แอปพลิเคชันแสดงโปรโมชันสินค้าภายในห้างสรรพสินค้าด้วย VLC

Application displaying the promotion in department store with VLC

พิชิต ศรีทาบุตร
PICHIT SRITHABUT
สัมมัตตะ ชัยพราหมณ์
SUMMATTA CHAIPRAM
อธิพัฒน์ แสงธรรมรัตน์
ATHIPAT SANGTAMMARAT

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

แอปพลิเคชันแสดงโปรโมชันสินค้าภายในห้างสรรพสินค้าด้วย VLC

Application displaying the promotion in department store with VLC

พิชิต ศรีทาบุตร

PICHIT SRITHABUT

สัมมัตตะ ชัยพราหมณ์

SUMMATTA CHAIPRAM

อธิพัฒน์ แสงธรรมรัตน์

ATHIPAT SANGTAMMARAT

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application displaying the promotion in department store with VLC

PICHIT SRITHABUT

SUMMATTA CHAIPRAM

ATHIPAT SANGTAMMARAT

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แอปพลิเคชันแสดงโปรโมชันสินค้าภายในห้างสรรพสินค้าด้วย VLC
Thesis Title	Application displaying the promotion in department store with VLC
ชื่อนักศึกษา	นายพิชิต ศรีทาบุตร นายสัมมัตตะ ชัยพราหมณ์ นายอธิพัฒน์ แสงธรรมรัตน์
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2559

(.....)

ผศ.ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แอปพลิเคชันแสดงโปรโมชันสินค้าภายในห้างสรรพสินค้าด้วย VLC
Thesis Title	Application displaying the promotion in department store with VLC
ชื่อนักศึกษา	นายพิชิต ศรีทาบุตร รหัสนักศึกษา 56010853
	นายสัมมัตตะ ชัยพราหมณ์ รหัสนักศึกษา 56011297
	นายอธิพัฒน์ แสงธรรมรัตน์ รหัสนักศึกษา 56011396
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านแสงที่ตามองเห็นได้มาประยุกต์ใช้งานจริง โดยเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ภายในห้างสรรพสินค้าสำหรับการระบุตำแหน่งของลูกค้าและแสดงโปรโมชันสินค้า พร้อมทั้งบันทึกพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าลงในระบบฐานข้อมูล โดยมีการนำข้อมูลเวลาที่ลูกค้าเลือกซื้อสินค้าใช้พิจารณาร่วมกับใบเสร็จรับเงินของลูกค้า เพื่อใช้ในการแสดงโปรโมชันในครั้งถัดไปให้แก่ลูกค้าแต่ละคนได้อย่างถูกต้อง ดำเนินการโดยภาคส่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการส่งข้อมูลไอดีของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวง ด้วยการมอดูเลตสัญญาณข้อมูลไอดีกับสัญญาณเชิงแสงแบบออน-ออฟเคย์อิ้ง และในส่วนของภาครับจะประกอบด้วยวงจรรับสัญญาณซึ่งเชื่อมต่อกับแทปเล็ตวินโดวส์ 10 ที่ติดตั้งอยู่บนรถเข็นสินค้าซึ่งมีโฟโต้ไดโอดในวงจรภาครับตรวจจับข้อมูลแสงทำการส่งสัญญาณที่ได้ผ่านตัวประมวลผลในภาครับเพื่อแปลงค่าสัญญาณแสงออกมาเป็นข้อมูลไอดีของหลอดไฟแอลอีดี จากนั้นข้อมูลไอดีจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านไวไฟ (Wi-Fi) เพื่อดึงข้อมูลโปรโมชันสินค้าจากฐานข้อมูลซึ่งสัมพันธ์กับข้อมูลไอดีของหลอดไฟแอลอีดีมาแสดงผลที่หน้าจอแทปเล็ต จากการทดลองสามารถแสดงข้อมูลตำแหน่งของลูกค้าและแจ้งโปรโมชันสินค้าได้ในระยะห่างระหว่างหลอดไฟแอลอีดีถึงอุปกรณ์ภาครับสัญญาณได้ไม่เกิน 110 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application displaying the promotion in department store with VLC			
Student	Mr.Pichit	Srithabut	Student ID.	56010853
	Mr.Summatta	Chaipram	Student ID.	56011297
	Mr.Athipat	Sangtammarat	Student ID.	56011396
Degree	Bachelor of Engineering			
Program	Information Engineering			
Department	Computer Engineering			
Academic Year	2016			
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Panarat Cherntanomwong			

ABSTRACT

The thesis presents the real application using the Visible Light Communication (VLC) Technology in department store for identifying the position of customers and showing product promotions, as well as recording the shopping behavior of customers in the database. The record of the shopping behavior of customers is used to consider with customer bills to precisely show product promotions for each customers, when they come back for shopping next time. In this system, for the transmitter side, signal data which is the assigned ID of each LED is transmitted by microcontroller in which the On-Off Keying modulation (OOK) is used. For the receiver side it consists of the receiver circuit connecting with the Windows10 tablet where they are installed in the shopping cart, the photodiode in the receiver circuit can detect the light sent from LED and pass it through to processor for converting the light to the ID. After that, this ID is sent to the tablet for forwarding ID to server and querying product promotions from database to show on tablet screen. It can be seen from the experiment result that the current locations of customers can be show and the maximum Tx-Rx range is 110 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีหากปราศจากบุคคลที่คอยช่วยเหลือชี้แนะและสนับสนุนดังต่อไปนี้

ผู้จัดทำขอขอบคุณ ผศ.ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาคอยตรวจทานปริญญานิพนธ์และชี้จุดบกพร่องที่ควรนำไปปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งให้กำลังใจตลอดการทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุธีรา พันธุ์ธีรานุรักษ์ อาจารย์ที่คอยให้คำปรึกษาทางด้านการออกแบบระบบฐานข้อมูลและการเขียนโปรแกรมให้ออกมาถูกต้องและครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงงานชิ้นนี้

ขอขอบคุณ พี่กฤษณ์ ศรีวิลาศ พี่ณัฐพล นาคราช พี่พรชนก นามอ่อนตา และ Mr.Yakub Fahim LUCKYARNO รุ่นพี่หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ช่วยให้ความรู้ความเข้าใจในการทำโครงงาน คอยให้คำปรึกษา และช่วยหาวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆตลอดการทำโครงงานชิ้นนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆที่คอยให้คำปรึกษาความช่วยเหลือแลให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัว ที่คอยอบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์เสมอมา และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ซึ่งไม่สามารถกล่าวมา ณ ที่นี้ได้ทั้งหมด ผู้จัดทำมีความซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

พิชิต ศรีทาบุตร
สัมมัตตะ ชัยพราหมณ์
อธิพัฒน์ แสงธรรมรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.3 การประยุกต์ใช้งาน	2
1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในปริญญานิพนธ์	3
1.6.1 Hardware	3
1.6.2 Software	3
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน	5
2.1 บทนำ	5
2.2 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบการสื่อสารผ่านแสงที่ตามองเห็นได้	5
2.3 แอลอีดี (Light Emitting Diode; LED)	5
2.4 โฟโต้ไดโอด (Photo diode)	7
2.5 สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto - isolator)	8
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6.1 Arduino Pro Mini 5V	10
2.6.2 Arduino Mega 2560 R3	12
2.7 แสงสี	15
2.7.1 แสงที่มองเห็นได้ (Visible light)	16
2.7.2 สเปกตรัมของแสงขาว (Colors of visible light)	17
2.7.3 หน่วยวัดแสง	18
2.7.4 การส่องสว่างและการเปรียบเทียบความเข้มแสง	18
2.8 สัญญาณแอนะลอกและสัญญาณดิจิทัล	18
2.9 การผสมสัญญาณเชิงแสง	19
2.9.1 การผสมสัญญาณเชิงแสงโดยใช้การตรวจจับแบบโดยตรง	19
2.10 ประเภทการมอดูเลชั่น	19
2.10.1 ออน-ออฟคีย์อิ้ง (On-off Keying, OOK)	19
2.11 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม	20
2.11.1 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส	21
2.11.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	21
2.11.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS232	22
2.11.4 ระดับแรงดัน TTL	23
2.11.5 IC MAX 232	24
2.11.5.1 MAX232 กรณีใช้แปลงระดับแรงดัน TTL 0-5 V	24
2.11.5.2 MAX232 กรณีใช้แปลงระดับแรงดัน LVTTL 0-3.3V	25
2.11.6 ขั้วต่อสำหรับพอร์ต RS232 และการเชื่อมต่อ	25
2.11.7 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (UART)	29
2.12 ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language : UML)	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.12.1.1 ประโยชน์ของแผนภาพยูสเคส	30
2.12.1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพยูสเคส	30
2.12.2 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence diagram)	31
2.12.1.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์	32
2.13 ผังงาน (Flow chart)	33
2.13.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนผังงาน	33
2.13.2 ประโยชน์ของผังงาน	34
2.13.3 ข้อจำกัดของผังงาน	34
2.14 ภาษาซีชาร์ป (C#)	35
2.14.1 เครื่องมือในการพัฒนาภาษาซีชาร์ป	35
2.14.2 ความสามารถของภาษาซีชาร์ป	35
2.14.3 หลักการทำงานของภาษาซีชาร์ป	36
บทที่ 3 โครงสร้างของระบบและการออกแบบ	37
3.1 โครงสร้างของระบบ	37
3.2 ชุดอุปกรณ์ส่งข้อมูลผ่านหลอดแอลอีดี	38
3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้	38
3.2.2 การออกแบบวงจรส่งข้อมูลผ่านหลอดแอลอีดี	39
3.3 ชุดอุปกรณ์รับข้อมูจากแสง	40
3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้	41
3.3.2 การออกแบบวงจรรับข้อมูลจากหลอดแอลอีดี	41
3.4 การรับและส่งข้อมูลจากชุดทดลอง	42
3.5 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตัวรับและแท็บเล็ตวินโดวส์ 10 บนรถเข็นสินค้า	44
3.6 การออกแบบเขียนโปรแกรมตัวส่งและตัวรับข้อมูลผ่านแสงที่ตามองเห็นได้	45
3.6.1 การออกแบบโปรแกรมภาคส่งข้อมูลผ่านหลอดแอลอีดี	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.6.2 การออกแบบโปรแกรมภาครับผ่าน Visual Studio	46
3.6.3 การออกแบบโปรแกรมภาครับเพื่อบันทึกเวลาในการเลือกซื้อสินค้า	47
3.6.4 การออกแบบโปรแกรมภาครับเพื่อแสดงโปรโมชั่น	48
3.6.5 การออกแบบโปรแกรมภาครับเพื่อนับเวลาที่แสดงโปรโมชั่น	49
3.7 แผนภาพยูสเคสของระบบแสดงโปรโมชันบนแทปเล็ตวินโดวส์ 10	51
3.8 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของระบบแสดงโปรโมชันบนแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10	51
3.8.1 ส่วนโปรแกรมที่ให้ลูกค้าสมัครสมาชิก	51
3.8.2 ส่วนโปรแกรมที่ให้ลูกค้าเข้าสู่ระบบ	52
3.8.3 ส่วนโปรแกรมระบบการเลือกหมวดสินค้า	53
3.8.4 ส่วนโปรแกรมระบบในการดูรายละเอียดสินค้า	55
3.8.5 ส่วนโปรแกรมในการแสดงหน้าโปรโมชัน	55
3.8.6 ส่วนโปรแกรมในการปิดหน้าโปรโมชัน	56
3.8.7 ส่วนโปรแกรมในการเดินออกจากชั้นวางสินค้า	57
3.9 แผนภาพยูสเคสของระบบการจัดการข้อมูลภายในห้างสรรพสินค้า	57
3.10 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของระบบการจัดการข้อมูลภายในห้างสรรพสินค้า	58
3.10.1 ส่วนโปรแกรมการเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ	58
3.10.2 ส่วนโปรแกรมการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลสินค้า	59
3.10.3 ส่วนโปรแกรมการเพิ่ม แก้ไข และลบใบเสร็จ	61
3.10.4 ส่วนโปรแกรมการเพิ่ม แก้ไข และลบหมวดสินค้า	63
3.11 การออกแบบฐานข้อมูล	65
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	67
4.1 การทดลองส่งข้อมูลตัวเลขจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณแสง	67
4.2 การทดลองวัดระยะในการส่งข้อมูล ID ไปยังภาครับพร้อมแสดงโปรโมชั่นสินค้า	68
4.3 การติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีเข้ากับโครงเหล็กเพื่อใช้ในการทดลอง	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4 การทดลองวัดขอบเขตการรับข้อมูลจากแสงของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวง	74
4.5 โปรแกรมรับค่าไอดีจากหลอดไฟแอลอีดีและส่งค่า pkg_counter ไปยังฐานข้อมูล	75
4.6 ส่วนของการปิดหน้าโปรโมชั่นสินค้าตามค่าเวลาที่ผู้ดูแลระบบได้กำหนดค่าไว้	77
4.7 ส่วนของแอปพลิเคชั่นบนวินโดวส์แท็บเล็ต	78
4.8 ส่วนของโปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล (Admin)	84
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	106
5.1 บทสรุปปริญญานิพนธ์	106
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข	106
5.3 แนวทางการแก้ไข	107
5.4 แนวทางการพัฒนาและนำไปใช้	107
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก ก โปสเตอร์	111
ภาคผนวก ข การติดตั้งโปรแกรม Visual studio 2015	113
ภาคผนวก ค การติดตั้งโปรแกรม Microsoft SQL server 2008 R2	116
ภาคผนวก ง การติดตั้งโปรแกรม Arduino และการอัปโหลดไฟล์ลง Arduino Pro Mini	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน	4
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของ Arduino UNO R3	10
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของ Arduino Mega 2560 R3	12
ตารางที่ 2.3 ความยาวคลื่นและความถี่คลื่นของแสงสีที่แตกต่างกัน	16
ตารางที่ 2.4 การจัดขาของสัญญาณพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆ และหน้าที่การทำงาน	26
ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Customer)	65
ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Product)	65
ตารางที่ 3.3 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Category)	66
ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Light_id)	66
ตารางที่ 3.5 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Cashier)	66
ตารางที่ 3.6 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Admin)	66
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดระยะทางส่งข้อมูล ID ไปยังภาครับพร้อมแสดงโปรโมชันสินค้า	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 1.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ	1
รูปที่ 2.1 หลอดแอลอีดีชนิด Super Bright	7
รูปที่ 2.2 หลอดแอลอีดีชนิด Spotlight Led	7
รูปที่ 2.3 โฟโต้ไดโอดแบบซิลิกอน	8
รูปที่ 2.4 สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto-Isolator)	8
รูปที่ 2.5 สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto-Isolator) ชนิด PC817	9
รูปที่ 2.6 Arduino Pro Mini	10
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบต่างๆของ Arduino Pro Mini	11
รูปที่ 2.8 Arduino Mega 2560 R3	12
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบต่างๆของ Arduino Uno R3	15
รูปที่ 2.10 สเปคตรัมของแสงเมื่อแสงขาวเดินทางผ่านปริซึม	16
รูปที่ 2.11 วงล้อสี (color wheel)	17
รูปที่ 2.12 สัญญาณแอนะลอก และสัญญาณดิจิทัล	18
รูปที่ 2.13 ลักษณะของสัญญาณออน-ออฟคีย์อิ้ง	20
รูปที่ 2.14 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส	21
รูปที่ 2.15 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	22
รูปที่ 2.16 การเปรียบเทียบระดับแรงดันTTL กับ ระดับแรงดัน RS232	23
รูปที่ 2.17 ระดับแรงดัน TTL และ LVTTL	24
รูปที่ 2.18 การสื่อสารระหว่างแรงดัน RS232 กับ แรงดัน TTL โดยใช้ IC MAX232	24
รูปที่ 2.19 การต่อ IC MAX232 โดยแปลงระดับแรงดัน TTL 0-5V เป็น RS232	25
รูปที่ 2.20 การต่อ IC MAX232 โดยแปลงระดับแรงดัน LVTTL 0-3.3V เป็น RS232	25
รูปที่ 2.21 ขั้วต่ออนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9	26
รูปที่ 2.22 ขั้วต่ออนุกรม 25 ขา หรือแบบ DB-25	26
รูปที่ 2.23 การต่ออุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมรูปแบบ Null Modem	28
รูปที่ 2.24 การต่ออุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมใช้สายสัญญาณ 3 เส้น	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.25 ตัวอย่างแผนภาพลำดับเหตุการณ์	31
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ	37
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบ	38
รูปที่ 3.3 วงจรส่งข้อมูล	39
รูปที่ 3.4 วงจรตัวส่งสัญญาณและตัวส่งสัญญาณที่มีการเชื่อมต่อกับหลอดไฟแอลอีดี	40
รูปที่ 3.5 วงจรรับแสงจากหลอดไฟแอลอีดี	40
รูปที่ 3.6 วงจรรับข้อมูลแสงจากแอลอีดีที่มีการเชื่อมต่อผ่าน RS232 ไปยัง Serial port	42
รูปที่ 3.7 การทดลองส่งข้อมูลจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังวงจนภาครับ	42
รูปที่ 3.8 การเพิ่มโคมของหลอดไฟเพื่อบีบลำแสงให้มีกำลังวัตต์มากขึ้น	43
รูปที่ 3.9 ภาพด้านหน้าของหลอดไฟเมื่อทำการติดตั้งบนโครงเหล็กจำลอง	43
รูปที่ 3.10 แบบจำลองระบบภายในห้างสรรพสินค้าเมื่อทำการติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีแล้ว	44
รูปที่ 3.11 การติดตั้งตัวรับสัญญาณแสงและแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 ลงบนรถเข็นสินค้า	45
รูปที่ 3.12 แผนผังงานแสดงการส่งข้อมูลของภาคส่งผ่านแสงที่ตามองเห็นได้	46
รูปที่ 3.13 แผนผังงานแสดงการรับข้อมูลผ่านโปรแกรม Visual studio	47
รูปที่ 3.14 แผนผังงานแสดงการบันทึกระยะเวลาการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าลงฐานข้อมูล	48
รูปที่ 3.15 แผนผังงานแสดงการออกแบบโปรแกรมเพื่อแสดงโปรโมชัน	49
รูปที่ 3.16 แผนผังงานแสดงการออกแบบโปรแกรมเพื่อนับเวลาในการแสดงโปรโมชัน	50
รูปที่ 3.17 แผนภาพยูสเคสของระบบแสดงโปรโมชันบนแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10	51
รูปที่ 3.18 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบสมัครสมาชิกของลูกค้า	52
รูปที่ 3.19 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการเข้าสู่ระบบของลูกค้า	53
รูปที่ 3.20 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการเลือกหมวดสินค้า	54
รูปที่ 3.21 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการดูรายละเอียดสินค้า	55
รูปที่ 3.22 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการแสดงหน้าโปรโมชัน	56
รูปที่ 3.23 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการปิดหน้าโปรโมชัน	56
รูปที่ 3.24 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการเดินออกจากชั้นวางสินค้า	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 3.25 แผนภาพยูสเคสของระบบการจัดการข้อมูลภายในห้างสรรพสินค้า	57
รูปที่ 3.26 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ	58
รูปที่ 3.27 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลสินค้า	60
รูปที่ 3.28 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบใบเสร็จ (1)	62
รูปที่ 3.29 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบใบเสร็จ (2)	63
รูปที่ 3.27 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบหมวดสินค้า	64
รูปที่ 3.28 แผนภาพการออกแบบฐานข้อมูลของระบบ	65
รูปที่ 4.1 การทดลองส่งข้อมูลผ่านแสงจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังวงจรรับสัญญาณแสง	67
รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณจากวงจรส่งสัญญาณและวงจรรับสัญญาณ	68
รูปที่ 4.3 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 140 เซนติเมตร	69
รูปที่ 4.4 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 170 เซนติเมตร	70
รูปที่ 4.5 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 200 เซนติเมตร	70
รูปที่ 4.6 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 210 เซนติเมตร	71
รูปที่ 4.7 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 140 เซนติเมตร	71
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 170 เซนติเมตร	72
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 200 เซนติเมตร	72
รูปที่ 4.10 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 210 เซนติเมตร	73
รูปที่ 4.11 การติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีบนโครงเหล็กเพื่อใช้ในการทดลอง	73
รูปที่ 4.12 การออกแบบพื้นที่ครอบคลุมของการรับส่งข้อมูลในหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวง	74
รูปที่ 4.13 พื้นที่ของการรับส่งข้อมูลของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวงจากการทดลอง	74
รูปที่ 4.14 โปรแกรมการรับข้อมูลจากแสงที่ตามองเห็นได้	75
รูปที่ 4.15 การนำเอาโปรแกรมตัวรับแสงไปใส่ไว้ในหน้าแอปพลิเคชั่นหลัก	75
รูปที่ 4.16 หน้าแอปพลิเคชั่นหลักเมื่อ pkg_counter ถูกส่งเข้าไปยังฐานข้อมูล	76
รูปที่ 4.17 ค่า pkg_counter และค่าอื่นๆที่ถูกส่งไปยังฐานข้อมูล	76
รูปที่ 4.18 การตั้งค่าเวลาในการปิดหน้าโปรโมชั่นจากส่วนโปรแกรมของผู้ดูแลระบบ	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 4.19 การบวกเพิ่มของ pkg_counter เมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ 1 วินาที	77
รูปที่ 4.20 หน้าหลักของแอปพลิเคชั่น	78
รูปที่ 4.21 หน้าแอปพลิเคชั่นในการสมัครสมาชิก	78
รูปที่ 4.22 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้กรอก Username	79
รูปที่ 4.23 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกอีเมลไม่ถูกต้อง	79
รูปที่ 4.24 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้กรอกเบอร์โทรศัพท์	79
รูปที่ 4.25 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกเบอร์โทรศัพท์ไม่ถูกต้อง	80
รูปที่ 4.26 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อสามารถสมัครสมาชิกเรียบร้อย	80
รูปที่ 4.27 หน้าโปรโมชั่นทั่วไป	80
รูปที่ 4.28 หน้าแอปพลิเคชั่นเสนอสินค้าที่ลูกค้าซื้อบ่อยและสินค้าหมวดที่ลูกค้าเลือกซื้อนาน	81
รูปที่ 4.29 หน้าแอปพลิเคชั่นแสดงสินค้าที่ลูกค้าซื้อบ่อยและซื้อเยอะ	81
รูปที่ 4.30 หน้าแอปพลิเคชั่นแสดงสินค้าโดยวัดจากระยะเวลาในการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้า	82
รูปที่ 4.31 หน้า Fresh food	83
รูปที่ 4.32 หน้า Beverages	83
รูปที่ 4.33 หน้า Snacks	83
รูปที่ 4.34 หน้า Dessert	84
รูปที่ 4.35 หน้า Household	84
รูปที่ 4.36 หน้าแอปพลิเคชั่นการเข้าสู่ระบบของโปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล	85
รูปที่ 4.37 หน้าเข้าสู่ระบบผู้ดูแลระบบเมื่อมีการกรอกข้อมูลผิดพลาด	85
รูปที่ 4.38 หน้าของการเพิ่ม อัปเดตข้อมูล และลบสินค้า	86
รูปที่ 4.39 การแสดงข้อมูล Product_id ที่มีข้อมูลของสินค้าอยู่แล้ว	86
รูปที่ 4.40 การแสดงข้อมูล Product_id ที่ยังไม่มีข้อมูลของสินค้า	87
รูปที่ 4.41 ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลสินค้า (1)	87
รูปที่ 4.42 ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลสินค้า (2)	88
รูปที่ 4.43 การเพิ่มสินค้าลงในฐานข้อมูลได้สำเร็จ	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 4.44 การอัปเดตแก้ไขข้อมูลสินค้า	89
รูปที่ 4.45 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Product_id	89
รูปที่ 4.46 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้เลือก Category	90
รูปที่ 4.47 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Product_name	90
รูปที่ 4.48 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้เลือกรูปภาพ	90
รูปที่ 4.49 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Description	91
รูปที่ 4.50 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Price	91
รูปที่ 4.51 ขั้นตอนการลบข้อมูลออกจากฐานข้อมูล	92
รูปที่ 4.52 ขั้นตอนการลบข้อมูลออกจาก ฐานข้อมูล ลบข้อมูลเรียบร้อย	92
รูปที่ 4.53 การลบข้อมูลใน text box ทั้งหมด	93
รูปที่ 4.54 การเลือกเปลี่ยนหน้าไปยังหน้า Transaction	93
รูปที่ 4.55 หน้า Transaction	94
รูปที่ 4.56 การเพิ่มข้อมูลการซื้อของของลูกค้าลงในฐานข้อมูล	94
รูปที่ 4.57 การเพิ่มจำนวนสินค้าที่ลูกค้าซื้อลงในรายการสินค้า	95
รูปที่ 4.58 การอัปเดตข้อมูลการซื้อของของลูกค้าลงในฐานข้อมูล	95
รูปที่ 4.59 การเลือกข้อมูลการซื้อของของลูกค้าที่เราต้องการ	96
รูปที่ 4.60 การแจ้งเตือนเมื่อต้องการลบข้อมูลรายการสินค้าที่ลูกค้าซื้อ	96
รูปที่ 4.61 การลบข้อมูลการซื้อของของลูกค้าออกจากฐานข้อมูล	97
รูปที่ 4.62 การลบข้อมูลทั้งใน text box และใน data grid view ทั้งหมด	97
รูปที่ 4.63 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก TransactionID	98
รูปที่ 4.64 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก TellNumber	98
รูปที่ 4.65 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก ProductID	98
รูปที่ 4.66 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Quantity	99
รูปที่ 4.67 การเลือกแถบเมนูไปยังหน้า Category	99
รูปที่ 4.68 หน้า Category	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 4.69 การอัปเดตข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลสำเร็จ	100
รูปที่ 4.70 การเลือกข้อมูลเพื่อทำการอัปเดต	101
รูปที่ 4.71 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล (1)	101
รูปที่ 4.72 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล (2)	102
รูปที่ 4.73 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล (3)	102
รูปที่ 4.74 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล แล้วตรวจพบว่ามีข้อมูลซ้ำ	102
รูปที่ 4.75 การแจ้งเตือนก่อนจะลบข้อมูล Category ออกจากฐานข้อมูล	103
รูปที่ 4.76 การแจ้งเตือนเมื่อลบข้อมูลสำเร็จ	103
รูปที่ 4.77 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก CategoryID	104
รูปที่ 4.78 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก CategoryName	104
รูปที่ 4.79 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก Light_id	105
รูปที่ 4.80 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก light_timer	105
รูปที่ 4.81 การปิดโปรแกรมการใช้งานหน้าจัดการข้อมูลของระบบ	105

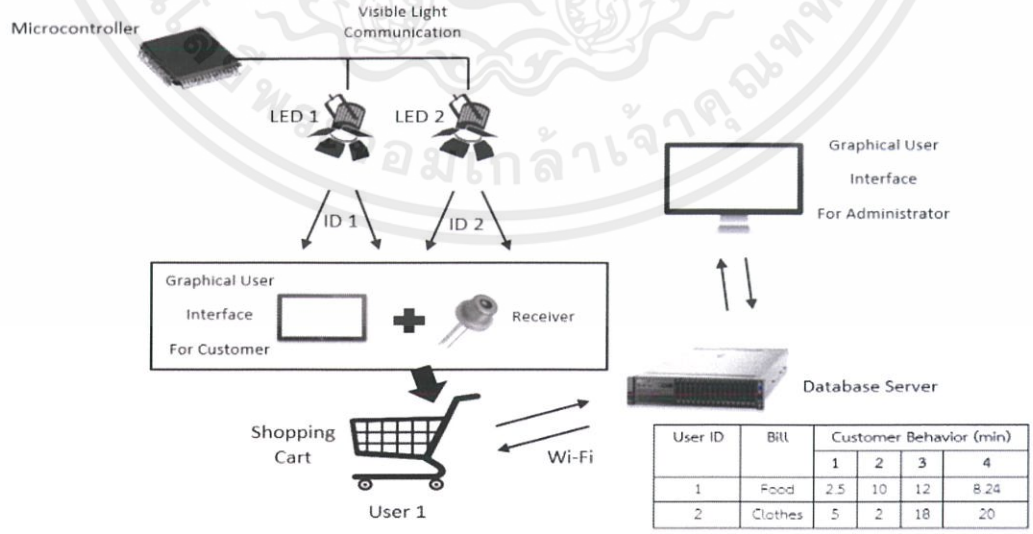
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการสื่อสารระยะสั้น (Short-range communications) ได้แก่ บลูทูธ (Bluetooth) อาร์เอฟไอดี (RFID) หรือ เอนเอฟซี (NFC) มาประยุกต์ใช้งานกับการเก็บพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าภายในห้างสรรพสินค้าเพื่อนำเอาข้อมูลพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายมาวิเคราะห์เพื่อให้สามารถทราบถึงความพึงพอใจในการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละราย ทำให้สามารถนำเสนอโปรโมชันของสินค้าได้ถูกต้องตรงตามประเภทของสินค้าที่ลูกค้าได้เลือกซื้อและตรงตามข้อมูลพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายได้ ทางผู้จัดทำจึงได้มีการเลือกใช้การสื่อสารผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ (Visible light communications) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำไปประยุกต์ใช้งานในการเก็บพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าภายในห้างสรรพสินค้า ซึ่งการสื่อสารผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ที่ไม่ได้ใช้คลื่นวิทยุในการรับส่งข้อมูล แต่ใช้แสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นในการส่งข้อมูลแทนซึ่งทำให้ไม่เกิดการกวนกันของสัญญาณ ไม่ส่งผลเสียต่อผู้ใช้งาน อีกทั้งใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีการติดตั้งอยู่แล้วในห้างสรรพสินค้า ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

โครงงานนี้เป็นต้นแบบในการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้เพื่อรับส่งข้อมูลโปรโมชันสินค้าและบันทึกพฤติกรรมของลูกค้าที่เข้ามาจับจ่ายเลือกซื้อสินค้าภายในห้างสรรพสินค้า โดยมีภาพรวมของการทำงานของระบบดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

- เพื่อพัฒนาการระบุตำแหน่งของลูกค้าภายในห้างสรรพสินค้าด้วยการสื่อสารผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้
- เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถระบุตำแหน่งและให้ข้อมูลโปรโมชันแก่ลูกค้าได้ โดยมีการเก็บพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายและสามารถแสดงโปรโมชันให้แก่ลูกค้าโดยอ้างอิงจากพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายที่ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเอาไว้

1.3 การประยุกต์ใช้งาน

- ผู้ใช้บริการสามารถทราบโปรโมชันสินค้าได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถโน้มน้าวลูกค้าให้เลือกซื้อสินค้าในโปรโมชันได้
- ผู้ประกอบการสามารถให้ข้อมูลโปรโมชันของร้านค้าแก่ลูกค้าผ่านแอปพลิเคชัน
- ผู้ประกอบการสามารถเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายได้ผ่านระบบฐานข้อมูล ทำให้สามารถวิเคราะห์ความต้องการของกลุ่มลูกค้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- สามารถส่งข้อมูลด้วยการสื่อสารผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้
- สามารถกำหนดไอดีให้กับแหล่งกำเนิดแสงเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลได้
- สามารถแจ้งโปรโมชันของสินค้าผ่านแอปพลิเคชันบนแท็ปแล็ตระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 10 ได้
- สามารถบันทึกพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าลงไปในระบบฐานข้อมูลได้ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และแสดงผลโปรโมชันเมื่อลูกค้าเข้ามาใช้งานในครั้งต่อไปได้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- แอปพลิเคชั่นสามารถแสดงผลโปรโมชันของสินค้าได้ตรงตามที่สินค้าที่ลูกค้าซื้อและตรงตามข้อมูลพฤติกรรมการเลือกซื้อของลูกค้าแต่ละคนได้
- สามารถเก็บพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละคนได้
- สามารถเขียนวินโดวส์ฟอร์มแอปพลิเคชั่นได้
- เข้าใจหลักการรับส่งข้อมูลผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในปริญญานิพนธ์

1.6.1 Hardware

- ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ใช้เพื่อทำการวัดค่าสัญญาณพัลส์ (Pulse) จำนวน 1 เครื่อง
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ไมโครคอนโทรลเลอร์
    - Arduino Mega R3 จำนวน 1 ตัว
    - Arduino Pro Mini จำนวน 5 ตัว
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์คอนโทรลเลอร์แบบอื่นๆ
    - IC 74HC04 แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าเป็น PWM จำนวน 1 ตัว
    - MAX232CPE แปลงสัญญาณส่งผ่าน Serial port จำนวน 1 ตัว
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ขับแสง
    - Spotlight LED 30 watts จำนวน 4 ดวง
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์รับแสง
    - โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) จำนวน 1 ตัว
- สาย ET-USB TO RS 232 จำนวน 1 เส้น
- อุปกรณ์แสดงผลติดต่อกับผู้ใช้งาน
    - แทปเล็ตระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 10 จำนวน 1 เครื่อง
- อุปกรณ์เพิ่มกำลังขยายภาครับ
    - Op-amp LM358 จำนวน 1 ตัว

1.6.1 Software

- Arduino Genuino ใช้เขียนโปรแกรมควบคุม Arduino
- Android Studio 2015 ใช้ออกแบบและสร้าง GUI
- MS SQL Server 2008 R2 ใช้ทำระบบฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน

แผนการดำเนินงาน	2559				2560				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ม.ย.	พ.ค.
ศึกษาและวางแผนการทำงานระบบ	←	→							
ออกแบบและจัดเตรียมอุปกรณ์		←	→						
ออกแบบและจัดทำภาคส่งด้วย Arduino Mega 2560 R3		←	→						
ออกแบบและจัดทำภาครับด้วยโฟโต้ไดโอดโดยแปลงค่าสัญญาณผ่านแทปเล็ตวินโดวส์ 10		←	→						
ทดสอบการส่ง-รับข้อมูลและปรับปรุงภาคส่งและภาครับ			←	→					
ติดตั้งอุปกรณ์และทำแบบจำลอง				←	→				
จัดเตรียมการเชื่อมต่อระหว่างภาครับและแท็ปแล็ตวินโดวส์ 10					←	→			
ออกแบบฐานข้อมูล						←	→		
เขียนแอปพลิเคชันเพื่อแจ้งโปรโมชันโดยส่งข้อมูลผ่านไวไฟ						←	→		
จัดทำแพ็คแกตอุปกรณ์ภาครับ							←	→	
ปรับปรุงฐานข้อมูล และทดสอบความเสถียรในการรับส่งข้อมูลผ่านไวไฟ							←	→	
ทดสอบแอปพลิเคชันและการทำงานระบบทั้งหมด							←	→	
เปรียบเทียบ วิเคราะห์และสรุปผล							←	→	
จัดทำเอกสาร	←	←	←	←	←	←	←	←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 บทนำ

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีการสื่อสารระยะสั้นมากมายที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานกับการเก็บพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าภายในห้างสรรพสินค้าได้ แต่เทคโนโลยีเหล่านั้นใช้คลื่นวิทยุในการรับส่งข้อมูลทำให้สเปกตรัมของคลื่นความถี่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน และอาจทำให้เกิดการกวนกันของสัญญาณได้ อีกทั้งคลื่นวิทยุยังส่งผลเสียต่อร่างกายอีกด้วย

ในโครงงานนี้จึงได้เลือกใช้การรับส่งข้อมูลผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ ที่เป็นการสื่อสารในระยะสายตา (Line-of-sight) และไม่ใช้คลื่นวิทยุในการส่งข้อมูลทำให้ไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบการสื่อสารผ่านแสงที่ตามองเห็นได้ [1]

เทคโนโลยีสื่อสารผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ.1880 โดย แกรแฮม เบลและผู้ช่วย โดยการใช้เทคโนโลยีเฮโลกราฟ ทำการมอดูเลทสัญญาณเสียงกับลำแสงสร้างเป็นเครื่องโทรศัพท์ที่สื่อสารด้วยแสง รหัสมอร์ส (Mores code) เป็นการส่งรหัสมอร์สด้วยแสงใช้ในการสื่อสาร การเดินเรือ เป็นต้น

การสื่อสารผ่านแสงที่ตามองเห็นได้ (Visible light communication; VLC) คือ การสื่อสารข้อมูลโดยใช้ แสงที่ตามองเห็นได้ โดยมีความยาวคลื่นระหว่าง 375 – 780 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่เป็นอันตรายต่อสายตา

เทคโนโลยีนี้จะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นตัวส่งสัญญาณโดยมีความเร็วในการส่งสัญญาณที่ 10 Kbit/s หรือหลอดแอลอีดี ที่มีความเร็วในการส่งสัญญาณสูงถึง 500 Mbit/s และใช้โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) หรืออิมเมจเซ็นเซอร์ (Image sensor) ในการรับสัญญาณแสงจากแหล่งกำเนิดมีการทดลองติดต่อสื่อสารที่ระยะทาง 1 กิโลเมตร และ 2 กิโลเมตร พบว่ามีอัตราเร็วในการส่งข้อมูลที่ต่ำ

เทคโนโลยี VLC มีการนำไปประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายเนื่องจากสามารถผลิตเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสื่อได้มากมาย เช่น หลอดไฟตามร้านต่างๆ ทีวี สัญญาณไฟจราจร ป้ายโฆษณา รวมไปถึงไฟหน้ารถและท้ายรถ ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย ด้วยเหตุนี้ทำให้เทคโนโลยี VLC สามารถนำไปใช้งานได้ในทุกๆที่ที่มีแหล่งกำเนิดแสง

2.3 แอลอีดี (Light Emitting Diode; LED) [2]

ไดโอดเปล่งแสง หรือ แอลอีดี (light-emitting diode; LED) คือ ไดโอดที่สามารถเปล่งแสงออกมาได้ แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

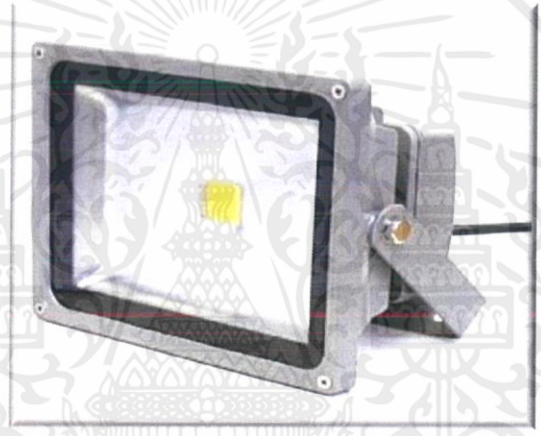
ธรรมดาที่ตาคนมองเห็น โดยหลอดแอลอีดีสามารถเปล่งแสงได้เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างก็ยังดีกว่าหลอดไฟขนาดเล็กทั่วๆไป แอลอีดีมีลักษณะเหมือนไดโอดทั่ว ๆ ไปที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อมีการให้ไบแอสตรงแก่ไดโอดจะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P ต่อให้เกิดพลังงานในรูปของประจุโฟตอน ซึ่งจะส่งแสงออกมา การนำแอลอีดีไปประยุกต์ใช้งานส่วนมากใช้ในภาคแสดงผล (LED display) แอลอีดีโดยทั่วไปมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ แอลอีดีชนิดที่ตาคนเห็นได้ กับชนิดที่ตาคนมองไม่เห็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์มาเป็นตัวรับแสงแทนตาคน

แอลอีดีนับเป็นอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์แบบหนึ่งที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านและจะปล่อยแสงสว่างออกมา ความจริงแล้วแอลอีดีไม่ใช่เรื่องใหม่แต่อย่างใด โดยนักวิทยาศาสตร์ได้สังเกตมาตั้งแต่ปี 2450 ว่าเซมิคอนดักเตอร์จะเปล่งแสงออกมาเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อย่างไรก็ตามแสงที่เปล่งออกมามีปริมาณน้อยมาก จึงทำให้เทคโนโลยีนี้ไม่ได้รับความสนใจการนำเทคโนโลยีแอลอีดี มาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์โดยเริ่มต้นขึ้นเมื่อนาย Nick Holonyak นักวิจัยแห่งบริษัท GE ประสบผลสำเร็จเมื่อปี 2505 ในการประดิษฐ์แอลอีดีที่สามารถเปล่งแสงสีแดงที่มีความสว่างออกมามากเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทำให้ทั่วโลกเริ่มมีการตื่นตัววิจัยและพัฒนาในด้านนี้อย่างจริงจัง อย่างไรก็ตามแอลอีดีที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาในช่วงนั้นยังเปล่งแสงสว่างน้อยมาก จึงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปให้แสงสว่างแต่อย่างใด ส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นปุ่มสัญญาณแสงสีต่างๆในอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้นว่า หลอดแอลอีดีขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุดได้ติดตั้งในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้สัญญาณว่าเครื่องกำลังเปิดหรือปิด เดิมแสงจากแอลอีดีจะเป็นสีต่างๆไม่ได้เป็นสีขาว จึงมีข้อจำกัดในการนำมาให้แสงสว่างแทนหลอดไฟ สำหรับบุคคลสำคัญที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้คือ Shuji Nakamura แห่งบริษัท Nichia Chemical ของญี่ปุ่น ได้ประสบผลสำเร็จในการประดิษฐ์ แอลอีดีสีน้ำเงินที่มีความสว่างจ้า จากนั้นได้นำแอลอีดีสีน้ำเงินไปเคลือบด้วยสารเคลือบเรืองแสงสีเหลือง จะทำให้แสงจากแอลอีดีที่ออกมากลายเป็นสีขาว สามารถนำไปใช้ในรูปให้แสงสว่าง โดยได้เริ่มวางตลาดแอลอีดีสีขาวนับตั้งแต่ปี 2536 เป็นต้นมา

ปัจจุบันจากความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีเซมิคอนดักเตอร์ ทำให้เทคโนโลยีของแอลอีดีก้าวหน้าอย่างรวดเร็วตามไปด้วย ได้มีการนำแอลอีดีมาใช้ประโยชน์แพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ เช่น ในเครื่องคิดเลข สัญญาณจราจร ไฟท้ายรถยนต์ ป้ายสัญญาณต่างๆ ไฟฉาย ไฟให้สัญญาณของประภาคาร จอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ ยิ่งไปกว่านั้น หน้าจอแอลซีดีของโทรศัพท์มือถือที่เราใช้กันทั่วไปเกือบทั้งหมดจะให้แสงสว่างด้วยแอลอีดี ตัวอย่างของหลอดแอลอีดีได้แก่ หลอดแอลอีดีชนิด Super Bright และ หลอดแอลอีดีชนิด Spotlight ดังรูปที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 หลอดแอลอีดีชนิด Super Bright
(อ้างอิงโดย http://xn--12c4clcvb3g8a3j.com/diy012-3w-white-led-light-160lm-led-super-bright#.WUTZNmiGOCo)



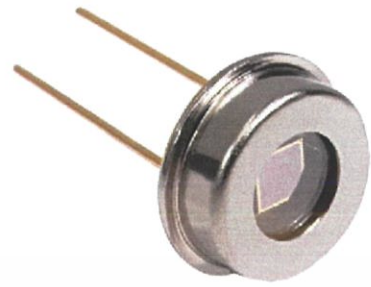
รูปที่ 2.2 หลอดแอลอีดีชนิด Spotlight Led
(อ้างอิงโดย https://www.ju-led.com/14506894/led-spotlight-floodlight-tunnel-light)

2.4 โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) [3]

โฟโต้ไดโอด (Photodiode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่งที่สามารถแปลงความถี่หรือความยาวคลื่นแสงเป็นกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าได้ ขึ้นอยู่กับโหมดของการทำงานตัวอย่างเช่น เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ถูกใช้ในการกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้เช่น กระจกใส โฟโต้ไดโอดมีอยู่ 2 แบบคือ

1. แบบตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น
2. แบบตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด (IR Photo Diode) ตัวอย่างของโฟโต้ไดโอดชนิดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.3

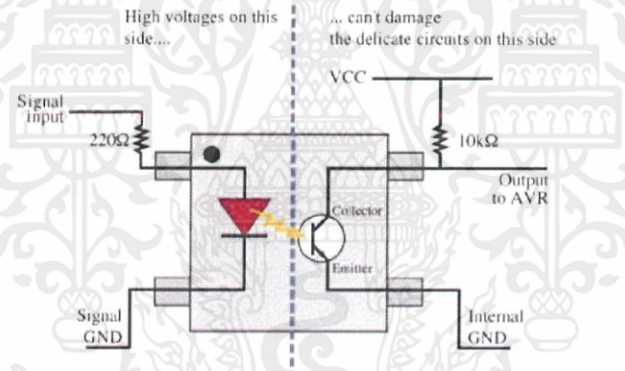
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โฟโต้ไดโอดแบบซิลิกอน

(อ้างอิงโดย https://www.thorlabs.de/images/xlarge/12174-xl.jpg)

2.5 สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto-Isolator) [4]



รูปที่ 2.4 สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto-Isolator)

(อ้างอิงโดย https://d1xahwiwo4b49p.cloudfront.net/c/78-category_default/opto-isolatoroptocoupler.jpg)

อุปกรณ์สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto-Isolator) หรือที่เรียกว่า ออปโต้คัปเปลอร์ (Opto-Coupler) เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบควบคุมไฟฟ้า โดยใช้หลักการ กระแสต่ำควบคุมกระแสสูง และแรงดันไฟฟ้าต่ำควบคุมแรงดันไฟฟ้าสูง จากแนวคิดนี้เราสามารถนำไปออกแบบวงจรควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องกลได้ โดยข้อดีที่สำคัญของออปโต้คัปเปลอร์ (Opto-Coupler) นี้ คือ กราวน์แยกออกจากกันทำให้ไม่มีการรบกวนกันทั้งสองฝั่งที่ต้องการความมีเสถียรของการควบคุมหรือใช้กับความถี่ต่างๆ ที่ต้องการควบคุมได้แม่นยำ จากรูปที่ 2.4 เป็นตัวอย่างการใช้ควบคุมจากไฟ 5 V และใช้หลักการ กระแสไฟต่ำควบคุมกระแสสูงที่ IC นั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโครงงานนี้ได้มีการเลือกใช้งานออปโต้คัปเปลอร์ (Opto-Coupler) ยี่ห้อ Sharp ในตระกูล PC817 มีรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์และแสดงภาพตัวอย่างของอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.5

2.5.1 สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto-Isolator) ชนิด PC817

รูปที่ 2.5 สวิตช์ควบคุมด้วยแสง (Opto-Isolator) ชนิด PC817
(อ้างอิงโดย http://i.ebayimg.com/images/g/8hEAAOSw~gRVrNkZ/s-l300.jpg)

คำอธิบาย PC817

ตระกูลของอุปกรณ์ PC817X มีการบรรจุ IRED ที่ใช้แสงในการส่งข้อมูลเอาไว้ โดย PC817 มีทั้งหมด 4 ขา

- มีอินพุตและโวลต์พุตที่สามารถรองรับได้ที่ 5 กิโลโวลต์
- ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ขาตัวรับสัญญาณแสงที่รับได้เท่ากับ 80 โวลต์
- ค่า Current transfer ratio (CTR) อยู่ที่ ต่ำสุด 50% ที่กระแสไฟฟ้า 5 มิลลิแอมแปร์ และแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับไมโครคอลโทรเลอร์ ระบบป้องกันสัญญาณรบกวน หรือวงจรส่งข้อมูลที่มีแรงดันไฟฟ้าแตกต่างกันมากๆ

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) [5]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน ได้แก่ ซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งทั้งหมดถูกบรรจุรวมเข้าไว้ภายใต้ตัวถังเดียวกันซึ่งมีขนาดให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้งาน

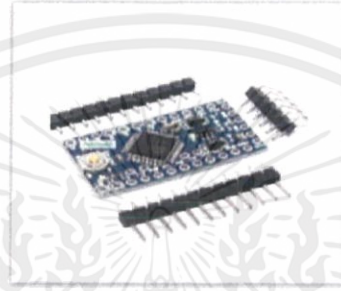
ซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านคำสั่งที่ระบุไว้ โดยต้องทำการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่า บัสแอดเดรส (address bus) แล้วทำการอ่านข้อมูลคำสั่งออกมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกแอดเดรสนั้นๆจากนั้นทำการประมวลผล โดยมีหน่วยความจำข้อมูลแรมเป็นที่พักของข้อมูลที่อยู่ในระหว่างการประมวลผล ข้อมูลในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะส่งผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่าบัสข้อมูล (data bus) แล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางขาพอร์ตอินพุตโวลต์พุท

สำหรับโครงงานนี้ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของวงจรทั้งวงจรส่งข้อมูลผ่านแสงที่ตามองเห็นได้และใช้ในการลงโปรแกรมให้แก่ Arduino ซึ่ง Arduino ที่เลือกใช้ในโครงงานนี้มีทั้งหมด 2 รูปแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 Arduino Pro Mini 5V



รูปที่ 2.6 Arduino Pro Mini

(อ้างอิงโดย https://i.lnwfile.com/_/i/_raw/ah/vy/cx.jpg)

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของ Arduino Pro Mini

Technical Specs	Value
Microcontroller	ATmega328P (8 bit)
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	5-12V
Input Voltage (limit)	12V
Digital Input / Output Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per Input / Output Pin	150 mA
Flash Memory	32 KB (0.5 KB used by boot loader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Length x Width	33.3 x 18 mm
Weight	2 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโดยทั่วไป

- Operating Voltage คือแรงดันที่บอร์ดใช้ทำงาน ซึ่งเมื่อเสียบสาย USB ต่อ Arduino กับคอมพิวเตอร์ก็จะมีแรงดันเข้า 5 โวลต์อยู่แล้ว

- Input Voltage คือแรงดันที่ป้อนเข้าไปเมื่อไม่ได้ต่อ Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจจะเป็นแรงดันจากแบตเตอรี่หรือ Adapter ซึ่งห้ามต่ำกว่า 5 โวลต์และเกิน 12 โวลต์โดยสามารถต่อแบตเตอร์รี่เข้าที่จา Vin หรือต่อAdapter ที่หัวแจ๊คของบอร์ด

- Digital I/O Pins คือจำนวนขาใช้งานแบบดิจิทัล (on/off) มีทั้งหมด 14 ขา และ 8 จาก 14 ขาสามารถใช้งาน PWM ได้

- Analog Input Pins คือจำนวนขาใช้งาสำหรับรับค่าสวิตช์ หรืออุปกรณ์คอนโทรบแบบแอนะลอก (ค่าค่อยๆเพิ่ม/ค่อยๆลด)

- DC Current per I/O Pin ปริมาณกระแสไฟฟ้าของขาดิจิทัลเมื่ออยู่ในโหมด on (มีค่าเพียง 150 มิลลิแอมแปร์ แต่ก็เพียงพอที่จะใช้ในการคอนโทรลอุปกรณ์)

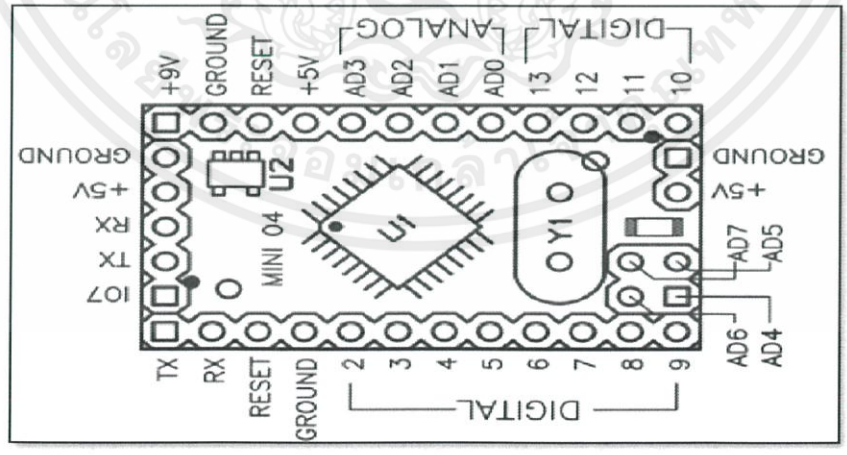
- Flash Memory คือหน่วยความจำหลัก ซึ่งจะเก็บ code ทั้งหมดที่เราเขียนไว้และจะไม่สูญหายต่อให้ไม่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด เป็นหน่วยความจำที่ควรพิจารณาก่อนเวลาจะเลือกใช้ MCU

- SRAM คือหน่วยความจำสำหรับเก็บค่าตัวแปร (Variable) ต่างๆ แบบชั่วคราว เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลต่างๆก็จะสูญหายไป

- EEPROM คือหน่วยความจำแบบพิเศษ ที่แม้ไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะไม่สูญหาย

- Clock Speed ความเร็วของสัญญาณนาฬิกามีผลต่อการทำงานและประมวลผลของบอร์ด

โครงสร้างบอร์ด Arduino Pro Mini

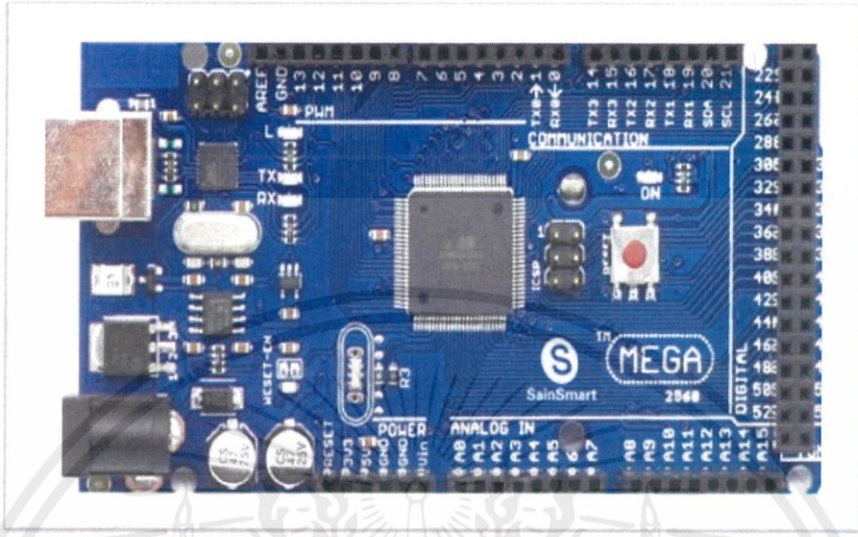


รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบต่างๆของ Arduino Pro Mini

(อ้างอิงโดย http://static.arduino.org/images/products/details/ArduinoMini-Schema2.jpg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 Arduino Mega 2560 R3



รูปที่ 2.8 Arduino Mega 2560 R3

(อ้างอิงโดย https://www.sainsmart.com/media/catalog/product/i/m/img_0393__.jpg)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของ Arduino Mega 2560 R3

Technical Specs	Value
Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output , 4 UART TTL)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by boot loader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโดยทั่วไป

Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำงานบนพื้นฐานของ ATmega2560 ซึ่งประกอบด้วย

- 54 digital input/output pins (15 pin สามารถใช้เป็น PWM output ได้)
- 16 analog inputs
- 4 UARTs
- 16 MHz crystal oscillator (ใช้สำหรับกรองความถี่ให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์)
- USB connection
- ช่องเสียบแหล่งจ่ายไฟ
- ICSP header :In-Circuit Serial Programming (ส่วนที่เป็น AVR ขนาดเล็กสำหรับการโปรแกรม Arduino ซึ่งประกอบด้วย MOSI, MISO, SCK, RESET, VCC,GND)
- ปุ่มกด reset และวงจร Reset ที่ดีขึ้น

Arduino Mega Revision 3 มี featureใหม่ๆ เพิ่มขึ้นมาดังนี้

- เพิ่ม SDA และ SCL (อยู่ใกล้กับ AREF pin) และอีกสอง pins ใหม่คือ IOREF เป็น pin ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ shields เพื่อแปลงเป็นแรงดันที่ได้จากบอร์ด ส่วนอีก 1 pin ที่เหลือมีไว้สำหรับใช้ร่วมกับ AVR ในอนาคต
- ใช้ชิพ AT mega รุ่น 16U2 แทน 8U2

Power

Arduino Mega 2560 R3 สามารถเชื่อมรับพลังงานโดยการเชื่อมต่อ micro USB connector หรือ จาก power supply จากภายนอกได้ โดยแหล่งพลังงานจะถูกเลือกโดยอัตโนมัติ

แหล่งจ่ายจากภายนอกสามารถมาได้จาก AC-to-DC adapter หรือจากแบตเตอรี่ โดยต่อเข้ากับ 2.1mm center-positive plug ไปยังช่องเสียบแหล่งจ่าย และการต่อเข้ากับแบตเตอรี่สามารถทำได้โดยการต่อเข้ากับกราวด์และ Vin pin header ของ power connecter

บอร์ดสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดัน 6 ถึง 20 volts ถ้า แหล่งจ่ายมีค่าต่ำกว่า 7 V อาจส่งผลให้ 5 V pinมีแรงดันที่ต่ำกว่า 5V และ บอร์ดอาจจะไม่เสถียร แต่ถ้าหากแรงดันมีค่าสูงกว่า 12 V อาจส่งผลให้บอร์ดOverheat และอาจทำให้บอร์ดเสียหายได้ ดังนั้นช่วงแรงดันที่เหมาะสมกับบอร์ดคือ 7 V ถึง 12 V

- Vin เป็น input voltage ของบอร์ด Arduino โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก
- 5V เป็น output pin ที่ควบคุม 5 โวลต์ออกจากบอร์ด
- 3V3 เป็น 3.3 volt supply ที่สร้างขึ้นจาก regulator บนบอร์ด และให้กระแสได้สูงสุด 50 มิลลิแอมแปร์
- GND เป็นขากราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- IOREF เป็น pin ที่ให้ voltage reference กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเลือกค่าแรงดันให้กับshield ที่มาเชื่อมต่อกับบอร์ด

Memory

Arduino Mega 2560 R3 มีหน่วยความจำ 256 KB (8 KB ใช้สำหรับ boot loader) นอกจากนี้ยังมีอีก 8 KB สำหรับ SRAM และ 4 KB สำหรับ EEPROM

Input and Output

ในแต่ละ digital pins ทั้ง 54 pins บนบอร์ด Arduino Mega 2560 R3 สามารถเป็นได้ทั้ง input และ output โดยจะทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์และให้กระแสสูงสุด 40 มิลลิแอมแปร์

ฟังก์ชันอื่นๆเพิ่มเติม

Serial: 0 (Rx) และ 1(Tx); Serial 1: 19(Rx) และ 18 (Tx); Serial 2: 17 (Rx) และ16(Tx); Serial 3: 15 (Rx) และ 14 (Tx) ใช้สำหรับรับ (Rx) และส่ง (Tx) TTL serial data โดย pin 0 และ 1 จะถูกเชื่อมต่อไปยัง corresponding pins ของ ATmega16U2 USB-to-TTL serial chip

