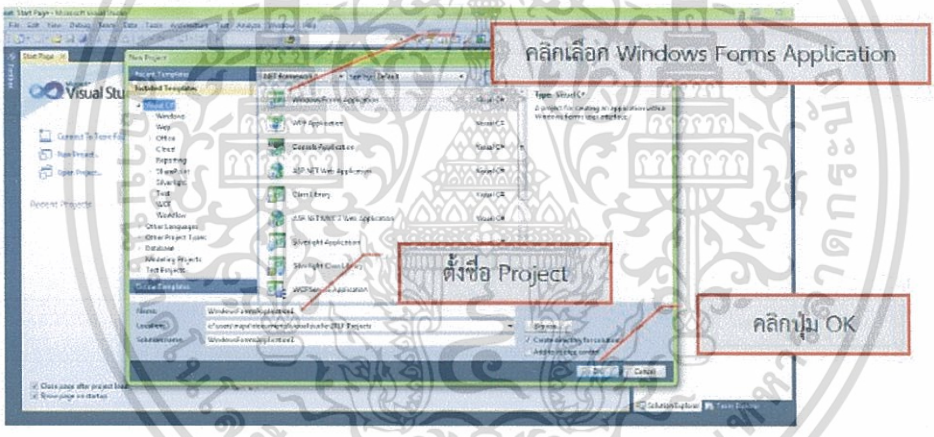
- คลิกที่ New Project โดยแสดงดังรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ไดอะล็อกบ็อกซ์ สำหรับการสร้างโปรเจค

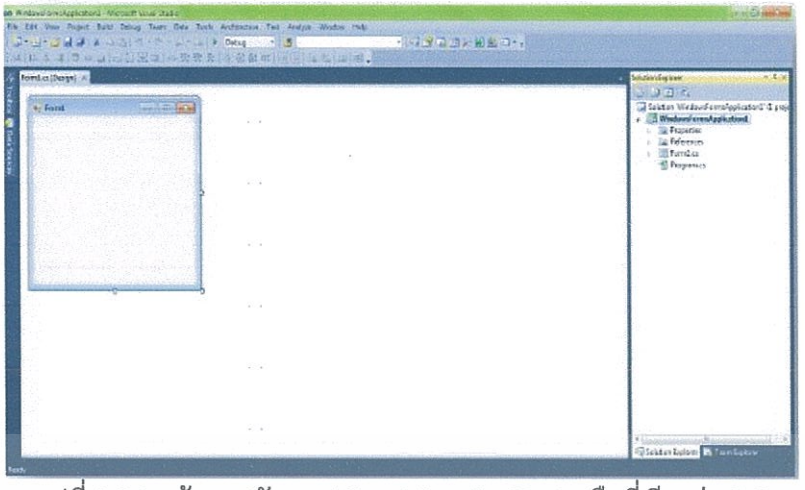
- คลิกเลือก Windows Forms Application โดยแสดงดังรูปที่ 2.25
- ตั้งชื่อโปรเจคซึ่งก็คือ ชื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะสร้างขึ้นมานั่นเอง โดยแสดงดังรูปที่ 2.25
- คลิกปุ่ม OK โดยแสดงดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ไดอะล็อกบ็อกซ์ New Project

- จากนั้นจะพบกับหน้าจอหลักของ Visual Studio 2010 โดยแสดงดังรูปที่ 2.26

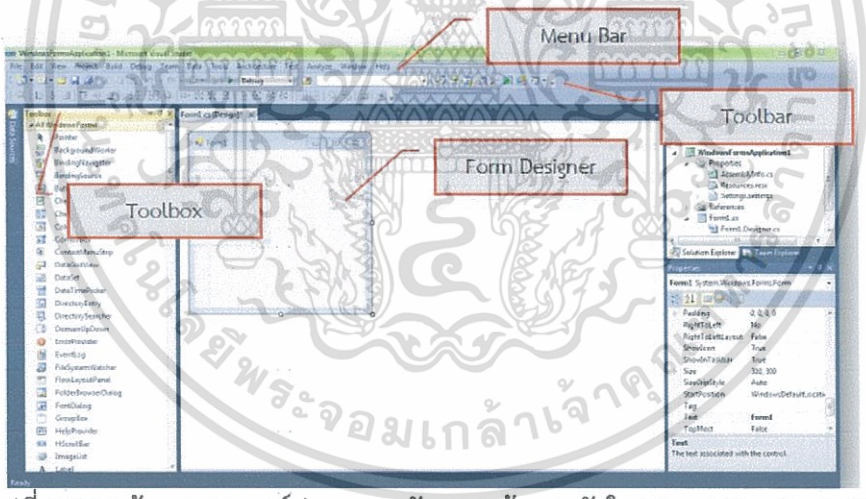
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 หน้าจอหลักของ Visual Studio 2010 หรือที่เรียกว่า IDE

องค์ประกอบของหน้าจอหลักของ Visual Studio 2010

ก่อนเริ่มต้นเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา C# จะต้องมารู้จักกับเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual C# 2010 เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 หน้าจอแสดงองค์ประกอบหลักของหน้าจอหลักใน Visual Studio 2010

จากรูปที่ 2.27 แสดงหน้าจอแสดงองค์ประกอบหลักของหน้าจอหลักใน Visual Studio 2010 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เมนูบาร์ (Menu Bar)

เมนูบาร์เป็นเมนูหลักที่รวบรวมคำสั่งควบคุมการทำงานของ Visual Studio 2010 โดยจัดเป็นกลุ่มคำสั่งแยกตามประเภทการใช้งาน และสามารถเรียกใช้ได้โดยใช้เมาส์คลิกจากเมนู หรือใช้คีย์ลัดจากคีย์บอร์ด ซึ่งมีกลุ่มคำสั่งเรียกใช้งานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- File กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการสร้างโปรเจคใหม่ เปิดโปรเจค บันทึกโปรเจคปิดโปรเจค
- Edit กลุ่มคำสั่งที่ช่วยสร้างและแก้ไขการทำงานของโปรเจคให้ง่ายขึ้นเช่น Copy, Paste และ Undo เป็นต้น
- View กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการจัดการรูปแบบการแสดงผลหน้าจอหลักของ VisualStudio 2010
- Project กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการจัดการโปรเจค เช่น การเพิ่ม Form และ Reference เป็นต้น
- Build กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการคอมไพล์โปรเจค
- Debug กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการหาข้อผิดพลาดของโปรเจค
- Team กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการบริหารจัดการโครงการที่พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นทีม
- Data กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการติดต่อกับฐานข้อมูล
- Format กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการออกแบบ Form
- Tools กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือต่างๆ
- Test กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการทดสอบการทำงานของโปรแกรม
- Window กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการจัดการรูปแบบการแสดงผล IDE ของ Visual Studio 2010
- Help คำสั่งขอความช่วยเหลือจาก Visual Studio 2010

2. ทูลบาร์ (Toolbar)

ทูลบาร์ เป็นการรวบรวมคำสั่งในเมนูบาร์บางคำสั่งที่มีการใช้งานบ่อยๆ มาแสดงไว้เพื่อให้สามารถเรียกใช้งานได้สะดวกขึ้น โดยสร้างเป็นปุ่มให้เรียกใช้งานได้ในคลิกเดียว

3. หน้าต่าง Toolbox

Toolbox เป็นหน้าต่างที่แสดงคอนโทรลและคอมโพเนนต์ต่างๆ เพื่อให้สะดวกในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงมีการจัดแบ่งคอนโทรลและคอมโพเนนต์ต่างๆ ออกเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะการใช้งาน

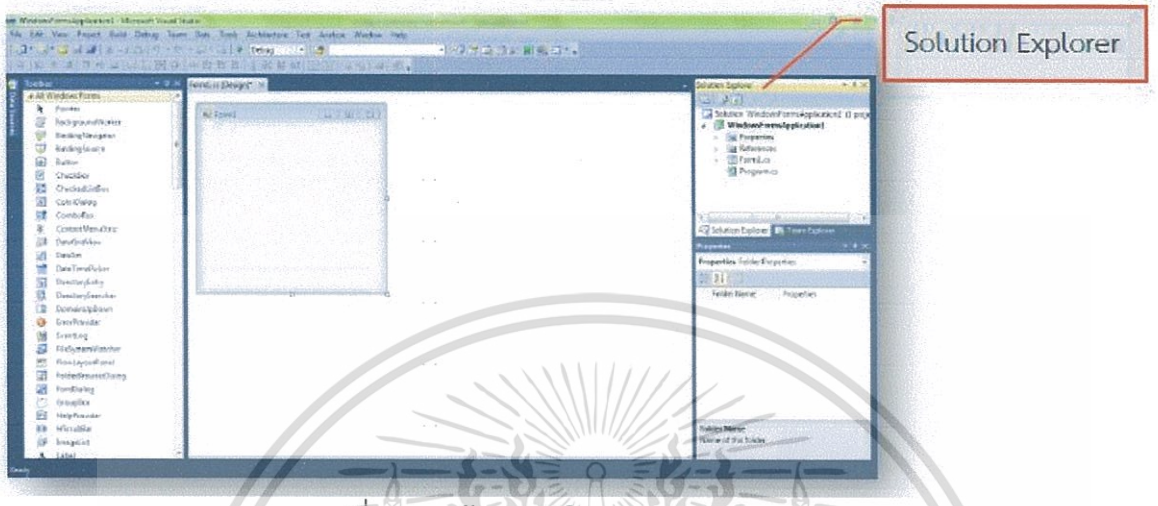
4. หน้าต่าง Form Designer

Form Designer เป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับการออกแบบหน้าตาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการลากคอนโทรลต่างๆ จาก Toolbox Window มาวางบน Form ตามต้องการ โดยที่ Visual Studio 2010 จะสร้างโค้ดการออกแบบให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นความสามารถของ Visual Studio 2010 ที่ช่วยให้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. หน้าต่าง Solution Explorer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

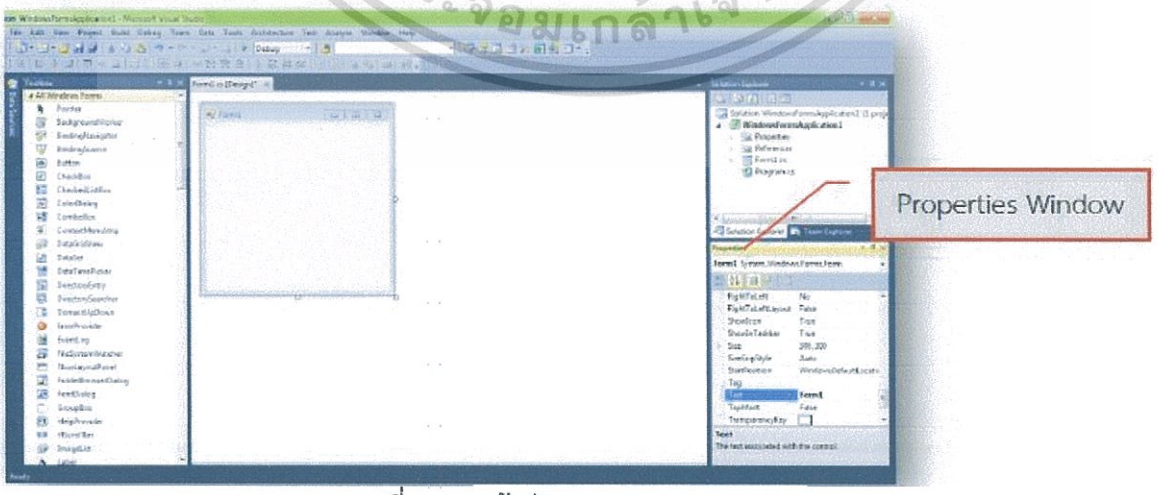
Solution Explorer เป็นหน้าต่างแสดงรายการของไอเท็ม (Item) ทั้งหมดที่มีอยู่ในโปรเจค เช่น Form, Module, Component และ Class เป็นต้น ซึ่งในมุมของ Visual Studio นั้น จะมองว่า Solution ก็คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้เขียนโปรแกรมกำลังสร้างขึ้นมา โดยแสดงดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 หน้าจอหลักใน Visual Studio 2010

6. หน้าต่าง Properties Window

Properties Window เป็นหน้าต่างที่ใช้แสดงและกำหนดคุณสมบัติของชิ้นส่วน (หรือองค์ประกอบ) ต่างๆ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่กำลังจะสร้างขึ้น เช่น การกำหนดลักษณะหน้าตาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นั่นก็หมายถึง การกำหนดค่าให้กับชิ้นส่วนต่างๆ ที่ประกอบเป็นหน้าตาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย เช่น กำหนดแถบข้อความของหน้าต่าง, กำหนดสี และปรับขนาด เป็นต้น นอกจากจะกำหนดผ่านหน้าต่างนี้ ผู้ใช้ยังกำหนดผ่านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาษา C# ได้อีกด้วย โดยแสดงดังรูปที่ 2.29

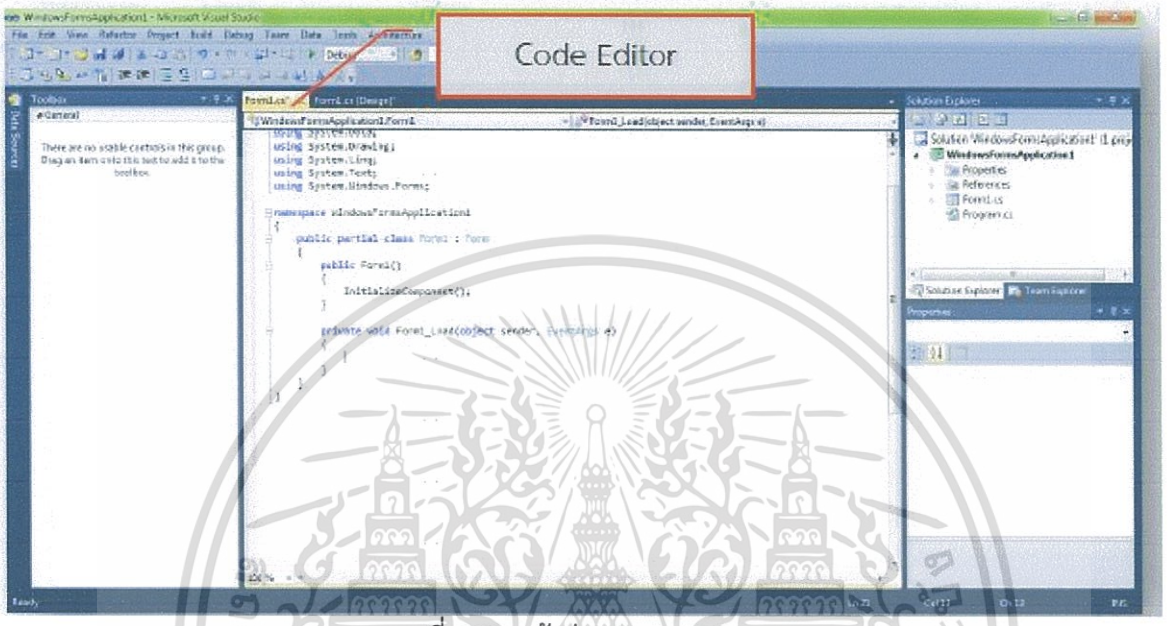


รูปที่ 2.29 หน้าต่าง Properties Window

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หน้าต่าง Code Editor

Code Editor เป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับเขียนคำสั่งในภาษา C# เพื่อกำหนดการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามที่ต้องการ ซึ่งจะทำหลังจากที่ได้ออกแบบหน้าตาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยแสดงดังรูปที่ 2.30

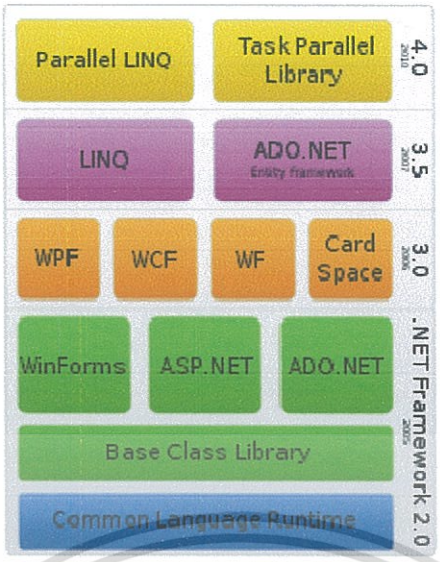


รูปที่ 2.30 หน้าต่าง Code Editor

2.8 ดอตเน็ตเฟรมเวิร์ค (The .NET Framework)

ดอตเน็ตเทคโนโลยีและดอตเน็ตเฟรมเวิร์คเป็นรูปแบบการพัฒนาโปรแกรมแบบใหม่ ที่ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาออกมาแล้วระยะหนึ่ง โดยมีจุดประสงค์สำคัญคือสามารถใช้งานในสภาวะของฮาร์ดแวร์หรือระบบปฏิบัติการ ที่แตกต่างกันได้อย่างไม่มีปัญหา (เช่น เครื่องพีซีกับเครื่องแมคหรือระบบปฏิบัติการวินโดว์กับลีนุกซ์) และสามารถพัฒนาโปรแกรมใหม่ๆ ได้ด้วยภาษาอะไรก็ได้ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ (เช่น ภาษา C กับ Java เป็นต้น) รวมถึงเป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมต่างๆ ของไมโครซอฟท์ได้โดยง่าย ซึ่งก็รวมไปถึงการทำงานภายในของระบบปฏิบัติการวินโดว์ ผู้พัฒนาจึงสามารถพัฒนาโปรแกรมใหม่ๆ ได้โดยง่าย และรวดเร็ว ไม่ติดข้อจำกัดต่างๆ อย่างเช่นการพัฒนาโปรแกรมในสมัยก่อน องค์ประกอบของดอตเน็ตเฟรมเวิร์คในแต่ละรุ่นแสดงได้ดังรูปที่ 2.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 องค์ประกอบของดอตเน็ตเฟรมเวิร์คในแต่ละรุ่น [7]

ดอตเน็ตเฟรมเวิร์คเป็นแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ที่รองรับภาษาดอตเน็ตมากกว่า 40 ภาษา ซึ่งมี Library เป็นจำนวนมากสำหรับการเขียนโปรแกรม รวมถึงบริหารการดำเนินการของโปรแกรมบน .NET Framework โดย Library นั้นได้รวมถึงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ การเชื่อมต่อฐานข้อมูล วิทยาการเข้ารหัสลับ อัลกอริทึม การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดย ดอตเน็ตเฟรมเวิร์คมีส่วนประกอบ ภายในแบ่งออกเป็น 3 ชั้นใหญ่ๆ คือ

1. Programming Language: เป็นรูปแบบของภาษาที่ออกแบบ มาเพื่อให้สามารถทำงานในสภาวะที่เป็นดอตเน็ตได้โดยที่ทาง Microsoft ได้เปิดตัวภาษาหลักๆ ที่จะใช้ในการพัฒนาบนดอตเน็ตนี้สามภาษา C# เป็นภาษาใหม่ที่ Microsoft พัฒนามาจาก C++กับ JAVA เป็นหลัก VB.NETเป็นภาษาที่พัฒนามาจากVisualBasic ในเวอร์ชั่น 6.0 JScript.net เป็นภาษาที่พัฒนามาจาก JScript ซึ่งเป็น JavaScript ในเวอร์ชั่นของ Microsoft

2. Base Classes Library : Library นั้นเปรียบเสมือนชุดคำสั่งสำเร็จรูปย่อยๆ ที่เพิ่มเข้ามาซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชุดคำสั่งที่ต้องใช้งานอยู่เป็นประจำดังนั้นจึงมีผู้คิดค้นเครื่องอำนวยความสะดวกในการเขียนโปรแกรมซึ่ง Library ในภาษาต่างๆส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบไฟล์ include แต่ถ้าเป็น .ASP สิ่งที่เป็น library ก็คือ component ต่างๆ นั่นเอง ซึ่งภายในระบบ .NET จะสร้างสิ่งที่เรียกว่าเป็น Library พื้นฐานขึ้น ทำให้ไม่ว่าจะใช้ภาษาใดในการพัฒนาโปรแกรมก็สามารถที่จะเรียกใช้ Library ที่เป็นตัวเดียวกันได้หมด

3. Common Language Runtime (CLR) : เป็นสิ่งสำคัญแทบจะที่สุดของระบบดอตเน็ตนี้ก็ว่าได้เพราะ CLR ที่ว่านี้มีหน้าที่ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาด้วยภาษาต่างๆ กันกลายเป็นภาษารูปแบบมาตรฐานเดียวกันทั้งหมดเราเรียกภาษาที่ว่านี้ว่า Intermediate language (IL) ซึ่งเมื่อต้องการที่จะรันโปรแกรม ใด CLR ที่ว่านี้จะตรวจสอบเครื่องที่รันว่ามีสภาวะแวดล้อมการทำงานเช่นใด หลังจากนั้นก็จะคอมไพล์เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่เหมาะสมต่อการทำงานของเครื่องนั้นทำให้เราสามารถใช้งานโปรแกรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในแต่ละเครื่อง

2.8.1 ผลกระทบเมื่อเลือกใช้งาน .NET Framework Technology

ดอตเน็ตเฟรมเวิร์คไม่ใช่เป็นองค์ประกอบที่ติดตั้งให้ทันทีเมื่อลงระบบปฏิบัติการวินโดว์ XP หรือวินโดว์ 2000 แต่เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สามารถติดตั้งเพิ่มจากแผ่นติดตั้งหรือดาวน์โหลดเพื่อติดตั้งเองได้ ทั้งนี้การติดตั้งนี้ไม่มีค่าใช้จ่ายเรื่องลิขสิทธิ์หรือมีผลกระทบต่อโปรแกรมที่ได้ติดตั้งอยู่แต่เดิมแต่อย่างไร โปรแกรมที่พัฒนา .NET Application จะพัฒนาโปรแกรมที่จะได้ภาษากลางที่เรียกว่า Intermediate Language (IL) ที่จะต้องส่งให้ .NET Platform เป็นตัวกลางในการแปลภาษาที่ได้พัฒนาเป็นภาษาเครื่อง (Machine code) อีกทีหนึ่งซึ่งแตกต่างจากโปรแกรมที่ไม่ได้พัฒนาด้วยดอตเน็ตเทคโนโลยีที่จะพัฒนาแล้วได้ภาษาเครื่องออกมาทันที ซึ่งมีการประมาณว่าประสิทธิภาพของโปรแกรมที่ทำงานบน ดอตเน็ตเฟรมเวิร์คนั้นจะได้ประมาณ 80% ของโปรแกรมที่ไม่ได้พัฒนาด้วยดอตเน็ตเทคโนโลยี (เช่น delphi หรือ Visual Basic 6.0) ทั้งนี้ความแตกต่างจะเห็นได้ชัดขนาดไหนนั้นจะขึ้นกับทรัพยากรของเครื่องด้วย

โปรแกรมที่พัฒนา .NET Application จะถูกควบคุมให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมไว้บนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ค ซึ่งเป็นข้อดีในแง่ของความน่าเชื่อถือของระบบ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นว่าจะไม่กระทบต่อการทำงานส่วนอื่นๆ โปรแกรมที่พัฒนาด้วย ดอตเน็ตเทคโนโลยีนั้นโดยส่วนใหญ่แล้วจะไม่สามารถเชื่อมต่อโดยตรงให้เข้ากับโปรแกรมที่ไม่ได้พัฒนาด้วยดอตเน็ตเทคโนโลยีได้ การใช้งานร่วมกันระหว่างโปรแกรมจึงเกิดขึ้นเฉพาะระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาด้วยดอตเน็ตเทคโนโลยี แต่ทางไมโครซอฟต์ได้ออกแบบให้มีทางออกในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมอื่นๆ ได้โดยง่ายผ่านเทคโนโลยีเว็บบริการซึ่งทำให้รูปแบบการทำงานระหว่างโปรแกรมอยู่ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานและเปิดกว้างมากขึ้น

2.8.2 ประโยชน์ที่ได้เมื่อเลือกใช้โปรแกรมที่พัฒนาบน .NET Technology

1. เป็นระบบที่มี Library ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เนื่องจากมี Library ที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งหมดทำให้เราไม่ต้องกังวลว่าภาษาที่ใช้เขียนนั้นมี Library ตัวนั้นตัวนี้หรือไม่ รวมทั้งไม่ต้องคอยกังวลว่าถ้าใช้ Library ของภาษา หนึ่งแล้วอีกภาษาหนึ่งจะไม่มี Library ตัวนั้น

2. ไม่ขึ้นกับ ระบบปฏิบัติการ (OS) เนื่องจาก ระบบปฏิบัติการที่แต่ละบุคคลหรือองค์กรใช้นั้นย่อมไม่เหมือนกัน แต่ภายในดอตเน็ตเฟรมเวิร์คจะไม่มีปัญหานี้ของเพียงแค่มีระบบดอตเน็ตเฟรมเวิร์คก็จะทำให้สามารถใช้งานโปรแกรมต่างๆ ได้ ซึ่งเป็นข้อดีตรงที่เราจะสามารถใช้โปรแกรมต่างๆ ได้ทุกระบบปฏิบัติการ

3. ใช้ในการพัฒนาได้ทุกภาษาทำให้เราไม่ต้องคอยมาศึกษาภาษาใหม่ๆ เมื่อต้องการสร้างโปรแกรมในแต่ละครั้งนอกจากนั้นเรายังสามารถเลือกใช้ภาษาที่เราถนัดที่สุดในการพัฒนาโปรแกรมต่างๆได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มีการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงานเป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นระบบที่เป็นมาตรฐานทำให้การควบคุมจัดสรรระบบต่างๆ ทำได้ง่ายขึ้นไม่ว่าจะเป็นการจัดสรรหน่วยความจำด้านการใช้งานเครื่องก็มีความรวดเร็วมากขึ้นลดโอกาสที่เครื่องจะแฮงค์ได้เป็นอย่างดี