External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), 21 (interrupt 2) Pins เหล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าที่เรียกinterrupt ในค่าต่ำๆ, ขอบขาขึ้นและลง หรือเปลี่ยนแปลงค่า

PWM: 2 ถึง 13 และ 44 ถึง 46 ให้ output PWM output 8-bits

SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) ใช้สำหรับรองรับการสื่อสารแบบ SPIโดยที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับ ICSP header ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับ Uno, Duemilanove และ Diecimila

LED 13 : เป็น build-in LED ที่เชื่อมต่อกับ digital pin 13 เมื่อ pin มีค่าเป็น HIGH LEDจะติด , แต่เมื่อ pin เป็น LOW LED จะดับ

TWI: 20 (SDA) and 21 (SCL). รองรับการเชื่อมต่อแบบ TWI(I2C)

บอร์ดมี 16 analog inputs แต่ละ pins ให้ความละเอียด 10 bits

AREF. แรงดันอ้างอิง สำหรับ analog input

Reset ใช้ในการ reset ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั่วไปจะใช้โดยการเพิ่มปุ่ม reset ไว้บน shield เพื่อป้องกันปุ่มที่อยู่บนบอร์ด

Communication

Arduino Mega 2560 R3 สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ Arduino ตัวอื่นๆ หรือ microcontroller ได้ โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์บนบอร์ด คือ ATmega32U4 จะให้การสื่อสาร

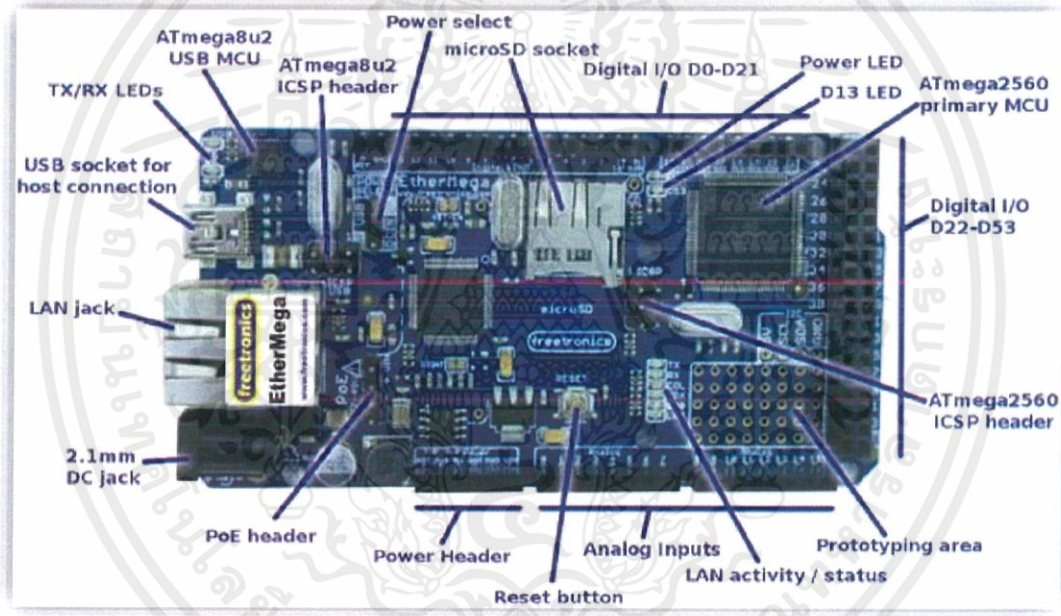
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบอนุกรม UART TTL (5 V) ซึ่งมีอยู่ใน pins 0 (Rx) และ 1 (Tx) นอกจากนี้ 32U4 สามารถใช้การสื่อสารแบบอนุกรมผ่าน USB และจะปรากฏเป็น COM port เสมือนไปยัง Software แต่อย่างไรก็ตามต้องใช้ ไฟล์ .inf บนระบบปฏิบัติการWindows แต่ OSX และ Linux สามารถ recognize ได้โดยอัตโนมัติ

Programming

Arduino Mega 2560 R3 สามารถรองรับการโปรแกรมด้วย Arduino Software โดยสามารถใช้ได้ทั้งในระบบปฏิบัติการ Windows, Mac OS X และ Linux

โครงสร้างบอร์ด Arduino Mega 2560 R3



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบต่างๆของ Arduino Uno R3

(อ้างอิงโดย http://www.robotshop.com/media/files/images2/ethermega-ethernet-arduino-compatible-microcontroller-3.jpg)

2.7 แสงสี [6]

แสง เป็นพลังงานรังสี (Radiation Energy) ที่ตารับรู้และมีปฏิกิริยาตอบสนองด้วยกระบวนการ วิเคราะห์แยกแยะของสมอง ตาสามารถวิเคราะห์พลังงานแสงโดยการรับรู้วัตถุ สัมพันธ์กับตำแหน่ง ทิศทาง ระยะทาง ความเข้มของแสง และความยาวคลื่นที่มองเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 แสงที่มองเห็นได้ (Visible light)

แสงขาวแท้จริงแล้วประกอบด้วยแสงสีที่รวมกันเรียกว่า “สเปกตรัม (Spectrum)” ประกอบด้วยเจ็ดสีได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง โดยสีม่วงจะมีพลังงานมากสุด (ความยาวคลื่นสั้นสุด) และพลังงานจะลดลงเรื่อยๆตามลำดับจนกระทั่งสีแดงที่มีพลังงานต่ำสุด (ความยาวคลื่นยาวสุด)

ปรากฏการณ์การเกิดสเปกตรัมของแสงขาวเช่น ถ้าเราเอาปริซึมไปวางให้แสงส่องผ่าน เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีดัชนีหักเหแตกต่างกัน ความยาวคลื่นที่ต่างกันจะหักเหด้วยมุมที่ไม่เท่ากัน เราจึงมองเห็นสีแสงขาวแยกสเปกตรัมเป็นสีต่างๆได้เมื่อนำฉากไปรับ ปรากฏการณ์ธรรมชาติอีกอย่างหนึ่งได้แก่ การเกิดรุ้ง ซึ่งเกิดจากการที่แสงเดินทางผ่านหยดไอน้ำในอากาศทำให้เกิดการหักเหของแสง เกิดเป็นสเปกตรัมของแสงขาวขึ้นนั่นเอง สเปคตรัมของแสงเมื่อแสงขาวเดินทางผ่านปริซึมแสดงได้ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 สเปคตรัมของแสงเมื่อแสงขาวเดินทางผ่านปริซึม
(อ้างอิงโดย http://www.vcharkarn.com/uploads/170/170496.jpg)

ความยาวคลื่นและความถี่คลื่นของแสงสีต่างๆหลังการเกิดสเปกตรัมของแสงขาวแสดงดังตารางที่ 2.3

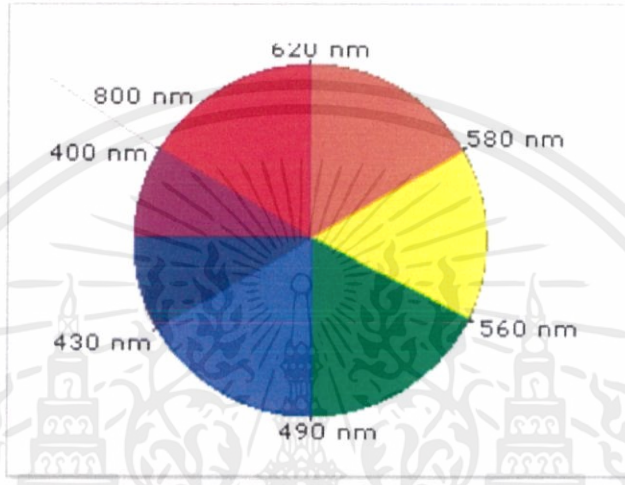
ตารางที่ 2.3 ความยาวคลื่นและความถี่คลื่นของแสงสีที่แตกต่างกัน [9]

แสงสี	ความยาวคลื่น(m.)	ความถี่(Hz.)
ม่วง	$3.9 - 4.5 \times 10^{-7}$	$6.7 - 7.7 \times 10^{14}$
น้ำเงิน	$4.5 - 4.9 \times 10^{-7}$	$6.1 - 6.7 \times 10^{14}$
เขียว	$4.9 - 5.8 \times 10^{-7}$	$5.3 - 6.1 \times 10^{14}$
เหลือง	$5.8 - 6.0 \times 10^{-7}$	$5.1 - 5.3 \times 10^{14}$
ส้ม	$6.0 - 6.2 \times 10^{-7}$	$4.8 - 5.1 \times 10^{14}$
แดง	$6.2 - 7.7 \times 10^{-7}$	$3.9 - 4.8 \times 10^{14}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 สเปกตรัมของแสงขาว (colors of visible light)

คลื่นแสงที่ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้อยู่ในช่วงประมาณ 400-800 นาโนเมตร ถ้านัยน์ตาถูกกระตุ้นด้วยแสงตลอดทั้งช่วงความยาวคลื่น (400-800 นาโนเมตร) ผลก็คือจะมองเห็นแสงนั้นเป็นแสงขาว แต่ถ้าคลื่นแสงถูกดูดกลืนแสงไปบางส่วน แสงที่ตามองเห็นจะเป็นสีผสม (complementary) หรือสีที่อยู่ตรงข้ามของสีที่ถูกดูดกลืนเมื่อเทียบตามวงล้อสี ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 วงล้อสี (color wheel)
(อ้างอิงโดย http://www.atom.rmutphysics.com/image/page1_4/colwheel.gif)

จากวงล้อสีจะพบว่า เมื่อแสงขาวถูกดูดกลืนคลื่นแสงไปบางส่วน สีที่ปรากฏจะเป็นสีที่อยู่ตรงข้ามของวงล้อสี

2.7.3 หน่วยวัดแสง

หน่วยที่ใช้ในการวัดแสงได้แก่

- ความจ้า (Brightness) หรืออุณหภูมิ (Temperature)
- ความสว่าง (Illumination) หน่วย SI คือ ลักซ์ (Lux)
- ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux) หน่วย SI คือ ลูเมน (Lumen)
- ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) หน่วย SI คือ แคนเดลา (Candela)
- ความสุกใสของแสง (Brilliance) หรือแอมปลิจูด (Amplitude)
- สี (Color) หรือความถี่ (Frequency)
- โพลาไรเซชั่น (Polarization) หรือมุมการแกว่งของคลื่น (Angle Of Vibration)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 การส่องสว่างและการเปรียบเทียบความเข้มแสง

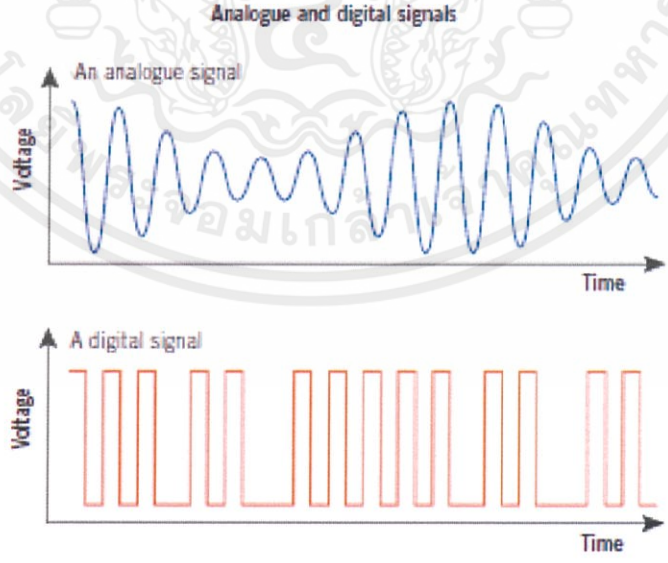
แสงเป็นพลังงาน สามารถทำให้เกิดความสว่างบนผิววัตถุ โดยปริมาณการส่องสว่างของแสงจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มแสงของแหล่งกำเนิด ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงกับพื้นที่ที่แสงตกกระทบ และมุมตกกระทบของรังสีแสง

ความสว่าง (Illuminance) ของผิวใด ๆ หมายถึงค่าความสว่างที่ตกบนพื้นที่ผิวต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ถ้าพิจารณาผิวที่อยู่ห่างจากหลอดไฟที่มีกาลังส่องสว่าง 1 แคลเดลลา เป็นระยะทาง 1 เมตร ความเข้มของการส่องสว่าง จะมีค่า 1 ลักซ์ (lux) โดยความเข้มของการส่องสว่างจะแปรผกผันกับระยะทางกำลังสอง

2.8 สัญญาณแอนะลอกและสัญญาณดิจิทัล [7]

สัญญาณแอนะลอก (Analog Signal) เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้า ที่มีความต่อเนื่องทางขนาดในช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยที่แต่ละคลื่นจะมีความถี่และความเข้มของสัญญาณที่ต่างกัน เมื่อนำสัญญาณข้อมูลเหล่านี้ผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณและแปลงสัญญาณก็จะได้ข้อมูลที่ต้องการ ตัวอย่างของการส่งข้อมูลที่มีสัญญาณแบบแอนะล็อก คือ การส่งผ่านระบบโทรศัพท์

สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) ที่มีขนาดแน่นอนซึ่งขนาดดังกล่าวอาจกระโดดไปมาระหว่างค่าสองค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ซึ่งสัญญาณดิจิทัลนี้เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกัน ตัวอย่างสัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัล แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 สัญญาณแอนะลอก และสัญญาณดิจิทัล
(อ้างอิงโดย http://intofpv.com/attachment.php?aid=84)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การผสมสัญญาณเชิงแสง [8]

วิธีการผสมสัญญาณสำหรับการสื่อสารเชิงแสงแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก ได้แก่ เทคนิคการผสมสัญญาณแบบตรวจจับโดยตรง (Direct Detection) และเทคนิคการผสมสัญญาณแบบร่วมนัย (Coherent Detection) ซึ่งการตรวจจับโดยตรงเป็นการส่งสัญญาณแบบเบสแบนด์ (Baseband Transmissions) ที่มีสถานะเป็น “1” และ “0” สำหรับแหล่งกำเนิดแสง (Optical Source) เลเซอร์จะทำการส่งในลักษณะของการกระพริบเลเซอร์ เปิด และ ปิด ตามลำดับ ส่วนเทคนิคการตรวจจับแบบร่วมนัยเป็นเทคนิคการผสมสัญญาณที่เหมือนกับการสื่อสารที่ใช้ความถี่คลื่นวิทยุ ซึ่งสัญญาณที่ตกกระทบที่ส่วนหน้า (Front End) เป็นการรวมกันของสัญญาณที่เข้ามากับสัญญาณที่กำเนิดจาก Local Oscillator โดยการกระทำการตรวจจับแบบร่วมนัย จะได้ความไว (Sensitivity) ในการตรวจจับสัญญาณที่สูงกว่าแบบการตรวจจับโดยตรง

2.9.1 การผสมสัญญาณเชิงแสงโดยใช้การตรวจจับแบบโดยตรง (Direct Detection)

โมเดลของระบบการสื่อสารแบบการตรวจจับโดยตรง โดยข่าวสารที่จะทำการส่งจะถูกผสมกับคลื่นพาห์ทางแสงที่ส่วนของตัวผสมสัญญาณและส่งไปยังภาครับ จากนั้นระบบของเลนส์และตัวตรวจจับสัญญาณแสงจะทำการตรวจจับกำลังงานชั่วขณะ (Instantaneous Power) ที่มาถึงภาครับโดยตรง

การผสมสัญญาณแบบการตรวจจับโดยตรงสัญญาณไบนารี่จะอยู่ในลักษณะ เปิด และ ปิด ของสัญญาณที่ภาคส่ง ซึ่งบอกถึงความแตกต่างของรูปแบบของคลื่นสัญญาณ โดยรูปแบบคลื่นทั่วไปของการตรวจจับโดยตรงจะเป็นการผสมสัญญาณแบบ Pulse Code Modulation (PCM) ที่เข้ารหัสแบบ NRZ (Non Return to Zero) หรือแบบ RZ (Return to Zero) สำหรับการสื่อสารเชิงแสงทั่วไปใช้แบบ Bi Phase (Manchester) ซึ่งคุณสมบัติของรูปคลื่นมีองค์ประกอบสัญญาณ DC ต่ำ มี Symbol/Bit Synchronization ในตัวเอง บางครั้งเรียกว่า Self-Clocking Code แต่จะมีข้อเสียคือมีการขยายของแบนด์วิดท์จึงไม่ได้รับความนิยมในการสื่อสารที่ต้องการความเร็วสูง

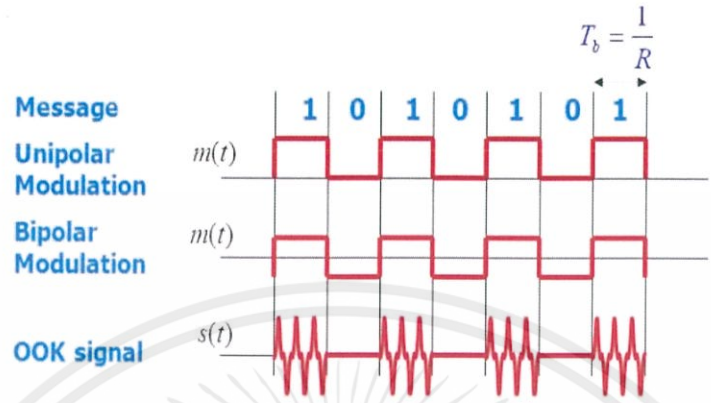
2.10 ประเภทการมอดูเลชั่น [9]

2.10.1 ออน-ออฟคีย์อิ้ง (On-Off Keying, OOK)

ออน-ออฟคีย์อิ้ง คือ การใช้ช่วงเวลาการเปิดปิดการส่งสัญญาณที่แตกต่างกันในการแทนข้อมูล ใช้หลักการเดียวกับการส่งรหัสมอร์ส (Morse Code) กรณีที่พิจารณาระบบสื่อสารที่มีการส่งสัญญาณแบบออน-ออฟคีย์อิ้ง ที่มีลักษณะในการส่งสัญญาณข้อมูล เพื่อแสดงถึงข้อมูลดิจิทัล “0” หรือ “1”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของสัญญาณข้อมูลดิจิทัลที่ส่งออกไป และลักษณะของสัญญาณออน-ออฟคีย์อิ้งที่เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะข้อมูลดิจิทัลที่ส่งออกมา แสดงได้ดังรูปที่ 2.13



T_b – bit period : R – bit rate

$$m(t) = \begin{cases} 1 & \text{symbol 1} \\ 0 & \text{symbol 0.} \end{cases}$$

รูปที่ 2.13 ลักษณะของสัญญาณออน-ออฟคีย์อิ้ง
(อ้างอิงโดย http://images.slideplayer.com/42/11206255/slides/slide_59.jpg)

2.11 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม [10]

การรับส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกหรือการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกันมี 2 รูปแบบคือ รับส่งข้อมูลแบบขนานและรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบขนานเป็นการรับและส่งข้อมูลคราวละ 4-8 บิตในเวลาเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลมีความเร็วสูง แต่จำนวนสายที่ใช้ในการถ่ายทอดข้อมูลมีมากเท่ากับจำนวนบิตของข้อมูลที่จะทำการถ่ายทอด นอกจากนั้นยังมีสายที่ใช้สาหรับการควบคุมและตรวจสอบการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งอาจต้องใช้จำนวนสายมากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตข้อมูลก็ได้

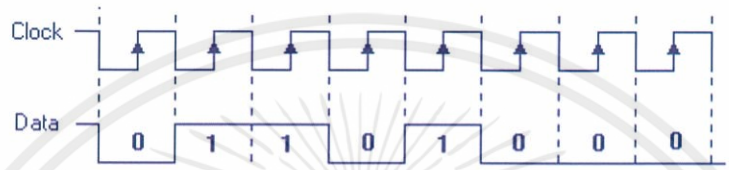
ในขณะที่การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะเป็นการรับและส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต โดยมีรูปแบบการรับส่งข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน ต้องมีการตรวจสอบความพร้อมในการรับและส่งข้อมูลของตัวส่งและตัวรับ

การสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ การสื่อสารแบบอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมกันอยู่กับการรับและส่งสัญญาณ ตัวอย่างของการส่งแบบซิงโครนัส ได้แก่ คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีสายเส้นหนึ่งเป็นสายของนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นหนึ่งจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้นคือ สัญญาณนาฬิกา, ข้อมูล และกราวด์ รูปที่ 2.14 แสดงให้เห็นถึงการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส



รูปที่ 2.14 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

(อ้างอิงโดย http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Graph/RS232/Synchronous.gif)

2.11.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

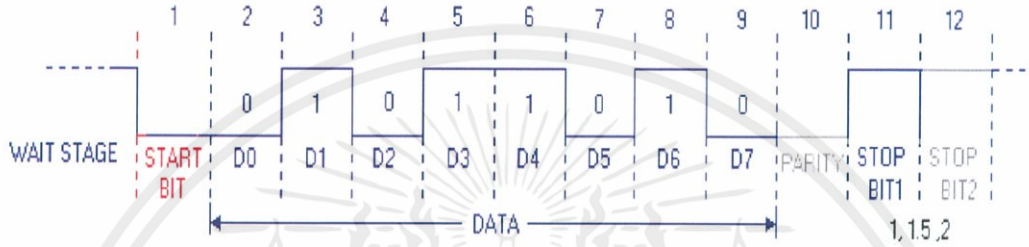
การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับและส่งข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกามาร่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราความเร็วนี้ว่าอัตราบอด (Baud Rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

1) บิตเริ่มต้น (Start Bit)
2) บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 บิต
3) บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มีบิต
4) บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (Stop Bit) มีขนาด 1, 1.5 หรือ 2 บิต

รูปที่ 2.20 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา DATA จะมีสถานะลอจิก “1” เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (Waiting State) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการที่ขา DATA มีลอจิก “0” ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไปโดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significant Bit, LSB) ก่อน ข้อมูลที่ต้องการส่งอาจมีจำนวน 5, 6, 7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นตามด้วยพาริตี้บิต เพื่อใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล และบิตสุดท้ายก่อนที่จะส่งก็คือ บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด โดยจะเป็นการทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิก “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราบอดที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ได้แก่ 110 150 300 600 1,200 2,400 4,800 9,600 และ 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่ามากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากอัตราบอดคือค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมติว่าข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูล 1 ไบต์ จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้อัตราบอดในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที



รูปที่ 2.15 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

(อ้างอิงโดย http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Graph/RS232/Asynchronous.gif)

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดเป็นแบบคี่ (Odd) หรือแบบคู่ (Even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ พาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่แสดงถึงจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ ยกตัวอย่างข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต มีค่าเท่ากับ 99H หรือ 10011001B จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์ที่มีจำนวนลอจิก “1” จำนวน 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ ค่าของพาริตี้บิตจะต้องมีลอจิกเป็น “0” แต่ถ้ากำหนดพาริตี้เป็นคี่ ค่าของพาริตี้บิตจะต้องมีค่าลอจิกเป็น “1” เพื่อให้ข้อมูลไบต์รวมทั้งบิตเป็นพาริตี้คี่

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ทางภาครับจะต้องกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตี้ที่ตรงกันเอาไว้ว่า จะตรวจสอบพาริตี้คี่ หรือพาริตี้คู่ โดยการนับจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดรวมทั้งพาริตี้บิตด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ส่วนทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้รับทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการรับส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้บิตเป็น NONE นั้นทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้บิต

2.11.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS232 (Recommended Standard 232) [11]

RS232 คือ มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Serial ใช้เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูลแบบ Serial ให้สามารถส่งได้ระยะทางที่มากขึ้น โดยมีการเปลี่ยนระดับแรงดันของลอจิก จากเดิมที่จะ

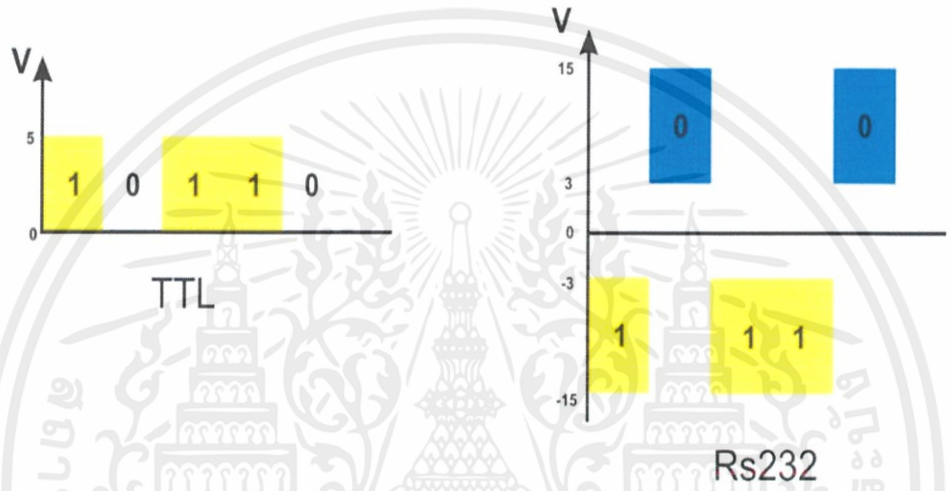
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในช่วง 0-5 V หรือ 0-3.3 V (แรงดันระดับ TTL) เป็นช่วง -15 ถึง 15 V (แรงดันระดับRS232) โดยมีรายละเอียดดังนี้

Logic 0 ของ RS232 จะอยู่ในช่วง 3 ถึง 15V

Logic 1 ของ RS232 จะอยู่ในช่วง -3 ถึง -15V

โดยภาพที่ 2.16 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างแรงดันระดับ TTL กับ แรงดัน RS232



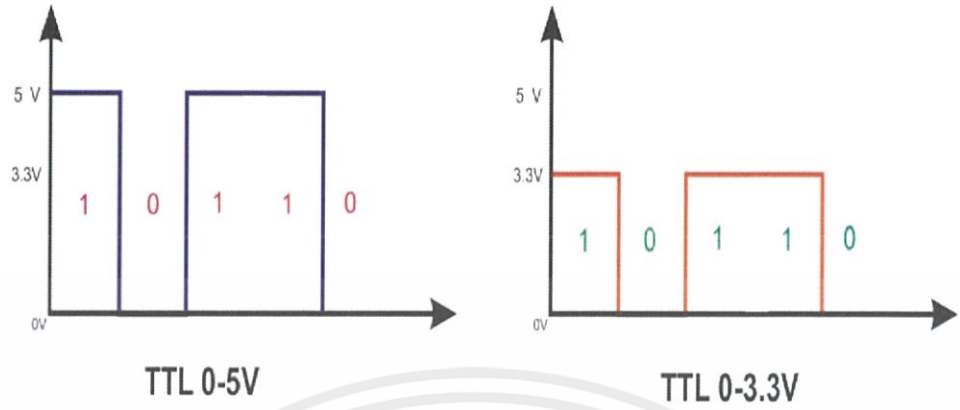
รูปที่ 2.16 การเปรียบเทียบระดับแรงดัน TTL กับ ระดับแรงดัน RS232 [11]

จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 ระดับแรงดันส่ง Data เหมือนกัน แต่ระดับแรงดันที่ใช้ต่างกันมากหากนำอุปกรณ์ที่เป็นระดับแรงดัน TTL ไปต่อกับ RS232 ก็จะเกิดความเสียหายตามมาได้ ซึ่งการแก้ไขปัญหานี้สามารถแก้ไขโดยใช้อุปกรณ์ IC MAX232 ซึ่งก็คือ IC ที่เปลี่ยนระดับแรงดัน TTL เป็น ระดับแรงดัน RS232 และเปลี่ยนระดับแรงดัน RS232 กลับมาเป็นระดับแรงดัน TTL ได้

2.11.4 ระดับแรงดัน TTL (Transistor-Transistor Logic)

TTL เป็นระดับแรงดันที่ถูกกำหนดขึ้นในยุคแรกๆเพื่อใช้ระหว่าง Transistor กับ Transistor ภายในวงจรรวม (IC) ดังนั้น TTL จะใช้ระดับแรงดัน อยู่ที่ 0 – 5 V แต่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์หลายเบอร์ที่ทำงานในช่วง 0 – 3.3 V (เรียกแรงดันระดับนี้ว่า LVTTL) ซึ่งผู้ใช้ควรตรวจสอบจาก Datasheet ของอุปกรณ์ที่ใช้เสียก่อนว่าเป็นระดับแรงดันแบบใด เพราะหากใช้ผิดประเภทจะทำให้อุปกรณ์เสียหาย ตัวอย่างระดับแรงดัน TTL และ LVTTL แสดงดังรูปที่ 2.17

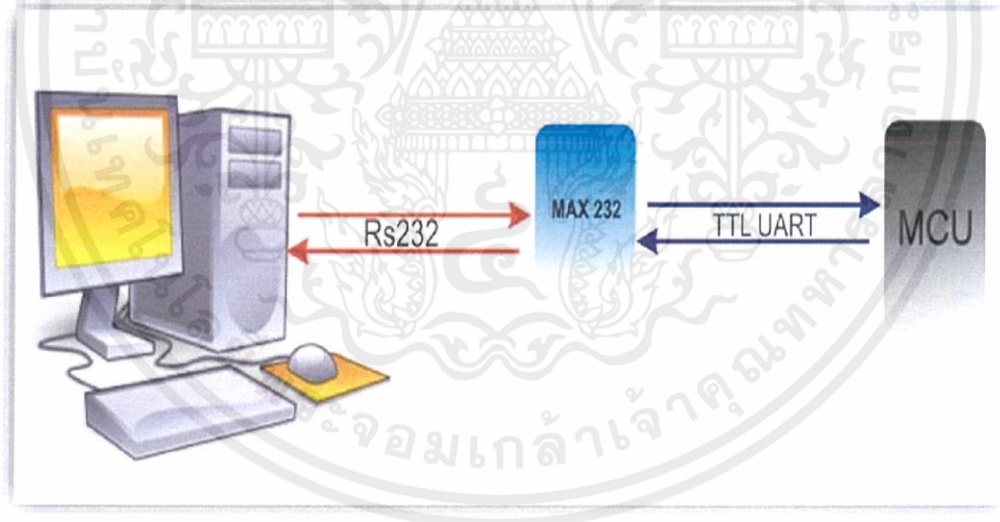
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ระดับแรงดัน TTL และ LVTTL [11]

2.11.5 IC MAX 232

IC MAX 232 เป็น IC ที่ใช้เปลี่ยน TTL เป็น RS232 ในฝั่งส่ง และ เปลี่ยน RS232 เป็น TTL ในฝั่งรับ ดังรูปที่ 2.18

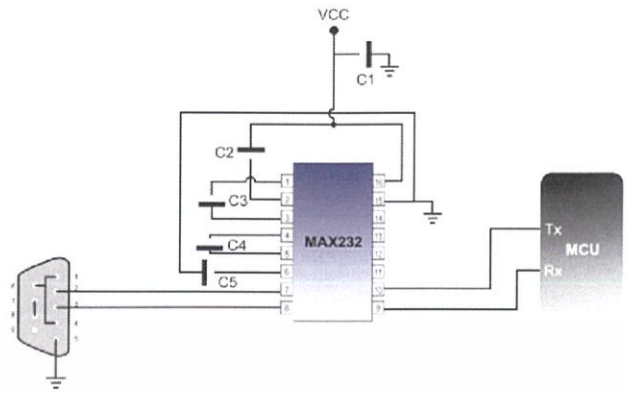


รูปที่ 2.18 การสื่อสารระหว่างแรงดัน RS232 กับ แรงดัน TTL โดยใช้ IC MAX232 [11]

2.11.5.1 วิธีต่อใช้งาน MAX232 กรณีใช้แปลงระดับแรงดัน TTL 0-5V เป็น RS232

วิธีต่อใช้งาน MAX232 กรณีใช้แปลงระดับแรงดัน TTL 0-5V เป็น RS232 แสดงได้ดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



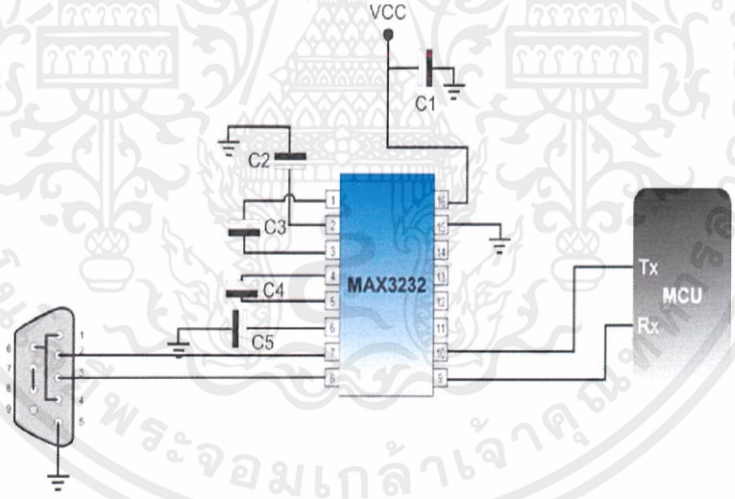
Vcc = 5V

C1 – C5 = 10 uF

รูปที่ 2.19 การต่อ IC MAX232 โดยแปลงระดับแรงดัน TTL 0-5V เป็น RS232 [11]

2.11.5.2 วิธีต่อใช้งาน MAX232 กรณีใช้แปลงระดับแรงดัน LVTTL 0-3.3V เป็น RS232

วิธีต่อใช้งาน MAX232 กรณีใช้แปลงระดับแรงดัน LVTTL 0-3.3V เป็น RS232 แสดงได้ดังรูปที่ 2.20



Vcc = 3.3V

C1-C5 = 0.1uF

รูปที่ 2.20 การต่อ IC MAX232 โดยแปลงระดับแรงดัน LVTTL 0-3.3V เป็น RS232 [11]

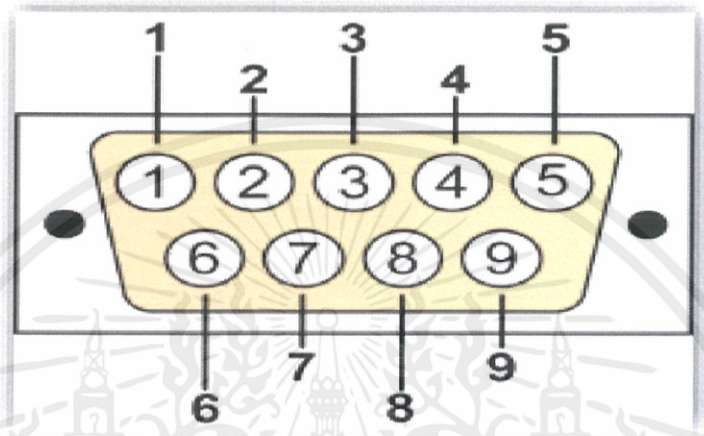
2.11.6 ขั้วต่อสาหรับพอร์ต RS232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้ขั้วต่อแบบ DB-25 หรือ DB-9 ซึ่งขั้วต่อแบบ DB-25 จะมีขาใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับขั้วต่อแบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยมีการใช้งาน

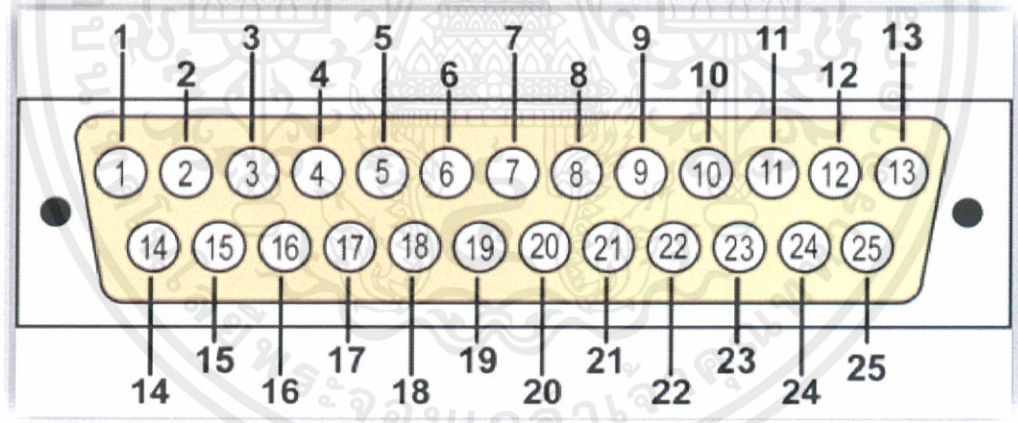
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาในอดีต ในปัจจุบันไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักจึงถูกยกเลิกไป ในรูปที่ 2.21 และรูปที่ 2.22 นั้น เป็นการแสดงตำแหน่งขาต่างๆ ของขั้วต่อทั้งสองแบบ โดยเป็นภาพที่มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์ และสำหรับตารางที่ 2.4 เป็นการแสดงหน้าที่

การทำงานของขาต่างๆ ในขั้วต่อทั้งสองแบบ



รูปที่ 2.21 ขั้วต่ออนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9 [11]



รูปที่ 2.22 ขั้วต่ออนุกรม 25 ขา หรือแบบ DB-25 [11]

ตารางที่ 2.4 การจัดขาของสัญญาณพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆ และหน้าที่การทำงาน

ขั้วต่อ DB-9	ขั้วต่อ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุท
2	3	Received Data : RXD	อินพุท
3	2	Transmitted Data : TXD	โวลต์พุท
4	20	Data Terminal Ready : DTR	โวลต์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วต่อ DB-9	ขั้วต่อ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
5	7	Single Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุท
7	4	Request To Send : RTS	โวลต์พุท
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุท
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุท

- ขา Data Carrier Detect (DCD) หรืออาจจะเรียกว่า Carrier Detect (CD) ขานี้จะทำงานเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกนำมาใช้งานมากนัก

- ขา Receive Data (RD) หรือ RXD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

- ขา Transmitted Data (TD) หรือ TXD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์ โดยทำการส่งข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

- ขา Data Terminal Ready (DTR) เป็นขาโวลต์พุทที่ใช้สำหรับรับส่งสัญญาณออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ปลายทาง โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ และถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ 3 สาย ต้องเชื่อมต่อขา DTR และ DSR ของพอร์ตอนุกรมเข้าด้วยกัน และจะต้องเชื่อมต่อเข้ากับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

- ขา Single Ground (GND) เป็นขากราวด์ของสัญญาณ

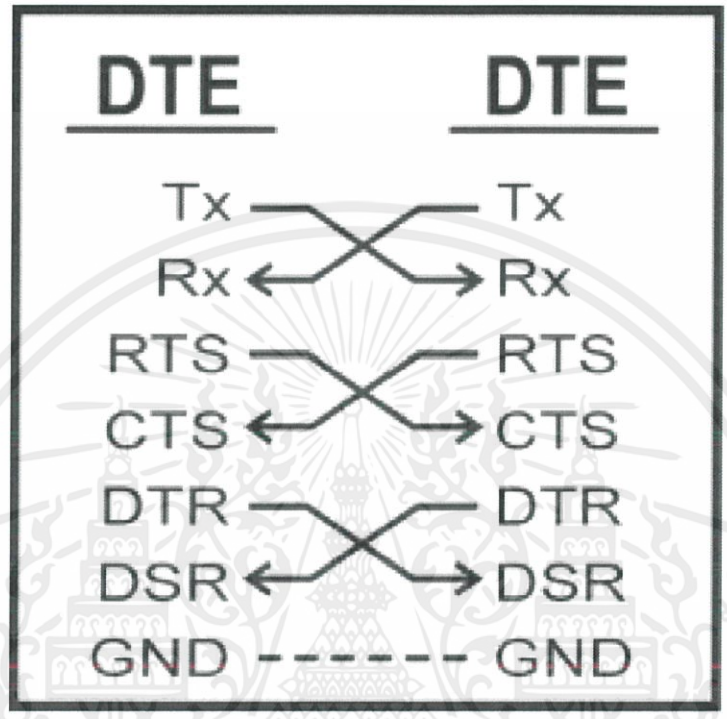
- ขา Data Set Ready (DSR) ขานี้จะใช้ควบคู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก

- ขา Request To Send (RTS) เป็นขาโวลต์พุทสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลมาให้คอมพิวเตอร์โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ซึ่งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อแบบ 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS เข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

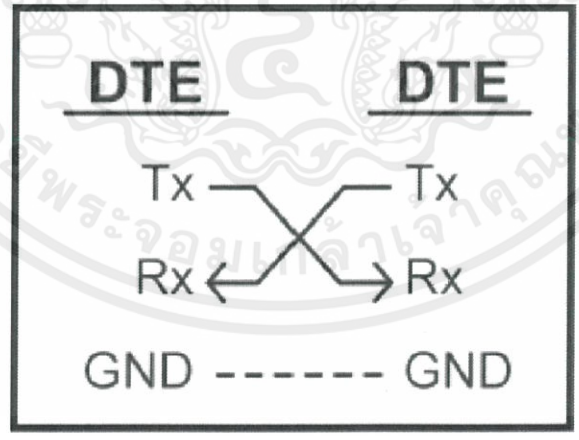
- ขา Clear To Send (CTS) เป็นขาอินพุตทำหน้าที่รอรับสัญญาณที่ส่งเข้ามา เมื่อมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่ขานี้ ข้อมูลที่ขา TXD จะถูกส่งออกไป ขานี้จะใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้วหรือยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา Ring Indicator (RI) ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มแล้วยังมีความต้องการตรวจสอบสัญญาณเรียกสายโทรศัพท์



รูปที่ 2.23 การต่ออุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมรูปแบบ Null Modem [11]



รูปที่ 2.24 การต่ออุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมใช้สายสัญญาณ 3 เส้น [11]

สำหรับการเชื่อมต่อสายระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูลการเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อในรูปที่ 2.23 เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null Modem หรือการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมต่อโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม ส่วนการเชื่อมต่อในรูปที่ 2.24 เป็นการเชื่อมต่อโดยสัญญาณน้อยสุดเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์

2.11.7 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (UART)

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter หมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากหน่วยประมวลผลกลางให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วทำการส่งข้อมูลออกไป และแปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่หน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังหน่วยประมวลผลกลางแล้ว ยังสามารถแจ้งรายละเอียดอื่น ๆ ของข้อมูลให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลหรืออัตราบอด, รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูล (ความผิดพลาดจากพาริตี้ หรือ เฟรมข้อมูลโอเวอร์รัน (Overrun)

2.12 ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML) [12]

ยูเอ็มแอล หมายถึง ภาษาที่ใช้สำหรับอธิบายแบบจำลองต่าง ๆ หรือเป็นภาษาสัญลักษณ์รูปภาพมาตรฐานสำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ โดยยูเอ็มแอลเป็นภาษามาตรฐานสำหรับสร้างพิมพ์เขียวให้แก่ระบบงาน ยูเอ็มแอลสามารถใช้ในการสร้างมุมมอง กำหนดรายละเอียด สร้างระบบงาน จัดทำเอกสารอ้างอิงให้แก่ระบบงานและสามารถใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ โดยมีมุมมองของปัญหาที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละโมเดล เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันก็จะสามารถวิเคราะห์และออกแบบเพื่อนำไปพัฒนาระบบสารสนเทศได้

นอกจากนี้ยูเอ็มแอลมีลักษณะของแบบจำลองข้อมูล เป็นแบบจำลองที่เอาไว้อธิบายแบบจำลองอื่น ๆ ทำให้การใช้งานภาษายูเอ็มแอลต้องเข้าใจแนวความคิดเชิงวัตถุและจำเป็นต้องมีพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองภาพด้วยเช่นกัน

2.12.1 แผนภาพยูสเคส (Use case diagram)

แผนภาพยูสเคส คือ แผนภาพที่แสดงหน้าที่ที่ระบบจะต้องกระทำ (Functionality) ทั้งหมด โดยระบบดังกล่าวจะต้องเป็นระบบที่สนใจหรือบางทีเรียกว่าเป็น ระบบย่อย (Subsystem) และแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบงานและสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบงาน

ในการพัฒนาระบบงานใด ๆ นั้น การเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้มีความสำคัญมาก และจะทำในระยะแรก ๆ ของการพัฒนาระบบงานเสมอ แผนภาพยูสเคสเป็นแผนภาพที่ทำหน้าที่อธิบายความต้องการของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.1.1 ประโยชน์ของแผนภาพยูสเคส

ช่วยให้ผู้พัฒนาระบบสามารถแยกแยะกิจกรรมที่อาจเกิดขึ้นในระบบ เป็นแผนภาพพื้นฐานที่สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้โดยใช้รูปภาพที่ไม่ซับซ้อนทำให้ผู้พัฒนาทราบความสามารถของระบบและทำให้ทราบผู้ที่สามารถใช้งานในแต่ละส่วนของระบบ ซึ่งง่ายต่อการสื่อสารระหว่างลูกค้าและผู้พัฒนาระบบและสามารถใช้ทดสอบระบบว่าตรงตามความต้องการของระบบหรือไม่

2.12.1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพยูสเคส

ในการเขียนแผนภาพยูสเคสนั้นจะมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงได้ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพยูสเคส

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Actor	ผู้ใช้ระบบหรือสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบแต่มีการติดต่อกับระบบ
	Use Case	การนำเสนอการทำงานที่เกิดจากแอคเตอร์ (Actor)
	Association	สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างยูสเคส (Use case) กับแอคเตอร์
<<inherits>>	Generalization	ความสัมพันธ์แบบสืบทอดจากแอคเตอร์หรือยูสเคสที่มีลักษณะโดยทั่วไปกับแอคเตอร์หรือยูสเคสที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง
<<extends>>	Extend	ความสัมพันธ์จากยูสเคสที่ขยายความสามารถมาจากยูสเคสหลักโดยระบุวิธีการที่พฤติกรรมของยูสเคสขยายการทำงานร่วมกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในยูสเคสหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

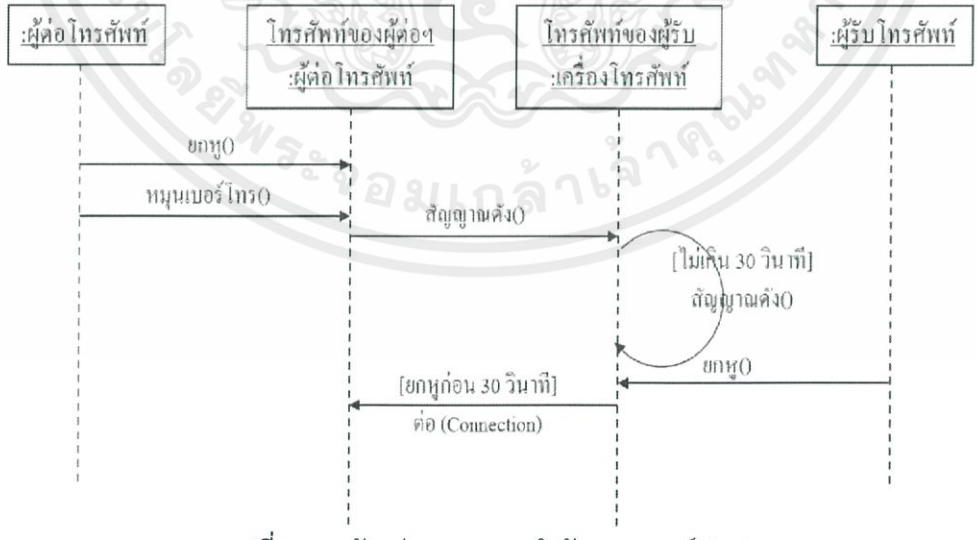
ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพยูสเคส

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
----------> <<includes>>	Include	ความสัมพันธ์จากยูสเคสหลักที่รวบรวมการทำงานของยูสเคสอื่นไว้ด้วยกัน โดยระบุวิธีการที่พฤติกรรมของยูสเคสอื่นที่สามารถทำงานร่วมกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในยูสเคสหลัก

2.12.2 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence diagram)

แผนภาพลำดับเหตุการณ์เป็นแผนภาพซึ่งแสดงปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวัตถุตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนด ข้อความที่เกิดขึ้นระหว่างคลาสจะสามารถนำไปสู่การสร้างวิธีการในคลาสที่เกี่ยวข้องได้ แสดงตัวอย่างของแผนภาพลำดับเหตุการณ์ดังรูปที่ 2.25

โดยในรูปที่ 2.5 เป็นแผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการต่อโทรศัพท์โดยเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูของเครื่องรับโทรศัพท์ ต่อจากนั้นผู้ต่อโทรศัพท์จึงหมุนเบอร์เครื่องที่ต้องการติดต่อ เมื่อเสร็จสิ้นการหมุนเบอร์โทรศัพท์ จะเกิดสัญญาณดังที่โทรศัพท์เครื่องปลายทาง โดยมีเงื่อนไขว่าสัญญาณจะดังอยู่นานเต็มที่เพียง 30 วินาทีหรือจนกว่าจะมีผู้รับสาย หากมีผู้ยกหูโทรศัพท์ที่เครื่องปลายทางก่อนหมดเวลา 30 วินาที เครื่องทั้งสองจะสามารถเชื่อมโยงถึงกันและเริ่มการสนทนาโทรศัพท์ได้



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างแผนภาพลำดับเหตุการณ์ [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.3 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์

ในการเขียนแผนภาพลำดับเหตุการณ์นั้นจะมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงได้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Actor	ผู้ใช้ระบบหรือสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบ แต่มีการติดต่อกับระบบ
	Class Object	การนำเสนอบทบาทของคลาสที่กำหนดพฤติกรรมการทำงานของวัตถุ
	Life time	เส้นประลากยาวลงมานำเสนอถึงช่วงเวลาการทำงานของวัตถุ
	Activation	จัดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละกิจกรรมในระหว่างที่มีชีวิตอยู่
	Message	การแจ้งให้วัตถุในส่วนที่เป็นตัวรับทราบถึงการเรียกใช้ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับวัตถุนั้น ๆ คล้ายกับการเรียกใช้ฟังก์ชันเฉพาะที่วัตถุที่ร้องขอไปต้องการ
	Call back	การประมวลผลและคืนค่าที่ได้ภายในอ็อบเจกต์เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

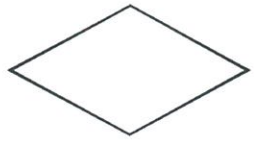
2.13 ผังงาน (Flow chart) [13]

ผังงาน คือ รูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนขั้นตอน คำอธิบาย ข้อความ หรือคำพูด ที่ใช้ในอัลกอริทึม (Algorithm) ผังงานเป็นเครื่องมือแสดงขั้นตอนหรือกระบวนการทำงานโดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งในสัญลักษณ์จะมีข้อความสั้น ๆ อธิบายข้อมูลที่ต้องใช้ ผลลัพธ์หรือคำสั่งประมวลผลของขั้นตอนนั้น ๆ และเชื่อมโยงขั้นตอนเหล่านั้นด้วยเส้นที่มีลูกศรชี้ทิศทางการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการ

2.13.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนผังงาน

การเขียนแผนภาพลำดับเหตุการณ์จะมีการใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการเขียนโดยแสดงสัญลักษณ์ในการเขียนได้ดังในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในผังงาน

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Terminal	จุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของโปรแกรม
	Arrow	ทิศทางการทำงานของโปรแกรมและการไหลของข้อมูล
	Process	ใช้แสดงคำสั่งในการประมวลผลหรือการกำหนดข้อมูลให้ตัวแปร
	Sub process	ชุดของขั้นตอนที่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อสร้างกระบวนการย่อยที่ระบุไว้ที่อื่น
	Input/ Output	แสดงการอ่านข้อมูลจากหน่วยเก็บสำรองเข้าสู่หน่วยความจำหลักภายในเครื่องหรือการแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลออกมา
	Decision	การตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อตัดสินใจโดยจะมีเส้นออกจากรูปเพื่อแสดงทิศทางการทำงานต่อไปว่า เงื่อนไขเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Document	แสดงผลหรือรายงานที่ถูกสร้างออกมา
	Connection	แสดงจุดเชื่อมต่อของผังงานภายในหรือเป็นที่บรรจบของเส้นหลายเส้นที่มาจากหลายทิศทางเพื่อจะไปสู่การทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่เหมือนกัน
	Connection	การขึ้นหน้าใหม่ ในกรณีที่ผังงานมีความยาวเกินกว่าที่จะแสดงพอในหนึ่งหน้า

2.13.2 ประโยชน์ของผังงาน

- บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบสามารถเรียนรู้และเข้าใจได้ง่าย เพราะผังงานไม่ขึ้นอยู่กับภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งโดยเฉพาะ
- ผังงานระบบเป็นการสื่อความหมายโดยภาพ ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการพิจารณาถึงลำดับขั้นตอนในการทำงาน
- ในงานโปรแกรมที่ไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้ผังงานระบบตรวจสอบความถูกต้องของลำดับขั้นตอนได้ง่าย ถ้ามีส่วนที่ผิดในโปรแกรม สามารถแก้ไขได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น
- ในงานโปรแกรมขนาดเล็กการเขียนโปรแกรมโดยพิจารณาจากผังงาน สามารถทำให้รวดเร็วและง่ายขึ้น
- ในงานโปรแกรมขนาดเล็กการบำรุงรักษาโปรแกรมหรือการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพ ถ้าดูจากผังงานระบบจะช่วยให้สามารถทบทวนงานในโปรแกรมก่อนปรับปรุงได้ง่ายขึ้น

2.13.3 ข้อจำกัดของผังงาน

- ผังงานระบบเป็นการสื่อความหมายระหว่างบุคคลต่อบุคคล มากกว่าที่จะสื่อความหมายระหว่างบุคคลกับเครื่อง เพราะผังงานระบบไม่ขึ้นอยู่กับภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง ทำให้เครื่องไม่สามารถรับและเข้าใจว่าในผังงานนั้นต้องการให้ทำอะไร
- บางครั้งเมื่อพิจารณาจากผังงานในงานที่มีความซับซ้อนมาก จะไม่สามารถทราบได้ว่าขั้นตอนการทำงานใดสำคัญกว่ากัน เพราะทุก ๆ ขั้นตอนจะใช้รูปภาพหรือสัญลักษณ์ในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเขียนผังงานเป็นการสิ้นเปลือง เพราะจะต้องใช้กระดาษและอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการเขียนภาพ บางครั้งการเขียนผังงานอาจจะต้องใช้กระดาษมากกว่า 1 แผ่น ทั้ง ๆ ที่การอธิบายงานเดียวกันจะใช้เนื้อที่เพียง 3-4 บรรทัดเท่านั้น

- ผังงานจะมีขนาดใหญ่ ถ้าโปรแกรมที่พัฒนาเป็นงานใหญ่ ทำให้ผังงานระบบดูไม่คล่องตัว และถ้ามีการปรับเปลี่ยนผังงานจะทำได้ยาก บางครั้งอาจต้องเขียนผังงานขึ้นมาใหม่

- ในผังงานจะบอกขั้นตอนการปฏิบัติงานว่าลำดับเป็นอย่างไร ปฏิบัติงานอะไร แต่จะไม่ระบุให้ทราบว่าทำไมจึงต้องเป็นลำดับและต้องปฏิบัติงานตามขั้นตอนนั้น

2.14 ภาษาซีชาร์ป (C#) [15]

ภาษาซีชาร์ปเป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบ multi-paradigm ซึ่งมีรูปแบบภาษาที่ตายตัว และเป็นรูปแบบบังคับในการเขียน มีฟังก์ชัน และยังเป็นภาษาการเขียนโปรแกรมที่มีคุณสมบัติเป็นแบบออบเจ็ค ซึ่งมันถูกพัฒนาโดยบริษัท Microsoft ภายใต้ .NET framework โดยในการพัฒนาภาษาซีชาร์ปนี้ มีความตั้งใจให้มันเขียนง่าย ทันสมัย เป็นโปรแกรมเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไปและเป็นแบบออบเจ็ค ซีชาร์ปเป็นภาษาเขียนโปรแกรมเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป การพัฒนานั้นนำทีมโดย Anders Hejlsberg และเวอร์ชันล่าสุดคือ C# 6.0 ซึ่งถูกเผยแพร่ในปี 2015

2.14.1 เครื่องมือในการพัฒนาภาษาซีชาร์ป

เครื่องมือในการพัฒนาเป็นจำนวนมากที่คุณสามารถใช้ได้ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีชาร์ปในบทเรียนนี้ เราจะแนะนำให้คุณใช้ Visual Studio ซึ่งพัฒนาโดย Microsoft ซึ่งมันอำนวยความสะดวกโดยมีฟังก์ชันมากมายที่จะช่วยเราให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น และยังมีคอมไพล์เลอร์ในตัวมาให้อีกด้วย

2.14.2 ความสามารถของภาษาซีชาร์ป

- ภาษามีการทำงานของโปรแกรมเป็นลำดับ เรียงลำดับจากบันทัดแรกถึงบันทัดสุดท้ายของโปรแกรม

- เป็นภาษาที่เป็นแบบอ็อบแจ็กต์ มีแม่แบบมาจากภาษาจาวา ทำให้สามารถเขียนและพัฒนาได้ง่าย

- สามารถทำงานในเชิงลึกโดยทำงานร่วมกับหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ผ่านตัวชี้ (Pointer) หรือทำงานกับโปรโตคอล TCP/IP ที่ต่ำกว่าระดับ 4 ได้

- เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาให้ทางานบนดอตเน็ต-เฟรมเวิร์ก (.NET Framework) โดยดอตเน็ต-เฟรมเวิร์กเป็นรูปแบบในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ ซึ่งบริษัทไมโครซอฟท์เป็นผู้พัฒนา ซึ่งคุณสมบัติที่สาคัญของดอตเน็ต-เฟรมเวิร์กก็คือ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานบนระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือ ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ที่แตกต่างกันได้อย่างไม่มีปัญหา เช่น เครื่องพีซีกับเครื่องแมคหรือ ระบบปฏิบัติการวินโดว์กับระบบปฏิบัติการแมคอินทอช เป็นต้น ดังนั้น ผู้เขียนโปรแกรมจึงสามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใหม่ๆ ได้โดยง่าย รวดเร็ว และไม่ต้องติดข้อจากัดต่างๆ อย่างเช่นการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในสมัยก่อนอีกต่อไป

2.14.3 หลักการทำงานของภาษาซีชาร์ป

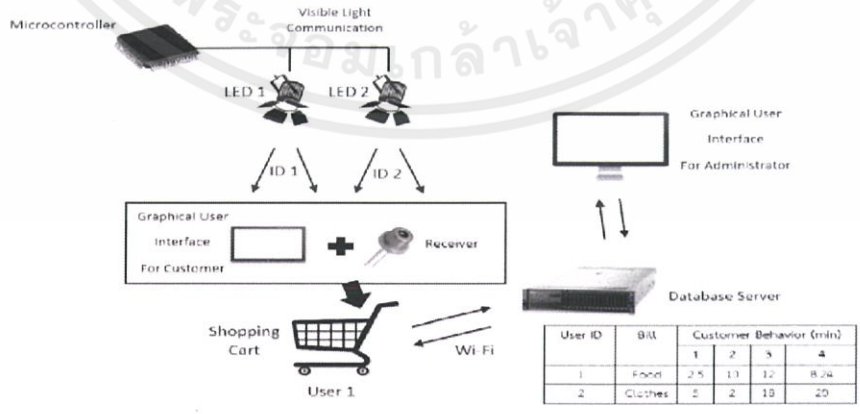
ภาษาซีชาร์ปเป็นการทำงานแบบอีเวนท์ไดรเวน (Event Driven Programming) คือ การเขียนคำสั่งให้โปรแกรมทำงานในเหตุการณ์ที่เราสนใจ หรือตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งการเขียนโปรแกรมแบบอีเวนท์ไดรเวนสอดคล้องกับการทำงานกับส่วนติดต่อต่างๆ ของวินโดวส์ เช่น ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่เป็นปุ่ม เมนู ตัวเลือก โดยเหตุการณ์ (Event) จะเกิดได้หลายทาง เช่น การคลิกเมาส์ การกดปุ่มบนคีย์บอร์ด รวมทั้งตัวเครื่องเองได้รับสัญญาณจากภายนอกเข้ามา ก็ทำให้เหตุการณ์เกิดขึ้นมาได้ ซึ่งเราจะเขียนโค้ดกำหนดการทำงานของโปรแกรมเฉพาะเหตุการณ์ที่เราต้องการให้โปรแกรมทำงานเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้างของระบบและการออกแบบ

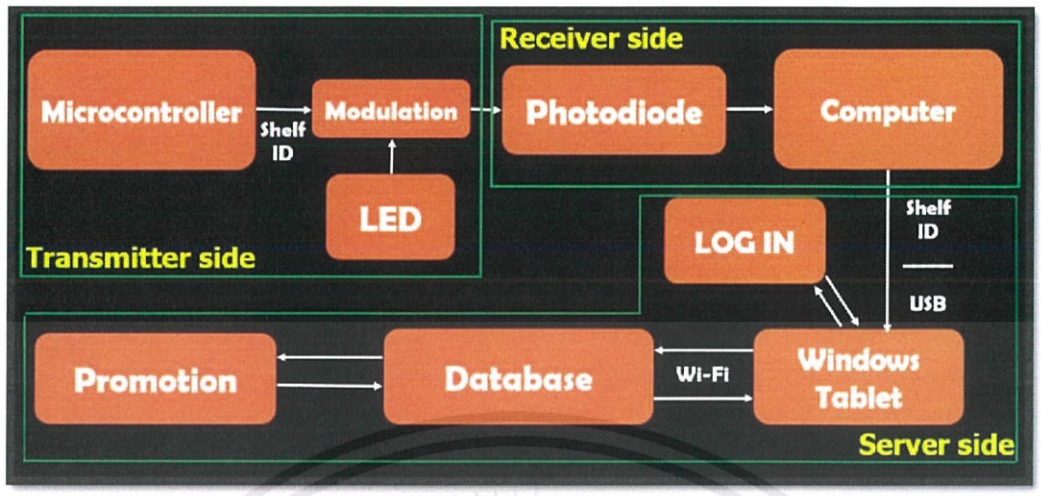
3.1 โครงสร้างของระบบ

โครงงานนี้ได้ออกแบบพัฒนาโดยนำหลักการและคุณสมบัติของแสงมาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารส่งข้อมูล ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่าการสื่อสารผ่านแสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็น (Visible Light Communication : VLC) VLC นั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆได้มากมายเนื่องจากแสงเป็นคลื่นความถี่ที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และยังมีราคาไม่แพง โดยในโครงงานนี้เราได้นำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้กับห้างสรรพสินค้า ด้วยการพัฒนาตัวรับ-แสงให้ส่งข้อมูลทางแสงมายังอุปกรณ์แท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 ที่มีการเขียนแอปพลิเคชันให้แสดงผลข้อมูลสินค้าออกมาทางหน้าจอได้ ซึ่งตัวแท็ปเล็ตเองก็จะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลผ่านไวไฟอีกที ภาพรวมการทำงานของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1 ระบบนี้จะเริ่มทำงานจากอุปกรณ์ควบคุมบอร์ด Arduino ที่ต่อกับหลอดไฟแอลอีดีส่งข้อมูลทำให้หลอดไฟกระพริบเป็นข้อมูลไอดีของชั้นวางสินค้า โดยในแต่ละชั้นวางสินค้าจะมีไอดีไม่เหมือนกัน ส่วนวงจรภาครับหรือโฟโต้ไดโอดจะถูกติดตั้งไว้ที่รถเข็นสินค้าโดยมีการเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลไปยังแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 ในส่วนของภาครับทำหน้าที่รับสัญญาณบิตข้อมูลจากหลอดไฟแอลอีดี เมื่อลูกค้าเข้ามาใช้บริการภายในห้างสรรพสินค้าแล้วเดินผ่านตำแหน่งด้านหน้าของชั้นวางสินค้าหรือบริเวณที่ติดตั้งตัวส่งเอาไว้ อุปกรณ์ตัวรับก็จะรับสัญญาณไอดีในรูปของสัญญาณแสง จากนั้นภาครับสัญญาณจะทำการดีมอดูเลตสัญญาณแสงให้อยู่ในรูปของสัญญาณแอสกีซึ่งแสดงไอดีของหลอดไฟแอลอีดีที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าของชั้นวางสินค้านั่นเอง เมื่อทราบไอดีแล้วแท็ปเล็ตเองก็จะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อดึงเอารายละเอียดต่างๆของสินค้าและโปรโมชันมาแสดงขึ้นบนหน้าจอแท็ปเล็ต รวมถึงเก็บระยะเวลาที่ลูกค้าแต่ละคนยืนเลือกซื้อสินค้าในชั้นวางสินค้านั้นๆ



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบโดยเริ่มจากเขียนโปรแกรมให้ Arduino ส่งบิตข้อมูลระบุไอดีของสินค้ารวมถึงควบคุมการส่งข้อมูลของหลอดไฟแอลอีดีเพื่อทำให้หลอดไฟแอลอีดีเกิดการกระพริบติดดับ (บิต 0 คือ ไฟดับและบิต 1 คือไฟติด) จากนั้นต่อเข้ากับหลอดไฟแอลอีดีเพื่อให้ปล่อยสัญญาณแสงซึ่งอยู่ในช่วงความถี่แสงที่สามารถมองเห็นได้ โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งถึงหลอดไฟแอลอีดีแล้วสัญญาณจะเปลี่ยนจากสัญญาณข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณแสง โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุมในการผสมสัญญาณระหว่างสัญญาณแสงและสัญญาณข้อมูล ด้วยวิธีการมอดูเลทแบบออน-ออฟคีย์อิ้ง ตามรหัสไบนารี่ (Binary) เพื่อระบุไอดีของสินค้านั้นๆ แล้วส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ตรวจจับแสง แล้วจากนั้นก็จะประมวลผลจนได้ไอดีของร้านค้าแล้วส่งไปยังฐานข้อมูลผ่านไวไฟ แล้วจึงดึงข้อมูลของสินค้าพร้อมโปรโมชันต่างๆ มาแสดงผ่านแอพลิเคชั่นแสดงผลบนหน้าจอแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 ที่ติดไว้ที่รถเข็นสินค้า

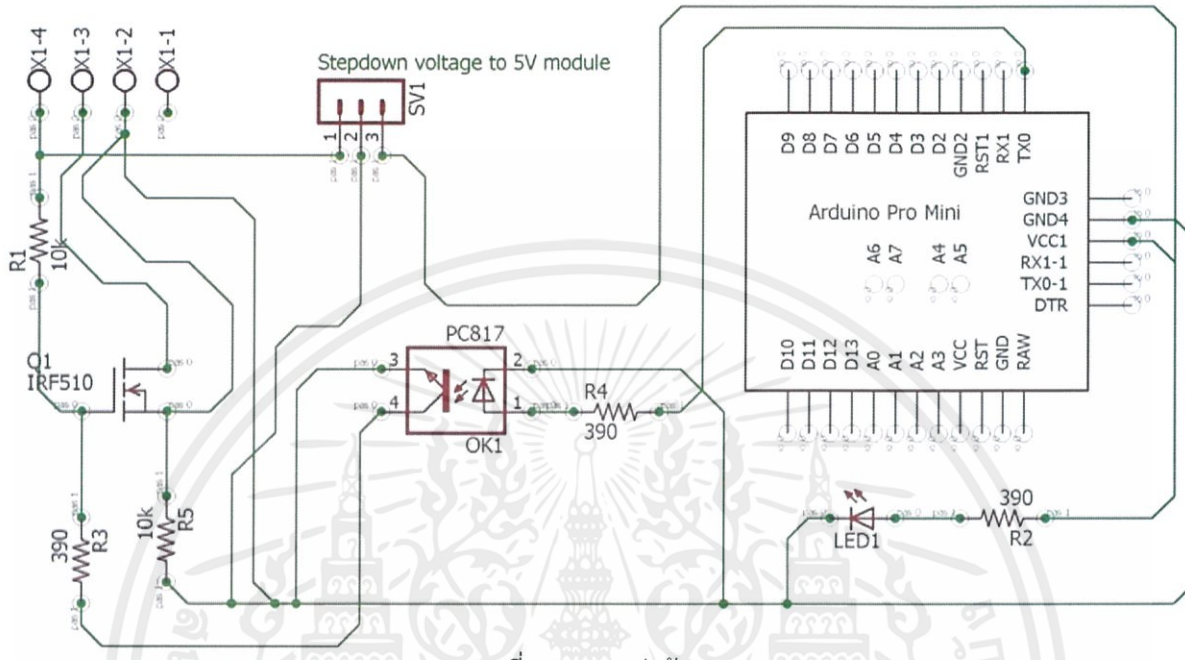
3.2 ชุดอุปกรณ์ส่งข้อมูลผ่านหลอดไฟแอลอีดี

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้

- Arduino Pro Mini 16 MHz/5 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
- หลอดไฟแอลอีดี ขนาด 30 วัตต์ จำนวน 1 ดวง
- ตัวต้านทาน (R) 10K โอห์ม จำนวน 2 ตัว
- ตัวต้านทาน (R) 390 โอห์ม จำนวน 3 ตัว
- Opto-isolator PC817 จำนวน 1 ตัว
- IRF510 N-Channel power MOSFET จำนวน 1 ตัว
- ET-LM2575-5 V2 Step-down voltage to 5V module จำนวน 1 ตัว
- ตัวเก็บประจุแบบมีขั้วขนาด 470 ไมโครฟารัด 25 โวลต์ จำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไฟแอลอีดีสีแดง จำนวน 1 ดวง
- Terminal 4 PIN จำนวน 1 ตัว



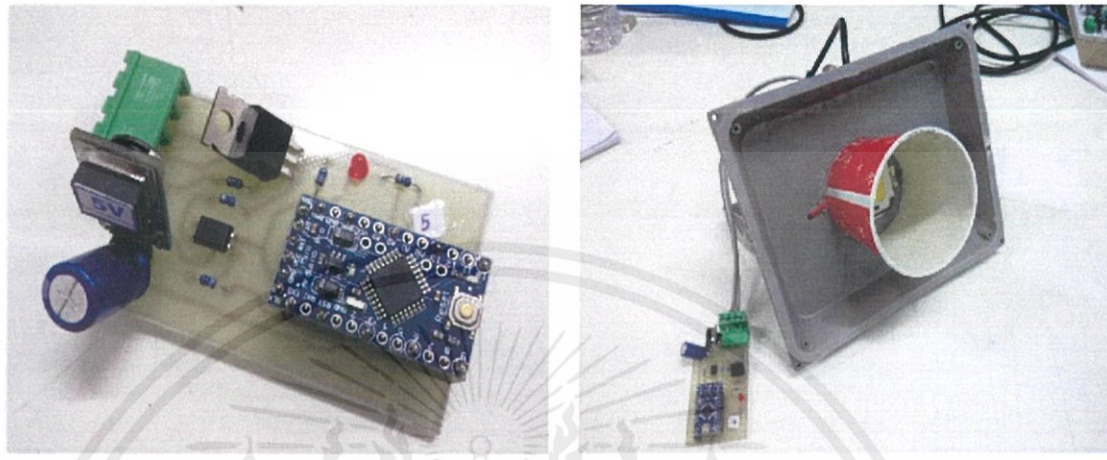
รูปที่ 3.3 วงจรส่งข้อมูล

3.2.2 การออกแบบวงจรส่งข้อมูลผ่านหลอดไฟแอลอีดี

จากรูปที่ 3.3 การต่อวงจรเริ่มจากที่บอร์ด Arduino ต่อสายไฟที่ขา TX0 เพื่อทำการแปลงสัญญาณไฟให้เป็นสัญญาณ TTL UART (Transistor-Transistor Logic Universal Asynchronous Receiver Transmitter) จากนั้นต่อเข้ากับตัวต้านทานขนาด 390 โอห์ม เพื่อปรับกระแสไฟให้พอเหมาะกับวงจร หลังจากนั้นต่อเข้าที่ขา 1 ของ PC817 เพื่อทำให้เกิดการติดดับของไฟในวงจรของ PC817 และขา 4 ของ PC817 ต่อไปยังตัวต้านทานขนาด 390 โอห์ม หลังจากนั้นต่อเข้าที่ขา Gate ของ IRF510 และต่อไปยังตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม สุดท้ายไปต่อกับ Terminal ในขาแรก (ไฟบวกจากหลอดไฟแอลอีดี) ขาถัดมาจาก Terminal ไปต่อกับขา Drain ของ IRF510 และขาถัดไปของ Terminal ต่อเข้ากับขา Source ของ IRF510 หลังจากนั้นต่อผ่านตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์มไปยังกราวน์ ต่อมาไฟบวกจาก Spot light แอลอีดี จะถูกต่อมายัง ET-LM2575-5 V2 ซึ่งเป็น Step-down voltage แปลงไฟจาก 38 โวลต์ให้เป็นไฟ 5 โวลต์ และมีการต่อตัวเก็บประจุแบบมีขั้วขนาด 470 ไมโครฟารัด 25 โวลต์โดยขาลบของตัวเก็บประจุต่อกับขากราวน์ของ ET-LM2575-5 V2และขาบวกต่อเข้ากับเอาท์พุทของ ET-LM2575-5 V2 ซึ่งเอาท์พุทที่ออกมา 5 โวลต์จะถูกส่งไปเป็นไฟเลี้ยง Arduino ที่ขา VCC หลังจากได้ไฟ 5 โวลต์มาแล้วก็จะนำไปต่อกับตัวต้านทานขนาด 390 โอห์ม เพื่อทำให้กระแสไม่มากเกินไปก่อนจะ

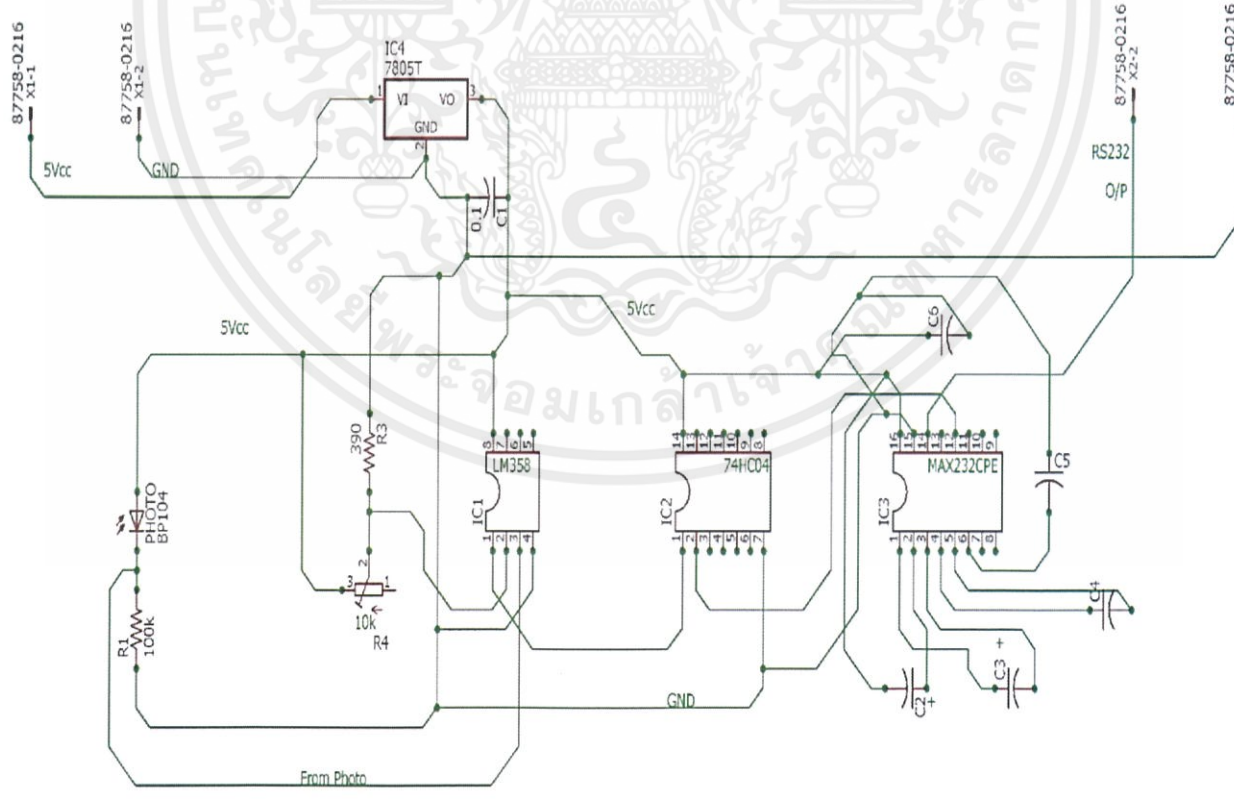
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปต่อกับไฟ แอลอีดี สีแดงเพื่อใช้ในการบอกสถานะว่าวงจรตัวส่งสัญญาณมีการทำงานได้ครบวงจรแล้ว



รูปที่ 3.4 วงจรตัวส่งสัญญาณและตัวส่งสัญญาณที่มีการเชื่อมต่อกับหลอดไฟแอลอีดี

3.3 ชุดอุปกรณ์รับข้อมูลจากสัญญาณแสง



รูปที่ 3.5 วงจรรับแสงจากหลอดไฟแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

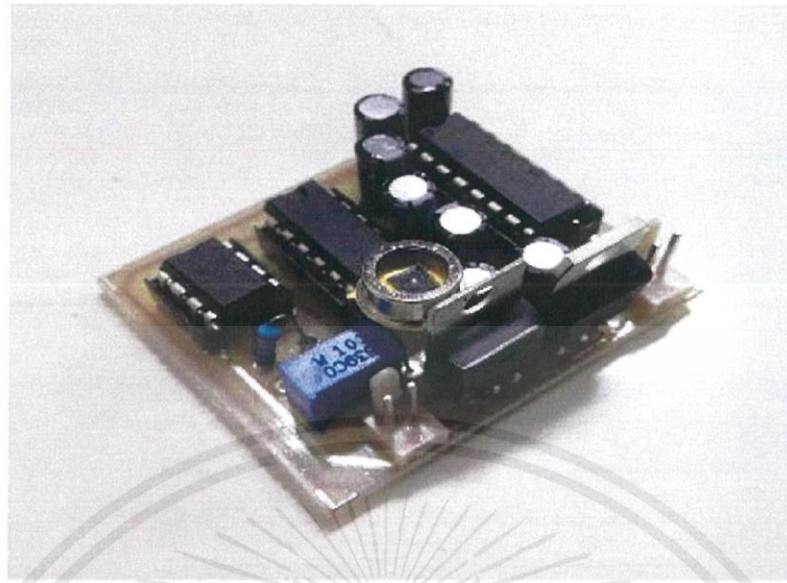
3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

- โฟโต้ไดโอดตัวถังเงินทรงกลมแบบซิลิกอน จำนวน 1 ตัว
- ตัวต้านทานขนาด 100 กิโลโอห์ม จำนวน 1 ตัว
- ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์ม จำนวน 1 ตัว
- ตัวต้านทานขนาด 390 โอห์ม จำนวน 1 ตัว
- IC 74HC04 จำนวน 1 ตัว
- IC 7805 จำนวน 1 ตัว
- IC 7905 จำนวน 1 ตัว
- ตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วขนาด 0.1 ไมโครฟารัด 50 โวลต์ จำนวน 7 ตัว
- Amplifier LM358 จำนวน 1 ตัว
- MAX232CPE จำนวน 1ตัว
- สายสัญญาณ RS232 จำนวน 1 เส้น
- ตัวแปลงสัญญาณ RS232 to Serial Port จำนวน 1 ตัว
- Connector 2 pins จำนวน 2 ตัว
- ถ่านไฟฉายขนาด 9 โวลต์ จำนวน 2 ก้อน

3.3.2 การออกแบบวงจรรับข้อมูลแสงผ่านหลอดไฟแอลอีดี

จากรูปที่ 3.5 มีการต่อถ่านไฟฉายขนาด 9 โวลต์เข้ามาที่ Connector 2 pins โดยถ่ายก้อนแรกให้เข้าไปยัง IC 7805 เพื่อแปลงไฟให้เป็นไฟ +5VCC ส่วนถ่านอีกหนึ่งก้อนให้ต่อเข้าไปยัง IC 7905 เพื่อแปลงไฟให้เป็น -5VCC หรือกราวน์นั่นเอง หลังจากนั้นที่ขาบวกของโฟโต้ไดโอดให้ต่อไปที่เข้ากับขาเอาท์พุทของ IC 7805 ส่วนขาลบให้ต่อไปที่ขาเอาท์พุทของ IC 7905 โดยผ่านตัวต้านทานขนาด 100 กิโลโอห์ม ให้ต่อสายสัญญาณระหว่างขาลบของโฟโต้ไดโอดและตัวต้านทานออกมาไปส่งค่าสัญญาณแสงที่รับได้ไปยัง LM358 ในขาที่ 3 เพื่อทำการขยายสัญญาณ โดยภายใน LM358 มีการต่อกับตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 10 กิโลโอห์มและตัวต้านทานขนาด 390 โอห์มจากขาที่ 2 เป็นการทำ Non-inverting amplifier เพื่อทำให้แรงดันไฟฟ้ามีระดับอยู่ที่ 0-5 โวลต์ทำให้สามารถนำสัญญาณทางไฟฟ้ามาแปลงเป็นข้อมูลต่อไปได้ หลังจากนั้นต่อเอาสัญญาณที่ขยายแล้วจาก LM358 ในขาที่ 1 ส่งมายัง IC 74HC04 ในขาที่ 1 เพื่อแปลงสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม (Square wave) หลังจากนั้นส่งสัญญาณที่มีการแปลงแล้วจากขาที่ 2 ไปยัง MAX232CPE ในขาที่ 16 เพื่อทำการแปลงสัญญาณ TTL UART ให้เป็น RS232

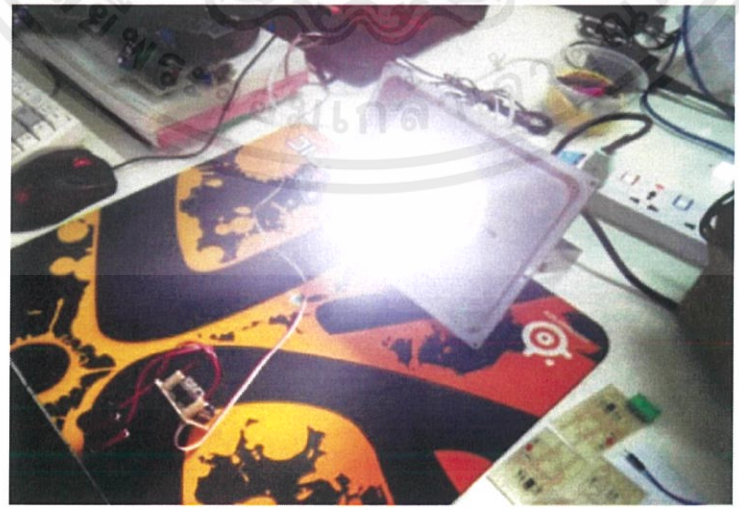
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรรับข้อมูลแสงจากแอลอีดีที่มีการเชื่อมต่อผ่าน RS232 ไปยัง Serial port

3.4 การรับและส่งข้อมูลจากชุดการทดลอง

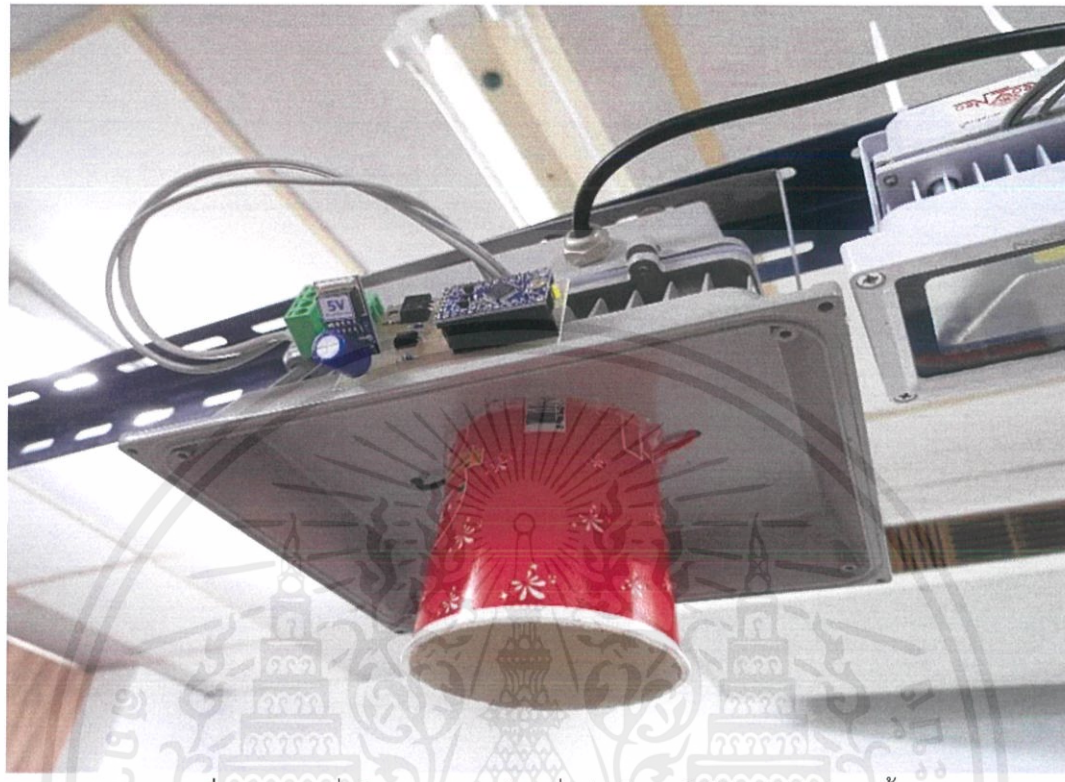
เริ่มจากการเขียนโปรแกรมส่งข้อมูลลงบนบอร์ด Arduino โดยทำการส่งข้อมูลในรูปของเลขฐาน 16 ซึ่งมีขนาด 1 ไบต์ ที่มีลักษณะข้อมูลตามตารางแอสกีเมื่อต่อผ่านวงจรส่งข้อมูลแสง วงจรจะทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยกำหนดให้บิต 0 แทนการดับของแอลอีดีและบิต 1 แทนการติดสว่างของหลอดไฟแอลอีดีและความถี่ในการกระพริบจะขึ้นอยู่กับการกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูล (Baud rate) ซึ่งจะกำหนดค่าไว้ที่ 4800 จากนั้นวงจรรับสัญญาณแสงก็จะทำการรับข้อมูลเข้ามา และทำการส่งสัญญาณออกไปเพื่อประมวลผล โดยการทดลองส่งข้อมูลตัวอักษรจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังอุปกรณ์รับแสง แสดงดังรูปที่ 3.7



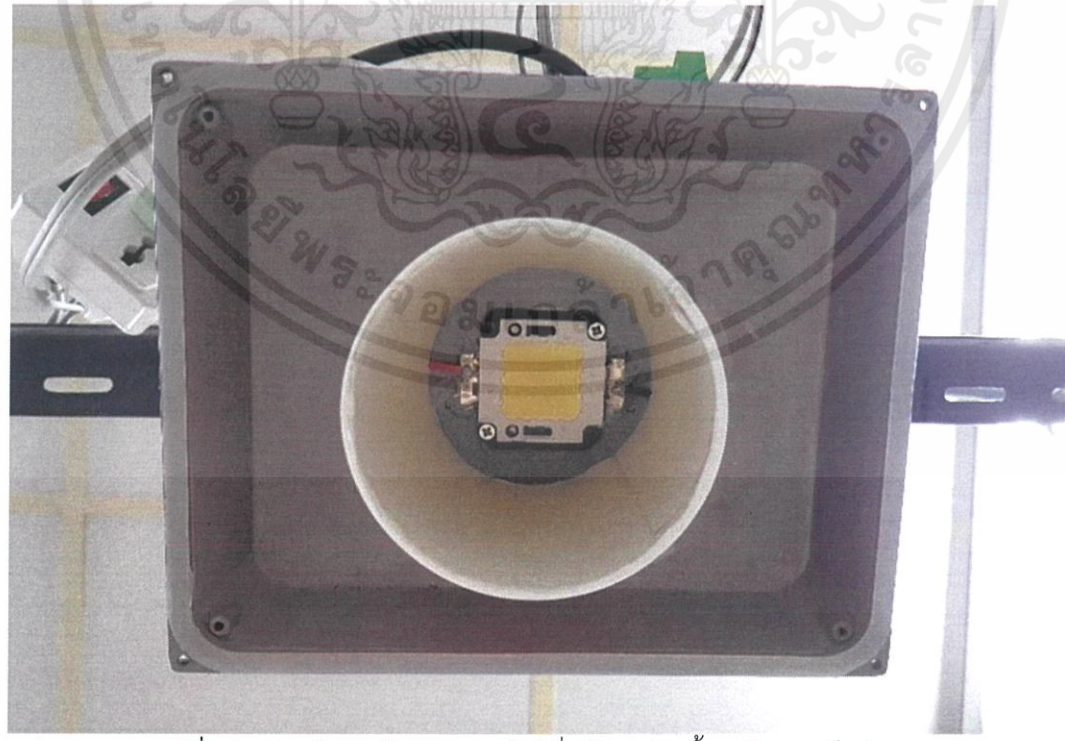
รูปที่ 3.7 การทดลองส่งข้อมูลจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังวงจนภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดอุปกรณ์ภาคส่งทำการติดตั้งบนโครงเหล็กแสดงได้ดังรูปที่ 3.8 – 3.9



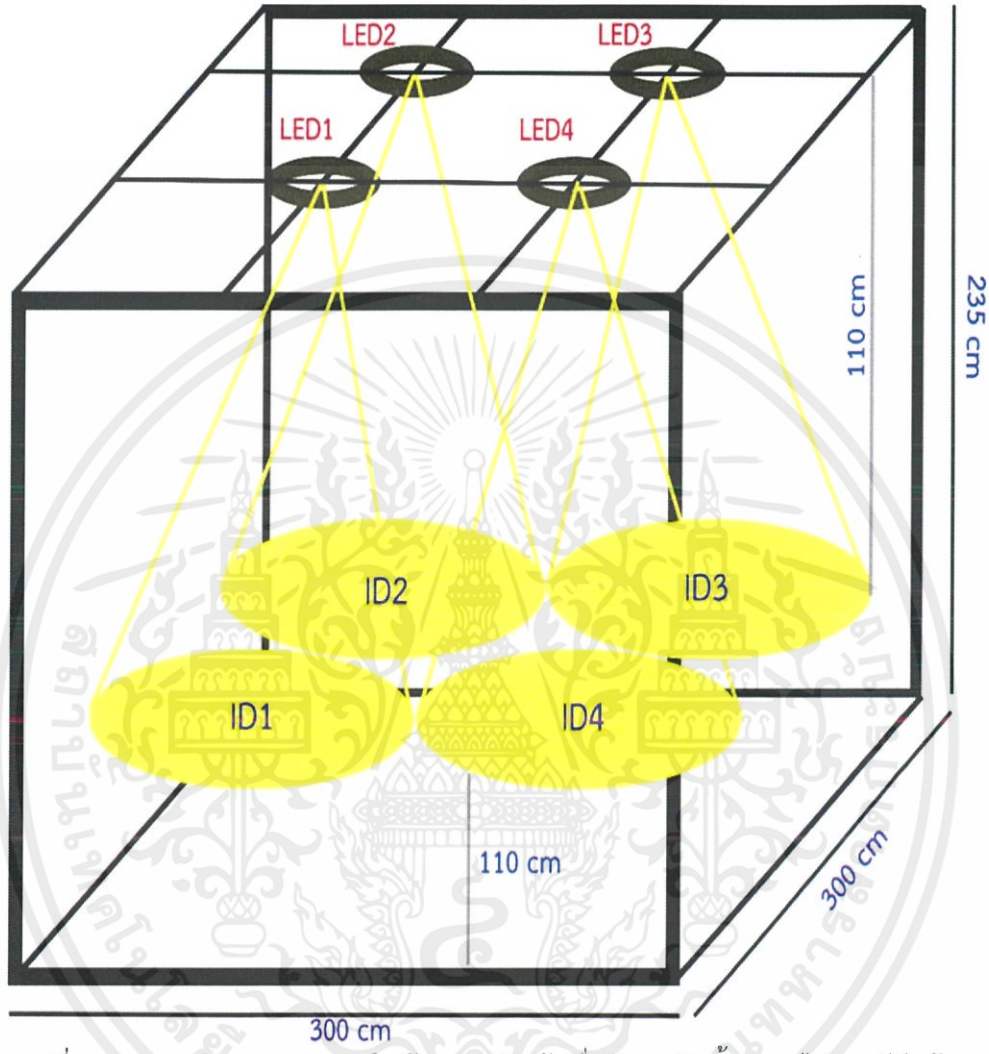
รูปที่ 3.8 การเพิ่มโคมของหลอดไฟเพื่อบีบลำแสงให้มีกำลังวัตต์มากขึ้น



รูปที่ 3.9 ภาพด้านหน้าของหลอดไฟเมื่อทำการติดตั้งบนโครงเหล็กจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองระบบภายในห้างสรรพสินค้าเมื่อทำการติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีแสดงได้ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แบบจำลองระบบภายในห้างสรรพสินค้าเมื่อทำการติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีแล้ว

3.5 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตัวรับและแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 บนรถเข็นสินค้า

การติดตั้งตัวรับสัญญาณแสงจะติดตั้งไว้ภายในตะกร้ารถเข็น ซึ่งเป็นส่วนหน้าของรถเข็น และทำการเชื่อมต่อผ่านสาย RS232 มายังหัวแปลงสัญญาณ RS232 ให้เป็น Serial Port โดยหัวแปลงนั้นจะทำการเชื่อมต่อผ่านสาย OTG (USB On-The-Go) เพื่อทำให้สามารถแปลงจาก USB เข้าไปยังพอร์ท Micro USB ของแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 โดยตัวรับสัญญาณแสงอยู่สูงจากพื้น 110 เซนติเมตร และอยู่ห่างจากหลอดไฟแอลอีดี 110 เซนติเมตรซึ่งเป็นระยะที่สามารถรับสัญญาณแสงได้โดยตัวหลอดไฟแอลอีดีมีความสูง 15 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 การติดตั้งตัวรับสัญญาณแสงและแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 ลงบนรถเข็นสินค้า

3.6 การออกแบบเขียนโปรแกรมตัวส่งและตัวรับข้อมูลผ่านแสงที่ตามองเห็นได้

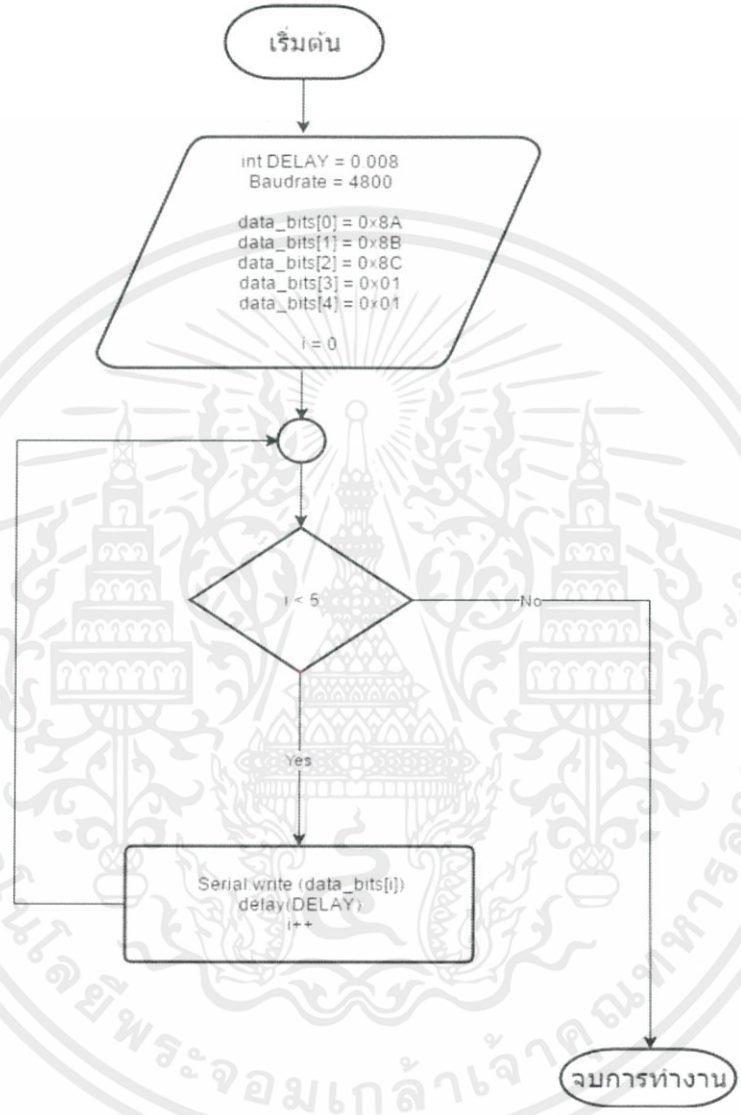
การออกแบบการทำงานของตัวส่งข้อมูลผ่านแสงที่ตามองเห็นได้ด้วย Arduino pro mini

3.6.1 การออกแบบโปรแกรมภาคส่งข้อมูลผ่านหลอดไฟแอลอีดี

การเขียนโปรแกรมเริ่มโดยมีการหน่วงเวลาของชุดข้อมูลอยู่ที่ 0.008 มิลลิวินาที กำหนดให้อัตรา Baud rate เท่ากับ 4800 และกำหนดให้ head bits คือ 0x8A, 0x8B และ 0x8C ส่วน data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bit กำหนดให้เป็นเลขได้ตามความต้องการ ซึ่งชุดข้อมูลที่ถูกส่งออกไปเป็นเลขแอสกีฐาน 16 โดยวน for loop ไปเรื่อยๆจนครบหนึ่งชุดข้อมูล หลังจากนั้นหน่วงเวลา 0.008 มิลลิวินาทีแล้วจึงวนลูปอีกครั้ง แสดงแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.12



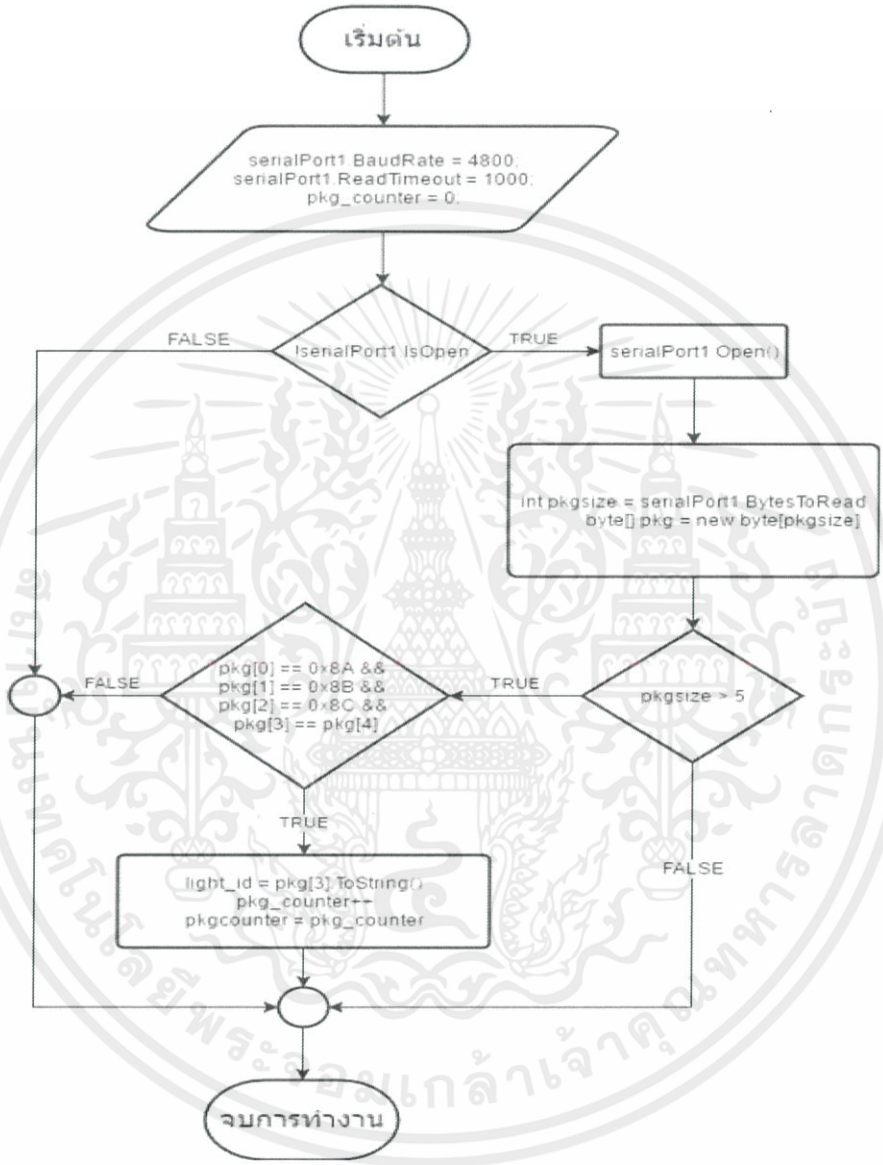
รูปที่ 3.12 แผนผังงานแสดงการส่งข้อมูลของภาคส่งผ่านแสงที่ตามองเห็นได้

3.6.2 การออกแบบโปรแกรมภาครับผ่าน Visual Studio

การออกแบบโปรแกรมให้มีการรับค่าผ่านซีเรียลพอร์ทที่มีค่าบอร์ดเรทเท่ากับ 4800 ซึ่งมีเท่ากันกับบอร์ดเรทในภาคส่ง โดยกำหนดให้รีดไทม์เอาท์อยู่ที่ 1000 มิลลิวินาที และกำหนดให้ค่าเริ่มต้นของ pkg_counter เท่ากับ 0 กาทำงานของโปรแกรมจะมีการตรวจสอบขนาดของแพ็ตแกตมากกว่า 5 หรือไม่ ถ้ามากกว่าให้ทำการตรวจสอบบิตส่วนหัว (Header bits) ให้ตรงตามที่กำหนดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ในภาคส่ง แล้วแปลงข้อมูลในอาเรย์ตำแหน่งที่สามจะได้ข้อมูลที่เป็นไอดีของไฟแต่ละดวง เมื่อได้ไอดีของไฟแล้วก็มีการเก็บนับค่าของ pkg_counter เพิ่มขึ้นทีละ 1 ต่อการรับค่าไอดีไปเดิมซ้ำๆ ซึ่งนำเอาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดระยะเวลาของการอยู่ในไฟแต่ละดวง แสดงแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.13



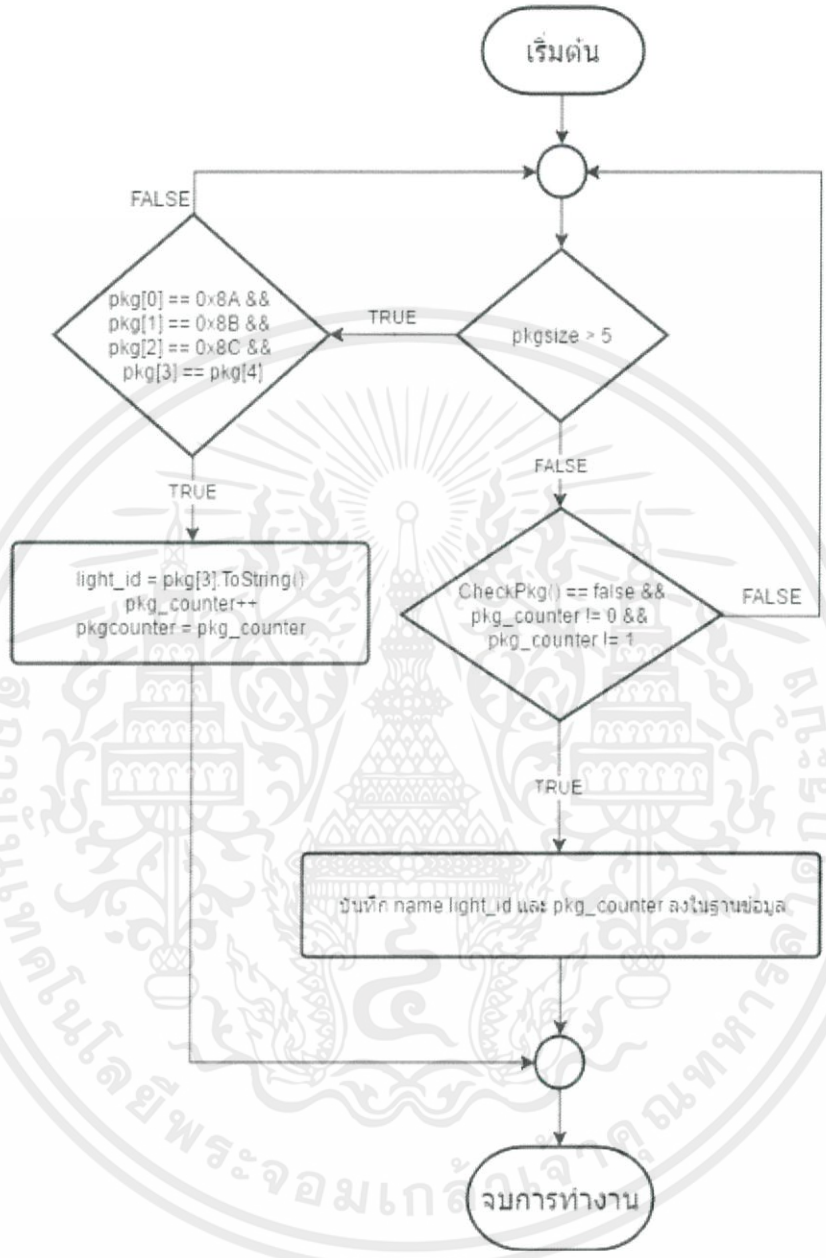
รูปที่ 3.13 แผนผังงานแสดงการรับข้อมูลผ่านโปรแกรม Visual studio

3.6.3 การออกแบบโปรแกรมภาครับเพื่อบันทึกเวลาในการเลือกซื้อสินค้าลงฐานข้อมูล

การออกแบบโปรแกรมโดยมีการสร้างฟังก์ชัน CheckPkg() เพื่อตรวจสอบค่า pkg_counter หยุดทำงานหรือไม่ หากมีการหยุดนับ pkg_counter และ pkg_counter ที่หยุดต้องไม่เท่ากับ 0 และ 1 ให้ทำการบันทึกชื่อ ไอดีไฟ และ pkg_counter ลงฐานข้อมูล โดยฟังก์ชันที่สร้างขึ้นเพื่อรองรับกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกค้าเดินออกจากบริเวณที่มีการส่งข้อมูลผ่านหลอดไฟแต่ละดวง แสดงแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.14



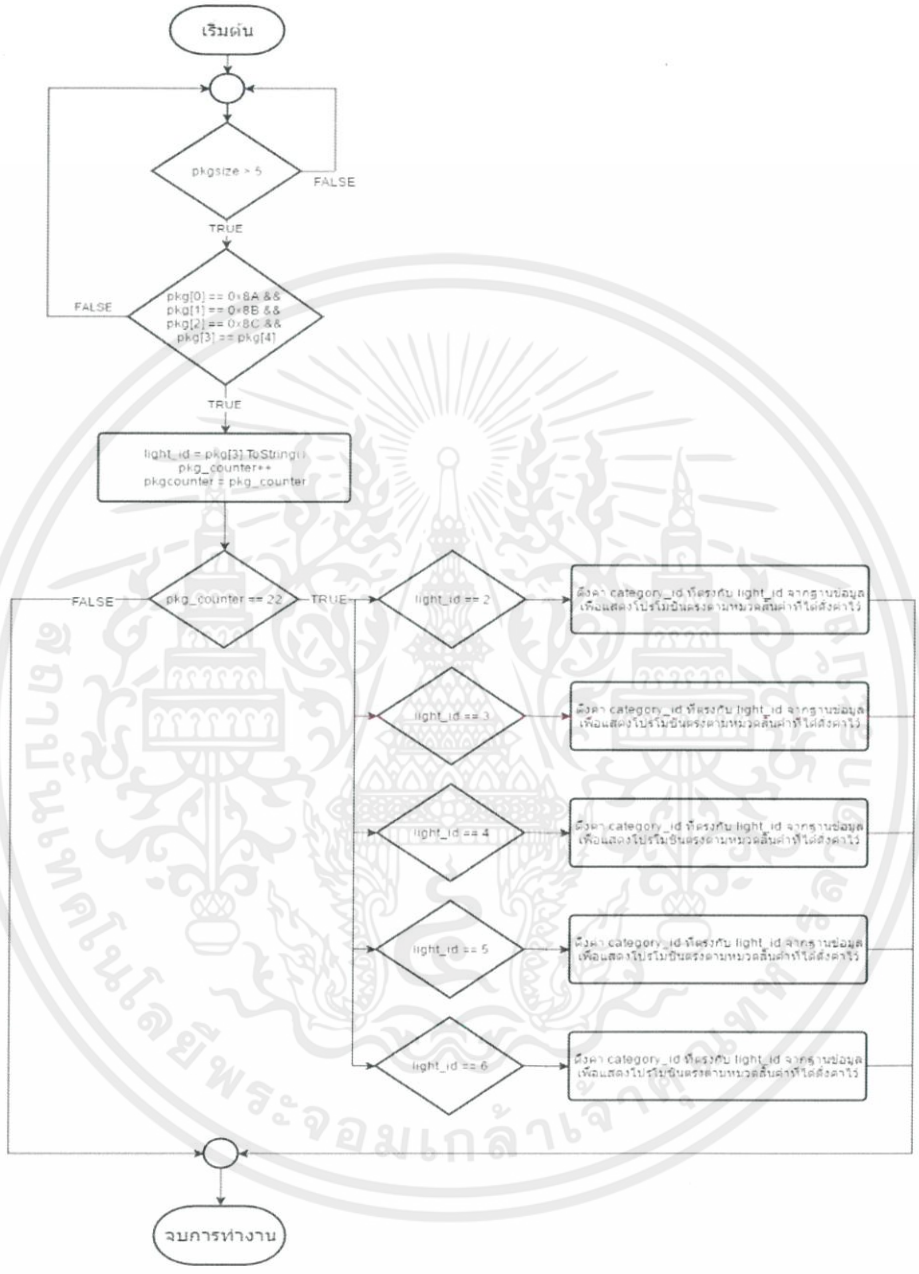
รูปที่ 3.14 แผนผังงานแสดงการบันทึกระยะเวลาการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้าลงฐานข้อมูล

3.6.4 การออกแบบโปรแกรมภาครับเพื่อแสดงโปรโมชัน

การออกแบบโดยเมื่อภาครับได้รับข้อมูลผ่านการเช็คเงื่อนไขต่างๆแล้ว เงื่อนไขในการดึงเอาข้อมูลโปรโมชันออกมาแสดงผลคือเมื่อ pkg_counter มีค่าเท่ากับ 23 (เวลาที่ลูกค้ายืนอยู่บริเวณชั้นวางสินค้าที่มีการติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีเอาไว้เป็นเวลา 1.66 วินาที) ให้แสดงโปรโมชันตามที่ได้ตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ในฐานข้อมูลว่า category_id (ประเภทของสินค้า) ใดตรงกับ light_id (ไอดีของไฟที่ติดไว้ตามชั้นวางสินค้า) เพื่อให้สามารถแสดงโปรโมชันได้ตรงตามที่ตั้งค่าเอาไว้ แสดงแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.15



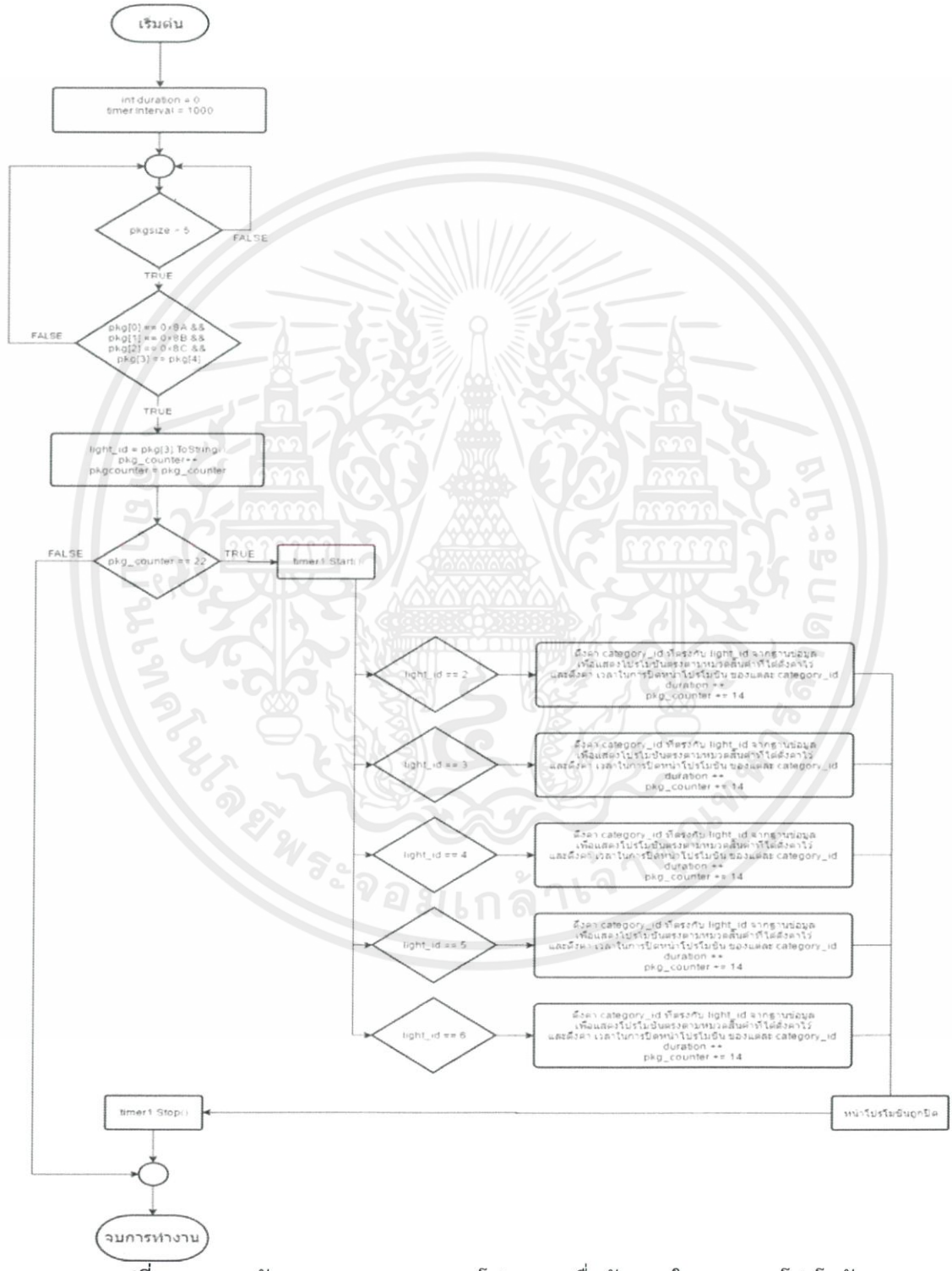
รูปที่ 3.15 แผนผังงานแสดงการออกแบบโปรแกรมเพื่อแสดงโปรโมชัน

3.6.5 การออกแบบโปรแกรมภาครับเพื่อนับเวลาที่แสดงโปรโมชัน

การออกแบบโปรแกรมให้มีการเริ่มต้นจับเวลาเมื่อ pkg_counter เท่ากับ 22 ทำให้แสดงหน้าโปรโมชันแสดงค้างอยู่ เมื่อหน้าโปรโมชันปิดลงไปจะมีการบวก pkg_counter ไปอีก 14 ต่อ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