5. ความปลอดภัยที่มีมากขึ้นดอตเน็ตเฟรมเวิร์คสามารถกำหนดสิทธิ์การใช้งานหรือการอนุญาตให้มีผู้ใช้งานได้มากขึ้น ทำให้สามารถกำหนดว่าจะให้โปรแกรมในส่วนใดใช้งานได้หรือไม่ได้แล้วแต่เฉพาะบุคคล

2.9 ภาษาพีเอชพี (PHP)

PHP เป็นภาษาจำพวก scripting language คำสั่งต่างๆ จะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่าสคริปต์ (script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ช่วยให้เราสามารถสร้างเอกสารแบบ Dynamic HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น

ผู้ให้กำเนิด PHP มีชื่อว่า Rasmus Lerdorf โดยเริ่มต้นเขียนสคริปต์ Perl CGI ใส่ไว้ในโฮมเพจประวัติส่วนตัว และเห็นว่าการเขียน CGI ด้วย Perl มีความยุ่งยาก จึงได้เขียนโปรแกรมขึ้นใหม่ด้วยภาษา C ที่สามารถแยกส่วนที่เป็นภาษา HTML ออกจากส่วนที่เป็นภาษา C เพื่อแยกประมวลผล แล้วทำการสร้างโค้ด HTML ขึ้นใหม่ โดยตั้งชื่อโปรแกรมนี้ว่า Personal Home Page Tools (PHP-Tools) และได้เริ่มแจกจ่ายโค้ดออกไปในลักษณะฟรีแวร์ ต่อมาจึงได้เริ่มเปิดให้ผู้สนใจเข้าร่วมปรับปรุงและพัฒนา จนพัฒนาเป็น PHP/FI

ปัจจุบัน PHP ย่อมาจาก PHP : Hypertext Preprocessor เป็นภาษาสคริปต์แบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์ (Server-side scripting language) หมายถึง การประมวลผลจะเกิดขึ้นบนเครื่องแม่ข่าย (Server) แล้วสร้างผลลัพธ์เป็นภาษา HTML ส่งให้กับเครื่องลูกข่าย (Client) เพื่อแสดงผล ซึ่งลดภาระการส่งถ่ายข้อมูลจำนวนมากเพื่อมาประมวลผลบนเครื่องลูกข่าย การเขียนสามารถทำได้โดยการเขียนโค้ด PHP แทรกลงในโค้ด HTML ด้วยการเปิดแท็ก <?php และปิดด้วยแท็ก ?> การบันทึกจะต้องกำหนดเป็นนามสกุล .php

ลักษณะเด่นของ PHP

1. ใช้ได้ฟรี และใช้งานได้ทุกระบบปฏิบัติการ
2. PHP เป็นโปรแกรมวิ่งข้าง Server
3. เรียนรู้ง่าย เนื่องจาก PHP ฝังเข้าไปใน HTML และใช้โครงสร้างและไวยากรณ์ภาษาง่ายๆ
4. เร็วและมีประสิทธิภาพ
5. ใช้ร่วมกับ XML ได้ทันที
6. ใช้กับระบบแฟ้มข้อมูลได้
7. ใช้กับโครงสร้างข้อมูลใช้ได้แบบ Scalar, Array, Associative array

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่จำเป็นในการใช้งาน PHP

1. เครื่องแม่ข่าย (หากไม่มีจะต้องจำลองเครื่องแม่ข่าย เช่น โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache หรือชุดสำเร็จ อย่างเช่น Appserv ประกอบไปด้วย Apache, PHP, MySQL และ PHPMyAdmin เป็นต้น)

2. เครื่องลูกข่าย ต้องมีเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) เช่น IE, FireFox หรือ Google Chrome เป็นต้น

2.9.1 พีเอชพีและระบบจัดการฐานข้อมูล

พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ ออราเคิล, dBase, PostgreSQL, IBM, DB2, MySQL, Informix และ ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้

2.9.2 การสร้างส่วนเชื่อมโยงฐานข้อมูล

MySql คือ ระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีหน้าที่เก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากระบบงานที่โปรแกรมเมอร์ได้สร้างขึ้น โดยใช้ภาษา SQL (SQL คือ ภาษาที่ใช้ในการจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เช่น สร้างฐานข้อมูล เพิ่มข้อมูล แก้ไขข้อมูล ลบข้อมูล เป็นต้น) โดย MySql จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล ซึ่ง MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (database management system DBMS) สำหรับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยสามารถติดต่อกับ MySQL โดยการเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ได้ เช่น PHP, Perl, Java, C#, C, Ruby, C++ เป็นต้น โดยที่

- Hostname หมายถึง ชื่อของโฮสต์ (host) ที่ MySQL กำลังทำงาน เช่น อาจจะเป็นชื่อเครื่องหรือหมายเลขไอพีแอดเดรส (IP address) ที่กำหนดไว้สำหรับเครื่องนั้นก็ได้
- Username หมายถึง ชื่อผู้ที่กำหนดไว้ในการติดต่อฐานข้อมูล MySQL
- Password หมายถึง รหัสผ่านที่ใช้ร่วมกับ Username

2.9.3 การเรียกใช้ฐานข้อมูลของ MySQL

คำสั่งใน MySQL ที่ใช้เลือกฐานข้อมูลมาใช้งาน มีดังนี้

“car ชื่อฐานข้อมูล”

ส่วนใน PHP ก็สามารถเลือกได้เช่นกัน โดยใช้คำสั่ง

```
MySQL_select_db(“car”);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 เก็บค่าการติดต่อไว้ในตัวแปรเพื่อเรียกใช้งาน

ในการติดต่อกับฐานข้อมูลจะใช้คำสั่ง MySQL_query() เพื่อเข้าถึงตารางและข้อมูลภายในฐานข้อมูล แต่ก่อนการใช้คำสั่งนี้ผู้ใช้ควรเก็บค่าการติดต่อไว้ในรูปของตัวแปรเพื่อความสะดวกในการนำมาใช้ภายหลังแสดงดังตัวอย่าง

```
$query = "select * from car where " .$searchtype. " Like '%' "$searchterm." '%' ";
```

จากตัวอย่างนี้เป็นการสร้าง query สำหรับค้นหาข้อมูลที่ได้จากการใช้ข้อมูลของผู้ใช้ที่เก็บไว้ในตัวแปร ($searchtype) โดยค้นหาข้อมูลในตาราง car ซึ่งมีรูปแบบของการสืบค้นที่ถูกกำหนดโดยตัวแปร $searchtype ผลของการใช้ตัวแปร $query จะถูกส่งไปเก็บค่าในตัวแปร $result โดยฟังก์ชัน MySQL_query($result); ดังนี้

```
$result = mysql_query($query)
```

2.9.5 การใช้งานคำสั่งเปิดไฟล์

ในการอ่านข้อมูลจากไฟล์นั้นก้จะเริ่มจากการเปิดไฟล์ขึ้นมาก่อน ซึ่งเราก็จะใช้ฟังก์ชัน fopen() ในการเปิดไฟล์ โดยมีรูปแบบคือ

fopen(ตำแหน่งและชื่อไฟล์ที่ต้องการเปิด,โหมดการเปิดไฟล์)

แสดงตัวอย่างได้ดังนี้