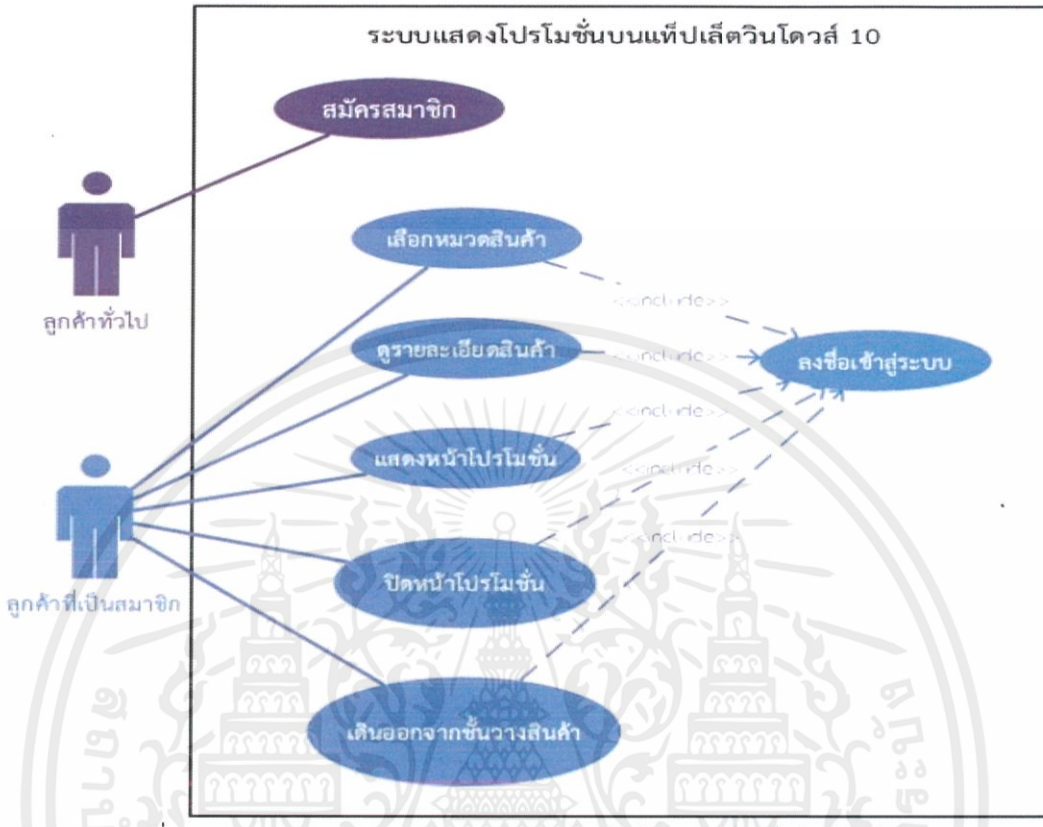
วินาที เช่น หากมีการเปิดหน้าโปรโมชันค้างไว้นาน 5 วินาที ก็จะมีการบวก pkg_counter ไปอีก 15x4 เท่ากับ 60 วินาที แสดงว่าหลังจากหน้าโปรโมชันปิดไป pkg_counter จะมีค่า 22+60 เท่ากับ 82 เป็นการบวกค่าชดเชยเมื่อ pkg_counter มีการหยุดนับเมื่อมีการแสดงหน้าโปรโมชันขึ้นมา แสดงแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แผนผังงานแสดงการออกแบบโปรแกรมเพื่อนับเวลาในการแสดงโปรโมชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 แผนภาพยูสเคสของระบบแสดงโปรโมชันบนแทปเล็ตวินโดวส์ 10



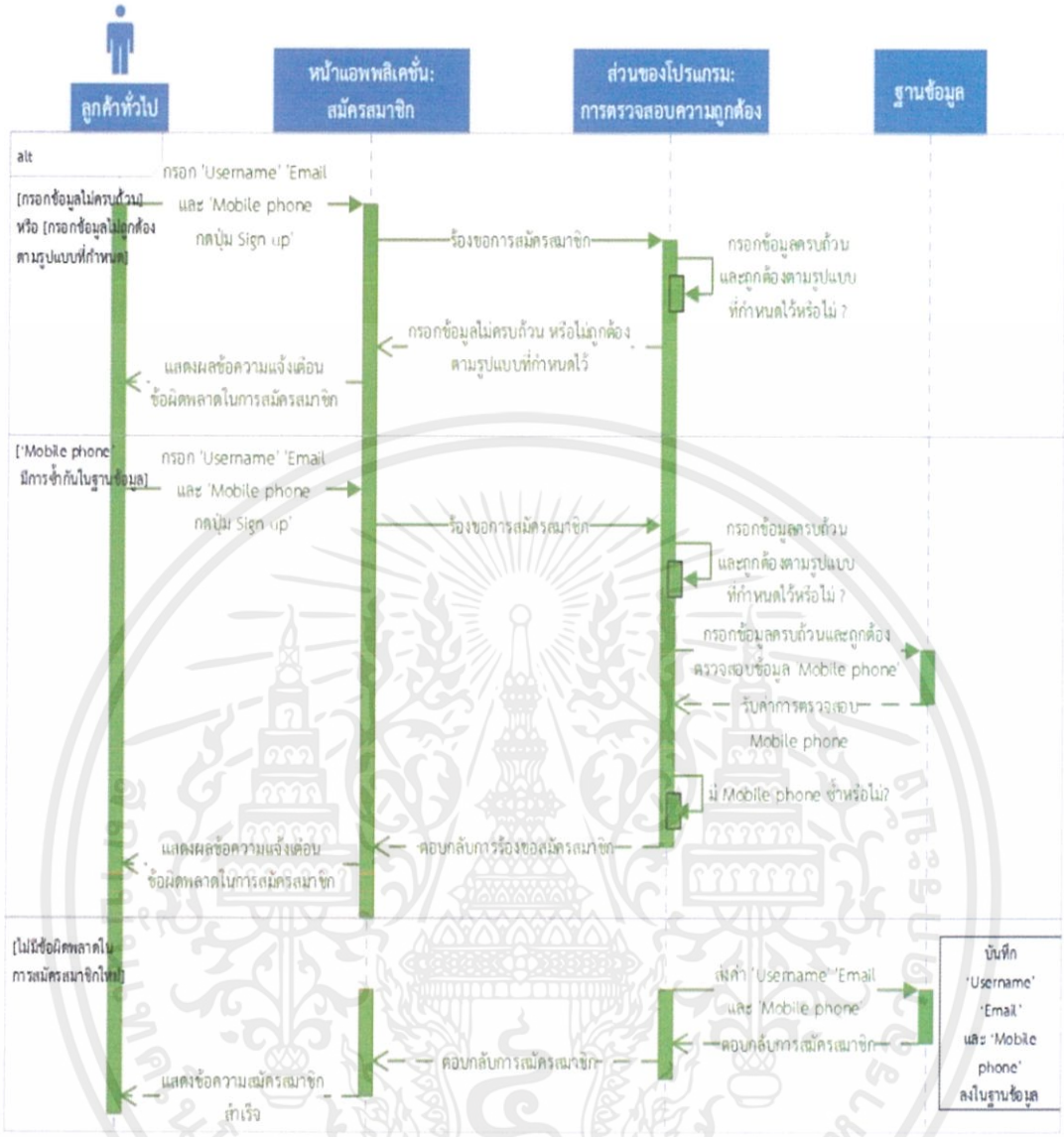
รูปที่ 3.17 แผนภาพยูสเคสของระบบแสดงโปรโมชันบนแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10

3.8 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของระบบแสดงโปรโมชันบนแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10

3.8.1 ส่วนโปรแกรมที่ให้ลูกค้าสมัครสมาชิก

การทำงานในส่วนของโปรแกรมเมื่อลูกค้าต้องการสมัครสมาชิกมีขั้นตอนในการสมัคร คือ ลูกค้าจะต้องกดปุ่ม Register บนหน้าแอปพลิเคชันเพื่อทำการเข้าสู่หน้าสมัครสมาชิก หลังจากนั้นให้ลูกค้ากรอก Username Email และ Mobile phone หากลูกค้าไม่ได้กรอกข้อมูลให้ครบถ้วน หรือกรอกข้อมูลไม่ตรงตามรูปแบบที่กำหนดไว้จะไม่สามารถสมัครสมาชิกได้ และมีข้อความแจ้งเตือนลูกค้าให้กรอกข้อมูลใหม่ รูปแบบการกรอกข้อมูลมี ดังนี้ การกรอก Email ต้องมีเครื่องหมาย “@” และต้องมี .com” เสมอ ต่อมา Mobile phone จะต้องมีด้วยกันทั้งหมด 10 หลัก หากลูกค้ากรอกข้อมูลได้ครบถ้วนและถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดแล้ว จะมีการส่งข้อมูลที่ลูกค้าไปกรอกไปยังฐานข้อมูล และส่วนการตรวจสอบความถูกต้องจะทำการตรวจสอบว่ามี Mobile phone ซ้ำในฐานข้อมูลหรือไม่ หากมี Mobile phone ซ้ำ จะมีการแจ้งเตือนให้ลูกค้าทราบและให้ลูกค้ากรอก Mobile phone ใหม่อีกครั้ง เมื่อได้แก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องแล้วข้อมูลทั้งหมดที่ลูกค้ากรอกก็จะถูกบันทึกลงไปในฐานข้อมูล พร้อมทั้งแสดงข้อความแจ้งเตือนการบันทึกข้อมูลได้สำเร็จ แสดงขั้นตอนการสมัครสมาชิกได้ดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

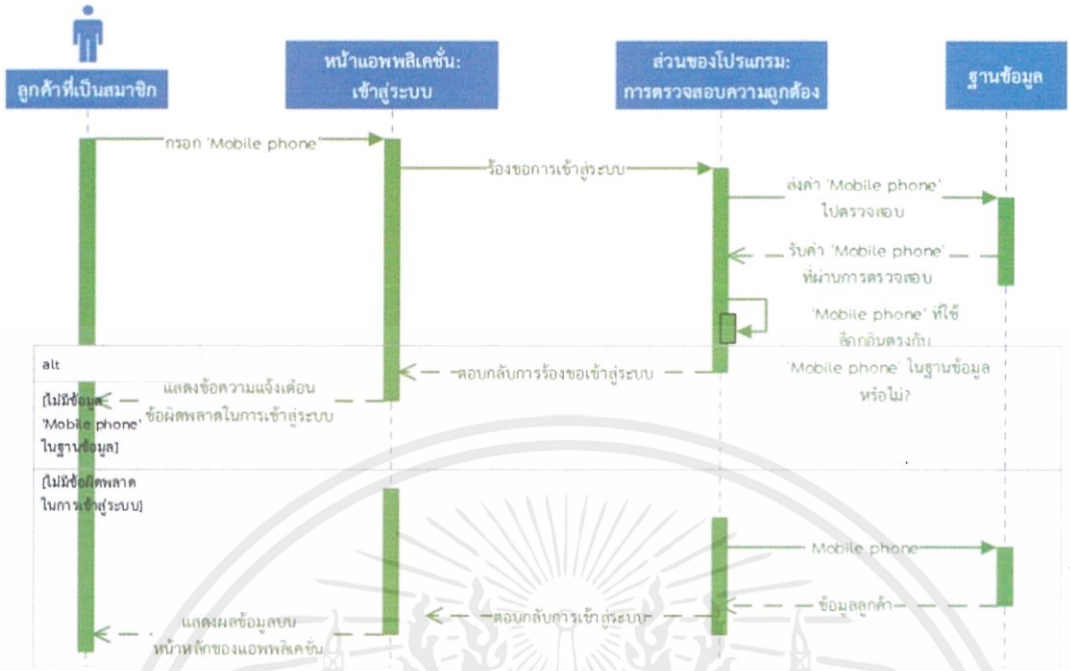


รูปที่ 3.18 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบสมัครสมาชิกของลูกค้า

3.8.2 ส่วนโปรแกรมที่ให้ลูกค้าเข้าสู่ระบบ

การทำงานของโปรแกรมการเข้าสู่ระบบของลูกค้าที่ได้เป็นสมาชิกของแอปพลิเคชันแล้ว จะสามารถทำงานได้โดยการให้ลูกค้ากรอก Mobile phone เพื่อใช้ในการเข้าสู่ระบบ เมื่อลูกค้ากรอก Mobile phone แล้วจะมีการส่งข้อมูลดังกล่าวเพื่อไปดึงเอาข้อมูลที่ตรงกันในฐานข้อมูลออกมา โดยโปรแกรมในส่วนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจะมีการตรวจสอบว่า Mobile phone ดังกล่าวมีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ หากไม่มีข้อมูลดังกล่าวในระบบ ให้ทำการแจ้งเตือนลูกค้าว่าไม่มี Mobile phone ดังกล่าวในระบบ ให้ลูกค้าทำการกรอกข้อมูลใหม่ หากไม่มีข้อผิดพลาดใดๆเกิดขึ้นลูกค้าก็จะสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าไปใช้งานแอปพลิเคชันได้ โดยการทำงานของโปรแกรมที่ให้ลูกค้าเข้าสู่ระบบแสดงดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

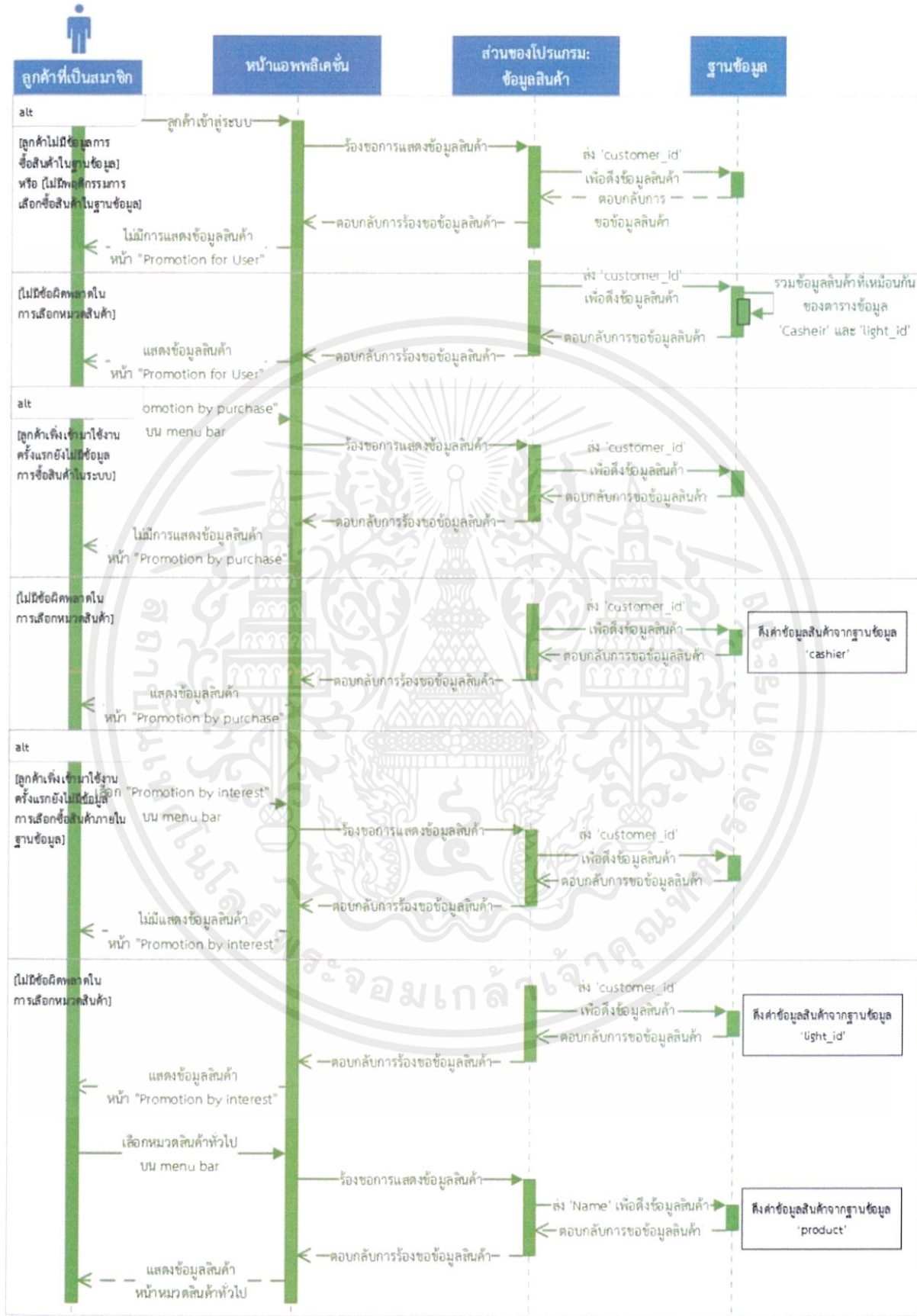


รูปที่ 3.19 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการเข้าสู่ระบบของลูกค้า

3.8.3 ส่วนโปรแกรมระบบการเลือกหมวดสินค้า

การออกแบบโปรแกรมของระบบการเลือกหมวดสินค้าจะมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ ลูกค้าจำเป็นต้องเข้าสู่ระบบให้สำเร็จก่อน เมื่อลูกค้าเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว จะมีการร้องขอข้อมูลสินค้าผ่านส่วนของโปรแกรมที่เป็นการรับข้อมูลสินค้า โดยทำใช้ “customer_id” ของลูกค้าในการดึงข้อมูลสินค้าออกมา หากลูกค้าเพิ่งเข้ามาใช้งานแอปพลิเคชันเป็นครั้งแรกก็จะไม่มีข้อมูลของสินค้าใดๆแสดงให้ลูกค้าเห็น แต่ถ้าหากลูกค้าเข้ามาใช้งานไม่ใช่ครั้งแรกก็จะมีการแสดงสินค้าที่ลูกค้าเคยซื้อและสินค้าในหมวดที่ลูกค้าเลือกซื้อเลือกพิจารณาเป็นเวลานาน เรียกหน้าแอปพลิเคชันนี้ว่า “Promotion for User” เมื่อลูกค้าต้องการเปลี่ยนหน้าไปยังหน้า “Promotion by purchase” สามารถกดเลือกได้ที่ menu bar จะมีการส่งคำร้องขอข้อมูลสินค้าไปยังส่วนของโปรแกรมรับข้อมูลสินค้าและส่งต่อไปยังฐานข้อมูลโดยใช้ “customer_id” ในการตรวจสอบข้อมูลที่ตรงกันในฐานข้อมูล หากข้อมูลไม่ตรงกันจะไม่มีสินค้าแสดงให้ลูกค้าเห็น แต่ถ้าตรวจพบข้อมูลที่ตรงกันก็จะแสดงสินค้าที่ลูกค้าเคยซื้อไป ต่อมาถ้าลูกค้าเลือกหน้า “ Promotion by interest” บน menu bar จะมีการร้องขอข้อมูลไปยังส่วนการรับข้อมูลสินค้า และส่ง “customer_id” ไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบ หากไม่พบข้อมูลที่ตรงกันก็จะไม่มีการแสดงข้อมูลสินค้า แต่ถ้าหากพบข้อมูลที่ตรงกันจะมีการแสดงสินค้าในหมวดสินค้านั้นๆที่ลูกได้เคยไปเลือกซื้อเลือกพิจารณาออกมาทั้งหมดของสินค้าที่มีในห้างสรรพสินค้า ส่วนสุดท้ายการเลือกหมวดสินค้าทั่วไปจะมีการส่งค่า “category_name” ไปยังฐานข้อมูลเพื่อดึงข้อมูลสินค้าในหมวดสินค้าแต่ละชนิดออกมาตามที่ลูกค้าเลือกบน menu bar แสดงการทำงานของระบบการเลือกหมวดสินค้าได้ดังรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

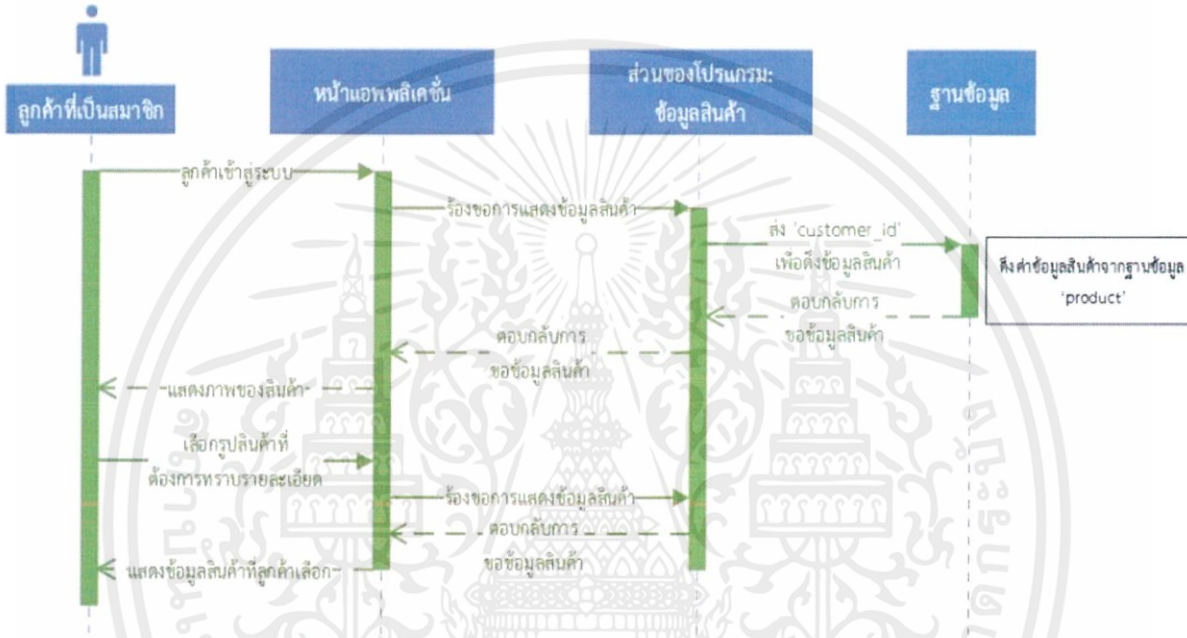


รูปที่ 3.20 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการเลือกหมวดสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.4 ส่วนโปรแกรมระบบในการดูรายละเอียดสินค้า

ลูกค้าต้องมีการเข้าสู่ระบบเรียบร้อยและมีการดึงข้อมูลของสินค้าทันที โดยการส่งค่า “customer_id” ไปยังฐานข้อมูลเพื่อดึงข้อมูลสินค้าออกมาหลังจากที่ลูกค้าเข้าสู่ระบบมาแล้ว ลูกค้าสามารถเลือกไปที่รูปเพื่อทำการดูรายละเอียดของสินค้านั้นๆได้จะมีการแสดงรายละเอียดของสินค้าออกมาในรูปแบบของป๊อปอัพ ซึ่งดึงข้อมูลของสินค้ามาจากส่วนของโปรแกรมที่รับข้อมูลสินค้ามาจากฐานข้อมูล การทำงานของโปรแกรมระบบในการดูรายละเอียดสินค้าแสดงดังรูปที่ 3.21

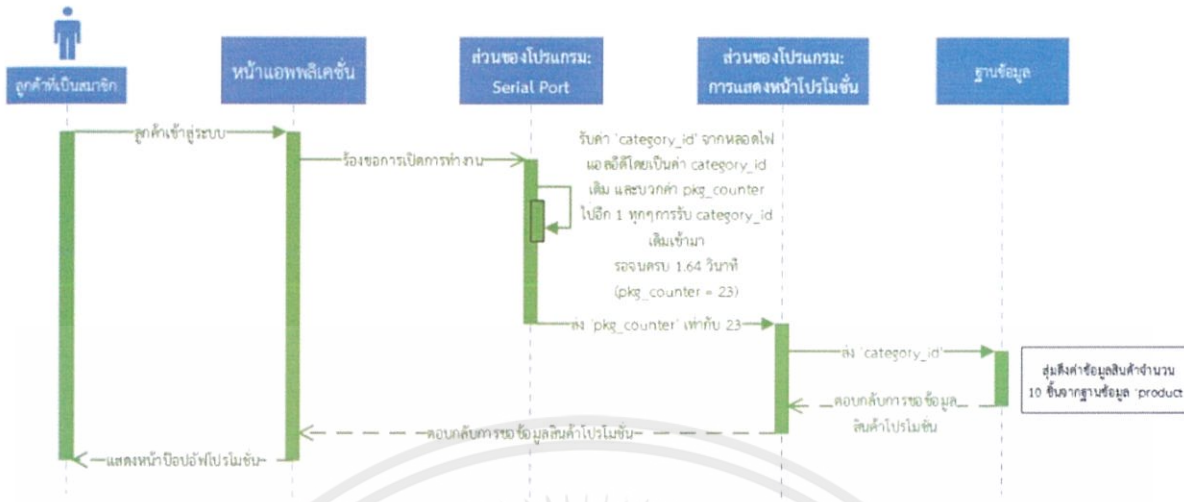


รูปที่ 3.21 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการดูรายละเอียดสินค้า

3.8.5 ส่วนโปรแกรมในการแสดงหน้าโปรโมชัน

การทำงานจะเริ่มจากลูกค้ามีการเข็นรถเข็นเข้ามายังบริเวณที่มีการส่งข้อมูลไอดีผ่านหลอดไฟแอลอีดี โดยลูกค้าต้องทำการเข้าสู่ระบบสำเร็จแล้วส่วนของโปรแกรมซีเรียลพอร์ทจะเริ่มทำงานทันที หลังจากนั้นเมื่อลูกค้าเข็นรถเข็นสินค้าเข้าไปยังบริเวณที่มีการส่งข้อมูลไอดีผ่านหลอดไฟแอลอีดีส่วนของโปรแกรมซีเรียลพอร์ทจะทำงานทันทีในการรับค่าไอดี และเพิ่มค่า pkg_counter ครั้งละ 1 ทุกๆครั้งที่มีการรับค่าไอดีเดิมซ้ำ เมื่อลูกค้าอยู่ในบริเวณที่มีการส่งข้อมูลผ่านหลอดไฟแอลอีดีเป็นระยะเวลา 1.64 วินาทีหรือมีค่า pkg_counter เท่ากับ 23 จะมีการส่งค่าไอดีที่ได้รับจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังส่วนของโปรแกรมในการแสดงหน้าโปรโมชัน ซึ่งจะมีการร้องขอข้อมูลสินค้าไปยังฐานข้อมูล ข้อมูลโปรโมชันสินค้าที่ได้รับจะมีการสุ่มออกมาครั้งละ 10 สินค้า โดยสุ่มจากหมวดสินค้าที่ได้รับมาจากไอดีของหลอดไฟแอลอีดี ยกตัวอย่างเช่น ได้รับไอดี 2 มาจากหลอดไฟแอลอีดีก็จะแสดงผลโปรโมชันของสินค้าหมวดอาหารสด (Fresh food) เป็นต้น และแสดงผลเป็นแบบป๊อปอัพให้ลูกค้าเห็นที่หน้าแอปพลิเคชัน การทำงานในการแสดงหน้าโปรโมชันแสดงดังรูปที่ 3.22

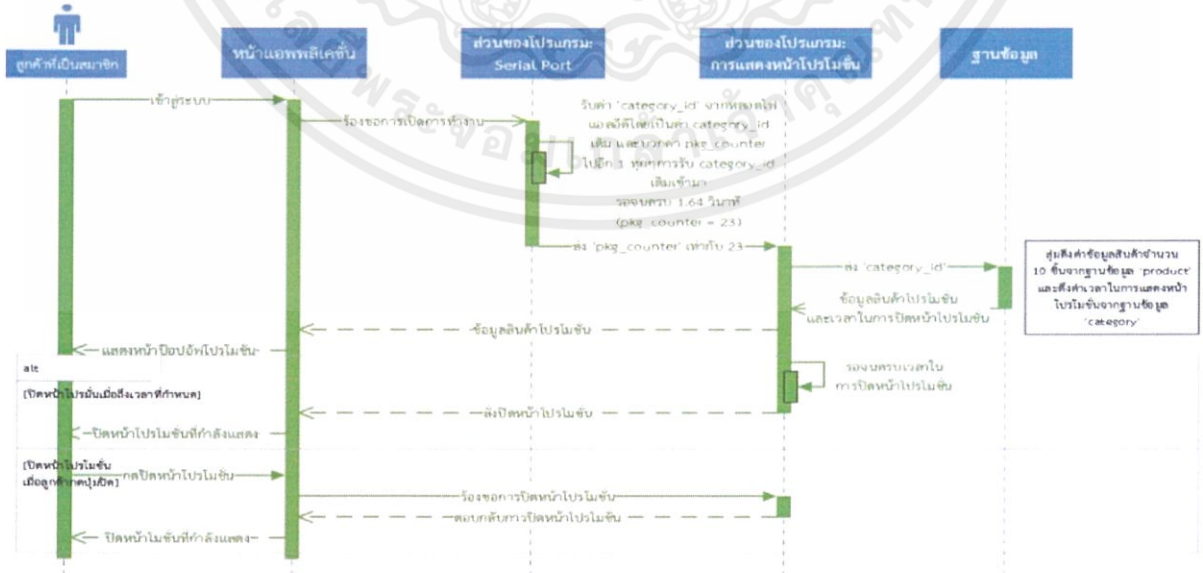
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการแสดงหน้าโปรโมชัน

3.8.6 ส่วนโปรแกรมในการปิดหน้าโปรโมชัน

การปิดหน้าโปรโมชันมีการทำงานเริ่มต้นจากลูกค้าต้องมีหน้าแสดงโปรโมชันแสดงขึ้นมาก่อนหลังจากนั้นวิธีในการปิดหน้าโปรโมชันสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การปิดเองด้วยค่าเวลาที่ทางระบบกำหนดเอาไว้และการปิดเองโดยลูกค้ากดปิดหน้าแสดงโปรโมชัน ซึ่งวิธีการแรกจะมีการทำงานเริ่มต้นจากลูกค้าเดินเข้าไปยังบริเวณที่มีการส่งไอดีผ่านหลอดไฟแอลอีดีหลังจากนั้นเมื่อผ่านไป 1.64 วินาทีหรือมีค่าของ pkg_counter เท่ากับ 23 จะมีการไปดึงข้อมูลทั้งข้อมูลโปรโมชันและเวลาในการปิดหน้าโปรโมชันมาด้วยพร้อมกัน หลังจากนั้นจะแสดงหน้าโปรโมชันให้ลูกค้า เมื่อครบถึงกำหนดเวลาที่มีการตั้งค่าไว้หน้าแสดงโปรโมชันก็จะหายไป ต่อมาเป็นวิธีการปิดหน้าโปรโมชันวิธีที่สองทำได้โดยให้ลูกค้ากดปิดหน้าแสดงโปรโมชันเองตามที่ลูกค้าต้องการ การทำงานของโปรแกรมในการปิดหน้าโปรโมชันแสดงได้ดังรูปที่ 3.23

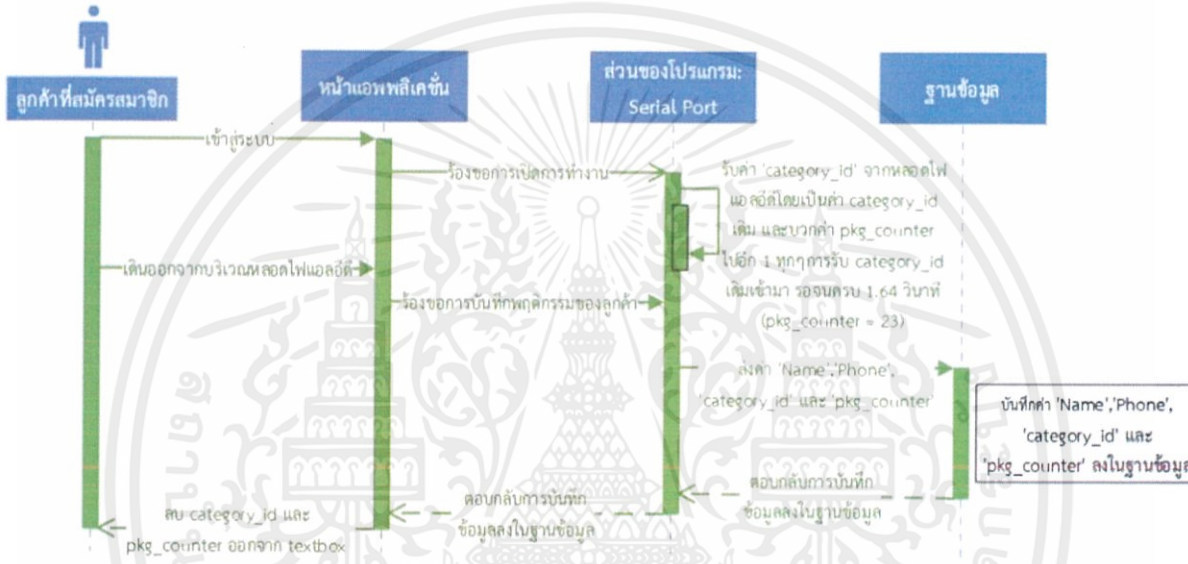


รูปที่ 3.23 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการปิดหน้าโปรโมชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

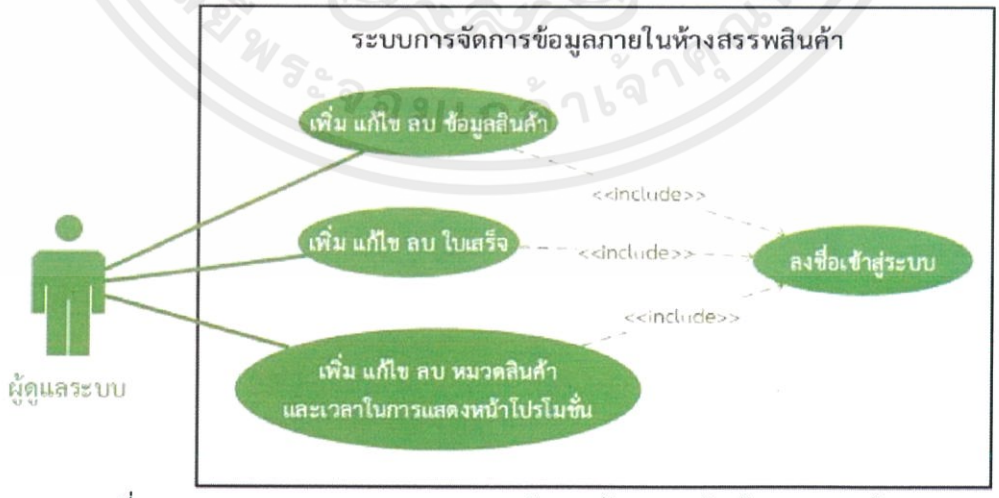
3.8.7 ส่วนโปรแกรมในการเดินออกจากชั้นวางสินค้า

การทำงานของโปรแกรมเมื่อลูกค้าเข็นรถเข็นออกจากชั้นวางสินค้าหรือบริเวณที่มีการส่งไอดีผ่านหลอดไฟแอลอีดีมีการทำงานเริ่มต้นจากลูกค้าต้องเข้าสู่ระบบได้สำเร็จและมีการรับค่าไอดีจากหลอดไฟแล้ว เมื่อลูกค้าเดินออกจากบริเวณชั้นวางสินค้าหรือบริเวณที่มีการส่งไอดีผ่านหลอดไฟแอลอีดี จะมีการร้องขอในการบันทึกข้อมูลพฤติกรรมของลูกค้าลงไปยังฐานข้อมูล โดยมีการบันทึกค่า Name Phone category_id และ pkg_counter ลงในฐานข้อมูล และทำการตอบกลับไปยังหน้าแอปพลิเคชันเพื่อทำการลบ category_id และ pkg_counter บนหน้าแอปพลิเคชันออกไป



รูปที่ 3.24 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการเดินออกจากชั้นวางสินค้า

3.9 แผนภาพยูสเคสของระบบการจัดการข้อมูลภายในห้างสรรพสินค้า



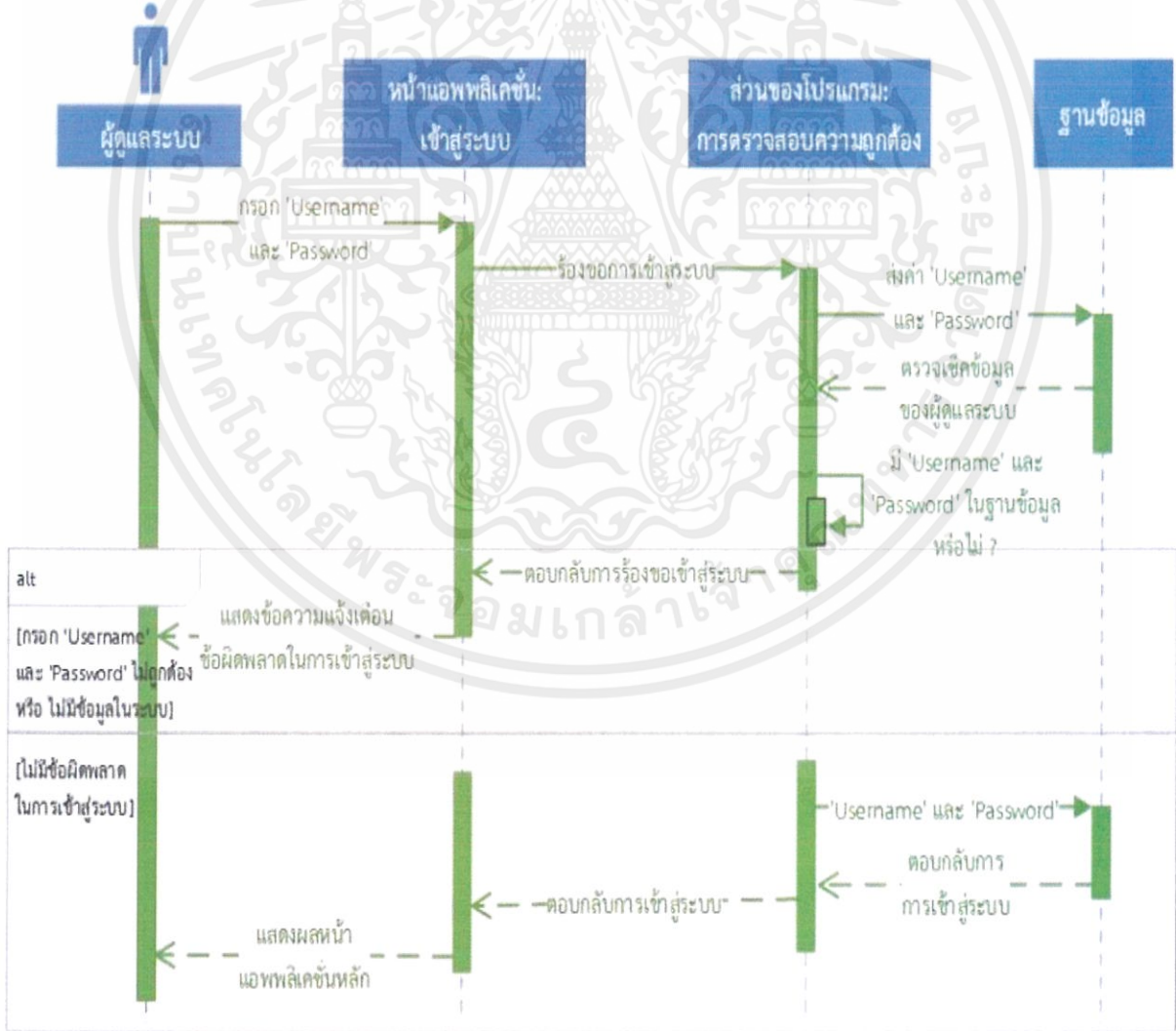
รูปที่ 3.25 แผนภาพยูสเคสของระบบการจัดการข้อมูลภายในห้างสรรพสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของระบบการจัดการข้อมูลภายในห้างสรรพสินค้า

3.10.1 ส่วนโปรแกรมการเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ

การเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบทำงานโดยผู้ดูแลระบบต้องทำการกรอก Username และ Password ในหน้าแอปพลิเคชันของผู้ดูแลระบบ หลังจากนั้นจะมีการร้องขอเข้าใช้งานระบบส่งไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้อง และส่งต่อไปยังฐานข้อมูล ในส่วนของโปรแกรมการตรวจสอบความถูกต้องจะทำการตรวจสอบว่ามี Username และ Password ที่ผู้ดูแลระบบกรอกไว้ตรงกันกับ Username และ Password ในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าไม่มีตรงกันจะมีการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดให้แก่ผู้ดูแลระบบทราบ แต่ถ้าหากผู้ดูแลระบบกรอก Username และ Password ได้ถูกต้องและข้อมูลทั้งสองอย่างตรงกันกับข้อมูลในฐานข้อมูลผู้ดูแลระบบก็สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแอปพลิเคชันของผู้ดูแลระบบได้ การทำงานของโปรแกรมการเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบแสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.2 ส่วนโปรแกรมการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลสินค้า

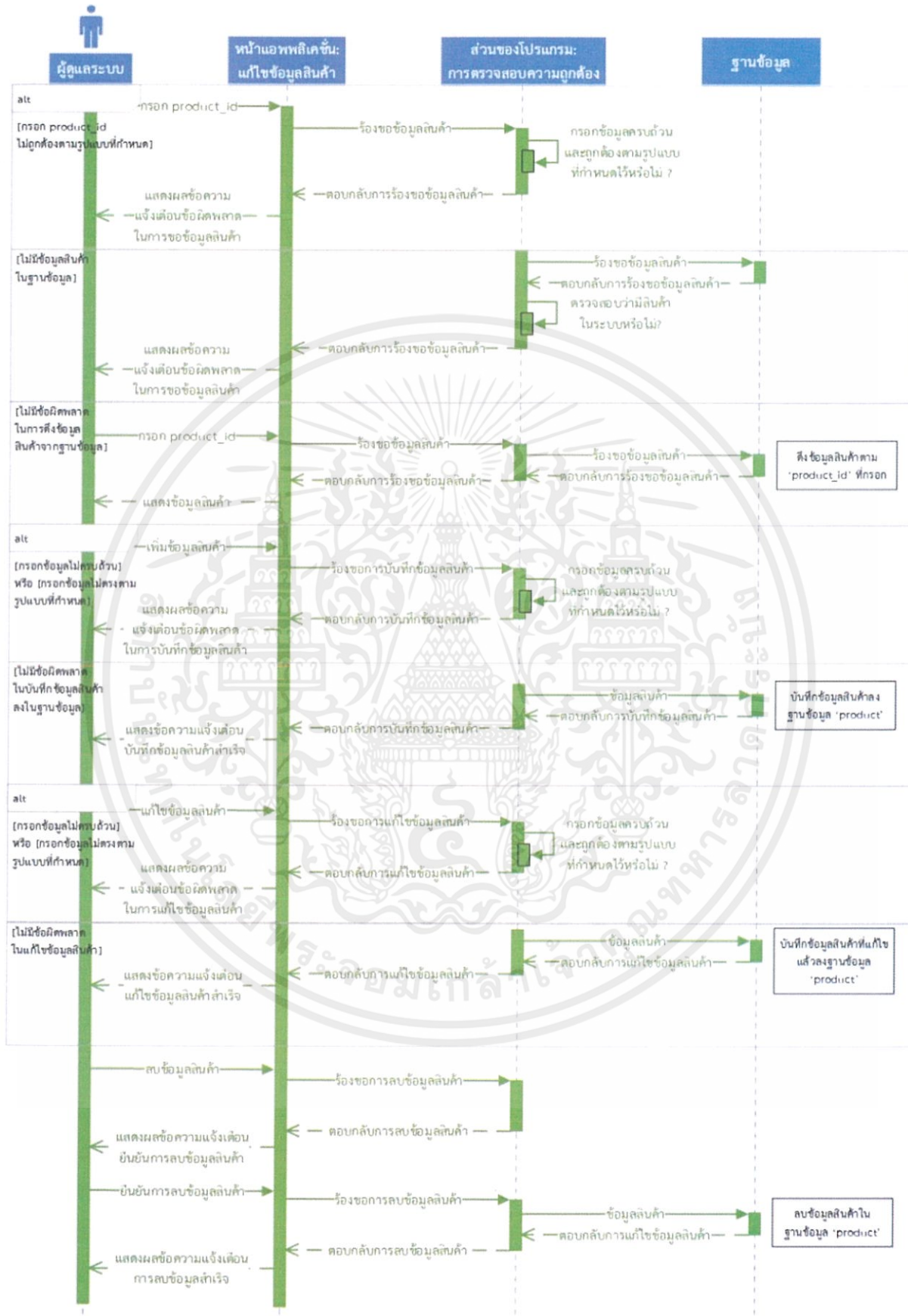
การเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลของสินค้าจะสามารถทำงานได้ทั้งหมด 3 รูปแบบได้แก่ การเพิ่มข้อมูลสินค้าไปยังฐานข้อมูล การแก้ไขข้อมูลสินค้าภายในฐานข้อมูล และการลบข้อมูลสินค้าที่ไม่ต้องการออกจากฐานข้อมูล การเพิ่มข้อมูลสินค้าเริ่มต้นโดยการกรอก product_id แล้วกดปุ่ม save จะมีการร้องขอข้อมูลของสินค้าไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องก่อน หากมีการกรอก product_id ไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงตามรูปแบบที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ดูและระบบทราบและต้องทำการกรอกใหม่ เมื่อกรอกใหม่เรียบร้อยแล้วจะมีการร้องขอข้อมูลสินค้าที่ตรงกับ product_id ที่กรอกจากฐานข้อมูล ต่อมาในส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องจะทำการตรวจสอบว่า product_id นั้นตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลหรือไม่ หากไม่ตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลเลยก็สามารถดำเนินการทำงานในกระบวนการเพิ่มสินค้าได้ แต่ถ้าหากมีข้อมูลที่ตรงกับ product_id ที่กรอกจะมีการแสดงข้อมูลของสินค้าให้ผู้ดูแลระบบเห็น

การเพิ่มข้อมูลสินค้าใหม่เข้าไปยังฐานข้อมูลทำได้โดยการกรอกข้อมูลและกดปุ่ม save จะมีการร้องขอในการบันทึกข้อมูลไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องหากมีการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือกรอกข้อมูลไม่ตรงตามรูปแบบที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนกลับไปยังหน้าแอปพลิเคชันเพื่อแสดงข้อผิดพลาดให้แก่ผู้ดูแลระบบทราบและต้องทำการกรอกใหม่ เมื่อกรอกใหม่ครบถ้วนและถูกต้องก็สามารถร้องขอการบันทึกข้อมูลสินค้าลงฐานข้อมูลได้ โดยเมื่อบันทึกข้อมูลสินค้าลงฐานข้อมูลแล้วจะมีการแสดงข้อความแจ้งเตือนให้แก่ผู้ดูแลระบบทราบ

การแก้ไขข้อมูลสินค้าทำได้โดยให้ผู้ดูแลระบบกรอก product_id ที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลหลังจากนั้นทำการแก้ไขข้อมูลตามที่ต้องการ หลังจากนั้นกดปุ่ม save จะมีการส่งคำร้องในการบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปยังส่วนของโปรแกรมการตรวจสอบความถูกต้องหากมีการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ จะมีการแจ้งเตือนบนหน้าแอปพลิเคชันเพื่อทำให้ผู้ดูแลระบบทราบและต้องทำการกรอกแก้ไขข้อมูลใหม่ หลังจากกรอกข้อมูลที่ต้องการแก้ไขได้ถูกต้องและครบถ้วนแล้วกดปุ่ม save จะทำการบันทึกข้อมูลลงไปในฐานข้อมูล และมีการแสดงข้อความแจ้งเตือนบนหน้าแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้ดูแลระบบได้ทราบว่าข้อมูลได้มีการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

สุดท้ายการลบข้อมูลสินค้าจากฐานข้อมูลทิ้งทำได้โดยการกรอก product_id และมีข้อมูลสินค้าที่กรอกในฐานข้อมูล หลังจากนั้นกดปุ่ม delete เพื่อทำการลบข้อมูลของ product_id นั้นทิ้ง ส่วนของโปรแกรมการตรวจสอบความถูกต้องจะมีแสดงหน้าต่างของโปรแกรมในการยืนยันการลบข้อมูลแสดงให้ผู้ดูแลระบบเห็น หากผู้ดูแลระบบต้องการที่จะลบข้อมูลสินค้าสามารถกดปุ่ม Yes เพื่อยืนยันการลบข้อมูลของสินค้า โปรแกรมจะทำการลบสินค้าใน product_id ที่ผู้ดูแลระบบกรอกไว้ออกจากฐานข้อมูล เมื่อลบสำเร็จจะมีการแจ้งข้อความการลบข้อมูลสำเร็จแล้วบนหน้าแอปพลิเคชันให้ผู้ดูแลระบบทราบว่าข้อมูลได้ถูกลบเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.3 ส่วนโปรแกรมการเพิ่ม แก้ไข และลบใบเสร็จ

การเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลของสินค้าจะสามารถทำงานได้ทั้งหมด 3 รูปแบบได้แก่ การเพิ่มใบเสร็จใหม่ยังฐานข้อมูล การแก้ไขข้อมูลสินค้าภายในใบเสร็จ และการลบข้อมูลสินค้าที่ไม่ต้องการออกจากใบเสร็จ การเพิ่มข้อมูลสินค้าเริ่มต้นโดยการกรอก transaction_id แล้วกดปุ่ม save จะมีการร้องขอข้อมูลของใบเสร็จไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องก่อน หากมีการกรอก transaction_id ไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงตามรูปแบบที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ดูและระบบทราบและต้องทำการกรอกใหม่ เมื่อกรอกใหม่เรียบร้อยแล้วจะมีการร้องขอข้อมูลใบเสร็จที่ตรงกับ transaction_id ที่กรอกจากฐานข้อมูล ต่อมาในส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องจะทำการตรวจสอบว่า transaction_id นั้นตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลหรือไม่ หากไม่ตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลเลยก็สามารถดำเนินการทำงานในกระบวนการเพิ่มใบเสร็จได้ แต่ถ้าหากมีข้อมูลที่ตรงกับ transaction_id ที่กรอกจะมีการแสดงข้อมูลของสินค้าภายในใบเสร็จให้ผู้ดูแลระบบเห็น ต่อมาผู้ดูแลระบบต้องทำการกรอกเบอร์โทรศัพท์ของลูกค้าแล้วจึงกดปุ่ม enter จะมีการร้องขอข้อมูลชื่อลูกค้าผ่านส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้อง หากผู้ดูแลระบบกรอกเบอร์โทรศัพท์ไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้องตามที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดและให้กรอกใหม่อีกครั้ง หลังจากกรอกเบอร์โทรศัพท์ได้ครบถ้วนและถูกต้องแล้วจะทำการร้องขอข้อมูลชื่อลูกค้าไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้อง ส่งต่อไปขอข้อมูลชื่อลูกค้าจากฐานข้อมูล แล้วนำมาตรวจสอบหากไม่มีชื่อลูกค้าที่ตรงกับเบอร์โทรศัพท์ที่กรอกจะมีการแจ้งข้อความแจ้งเตือนข้อผิดพลาดให้ผู้ดูแลระบบทราบ แต่ถ้ามีเบอร์โทรศัพท์ที่ตรงกับชื่อลูกค้าภายในฐานข้อมูลจะมีการแสดงชื่อลูกค้าออกมา

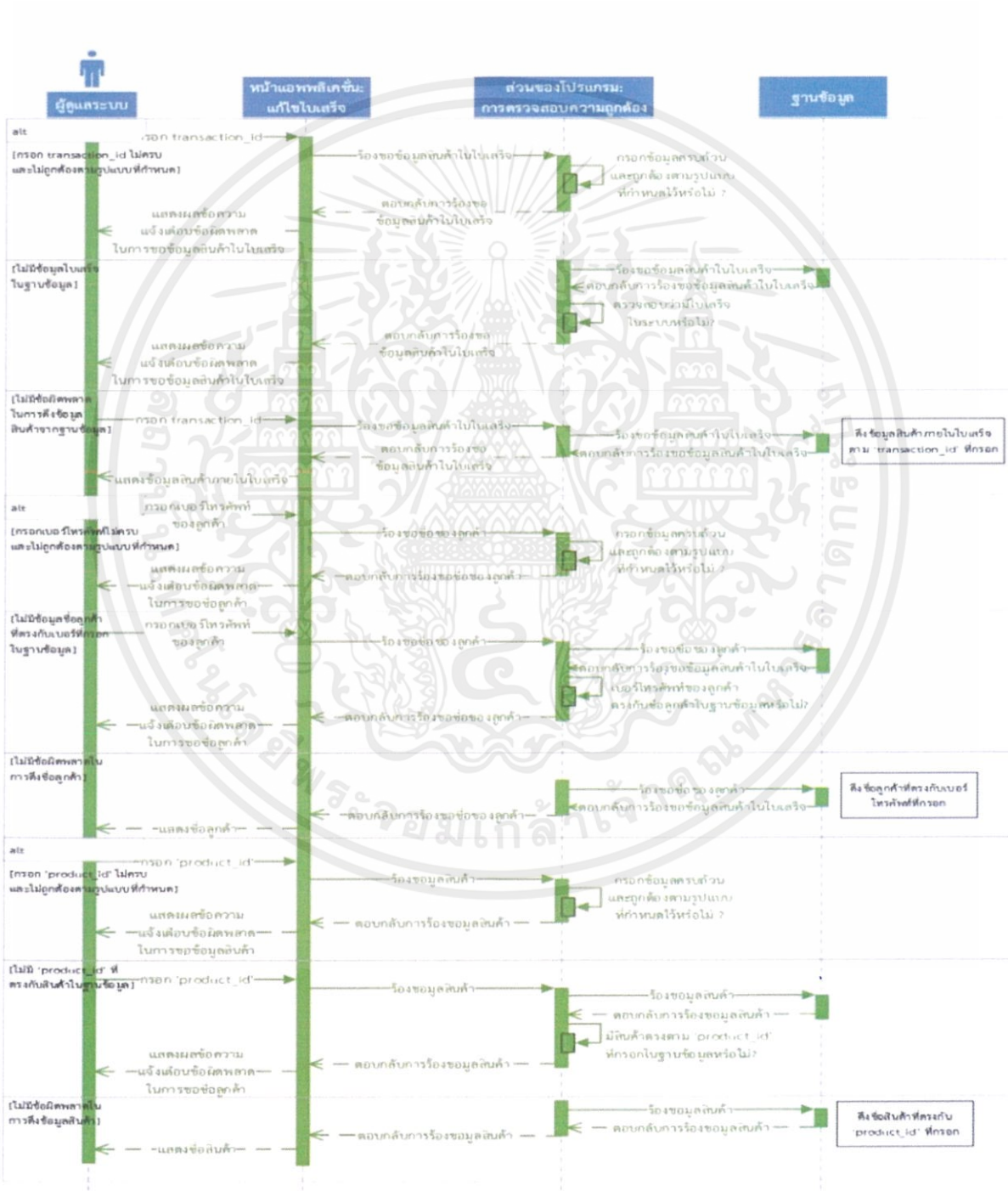
การเพิ่มข้อมูลสินค้าใหม่เข้าไปยังใบเสร็จทำได้โดยการกรอก product_id และกดปุ่ม save จะมีการร้องขอในการบันทึกข้อมูลชื่อสินค้าไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้อง หากมีการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือกรอกข้อมูลไม่ตรงตามรูปแบบที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนกลับไปยังหน้าแอปพลิเคชันเพื่อแสดงข้อผิดพลาดให้แก่ผู้ดูแลระบบทราบและต้องทำการกรอกใหม่ เมื่อกรอกใหม่ครบถ้วนและถูกต้องก็จะทำการร้องขอข้อมูลชื่อสินค้าไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องทำการร้องขอชื่อสินค้าไปยังฐานข้อมูลแล้วส่งค่ากลับมา หาก product_id ที่กรอกไม่ตรงกับชื่อสินค้าในฐานข้อมูลก็จะไม่สามารถดึงชื่อของสินค้าออกมาได้ แต่ถ้าหากมีชื่อสินค้าที่ตรงกับ product_id ที่กรอกก็จะมีการแสดงชื่อของสินค้าที่ตรงกันออกมา เมื่อได้ชื่อสินค้าแล้วให้กรอกจำนวนสินค้าที่ลูกค้าซื้อเป็นตัวเลข การไม่กรอกจำนวนสินค้าไม่เป็นตัวเลขส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องจะแจ้งเตือนข้อผิดพลาดและให้ทำการกรอกใหม่ เมื่อกรอกจำนวนสินค้าถูกต้องแล้วกดปุ่ม save จะมีข้อมูลสินค้าแสดงบน data grid view

การแก้ไขจำนวนของสินค้าที่ลูกค้าซื้อสามารถทำได้โดยเลือกสินค้าภายในรายการสินค้าของใบเสร็จ หลังจากนั้นแก้ไขตัวเลขของจำนวนสินค้าตามที่ต้องการ เมื่อแก้ไขเสร็จกดปุ่ม save จะมีการร้องขอในการบันทึกข้อมูลที่แก้ไขไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องหากมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

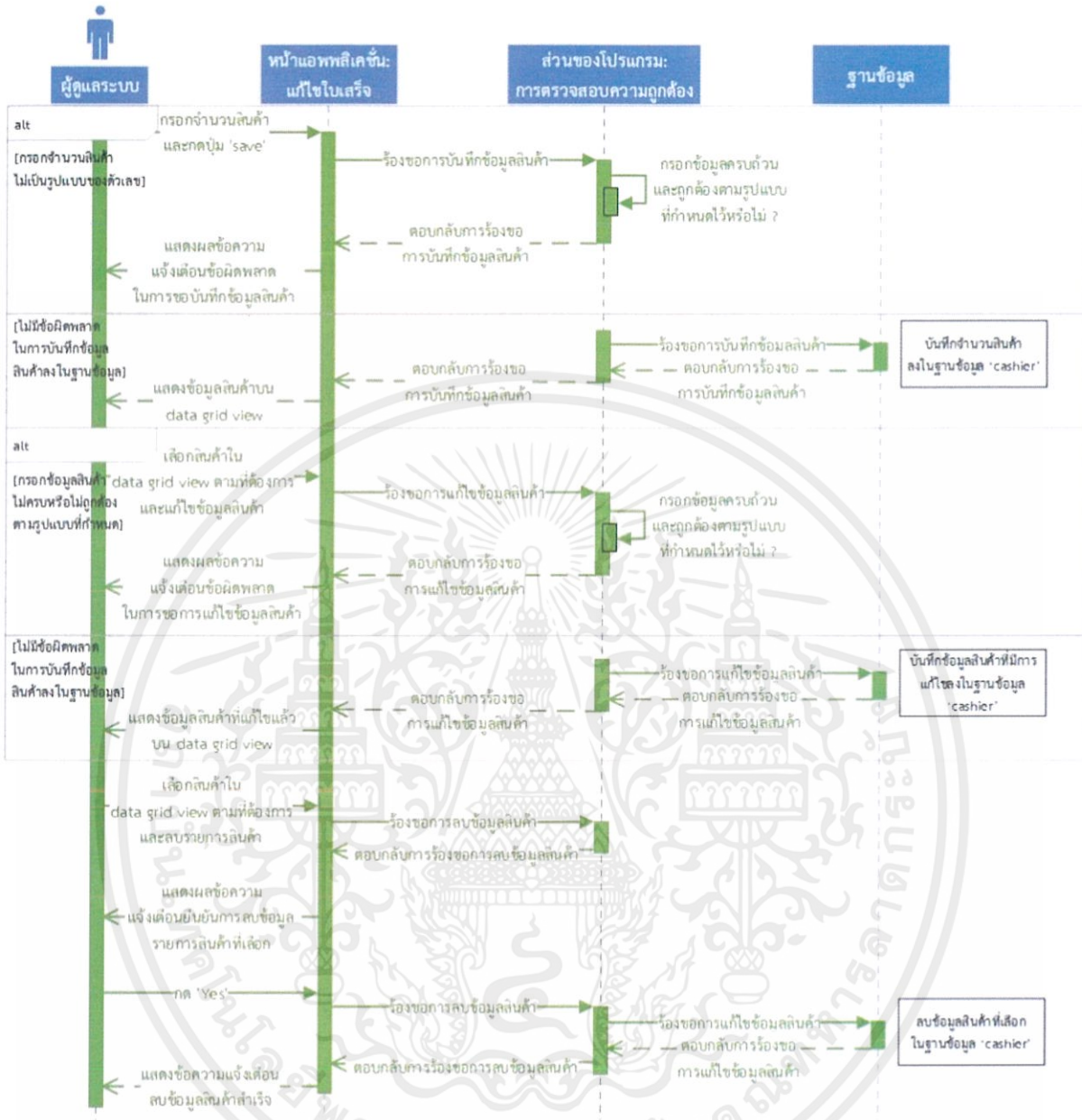
กรอกข้อมูลไม่ถูกต้องจะมีการแจ้งเตือน แต่ถ้ากรอกข้อมูลถูกต้องจะมีข้อความแจ้งเตือนในการแก้ไขข้อมูลได้สำเร็จ และมีแสดงข้อมูลสินค้าที่แก้ไขแล้วบน data grid view

สุดท้ายการลบข้อมูลสินค้าออกจากรายการสินค้าในใบเสร็จทำได้โดยการเลือกข้อมูลสินค้าที่ต้องการลบใน data grid view หลังจากนั้นกดปุ่ม delete จะมีข้อความแจ้งเตือนการยืนยันการลบข้อมูลสินค้า เมื่อผู้ดูแลระบบกดตกลงจะทำการลบข้อมูลสินค้าออกจากฐานข้อมูล และลบรายการสินค้านั้นออกจาก data grid view



รูปที่ 3.28 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบใบเสร็จ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบใบเสร็จ (2)

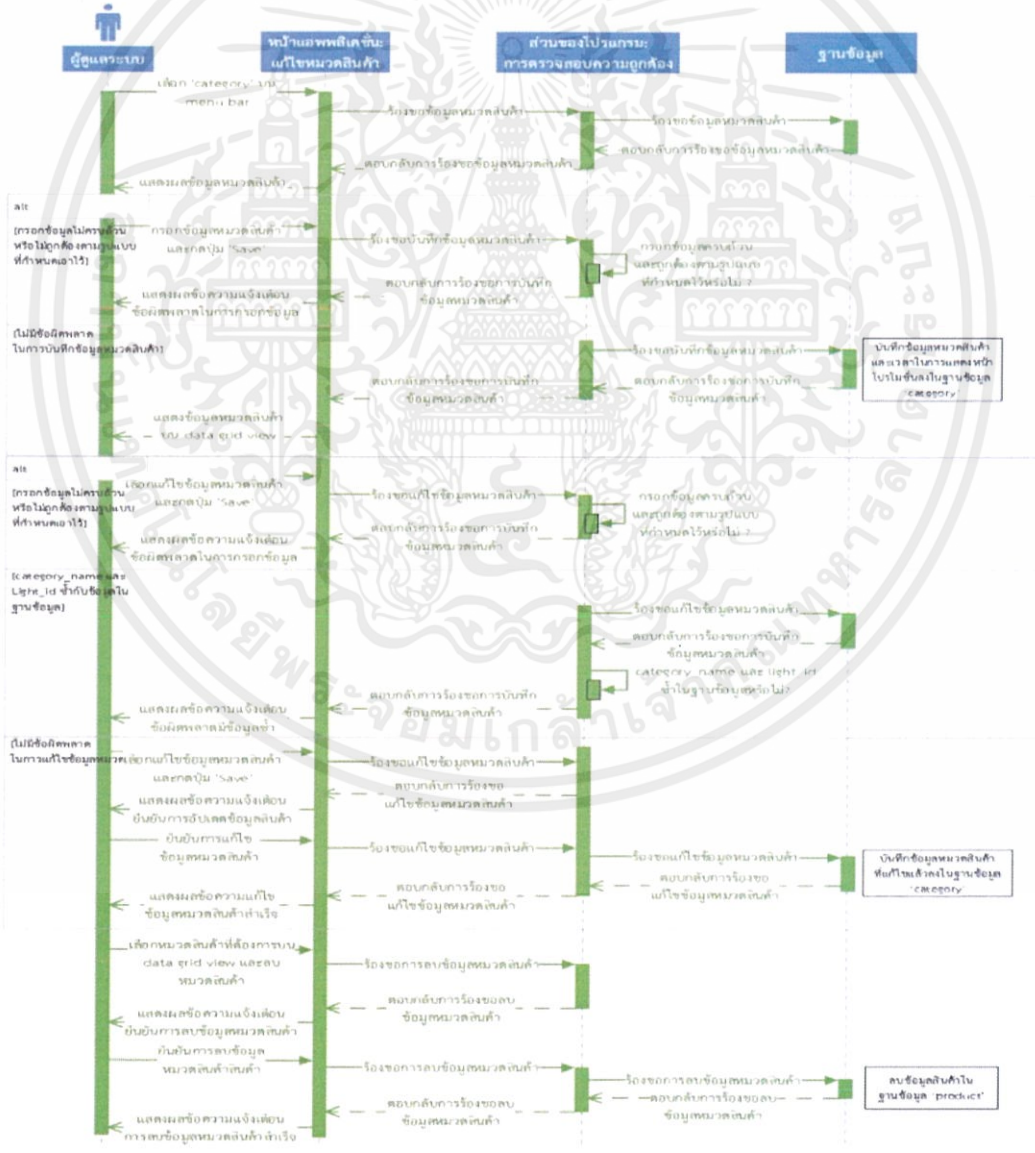
3.10.4 ส่วนโปรแกรมการเพิ่ม แก้ไข และลบหมวดสินค้า

การเพิ่มหมวดสินค้าทำได้โดยการกรอกข้อมูลแล้วกด save จะมีการร้องขอในการบันทึกข้อมูลหมวดสินค้าไปยังส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องหากมีการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้องตามรูปแบบหรือมี category_id และ light_id ซ้ำในระบบจะมีการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดและให้กรอกข้อมูลใหม่ หลังจากกรอกข้อมูลครบถ้วนและถูกต้องแล้วจะบันทึกข้อมูลลงไปยังฐานข้อมูล และแสดงข้อมูลที่เพิ่มลงไปในฐานข้อมูลบน data grid view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไขข้อมูลหมวดสินค้าทำได้โดยการเลือกหมวดสินค้าบน data grid view แล้วทำการแก้ไขข้อมูลตามที่ต้องการ หากข้อมูลที่แก้ไขไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนด หรือ category_id และ light_id ซ้ำจะมีการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดไปยังหน้าแอปพลิเคชัน แต่ถ้าหากไม่มีข้อผิดพลาดจะแสดงข้อความยืนยันการแก้ไข หากกดตกลงจะมีการส่งข้อมูลที่แก้ไขแล้วบันทึกลงในฐานข้อมูลพร้อมทั้งแสดงข้อความยืนยันการแก้ไขข้อมูลสำเร็จ ซึ่งข้อมูลที่แก้ไขแล้วจะแสดงบน data grid view

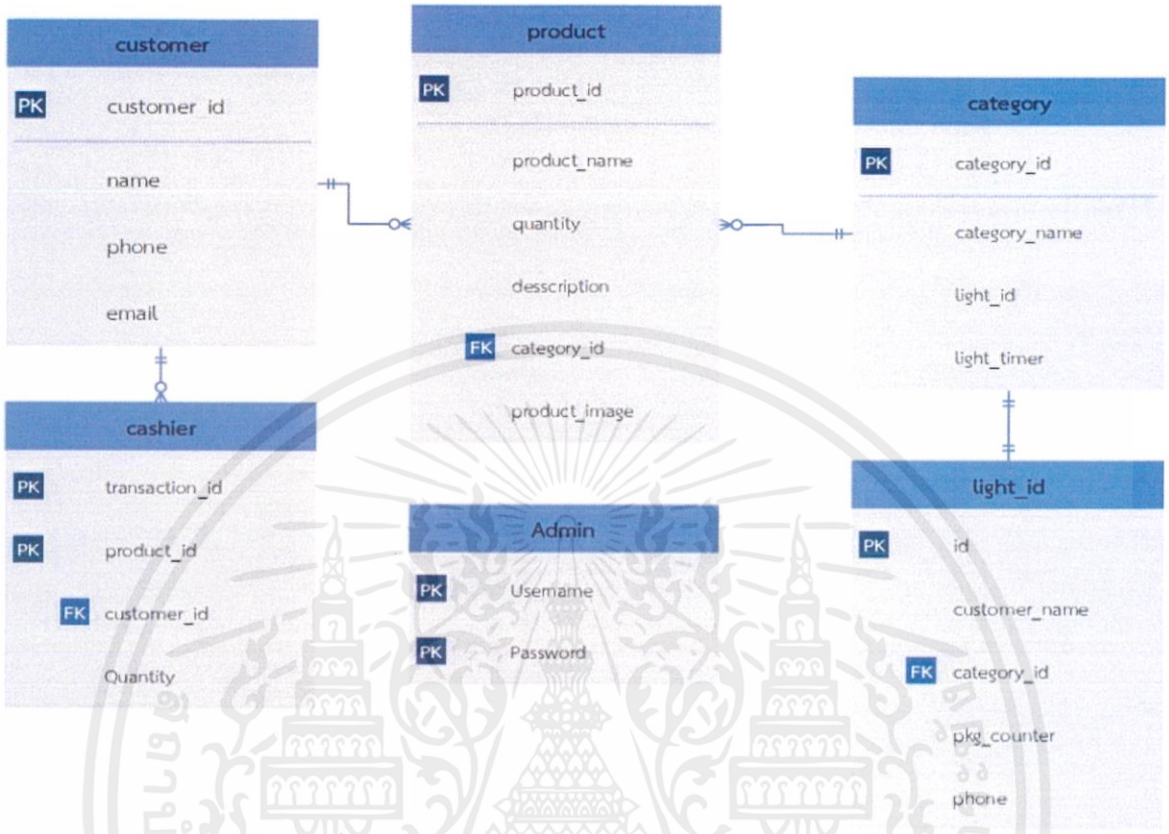
การลบข้อมูลหมวดสินค้าทำได้โดยเลือกหมวดสินค้าที่ต้องการลบ หลังจากนั้นกดปุ่ม delete ส่วนของโปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องจะทำการแจ้งเตือนการยืนยันการลบข้อมูล หากผู้ดูแลระบบกดตกลงก็จะทำการลบข้อมูลหมวดสินค้าออกจากฐานข้อมูลและแสดงข้อความลบข้อมูลสำเร็จ โดยข้อมูลที่ถูกลบก็จะหายไปจาก data grid view



รูปที่ 3.27 แผนภาพลำดับเหตุการณ์การเพิ่ม แก้ไข และลบหมวดสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 การออกแบบฐานข้อมูล



รูปที่ 3.28 แผนภาพการออกแบบฐานข้อมูลของระบบ

จากรูปที่ 3.28 สามารถแปลงเป็นตารางฐานข้อมูลได้ 6 ตาราง ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Customer)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
customer_id	Integer (10)	PK	รหัสประจำตัวผู้ใช้	00012
name	Varchar (255)		ชื่อผู้ใช้	Athipat S.
phone	Integer (10)		เบอร์โทรศัพท์ผู้ใช้	0807813142
email	Varchar (255)		อีเมล์ผู้ใช้	example@gmail.com

ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Product)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
product_id	Integer (10)	PK	รหัสสินค้า	1143
product_name	Varchar (255)		ชื่อสินค้า	นมผงตราหมี
quantity	Integer (10)		จำนวนของสินค้า	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
description	Varchar (255)		คำอธิบายสินค้า	นมชนิดจืดสำหรับเด็ก
category_id	Varchar (50)	FK	รหัสประเภทสินค้า	103
product_image	Varbinary (max)		รูปสินค้า	1143.jpg

ตารางที่ 3.3 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Category)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
category_id	varchar (50)	PK	รหัสประเภทสินค้า	103
category_name	Varchar (255)		ชื่อประเภทสิค้า	Beverage
light_id	Integer (10)	FK	รหัสไฟประจำสินค้า	103
light_timer	Integer (10)		เวลาที่รับข้อมูลจากไฟ	256s

ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Light_id)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
Id	Int (10)	PK	ตัวเลขจำเพาะ	1
category_name	varchar (50)		ชื่อหมวดสินค้า	Food
category_id	Integer (10)	FK	รหัสประเภทสินค้า	103
pkg_couter	Integer (10)		ตัวนับข้อมูลที่ส่ง	21
phone	Integer (10)		เบอร์โทรศัพท์ผู้ใช้	0809999999

ตารางที่ 3.5 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Cashier)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
transaction_id	Integer (10)	PK	หมายเลขรายการสินค้า	0001201
product_id	Integer (10)	PK	รหัสสินค้า	1143
customer_id	Integer (10)	FK	รหัสประจำตัวผู้ใช้	00012
quantity	Integer (10)		จำนวนของสินค้า	16

ตารางที่ 3.6 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (Admin)

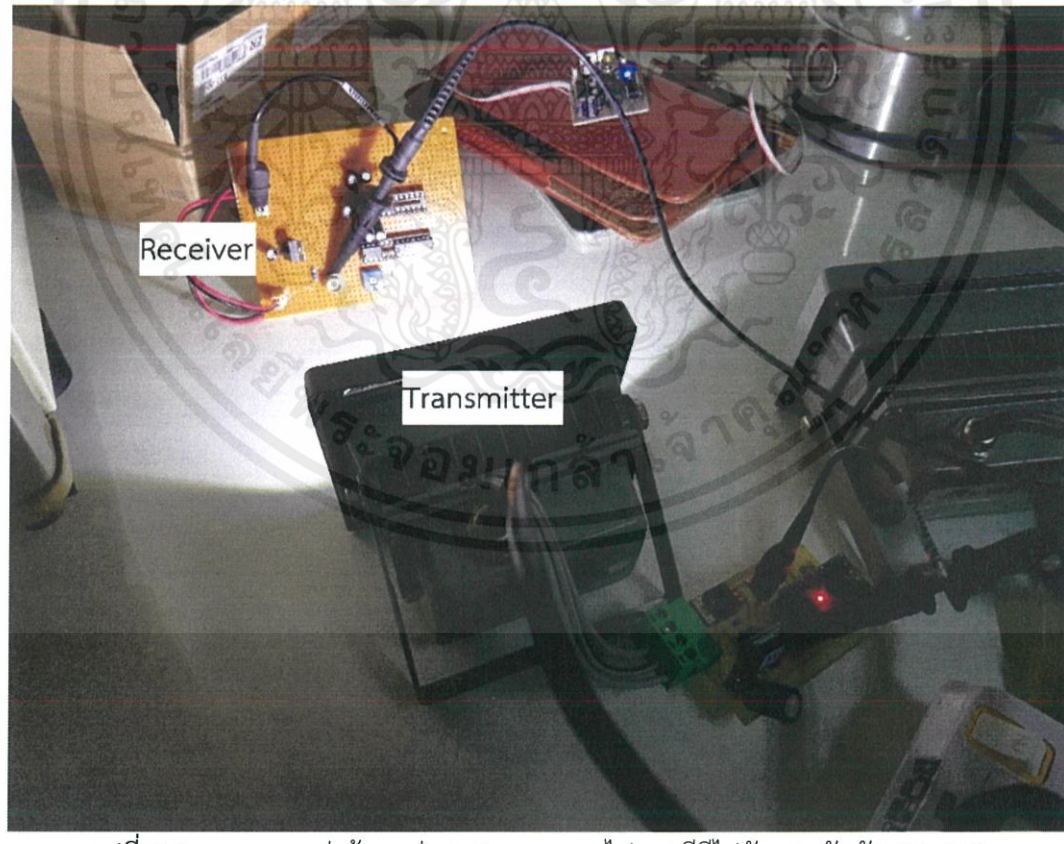
Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
username	varchar (50)	PK	หมายเลขรายการสินค้า	VLC2016
password	varchar (50)	PK	รหัสสินค้า	SE8CU9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

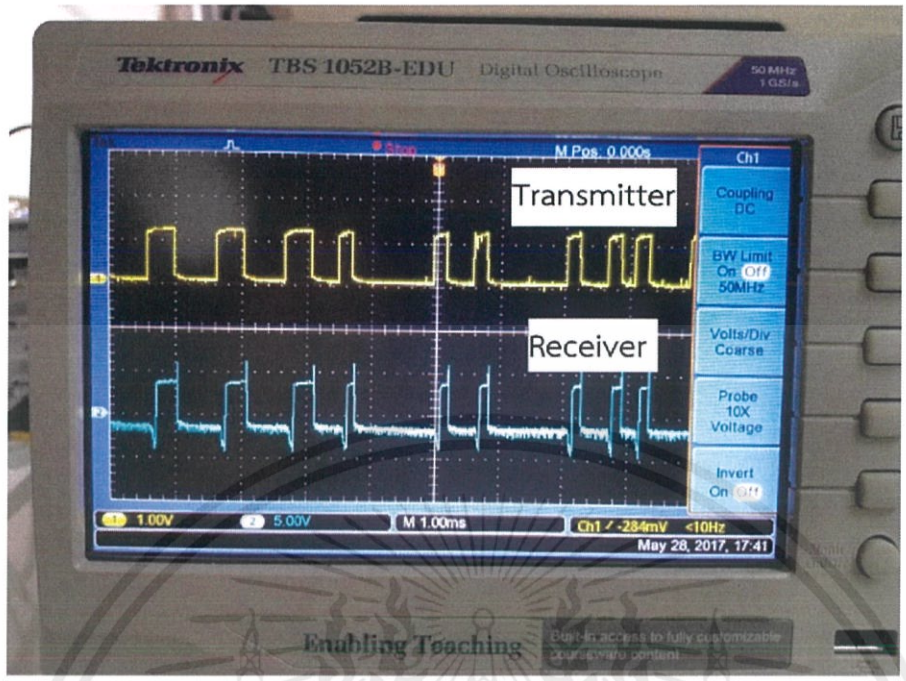
4.1 การทดลองส่งข้อมูลตัวเลขจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณแสง

สำหรับการทดลองนี้ จะทำการทดลองส่งข้อมูลตัวเลขฐานสิบหกลงไปใน Arduino ที่มีลักษณะข้อมูลตามตารางแอสกี เมื่อผ่านวงจรตัวส่งสัญญาณแสงจะมีการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยกำหนดให้บิต 0 แทนการดับของหลอไฟดแอลอีดีและบิต 1 แทนการติดสว่างของหลอดไฟแอลอีดี และความถี่ในการกระพริบของขึ้นอยู่กับอัตราการรับส่งข้อมูล (Baud rate) เมื่อวงจรรับได้รับสัญญาณแสงได้ก็นำมาประมวลผลออกมาเป็นสัญญาณดิจิทัล จากนั้นทำการวัดสัญญาณข้อมูลที่วงจรส่งสัญญาณแสงและวงจรรับสัญญาณแสงโดยใช้ออสซิลโลสโคป แสดงสัญญาณออกมาเป็นคลื่นพัลส์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณข้อมูลที่วงจรรับสัญญาณแสงได้รับเข้ามา ซึ่งการทดลองส่งข้อมูลตัวเลขจากตัวส่งสัญญาณแสงไปยังตัวรับสัญญาณแสงนั้นในช่วงที่ทำการทดลองได้ใช้อุปกรณ์ออสซิลโลสโคป แสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 การทดลองส่งข้อมูลผ่านแสงจากหลอดไฟแอลอีดีไปยังวงจรรับสัญญาณแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณจากวงจรส่งสัญญาณและวงจรรับสัญญาณ

4.2 การทดลองวัดระยะทางในการส่งข้อมูลไอดีไปยังภาครับพร้อมแสดงโปรโมชั่นสินค้า

สำหรับในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองส่งข้อมูลผ่านหลอดไฟแอลอีดี จำนวน 4 ดวง ควบคุมการส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Pro Mini โดยในที่นี้จะมีการกำหนดให้ส่งไอดีเป็น 2,3,4,5 ตามตำแหน่งของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวง จากนั้นนำอุปกรณ์รับสัญญาณเลื่อนมาบริเวณตำแหน่งของหลอดไฟต่างๆซึ่งเมื่ออุปกรณ์ฝั่งรับสัญญาณตรวจพบไอดี ก็จะทำการแสดงโปรโมชั่นทางหน้าจอแสดงผล โดยในการทดลองนี้จะทาการวัดระยะความสูงระหว่างหลอดไฟแอลอีดีกับอุปกรณ์รับสัญญาณ ในระยะความสูงต่างๆที่ยังสามารถแสดงข้อมูลโปรโมชั่นได้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดระยะทางในการส่งข้อมูลไอดีไปยังภาครับพร้อมแสดงโปรโมชั่นสินค้า

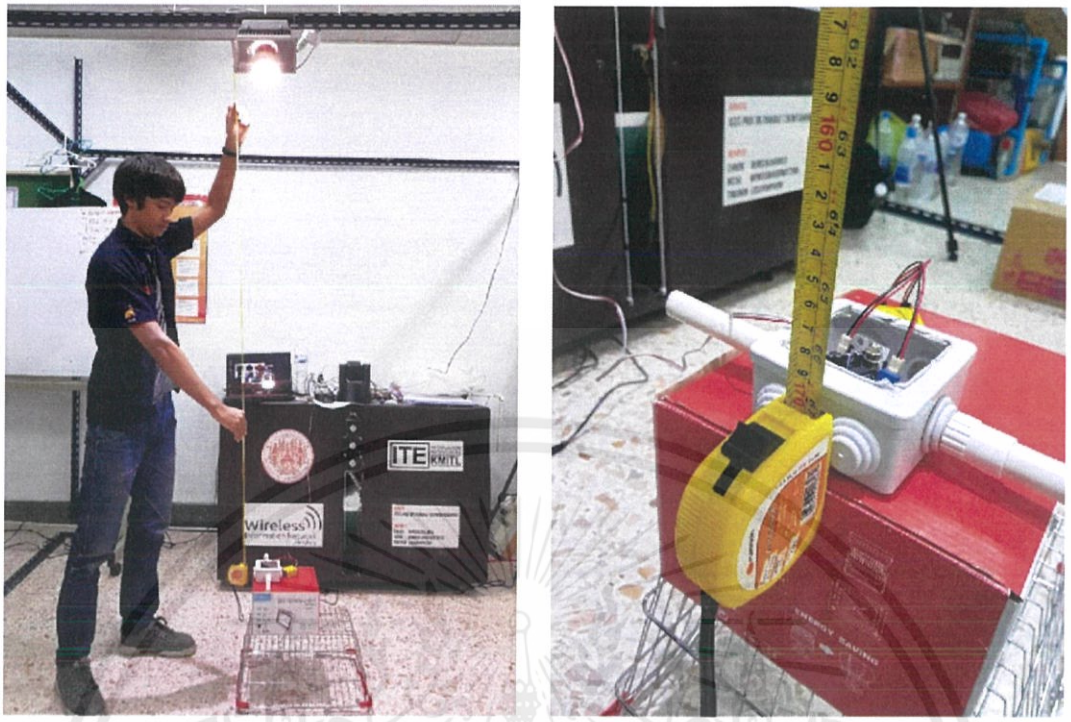
ระยะห่างระหว่างหลอด LED กับอุปกรณ์รับสัญญาณ(cm.)	การแสดงโปรโมชั่นของสินค้า
140	สามารถรับโปรโมชั่นสินค้าได้
170	สามารถรับโปรโมชั่นสินค้าได้
200	สามารถรับโปรโมชั่นสินค้าได้
210	สามารถรับโปรโมชั่นสินค้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองวัดระยะทางในการส่งข้อมูลไอดีไปยังภาครับพร้อมแสดงโปรโมชั่นสินค้าที่ระยะ 140 เซนติเมตร 170 เซนติเมตร 200 เซนติเมตร และ 210 เซนติเมตร แสดงได้ดังรูปที่ 4.3 – 4.6 ตามลำดับ

รูปที่ 4.3 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 140 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 170 เซนติเมตร

รูปที่ 4.5 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 200 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 การทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 210 เซนติเมตร

โปรแกรมจะมีการตั้งค่าเมื่อวงจรภาครับสัญญาณแสงรับสัญญาณทางแสงภายในระยะเวลา 1.6 วินาที หรือสามารถเทียบได้กับการได้รับค่าไอดีของหลอดไฟแอลอีดีหลอดนั้นๆทั้งหมด 23 ครั้ง (pkg_counter = 23) โดยผลการทดลองรับข้อมูลโปรโมชั่นระยะ 140 เซนติเมตร 170 เซนติเมตร 200 เซนติเมตร และ 210 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.7 – 4.10 ตามลำดับ

รูปที่ 4.7 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 140 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 170 เซนติเมตร

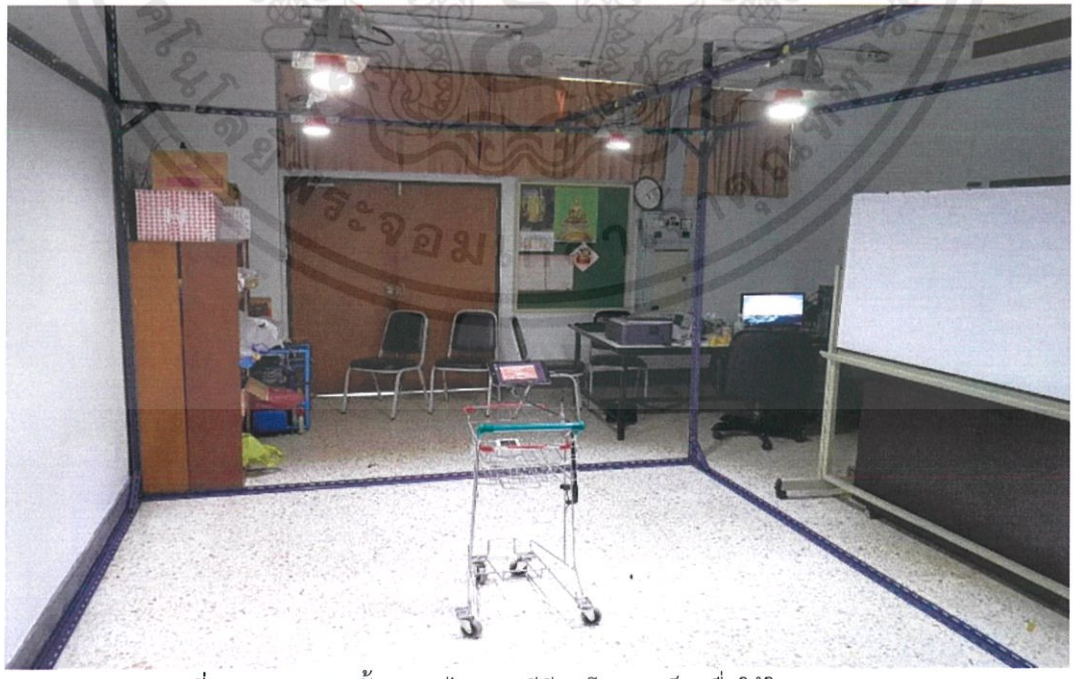
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 200 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองรับส่งข้อมูลโปรโมชั่นที่ระยะ 210 เซนติเมตร

4.3 การติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีเข้ากับโครงเหล็กเพื่อใช้ในการทดลอง

การติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีมีการติดตั้งทั้งหมด 4 หลอดโดยโครงเหล็กมีความกว้าง 300 เซนติเมตร ความยาว 300 เซนติเมตรและมีความสูง 215 เซนติเมตร มีระยะจากหลอดไฟแอลอีดีถึงภาครับสัญญาณแสง 110 เซนติเมตร และวงจรภาครับห่างจากพื้นเป็นระยะ 115 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.11

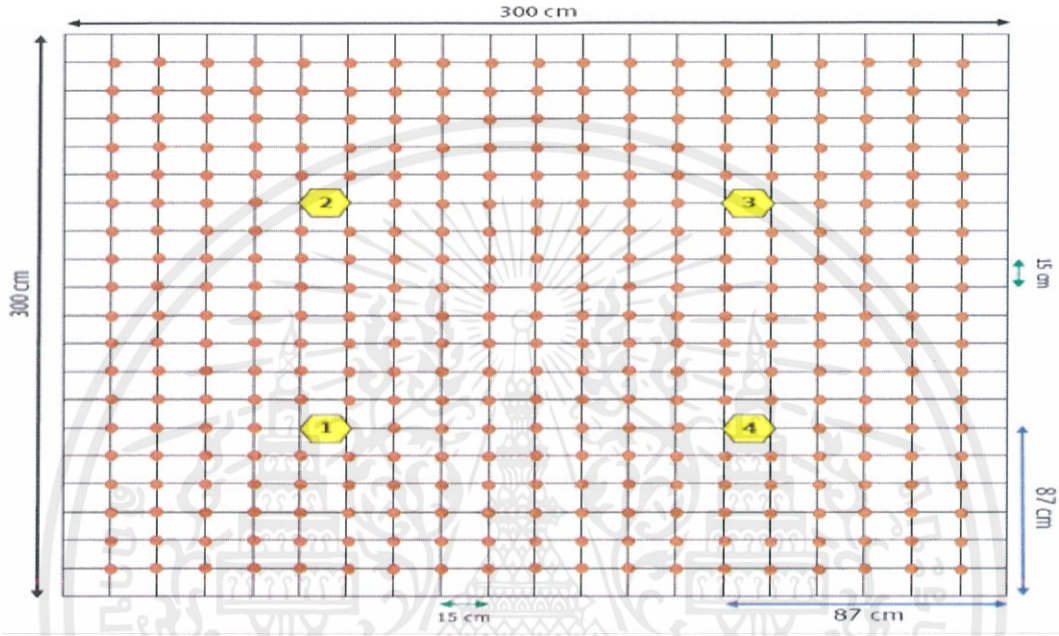


รูปที่ 4.11 การติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีบนโครงเหล็กเพื่อใช้ในการทดลอง

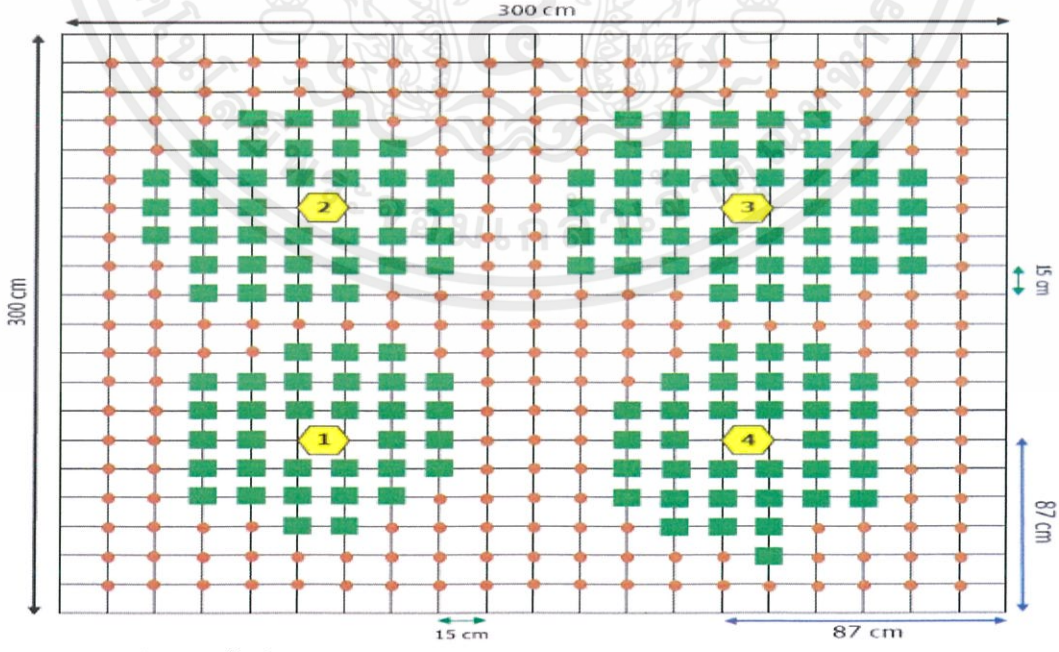
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองวัดขอบเขตการรับข้อมูลจากแสงของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวง

การทดลองวัดขอบเขตการรับข้อมูลจากแสงของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวงเป็นการวัดประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลไอดีของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวงว่ามีขอบเขตการส่งข้อมูลไอดีได้กว้างมากน้อยแค่ไหน โดยออกแบบให้แต่ละจุดมีห่างกัน 15 เซนติเมตร แสดงการออกแบบพื้นที่ในการวัดดังรูปที่ 4.12 และพื้นที่ที่สามารถรับข้อมูลได้จริงจากการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.12 การออกแบบพื้นที่ครอบคลุมของการรับส่งข้อมูลในหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวง

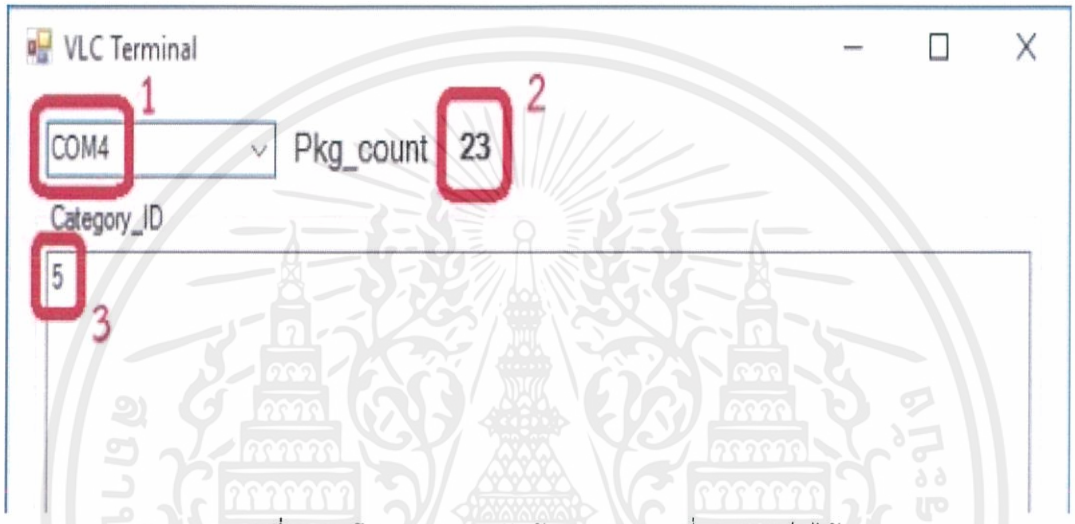


รูปที่ 4.13 พื้นที่ของการรับส่งข้อมูลของหลอดไฟแอลอีดีแต่ละดวงจากการทดลอง

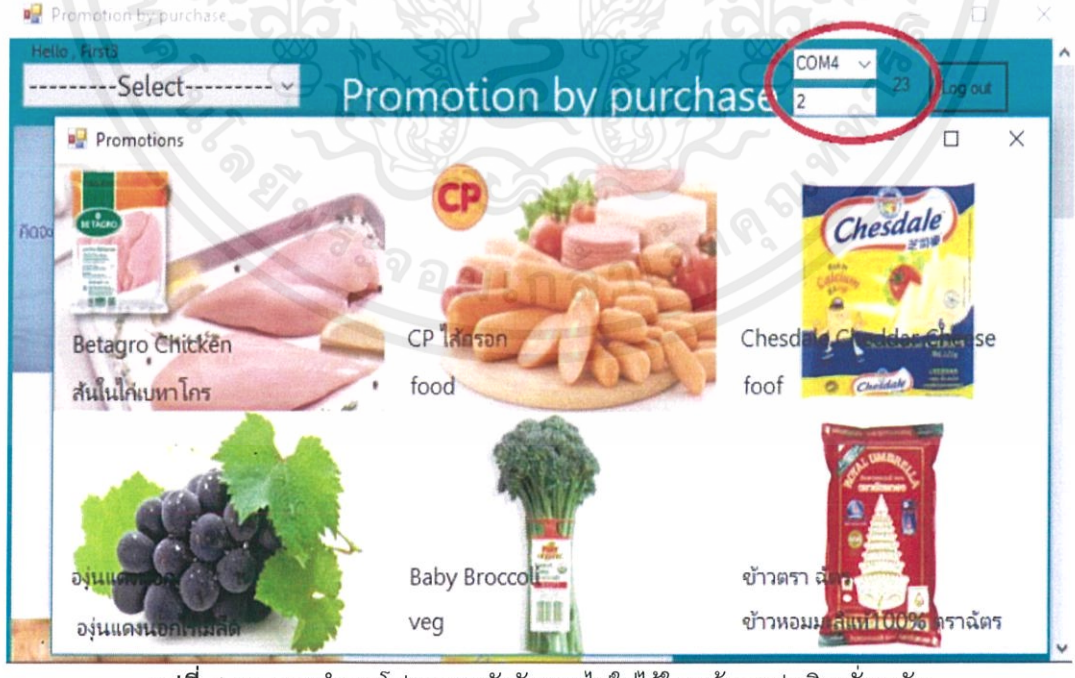
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 โปรแกรมรับค่าไอดีจากหลอดไฟแอลอีดีและส่งค่า pkg_counter ไปยังฐานข้อมูล

โปรแกรมตัวรับสามารถรับค่าข้อมูลจากหลอดไฟแอลอีดีได้ถูกต้อง ซึ่งค่าที่แสดงออกมาในหน้าโปรแกรมจะมีการแสดงข้อมูลทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ [1] ส่วนของการรับค่า Com port ที่เราได้ทำการเชื่อมต่อหัวแปลงสัญญาณ RS232 ให้เป็น Serial port ส่วนที่สอง [2] คือ การนับค่า pkg_counter โดยการนับเพิ่มไปเรื่อยๆเมื่อมีการรับค่าไอดีเดิมซ้ำเรื่อยๆ และส่วนสุดท้าย [3] จะแสดงค่าไอดีของหลอดไฟแอลอีดีที่ได้รับเข้ามา แสดงส่วนประกอบต่างๆดังรูปที่ 4.14



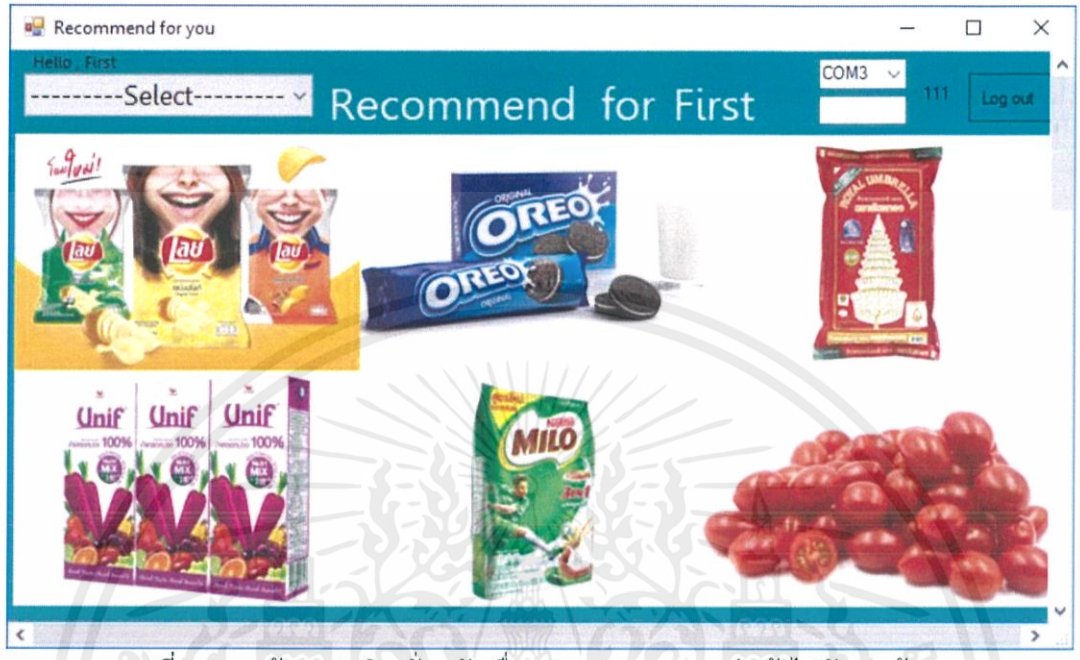
รูปที่ 4.14 โปรแกรมการรับข้อมูลจากแสงที่ตามองเห็นได้



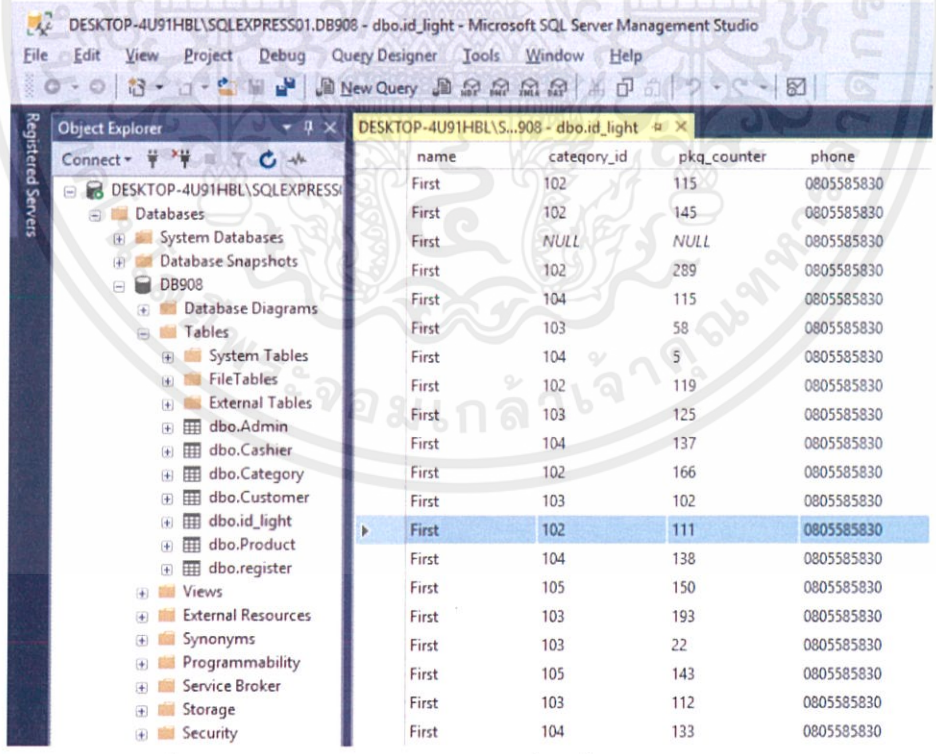
รูปที่ 4.15 การนำเอาโปรแกรมตัวรับแสงไปใส่ไว้ในหน้าแอปพลิเคชั่นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการเดินออกจากบริเวณที่มีการส่งข้อมูลไอดีผ่านหลอดไฟแอลอีดีจะมีการส่งค่า pkg_counter ของลูกค้าไปยังฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.16 และ 4.17



รูปที่ 4.16 หน้าแอปพลิเคชั่นหลักเมื่อ pkg_counter ถูกส่งเข้าไปยังฐานข้อมูล

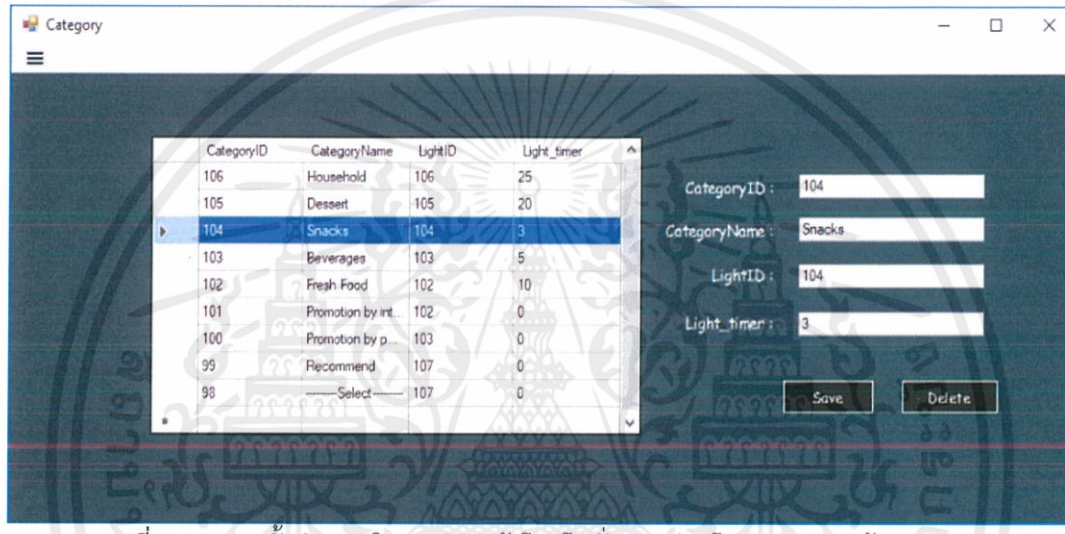


รูปที่ 4.17 ค่า pkg_counter และค่าอื่นๆที่ถูกส่งไปยังฐานข้อมูล

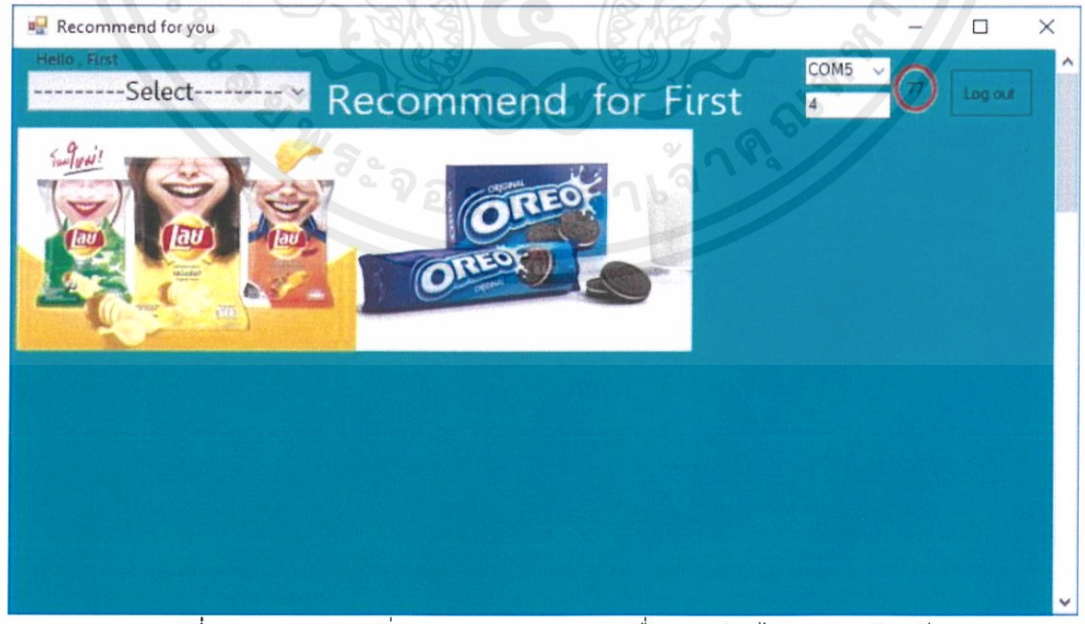
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ส่วนของการปิดหน้าโปรโมชั่นสินค้าตามค่าเวลาที่ผู้ดูแลระบบได้กำหนดค่าไว้

เมื่อมีค่า pkg_counter เท่ากับ 23 แล้วจะทำการแสดงหน้าโปรโมชั่นในประเภทสินค้านั้นๆ ตามที่ได้ตั้งค่าเอาไว้ในระบบ โปรโมชั่นจะมีการแสดงไปได้ระยะเวลาหนึ่งในหน่วยของวินาทีหลังจากนั้นหน้าโปรโมชั่นก็จะปิดตัวลงตามที่ตั้งค่าเวลาเอาไว้ในระบบ (Light_timer) และจะมีการบวกค่า pkg_counter เข้าไปอีก 14 ทุกๆ 1 วินาทีที่มีการเปิดหน้าโปรโมชั่นข้างไว้ แสดงการตั้งค่าเวลาในการปิดหน้าโปรโมชั่นของแต่ละหมวดสินค้าจากหน้าผู้ดูแลระบบดังรูปที่ 4.17 และแสดงการบวกเพิ่มค่า pkg_counter ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 การตั้งค่าเวลาในการปิดหน้าโปรโมชั่นจากส่วนโปรแกรมของผู้ดูแลระบบ

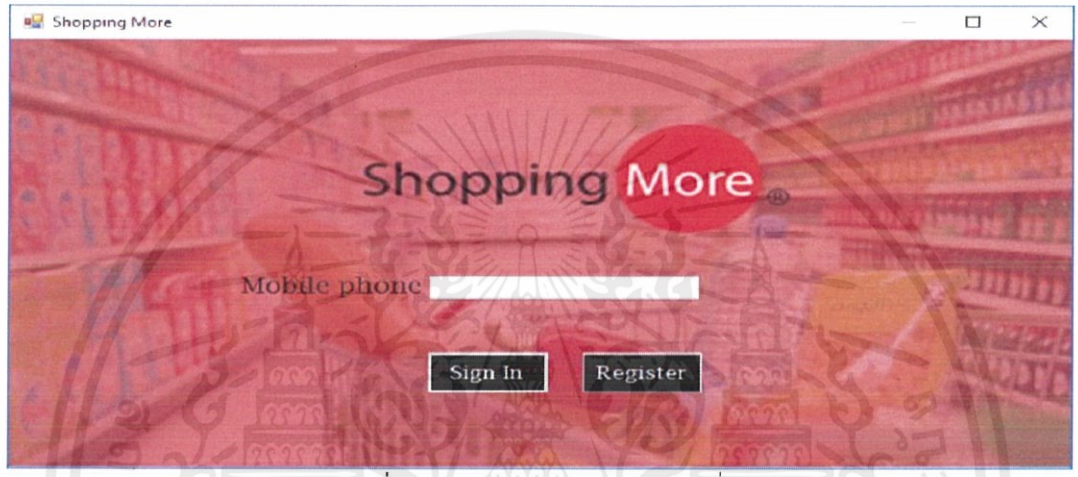


รูปที่ 4.19 การบวกเพิ่มของ pkg_counter เมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ส่วนของแอปพลิเคชั่นบนวินโดวส์แท็บเล็ต

ผู้ใช้ต้องทำการเปิดโปรแกรมเพื่อเข้าสู่หน้าล็อคอิน โดยผู้ใช้ที่เคยมี User name แล้วจะล็อคอินเข้าสู่ระบบด้วยเบอร์โทรศัพท์ ส่วนผู้ใช้รายใหม่หรือเป็นลูกค้าใหม่ต้องทำการสร้าง Account ก่อน โดยเข้าที่หน้า Register จากนั้นจะต้องกรอกข้อมูลของผู้ใช้ ได้แก่ ชื่อ (Username) อีเมล (E-mail) เบอร์โทรศัพท์ (Number phone) เมื่อกรอกข้อมูลครบทั้งหมดแล้วจึงกดปุ่ม Sign up เพื่อสร้างชื่อผู้ใช้งานและระบบจะทำการเก็บข้อมูลเข้าสู่ ฐานข้อมูล ต่อไป แสดงดังรูปที่ 4.20 และ 4.21



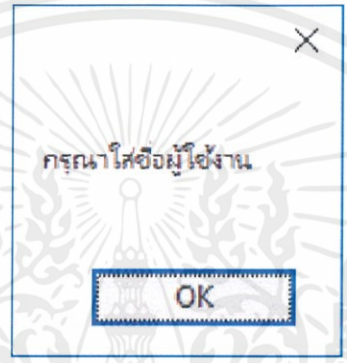
รูปที่ 4.20 หน้าหลักของแอปพลิเคชั่น

รูปที่ 4.21 หน้าแอปพลิเคชั่นในการสมัครสมาชิก

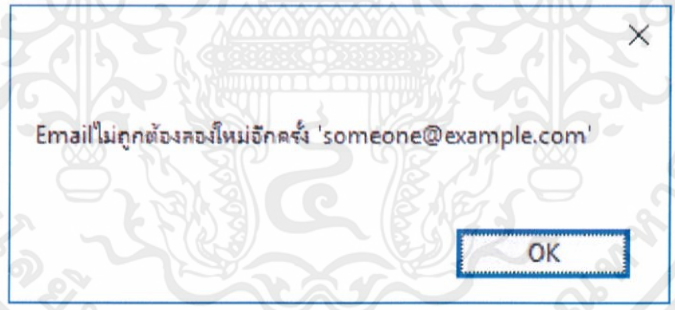
การสมัครสมาชิกมีข้อกำหนดในการสมัคร คือ ลูกค้าต้องกรอกข้อมูลให้ครบทั้งสามหัวข้อตามที่กำหนด หากไม่ได้กรอกในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งจะมีการแจ้งเตือนจากระบบ หรือหากลูกค้ามีการกรอกข้อมูลผิดไปจากรูปแบบที่กำหนดไว้ระบบก็จะมีการแจ้งเตือนรูปแบบการกรอกข้อมูลที่ถูกต้องให้แก่ลูกค้าทราบ ในหัวข้อแรกหากลูกค้าไม่ได้กรอก Username จะมีการแจ้งเตือนว่า “กรุณาใส่ชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

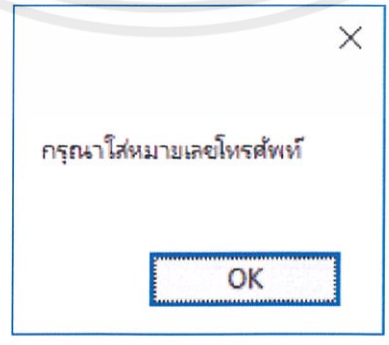
ผู้ใช้งาน” แสดงดังรูปที่ 4.22 หัวข้อที่สองหากลูกค้าไม่ได้กรอกอีเมลหรือกรอกอีเมลไม่ถูกตามรูปแบบที่กำหนดไว้จะมีการแจ้งเตือนจากระบบว่า “Emailไม่ถูกต้องลองใหม่อีกครั้ง ‘someone@example.com’” แสดงดังรูปที่ 4.23 และ 4.24 หัวข้อที่สามหากลูกค้าไม่ได้กรอกหมายเลขโทรศัพท์จะมีการการแจ้งเตือนว่า “กรุณาใส่หมายเลขโทรศัพท์” แสดงดังรูปที่ 4.25 และหัวข้อสุดท้ายหากมีการใส่หมายเลขโทรศัพท์ไม่ครบ 10 หลักจะมีการแจ้งเตือนว่า “กรุณาใส่เบอร์โทรศัพท์ให้ครบ 10 หลัก ‘080XXXXXXX’” แสดงดังรูปที่ 4.26 และหากลูกค้ากรอกข้อมูลได้ครบถ้วนแล้วสามารถกดปุ่ม “Sign Up” เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.22 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้กรอก Username

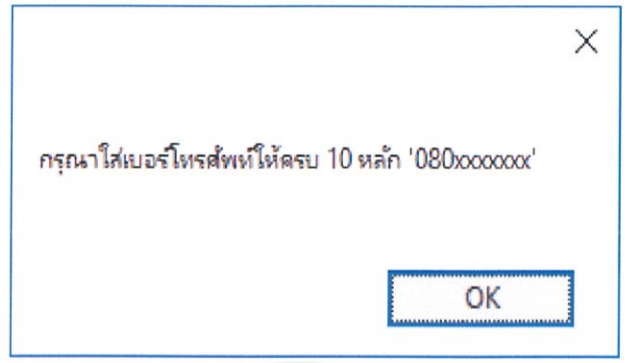


รูปที่ 4.23 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกอีเมลไม่ถูกต้อง

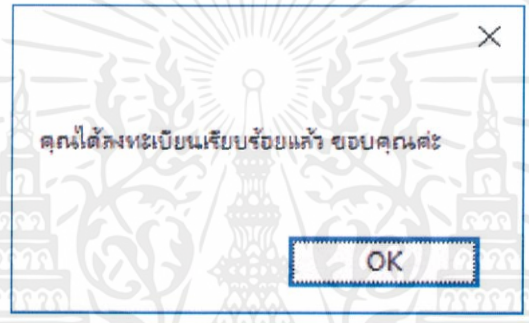


รูปที่ 4.24 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้กรอกเบอร์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อกรอกเบอร์โทรศัพท์ไม่ถูกต้อง



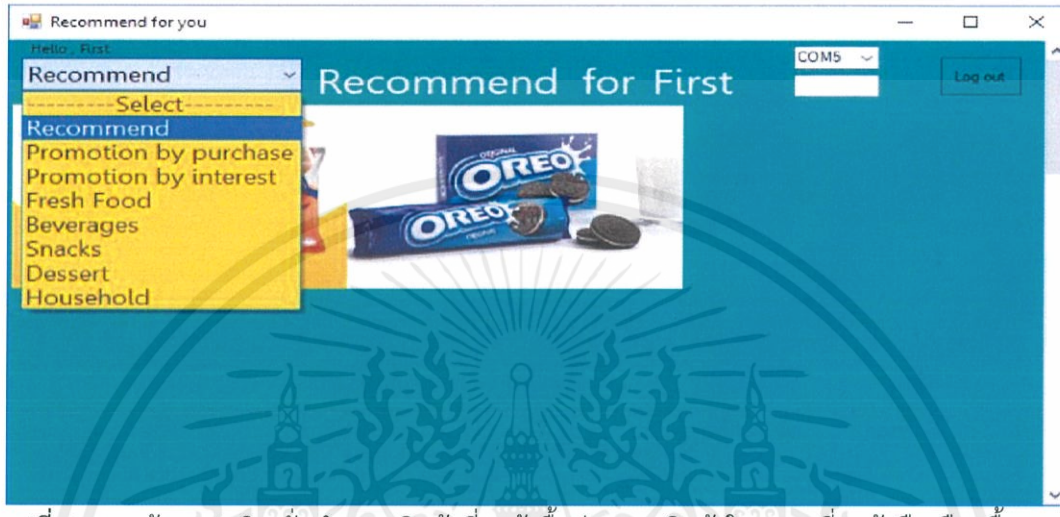
รูปที่ 4.26 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อสามารถสมัครสมาชิกเรียบร้อย

หลังจากล็อคอินสำเร็จลูกค้าจะเข้าสู่หน้าแสดงโปรโมชั่น ด้านขวาจะมีปุ่มสำหรับล็อคเอ้าท์ กรณีที่ลูกค้าต้องการออกจากระบบ ด้านซ้ายบนจะแสดงชื่อของผู้ใช้งาน และถัดจากชื่อลงมาจะเป็น Category ของแต่ละโปรโมชั่นที่สามารถกดเลือกแต่ละอันได้เพื่อง่ายต่อการเลือกดูสินค้าของลูกค้า พอลูกค้าเลือกแต่ละ Category ก็จะปรากฏโปรโมชั่นของ Category นั้น ๆ แสดงดังรูปที่ 4.27