```
$fileopen = fopen("/user/local/apache/data/doc/testfopen.txt","w")\
```

จากตัวอย่างเราใช้ฟังก์ชัน fopen() ในการเปิดไฟล์ ซึ่งจะต้องมีการระบุพารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ คือ ไฟล์ที่ต้องการเปิด ในที่นี้ก็คือไฟล์ testfopen.txt (ถูกเก็บอยู่ใน /user/local/apache/data/doc) และโหมดของการเปิดไฟล์ คือ w หมายถึงการเปิดไฟล์เพื่อบันทึกข้อมูล เมื่อเปิดไฟล์เรียบร้อยแล้วฟังก์ชันจะคืนค่าผลลัพธ์เป็นพอยน์เตอร์ชี้ไปที่ไฟล์ซึ่งในตัวอย่างนี้เราเก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในตัวแปร $fileopen]

โหมดของการเปิดไฟล์ทั้งหมดที่สามารถใช้งานได้ แสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โหมดของการเปิดไฟล์ใน MySQL

โหมด	ความหมาย
r	เปิดไฟล์เพื่ออ่านอย่างเดียว โดยอ่านตั้งแต่จุดเริ่มต้นของไฟล์
r+	เปิดไฟล์เพื่ออ่านและเขียน โดยเริ่มอ่านและเขียนตั้งแต่จุดเริ่มต้นของไฟล์
w	เปิดไฟล์เพื่อเขียนอย่างเดียว เริ่มจากจุดเริ่มต้นของไฟล์ ถ้ามีไฟล์เดิมอยู่แล้ว ข้อมูลจะถูกลบและเริ่มเขียนใหม่ แต่ถ้าไม่มีจะสร้างไฟล์ขึ้นมาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 โหมดของการเปิดไฟล์ใน MySQL (ต่อ)

โหมด	ความหมาย
w+	เปิดไฟล์เพื่ออ่านและเขียน เริ่มจากจุดเริ่มต้นของไฟล์ ถ้ามีไฟล์เดิมอยู่แล้ว ข้อมูลจะถูกลบและเริ่มเขียนใหม่ แต่ถ้าไม่มีจะสร้างไฟล์ขึ้นมาใหม่
a	เปิดไฟล์เพื่อเขียนอย่างเดียว โดยเขียนข้อมูลต่อจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วในไฟล์ ถ้ายังไม่มีไฟล์ก็สร้างไฟล์ขึ้นมาใหม่
a+	เปิดไฟล์เพื่ออ่านและเขียน โดยเขียนข้อมูลต่อจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วในไฟล์ ถ้ายังไม่มีไฟล์ก็สร้างไฟล์ขึ้นมาใหม่
b	ใช้ร่วมกับโหมดอื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อเป็นการเปิดไฟล์ในโหมดไบนารี (โดยปกติ PHP จะเปิดไฟล์ในโหมดนี้อยู่แล้ว)
t	ใช้ร่วมกับโหมดอื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อเป็นการเปิดไฟล์ในโหมดเท็กซ์ไฟล์ธรรมดา

2.10 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานอยู่บนลินุกซ์ ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ถูกคิดค้นและพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์ (Android, Inc.) ซึ่งต่อมากูเกิลได้ทำการซื้อต่อบริษัทในปี พ.ศ. 2548 แอนดรอยด์ถูกเปิดตัวเมื่อ ปี พ.ศ. 2550 พร้อมกับการก่อตั้งโอเพนแฮนด์เซตอัลไลแอนซ์ ซึ่งเป็นกลุ่มของบริษัทผลิตฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์ และการสื่อสารคมนาคม ที่ร่วมมือกันสร้างมาตรฐานเปิด สำหรับอุปกรณ์พกพาโดยสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เครื่องแรกของโลกคือ เอชทีซี ดรีม วางจำหน่ายเมื่อปี พ.ศ. 2551

แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิ้ล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ

2.10.1 ประวัติความเป็นมา

บริษัทแอนดรอยด์ก่อตั้งขึ้นที่พาโลอัลโต รัฐแคลิฟอร์เนีย ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 โดย แอนดี รูบิน (ผู้ร่วมก่อตั้งบริษัทแดนเจอร์), ริช ไมเนอร์ (ผู้ร่วมก่อตั้งบริษัทไวลด์ไฟร์คอมมูนิเคชัน), นิก เซียส์ (ซึ่งเคยเป็นรองผู้จัดการที่ที่โมบายล์) และ คริส ไวท์ (หัวหน้าฝ่ายออกแบบและการพัฒนาอินเตอร์เฟซ ที่เว็บทีวี) สำหรับการพัฒนานั้น จากคำพูดของรูบิน "โทรศัพท์มือถือที่มีความฉลาดขึ้นและตระหนักถึงสถานที่ของเจ้าของมากขึ้น" จุดประสงค์แรกของบริษัทคือการพัฒนาระบบปฏิบัติการสำหรับกล้องดิจิทัล แต่เมื่อถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตระหนักว่าไม่ใช่ตลาดที่กว้างพอ และต่อมาได้เบี่ยงเบนความพยายามเพื่อที่จะทำระบบปฏิบัติการสำหรับสมาร์ตโฟน เพื่อแข่งกับซิมเบียน และ วินโดวส์โมเบิล (ในขณะนั้น ไอโฟน ยังไม่ได้วางขาย) แม้จะมีประวัติความสำเร็จของผู้ก่อตั้งและพนักงานของบริษัทในช่วงแรก บริษัทแอนดรอยด์ ได้ดำเนินการอย่างเงียบๆ ให้เห็นเพียงว่าเป็นบริษัทที่ผลิตระบบปฏิบัติการสำหรับโทรศัพท์มือถือ ในปีเดียวกัน รูบิน ไม่มีเงินเหลือแล้ว สตีฟ เพอร์ลแมน เพื่อนสนิทของรูบิน ได้ให้ยืมเงิน 10,000 ดอลลาร์สหรัฐ โดยส่งเงินใส่ในซองมาให้ และ ปฏิเสธที่จะถือหุ้นในบริษัท

Google ได้ซื้อกิจการบริษัทแอนดรอยด์ ในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2548 เพื่อให้มาเป็นบริษัทย่อยในเครือของ Google โดยบุคคลสำคัญของบริษัทแอนดรอยด์ ทั้ง รูบิน, ไมเนอร์ และ ไวท์ ยังอยู่กับบริษัทหลังจากถูกซื้อกิจการ มีผู้คนไม่มากที่รู้จักบริษัทแอนดรอยด์ในช่วงเวลานั้น แต่หลายคนสันนิษฐานว่า Google กำลังวางแผนที่จะเข้ามาสู่ตลาดโทรศัพท์มือถือจากการซื้อกิจการครั้งนี้ ที่ Google รูบินนำทีมที่จะพัฒนาระบบปฏิบัติการสำหรับโทรศัพท์มือถือซึ่งขับเคลื่อนโดยลินุกซ์ เคอร์เนล ในตลาดมือถือของ Google จะมีสัญญากับผู้ให้บริการเครือข่าย ต่อมา Google ได้เริ่มวางแผนในเรื่องของส่วนประกอบฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์ และผู้ให้บริการเครือข่าย

ความตั้งใจของ Google ที่จะเข้าสู่ตลาดเครื่องมือสื่อสาร อย่างโทรศัพท์มือถือได้มาถึงช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ตามรายงานของบีบีซี และ วอลล์สตรีตเจอร์นัล ได้ตั้งข้อสังเกตว่า Google พยายามที่จะผลิตโทรศัพท์มือถือที่ใช้สำหรับค้นหา และ ใช้โปรแกรมประยุกต์ หรือ แอพพลิเคชั่นได้ และ Google ได้ทำงานอย่างหนักเพื่อสิ่งนี้ และมีข่าวลือว่า Google จะพัฒนาโทรศัพท์มือถือภายใต้ชื่อสินค้าของตนเอง บางคนก็สันนิษฐานว่ากูเกิลจะกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของโทรศัพท์มือถือ และส่งให้กับผู้ผลิต และ ผู้ให้บริการเครือข่าย ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2550 อินฟอร์เมชันวีก (InformationWeek) ร่วมมือกับ เอแวลูเซิร์ฟ (Evalueserve) เพื่อที่จะศึกษารายงานของ Google ในการยื่นสิทธิบัตรเกี่ยวกับโทรศัพท์มือถือ

ในวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 โอเพนแฮนด์เซตอัลไลแอนซ์ ซึ่งเป็นกลุ่มพันธมิตรในด้านเทคโนโลยี ซึ่งรวมไปด้วย Google กับผู้ผลิตอุปกรณ์เช่น เอชทีซี, โซนี่ และ ซัมซุง รวมไปถึงผู้ให้บริการเครือข่ายเช่น สปรินต์ เน็กเทล และ ทีโมบายล์ และบริษัทผลิตฮาร์ดแวร์เช่น ควอล์คอมม์ และ เท็กซัสอินสตรูเมนส์ได้เปิดเผยในเป้าหมายเพื่อการพัฒนาโทรศัพท์มือถือที่มีมาตรฐานเปิด ในวันเดียวกัน แอนดรอยด์ได้เปิดตัวสินค้าชิ้นแรก ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มโทรศัพท์มือถือ สร้างบนลินุกซ์ เคอร์เนล 2.6 ส่วนโทรศัพท์มือถือเครื่องแรกที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์คือเอชทีซี ดรีม เปิดตัวเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2551

ในปี พ.ศ. 2553 Google ได้เปิดตัว Google Nexus ซึ่งเป็นซีรีส์หรือตระกูลของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยไม่ปรับแต่งใดๆ จากผู้ผลิต ซึ่งผลิตโดยผู้ผลิตที่เป็นพาร์ตเนอร์กับ Google โดยเอชทีซี ร่วมมือกับ Google ในการเปิดตัวสมาร์ตโฟนเน็กซัสรุ่นแรก มีชื่อว่า เน็กซัสวัน โดยซีรีส์นี้จะได้รับการอัปเดตรุ่นใหม่ก่อนอุปกรณ์อื่นๆ Google ได้เปิดตัวโทรศัพท์และแท็บเล็ต ซึ่งเป็นรุ่นเรือธงของแอนดรอยด์ โดยจะใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์รุ่นล่าสุดของแอนดรอยด์ ต่อมาในวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2556 แอนดี รูบิน ได้ถูกย้ายจากฝ่ายแอนดรอยด์ ไปยังฝ่ายการผลิตใหม่ของ Google ซึ่งตำแหน่งของรูบิน ถูกแทนที่ด้วยซันดาร์ พิชัย ที่จะทำงานในตำแหน่งหัวหน้าของฝ่ายกูเกิล โครมด้วย ซึ่งเขาเป็นผู้พัฒนาโครมโอเอส

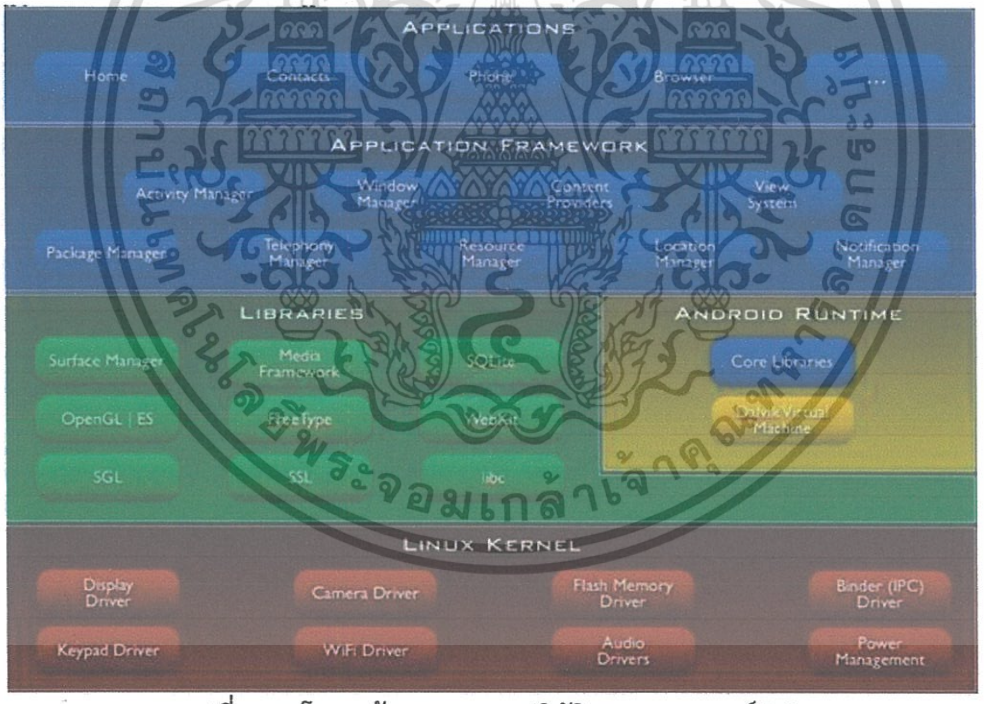
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 แอนดรอยด์ได้ใช้การอัปเดตแบบเรียงตามเลขรุ่น ซึ่งจะมีการปรับปรุงส่วนต่างๆ ของระบบปฏิบัติการ, เพิ่มคุณสมบัติใหม่ และ แก้ไขข้อผิดพลาดในรุ่นก่อนหน้า โดยแต่ละรุ่นจะมีชื่อเฉพาะเรียงตามลำดับตัวอักษรและจะใช้ชื่อจากขนมหวาน เช่น รุ่น 1.5 "คัพเค้ก" 1.6 "โดนัท" รุ่น 4.3 "เจลลีบีน" และรุ่น 4.4 "คิทแคท" ซึ่งได้เปิดตัวเมื่อวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2556

ในปี พ.ศ. 2557 กูเกิลเปิดตัว "Android L" (ต่อมาใช้ชื่อว่า โลลิป็อป) และเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2558 กูเกิลได้เปิดตัวแอนดรอยด์รุ่นใหม่ล่าสุดในชื่อ "Android M" (ต่อมาใช้ชื่อว่า มาร์ชเมลโลว)

2.10.2 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การทำความเข้าใจโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะถ้านักพัฒนาโปรแกรม สามารถมองภาพโดยรวมของระบบได้ทั้งหมด จะให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปช่วยในการออกแบบโปรแกรมที่ต้องการพัฒนา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน ทั้งนี้โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แสดงดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยน์ [8]

จากรูปที่ 2.32 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะสังเกตได้ว่า มีการแบ่งออกมาเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของ Applications จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆ ตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์ พอที่จะอธิบายเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Application เป็นส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆ ได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้

- Application Framework เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

1) Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม (Activity)

2) Content Providers เป็นกลุ่มของชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่น และสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้

3) View System เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

4) Telephony Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น

5) Resource Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็น ข้อความ, รูปภาพ

6) Location Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์

7) Notification Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรม ต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ผ่านทางแถบสถานะ (Status Bar) ของหน้าจอ

- Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media Framework จัดการเกี่ยวกับการการแสดงภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3 มิติ และ 2 มิติ, SQLlite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

- Android Runtime จะมี Darvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ (Memory), หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และพลังงาน (Battery)ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Darvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับ หน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)

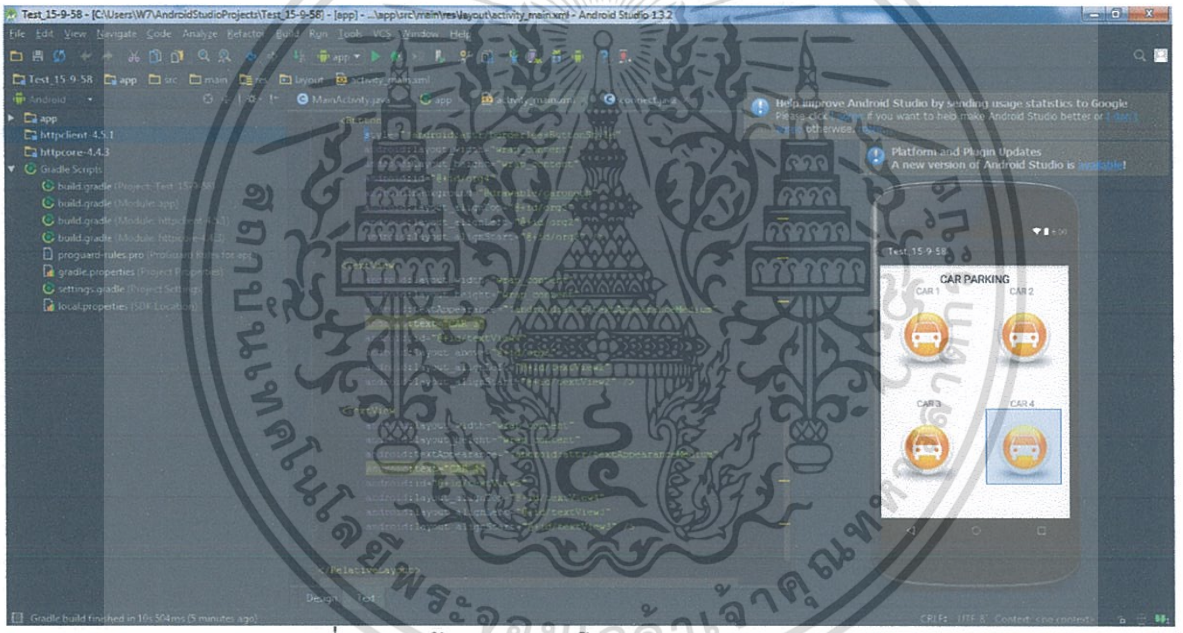
- Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 26. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 โปรแกรมที่ใช้สร้างและพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.10.3.1 โปรแกรม Android Studio

Android Studio เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ซึ่งมีไว้พัฒนาตัวโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือ ต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอพพลิเคชั่นบน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัวแอพพลิเคชั่น มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรันแอพพลิเคชั่น บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหากันอยู่ในปัจจุบัน โดยหน้าจอหลักของโปรแกรม Android Studio จะมี Themes ออกสีดำ และเมนูต่าง ๆ จะคล้าย ๆ กับ Eclipse ดังแสดงในรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 หน้าจอหลักของโปรแกรม Android Studio

การเขียนแอพพลิเคชั่นบน Android Studio จะมีขั้นตอนอยู่ 2 ขั้นตอนก็คือ ติดตั้ง Java SDK และดาวน์โหลด Android Studio มาติดตั้งก็จะสามารถใช้งานได้ทันที โดยที่ไม่ต้องทำการติดตั้ง Android ADT Plugin แต่อย่างใด ซึ่งช่วยลดขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือต่างๆ ได้ ปัจจุบัน Android Studio สามารถดาวน์โหลด เพื่อใช้งานบน Platform ต่าง ๆ ได้เกือบทุก OS เช่น Windows , Mac และ Linux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

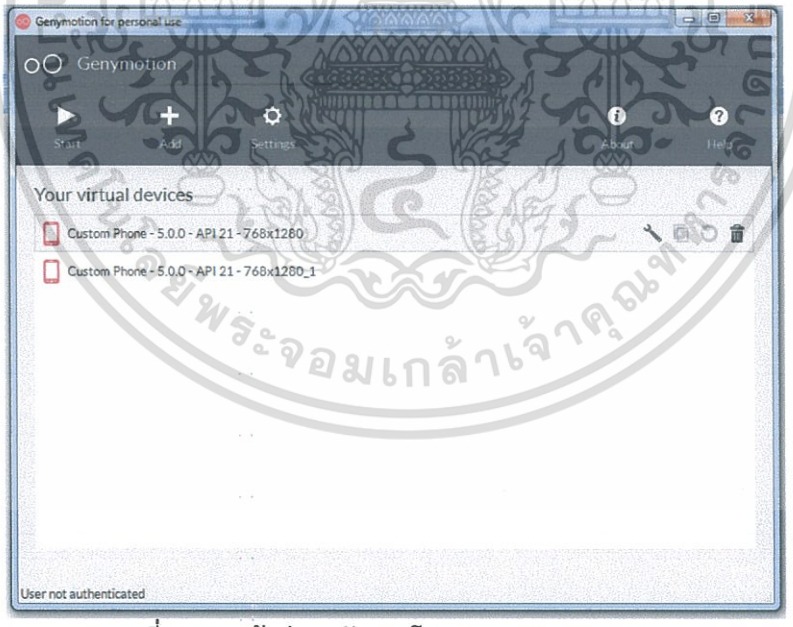
โดยพื้นฐานแล้วโปรแกรม Android Studio จะคล้าย ๆ กับการเขียน แอพพลิเคชั่น บนโปรแกรม Eclipse โดยมีพวกโครงสร้างไฟล์ หรือ Widgets ต่าง ๆ ก็คล้าย ๆ กัน แต่จะแปลกใหม่ตรงที่มี Preview ในส่วนของ Layout ที่มีความสามารถมากขึ้น

2.10.3.2 โปรแกรม Genymotion

นักพัฒนา Android Application ส่วนใหญ่มีปัญหากับการทดสอบโปรแกรมเป็นอย่างมาก เพราะความช้าของโปรแกรมจำลองเครื่อง (Emulator) ที่มากับ ADT หรือชุดเครื่องมือพัฒนาจาก Google เอง ทำให้จำเป็นต้องใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จริงๆ ในการทดสอบ และถ้าอยากทดสอบหลายๆ รุ่นหลายๆ ยี่ห้อ ก็ต้องมีเครื่องหลายๆ รุ่น ทำให้สิ้นเปลืองเงิน

โดยปกติเราจะต้องลง Android SDK รวมถึง plugins ต่างๆ สำหรับ eclipse เพื่อใช้ในการเขียนแอพ ซึ่งใน SDK นี้ก็จะมีทั้ง library, emulator และเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นมาด้วยแล้ว ซึ่งหลังจากติดตั้งครบแล้วก็ต้องเลือกโหลด System Image สำหรับแต่ละเวอร์ชั่นมาอีกที เพราะแต่ละรุ่นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ก็ไม่เหมือนกัน เช่น jellybean , kitkat เป็นต้น

Genymotion ทำให้สามารถข้ามในส่วนสุดท้ายไปได้คือ ไม่ต้องโหลด System Image เพิ่มเติมจาก Android SDK โดยโปรแกรม Genymotion จะมีส่วนให้โหลดต่างหาก หน้าต่างหลักของโปรแกรม Genymotion แสดงดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 หน้าต่างหลักของโปรแกรม Genymotion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ภาษา JavaScript

JavaScript เป็นภาษาโปรแกรม (programming language) ประเภทหนึ่ง ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะแปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง (interpret) ภาษานี้เดิมมีชื่อว่า LiveScript ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Netscape ด้วยวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะช่วยให้เว็บเพจสามารถแสดงเนื้อหา ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปได้ ตามเงื่อนไข หรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน หรือสามารถโต้ตอบกับผู้ชมได้มากขึ้น ทั้งนี้เพราะภาษา HTML แต่เดิมนั้น เหมาะสำหรับใช้แสดงเอกสาร ที่มีเนื้อหาคงที่แน่นอน และไม่มีลูกเล่นอะไรมากมาย

เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนาไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA ซึ่งเราจะพบว่าปัจจุบัน จะหาเว็บเพจที่ไม่ใช้ JavaScript เลยนั้นได้ยาก

การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์ ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบันบราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ดี สิ่งที่ต้องระวังคือ JavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชั่นใหม่ ๆ ออกมาด้วย ดังนั้น ถ้านำโค้ดของเวอร์ชั่นใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error ได้

การทำงานของ JavaScript เกิดขึ้นบนบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้นไม่ว่าคุณจะใช้เซิร์ฟเวอร์อะไร หรือที่ไหน ก็ยังคงสามารถใช้ JavaScript ในเว็บเพจได้ ต่างกับภาษาสคริปต์อื่น เช่น Perl, PHP หรือ ASP ซึ่งต้องแปลความและทำงานที่ตัวเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (เรียกว่า server-side script) ดังนั้นจึงต้องใช้บนเซิร์ฟเวอร์ ที่สนับสนุนภาษาเหล่านี้เท่านั้น จากลักษณะดังกล่าวก็ทำให้ JavaScript มีข้อจำกัดคือไม่สามารถรับและส่งข้อมูลต่าง ๆ กับเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เช่น การอ่านไฟล์จากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำมาแสดงบนเว็บเพจ หรือรับข้อมูลจากผู้ชม เพื่อนำไปเก็บบนเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น ดังนั้นงานลักษณะนี้ จึงยังคงต้องอาศัยภาษา server-side script แต่ภาษา JavaScript ก็สามารถทางานบนเซิร์ฟเวอร์ได้ แต่ต้องอาศัยเซิร์ฟเวอร์ที่สนับสนุนโดยเฉพาะ

การทำงานของ JavaScript จะมีประสิทธิภาพมาก ถ้าใช้ดัดแปลงคุณสมบัติ ขององค์ประกอบต่าง ๆ บนเว็บเพจ (เช่น สี หรือรูปแบบของข้อความ) และสามารถรับรู้เหตุการณ์ ที่ผู้ชมเว็บเพจโต้ตอบกับองค์ประกอบเหล่านั้น (เช่น การคลิก หรือเลื่อนเมาส์ไปวาง) ได้ ดังนั้นจากภาษา HTML เดิม ที่มีลักษณะสถิต (static) ใน HTML เวอร์ชั่นใหม่ ๆ จึงได้มีการพัฒนาให้มีคุณสมบัติบางอย่างเพิ่มขึ้น และมีลักษณะเป็นอ็อบเจ็ค (object) มากขึ้น การทำงานร่วมกันระหว่างคุณสมบัติใหม่ของ HTML ร่วมกับ JavaScript นี้เอง ทำให้เกิดเป็นสิ่งที่เรียกว่า Dynamic HTML คือภาษา HTML ที่สามารถใช้สร้างเว็บเพจที่มีลักษณะพลวัต (dynamic) ได้นั่นเอง

นอกจากนี้ อีกองค์ประกอบหนึ่งที่เกี่ยวข้อง ก็คือ Cascading Style Sheet (CSS) ซึ่งเป็นภาษาที่ช่วยให้เราควบคุมรูปแบบ ขององค์ประกอบต่าง ๆ บนเว็บเพจ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าคำสั่ง หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท็ก (tag) ปกติของ HTML เนื่องจาก JavaScript สามารถดัดแปลงคุณสมบัติของ CSS ได้เช่นกัน ดังนั้นมันจึงช่วยให้เราควบคุมเว็บเพจ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

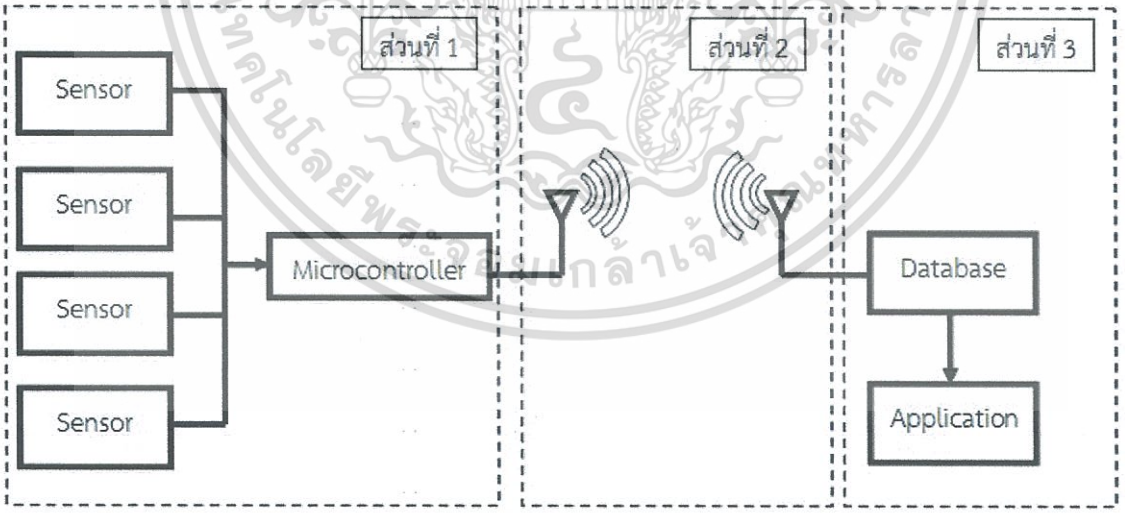
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถมีจุดประสงค์ คือ เพื่อทำการตรวจสอบสถานะในช่องจอดรถที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์และจัดการแนะนำที่จอดเพิ่มเติมหากที่จอดรถทั้งหมดที่ได้ทำการติดตั้งเซนเซอร์ถูกจอดจนเต็มแล้ว โดยข้อมูลจะถูกส่งแบบไร้สายผ่านโมดูลซิกบีไปยังฐานข้อมูลและสามารถนำข้อมูลจากฐานข้อมูลไปแสดงผลบนแอพพลิเคชั่นแอนดรอยด์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะการจอดรถในขณะนั้น เพื่อวางแผนการจอดรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการจัดทำปริญญานิพนธ์และการออกแบบการทำงานของระบบมีดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบจะเริ่มจากการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจสอบสถานะการจอดรถไว้ตามที่จอดรถที่เลือกไว้ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานและประมวลผล จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำข้อมูลที่ได้ส่งผ่านโมดูลไร้สายซิกบีตัวส่ง โดยทำหน้าที่ส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังโมดูลไร้สายซิกบีตัวรับ จากนั้นโมดูลไร้สายซิกบีตัวรับจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการจัดเก็บข้อมูล และนำข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลขึ้นมาแสดงผ่านแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

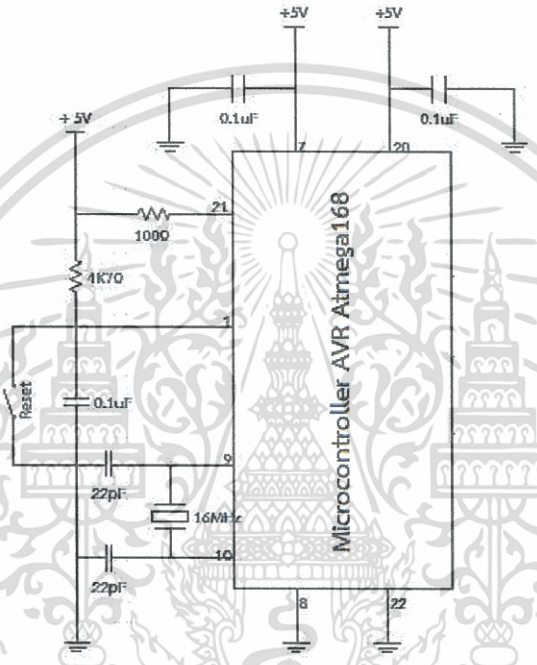
รูปที่ 3.1 คือบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันโดยส่วนแรกคือส่วนของเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับสถานะของช่องจอดรถแต่ละจุด ส่วนที่ 2 คือภาคส่งและรับข้อมูลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลไร้สายซิกบี และส่วนที่ 3 คือส่วนของการจัดเก็บลงฐานข้อมูลรวมถึงการนำไปแสดงผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์นับเป็นศูนย์กลางการควบคุมและประมวลผลการทำงานของระบบ ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmega168 และใช้ชุดคำสั่งการควบคุมของ Arduino โดยได้มีการออกแบบและจัดทำไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับใช้ในปริญญานิพนธ์ตามแผนผังวงจรการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.2



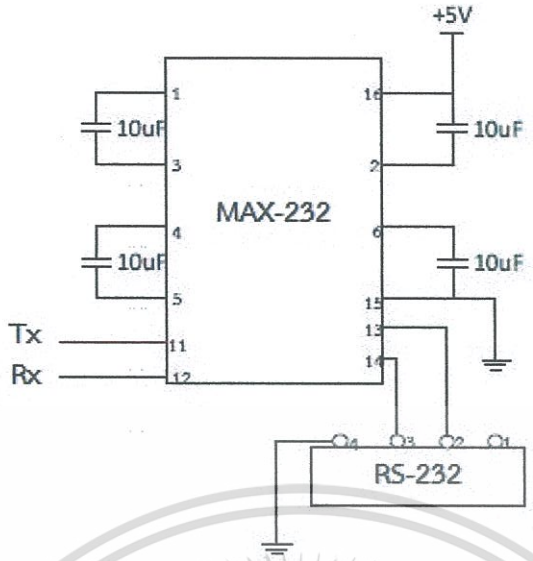
รูปที่ 3.2 วงจรการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR Atmega168

โดยการจัดทำเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถนั้นได้มีการจัดทำบอร์ดของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับใช้งานจำนวน 1 บอร์ด ซึ่งแสดงลักษณะบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้จัดทำขึ้นมารวมกับวงจรปรับระดับสัญญาณแรงดันสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรม ดังรูปที่ 3.4

3.1.3 วงจรปรับระดับสัญญาณแรงดันสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรม

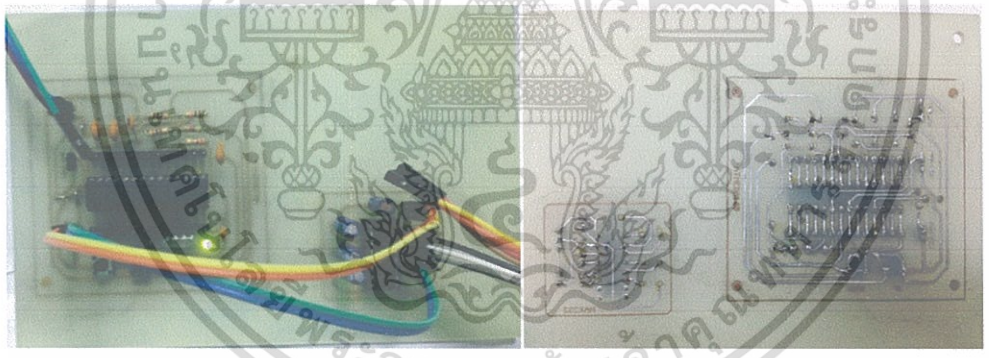
สำหรับการพัฒนาระบบโดยใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จำเป็นต้องมีการใช้ช่องทางการสื่อสารแบบอนุกรม โดยการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งพบว่าพอร์ทสื่อสารแบบอนุกรมของคอมพิวเตอร์นั้นเป็นแบบมาตรฐาน RS-232 ในขณะที่พอร์ทการสื่อสารแบบอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเป็นแบบ TTL จึงจำเป็นต้องมีการปรับระดับแรงดันของสัญญาณให้อยู่ในระดับเดียวกัน โดยใช้ไอซี MAX232 เป็นอุปกรณ์ในการปรับระดับแรงดันดังกล่าว ทั้งนี้แสดงลักษณะวงจรเชื่อมต่อการใช้งานได้ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรปรับระดับสัญญาณแรงดันสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรม

และได้มีการจัดทำวงจรดังกล่าวร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับใช้ในการพัฒนาระบบ ดังรูปที่ 3.4



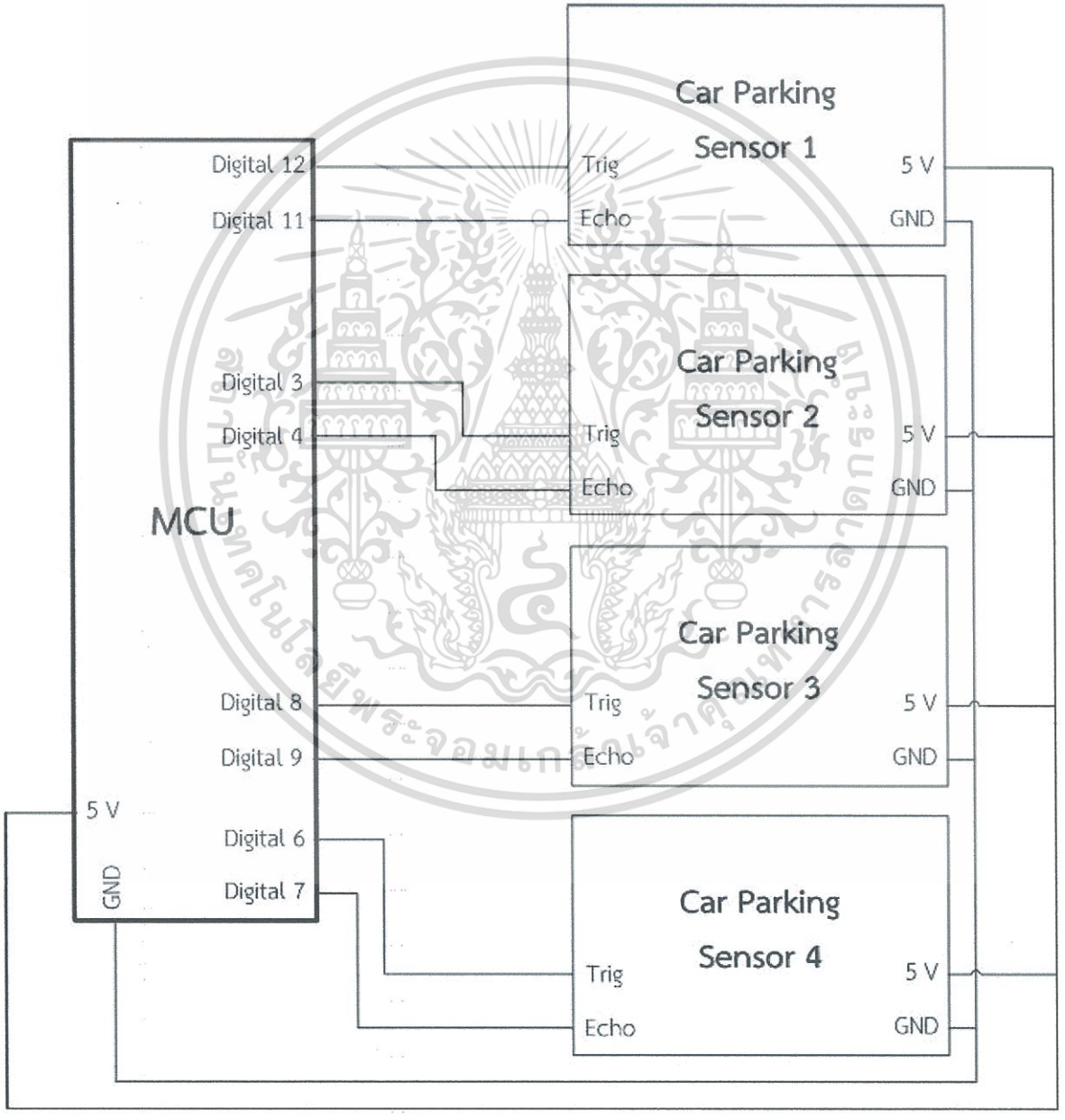
(a) (b)

รูปที่ 3.4 ลักษณะบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR Atmega168 และ บอร์ดวงจรปรับระดับสัญญาณแรงดันสำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้งานในระบบ (a) ด้านหน้า และ (b) ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 เซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถ

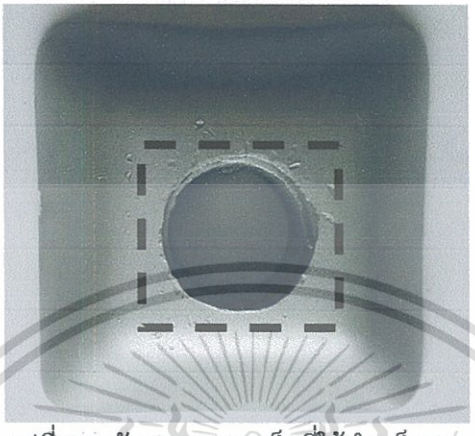
ในส่วนของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถ จะใช้โมดูลอัลตราโซนิคมาวัดระยะทางตั้งแต่พื้นถึงใต้ท้องรถยนต์ในหน่วยเซนติเมตร โดยกำหนดให้ ถ้าหากวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 0 เซนติเมตรถึง 40 เซนติเมตร หมายความว่าในขณะนั้นมีรถจอดอยู่และถ้าหากวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 40 เซนติเมตรขึ้นไปหมายความว่าในขณะนั้นไม่มีรถจอดอยู่ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมและประมวลสัญญาณที่ได้ ซึ่งถ้าหากวัดระยะทางได้ที่ 0 – 40 เซนติเมตร ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลและส่งลอจิก 1 ไปให้ฐานข้อมูล ในทางตรงกันข้ามหากวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 40 เซนติเมตรขึ้นไป ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลและส่งลอจิก 0 ไปให้ฐานข้อมูล วงจรของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถแสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบช่องจอดรถยนต์ในลานจอดรถจะต้องมีการออกแบบแพ็คเกจที่มีความทนทานสามารถรองรับแรงกดทับของรถยนต์ได้ เพราะในการติดตั้งเซนเซอร์ของปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้จะมีการติดตั้งเซนเซอร์ที่พื้นใต้รถทำให้เสี่ยงต่อการถูกรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการลานจอดรถเหยียบหรือทับได้ ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้เหล็กหนารูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมหัวตัดดังแสดงในรูปที่ 3.6



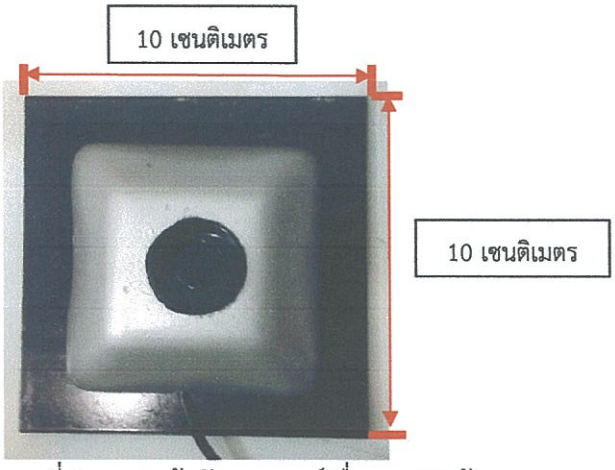
รูปที่ 3.6 ลักษณะของเหล็กที่ใช้ทำแพ็คเกจ

จากรูปที่ 3.6 จะเห็นได้ว่าเหล็กจะถูกเจาะรูไว้เป็นวงกลมดังในกรอบเส้นประสี่เหลี่ยมเพื่อให้รองรับเข้ากับหัวอัลตราโซนิค อีกส่วนของแพ็คเกจนี้จะเป็นเหล็กสี่เหลี่ยมแสดงดังรูปที่ 3.7 ใช้เป็นฐานเพื่อปิดให้ตัวเซนเซอร์อยู่ทางด้านในเพื่อให้ง่ายต่อการถอดหรือซ่อมแซมอุปกรณ์เซนเซอร์

รูปที่ 3.7 ฐานรองแพ็คเกจ

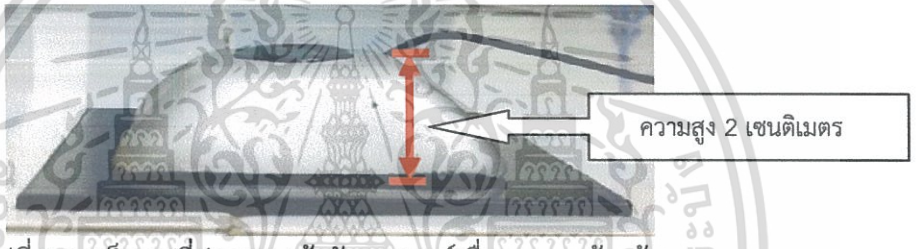
จากรูปที่ 3.7 ฐานรองแพ็คเกจจะถูกเจาะรู 2 รู เพื่อใส่น็อตยึดติดกับตัวแพ็คเกจในรูปที่ 3.6 แสดงตามลูกศรสีขาว เมื่อทำการประกอบทั้งสองส่วนและหัวอัลตราโซนิคเข้าด้วยกันจะแสดงได้ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แพ็คเกจที่ประกอบเข้ากับเซนเซอร์เมื่อมองจากด้านบน

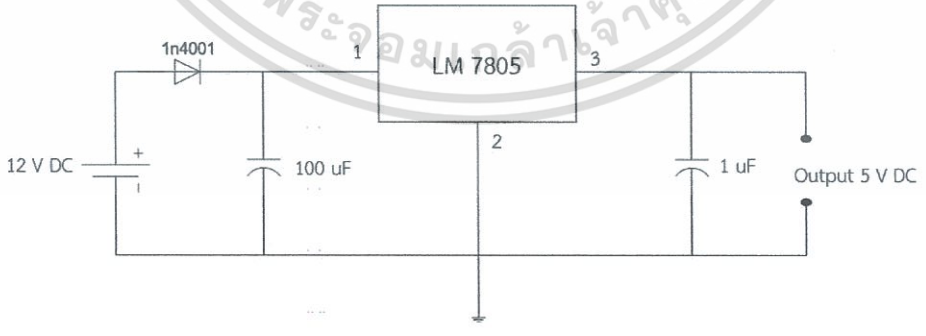
จากรูปที่ 3.8 จะแสดงให้เห็นด้านบนของแพ็คเกจ ซึ่งจะเห็นด้านกว้างและด้านยาวของแพ็คเกจตามที่แสดงในกรอบสี่เหลี่ยม ส่วนวงกลมตรงกลางจะเป็นหัวอัลตราโซนิค ซึ่งความสูงของแพ็คเกจจะแสดงให้เห็นในกรอบสี่เหลี่ยมของรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แพ็คเกจที่ประกอบเข้ากับเซนเซอร์เมื่อมองจากด้านข้าง

3.1.5 วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

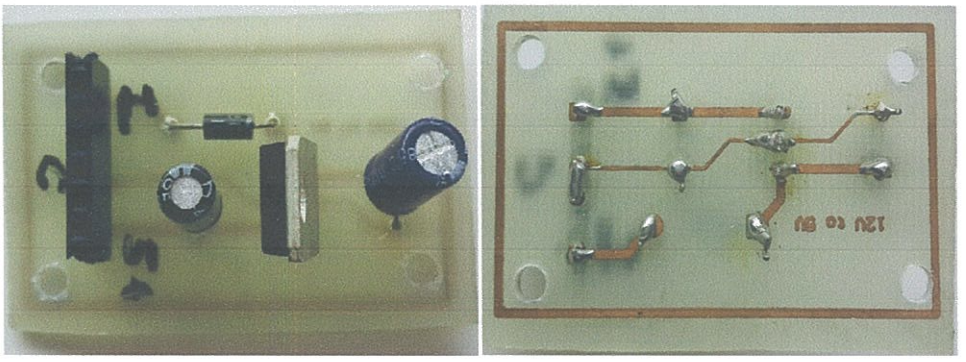
วงจรนี้ทำหน้าที่ในการปรับค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยเลือกใช้งานไอซีเบอร์ LM 7805 ในการปรับค่าแรงดันจาก 12 โวลต์จากแบตเตอรี่เป็น 5 โวลต์ เพื่อให้วงจรโดยรวมสามารถทำงานได้ถูกต้องตามคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละชิ้นในวงจร วงจรแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงแสดงได้ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง

และได้มีการจัดทำวงจรดังกล่าวสำหรับปรับค่าแรงดันกระแสตรงจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) (b)

รูปที่ 3.11 ลักษณะบอร์ดวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจาก 12 โวลต์เป็น 5 โวลต์ (a) ด้านหน้า และ (b) ด้านหลัง

3.1.6 โปรแกรม C# เพื่อรับค่าสถานะการจอดรถจากเซนเซอร์

คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้โปรแกรม Visual C# เพื่อสร้างอินเตอร์เฟสแบบง่ายๆ ให้ผู้ใช้งานเข้าใจการรับข้อมูลของระบบ โดยโปรแกรม Visual C# ใช้เพื่อเป็นตัวกลางในการรับค่าสถานะจากเซนเซอร์และส่งเข้าไปเก็บในฐานข้อมูล ซึ่งใช้วิธีการบันทึกเป็นไฟล์ .csv แบบอัตโนมัติก่อนแล้วจึงนำไฟล์ .csv ที่ได้ไปบันทึกลงฐานข้อมูลโดยลักษณะของโปรแกรมที่จัดทำขึ้นจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 หน้าต่างโปรแกรม C# ที่สร้างขึ้น

ส่วนประกอบของหน้าต่างโปรแกรม C# มีดังนี้

- Text Box แสดงข้อมูลที่รับเข้ามา
- Combo Box ใช้เลือกพอร์ทอนุกรมที่จะรับค่าข้อมูล
- Import Data กดปุ่มนี้เมื่อต้องการรับค่าข้อมูลจากพอร์ทอนุกรมที่เลือก
- Stop กดปุ่มนี้เมื่อต้องการหยุดรับข้อมูลจากพอร์ทอนุกรม
- Clear กดปุ่มนี้เมื่อต้องการล้างข้อมูลที่แสดงอยู่บน Text Box
- Save Text กดปุ่มนี้เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์ .txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 การสร้างแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.1.7.1 ทดลองใช้ Google Maps บนแอพพลิเคชั่นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การขอ API Key สำหรับ Google Maps

API Key นั้นจะสัมพันธ์กับชุดรหัส SHA1 ใน Keystore ที่ใช้ Build แอพพลิเคชั่นตัวนั้นๆ และสัมพันธ์กับ Package ของแอพพลิเคชั่นที่เรียกใช้งาน ดังนั้น API Key นี้จะผูกกับแอพพลิเคชั่นตัวเดียวเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้กับแอพพลิเคชั่นตัวอื่นได้ (ทำหลายแอพพลิเคชั่นก็ต้องขอทุกตัว) ชุดรหัส SHA1 จาก Keystore ที่ใช้เพื่อขอ API Key นั้นจะมีอยู่สองแบบด้วยกันคือ SHA1 ของ Debug Keystore และ Signed Keystore โดยมีเงื่อนไขอยู่ว่า

- ชุดรหัส SHA1 จาก Keystore ที่ใช้เพื่อขอ API Key นั้นจะมีอยู่สองแบบด้วยกันคือ SHA1 ของ Debug Keystore และ Signed Keystore โดยมีเงื่อนไขอยู่ว่า

- ใช้ SHA1 จาก Signed Keystore เมื่อพัฒนาแอปพลิเคชั่นเสร็จแล้ว และพร้อมจะ Public ขึ้น Google Play Store หรือ 3rd Party App Store

โดยในที่นี้คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ SHA1 จาก Keystore เพราะยังไม่จำเป็นต้องขึ้น Google Play Store โดยการอ่านชุดรหัส SHA1 จาก Keystore จะต้องทำผ่าน Terminal (OS X หรือ Linux) หรือ Command Prompt (Windows) ดังนี้

list -v -keystore <keystore_file_path> -alias <alias_name> -storepass <alias_pass> -keypass <keystore_pass>

โดยที่

- keystore_file_path คือที่อยู่ของไฟล์ Keystore ที่ต้องการอ่าน SHA1

- alias_name Alias Name ของ Keystore นั้นๆ

- alias_pass รหัสผ่านสำหรับ Alias Name

- keystore_pass รหัสผ่านสำหรับ Keystore

ถ้าเป็น Debug Keystore ทาง Google ก็ได้กำหนดตายตัวไว้ตั้งแต่แรกแล้ว

- Alias Name คือ androiddebugkey

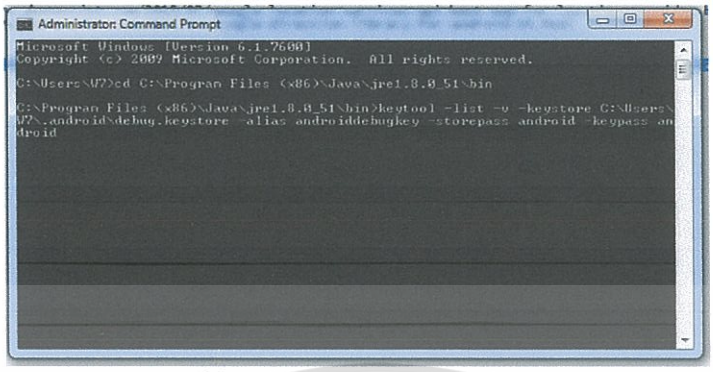
- Alias Password คือ android

- Keystore Password คือ android

คณะผู้จัดทำใช้ OS X และต้องการ SHA1 ของ Debug Keystore จะต้องใช้คำสั่งดังนี้

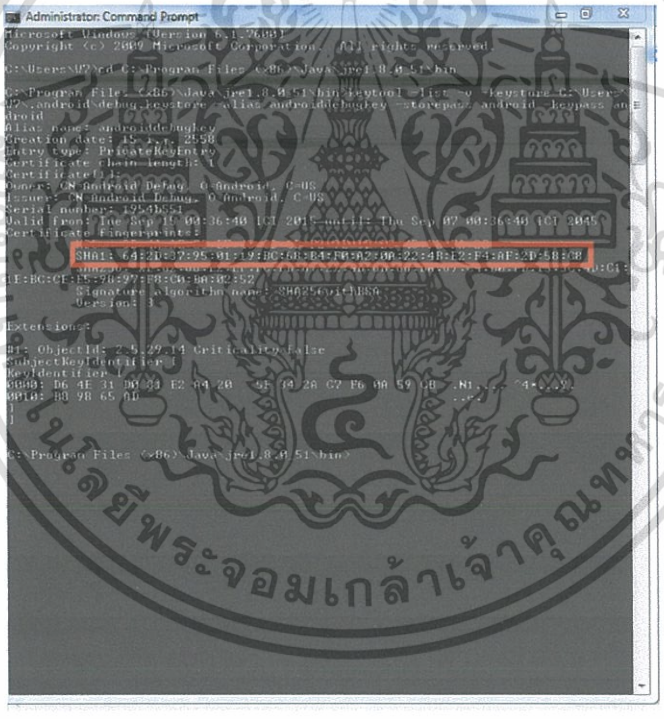
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

keytool -list -v -keystore C:\Users\W7\.android\debug.keystore -alias androiddebugkey -storepass android -keypass android ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 คำสั่งที่ใช้อ่านค่า SHA1

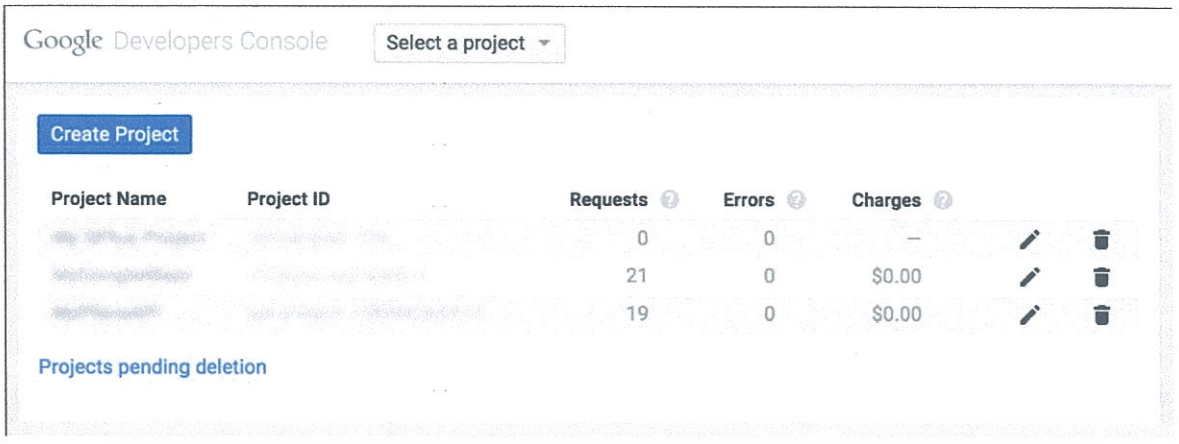
จากรูปที่ 3.13 จะได้ผลคือชุดรหัสดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ชุดรหัส SHA1

เมื่อได้ทำชุดรหัส SHA1 ต่อไปจะทำการขอ API Key จาก Google Developer Console โดยทำการ Login ด้วย Google Account จากนั้นก็จะเข้าสู่หน้าแรกของเว็บ จากนั้นกดปุ่ม Create Project ดังแสดงในรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



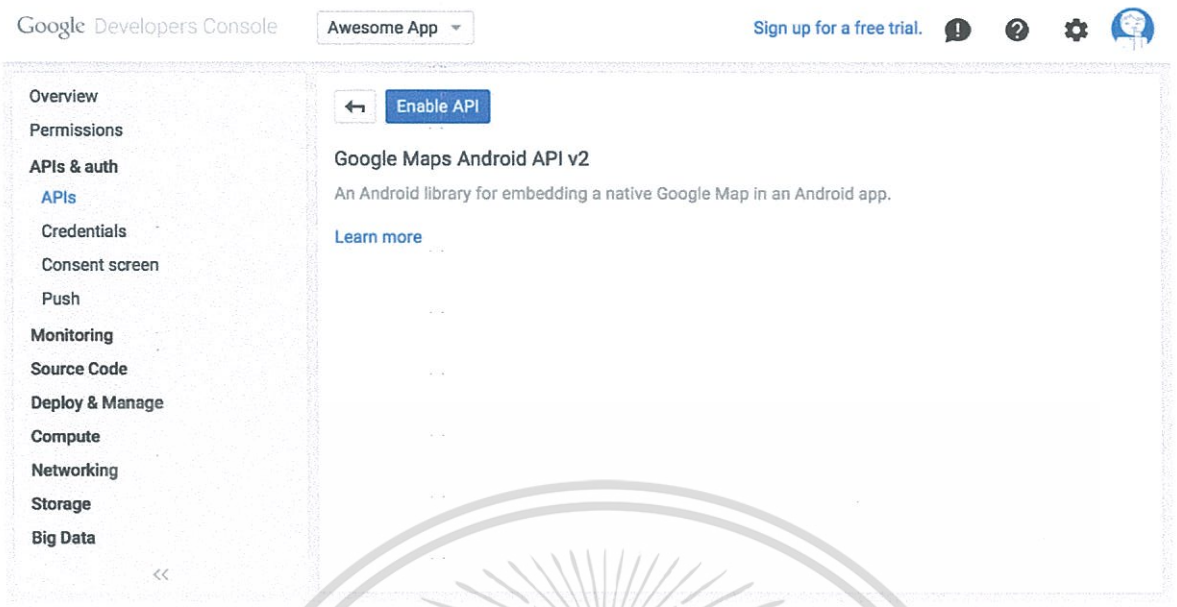
รูปที่ 3.15 ทำการ Create Project

จากนั้นตั้งชื่อ Project และกด Create ต่อมาเมื่อสร้างเสร็จแล้วก็จะเข้าสู่หน้า Overview ของโปรเจคทันที ให้กดเลือกที่ APIs & auth > APIs ที่อยู่ฝั่งซ้ายมือของหน้าเว็บ จากนั้นให้เลือก Google Maps Android API ดังแสดงในรูปที่ 3.16

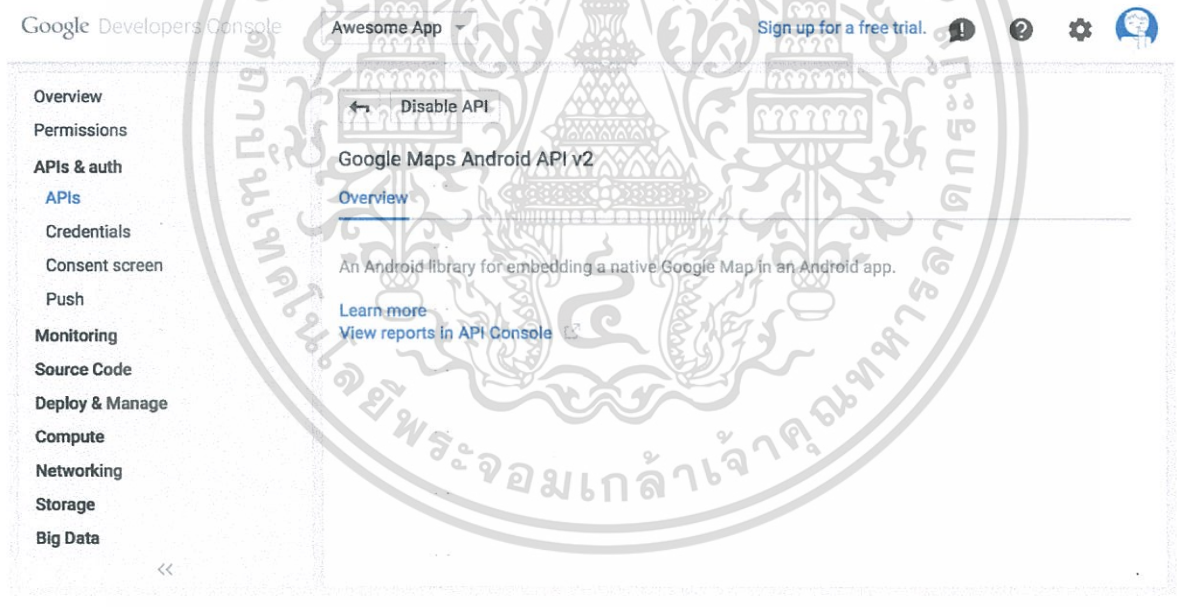
รูปที่ 3.16 เลือก Google Maps Android API

ต่อมากด Enable ดังแสดงในรูปที่ 3.17 เพื่อเปิดใช้งาน Google Maps Android API ดังแสดงในรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



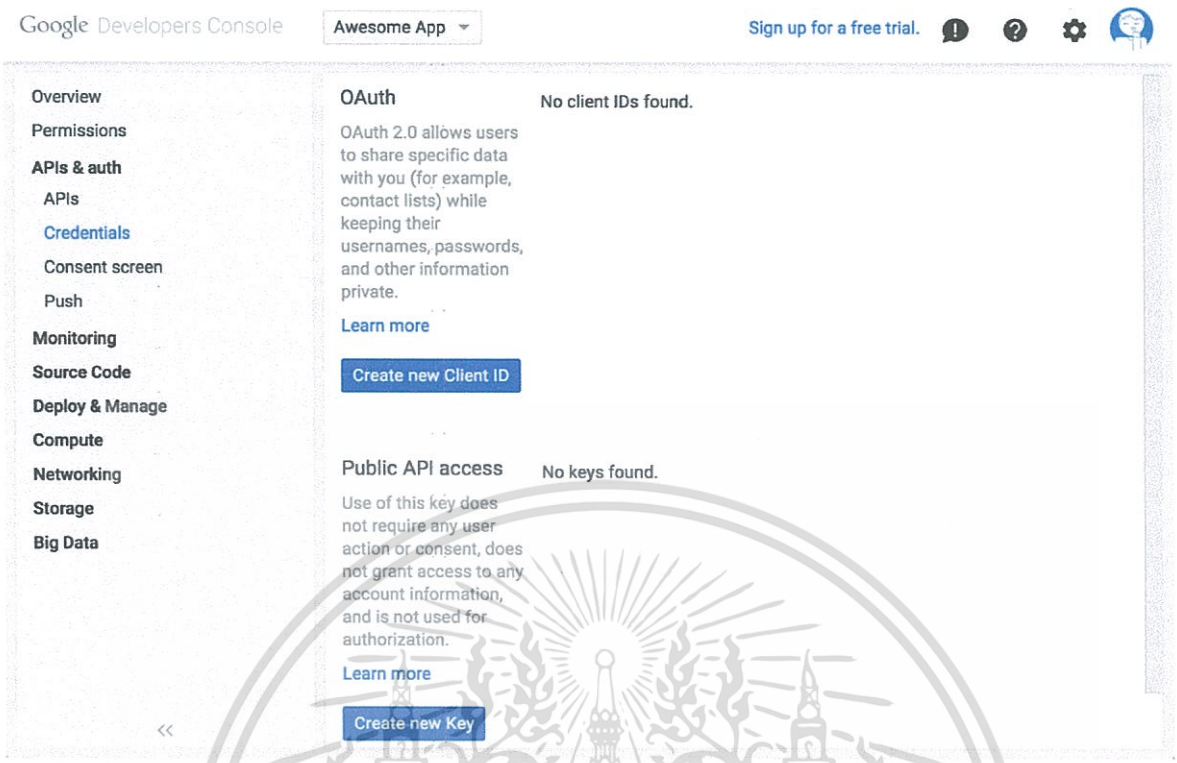
รูปที่ 3.17 กด Enable API เพื่อเปิดใช้งาน Google Maps Android API



รูปที่ 3.18 เปิดใช้งาน Google Maps Android API แล้ว

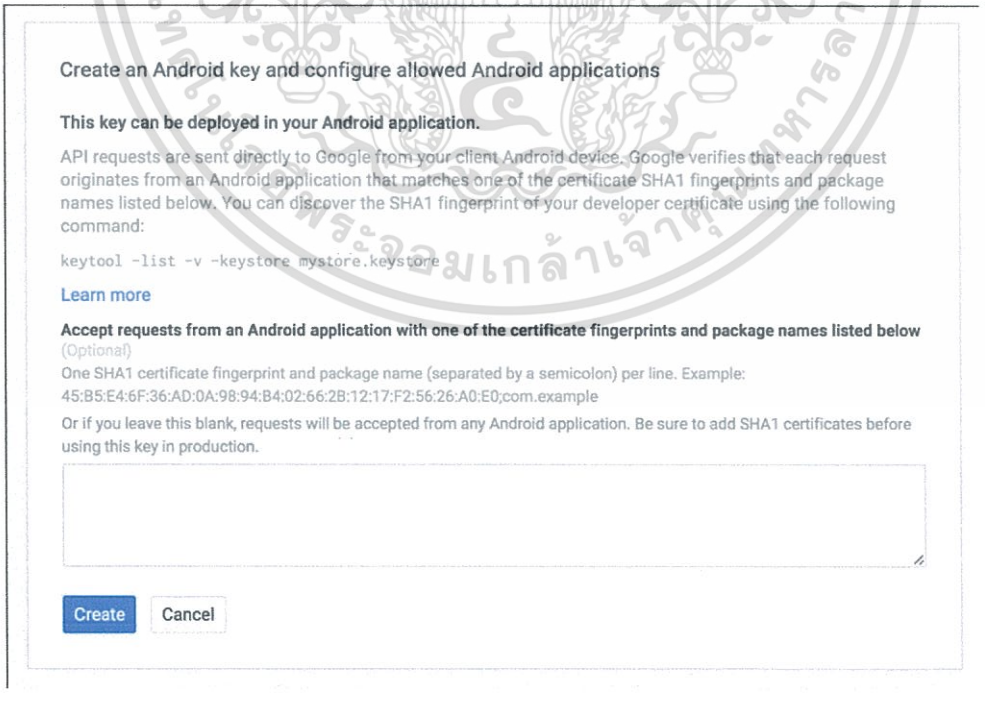
ต่อมาเลือกไปที่ APIs &auth > Credentials แล้วกดที่ปุ่ม Create new Key ที่ Public API access เพื่อขอ API Key ดังแสดงในรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 กดปุ่ม Create new Key

ต่อมาจะมีหน้าต่างให้ใส่ SHA1 กับ Package Name ของแอพพลิเคชั่นลงในช่องว่างดังแสดงใน รูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ใส่ SHA1 กับ Package Name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม Create จากนั้นจะได้ API Key ดังแสดงในรูปที่ 3.21

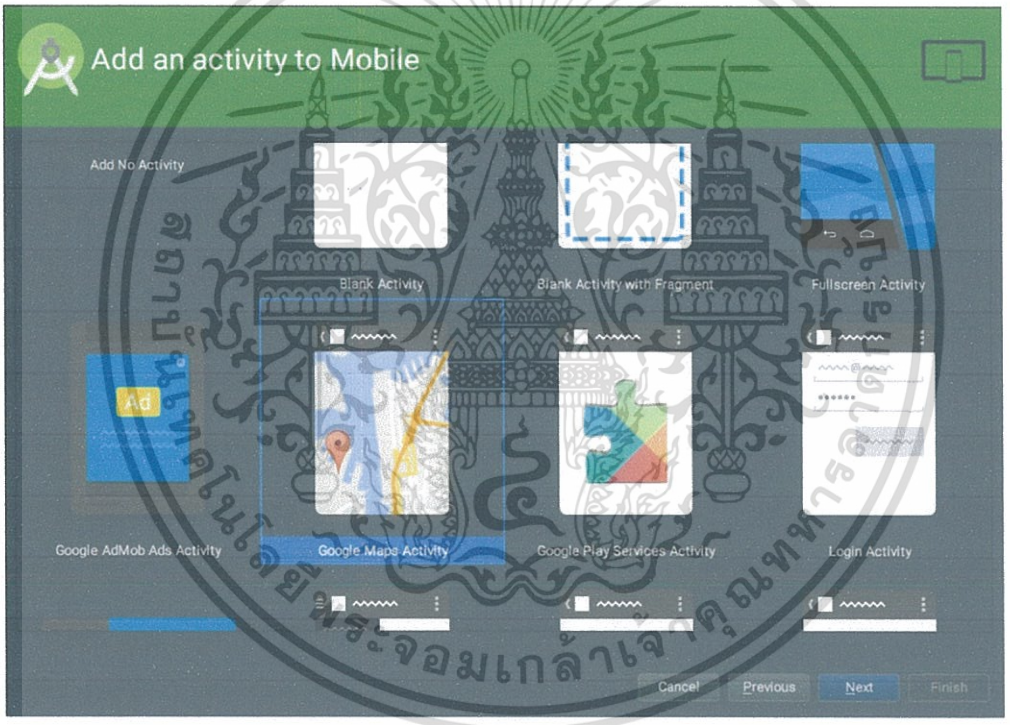
Android API key

API key	AIzaSyCaqHemQNmbUaWPI6HtqotwnZ4mZSA4EPg
Creation date	Jan 28, 2016, 11:56:54 PM
Created by	bsmz568568@gmail.com (you)

รูปที่ 3.21 รหัส API Key

การนำ API Key ไปใช้ในแอพพลิเคชั่น

สร้าง Project ใหม่และเลือก Google Maps Activity ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 เลือก Google Maps Activity

จากนั้นกำหนดค่าใน Android Manifest ตรง your_api_key ให้ใส่ API Key ที่ได้จาก Google Developer Console ดังรูปที่ 3.23