รูปที่ 4.27 หน้าโปรโมชั่นทั่วไป

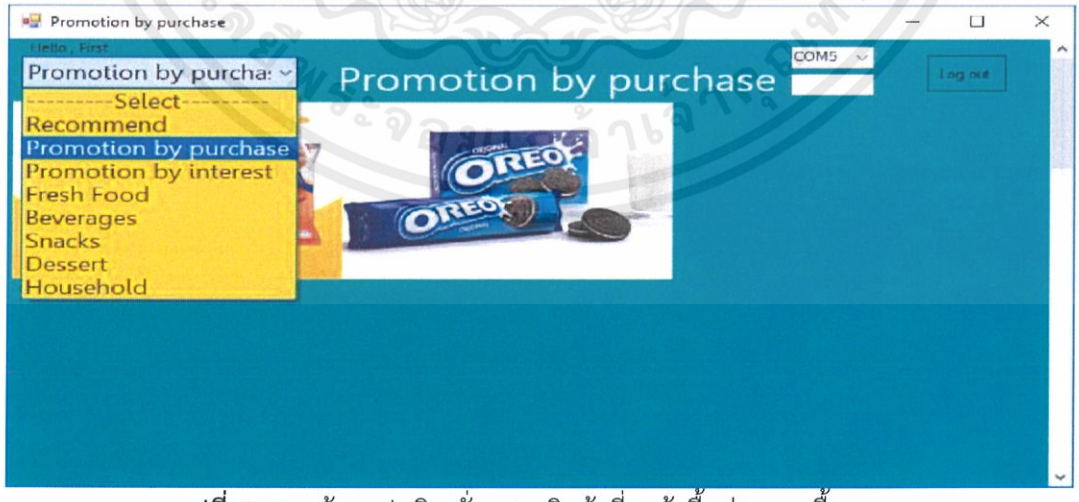
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recommend หน้าแรกจะแสดงสินค้าและแนะนำโปรโมชั่นให้ลูกค้าโดยโปรโมชั่นที่แนะนำจะแตกต่างกันออกไปในลูกค้าแต่ละคน ซึ่งโปรโมชั่นจะมาจากการคำนวณรายการสินค้าที่ลูกค้าเคยซื้อสินค้าชนิดนั้น และมาจากการนับ Pkg_counter จากไฟแอลอีดีของชั้นวางสินค้าที่ลูกค้าคนนั่นได้ใช้เวลายืนเลือกซื้อสินค้า แสดงสินค้าดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 หน้าแอปพลิเคชั่นนำเสนอสินค้าที่ลูกค้าซื้อบ่อยและสินค้าในหมวดที่ลูกค้ายืนเลือกซื้อนาน

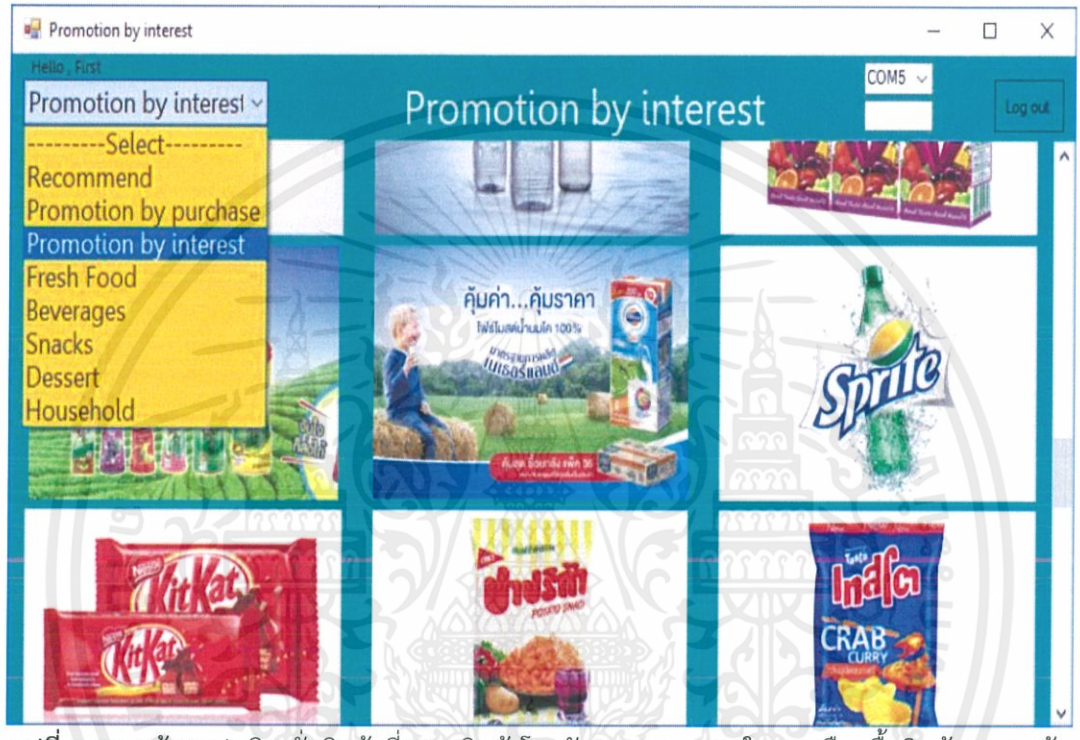
หน้าถัดมา Promotion by purchase จะเป็นการแสดงโปรโมชั่นสินค้าที่มาจากการคำนวณบิลหรือใบเสร็จของลูกค้า ว่าลูกค้าคนนั้นได้เคยซื้อสินค้าชนิดใดไปบ้างและซื้อบ่อยมากน้อยเท่าใด โดยสินค้าที่ถูกซื้อบ่อยจะนำมาแสดงขึ้นเป็นโปรโมชั่นให้ลูกค้าคนนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่ารายการโปรโมชั่นของหน้านี้จะแสดงแตกต่างกันซึ่งจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการซื้อของลูกค้าแต่ละคนว่ามีซื้อสินค้าชนิดไหนมากหรือน้อย แสดงภาพสินค้าที่ลูกค้าซื้อดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 หน้าแอปพลิเคชั่นแสดงสินค้าที่ลูกค้าซื้อบ่อยและซื้อเยอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Promotion by interest เป็นหน้าที่แสดงโปรโมชั่นสินค้าโดยใช้การคำนวณจากระยะเวลาที่ลูกค้ายืนเลือกซื้อสินค้า โดยการวัดจากจำนวน Pkg_counter จากการไปยืนใต้หลอดไฟ ที่ติดอยู่บริเวณชั้นวางสินค้าจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณบิตข้อมูลมายังตัวรับที่รถเข็น และเมื่อลูกค้าซื้อของเสร็จไปชำระเงิน ข้อมูลก็ถูกเก็บไว้สำหรับแสดงในครั้งต่อไป แสดงสินค้าที่ลูกค้ายืนเลือกซื้อนานดังรูปที่ 4.30

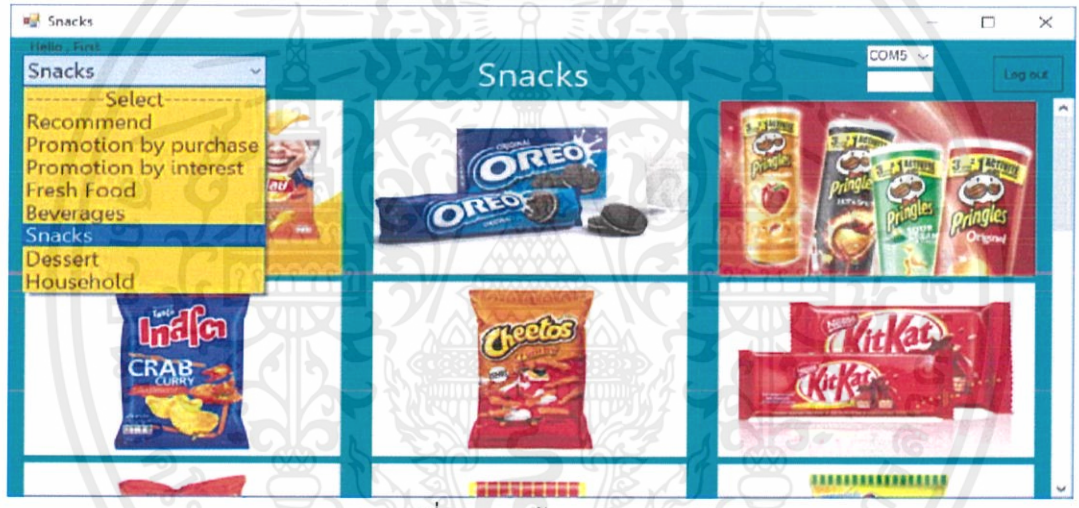


รูปที่ 4.30 หน้าแอปพลิเคชั่นสินค้าที่แสดงสินค้าโดยวัดจากระยะเวลาในการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้า

สำหรับ Category อื่นๆจะแสดงโปรโมชั่นสำหรับสินค้าทั่วๆไปที่มีอยู่ในร้านค้า โดยจะแบ่งตามประเภทของสินค้าออกเป็น 5 ประเภทได้แก่ Fresh food, Beverage, Snack, Dessert, Household โดย Category เหล่านี้ผู้ใช้งานจะสามารถกดเลือกกเพื่อเข้าไปชมโปรโมชั่นได้ และสามารถกดที่รูปสินค้าเพื่อให้แสดงข้อมูลรายละเอียดของสินค้านั่นๆ สำหรับข้อมูลที่จะแสดงมี ชื่อของผลิตภัณฑ์ รายละเอียดชนิดของผลิตภัณฑ์ ราคา ซึ่งโปรโมชั่นที่แสดงใน Category เหล่านี้ จะแสดงให้ลูกค้าทุกคนเหมือนกันหมดในตามช่วงเวลาที่มีผลของโปรโมชั่นนั้นๆ ซึ่งหน้าแอปพลิเคชั่นในหมวดต่างๆเหล่านี้ลูกค้าทุกคนจะรายการสินค้าเหมือนกันทั้งหมด โดยแสดงหโวดสินค้าต่างๆดังนี้ หมวดอาหารสด (Fresh Food) แสดงดังรูปที่ 4.31 หมวดเครื่องดื่ม (Beverages) แสดงดังรูปที่ 4.32 ขนมขบเขี้ยว (Snacks) แสดงดังรูปที่ 4.33 ขนมหวาน (Dessert) แสดงดังรูปที่ 4.34 และของใช้ภายในบ้าน (Household) แสดงดังรูปที่ 4.35 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

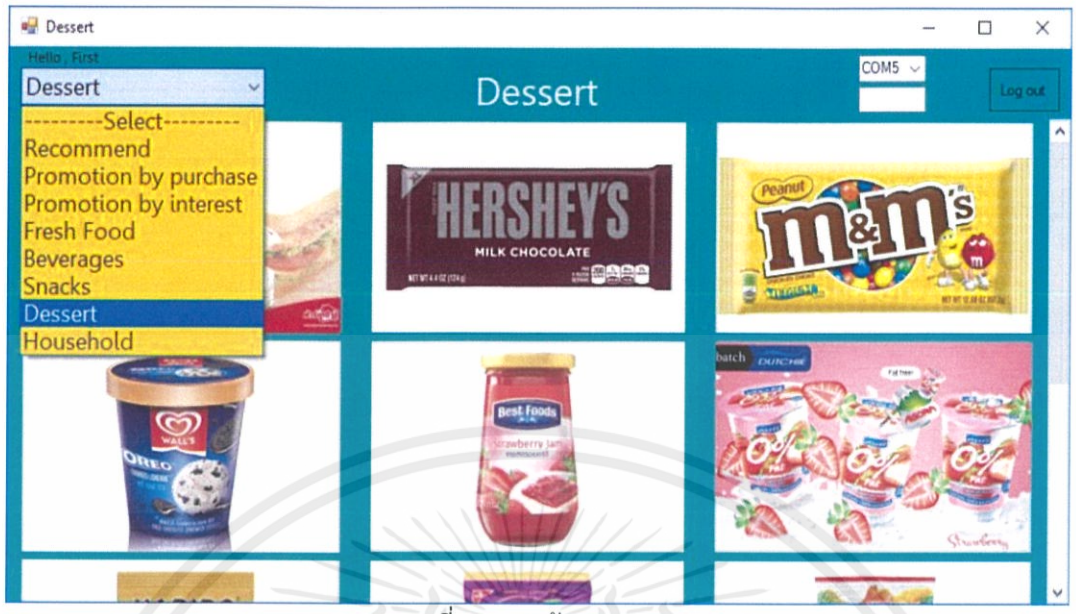
รูปที่ 4.31 หน้า Fresh food



รูปที่ 4.32 หน้า Beverages

รูปที่ 4.33 หน้า Snacks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



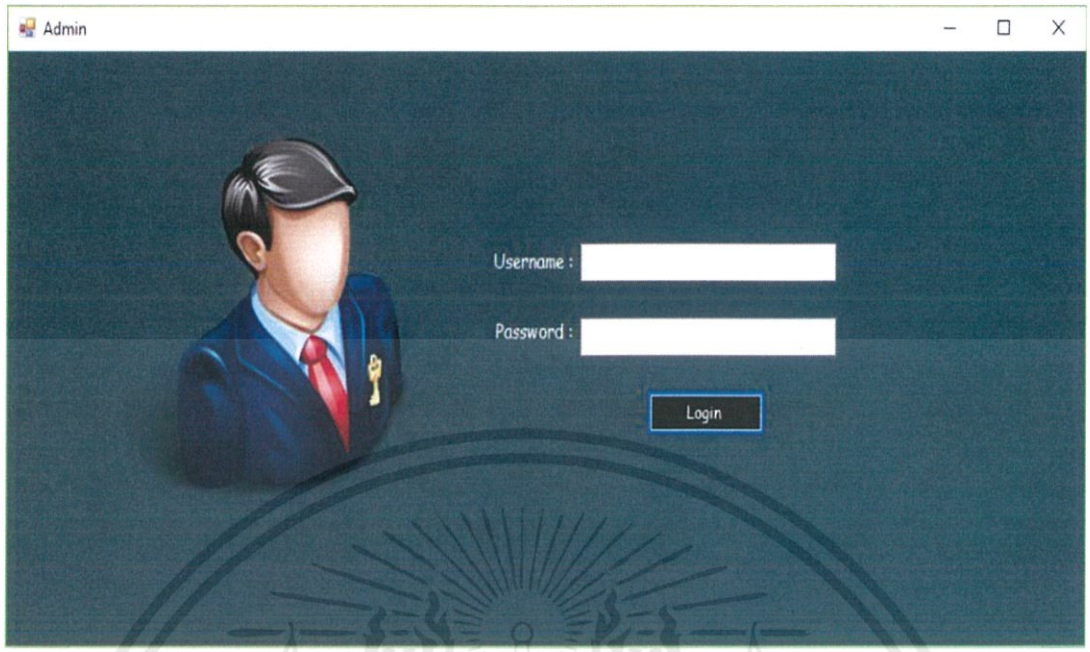
รูปที่ 4.34 หน้า Dessert

รูปที่ 4.35 หน้า Household

4.8 ส่วนของโปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล (Admin)

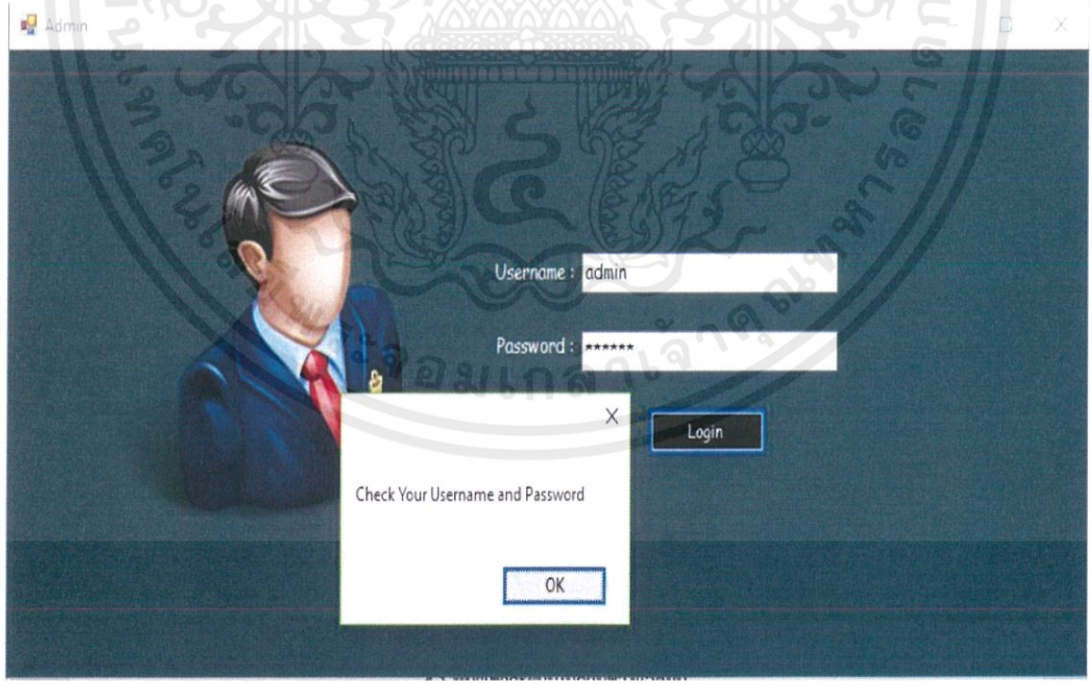
ในการใช้งานแอปพลิเคชั่นนั้น หน้าแรกจะเข้าสู่ในหน้าของระบบล็อกอินในส่วนของผู้ดูแลระบบดังรูป 4.30 ซึ่งผู้ใช้งานในส่วนของผู้ดูแลระบบนั้นจะต้องทำการกรอก Username และ Password ให้ถูกต้อง จากนั้นก็กดปุ่ม Login เพื่อที่จะเข้าสู่ระบบต่อไป แสดงหน้าหลักของการจัดการฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 หน้าแอปพลิเคชั่นการเข้าสู่ระบบของโปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล

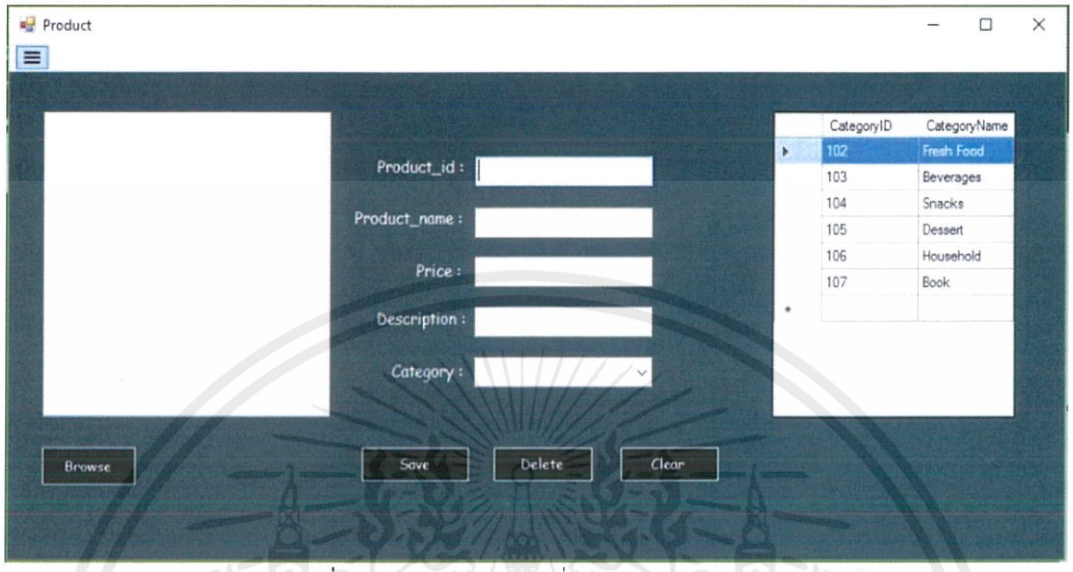
หากผู้ดูแลระบบมีการกรอกข้อมูลผิดพลาด เช่น ไม่ได้กรอกข้อมูล กรอกข้อมูลไม่ครบ กรอก Username หรือ Password ผิดไปจะมีข้อความขึ้นมาดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 หน้าเข้าสู่ระบบผู้ดูแลระบบเมื่อมีการกรอกข้อมูลผิดพลาด

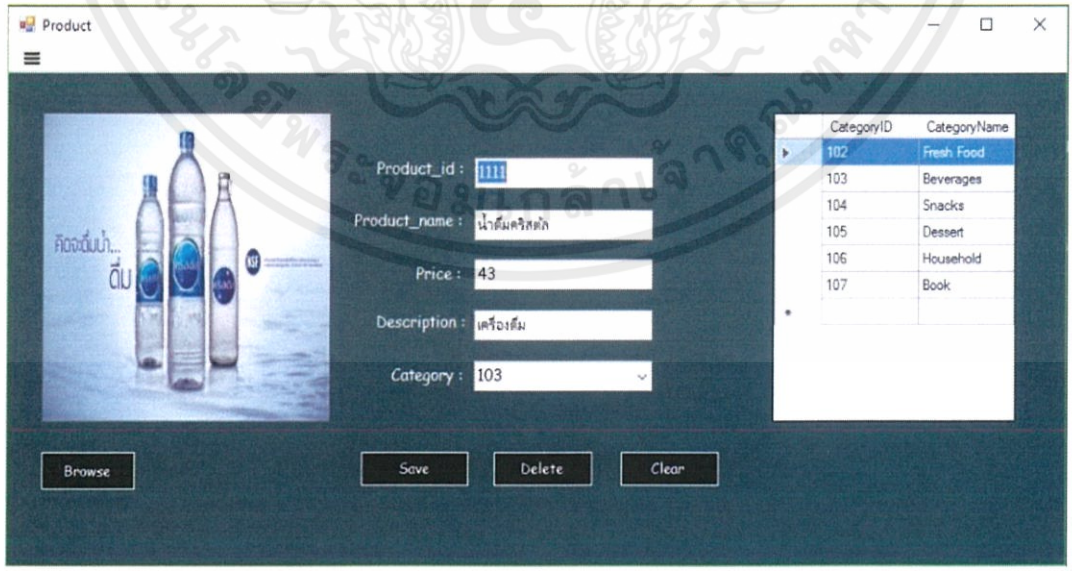
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบสำเร็จแล้วนั้นหน้าแรกจะเป็นของระบบ Product สินค้าดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 หน้าของการเพิ่ม อัปเดตข้อมูล และลบสินค้า

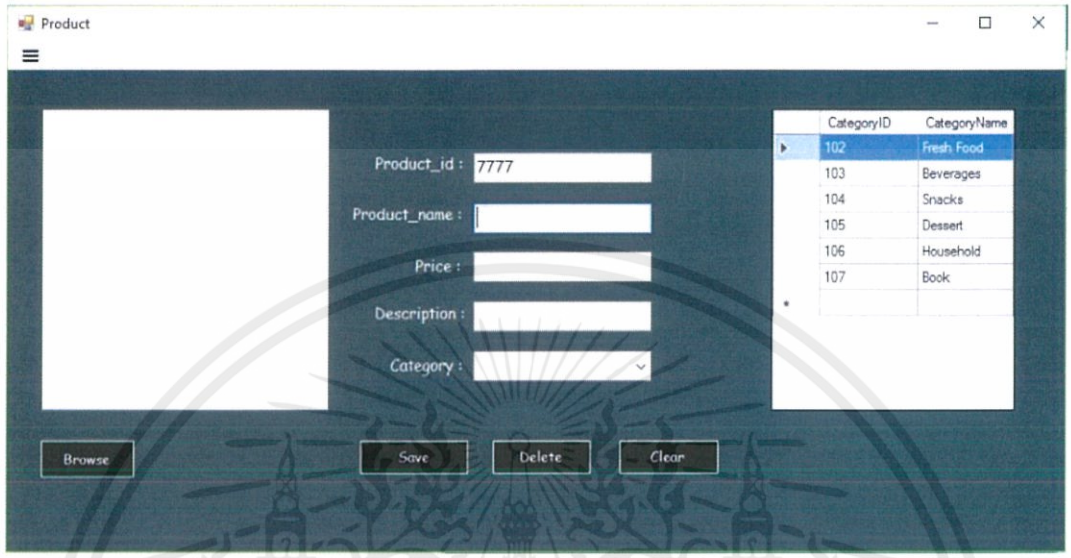
ในส่วนของหน้า Product นั้นเราสามารถเพิ่มสินค้า และข้อมูลต่างๆของสินค้าได้ โดยการกรอกข้อมูลลงในแต่ละ textbox ซึ่งในส่วนของ textbox Product_id นั้น หากเราทำการกรอกหมายเลข Product_id แล้วกดปุ่ม enter จะเป็นการเช็คหมายเลข Product_id ของสินค้าโดยหากมีข้อมูลสินค้าขึ้นมานั้นแสดงว่า Product_id นั้นได้ถูกใช้ไปแล้วดังรูป 4.39



รูปที่ 4.39 การแสดงข้อมูล Product_id ที่มีข้อมูลของสินค้าอยู่แล้ว

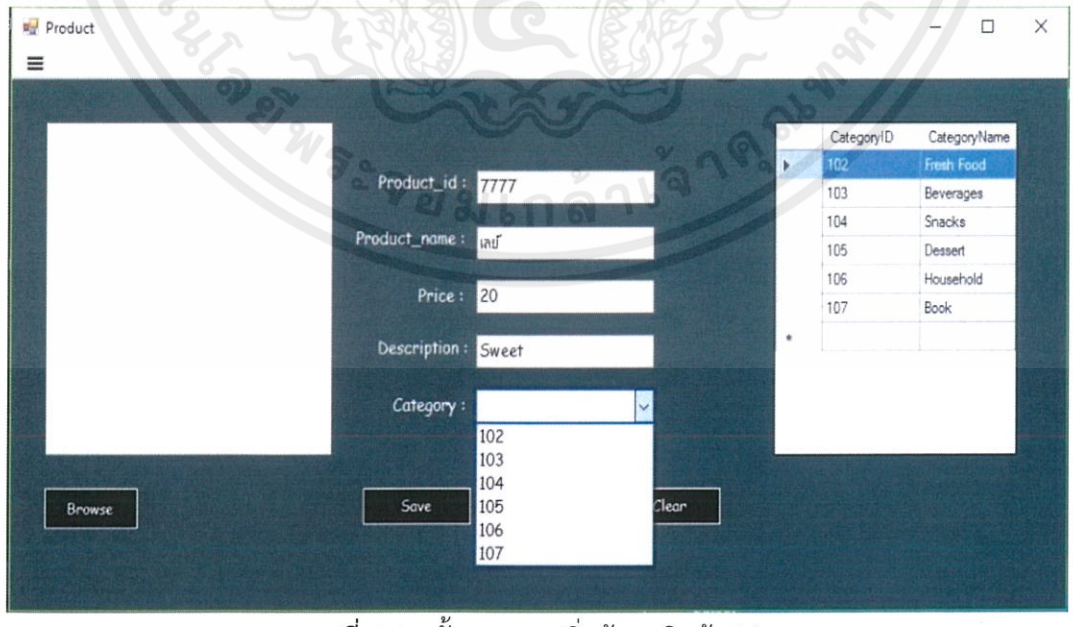
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าหากเราทำการกรอกหมายเลข Product_id แล้วกดปุ่ม enter แล้วไม่มีข้อมูลของสินค้าขึ้นมานั้น แสดงว่าเลข Product_id นั้นไม่มีสินค้าชนิดใดอยู่เลย เราจึงสามารถกรอกข้อมูลของสินค้าเพิ่มเข้าไปใหม่ได้ดังรูป 4.40



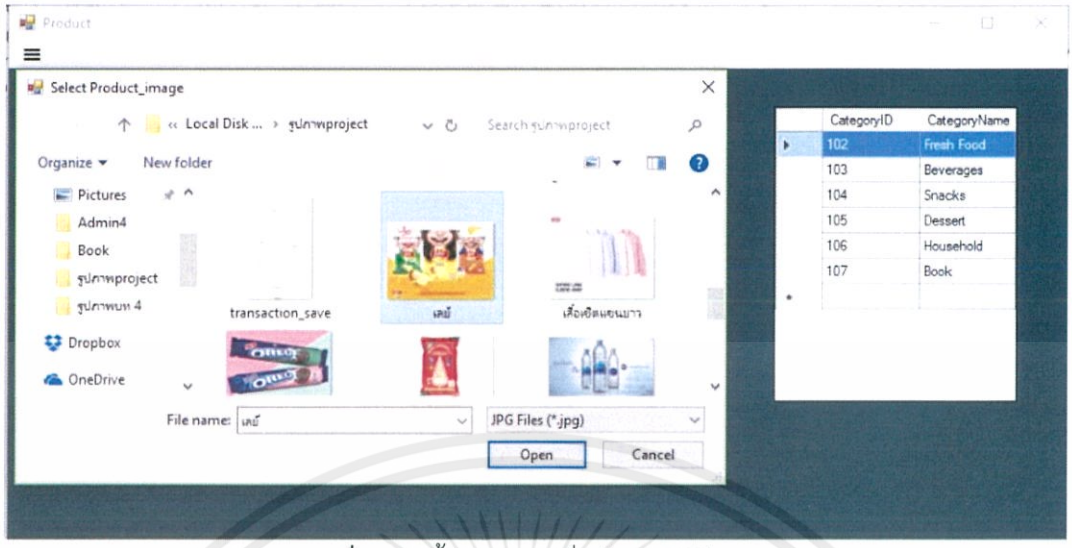
รูปที่ 4.40 การแสดงข้อมูล Product_id ที่ยังไม่มีข้อมูลของสินค้า

ซึ่งเราสามารถเพิ่มข้อมูลของสินค้าต่างๆ ลงใน text box ได้เลยในส่วนของ category นั้นเราต้องเลือก category ตามที่สินค้านั้นอยู่ซึ่งเป็นรูปแบบของ combo box และในส่วนของการเลือกรูปภาพนั้น เราสามารถกดปุ่ม Browse เพื่อที่เราจะสามารถหารูปสินค้าที่เราต้องการได้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งแต่ละขั้นตอนนั้นเป็นไปดังรูป 4.41-4.42



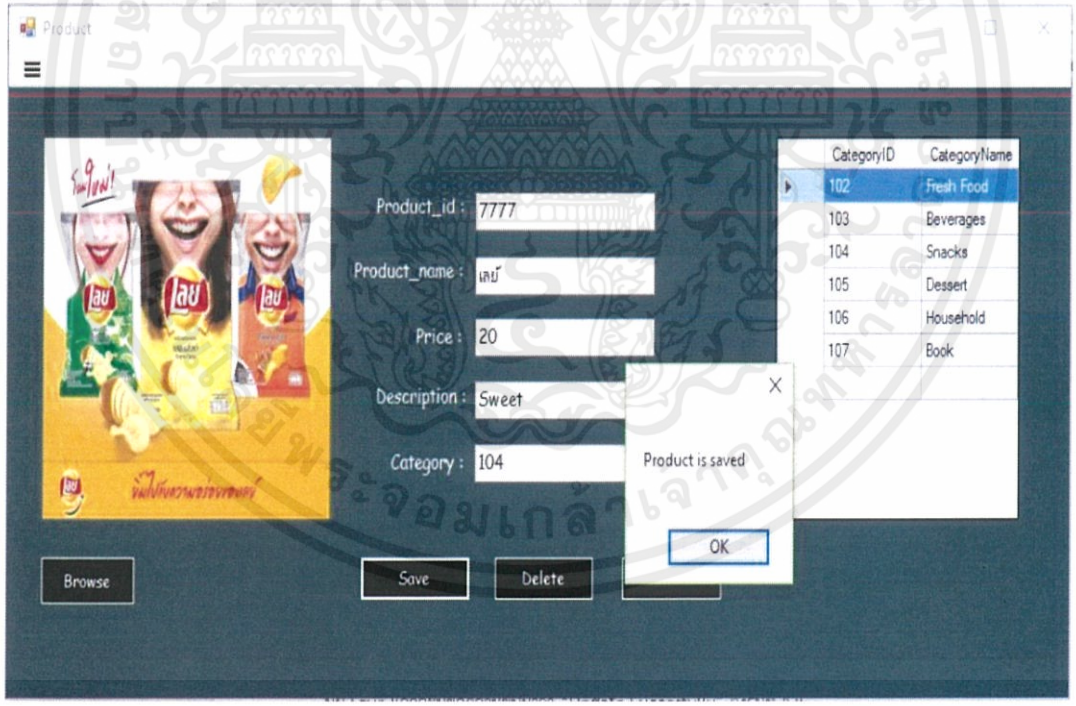
รูปที่ 4.41 ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลสินค้า (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลสินค้า (2)

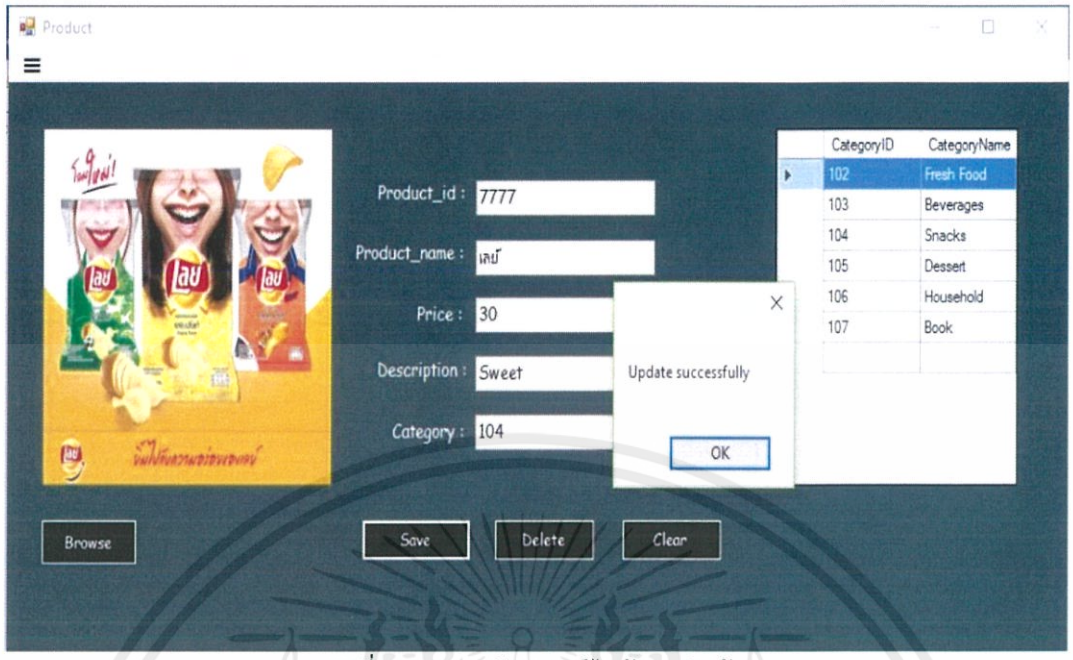
จากนั้นให้ผู้ใช้ทำการกดปุ่ม Save เพื่อเป็นการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูลแล้วจะมีข้อความขึ้นว่า "Product is saved" ต่อไปดังรูปที่ 4.43



รูปที่ 4.43 การเพิ่มสินค้าลงในฐานข้อมูลได้สำเร็จ

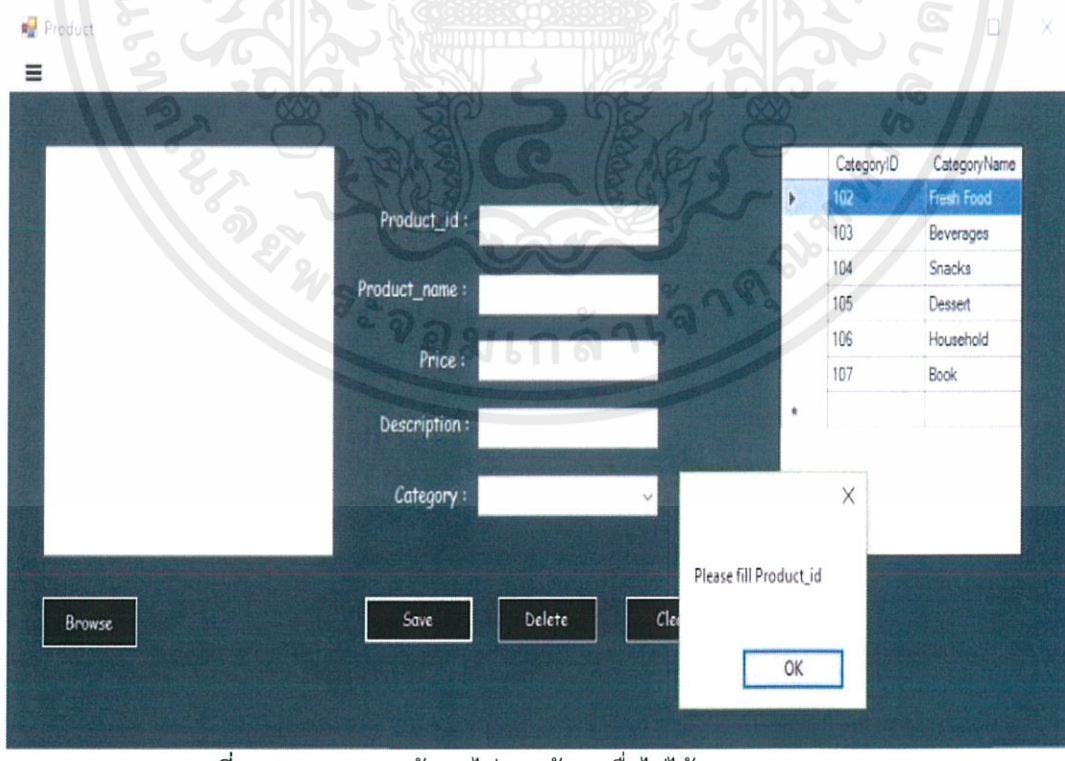
โดยข้อมูล product สินค้านั้นเราสามารถเข้าไปแก้ไขข้อมูลได้ เมื่อผู้ใช้แก้ไขเสร็จแล้วนั้นให้เราทำการกดปุ่ม Save แล้วจะมีข้อความขึ้นมาว่า “Update Succesfully” ดังรูปที่ 4.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



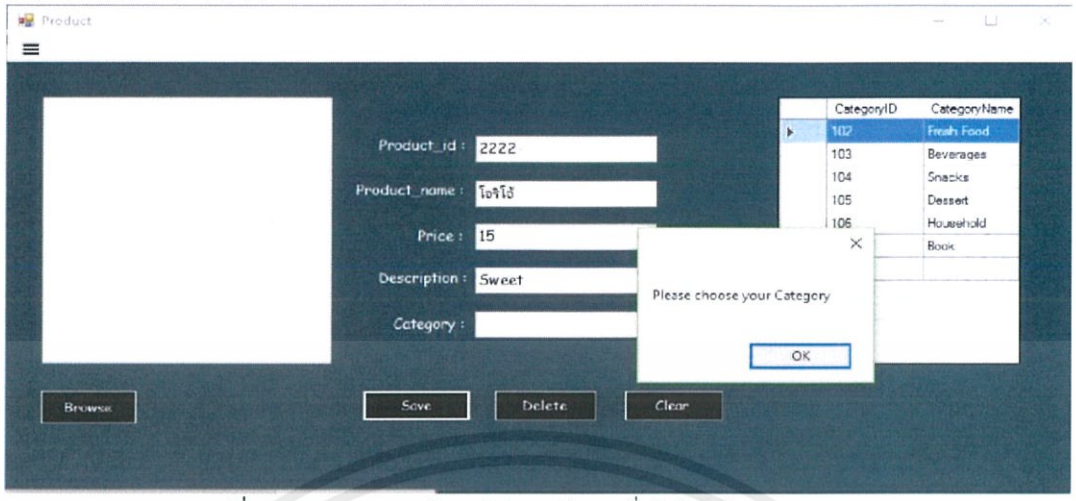
รูปที่ 4.44 การอัปเดตแก้ไขข้อมูลสินค้า

ซึ่งหากผู้ดูแลระบบมีการกรอกข้อมูลทั้งในขั้นตอนของการเพิ่มข้อมูลและอัปเดตข้อมูลผิดพลาดไป เช่น ไม่ได้กรอกข้อมูล กรอกข้อมูลไม่ครบ หากทำการกดปุ่ม Save นั้นจะมีข้อความขึ้นมา ดังรูปที่ 4.45-4.50

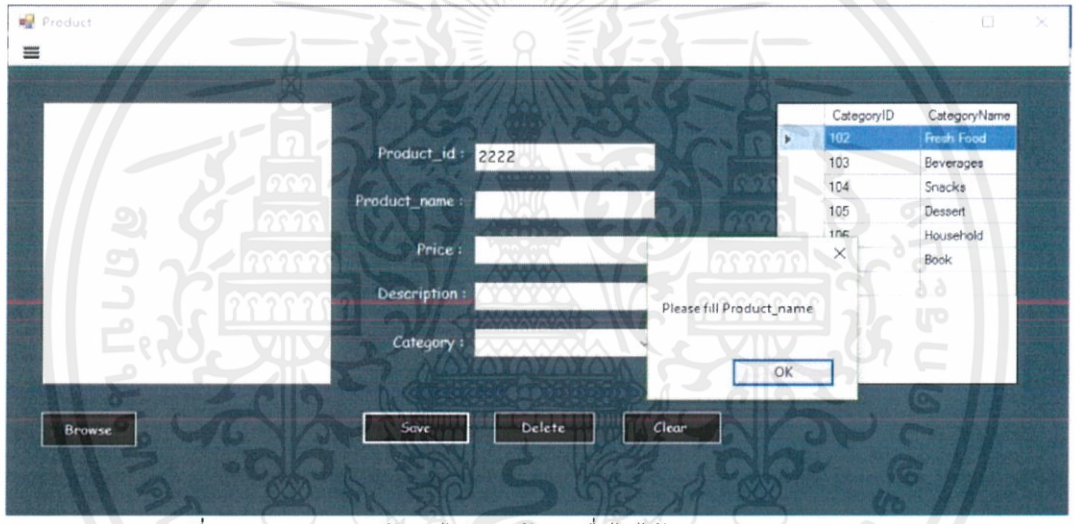


รูปที่ 4.45 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Product_id

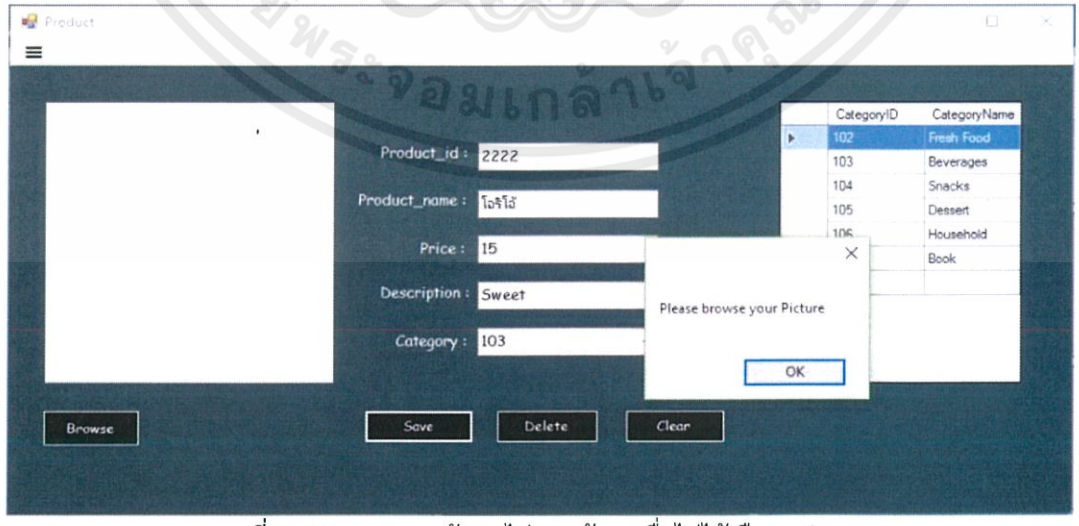
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.46 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้เลือก Category

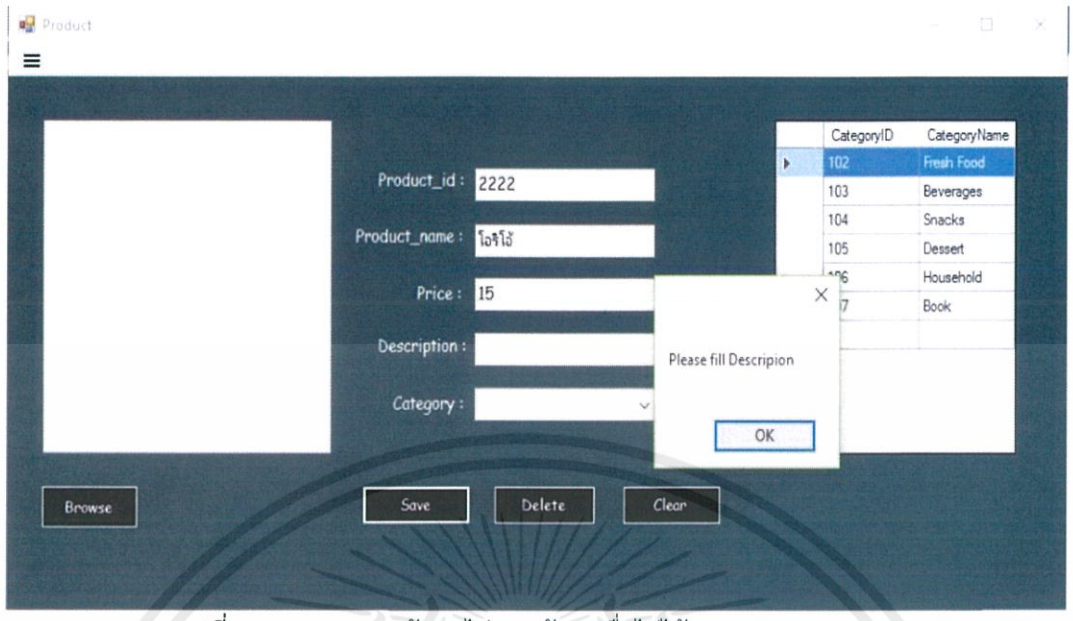


รูปที่ 4.47 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Product_name

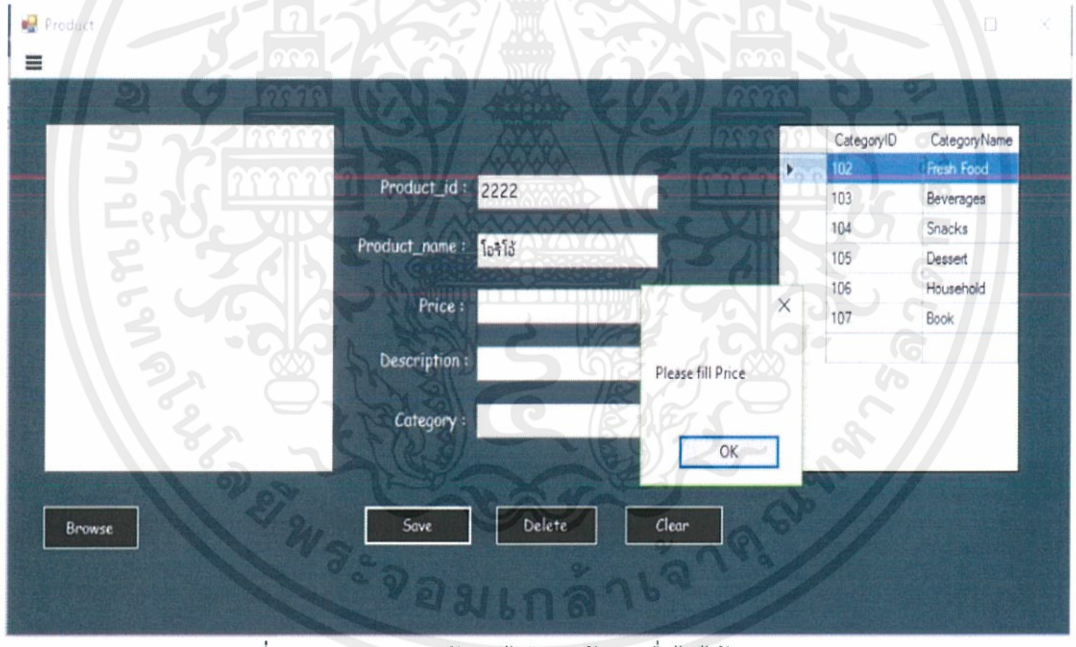


รูปที่ 4.48 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้เลือกรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



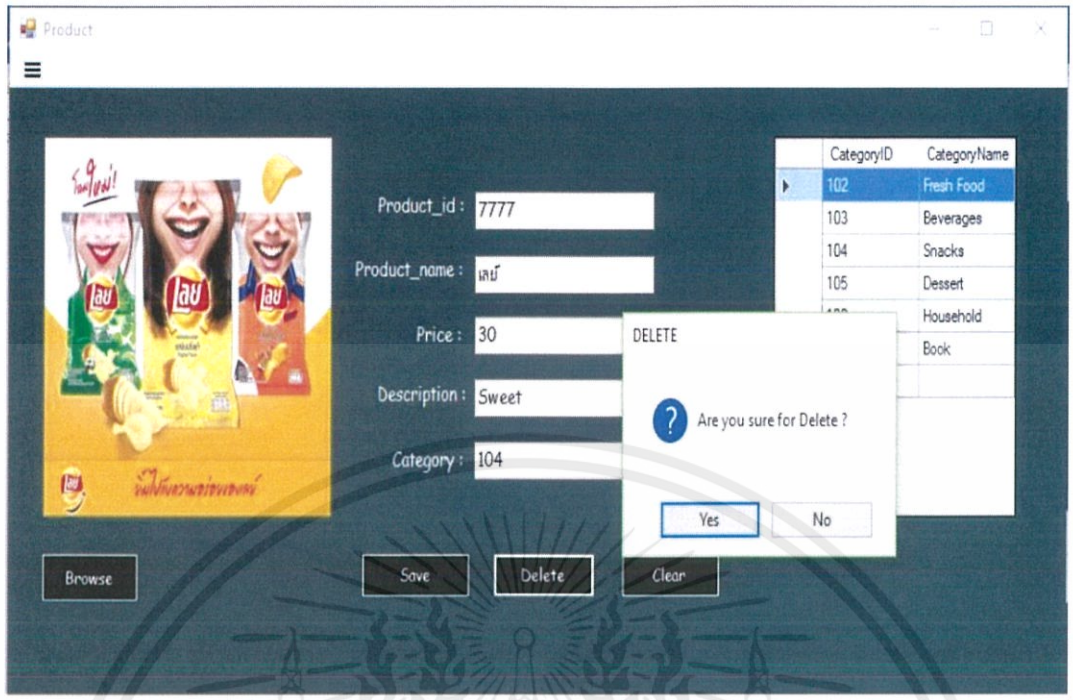
รูปที่ 4.49 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Description



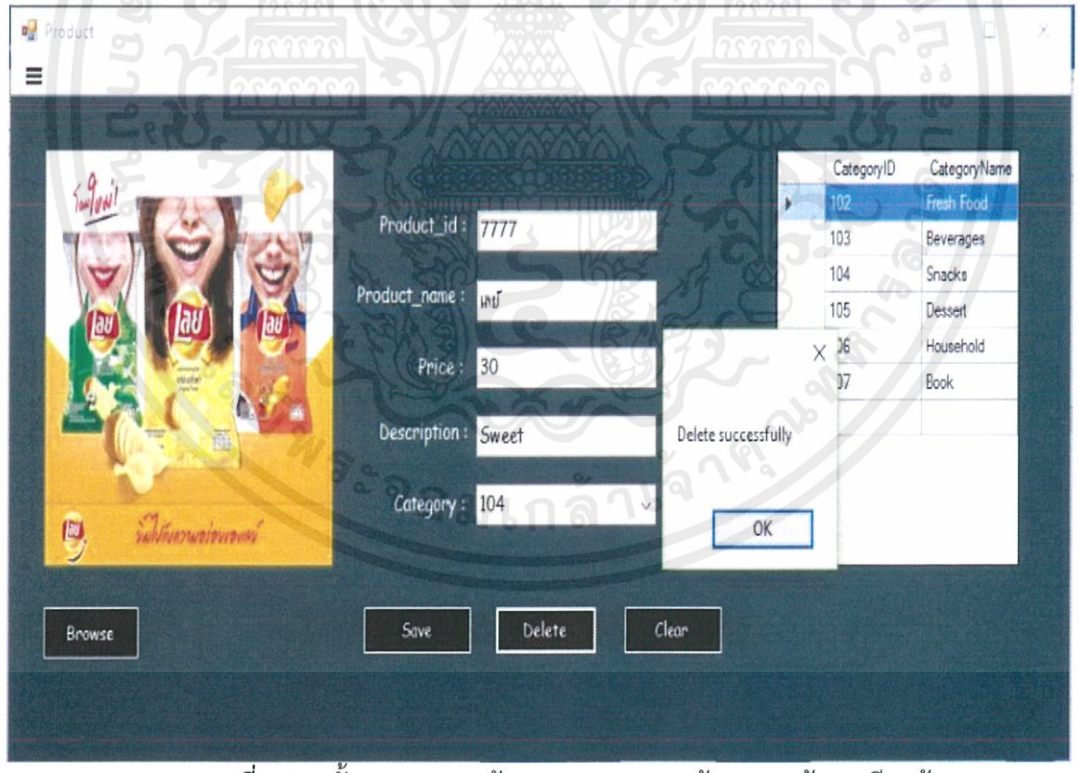
รูปที่ 4.50 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Price

ในลำดบต่อไปนั้นหากเราต้องการที่จะลบ product สินค้าที่เราไม่ต้องการออกจากฐานข้อมูล สามารถทำได้โดยการกรอกข้อมูลลงใน textbox ของ Product_id นั้น แล้วกดปุ่ม enter เพื่อเช็คหาข้อมูลสินค้าที่เราต้องการ จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม Delete แล้วจะมีข้อความขึ้นมาว่า "Are you sure for Delete ?" และเมื่อทำการกด “Yes” จะมีข้อความขึ้นมาว่า "Delete Succesfully" แล้วข้อมูลในหน้าหลักของแอปพลิเคชั่นก็จะถูกลบออกจาก ฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4.51 และ 4.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



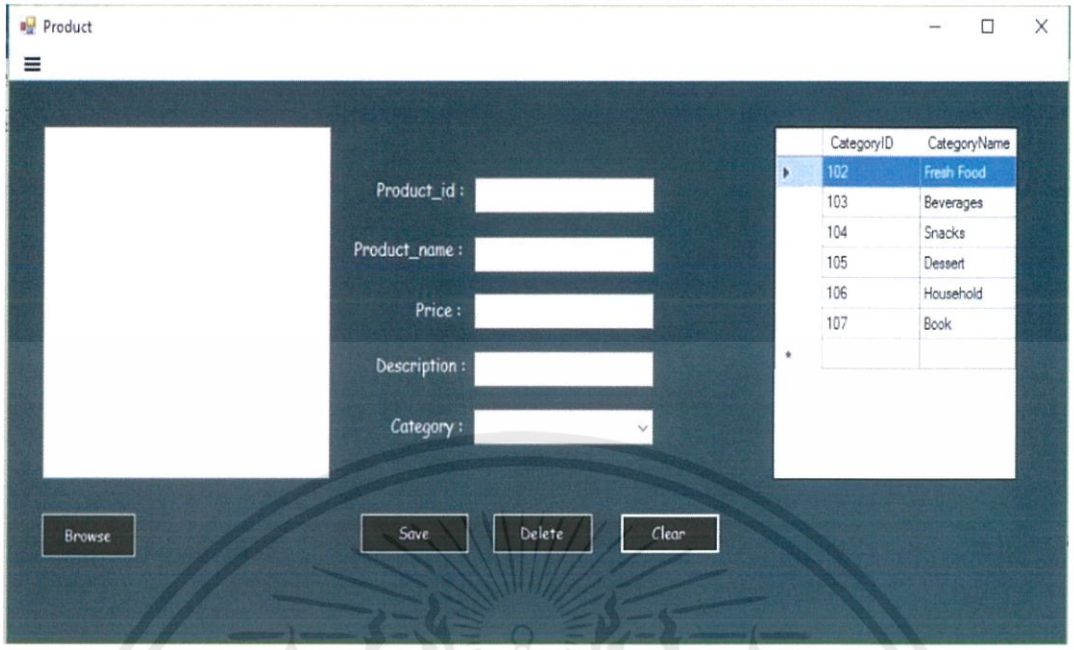
รูปที่ 4.51 ขั้นตอนการลบข้อมูลออกจากฐานข้อมูล



รูปที่ 4.52 ขั้นตอนการลบข้อมูลออกจาก ฐานข้อมูล ลบข้อมูลเรียบร้อย

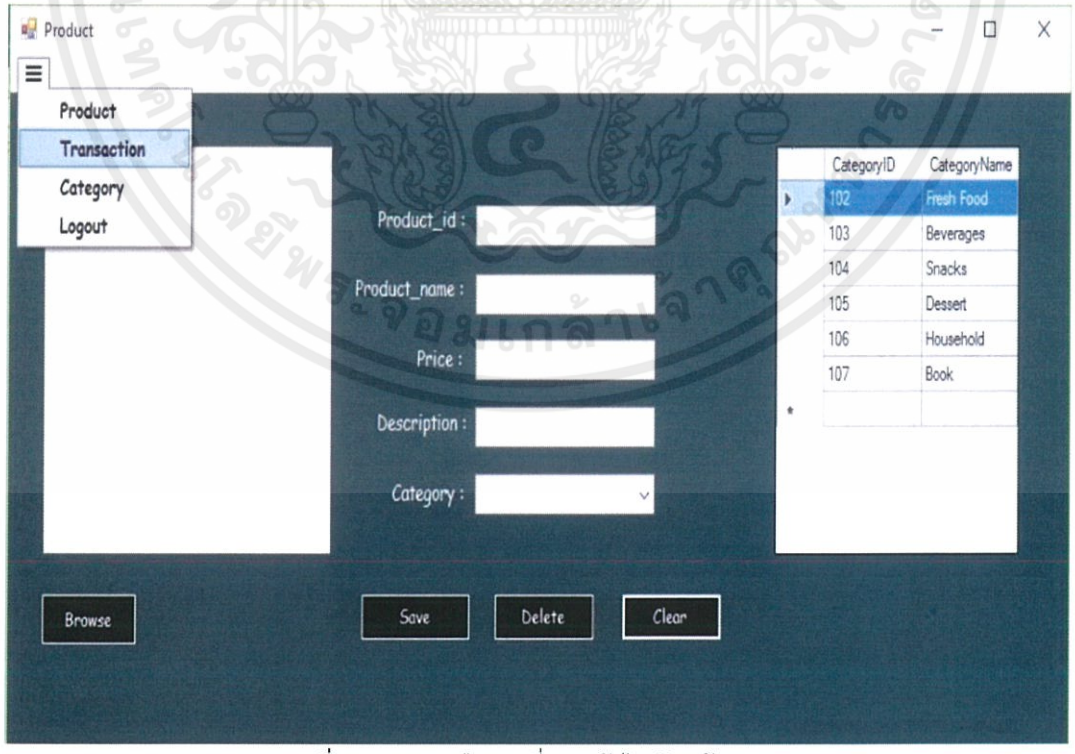
เมื่อมีข้อมูลอยู่ใน textbox อยู่แล้ว แล้วผู้ใช้อยากทำการลบข้อมูลออกจาก text box ทั้งหมดนั้น ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Clear เพื่อทำการลบข้อมูลออกจากใน text box ทั้งหมดดังรูปที่ 4.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