```
<meta-data
    android:name="com.google.android.maps.v2.API_KEY"
    android:value="AIzaSyCaqHemQNmbUaWPI6HtqotwnZ4mZSA4EPg" />
```

รูปที่ 3.23 ใส่ API Key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลองทดสอบบนโปรแกรม Genymotion แสดงดังรูปที่ 3.24

รูปที่ 3.24 Google maps ที่สร้าง

3.1.7.2 ออกแบบและสร้างแอพพลิเคชั่นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

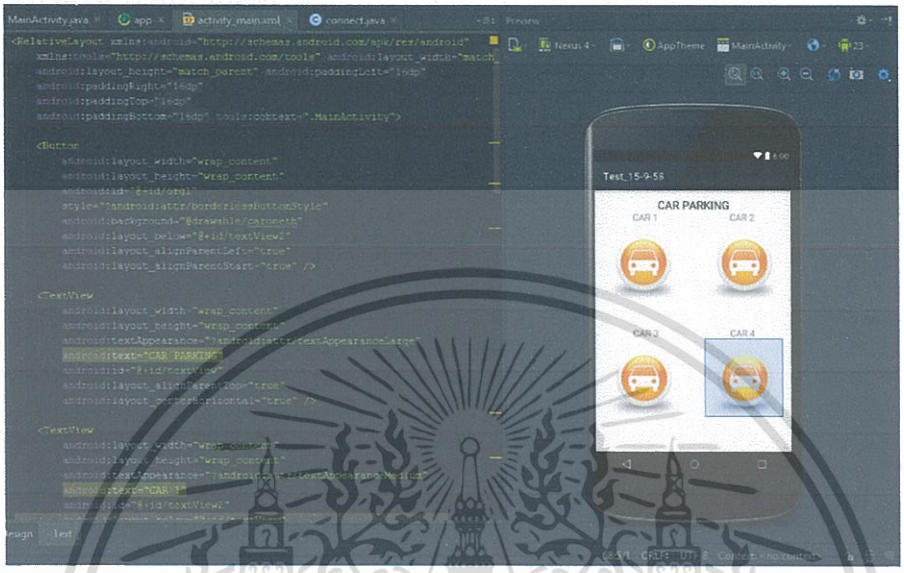
ออกแบบและสร้างแอพพลิเคชั่นขั้นต้น

เริ่มแรกคณะผู้จัดทำได้เขียนแอพพลิเคชั่นเบื้องต้นง่ายๆ โดยใช้โปรแกรม Android Studio โดยลักษณะของแอพพลิเคชั่นที่สร้างขึ้นจะแสดงสถานะเป็นทรงกลมรูปรถ 4 คันโดยถ้าช่องจอดรถนั้นเต็มจะแสดงสีแดงและจะแสดงสีเขียวหากช่องจอดรถนั้นว่างอยู่ จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.25

รูปที่ 3.25 แอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

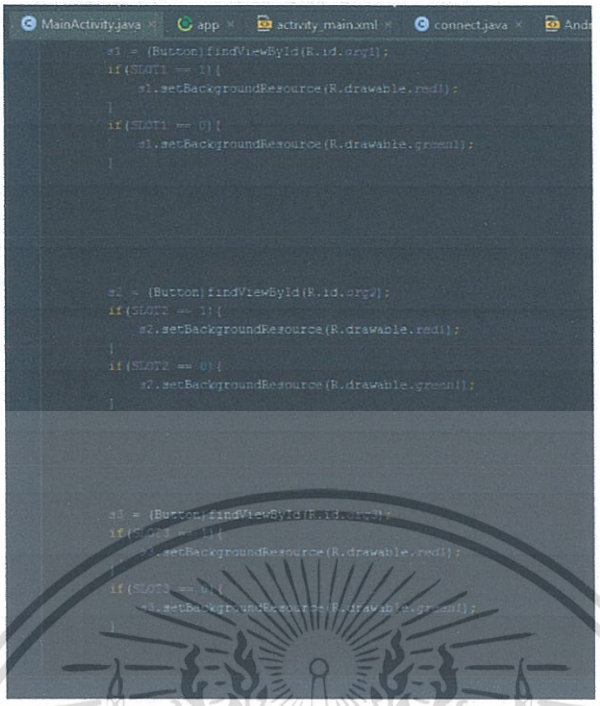
ในขั้นตอนการจัดทำแอพพลิเคชั่น คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้โปรแกรม Android Studio ในการสร้างและพัฒนาแอพพลิเคชั่นต่อไปในอนาคต ในขั้นต้นคณะผู้จัดทำต้องทำการออกแบบแอพพลิเคชั่นก่อนโดยในการออกแบบคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบในส่วนของ activity_main.xml โดยจะจัดวางส่วนของสถานะรถยนต์ออกเป็น 4 สถานะ ดังแสดงในรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 ออกแบบแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ขั้นต้นในส่วนของ activity_main.xml

ต่อมาจะกำหนดสีของสถานะรถยนต์ตามข้อมูลที่ได้รับมาจากฐานข้อมูล ในส่วนนี้ถ้าหากได้รับข้อมูลเป็นลอจิก 1 ซึ่งแสดงว่าช่องจอดรถนั้นไม่ว่าง สีของรูปสถานะนั้นจะเป็นสีแดง และถ้าหากได้รับข้อมูลเป็นลอจิก 0 ซึ่งแสดงว่าช่องจอดรถนั้นว่าง สีของรูปสถานะนั้นจะเป็นสีเขียว โดยการโปรแกรมคำสั่งจะทำในส่วนของ MainActivity.java และใช้คำสั่ง if เป็นหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 การโปรแกรมคำสั่งให้แสดงสีของสถานะรถยนต์ในส่วนของ MainActivity.java

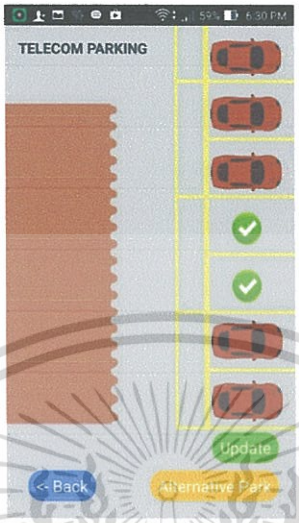
ออกแบบและสร้างแอพพลิเคชั่นให้สมบูรณ์

คณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบแอพพลิเคชั่นให้เสร็จสมบูรณ์โดยเมื่อเปิดแอพพลิเคชั่นจะแสดงหน้าแรกให้ผู้ใช้เลือกสถานะของตนเอง โดยถ้าเป็นอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่บุคลากรให้กดที่ปุ่ม FACULTY/STAFF ถ้าเป็นนักศึกษาหรือบุคคลภายนอกให้กดปุ่ม STUDENT/GUEST หน้าแรกของแอพพลิเคชั่นแสดงได้ดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.28 หน้าแรกของแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.28 เมื่อกดปุ่ม FACULTY/STAFF แอพพลิเคชั่นจะแสดงหน้าถัดไปสำหรับอาจารย์และบุคลากร ซึ่งหน้านี้จะแสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม และแอพพลิเคชั่นสามารถแนะนำที่จอดรถที่อื่นที่รองรับหากที่จอดบริเวณภาควิชาเต็ม ดังแสดงในรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 แสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

จากรูปที่ 3.29 แสดงสถานะช่องจอดรถโดยจากภาพที่ 2 จะมีที่จอดว่างอยู่ 2 ตำแหน่งที่สามารถเข้าไปจอดได้โดยแสดงเป็นเครื่องหมายถูก และหากที่จอดรถเต็มทั้งหมดแอพพลิเคชั่นจะแสดงสถานะว่ามีรถสีแดงจอดอยู่ทุกช่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.30

รูปที่ 3.30 สถานะช่องจอดรถขณะทุกที่จอดเต็มบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

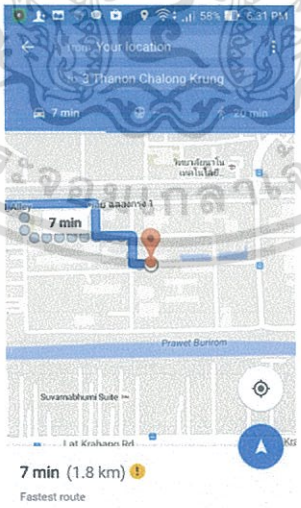
จากรูปที่ 3.30 ในหน้าแสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จะมีปุ่ม 3 ปุ่มคือปุ่ม “Back” ทำหน้าที่ย้อนกลับไปหน้าแรก ปุ่ม “Update” ซึ่งทำหน้าที่อัพเดทค่าสถานะช่องจอดรถ ณ เวลาที่กดปุ่มและแสดงผลบนหน้าแอพพลิเคชั่น ปุ่ม “Alternative Park” ซึ่งทำหน้าที่หากที่จอดรถเต็มดังรูปที่ 3.30 ผู้ใช้สามารถกดปุ่มนี้เพื่อให้แอพพลิเคชั่นแนะนำเส้นทางการจอดรถที่อื่นที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอดได้ โดยถ้าหากกดปุ่มนี้แอพพลิเคชั่นจะไปหน้าถัดไปซึ่งแสดงเป็นแผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับอาจารย์และบุคลากร ในที่นี้คณะผู้จัดทำเลือกบริเวณที่จอดรถใต้อาคารเฉลิมพระเกียรติ (อาคาร HM) ดังแสดงในรูปที่ 3.31

รูปที่ 3.31 แผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับอาจารย์และบุคลากร

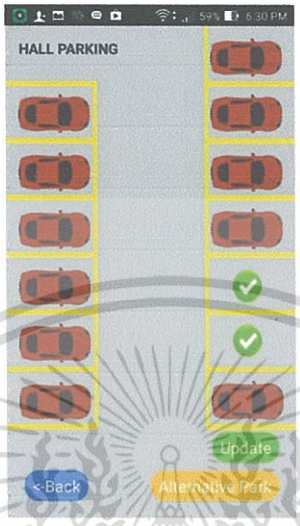
จากรูปที่ 3.31 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Navigation บริเวณมุมขวาล่างแอพพลิเคชั่นจะทำการเชื่อมต่อกับแอพพลิเคชั่น Google Maps บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องนั้นให้ทำการนำเส้นทางไปยังอาคารเฉลิมพระเกียรติ ดังแสดงในรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 แอพพลิเคชั่น Google Maps แนะนำทางไปยังอาคารเฉลิมพระเกียรติ

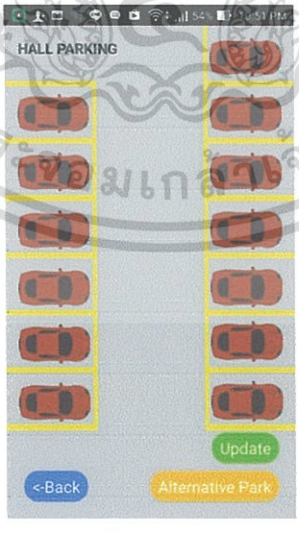
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.28 เมื่อกดปุ่ม STUDENT/GUEST แอพพลิเคชั่นจะแสดงหน้าถัดไปสำหรับนักศึกษาและบุคคลภายนอก ซึ่งหน้านี้จะแสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถหอประชุมใหญ่สถาบัน และแอพพลิเคชั่นสามารถแนะนำที่จอดรถที่อื่นที่รองรับหากที่จอดบริเวณหอประชุมใหญ่สถาบันเต็ม ดังแสดงในรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 แสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถหอประชุมใหญ่สถาบัน

จากรูปที่ 3.33 แสดงสถานะช่องจอดรถโดยจากภาพที่ 2 จะมีที่จอดว่างอยู่ 2 ตำแหน่งที่สามารถเข้าไปจอดได้โดยแสดงเป็นเครื่องหมายถูก และหากที่จอดรถเต็มทั้งหมดแอพพลิเคชั่นจะแสดงสถานะว่ามีรถสีแดงจอดอยู่ทุกช่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.34



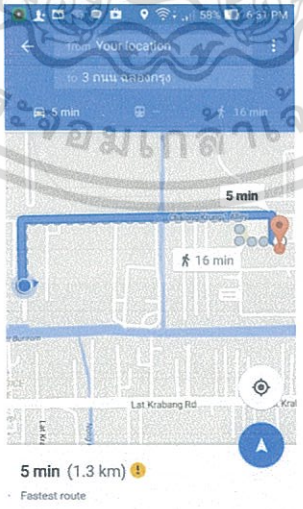
รูปที่ 3.34 สถานะช่องจอดรถขณะทุกที่จอดเต็มบริเวณที่จอดรถหอประชุมใหญ่สถาบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.34 ในหน้าแสดงสถานะช่องจอดรถบริเวณที่จอดรถหอประชุมใหญ่สถาบันจะมีปุ่ม 3 ปุ่มคือปุ่ม “Back” ทำหน้าที่ย้อนกลับไปหน้าแรก ปุ่ม “Update” ซึ่งทำหน้าที่อัพเดทค่าสถานะช่องจอดรถ ณ เวลาที่กดปุ่มและแสดงผลบนหน้าแอพพลิเคชั่น ปุ่ม “Alternative Park” ซึ่งทำหน้าที่หากที่จอดรถเต็มดังรูปที่ 3.34 ผู้ใช้สามารถกดปุ่มนี้เพื่อให้แอพพลิเคชั่นแนะนำเส้นทางการจอดรถที่อื่นที่สามารถจอดได้ โดยถ้าหากกดปุ่มนี้แอพพลิเคชั่นจะไปหน้าถัดไปซึ่งแสดงเป็นแผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับนักศึกษาและบุคคลภายนอกในที่นี่คณะผู้จัดทำเลือกบริเวณที่จอดรถลาน CCA ดังแสดงในรูปที่ 3.35

รูปที่ 3.35 แผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับนักศึกษาและบุคคลภายนอก

จากรูปที่ 3.35 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Navigation บริเวณมุมขวาล่างแอพพลิเคชั่นจะทำการเชื่อมต่อกับแอพพลิเคชั่น Google Maps บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องนั้นให้ทำการนำเส้นทางไปยังลาน CCA ดังแสดงในรูปที่ 3.36



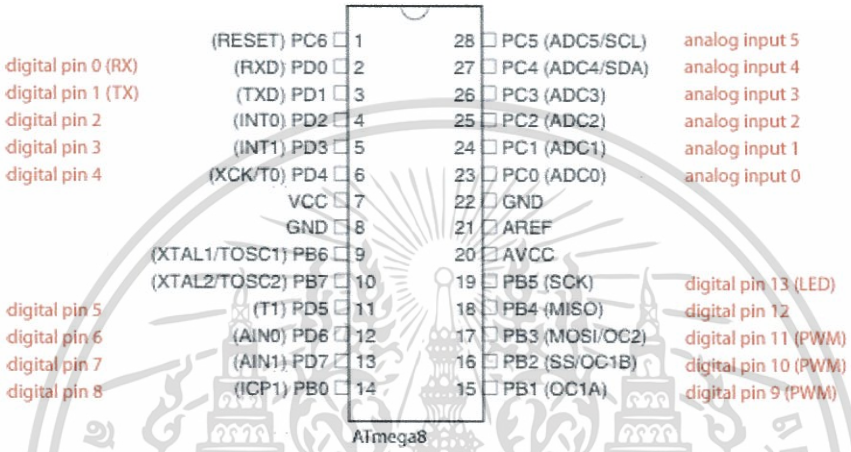
รูปที่ 3.36 แอพพลิเคชั่น Google Maps แนะนำทางไปยังลาน CCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR Atmega168

บรรจุในตัวถังขนาด 28 พิน มีหน่วยป้องกันความจำ สามารถเขียนและลบได้ 100,000 ครั้ง มีพอร์ทอินพุตและเอาท์พุตขนาด 20 บิต จำนวน 3 พอร์ท คือพอร์ท B จำนวน 6 บิต เป็นพอร์ทดิจิตอล 8-13 พอร์ท C จำนวน 6 บิต เป็นพอร์ทแอนะล็อก 0-5 พอร์ท D จำนวน 8 บิต เป็นพอร์ทดิจิตอล 0-7 ใช้การโปรแกรมคำสั่งผ่านชุดคำสั่งของ Arduino โดยแสดงลักษณะของผังการใช้งานร่วมกับ Arduino ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmega168

จากรูปที่ 3.37 เป็นผังการใช้งานขาอินพุตและเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmega168 ร่วมกับโปรแกรมคำสั่งของ Arduino

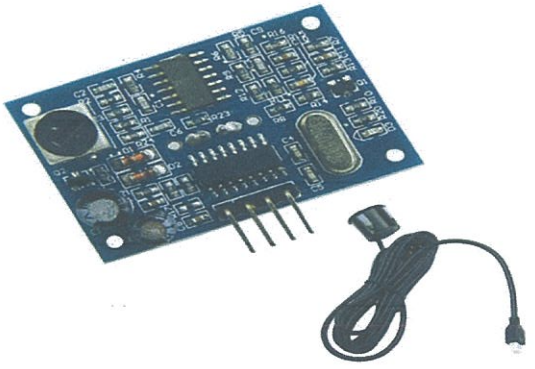
3.2.2 โมดูลอัลตราโซนิค JSN-SR04T

โมดูลอัลตราโซนิค JSN-SR04T เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระยะทางที่สามารถทำงานได้ขณะที่เปียกน้ำได้ โดยอาศัยการส่งคลื่นเสียงในความถี่ 40 kHz ออกไปแล้วใช้เวลาที่คลื่นเดินทางมาคำนวณระยะทาง มีคุณสมบัติดังนี้

- ใช้ไฟเลี้ยง +5V และต้องการกระแส 30 mA
- ตัวรับและตัวส่งอัลตราโซนิคใช้ความถี่ 40 kHz ในการทำงาน
- วัดระยะทางได้ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรถึง 4 เมตร
- สัญญาณพัลส์สำหรับการกระตุ้นการทำงาน ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที
- ให้ผลลัพธ์จากการวัดระยะทางเป็นความกว้างพัลส์ซึ่งเป็นสัดส่วนกับระยะทางที่วัดได้

โดยแสดงลักษณะของโมดูลอัลตราโซนิค JSN-SR04T ดังรูปที่ 3.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 โมดูลอัลตราโซนิค JSN-SR04T [4]

3.2.3 โมดูลไร้สาย XBee

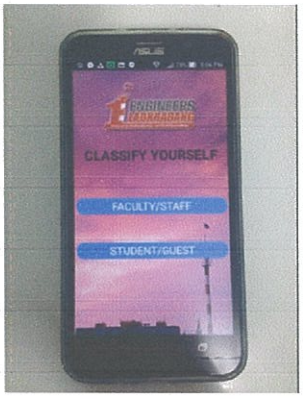
XBee เป็นชื่อโมดูลสื่อสารไร้สาย Zigbee โดยในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ XBee รุ่น XBee Pro Series 2 ผลิตจากบริษัท Digi โดย XBee Pro Series 2 เป็นโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สายย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐานโปรโตคอล ZigBee/IEEE 802.15 โดยใช้พลังงานเพียง 3.3V รับส่งข้อมูลที่อัตราความเร็ว 250 Kbps สายอากาศแบบ Whip antenna โดยแสดงลักษณะของโมดูลไร้สาย XBee Pro Series 2 ดังรูปที่ 3.39

รูปที่ 3.39 ลักษณะของโมดูลไร้สาย XBee Pro Series 2

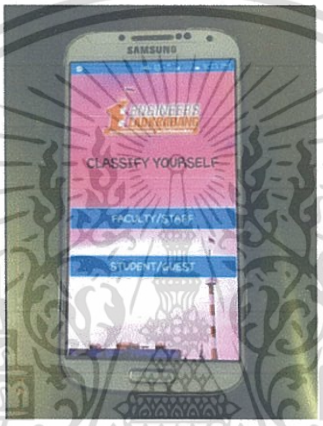
3.2.4 โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

คณะผู้จัดทำใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อทดสอบแอพพลิเคชั่นที่จัดทำขึ้นทั้งหมด 2 เครื่องประกอบไปด้วย Asus Zenfone 2 และ Samsung Galaxy S4 ดังแสดงในรูปที่ 3.40 และ 3.41 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่น Asus Zenfone 2



รูปที่ 3.41 โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่น Samsung Galaxy S4

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้จะทำการตรวจสอบสถานะรถยนต์จะทำการทดสอบบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม การส่งข้อมูลสถานะจะส่งผ่านซิกบีและผลที่ได้มาจัดเก็บลงฐานข้อมูลและแสดงผลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.3.1 การทดสอบการทำงานของของเซนเซอร์อัลตราโซนิค