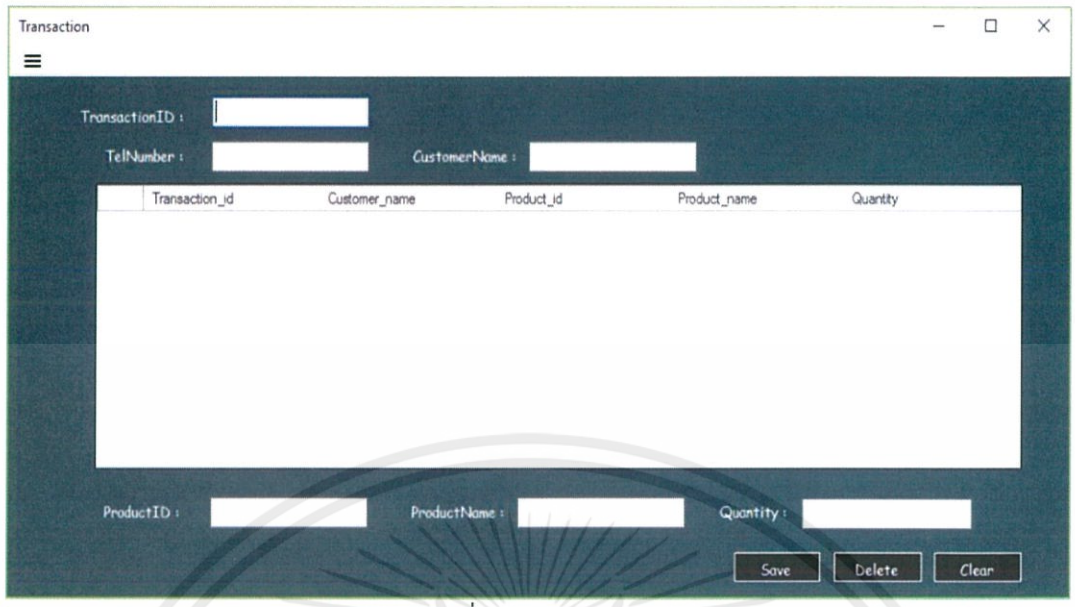
รูปที่ 4.53 การลบข้อมูลใน text box ทั้งหมด

ต่อไปเป็นหน้าของ Transaction เพื่อเก็บข้อมูลสินค้าที่ลูกค้าได้ซื้อไปจากห้างสรรพสินค้า โดยผู้ใช้สามารถเลือกแถบเมนู Transaction โดยกดปุ่มแถบเมนูซ้ายบนของแอปพลิเคชั่นแล้วเลือกไปที่ไหมดของ Transaction ดังรูปที่ 4.54



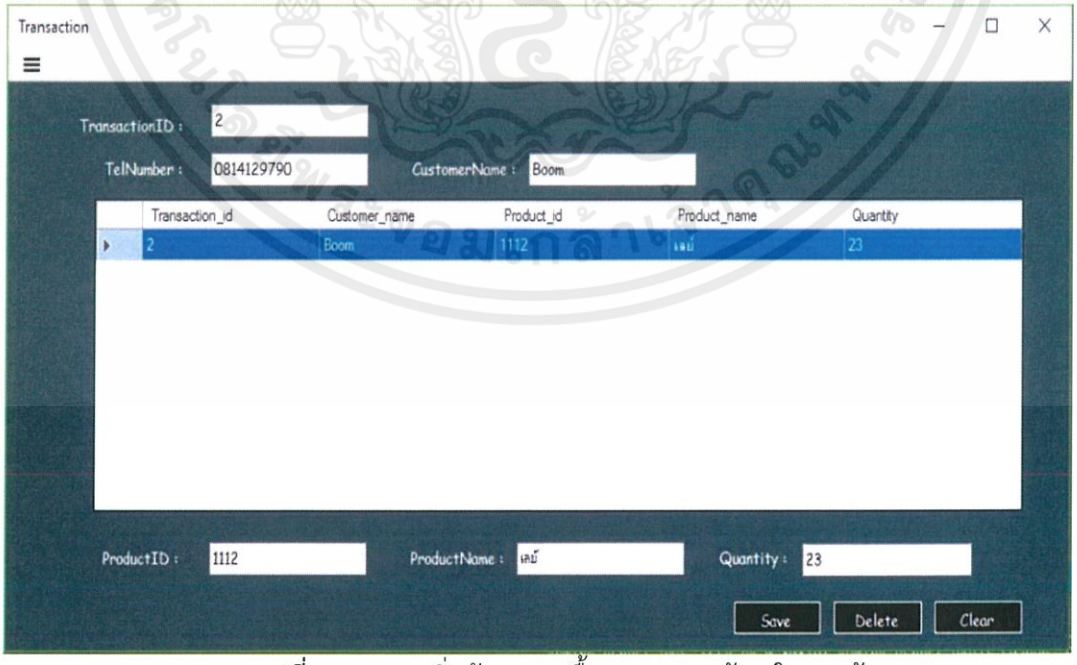
รูปที่ 4.54 การเลือกเปลี่ยนหน้าไปยังหน้า Transaction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.55 หน้า Transaction

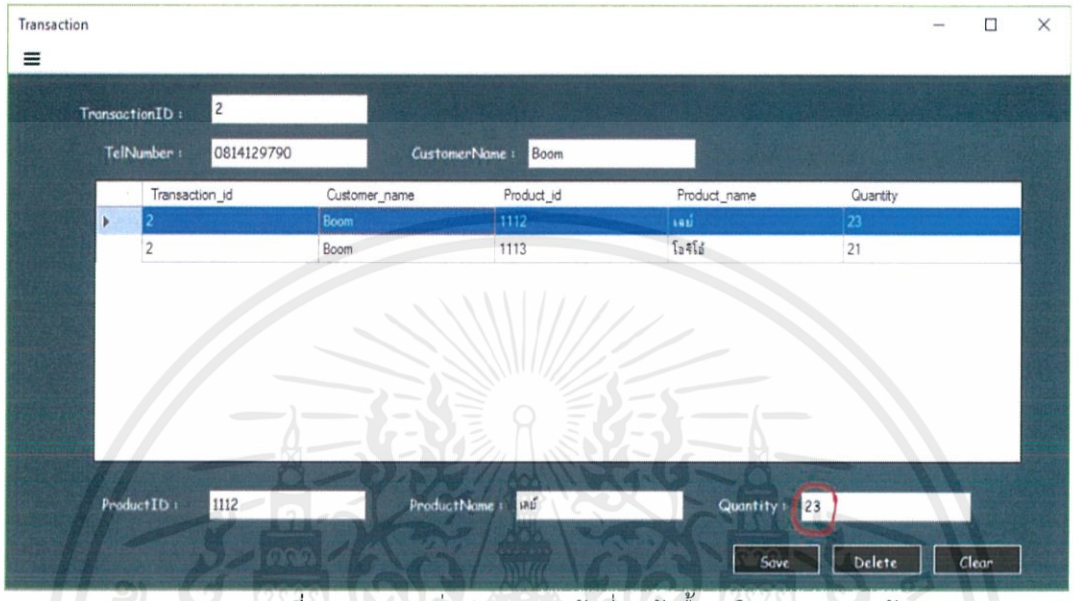
ในส่วนของหน้า Transaction เป็นการเก็บข้อมูลสินค้าที่ลูกค้าได้เลือกซื้อ ซึ่งหากผู้ใช้ต้องการที่จะเพิ่มข้อมูลนั้นผู้ใช้ก็สามารถกรอกข้อมูลลงในแต่ละ text box ได้เลย ซึ่งในส่วนของ text box “Telnumber” นั้น ผู้ใช้สามารถที่จะกรอกเบอร์โทรศัพท์แล้วกดปุ่ม enter ได้เลย ชื่อของ CustomerName ก็จะปรากฏขึ้นมาตามที่ได้ไปดึงข้อมูลมาจาก ฐานข้อมูล ซึ่งเหมือนกับกรณีของ text box “Product_id” และเมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลครบทั้งหมดแล้วให้กดปุ่ม Save ข้อมูลที่ได้นั้นก็จะไปขึ้นโชว์ในตาราง data grid view ซึ่งแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 4.56



รูปที่ 4.56 การเพิ่มข้อมูลการซื้อของของลูกค้าลงในฐานข้อมูล

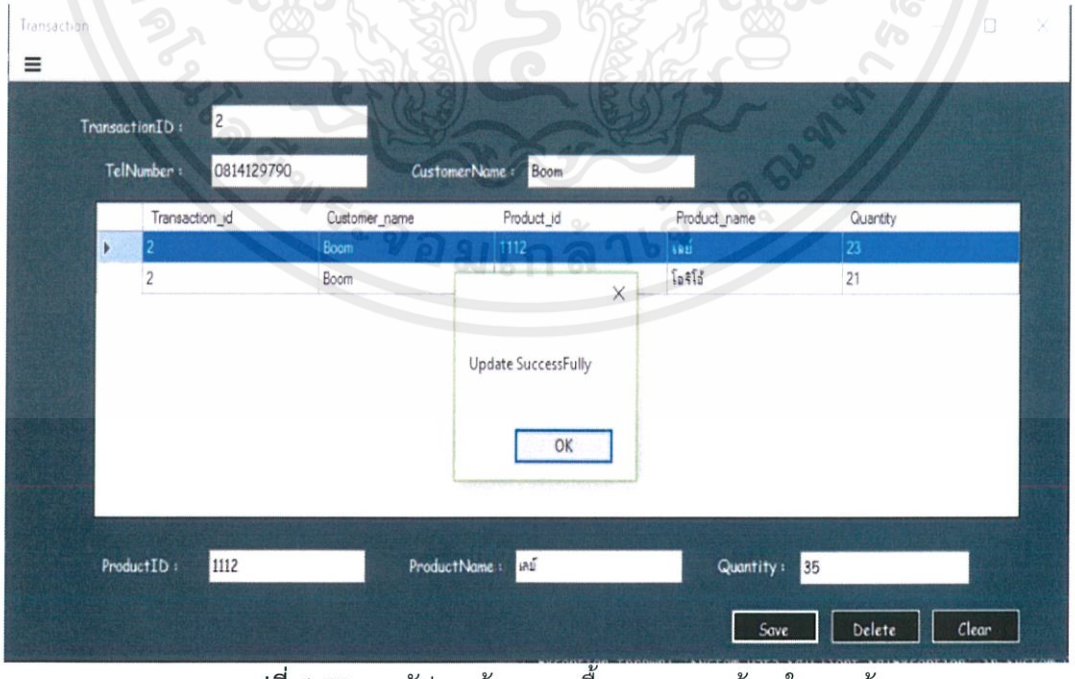
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากผู้ใช้ต้องการที่จะอัปเดตข้อมูลนั้น ก็สามารถนำเมาส์ไปคลิกที่แถบข้อมูล ใน data grid view ให้ข้อมูลแสดงเป็นแถบสีฟ้า แล้วข้อมูลนั้นจะไปขึ้นโชว์ในแต่ละ textbox ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน textbox ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้ ซึ่งเมื่อแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 4.57



รูปที่ 4.57 การเพิ่มจำนวนสินค้าที่ลูกค้าซื้อลงในรายการสินค้า

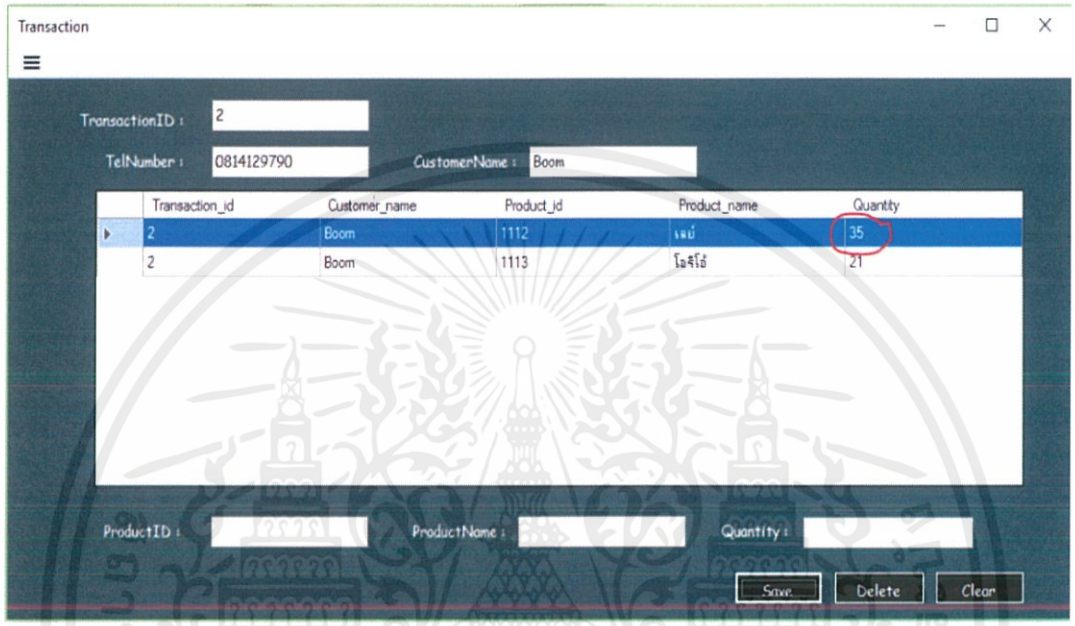
จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม Save แล้วจะมีข้อความขึ้นว่า “Update SuccessFully” แล้วข้อมูลจะมีการอัปเดตเปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 4.58



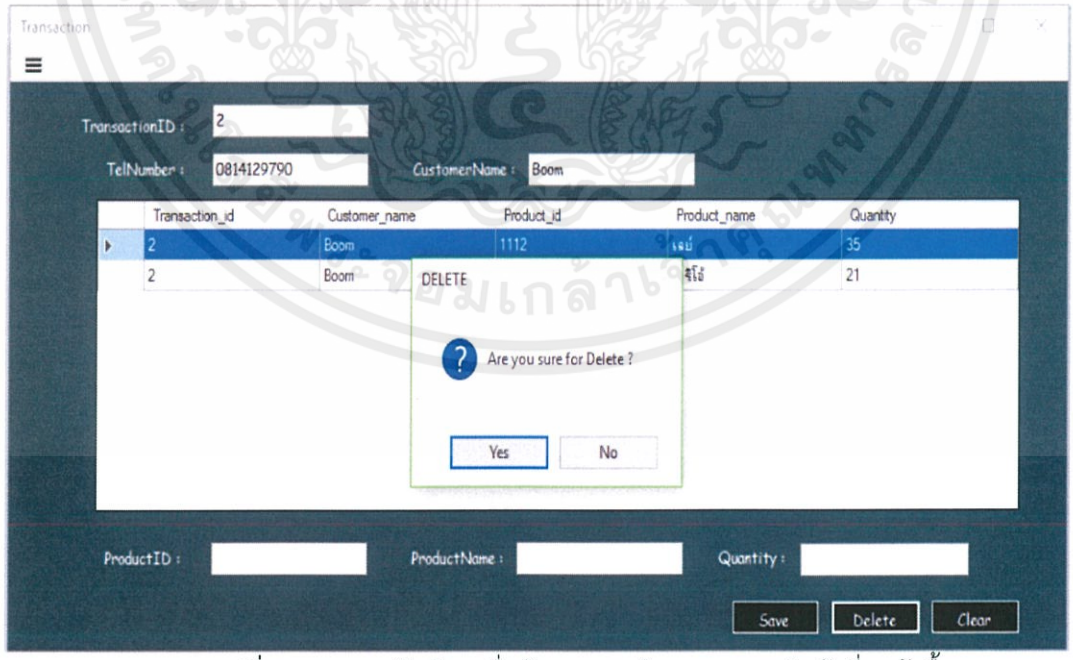
รูปที่ 4.58 การอัปเดตข้อมูลการซื้อของของลูกค้าลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากผู้ใช้ต้องการที่จะลบข้อมูลของสินค้าในแต่ละ transaction นั้น ให้ผู้ใช้นำเมาส์ไปกดที่แถบข้อมูล ใน data grid view ให้ข้อมูลแสดงเป็นแถบสีฟ้า จากนั้นให้กดที่ปุ่ม Delete แล้วจะมีข้อความขึ้นมาว่า "Are you sure for Delete ?" หากกดปุ่ม YES ข้อมูลก็จะมีข้อความขึ้นมาว่า "Delete Successfully" แล้วข้อมูลก็จะถูกลบออกจากฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4.59

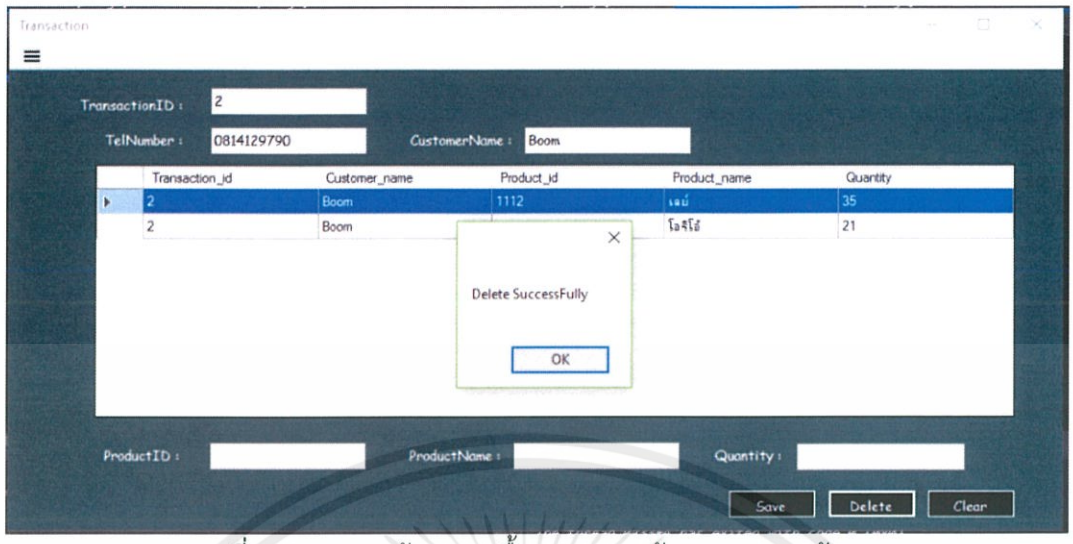


รูปที่ 4.59 การเลือกข้อมูลการซื้อของของลูกค้าที่เราต้องการ



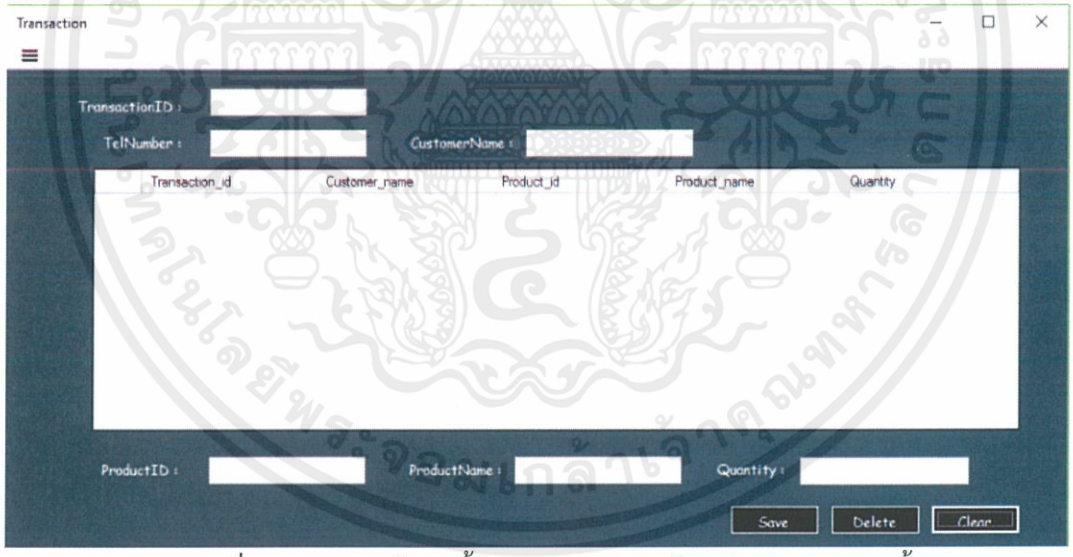
รูปที่ 4.60 การแจ้งเตือนเมื่อต้องการลบข้อมูลรายการสินค้าที่ลูกค้าซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.61 การลบข้อมูลการซื้อของของลูกค้าออกจากฐานข้อมูล

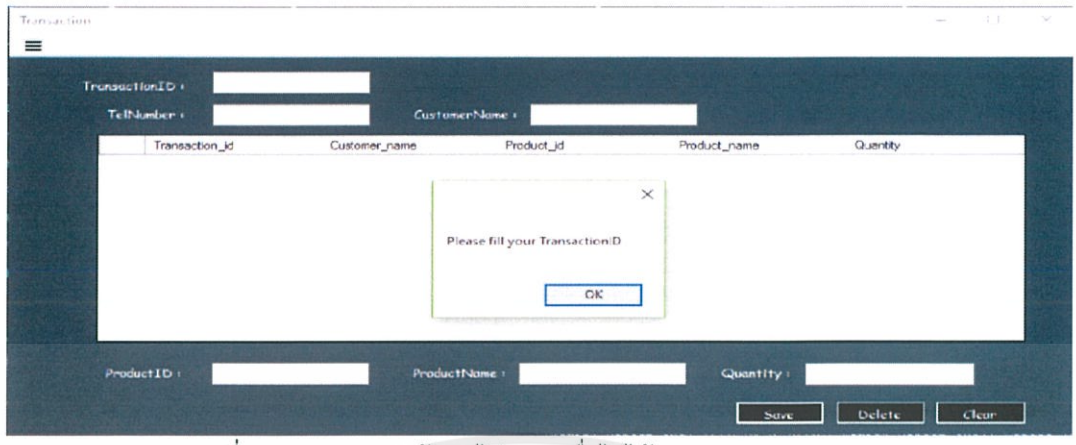
เมื่อมีข้อมูลอยู่ใน textbox และใน data grid view อยู่แล้ว แล้วผู้ใช้อยากทำการลบข้อมูลออกจาก textbox และใน data grid view ทั้งหมดนั้น ให้ผู้ใช้กดปุ่ม Clear เพื่อทำการลบข้อมูลออกจากใน textbox และใน data grid view ทั้งหมดดังรูปที่ 4.62



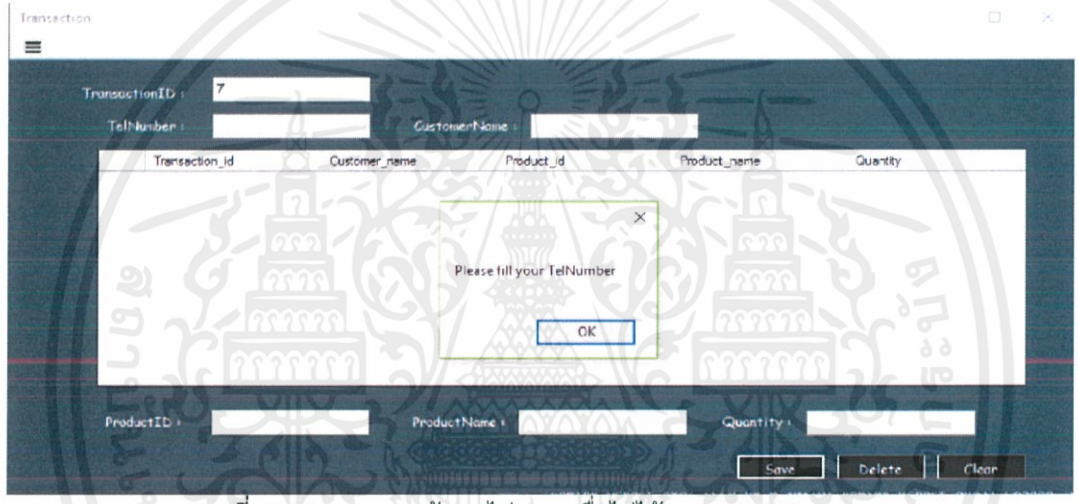
รูปที่ 4.62 การลบข้อมูลทั้งใน text box และใน data grid view ทั้งหมด

หากผู้ดูแลระบบมีการกรอกข้อมูลทั้งในขั้นตอนของการเพิ่มข้อมูลและอัปเดตข้อมูลผิดพลาดไป เช่น ไม่ได้กรอกข้อมูล กรอกข้อมูลไม่ครบ แล้วทำการกดปุ่ม Save จะมีข้อความขึ้นมาโดยรูปที่ 4.63 แสดงการมาได้กรอก Transaction_id รูปที่ 4.64 แสดงการไม่ได้กรอก TellNumber รูปที่ 4.65 แสดงการไม่ได้กรอก Product_id และรูปที่ 4.66 แสดงการไม่ได้กรอก Quantity

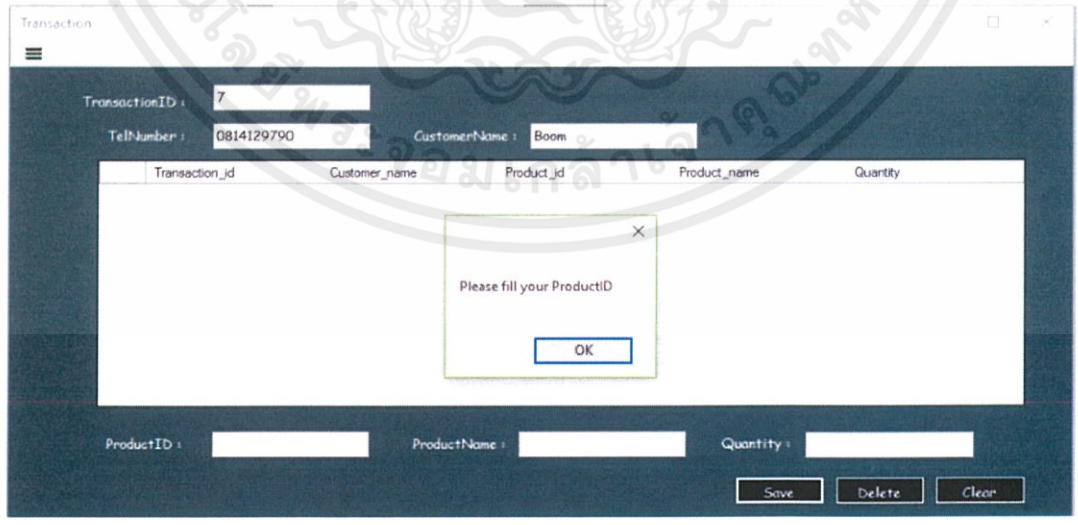
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.63 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก TransactionID

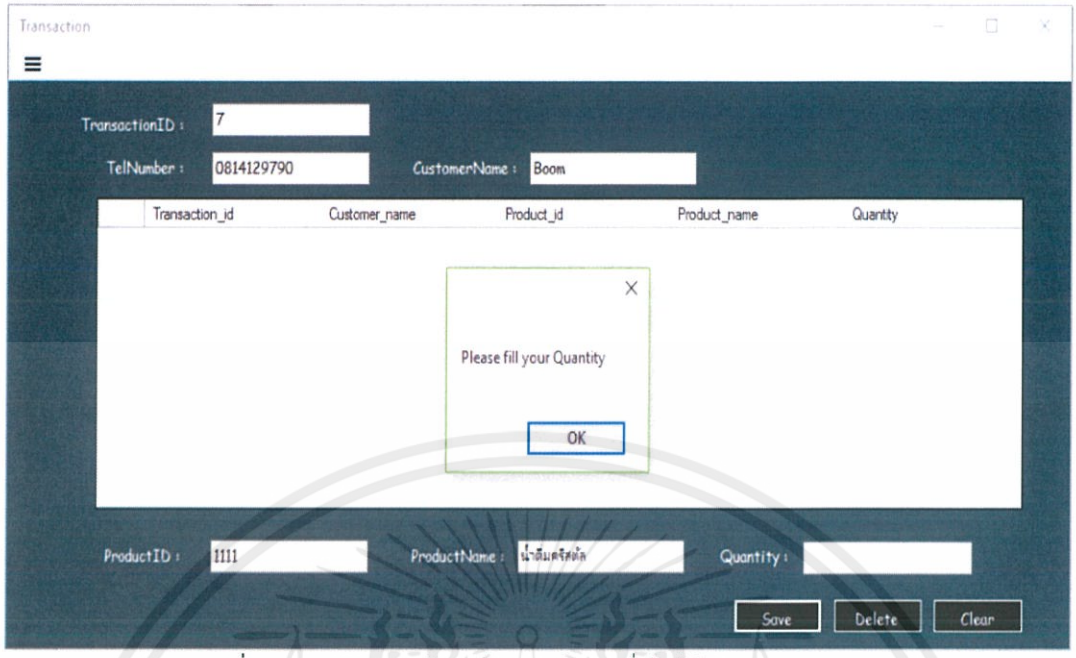


รูปที่ 4.64 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก TellNumber



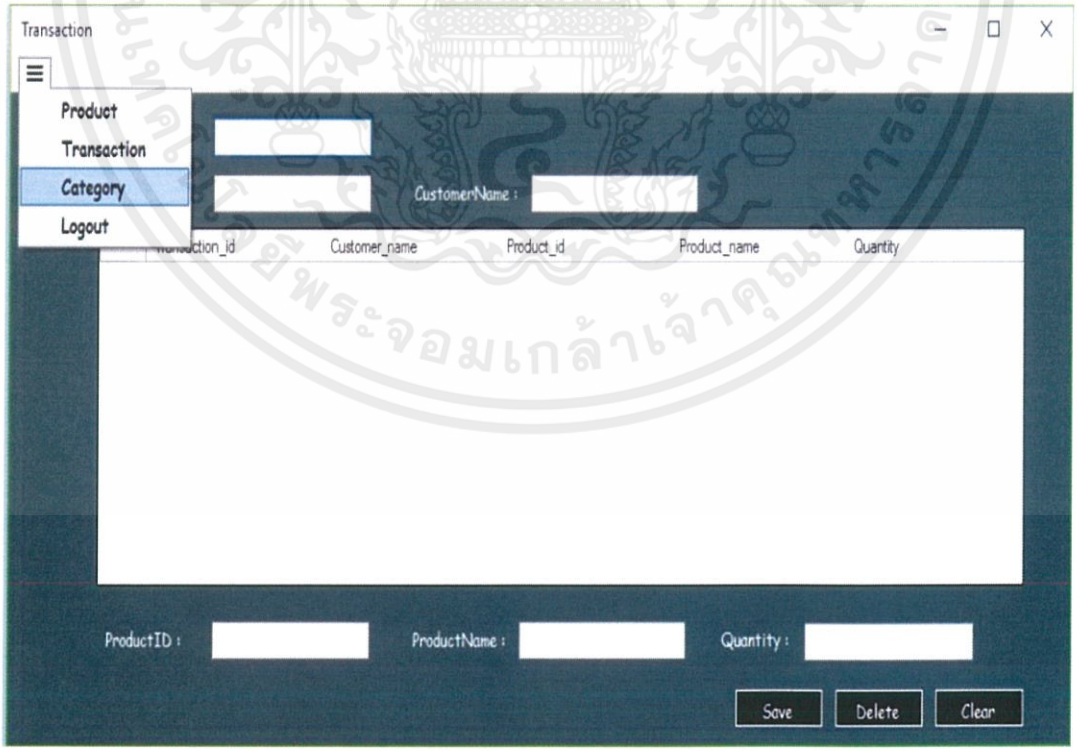
รูปที่ 4.65 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก ProductID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.66 การกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เมื่อไม่ได้กรอก Quantity

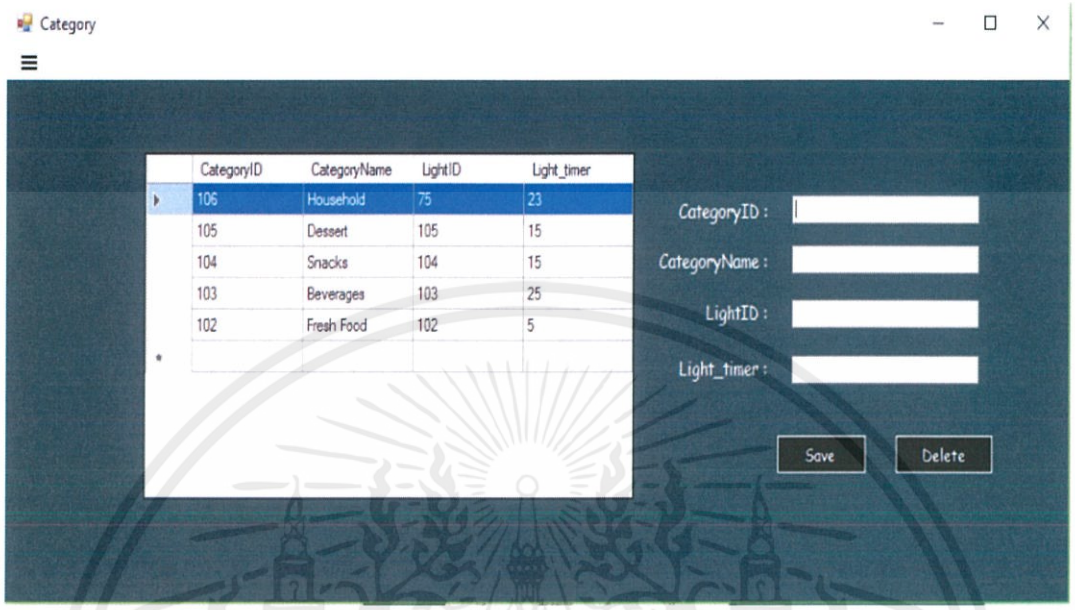
ต่อไปเป็นหน้าของ Category ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการเก็บหมวดหมู่ของสินค้าและการเชื่อมหมวดหมู่ของสินค้าเข้ากับไอดีของไฟแต่ละดวงในห้างสรรพสินค้า โดยผู้ใช้จะไปยังหน้า Category โดยกดปุ่มแถบเมนูซ้ายบนของแอปพลิเคชั่นแล้วเลือกไปที่ไหมดของ Category ดังรูปที่ 4.67



รูปที่ 4.67 การเลือกแถบเมนูไปยังหน้า Category

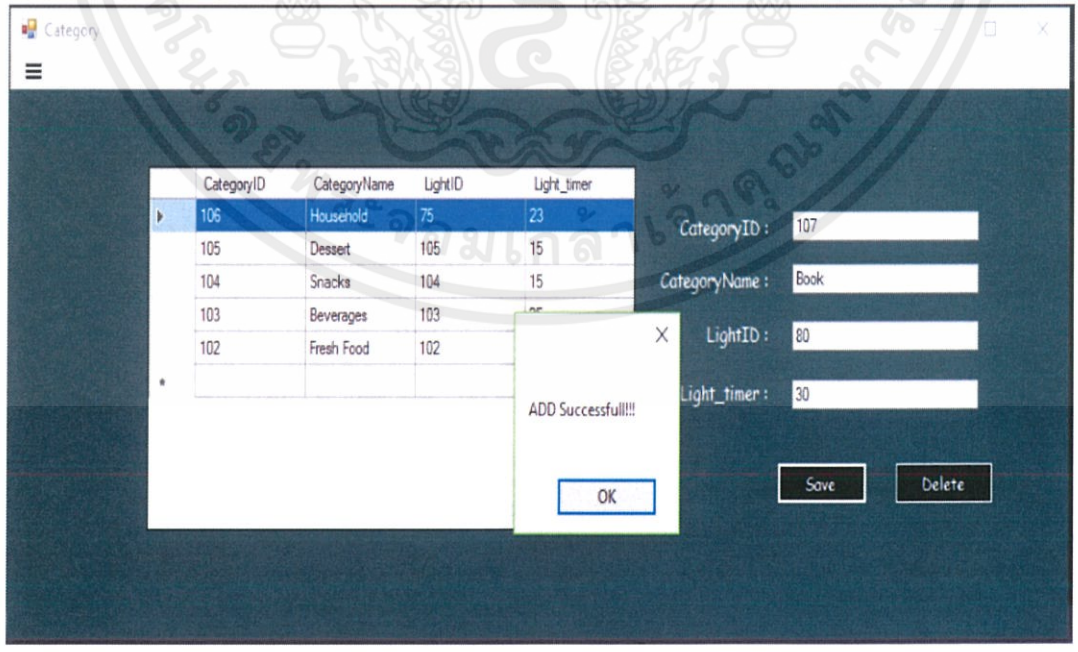
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในหน้าของ Category นั้นจะมีข้อมูลโชว์ใน data grid view อัตโนมัติดังรูปที่ 4.68



รูปที่ 4.68 หน้า Category

ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะเพิ่มข้อมูล Category ลงใน ฐานข้อมูล ได้โดยการกรอกข้อมูลให้ครบทุกช่องใน textbox แล้วกดปุ่ม Save ซึ่งแอปพลิเคชั่นจะขึ้นข้อความว่า "ADD Successfull!!!" ดังรูปที่ 4.69 และข้อมูลจะถูกเซฟลงใน ฐานข้อมูล และถูกนำมาขึ้นโชว์ใน data grid view



รูปที่ 4.69 การอัปเดตข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลสำเร็จ

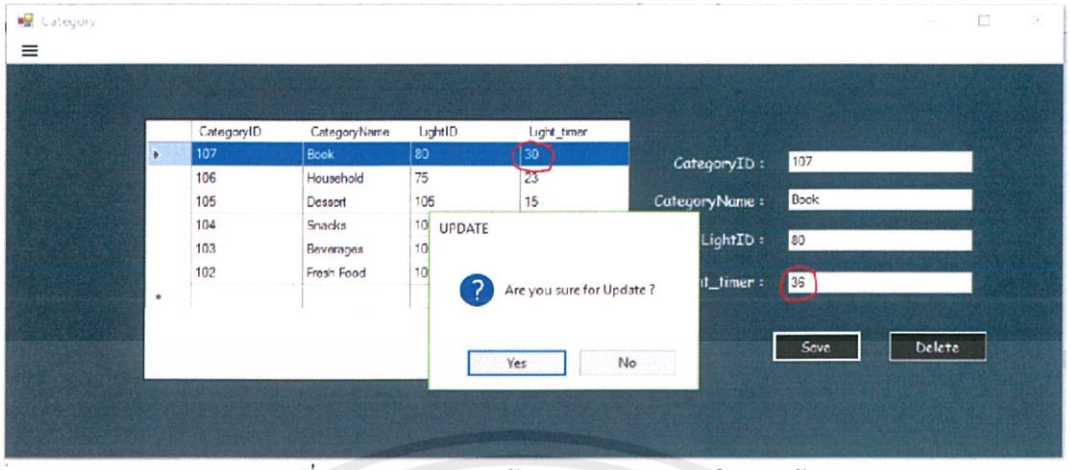
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.70 การเลือกข้อมูลเพื่อทำการอัปเดต

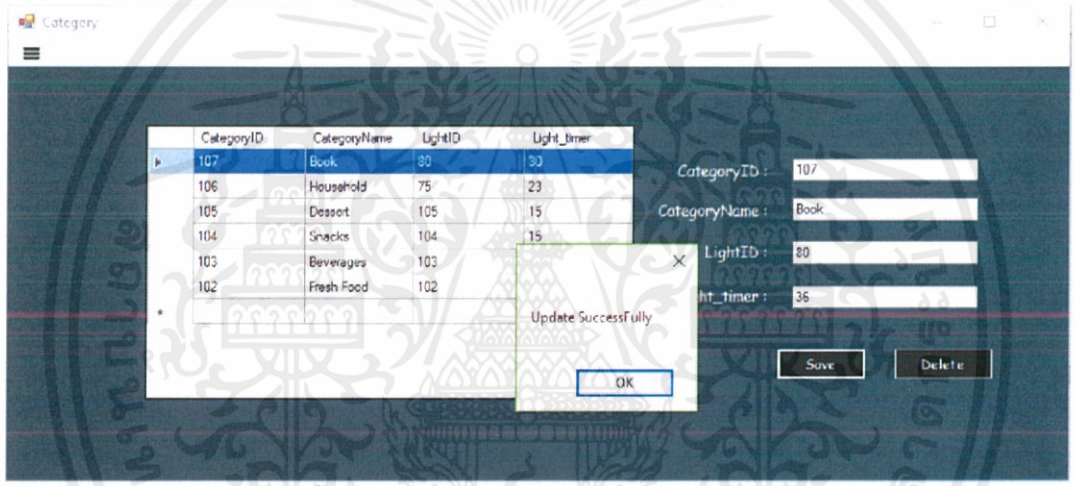
ถ้าหากผู้ใช้ต้องการที่จะอัปเดตข้อมูลนั้น ก็สามารถเอาเมาส์ไปคลิกที่แถบข้อมูล ใน data grid view ให้ข้อมูลแสดงเป็นแถบสีฟ้า แล้วข้อมูลนั้นจะไปขึ้นโชว์ในแต่ละ textbox ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน textbox ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้ โดยเมื่อเราทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแล้วให้เราทำการกดปุ่ม Save แล้วจะมีข้อความขึ้นว่า "Are you sure for Update ?" หากกดปุ่ม YES แล้วจะมีข้อความขึ้นว่า "Update SuccessFully" แล้วข้อมูลจะมีการอัปเดตเปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 4.71-4.74

รูปที่ 4.71 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล (1)

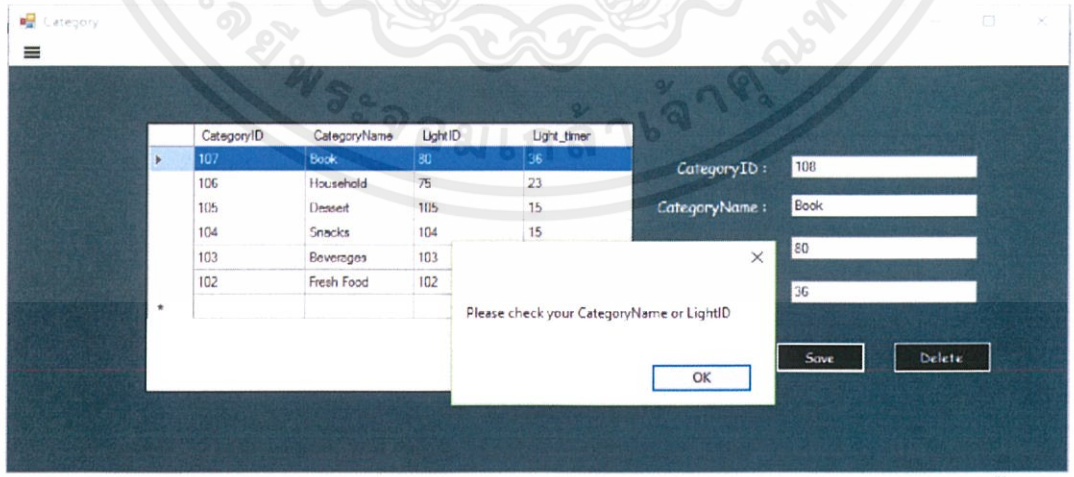
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.72 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล (2)



รูปที่ 4.73 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล (3)

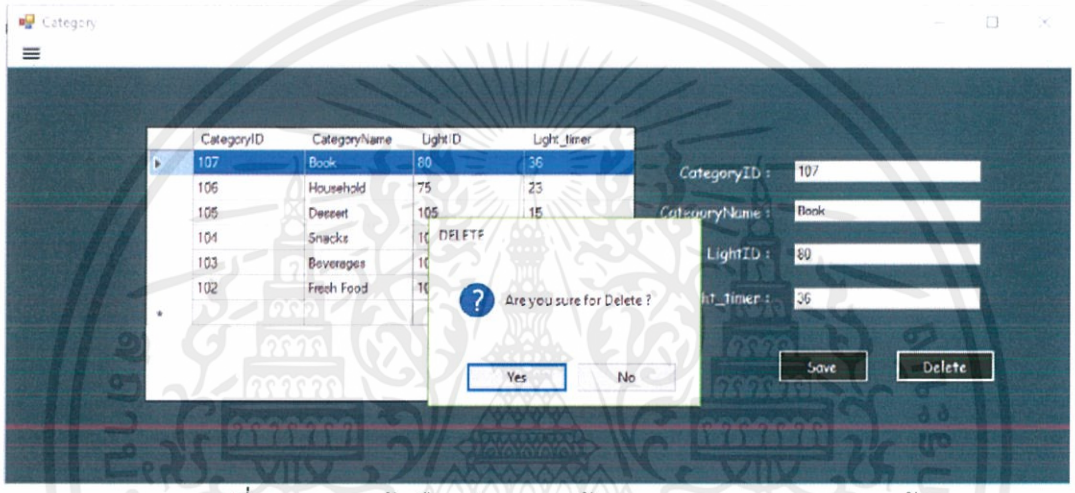


รูปที่ 4.74 การอัปเดตข้อมูล Category ลงในฐานข้อมูล แล้วตรวจพบว่ามีข้อมูลซ้ำ

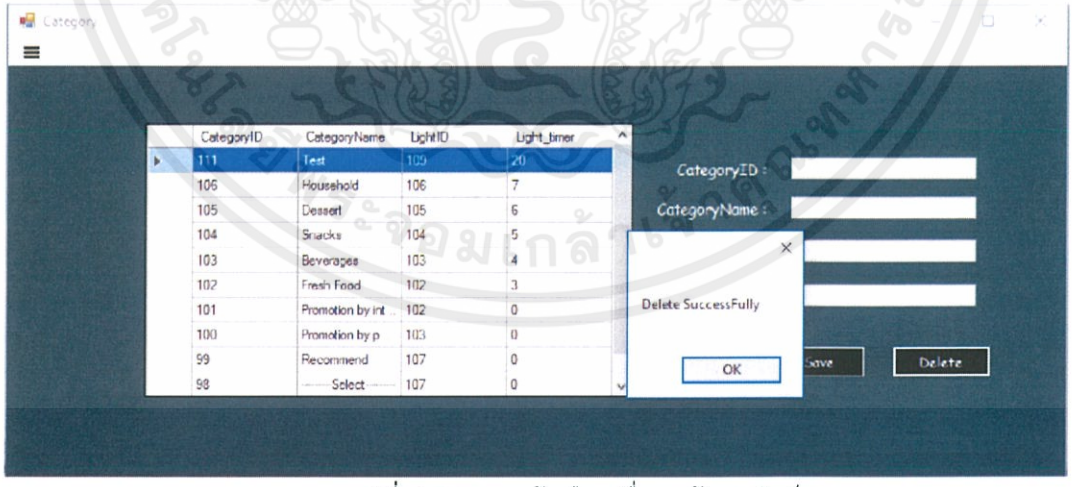
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้จะทำการเพิ่มหรืออัปเดต Category นั้น ชื่อของ CategoryName และ Lightไอดี ในตาราง data grid view ต้องไม่ซ้ำกันเพราะว่าโปรแกรมได้ถูกกำหนดไว้ว่า CategoryName 1 ชื่อ สามารถมี Lightไอดี ได้เพียงดวงเดียวเท่านั้น หากผู้ใช้กรอกข้อมูลซ้ำจะมีข้อความขึ้นเตือนว่า "Please check your CategoryName or Light_id" ดังรูปที่ 4.75

ถ้าหากผู้ใช้ต้องการที่จะลบข้อมูล Category นั้น ให้ผู้ใช้นำเมาส์ไปกดที่แถบข้อมูล ใน data grid view ให้ข้อมูลแสดงเป็นแถบสีฟ้า จากนั้นให้กดที่ปุ่ม Delete แล้วจะมีข้อความขึ้นมาว่า "Are you sure for Delete ?" แสดงดังรูปที่ 4.76 หากกดปุ่ม YES ข้อมูลก็จะมีข้อความขึ้นมาว่า "Delete SuccessFully" แล้วข้อมูลก็จะถูกลบออกจากฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.76



รูปที่ 4.75 การแจ้งเตือนก่อนจะลบข้อมูล Category ออกจากฐานข้อมูล

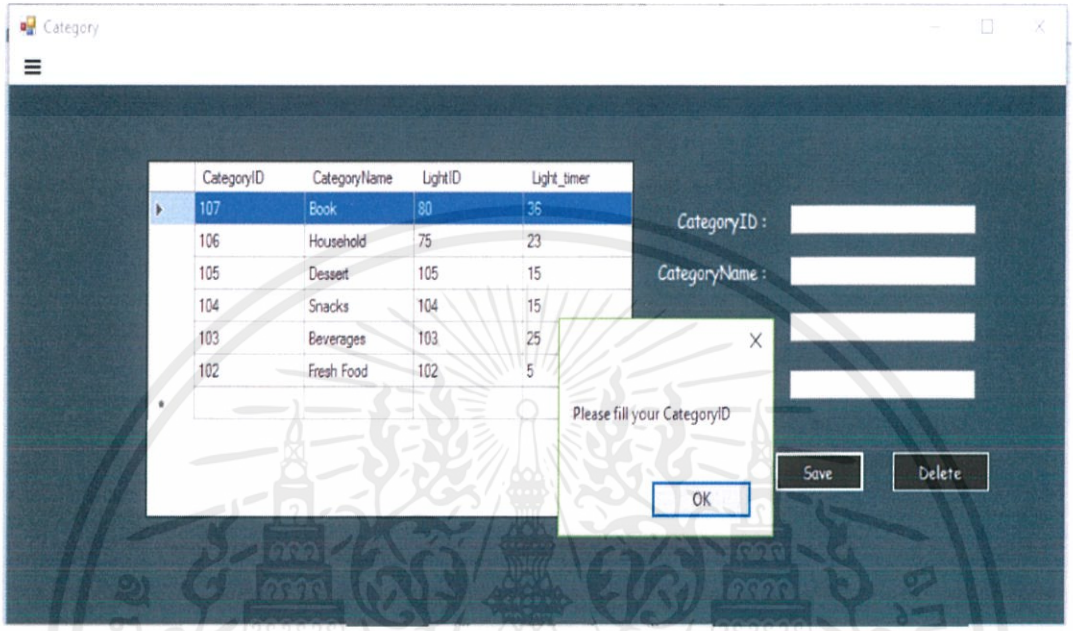


รูปที่ 4.76 การแจ้งเตือนเมื่อลบข้อมูลสำเร็จ

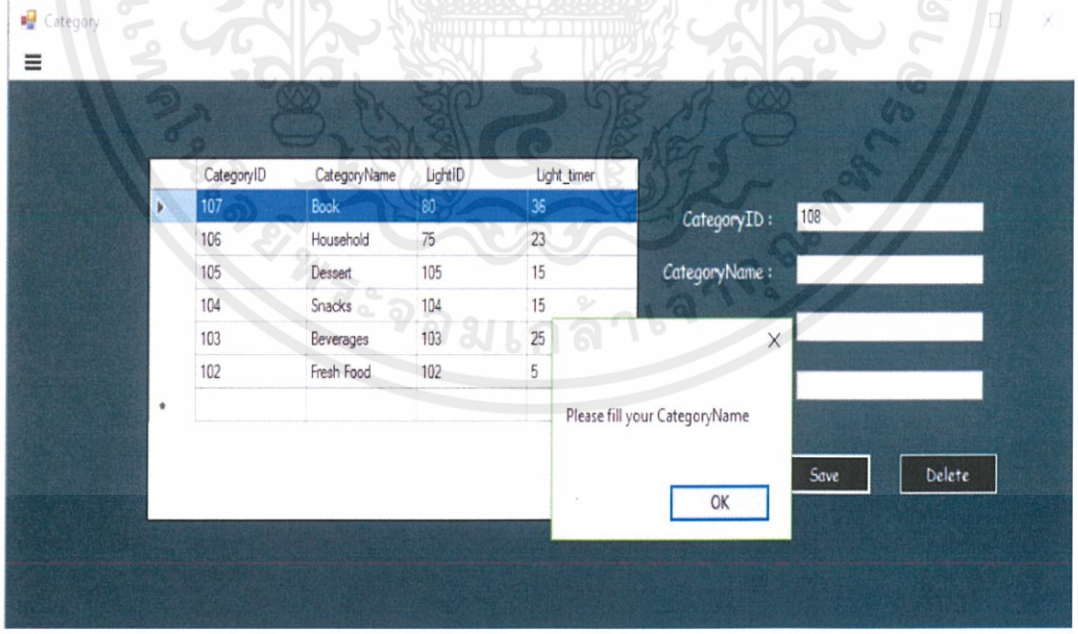
ซึ่งหากผู้ใช้งานผู้ดูแลระบบมีการกรอกข้อมูลทั้งในขั้นตอนของการเพิ่มข้อมูลและอัปเดตข้อมูลผิดพลาดไป เช่น ไม่ได้กรอกข้อมูล กรอกข้อมูลไม่ครบ หากทำการกดปุ่ม Save นั้นจะมีข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นมาโดยแสดงดังรูปที่ 4.77 แสดงการไม่ได้กรอก CategoryID รูปที่ 4.78 แสดงการไม่ได้กรอก CategoryName รูปที่ 4.79 แสดงการไม่ได้กรอก LightID รูปที่ 4.80 แสดงการไม่ได้กรอก Light_timer และรูปที่ 4.81 แสดงการออกจากแอปพลิเคชั่นเมื่อผู้ดูแลระบบต้องการจบการทำงาน

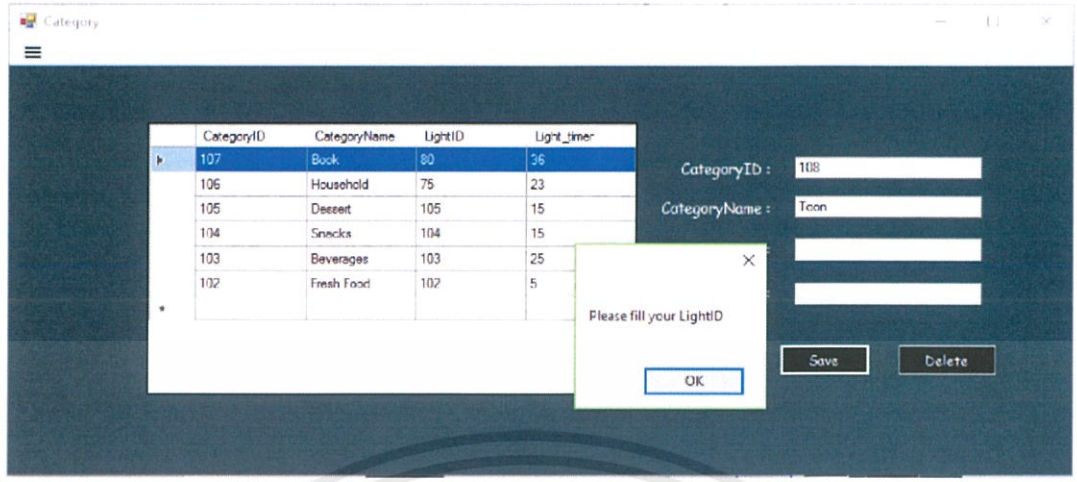


รูปที่ 4.77 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก CategoryID

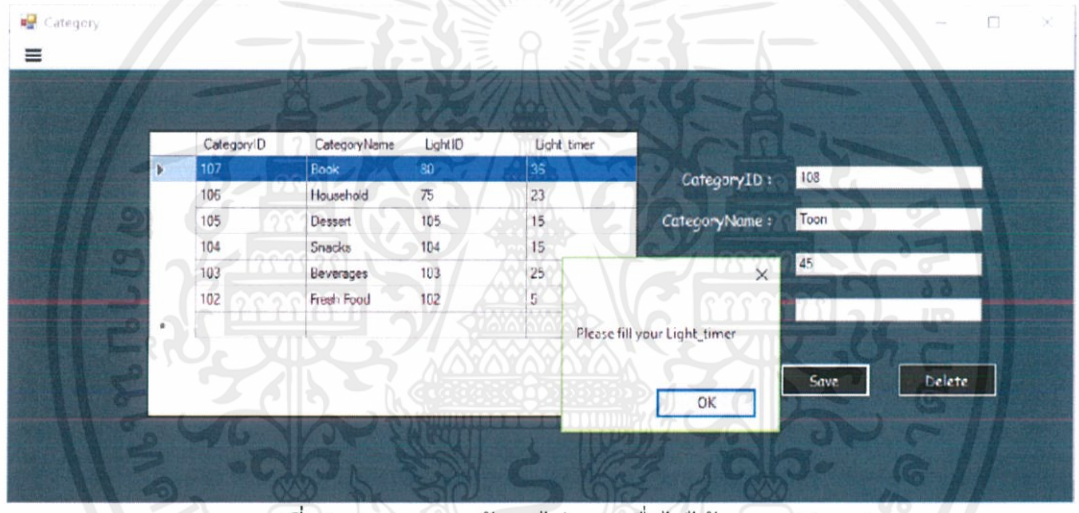


รูปที่ 4.78 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก CategoryName

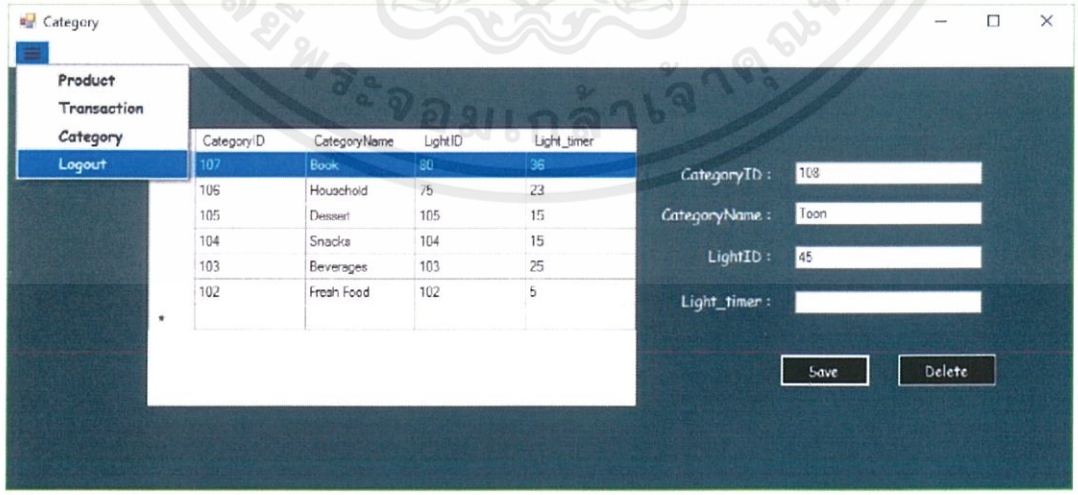
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.79 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก Light_id



รูปที่ 4.80 การกรอกข้อมูลไม่ครบ เมื่อไม่ได้กรอก light_timer



รูปที่ 4.81 การปิดโปรแกรมการใช้งานหน้าจัดการข้อมูลของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

5.1 บทสรุปปริญญานิพนธ์

ระบบการแสดงผลโปรโมชั่นในร้านค้าเป็นการนำเทคโนโลยี VLC (visible light communication) หรือเทคโนโลยีส่งข้อมูลผ่านแสงที่ตาสามารถมองเห็นได้ มาประยุกต์ใช้กับเชิงพาณิชย์ในการแนะนำโปรโมชั่นสินค้าและเก็บข้อมูลของลูกค้า โดยช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถทราบถึงความต้องการหรือความสนใจในชนิดประเภทสินค้าเพื่อที่เก็บข้อมูลและทราบถึงความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้อง โดยระบบทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกเป็นส่วนของโปรแกรมที่ให้ลูกค้าใช้งาน โดยจะแสดงข้อมูลโปรโมชั่นต่างๆบนแท็ปเล็ตวินโดวส์ 10 มี 3 ฟังชั่นท์หลักคือ เก็บข้อมูลจากใบเสร็จและเวลาที่ลูกค้าสนใจแล้วคำนวณออกมาเป็นโปรโมชั่น ส่วนแสดงโปรโมชั่นเฉพาะสินค้าที่ลูกค้าซื้อและส่วนแสดงโปรโมชั่นสินค้าที่ลูกค้าสนใจ โดยโปรชั่นที่แสดงนั่นจะมีความแตกต่างกันไปในลูกค้าแต่ละคนตามพฤติกรรมของลูกค้าคนนั้นๆ ส่วนที่สอง เป็นส่วนของ Admin หรือผู้จัดการระบบ ส่วนนี้จะเป็นโปรแกรมที่สามารถเพิ่ม ลบหรือแก้ไขสินค้ารายละเอียดของโปรโมชั่นทั้งหมดได้รวมไปถึงการจัดการข้อมูลในใบเสร็จของลูกค้าโดยส่วนนี้จะเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ส่วนที่สาม เป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ทั้งหมดได้แก่ ตัวส่งข้อมูลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในการควบคุมการกระพริบติดดับของหลอดไฟแอลอีดี ตัวรับข้อมูลจากสัญญาณแสง ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะทำงานควบคู่ไปด้วยกันส่ง-รับข้อมูลในรูปของ Package time count ของลูกค้าว่าลูกค้าใช้เวลาในการเลือกซื้อสินค้าแต่ละชนิดนานเท่าใดแล้วนำมาเก็บยังฐานข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมนำไปวิเคราะห์ต่อไป โดยทั้งหมดนี้จะทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบเพื่อให้ร้านค้าทราบถึงความสนใจหรือความต้องการของลูกค้า

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

- ยังไม่มีประสบการในการเขียนโปรแกรม ในตอนแรกจึงเริ่มต้นเขียนบน Android studio ก่อนแล้วค่อยเปลี่ยนมาพัฒนาบน Visual studio เนื่องจากฟังก์ชั่นที่ต้องใช้และการศึกษาค้นคว้าที่ง่ายกว่า แล้วเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ก็เป็นระบบ Windows แบบเดียวกัน
- ขาดประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมรวมถึงความรู้ในการประยุกต์ใช้ฟังก์ชั่นต่างๆในโปรแกรม โดยเฉพาะขั้นตอนการเชื่อมโปรแกรมกับ Database ซึ่งทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษาหาข้อมูล
- ในครั้งแรกโปรแกรมที่เขียนเสร็จยังไม่มีความยืดหยุ่นมากพอ เนื่องจากเขียนออกมาแบบ static เป็นส่วนใหญ่ทำให้ต้องมาค่อยแก้ไขในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกิดข้อผิดพลาดต่างๆ เมื่อนำโปรแกรมที่เขียนเสร็จใส่ลงในแท็ปเล็ต
- โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดเมื่อนำไปรวมกับส่วนฮาร์ดแวร์ทำให้ต้องเสียเวลาในการตรวจสอบโปรแกรมในแต่ละส่วนเพื่อหาสาเหตุ
- การส่งและการรับสัญญาณแสงยังมีความไม่ต่อเนื่องและไม่สามารถประมวลข้อมูลได้ทันที

5.3 แนวทางการแก้ไข

- ทดลองศึกษา หาข้อมูลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมจากตัวอย่างต่างๆและทำความเข้าใจระบบการทำงานของโปรแกรมรวมถึงการเขียนใช้งานฟังก์ชั่นต่างๆมากขึ้น โดยเริ่มจากศึกษาพื้นฐานการทำงานของภาษา C# และระบบฐานข้อมูล
- ปรึกษาเพื่อนหรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ได้ความรู้และแนวทางใหม่ๆที่จะนำมาประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งขึ้น
- ในส่วนของภาคส่งและรับสัญญาณแสงต้องมีการทำ Error detection และ Error correction เพื่อแก้ปัญหาข้อมูลผิดพลาดและข้อมูลไม่ต่อเนื่องได้

5.4 แนวทางการพัฒนาและนำไปใช้

- พัฒนาโปรแกรมให้มีความเสถียรและสมบูรณ์น่าใช้งานมากขึ้นและเพิ่มฟังก์ชั่นต่างๆเพื่อให้สะดวกกับลูกค้าที่ใช้โปรแกรม โดยโปรแกรมสามารถปรับตั้งค่าทุกอย่างได้ที่หน้าของผู้จัดการระบบ
- นำเทคโนโลยีการสื่อสารระยะสั้นชนิดอื่นๆมาประยุกต์ใช้งานเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการเก็บพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้า เช่น บลูทูธ หรือ ซิกบี เป็นต้น
- สามารถนำเทคโนโลยี VLC ไปประยุกต์ใช้งานได้ เช่น ใช้ในการการระบุตำแหน่งของคนไข้ภายในโรงพยาบาล หรือ การใช้แสงในการป้องกันการชนกันของรถยกสินค้าภายในโกดังเก็บสินค้า
- พัฒนาแอปพลิเคชั่นให้สามารถใช้งานบนสมาร์ทโฟนได้เพื่อง่ายต่อการใช้งานในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์หรือไอโอเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] S. Arnon, Shlomi. "Visible Light Communication", Cambridge CB2 8BS, United Kingdom: Cambridge University Press, 2015.