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบโมดูลอัลตร้าโซนิค JSN-SR04T โดยทดสอบการวัดระยะตั้งแต่ 20 เซนติเมตร ถึง 300 เซนติเมตร และนำมาหาค่าความผิดพลาดของเซนเซอร์

3.3.2 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ในส่วนนี้จะทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลสัญญาณที่ได้รับจากเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถ โดยจะแสดงเป็นค่าสถานะ 0 และ 1 โดยค่า 0 คือไม่มีรถจอดอยู่ และค่า 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือมีรถจอดอยู่ ซึ่งผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้จะถูกส่งไปยังซิกบี เพื่อทำการส่งข้อมูลไปยังซิกบีตัวรับที่ต่ออยู่กับเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นการจัดเก็บผลในส่วนนี้จึงเป็นการจัดเก็บผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้และส่งให้ซิกบีตัวส่ง

3.3.3 การรับส่งข้อมูลระหว่างซิกบีตัวส่งและซิกบีตัวรับ

ในส่วนนี้ซิกบีที่ใช้เป็นตัวส่งข้อมูลจะทำการรับค่าข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์และจะทำการส่งข้อมูลที่ได้ไปยังซิกบีตัวรับ ดังนั้นการจัดเก็บผลการทดลองในส่วนนี้จึงเป็นการเก็บผลข้อมูลที่ซิกบีตัวรับได้

3.3.4 การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล

ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจะเป็นการนำข้อมูลสถานะที่ได้รับจากซิกบี เพื่อไปจัดเก็บลงฐานข้อมูล โดยคณะผู้จัดทำเลือกใช้โปรแกรม Visual C# ในการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของไฟล์ .csv และทำการนำเข้าไฟล์ .csv ไปยังฐานข้อมูลด้วยภาษา PHP ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

3.3.5 การนำข้อมูลในฐานข้อมูลไปแสดงผลบนแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ในส่วนนี้แอพพลิเคชั่นแอนดรอยด์จะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาเพื่อแสดงผลบนแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการติดตั้งแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์และแสดงผลได้ก็ต่อเมื่อโทรศัพท์กำลังเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตอยู่ ดังนั้นการจัดเก็บผลการทดลองในส่วนนี้จึงเป็นการเก็บผลข้อมูลที่โทรศัพท์เคลื่อนที่รับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

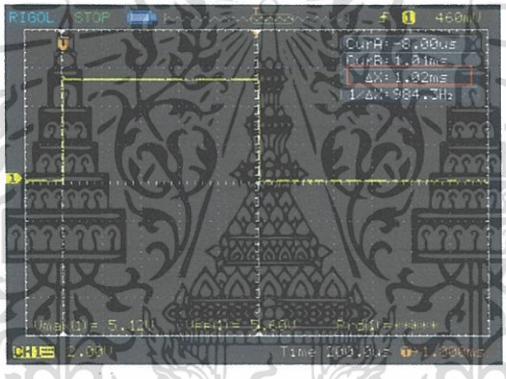
บทที่ 4

ผลการทดลอง

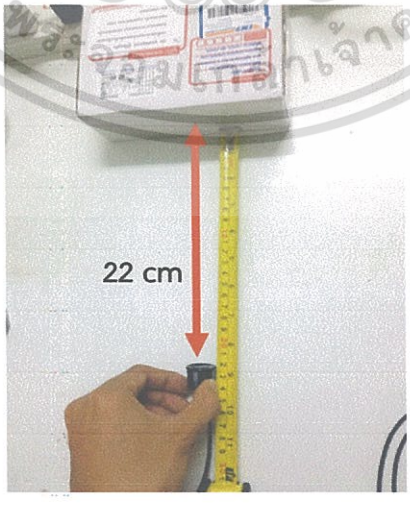
การทดสอบระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ ได้จัดเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองออกเป็นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิค

ในการทดลองเบื้องต้นคณะผู้จัดทำได้ทำการเชื่อมต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิคกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำการป้อนสัญญาณพัลส์ TTL เป็นอินพุตเพื่อกระตุ้นในพอร์ต Trig ตามที่แสดงในรูปที่ 4.1 และวัดสัญญาณเอาต์พุตจากพอร์ต Echo โดยวัดระยะที่ 22 cm ดังรูปที่ 4.2 พบว่าได้สัญญาณเอาต์พุตออกมาเป็นพัลส์ขนาด 1300 us ดังรูปที่ 4.3

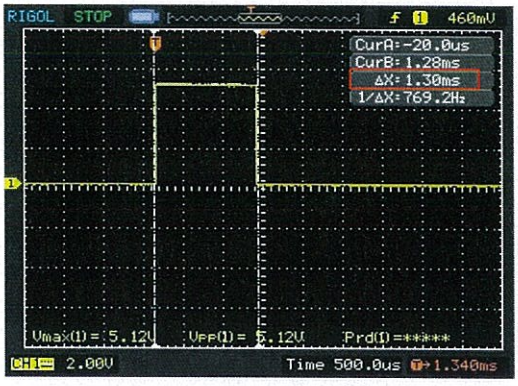


รูปที่ 4.1 สัญญาณ TTL ขนาด 1 ms ใช้ในการกระตุ้นการทำงานของเซนเซอร์



รูปที่ 4.2 แสดงการทดลองการวัดระยะทางที่ 22 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากพอร์ต Echo

โดยอัตราเร็วของเสียงในอากาศคำนวณได้จาก

$$v_s = 331.5 + (0.6 \times 25°C) = 346.5 \text{ m/s}$$

ทำการแปลงหน่วย

$$346.5 \text{ m/s} = 346.5 \times (100/1000000) = 0.03465 \text{ cm/us}$$

จากนั้นคำนวณหาค่าระยะทาง

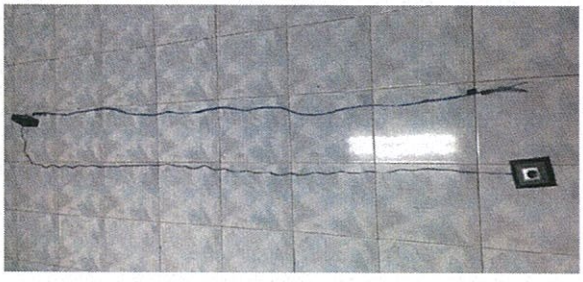
จาก $s = v_s \times t$ จะได้

$$s = 0.03465 \text{ cm/us} \times 650 \text{ us} = 22.52 \text{ cm}$$

เพราะฉะนั้นจะทราบระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ว่าเท่ากับ 22.52 cm

คณะผู้จัดทำได้ทำการทดสอบความผิดพลาดและระยะทางที่เซนเซอร์อัลตราโซนิคสามารถวัดระยะได้ ผลที่ได้คือเซนเซอร์อัลตราโซนิคสามารถวัดระยะได้ไกลที่สุด 300 cm หรือ 3 m ดังตารางที่ 4.1

ในการทำงานจริงของชิ้นงานอุปกรณ์บางชิ้นจะต้องมีการเพิ่มระยะห่างระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์เซนเซอร์อย่างเหมาะสมกับลานจอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมซึ่งเป็นสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ โดยระยะของช่องจอดรถยนต์แต่ละช่องคือ 220 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะช่องจอดรถยนต์ได้ครอบคลุมทุกช่องจอดรถยนต์ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการเพิ่มระยะห่างระหว่างโมดูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นระยะทาง 220 เซนติเมตร เมื่อรวมกับระยะความยาวเดิมคือ 230 เซนติเมตรจะได้ระยะความยาวทั้งหมด 450 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ระยะของความยาวสายที่ถูกเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงความผิดพลาดของระยะทางที่โมดูลอัลตราโซนิควัดได้

Range (cm)	Result (cm)	Error (%)
20	20	0
30	30	0
40	39.9	-0.25063
50	49.8	-0.40161
60	59.6	-0.67114
70	69.3	-1.0101
80	78.9	-1.39417
90	88.8	-1.35135
100	98.7	-1.31712
110	108.3	-1.56971
120	118.2	-1.52284
130	128.3	-1.32502
140	138	-1.44928
150	148.5	-1.0101
160	158.4	-1.0101
170	168.5	-0.89021
180	178	-1.1236
190	188.2	-0.95643
200	198.4	-0.80645
210	208.1	-0.91302
220	217.9	-0.96374
230	228.2	-0.78878
240	238.1	-0.79798
250	248.5	-0.60362
260	258	-0.77519
270	268.2	-0.67114
280	277.9	-0.75567
290	287.8	-0.76442
300	297.5	-0.84034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

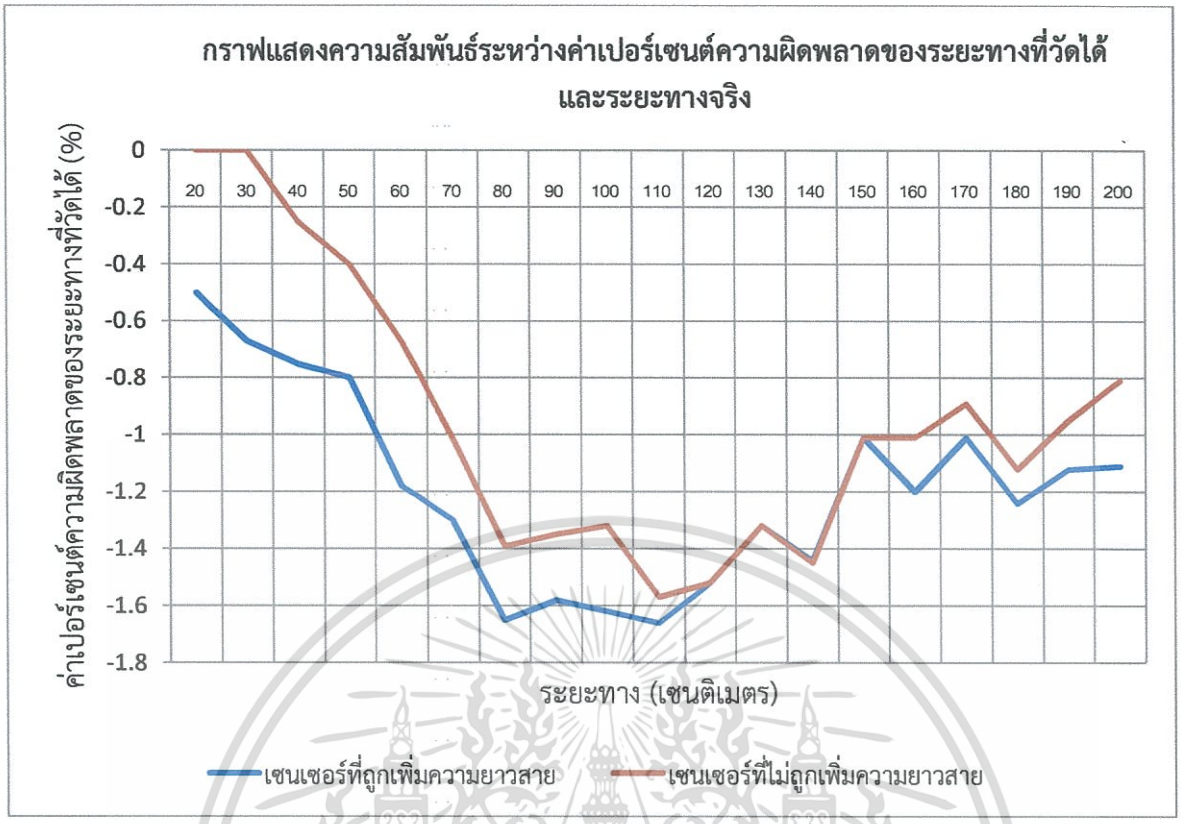
เมื่อทำการเพิ่มระยะของความยาวสายของเซนเซอร์ดังรูปที่ 4.4 แล้วและทำการทดลองที่ระยะต่างๆ ตั้งแต่ 20 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตรจะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองการวัดระยะทางตั้งแต่ 20 ถึง 200 เซนติเมตรเมื่อเพิ่มระยะความยาวสายของโมดูล

Range (cm)	Result (cm)	Error (%)
20	19.9	-0.50251
30	29.8	-0.67114
40	39.7	-0.75567
50	49.6	-0.80645
60	59.3	-1.18044
70	69.1	-1.30246
80	78.7	-1.65184
90	88.6	-1.58014
100	98.4	-1.62602
110	108.2	-1.66359
120	118.2	-1.52284
130	128.3	-1.32502
140	138	-1.44928
150	148.5	-1.0101
160	158.1	-1.20177
170	168.3	-1.0101
180	177.8	-1.23735
190	187.9	-1.11762
200	197.8	-1.11223

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 นำค่าความผิดพลาดมาพล็อตกราฟเทียบกับระยะทางแสดงได้ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะทางที่วัดได้กับระยะทางจริง

จากการสำรวจลานจอดรถบริเวณตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมพบว่าระยะห่างระหว่างพื้นถึงท้องรถยนต์โดยส่วนใหญ่มีค่าตั้งแต่ 20 ถึง 40 เซนติเมตร คณะผู้จัดทำจึงโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ตรวจจับรถยนต์ได้ก็ต่อเมื่อเซนเซอร์ตรวจวัดระยะได้ตั้งแต่ 20 ถึง 40 เซนติเมตร ซึ่งจะแสดงในหัวข้อถัดไป

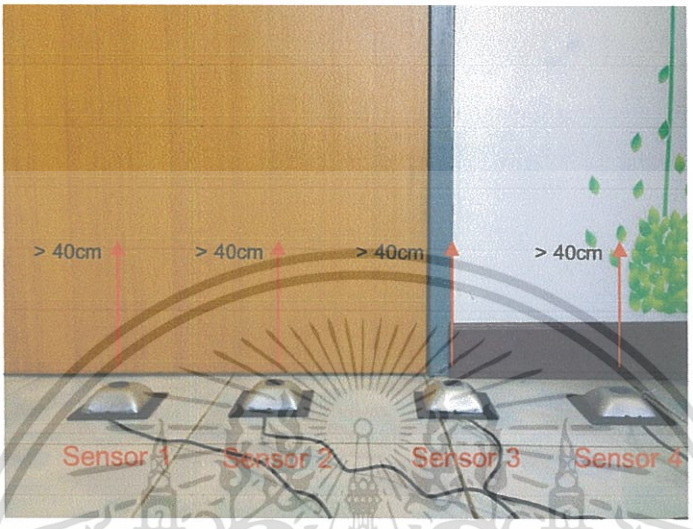
4.2 การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถ

สำหรับการทดสอบเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถนั้นจะทำการเชื่อมต่อเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ คณะผู้จัดทำได้กำหนดให้เซนเซอร์ตรวจจับขณะที่มีรถจอด (วัดระยะได้น้อยกว่า 40 cm) ให้แสดงผลเป็นเลข 1 และเมื่อเซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับรถได้ (วัดระยะได้มากกว่า 40 cm) ให้แสดงผลเป็นเลข 0 ทั้งนี้ที่ให้แสดงผลเป็นตัวเลขเพราะคณะผู้จัดทำมองว่าจะเป็นการง่ายในการเก็บข้อมูลที่วัดได้ในฐานข้อมูล และง่ายต่อการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ต่อไป การตรวจสอบสถานะของเซนเซอร์ 4 ตัวสามารถแบ่งเป็นรูปแบบต่างๆ ได้ทั้งหมด 16 รูปแบบ แต่คณะผู้จัดทำจะเลือกทำการทดลองมา 4 รูปแบบ โดยจะแสดงค่าบนมอนิเตอร์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

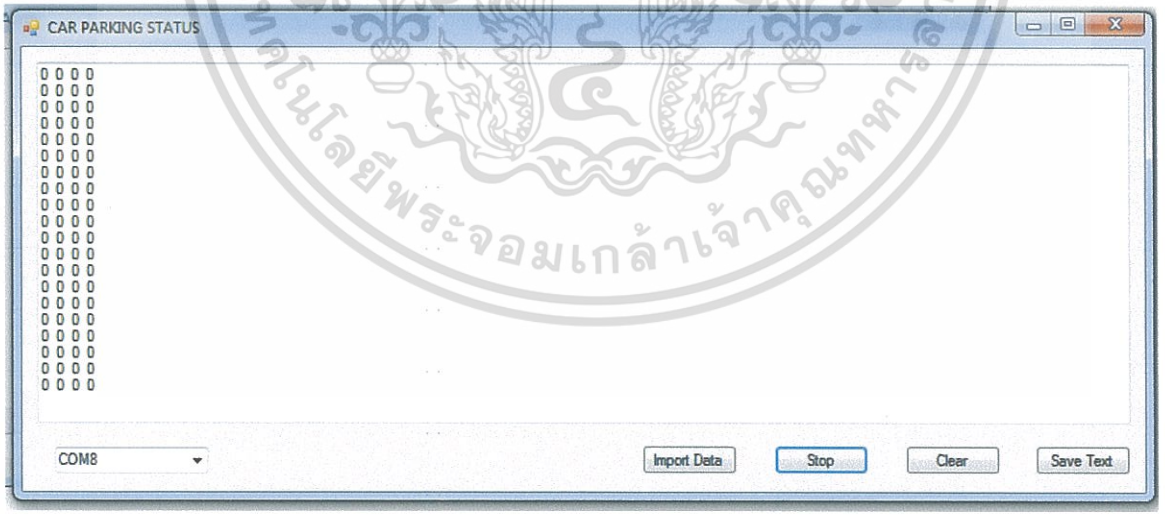
4.2.1 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถรูปแบบที่ 1

ในการทดสอบรูปแบบนี้คณะผู้จัดทำได้ออกแบบให้เซนเซอร์ทั้ง 4 ตัววัดระยะได้มากกว่า 40 เซนติเมตรหรือคือไม่มีรถมาจอดอยู่นั่นเอง เป็นการตั้งเซนเซอร์ไว้นิ่งๆ จำลองสถานการณ์ขณะช่องจอดรถว่างทั้งหมด 4 ช่อง ซึ่งแสดงลักษณะการทดลองได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 1

จากการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าสถานะ โดยสถานะที่ได้คือ 0 0 0 0 และแสดงผลบนหน้าจอแสดงผลได้ดังรูปที่ 4.7

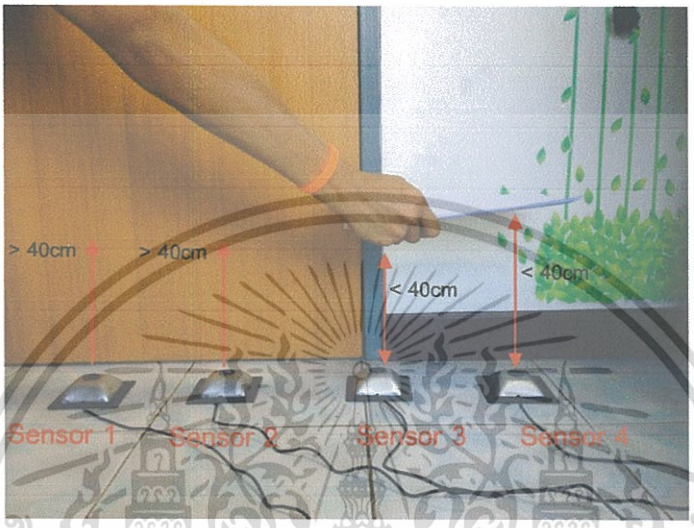


รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

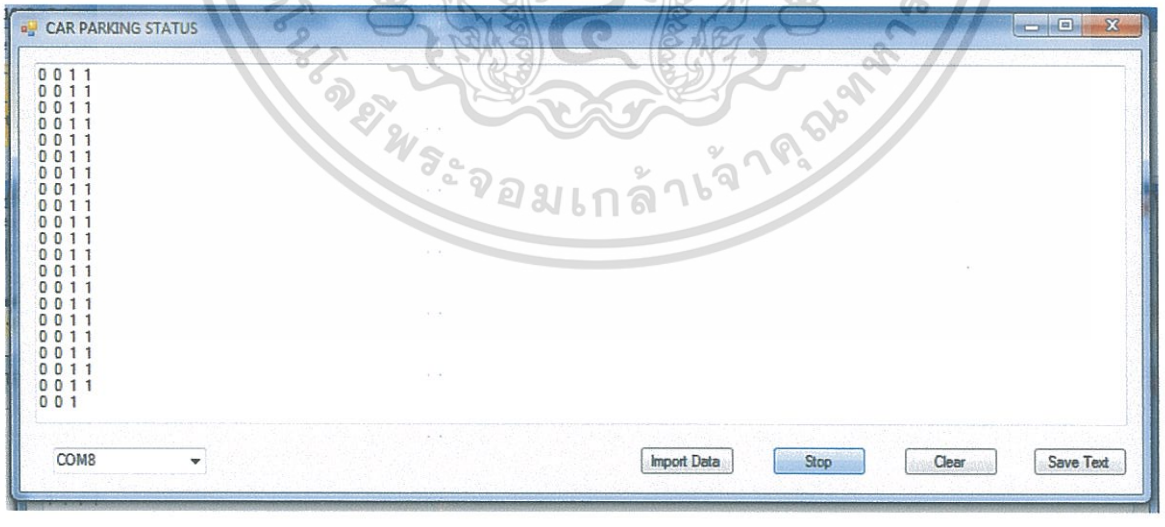
4.2.2 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถรูปแบบที่ 2

ในการทดสอบรูปแบบนี้คณะผู้จัดทำได้ออกแบบให้เซนเซอร์ตัวที่ 1 และ 2 วัดระยะได้มากกว่า 40 เซนติเมตรหรือก็คือไม่มีรถมาจอดอยู่นั่นเอง เซนเซอร์ตัวที่ 3 และ 4 วัดระยะได้น้อยกว่า 40 เซนติเมตร หรือก็คือมีรถมาจอดอยู่นั่นเอง จำลองสถานการณ์ขณะช่องจอดรถว่าง 2 ช่องและไม่ว่าง 2 ช่อง ซึ่งแสดงลักษณะการทดลองได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 2

จากการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าสถานะโดยสถานะที่ได้คือ 0 0 1 1 และแสดงผลบนหน้าจอแสดงผลได้ดังรูปที่ 4.9

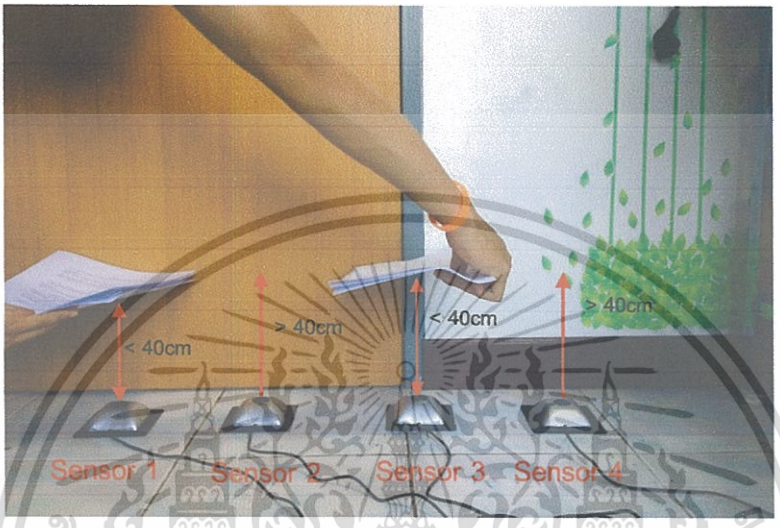


รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

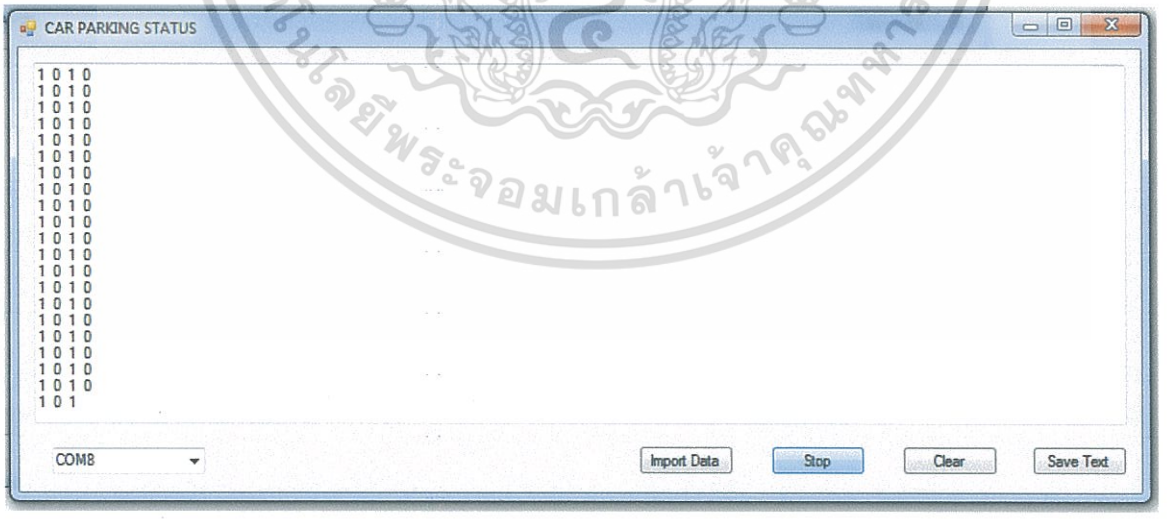
4.2.3 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถรูปแบบที่ 3

ในการทดสอบรูปแบบนี้คณะผู้จัดทำได้ออกแบบให้เซนเซอร์ตัวที่ 2 และ 4 วัดระยะได้มากกว่า 40 เซนติเมตรหรือก็คือไม่มีรถมาจอดอยู่นั่นเอง เซนเซอร์เซอร์ตัวที่ 1 และ 3 วัดระยะได้น้อยกว่า 40 เซนติเมตรหรือก็คือมีรถมาจอดอยู่นั่นเอง จำลองสถานการณ์ขณะช่องจอดรถว่าง 2 ช่องและไม่ว่าง 2 ช่อง ซึ่งแสดงลักษณะการทดลองได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 3

จากการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าสถานะโดยสถานะที่ได้คือ 1 0 1 0 และแสดงผลบนหน้าจอแสดงผลได้ดังรูปที่ 4.11

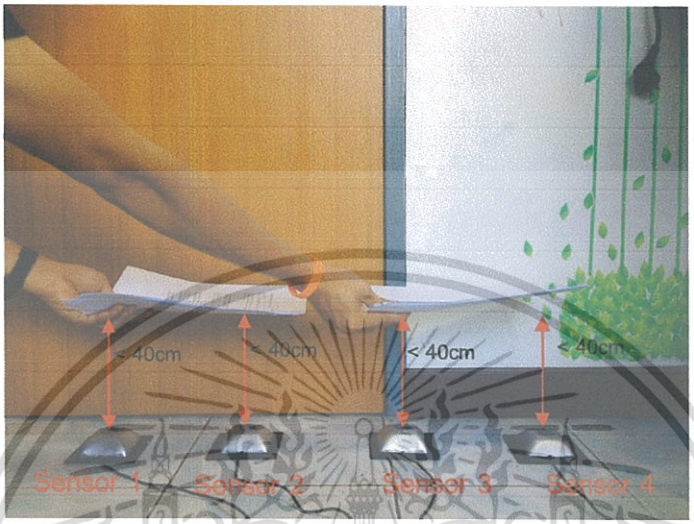


รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

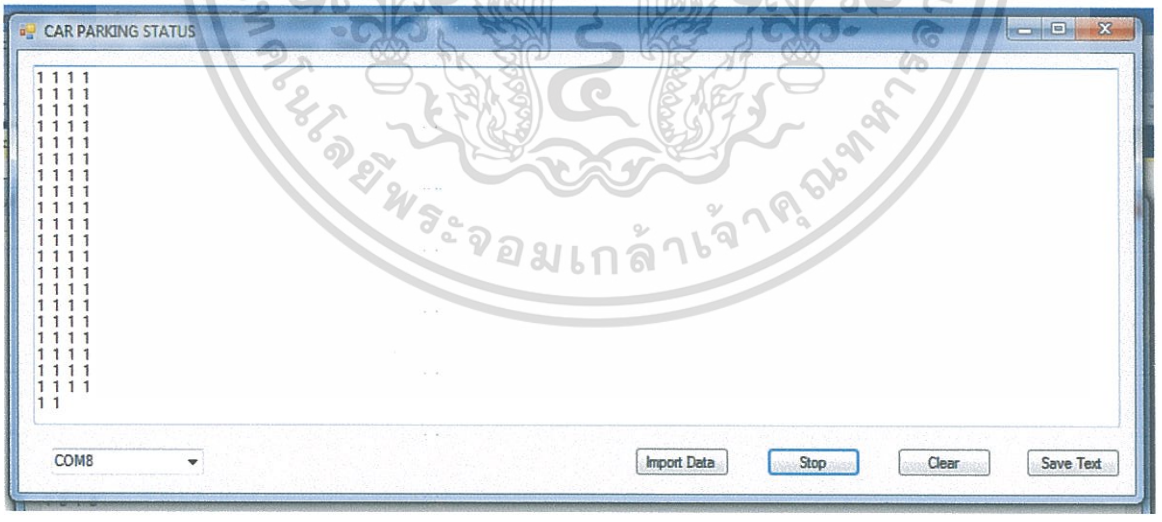
4.2.4 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถรูปแบบที่ 4

ในการทดสอบรูปแบบนี้คณะผู้จัดทำได้ออกแบบให้เซนเซอร์ทั้ง 4 ตัววัดระยะได้น้อยกว่า 40 เซนติเมตรหรือคือมีรถมาจอดอยู่เต็ม 4 ช่องนั่นเอง จำลองสถานการณ์ขณะช่องจอดรถเต็มทั้งหมด 4 ช่อง ซึ่งแสดงลักษณะการทดลองได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การทดลองใช้เซนเซอร์ตรวจสถานการณ์จอดรถจำลองรูปแบบที่ 4

จากการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าสถานะโดยสถานะที่ได้คือ 1 1 1 1 และแสดงผลบนหน้าจอแสดงผลได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงผลสถานะที่วัดได้จากเซนเซอร์

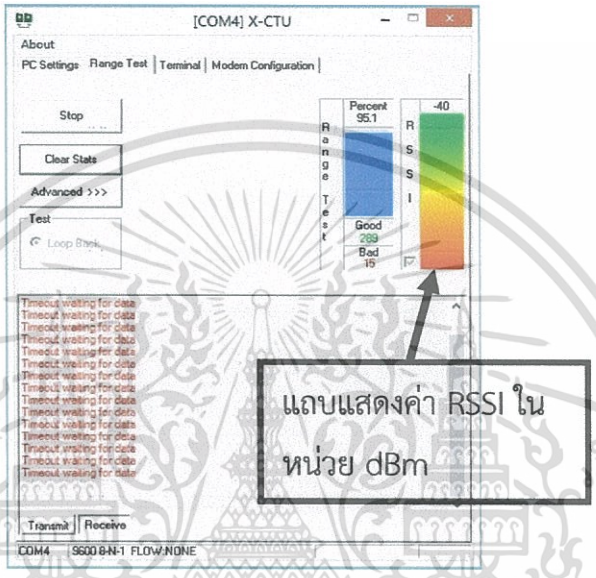
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบโมดูลซิกบี

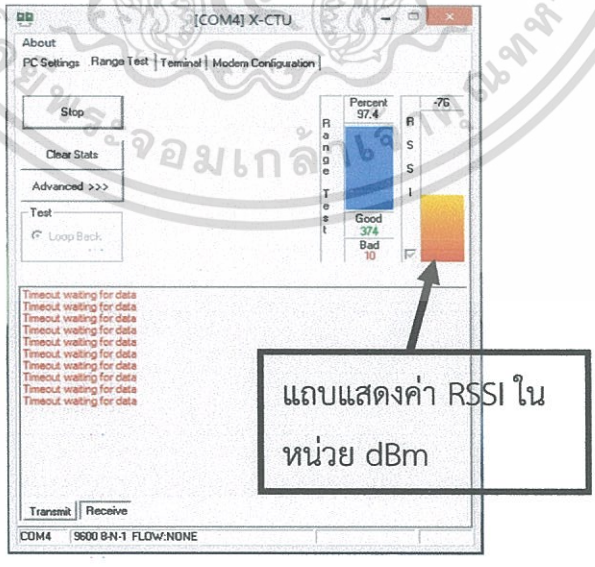
ในการทดลองนี้คณะผู้จัดทำใช้โมดูล XBee PRO โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 แบบด้วยกัน

4.3.1 ทดสอบการรับส่งด้วยโมดูล XBee ภายในตึกชั้นเดียวกัน (Indoor Line-of-Sight)

คณะผู้จัดทำได้ทำการทดลองในระยะ 40 m โดยวัดค่าความแรงสัญญาณ RSSI ผ่านโปรแกรม XCTU โหมด Range Test ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15 และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและระดับความแรงสัญญาณแสดงดังรูปที่ 4.16

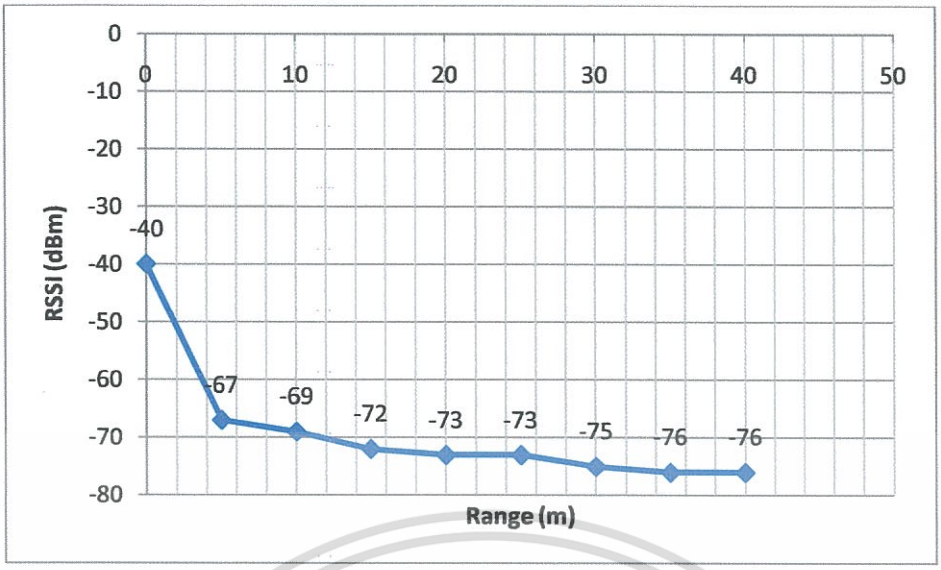


รูปที่ 4.14 ระดับความแรงสัญญาณเมื่อโมดูล XBee ตัวส่งห่างจากตัวรับ 0 m



รูปที่ 4.15 ระดับความแรงสัญญาณเมื่อโมดูล XBee ตัวส่งห่างจากตัวรับ 40 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟระหว่างความแรงสัญญาณ RSSI (dBm) กับ ระยะทาง (m)

จากการทดสอบพบว่าการรับส่งข้อมูลของโมดูลไร้สายซิกบี มีค่าความแรงของสัญญาณสอดคล้องกับระยะห่างระหว่างซิกบีตัวส่งและตัวรับ โดยค่าความแรงสัญญาณ RSSI ลดลงจาก -40 dBm เป็น -76 dBm เมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้น

4.3.2 ทดสอบการรับส่งด้วยโมดูล XBee ภายในตึกต่างชั้นกัน (Indoor Non Line-of-Sight)

การทดสอบครั้งนี้จะวัดระยะจาก ชั้น 1 มายังชั้น 2 และ ชั้น 1 มายังชั้น 3 ภายในตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สามารถบันทึกความแรงสัญญาณได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงระยะทางที่ทดสอบระหว่างชั้นและความแรงสัญญาณ RSSI

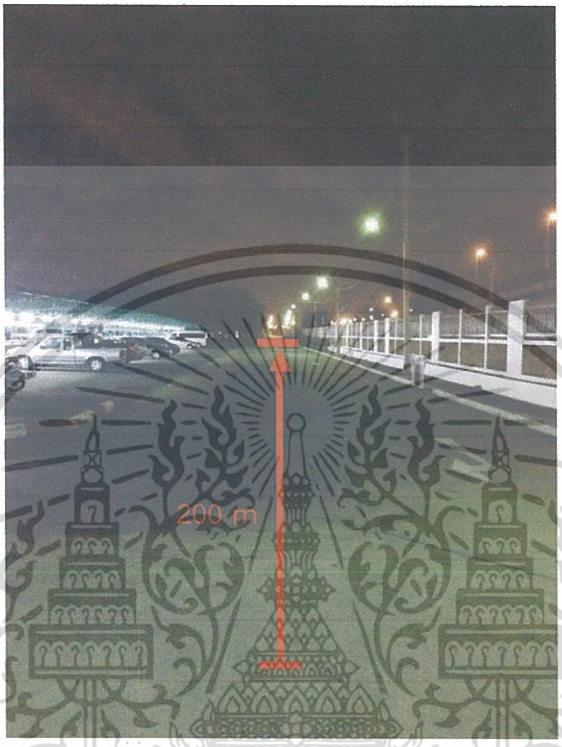
ระยะทางที่ทดสอบ	ความแรงสัญญาณ RSSI
ระหว่างชั้น 1 กับชั้น 2 (ระยะทาง 3.4 เมตร)	-77 dBm
ระหว่างชั้น 1 กับชั้น 3 (ระยะทาง 6.8 เมตร)	-92 dBm

ซึ่งผลการทดสอบ แสดงว่าค่าความแรงสัญญาณ RSSI สอดคล้องกับระยะห่างระหว่างซิกบีตัวส่งและซิกบีตัวรับ เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

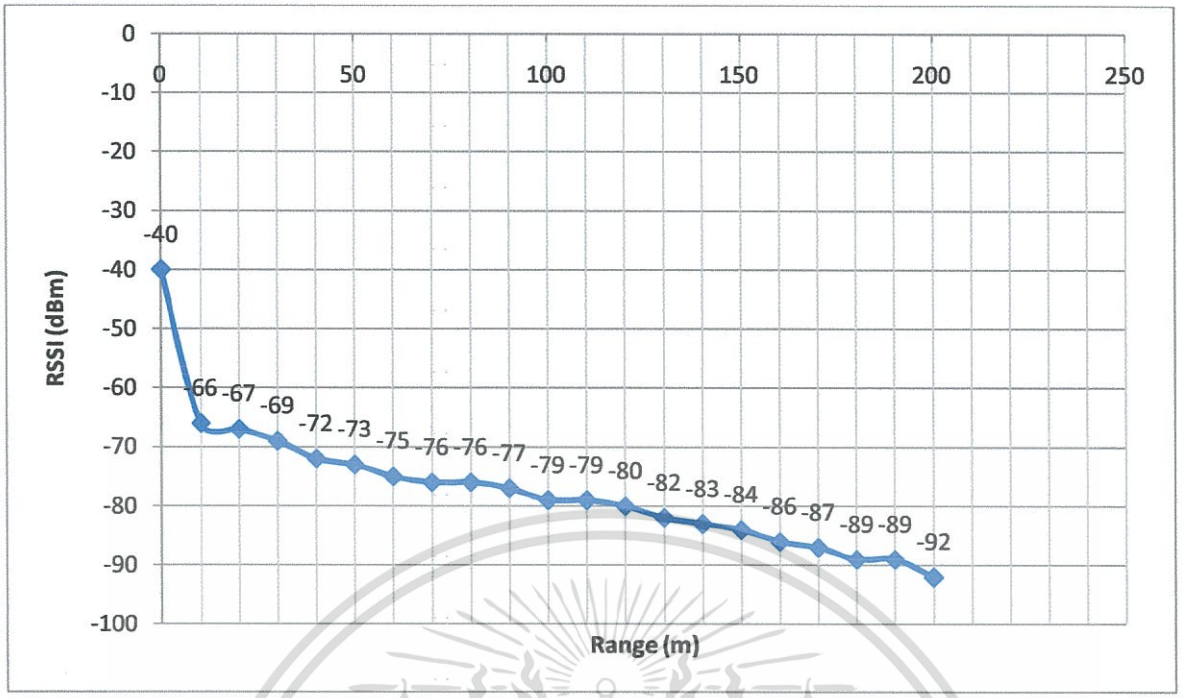
4.3.3 ทดสอบการรับส่งด้วยโมดูล XBee แบบ Outdoor Line-of-Sight

ทดสอบการวัดบริเวณถนนด้านหลังอาคารสำนักงานอธิการบดีเป็นระยะ 200 m ดังแสดงในรูปที่ 4.17 และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและระดับความแรงสัญญาณแสดงดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.17 สถานที่ทดสอบการวัดบริเวณถนนด้านหลังอาคารสำนักงานอธิการบดีเป็นระยะ 200 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 กราฟระหว่าง RSSI (dBm) กับ ระยะทาง (m)

จากการทดสอบพบว่าการรับส่งข้อมูลของโมดูลไร้สายซิกบี มีค่าความแรงของสัญญาณสอดคล้องกับระยะห่างระหว่างซิกบีตัวส่งและตัวรับ โดยค่าความแรงสัญญาณ RSSI ลดลงจาก -40 dBm เป็น -92 dBm เมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้น

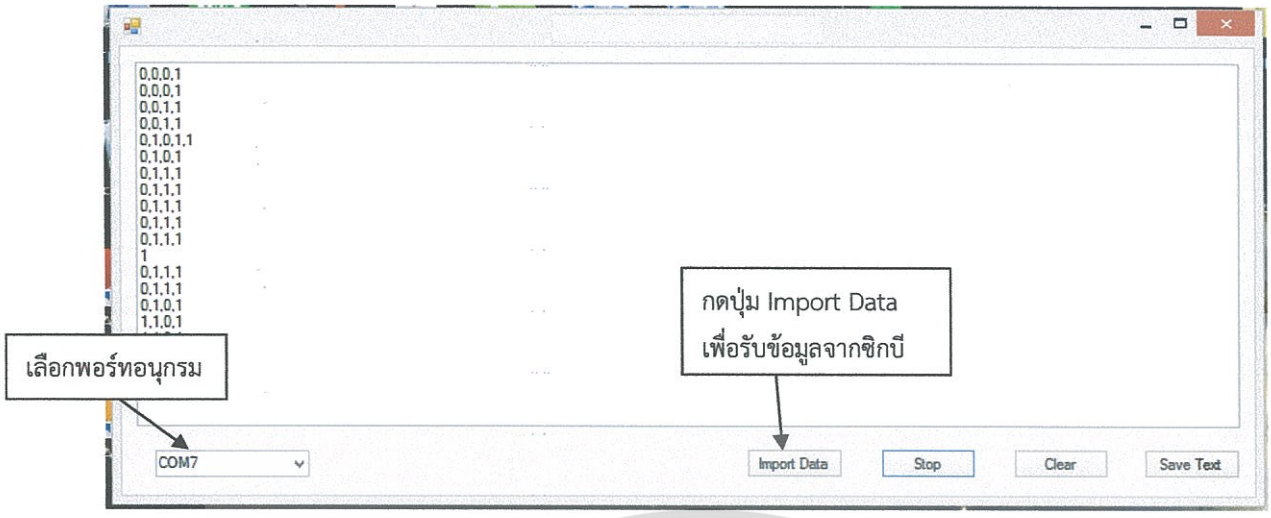
4.4 การทดสอบการส่งข้อมูลมาเก็บบนฐานข้อมูลผ่านโมดูลซิกบี

ในส่วนนี้จะเป็นนำค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเสร็จแล้วส่งผ่าน XBee ตัวส่งที่ติดตั้งอยู่กับเซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถมายัง XBee ตัวรับที่เชื่อมกับ Server เพื่อบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลผ่านโปรแกรม Visual C#

4.4.1 เริ่มการรับข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมที่เชื่อมต่อกับโมดูลซิกบี

เมื่อเปิดหน้าต่างแสดงผลขึ้นมาและทำการเชื่อมต่อโมดูลไร้สายซิกบีผ่านพอร์ทอนุกรมแล้วจึงทำการเลือกพอร์ททีโมดูลซิกบีเชื่อมต่ออยู่ จากนั้นกดปุ่ม Import Data เพื่อรับข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.19

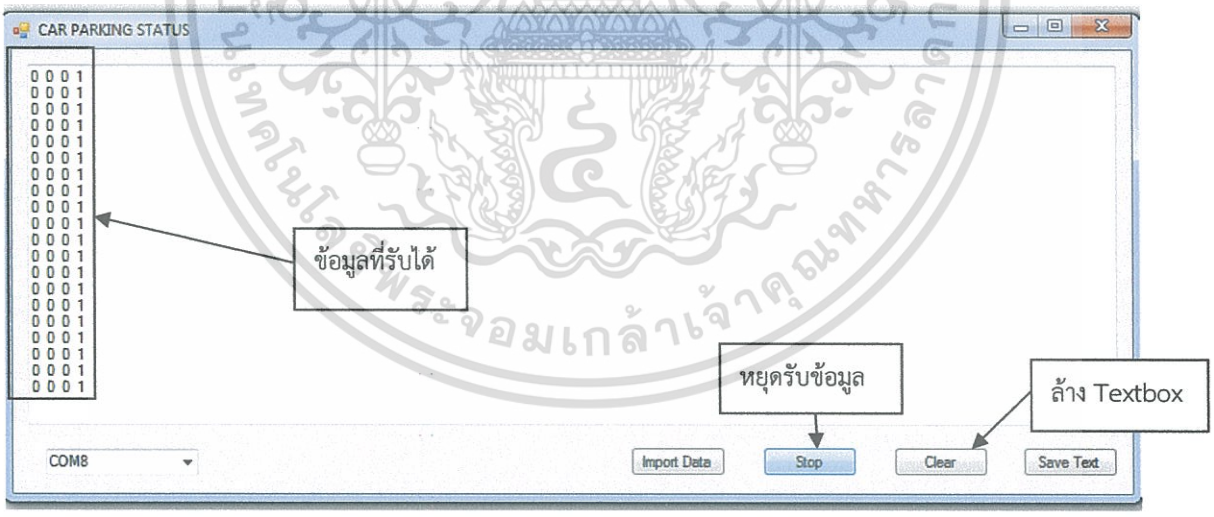
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 หน้าต่างแสดงผลก่อนรับข้อมูล

4.4.2 รับข้อมูลและแสดงผลบน Textbox

หลังจากกดปุ่ม Import Data แล้ว จากนั้นข้อมูลที่รับมาจะถูกแสดงบน Textbox โดยในการทดลองนี้จะเป็นการรับค่าสถานะของช่องจอดรถโดยถ้าเป็นลอจิก 0 คือไม่มีรถจอดอยู่ แต่ถ้าเป็นลอกจิก 1 คือมีรถจอดอยู่ โดยข้อมูลที่แสดงบน Textbox หมายถึงค่าสถานะของเซนเซอร์ 4 ตัว และสามารถหยุดรับข้อมูลและล้างหน้าต่าง Textbox ได้โดยกดปุ่ม Stop และปุ่ม Clear ตามลำดับ แสดงได้ดังรูปที่ 4.20

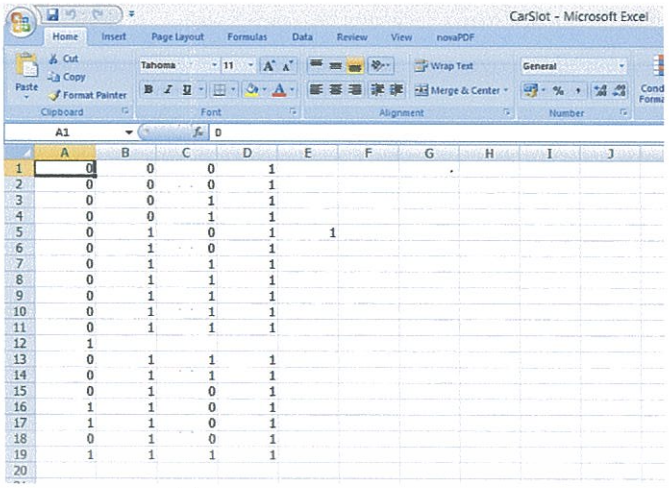


รูปที่ 4.20 หน้าต่างรับข้อมูลขณะที่มีการรับข้อมูลเข้าทางพอร์ทอนุกรม

4.4.3 ทดสอบการบันทึกข้อมูล

โปรแกรมจะทำการบันทึกค่าที่แสดงบน Textbox ทั้งหมดให้เป็นไฟล์ .csv แบบอัตโนมัติในพื้นที่ที่เราเลือกให้จัดเก็บเมื่อเปิดไฟล์ .csv จะได้ข้อมูลบน Textbox ในรูปแบบตารางดังแสดงในรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



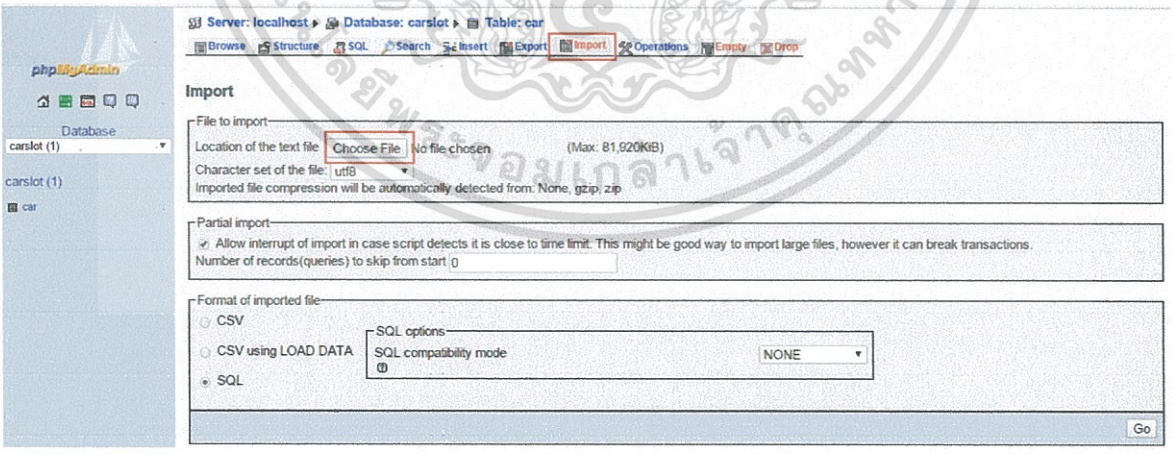
CarSlot - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0	0	0	1						
2	0	0	0	1						
3	0	0	1	1						
4	0	0	1	1						
5	0	1	0	1	1					
6	0	1	0	1						
7	0	1	1	1						
8	0	1	1	1						
9	0	1	1	1						
10	0	1	1	1						
11	0	1	1	1						
12	1									
13	0	1	1	1						
14	0	1	1	1						
15	0	1	0	1						
16	1	1	0	1						
17	1	1	0	1						
18	0	1	0	1						
19	1	1	1	1						
20										

รูปที่ 4.21 ข้อมูลที่จัดเก็บลงไฟล์ .csv

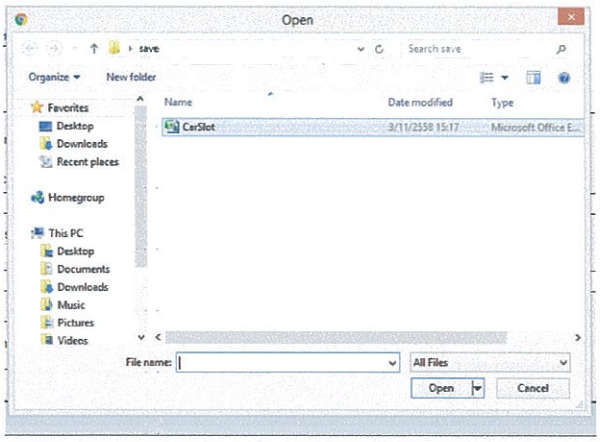
จากรูปที่ 4.21 จะเห็นว่าแถวที่ 5 มีลอจิก 1 เกินมาในคอลัมน์ E และ แถวที่ 12 พบว่ามีลอจิก 1 ที่คอลัมน์ A เพียงคอลัมน์เดียว ลักษณะของทั้งแถวที่ 5 และ แถวที่ 12 เกิดขึ้นจากความผิดพลาดในการประมวลผลของเซนเซอร์ในซึ่งอาจเกิดขึ้นขณะมีการเปลี่ยนสถานะของช่องจอดรถ

หลังจากนั้นจะมีการนำข้อมูลในไฟล์ .csv เข้าไปบันทึกในฐานข้อมูลซึ่งคณะผู้จัดทำยังไม่สามารถทำให้เป็นแบบอัตโนมัติได้จึงใช้วิธีเบื้องต้นไปก่อน โดยสร้างฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บข้อมูลขึ้นมาก่อนจากนั้นกดปุ่ม Import และเลือก Choose File ดังแสดงในรูปที่ 4.22 จากนั้นฐานข้อมูลจะให้เลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บลงฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.23



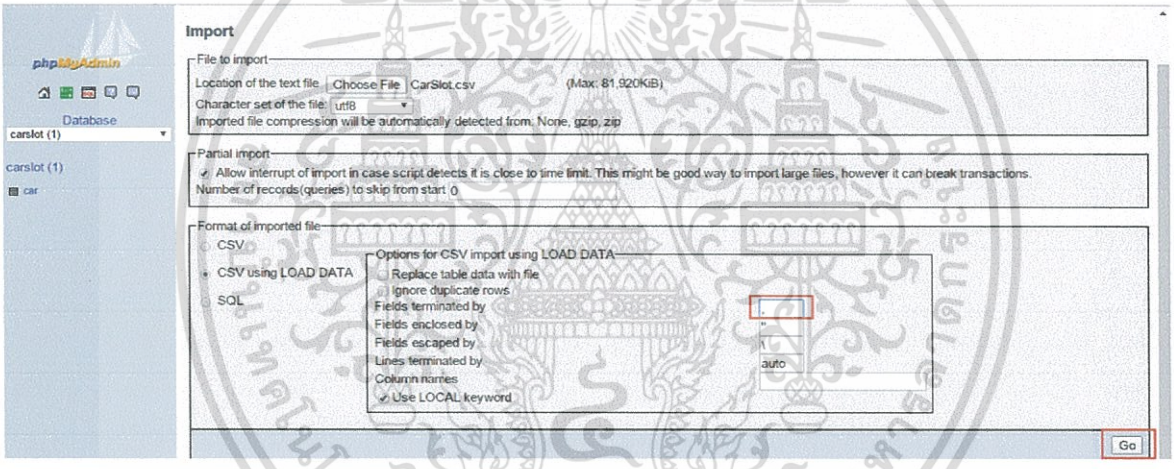
รูปที่ 4.22 กดปุ่ม Import และเลือก Choose File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 เลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บลงฐานข้อมูล

จากนั้นกำหนดค่า Format of imported file ในช่อง Fields terminated by ให้เป็น “ , ” หลังจากนั้นกดปุ่ม Go ดังแสดงในรูปที่ 4.24



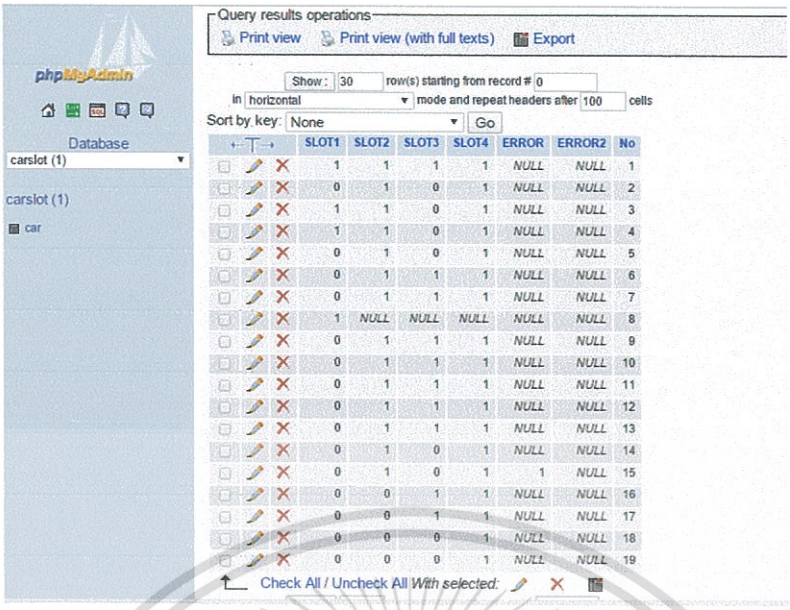
รูปที่ 4.24 กำหนดค่าใน Format of imported file

เมื่อเรามาดูตารางในฐานข้อมูลจะพบว่ามีข้อมูลที่บันทึกในไฟล์ .csv บันทึกในฐานข้อมูลแล้วดังนี้

- SLOT1 คือค่าสถานะของเซนเซอร์ตัวที่ 1
- SLOT2 คือค่าสถานะของเซนเซอร์ตัวที่ 2
- SLOT3 คือค่าสถานะของเซนเซอร์ตัวที่ 3
- SLOT4 คือค่าสถานะของเซนเซอร์ตัวที่ 4
- ERROR คือค่าผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการแสดงสถานะของเซนเซอร์
- ERROR2 คือค่าผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการแสดงสถานะของเซนเซอร์
- No ลำดับในการจัดเก็บข้อมูลจะเพิ่มแบบอัตโนมัติ

ฐานข้อมูลที่จัดทำแสดงได้ดังรูปที่ 4.25

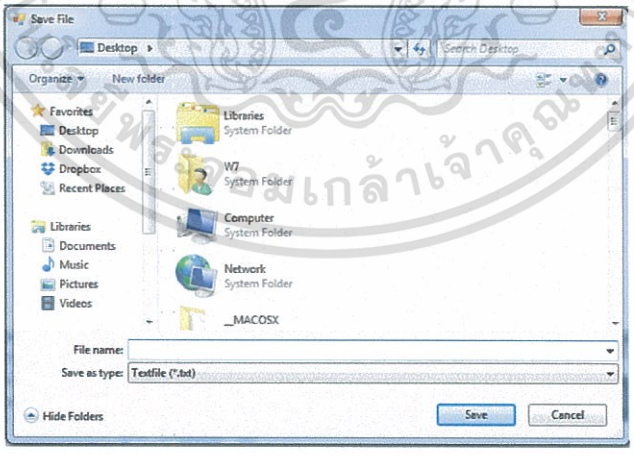
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น

จากรูปที่ 4.25 จะเห็นว่าในคอลัมน์ No จะเพิ่มจากค่าน้อยไปมากโดยค่าที่มากที่สุด คือ ค่าข้อมูลล่าสุดที่ได้รับเข้ามา และจะเพิ่มค่าแบบอัตโนมัติ คณะผู้จัดทำจะใช้ค่าที่ว่านี้ในการดึงข้อมูลลงเว็บไซต์เพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวในแอพพลิเคชั่นแอนดรอยด์ต่อไป

นอกจากนี้ในบางกรณีควรมีการสำรองข้อมูลลงคอมพิวเตอร์ ผู้จัดทำจึงได้สร้างปุ่ม Save File ให้สามารถบันทึกข้อมูลบน Textbox ทั้งหมดที่มีลงให้เป็นไฟล์ .txt โดยเมื่อทำการกดปุ่ม Save File แล้วจะมีหน้าต่างให้เลือกตำแหน่งที่จัดเก็บไฟล์ข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 เลือกตำแหน่งที่จะจัดเก็บข้อมูล

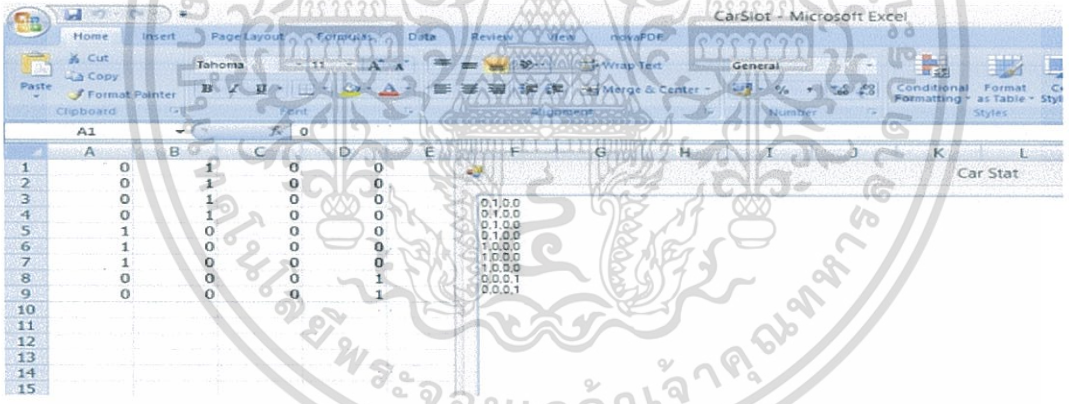
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกตำแหน่งจัดเก็บข้อมูลได้แล้วต้องกดปุ่ม Save เพื่อบันทึกข้อมูลโดยเมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วจะมีหน้าต่าง Pop-up แสดงข้อความว่า Complete เพื่อยืนยันการบันทึกข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.27

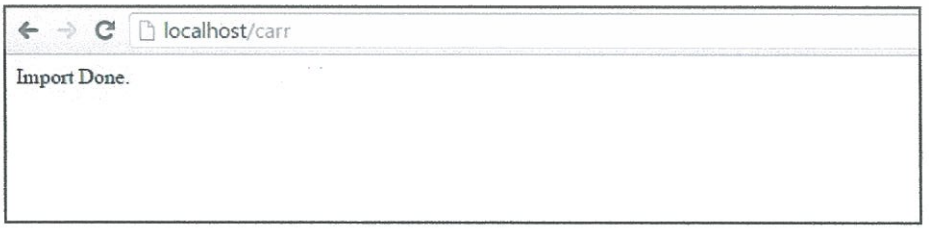
รูปที่ 4.27 หน้าต่าง Pop-up ยืนยันการบันทึกข้อมูลหลังจากทำการบันทึกข้อมูล

4.4.4 การบันทึกข้อมูลเข้าไปยังฐานข้อมูลด้วยภาษาพีเอชพี

ทำการสั่งภาษาพีเอชพีให้จัดเก็บไฟล์ข้อมูลที่รับได้จากเซนเซอร์ในรูปแบบของไฟล์ .csv แสดงดังรูปที่ 4.28 ลงในฐานข้อมูลโดยทำการป้อนคำสั่ง http://localhost/carr ลงในแถบแอดเดรสบาร์ หน้าเว็บจะแสดงข้อความว่า Import Done เมื่อทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลสำเร็จแล้วแสดงดังในรูปที่ 4.29



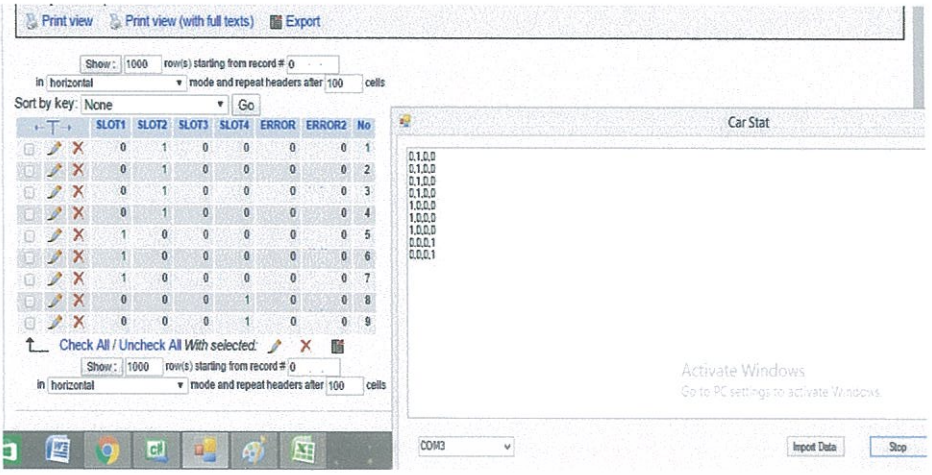
รูปที่ 4.28 ข้อมูลที่เซนเซอร์รับได้แล้วถูกจัดเก็บในไฟล์ csv



รูปที่ 4.29 แสดงการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลสำเร็จและแสดงข้อความ Import Done

ตรวจสอบผลการทำงานของโปรแกรมโดยตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลที่รับได้กับข้อมูลเมื่อถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูล

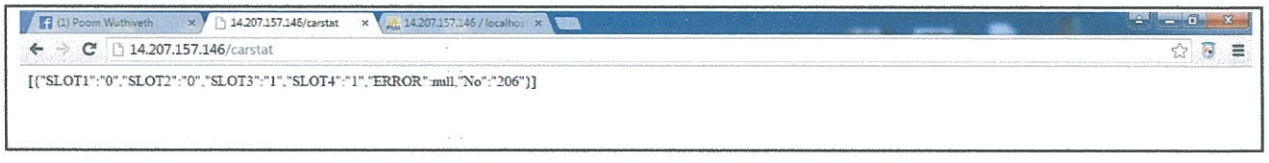
4.5 การทดสอบแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ต่อเนื่องจากหัวข้อที่แล้วคณะผู้จัดทำจะต้องดึงข้อมูลขึ้นเว็บไซต์โดยการฟอร์เวิร์ดพอร์ทเสียก่อน โดยผู้จัดทำจะเขียนเว็บง่ายๆ เพื่อดึงค่าล่าสุดออกมาใช้งานโดยค่าที่มากที่สุด คือ ค่าที่มีคอลัมน์ No มากที่สุดนั่นเอง เว็บที่คณะผู้จัดทำได้สร้างขึ้นแสดงดังรูปที่ 4.31

รูปที่ 4.31 เว็บไซต์ที่ใช้แสดงข้อมูลล่าสุด

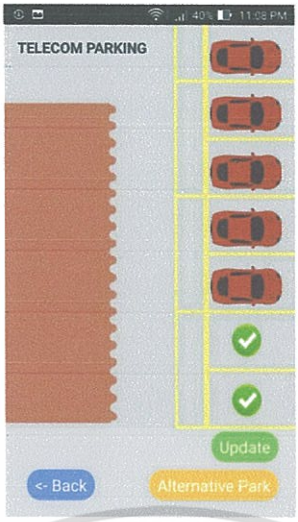
คณะผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม Android Studio ในการเขียนแอพพลิเคชั่น โดยผู้จัดทำใช้ข้อมูลบนเว็บไซต์ที่จัดทำขึ้นก่อนหน้านี้ให้แอพพลิเคชั่นประมวลผลโดยค่าสถานะ 1 คือมีรถจอดอยู่ให้แสดงเป็นสีแดง และค่าสถานะ 0 คือไม่มีรถจอดอยู่ให้แสดงเป็นสีเขียว โดยแสดงค่าออกบนหน้าจอโทรศัพท์ดังที่จะแสดงต่อไปนี้

- เมื่อข้อมูลที่รับได้มีสถานะ 0 0 1 1 ข้อมูลบนเว็บและหน้าแอพพลิเคชั่นจะแสดงดังรูปที่ 4.32 และ 4.33



รูปที่ 4.32 เว็บไซต์แสดงข้อมูล 0 0 1 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 หน้าแอพพลิเคชั่นเมื่อได้รับข้อมูลเป็น 0 0 1 1

- เมื่อข้อมูลที่รับได้มีสถานะ 1 0 1 0 ข้อมูลบนเว็บและหน้าแอพพลิเคชั่นจะแสดงดังรูปที่ 4.34 และ 4.35

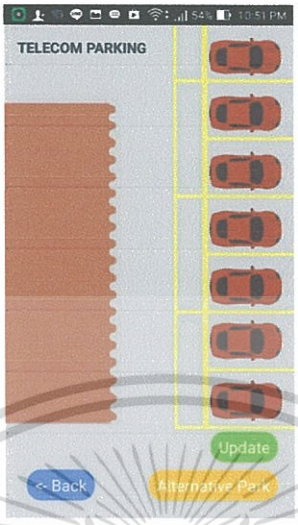
รูปที่ 4.34 เว็บไซต์แสดงข้อมูล 1 0 1 0

รูปที่ 4.35 หน้าแอพพลิเคชั่นเมื่อได้รับข้อมูลเป็น 1 0 1 0

ทำการทดสอบหากช่องจอดรถทุกช่องเต็มทั้งหมด บริเวณที่จอดรถของอาจารย์และบุคลากร บริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมดังแสดงในรูปที่ 4.36 แล้วทำการกดปุ่ม Alternative Park

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้แอพพลิเคชั่นแนะนำเส้นทางไปยังที่จอดรถบริเวณอาคารเฉลิมพระเกียรติ (อาคาร HM) แอพพลิเคชั่นจะแสดงหน้าถัดไปดังรูปที่ 4.37

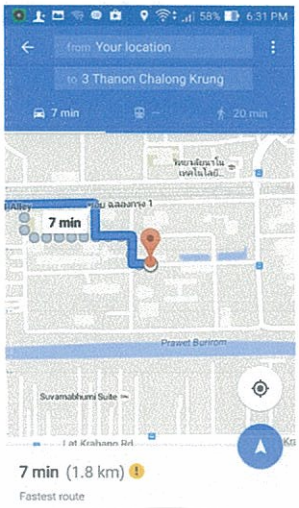


รูปที่ 4.36 สถานะช่องจอดรถขณะทุกที่จอดเต็มบริเวณที่จอดรถภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

รูปที่ 4.37 แผนที่นำทางไปยังที่จอดรถเพิ่มเติมสำหรับอาจารย์และบุคลากร

จากรูปที่ 4.37 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Navigation บริเวณมุมขวาล่างแอพพลิเคชั่นจะทำการเชื่อมต่อกับแอพพลิเคชั่น Google Maps บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องนั้นให้ทำการนำเส้นทางไปยังอาคารเฉลิมพระเกียรติดังแสดงในรูปที่ 4.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 แอพพลิเคชั่น Google Maps แนะนำทางไปยังอาคารเฉลิมพระเกียรติ

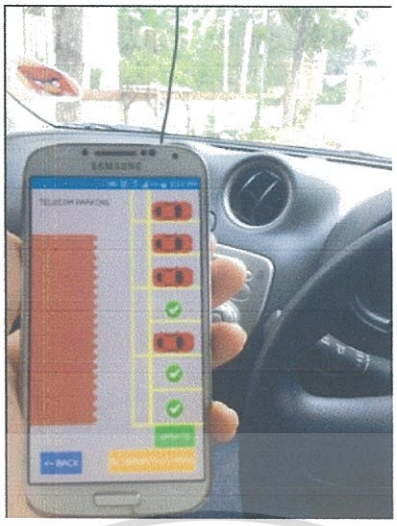
4.6 ทดสอบระบบรวม

คณะผู้จัดได้ทดสอบระบบรวม โดยทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ที่บริเวณที่จอดรถตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทั้งหมด 4 ตัว และใช้โมดูลซิกบีเพื่อส่งข้อมูลสถานะช่องจอดรถแบบไร้สายไปจัดเก็บยังคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ โดยที่ข้อมูลสถานะที่อยู่ในคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์สามารถใช้แสดงในแอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์พร้อมทั้งสามารถใช้แอพพลิเคชั่นแนะนำที่จอดรถเพิ่มเติม ในกรณีที่ที่จอดรถที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ถูกจอดจนเต็มทั้งหมด โดยการทดสอบจะแบ่งเป็น 2 กรณี

4.6.1 กรณีที่ที่จอดรถที่ติดตั้งเซนเซอร์มีพื้นที่เหลือให้สามารถจอดรถได้

เริ่มแรกสมมติให้ผู้ใช้เป็นอาจารย์หรือบุคลากร เมื่อเปิดแอพพลิเคชั่นและกดปุ่ม FACULTY/STAFF จะสามารถดูพื้นที่ว่างของลานจอดรถบริเวณตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมได้ดังรูปที่ 4.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



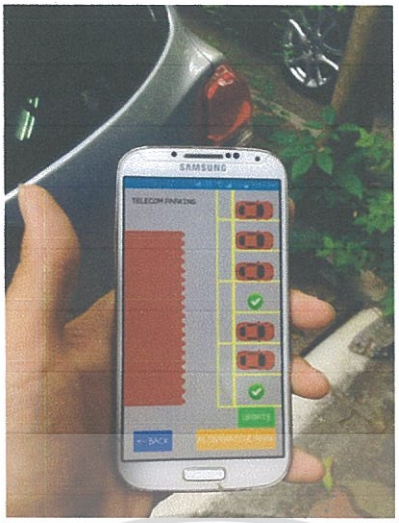
รูปที่ 4.39 แอพพลิเคชั่นแสดงพื้นที่ว่างบริเวณที่จอดรถตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

จากรูปที่ 4.39 แอพพลิเคชั่นแสดงว่ายังมีพื้นที่ว่างให้สามารถจอดรถได้ เพราะฉะนั้นผู้ใช้สามารถนำรถไปจอดในพื้นที่ว่างได้ดังรูปที่ 4.40

รูปที่ 4.40 ผู้ใช้นำรถยนต์มาจอดบริเวณพื้นที่ว่าง

หลังจากจอดรถเสร็จผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Update เพื่อดูสถานะช่องจอดรถที่สามารถจอดได้ ณ เวลานั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.41

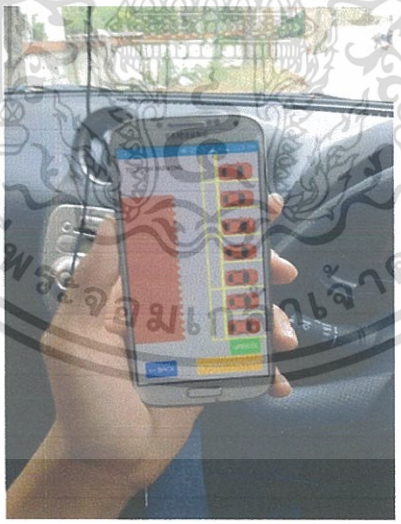
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 แอพพลิเคชั่นแสดงพื้นที่ว่างที่ยังสมารถจอดรถได้หลังจากผู้ใช้จอดรถไปแล้ว

4.6.2 กรณีที่ที่จอดรถที่ติดตั้งเซนเซอร์ไม่มีพื้นที่เหลือให้สามารถจอดรถได้

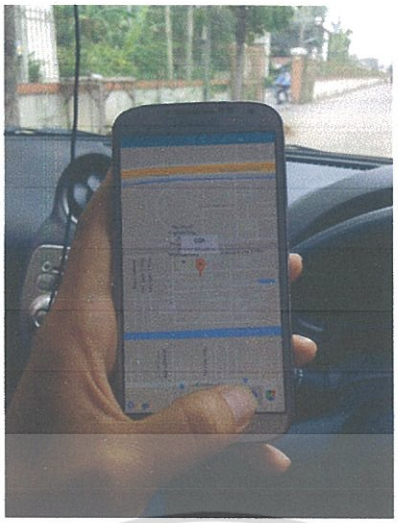
เริ่มแรกสมมติให้ผู้ใช้เป็นนักศึกษาหรือบุคคลภายนอก เมื่อเปิดแอพพลิเคชั่นและกดปุ่ม FACULTY/STAFF จะสามารถดูพื้นที่ว่างของลานจอดรถบริเวณตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมได้ดังรูปที่ 4.42



รูปที่ 4.42 แอพพลิเคชั่นแสดงไม่มีพื้นที่ว่างบริเวณที่จอดรถตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

จากรูปที่ 4.42 ผู้ใช้งานไม่สามารถนำรถไปจอดบริเวณที่จอดรถตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมได้ ดังนั้นผู้ใช้งานจึงกดปุ่ม Alternative Park เพื่อให้แอพพลิเคชั่นแนะนำที่จอดรถแห่งใหม่ดังรูปที่ 4.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



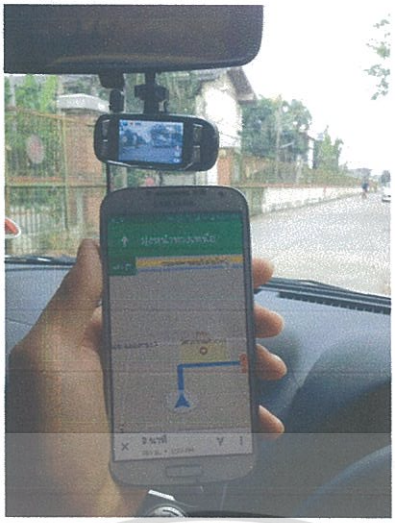
รูปที่ 4.43 แอพพลิเคชั่นแนะนำที่จอดรถแห่งใหม่

จากรูปที่ 4.43 แอพพลิเคชั่นแนะนำที่จอดเพิ่มเติมสำหรับอาจารย์และบุคลากรบริเวณอาคารเฉลิมพระเกียรติ (อาคาร HM) และผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม Navigate เพื่อให้แอพพลิเคชั่นเชื่อมต่อกับ Google Maps ได้ดังรูปที่ 4.44

รูปที่ 4.44 แอพพลิเคชั่นเชื่อมต่อกับ Google Maps

จากรูปที่ 4.44 สามารถกดปุ่มสีฟ้าบริเวณมุมขวาล่างของหน้าจอ เพื่อให้แอพพลิเคชั่น Google Maps นำทางไปยังที่จอดรถแห่งใหม่ได้ดังรูปที่ 4.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 แอพพลิเคชั่น Google Maps นำทางไปยังที่จอดรถแห่งใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์เรื่อง "ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ" ที่ได้จัดทำขึ้นนี้ ประสบความสำเร็จในการจัดทำในส่วนของฮาร์ดแวร์ของเซนเซอร์ตรวจสถานะช่องจอดรถ โดยเซนเซอร์ตรวจสถานะช่องจอดรถได้มีการนำโมดูลอัลตราโซนิคมาดัดแปลงเพิ่มเติมในส่วนของแพ็คเกจที่เป็นโลหะเพื่อป้องกันความเสียหายในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น รถยนต์ที่กำลังจอดเหยียบเซนเซอร์ เป็นต้น และคณะผู้จัดทำได้ใช้เซนเซอร์ตรวจสถานะการจอดรถทั้งหมด 4 ตัวด้วยกันในการสร้างระบบต้นแบบ เพื่อตรวจสอบสถานะของช่องจอดรถทั้งหมด 4 ช่อง ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ โดยเซนเซอร์ทั้ง 4 ตัวนี้จะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการตรวจสอบค่าสถานะ ณ เวลาที่เซนเซอร์ทำงานและทำการส่งข้อมูลเหล่านี้ไปเก็บในฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ผ่านโมดูลไร้สายซิกบี และนำข้อมูลค่าสถานะนี้ไปแสดงผลผ่านแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และสามารถออกแบบให้แอพพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แนะนำเส้นทางให้ผู้ใช้งานสามารถนำรถยนต์ไปจอดในที่จอดรถแห่งใหม่ที่สำรองไว้ ในกรณีที่จอดรถที่ติดตั้งเซนเซอร์ไว้ถูกจอดจนเต็มแล้ว

5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจสอบและจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถที่ถูกออกแบบและจัดทำขึ้นมาในปริญญานิพนธ์นี้นั้นยังสามารถนำไปพัฒนาระบบให้มีฟังก์ชันเพิ่มอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ระบบการชำระเงินเพื่อจองคิว การเข้าใช้งานสำหรับสมาชิก เป็นต้น และสามารถปรับปรุงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้นได้อีก เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบต้นแบบที่ยังสามารถออกแบบให้มีความเหมาะสมของตัวแพ็คเกจที่ต้องปกป้องตัวเซนเซอร์จากรถยนต์ ในบางครั้งความเสถียรภาพของเซนเซอร์อาจคลาดเคลื่อนไปเนื่องจากในการใช้งานจริงรถยนต์ที่เข้าจอดอาจมีความสูงที่ผิดปกติไปจากรถยนต์ที่พบเห็นทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Sakshi Education, "การเชื่อมต่อ Zigbee แบบระดับเดียว," Available at http://www.sakshieducation.com. (สืบค้นวันที่ 30 สิงหาคม 2558)

[2] Ata Elahi และ Adam Gschwender, "การเชื่อมต่อ Zigbee แบบดาว," Available at http://www.informit.com. (สืบค้นวันที่ 30 สิงหาคม 2558)

[3] Innovative Experiment Co., Ltd, "Ultrasonic Sensor HC-SR04 / DS1307," Available at http://www.inex.co.th. (สืบค้นวันที่ 21 สิงหาคม 2558)

[4] AliExpress, "โมดูลอัลตราโซนิคเซนเซอร์," Available at http://th.aliexpress.com. (สืบค้นวันที่ 21 สิงหาคม 2558)

[5] ไม่ปรากฏชื่อผู้เขียน, "การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม," Available at panudech.rmutl.ac.th/OPN/Slide03.pdf. (สืบค้นวันที่ 24 กันยายน 2558)

[6] ทศพล ต้นสมบัติ, "วิวัฒนาการของโปรแกรม Visual C#," Available at https://beerkung.wordpress.com. (สืบค้นวันที่ 24 กันยายน 2558)

[7] Wikipedia, "ดอตเน็ตเฟรมเวิร์คคืออะไร," Available at https://en.wikipedia.org/wiki/.NET_Framework_version_history. (สืบค้นวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2559)

[8] Panomkorn Auttalasub, "โครงสร้างของระบบปฏิบัติการณ์แอนดรอยด์," Available at https://panomkorn.wordpress.com. (สืบค้นวันที่ 24 กันยายน 2558)

[9] ธันยพัฒน์ วงศ์รัตน์, "ภาษาพีเอชพี," คู่มือพัฒนาเว็บแอ็พพลิเคชั่นด้วย PHP & AJAX+jQuery, vol. 1, October 2013, pp. 200-270.

[10] ศุภชัย สมพานิช, "การเขียนแอนดรอยด์แอพพลิเคชั่น," Basic Android Programming, vol. 1, December 2012, pp. 120-260.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้