[2] M. GEORGE CRAFORD, RUSSELL D. DUPUIS, MILTON FENG, 50th Anniversary of the Light-Emitting Diode (LED): An Ultimate Lamp. Proceedings of the IEEE, Vol. 101, No. 10, October 2013.

[3] Tarun Agarwal, **Photodiode Working Principle, Characteristics and Applications**, 24 Feb 2017,www.elprocus.com/photodiode-working-principle-applications

[4] K.D. Johnston, "An opto-isolator interface circuit designed for testability" Date Added to IEEE *Xplore*: 06 August 2002, London, UK.

[5] **WHAT ARE MICROCONTROLLERS AND WHAT ARE THEY USED FOR?, © MikroElektronika.** (10 Dec 2016). เข้าถึงได้จาก learn.mikroe.com/ebooks/8051programming/chapter

[6] **ฟิสิกส์ราชมงคล, ทฤษฎีสีแสง** (25 พฤศจิกายน 2559). เข้าถึงได้จาก http://www.atom.rmutphysics.com/charud/naturemystery/colour

[7] securemate, **ความแตกต่างระหว่างสัญญาณ Analog และ สัญญาณDigital** (17 พฤศจิกายน 2559). เข้าถึงได้จาก: http://www.vcharkarn.com/blog/116679/95534

[8] พัชรินทร์ ดวงแก้ว, เครือวัลย์ วงค์ปัญญา. **พื้นฐานการสื่อสารเชิงแสง.** (25 มกราคม 2560). www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Principle_of_Optical_Communications

[9] สุชาติ กังวารจิตต์. 2532. หนังสือหลักการทำงานเครื่องส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร. พิมพ์ที่ หจก. เอช-เอน การพิมพ์ เขตยานนาวา กทม.

[10] Adisak chinawong. **การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน.** (9 พฤศจิกายน 2559). เข้าถึงได้จาก http://www.adisak51.com/page06_1.html

[11] STK@TEE. **UART/TTL/RS232/MAX232/MAX3232 คืออะไร.** (9 พฤศจิกายน 2559). เข้าถึงได้จาก http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/uart-ttl-rs232-max232-max3232.html

[12] **Unified Modeling Language.** (23 มิถุนายน 2560). เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/statenow/mainpage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[13] **ผังงาน (Flowchart Diagram).** (23 มิถุนายน 2560). เข้าถึงได้จาก: http://www.thaiall.com /flowchart/indexo.html

[14] Terry Halpin. **ORM.** (26 มิถุนายน 2560) เข้าถึงได้จาก: http://www.orm.net/pdf/ORM2.pdf

[15] **แนะนำให้รู้จักกับภาษา C#.** (26 มิถุนายน 2560). เข้าถึงได้จาก: http://marcuscode.com/lang/csharp/introduction

[16] Richard E. Blahut. **Theory and Practice of Error Control Codes.** Reading: Addition-Wesley publishing Company, Inc.1984.

[17] Judith S.Van ALSTYNE. **Professional and Technical Writing Strategies. International Edition.** New JERSEY: Prentice-Hall, Inc. 1986.

[18] Jose E. Franca, Yannis Tsividis, Editors. **Design of Analog-Digital VLSI** Circuits **for Telecommunication and Signal Processing.** 2nd ED. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.1994

[19] โอฬาร วงศ์วิวัฒน์. "ระบบการเรียนการสอนทางไกลแบบสื่อประสมผ่านดาวเทียม" **สารสนเทศลาดกระบัง,** ปีที่3, ฉบับที่ 1, มกราคม 2541. หน้า 31-41

[20] Shao M., Reed S. "On the VLSI Design of a Pipeline Reed-Solomon Decoder Using Systolic Arrays." **IEEE Trans. On Comput.,** vol. C-37, no. 10, Oct. 1988. pp. 1273-1280

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application displaying the promotion in department store with VLC

Pichit Srithabut, Summatta Chaipram and Athipat Sangtammarat

Asst.Prof.Dr.Panarat Cherntanomwong

Abstract

The objective of this thesis is applied Visible Light Communication (VLC) Technology in department store for identifying the position of customers and showing product promotions, as well as recording the shopping behavior of customers in the database. In the process of this system, this record is used to compare with customer bills to precisely show product promotions when customers will come back to department store next time. In this system, signal data is transmitted by microcontroller that assigns ID to each LED. Then, the data is further transmitted via LED with On-Off Keying modulation (OOK). For the receiver side, the photodiode can detect this data and pass it through to computer for converting light to ID. After that, this ID is sent to the Windows10 tablet for forwarding ID to server and querying product promotions from database to show on Windows10 tablet screen attached on the shopping cart. The experiment result are able to show the current locations of customers and to demonstrate the product promotion in the Tx-Rx range of 210 cm.

Introduction

When we go shopping in department store, we can not know all promotions. This project is developed to help customers to know all promotions when they walk through the LED. This project not only helps customers, but also helps the department store. When the customers walk through and stay near the light, shopping behavior of each customer is monitored and further sent to database. This data will help recommending products to customers when they come back for shopping at the department store next time. Another thing we have made for helping department store is the management program. This program can help department store to edit all of product promotions in the department store. For the customer side, the system is designed to run on the Windows10 tablet.

Methodology

The system is divided into 3 parts. The first part is the transmitter side. Arduino IDE is used for to assign each ID for LED. The second part is the receiver side where customers and management programs are developed using Visual Studio 2015. The receiver is connected to Windows 10 tablet for sending ID to query product promotions and collect shopping behavior of each customer. For the third part, the database systems are developed using Microsoft SQL server 2008 for storing and querying data.

Results

When the program is turned on, the customer is requested to register to the program by phone number. After that, the main page program will show all product promotions for today. When customers walk through the LED, the product promotion will appear on the Tablet screen and capture the shopping behavior of each customer. When the customers pay the bill, the LED in front of the cashier is used to connect with receipt database to match with ID of customer for collecting the shopping behavior of the customer. So, when the customer comes back for shopping next time, the main page will show recommended products with the promotions to the customer. These recommended products are estimated using the recommendation method by using the shopping behaviors of the customers and receipt data for each customer.

Conclusion

This project proposes the system to help customer to easily know all product promotions in the department store. Moreover, this system can help the department store to know shopping behavior of each customer. This can make the department store develop and improve their services.

References

[1]Dr.Isaac Jamieson,Visible Light Communication(VLC) Systems,[cited 2013 Aug 28],Available from: http://bemri.org/visible-light-communication.html

[2]Patchara, Puminan and Alisa, (2556),Application of location finding of customer in department store with visible light communication, Thesis of Information Engineering Faculty of Engineering KMITL

[3]Wisarut Chanthaeasena, (2558)Study on indoor localization system using visible light communication , Thesis of Information Engineering Faculty of Engineering KMITL

E-mail: panarat.ch@kmitl.ac.th,
56010853@kmitl.ac.th, 56011297@kmitl.ac.th, 56011396@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

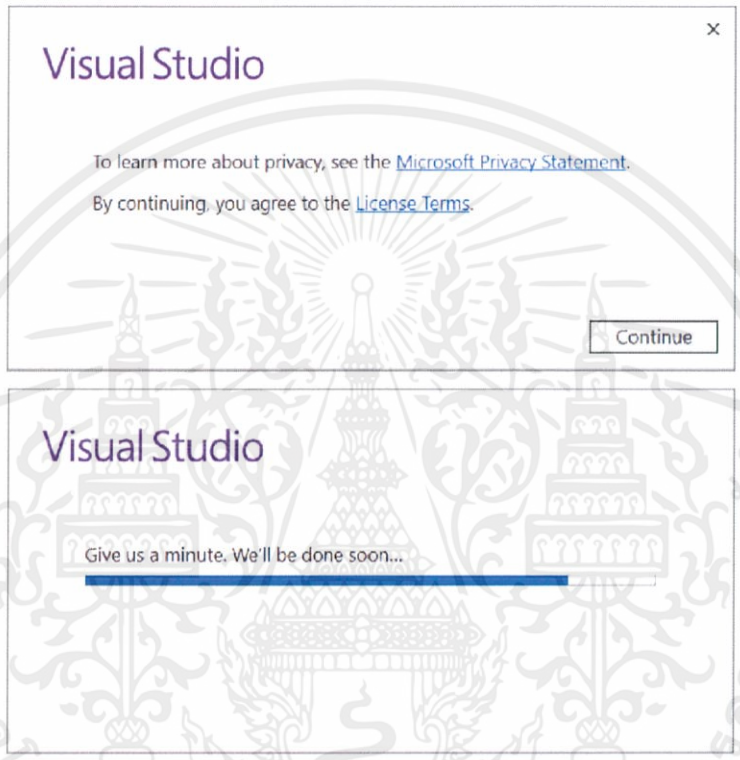
ภาคผนวก ข

การติดตั้งโปรแกรม Visual studio 2015

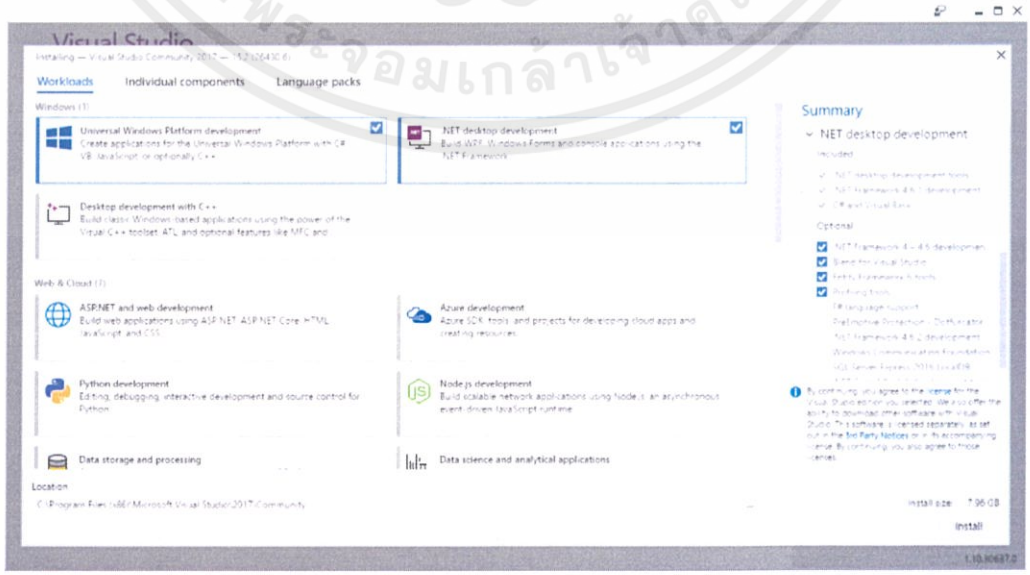
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Visual studio

1. ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก www.visualstudio.com/downloads
2. เลือก Visual studio community และกดดาวน์โหลด
3. กด Run โปรแกรมเพื่อทำการติดตั้ง

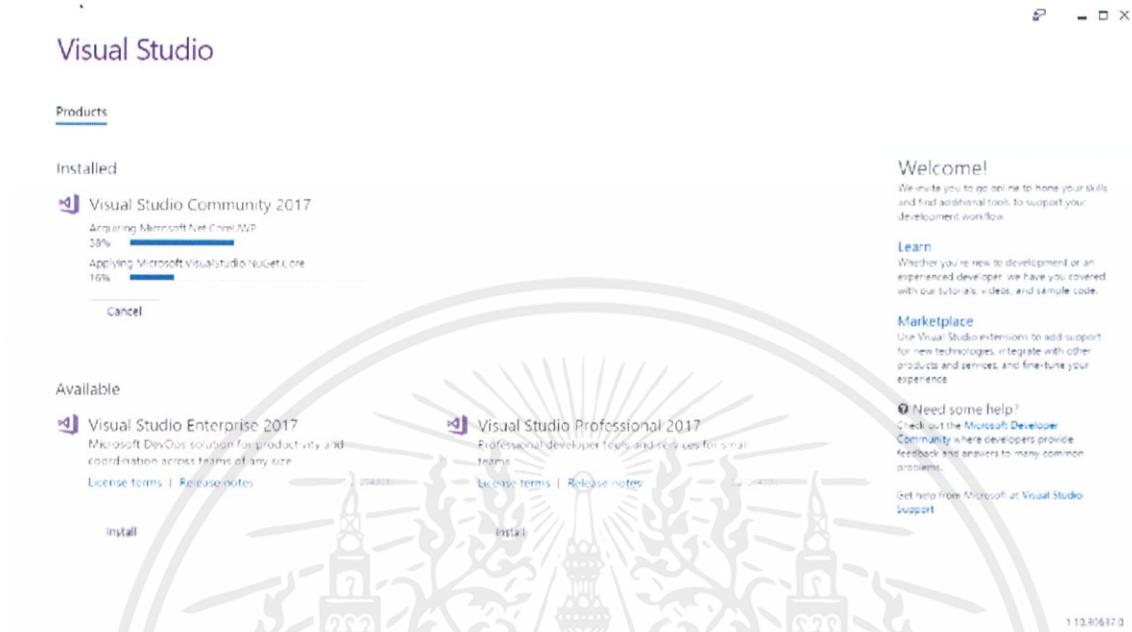


4. เลือก Platform ที่ต้องการติดตั้ง (เลือก Universal windows platform และ .NET) กด Install

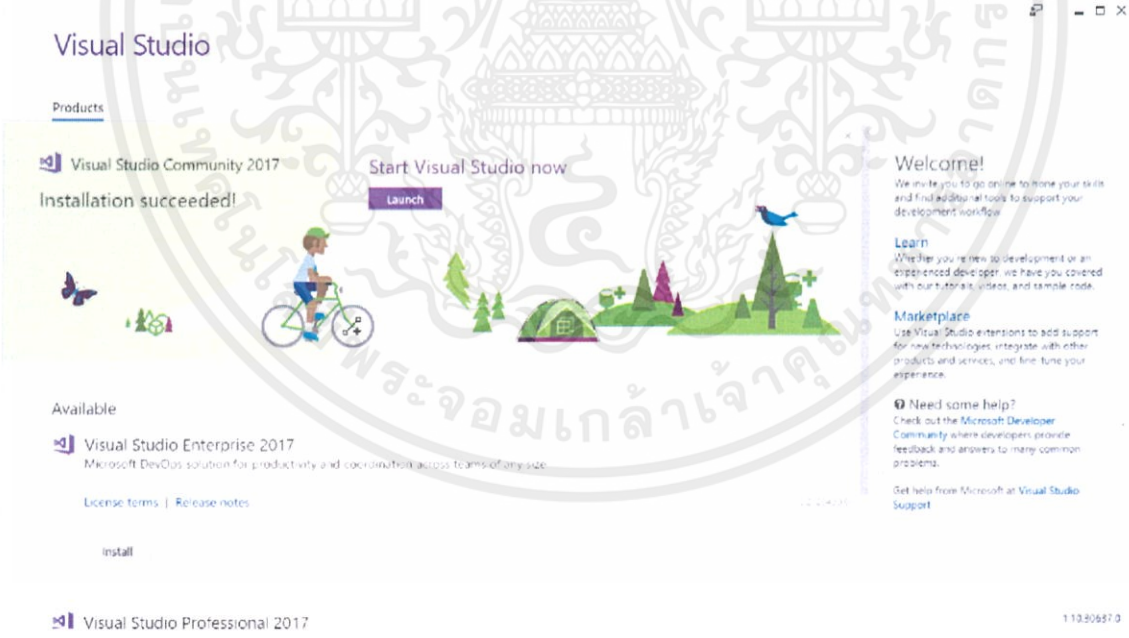


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอโปรแกรมติดตั้ง



5. ลงโปรแกรมเสร็จ และสามารถเข้าใช้งานได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

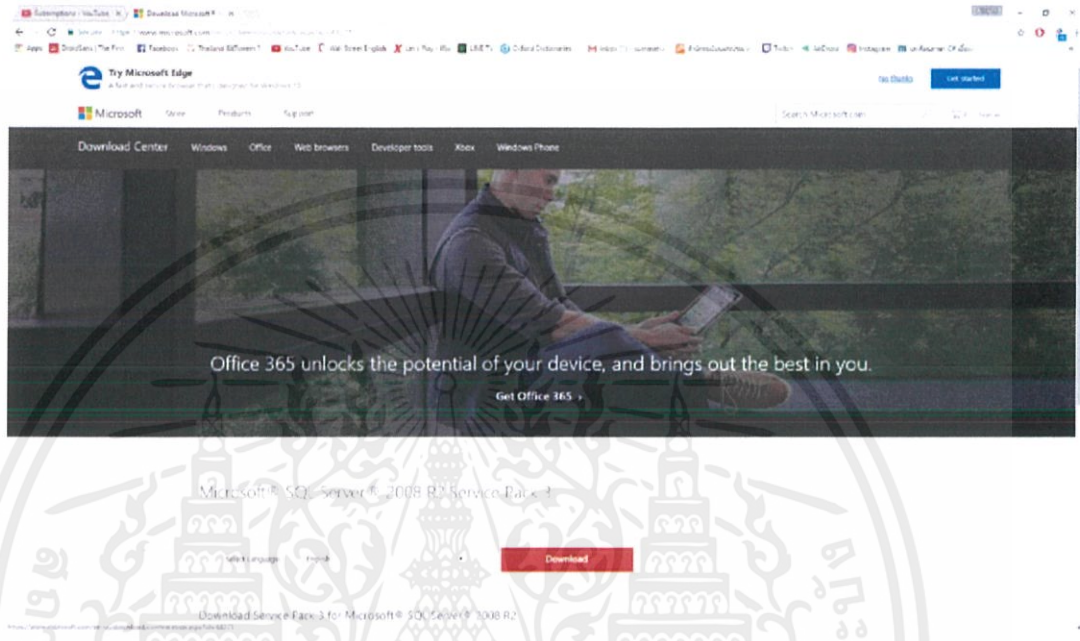
ภาคผนวก ค
การติดตั้งโปรแกรม Microsoft SQL server 2008 R2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Micro soft SQL Server 2008 R2

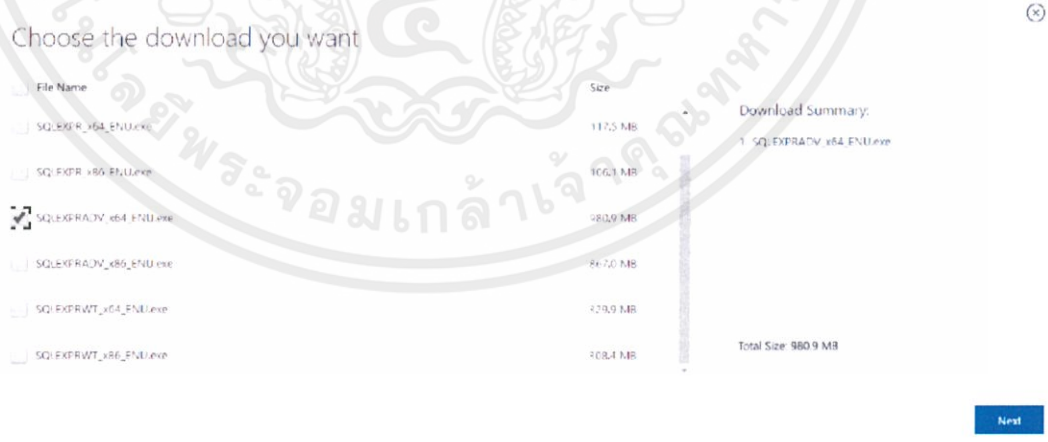
1. ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก

   https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44271



   Click ที่ปุ่ม Download

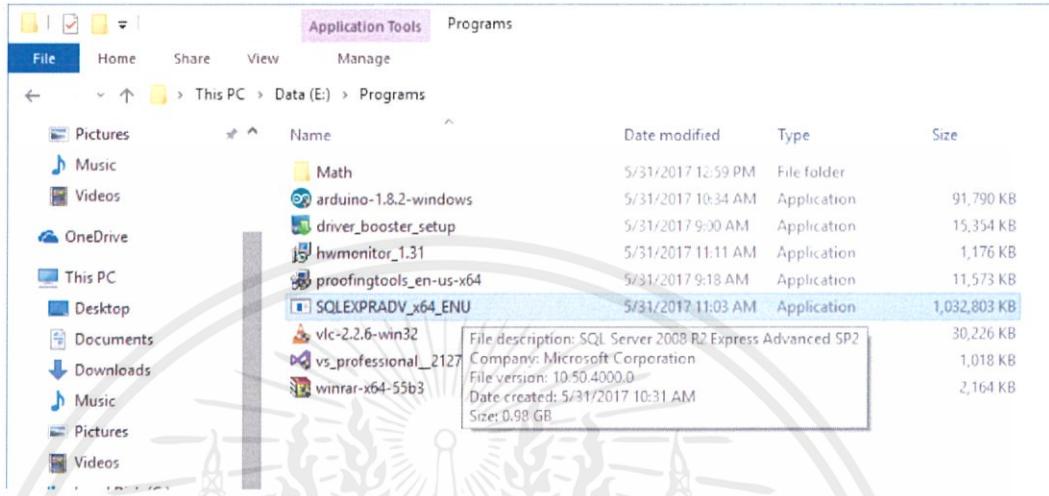
2. เลือก SQLEXPRADV_x64 สำหรับคอมพิวเตอร์ 64 bit และ x86 สำหรับคอมพิวเตอร์ 32 bit



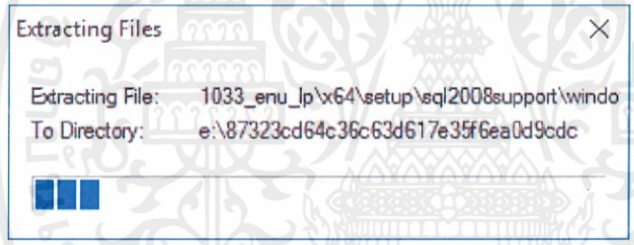
   หลังจากนั้นกดปุ่ม Next เพื่อทำการดาวน์โหลดโปรแกรม

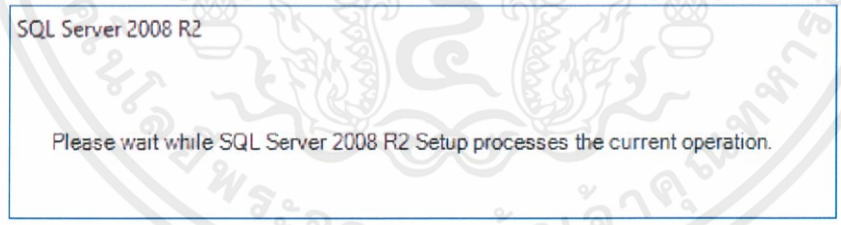
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เข้าไปยังโฟลเดอร์ที่ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมมา ดับเบิ้ลคลิ๊กเพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



4. รอทำการติดตั้ง

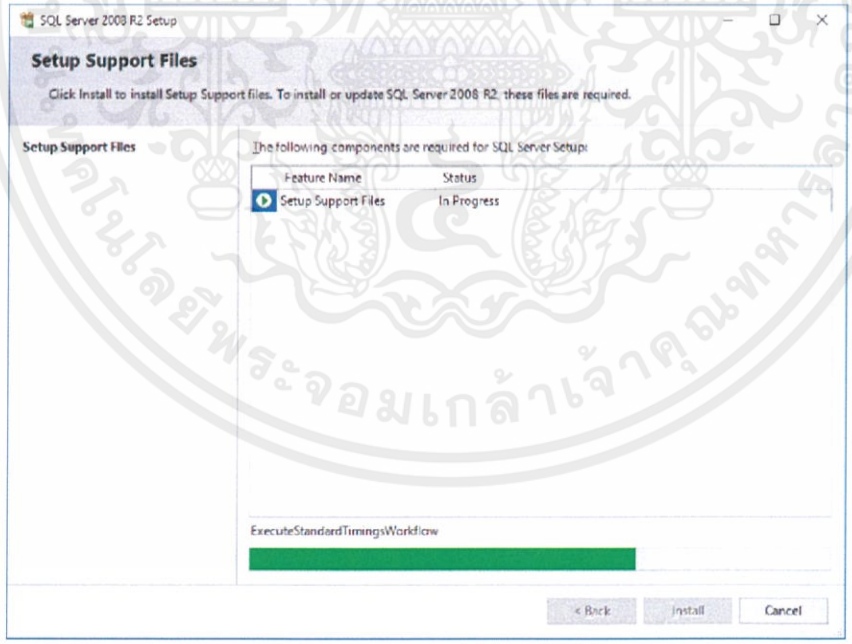




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

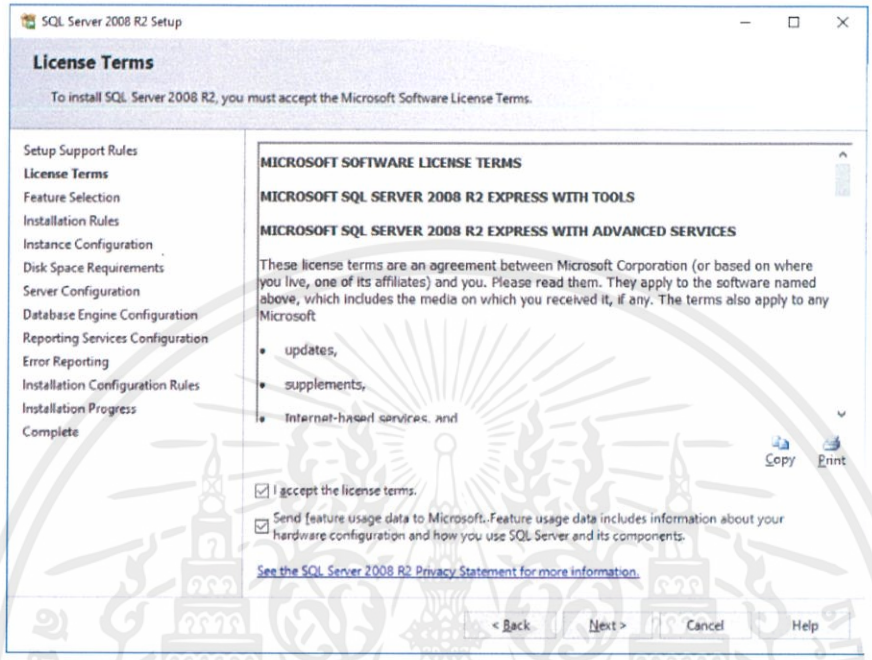
5. เลือก New installation สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ยังไม่เคยลงโปรแกรมมาก่อน

6. รอทำการติดตั้ง

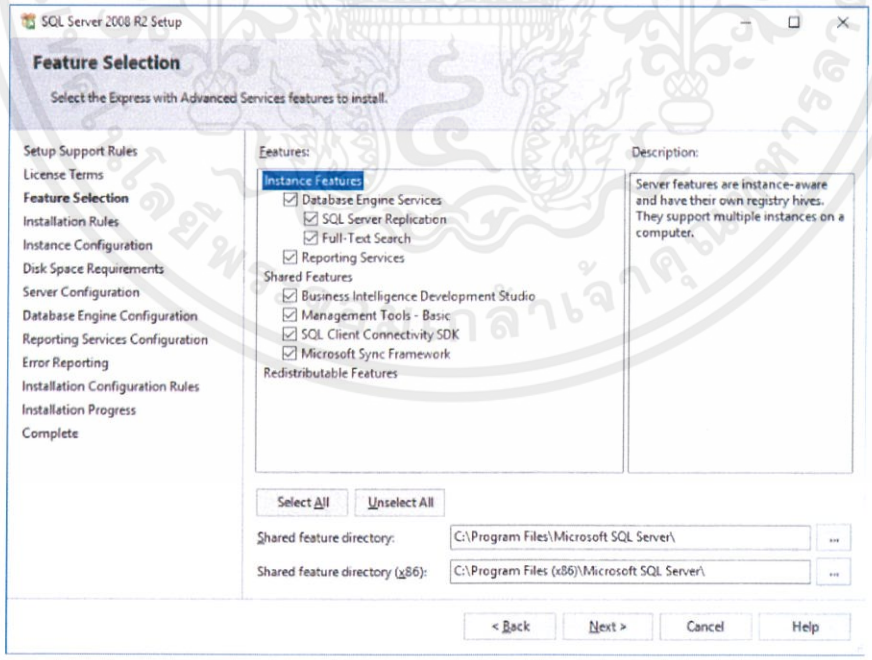


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กดเลือกที่ I accept the license terms และ Send feature usage data to Microsoft. หลังจากนั้นกดปุ่ม Next

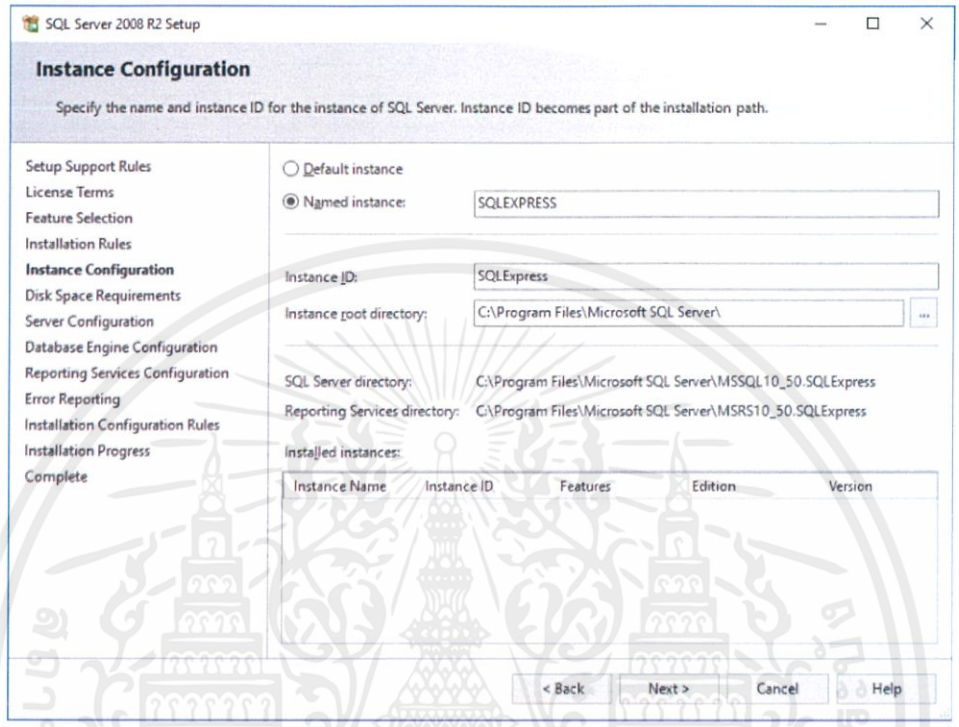


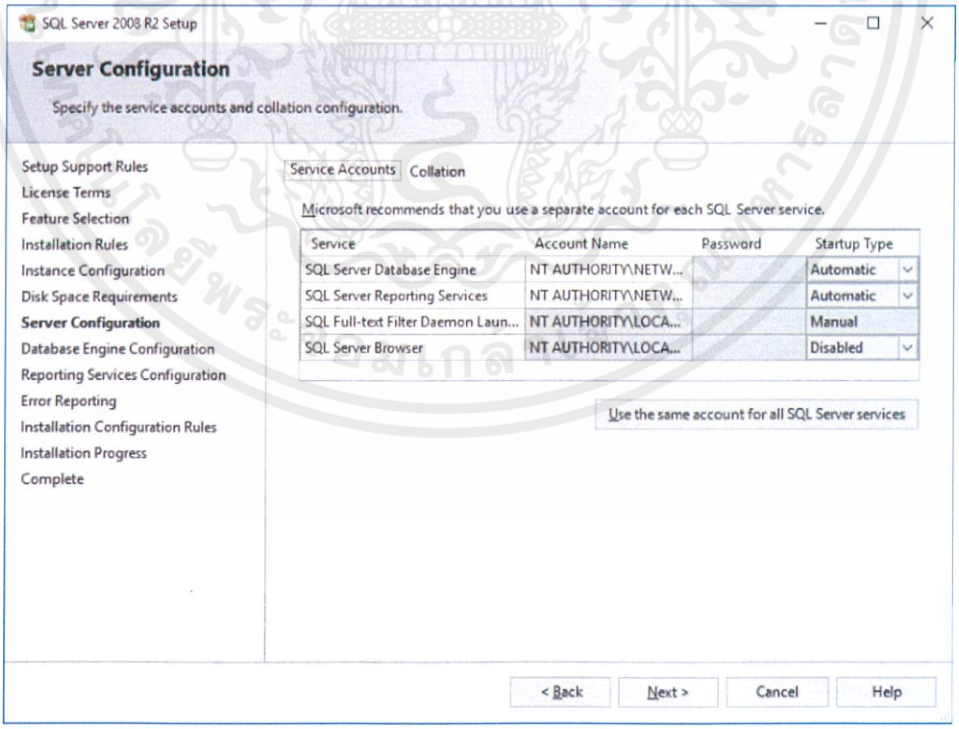
8. กดเลือกทั้งหมด แล้วกดปุ่ม Next



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

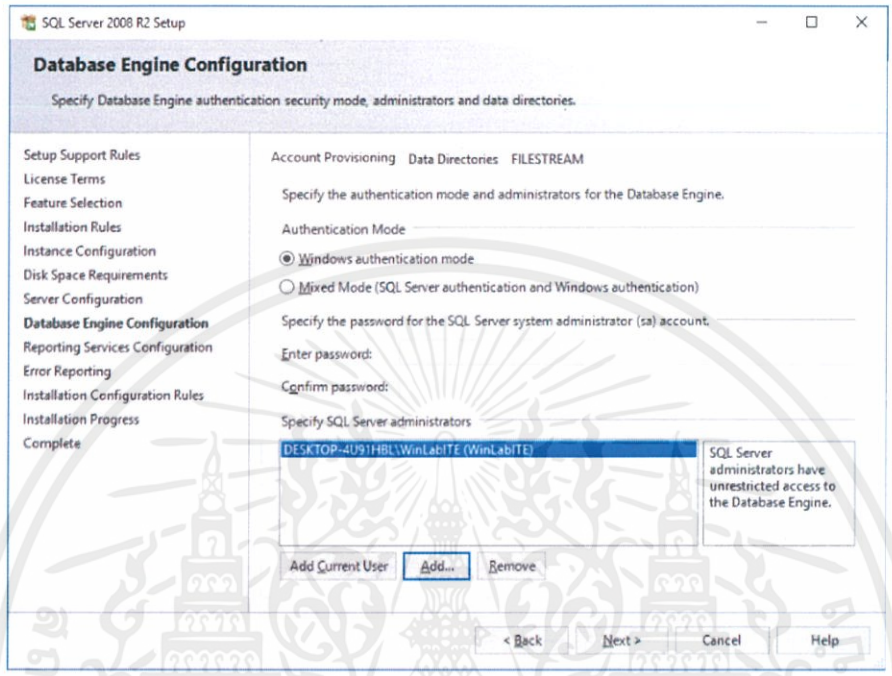
9. กดปุ่ม Next



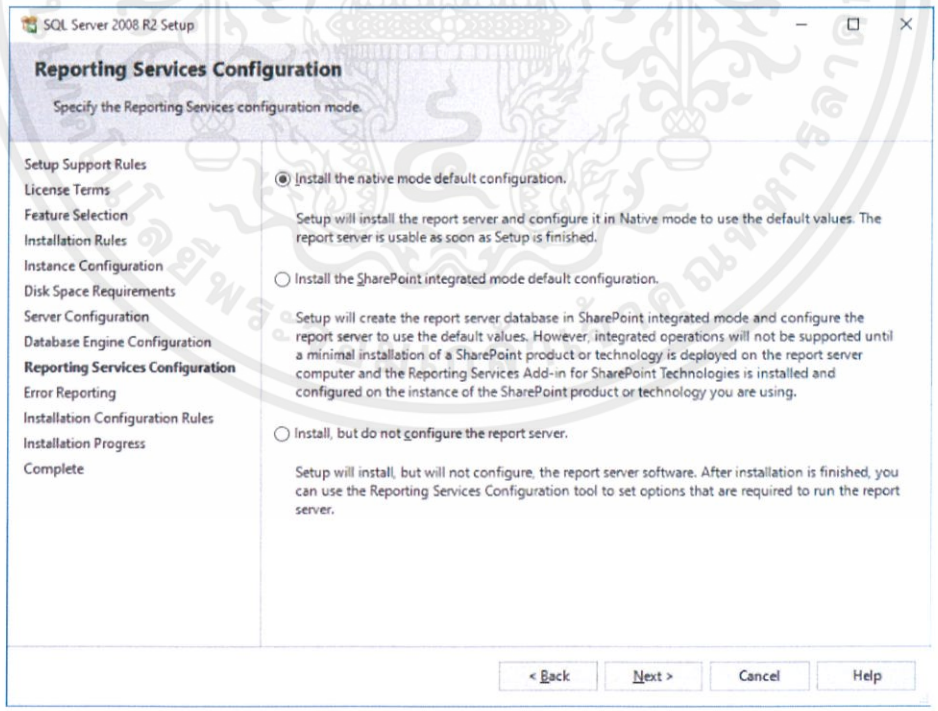


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เลือก Windows authentication mode แล้วจึงกดปุ่ม Next

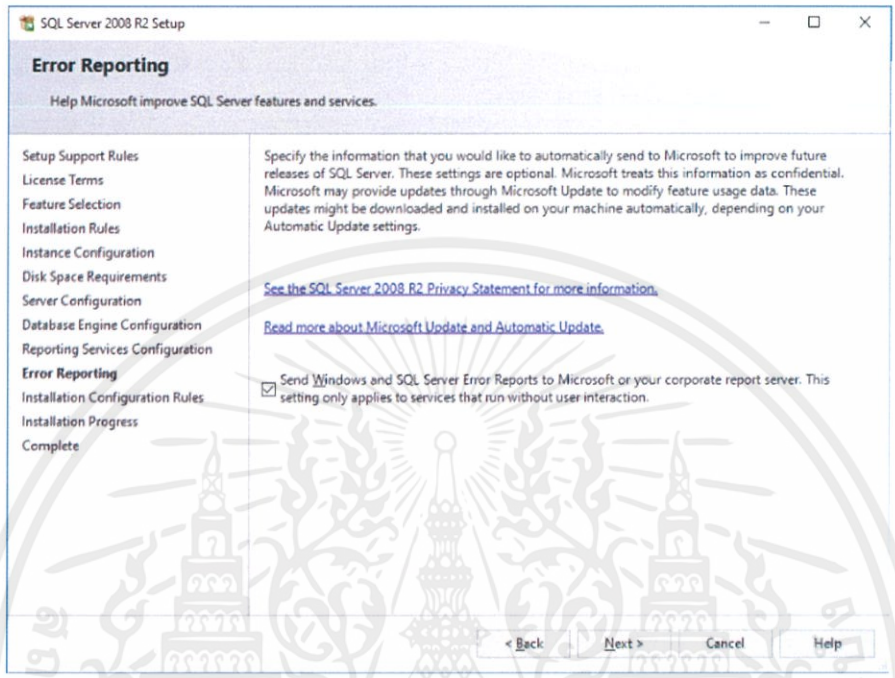


11. เลือก install the native mode default configuration

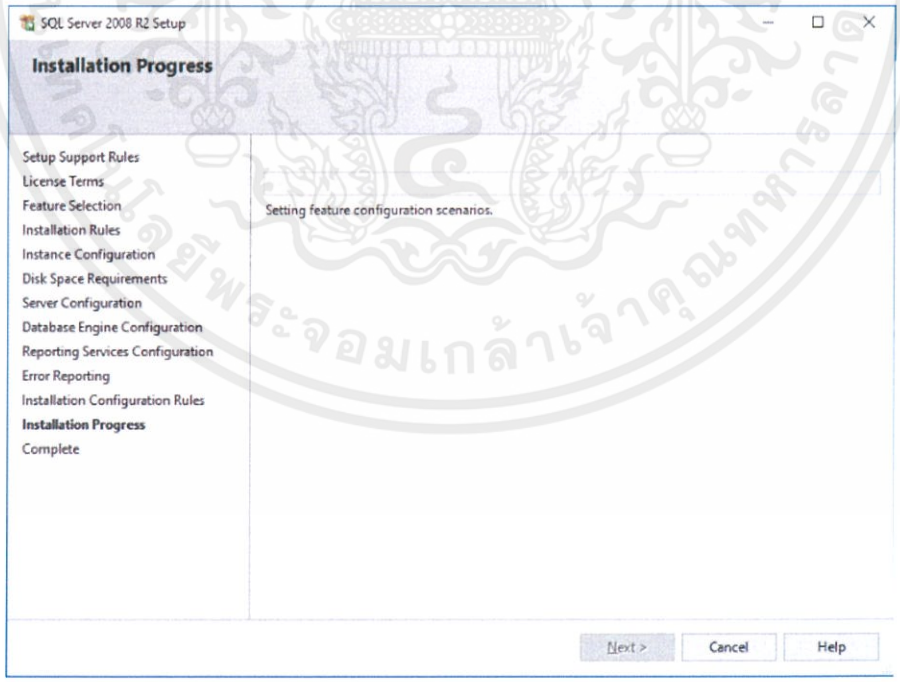


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. กดปุ่ม Next

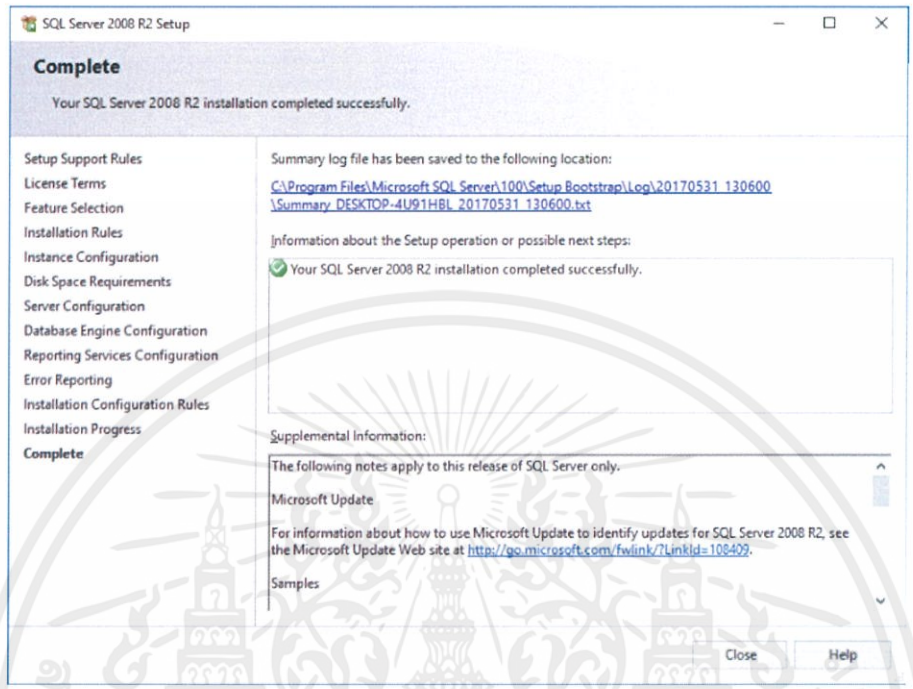


13. รอโปรแกรมติดตั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. โปรแกรมติดตั้งเสร็จ สามารถเข้าใช้งานโปรแกรมได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE และการอัปโหลดไฟล์ลง Arduino Pro Mini

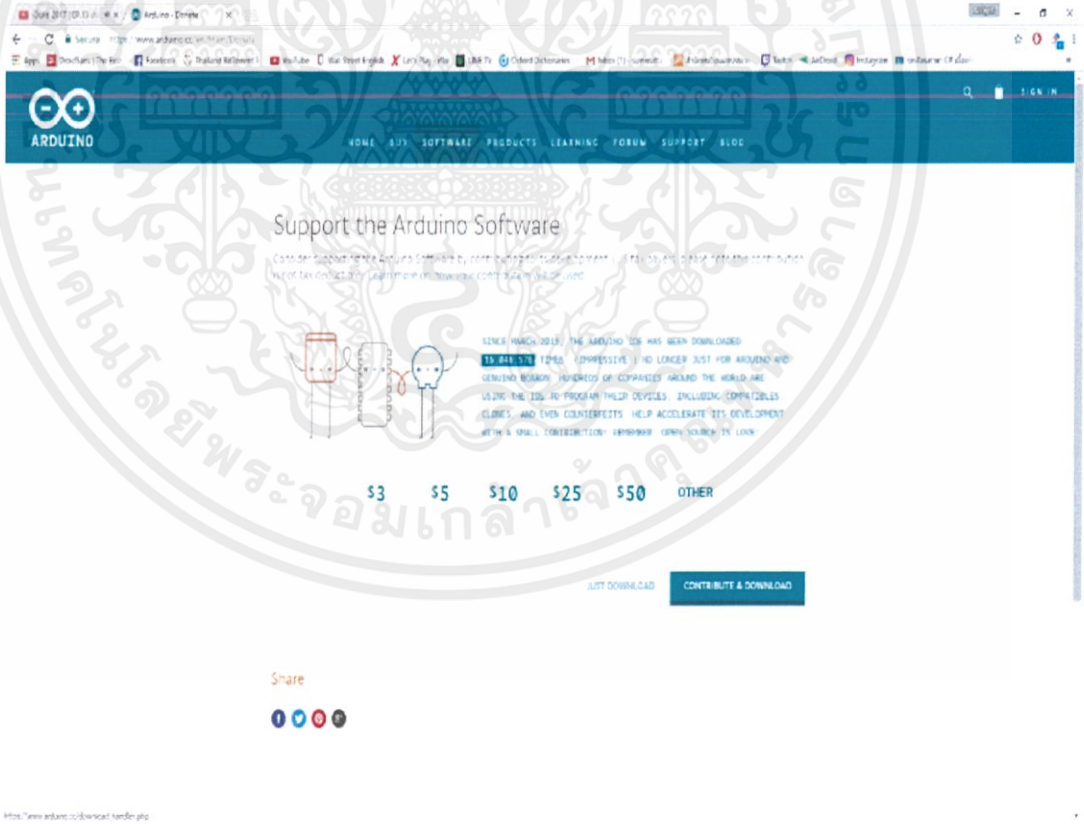
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE และการอัปโหลดไฟล์ลง Arduino Pro Mini

1. ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก https://www.arduino.cc/en/Main/Software

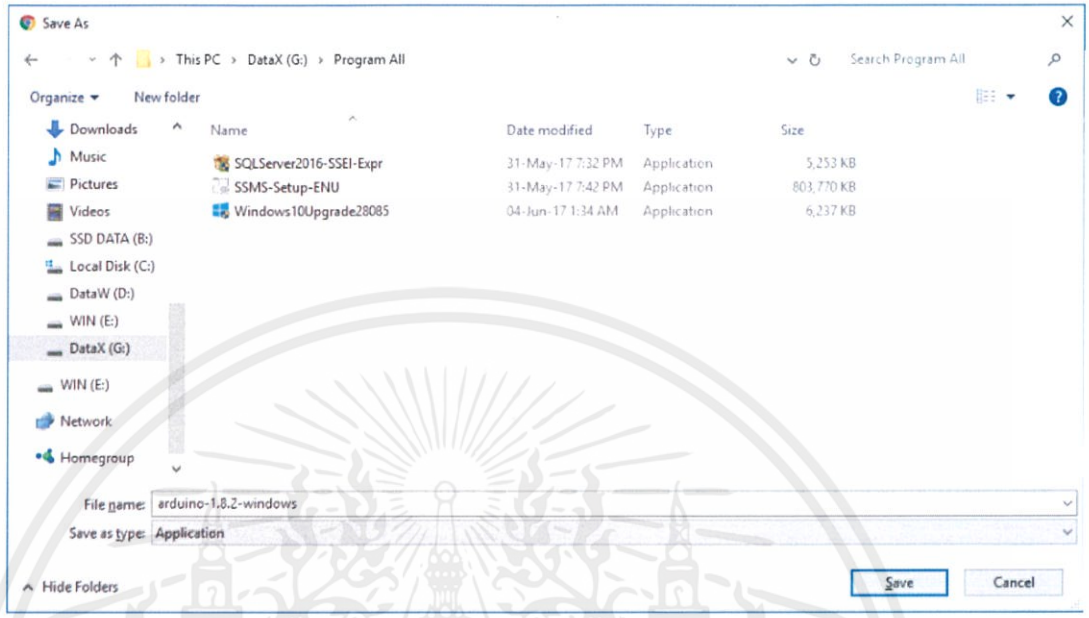
โดยเลือก Windows installer แล้วดาวน์โหลดโปรแกรมลงในคอมพิวเตอร์

2. โดยกด Just download



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

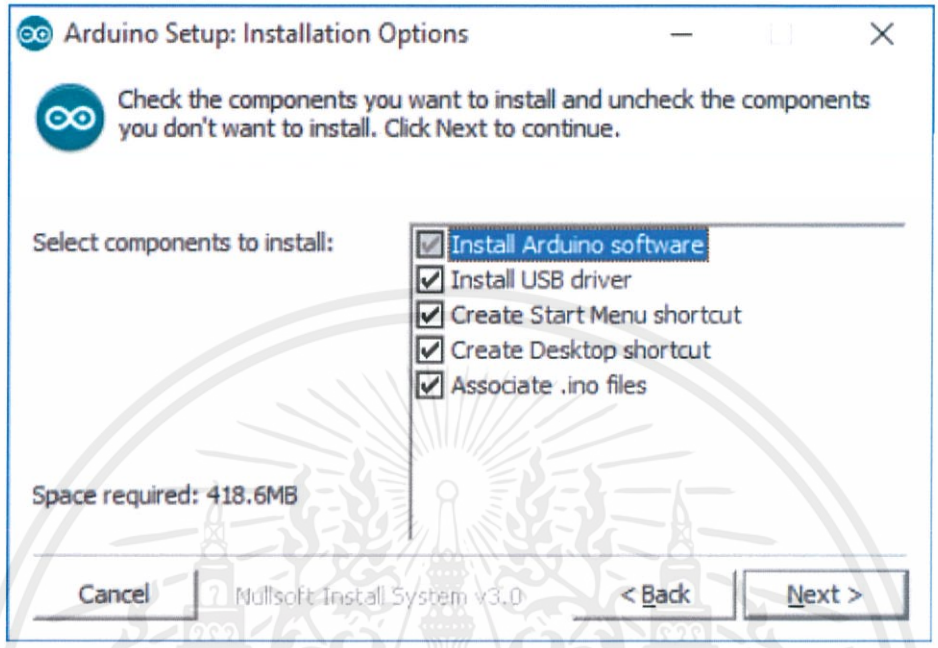
3. เลือกโฟล์เดอร์ที่ต้องการนำไฟล์เก็บไว้



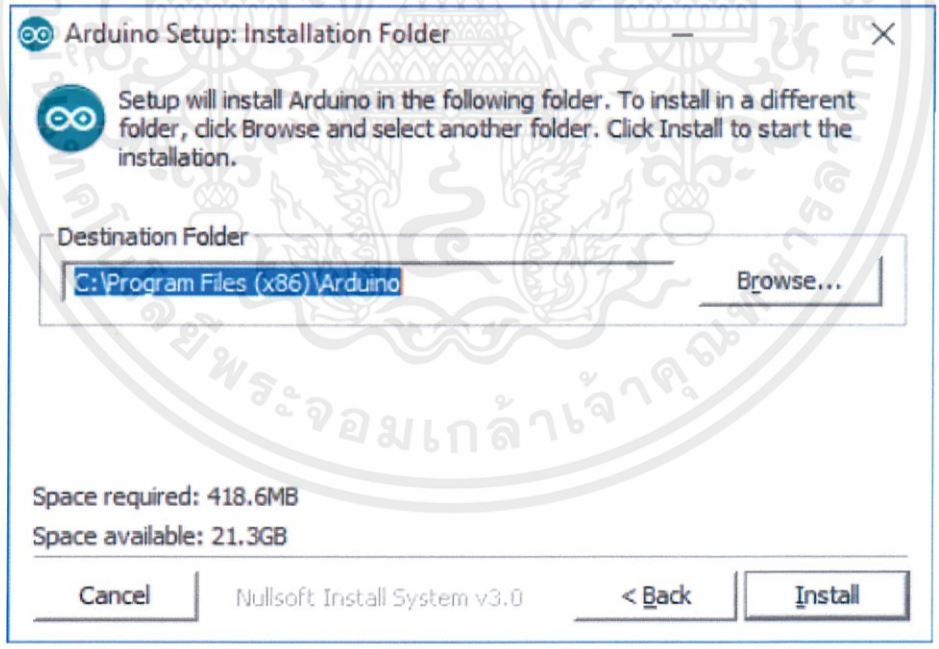
4. ดับเบิ้ลคลิ๊กที่ไฟล์โปรแกรม หลังจากนั้นกดปุ่ม I Agree

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกให้ครบทุกช่อง แล้วกดปุ่ม Next

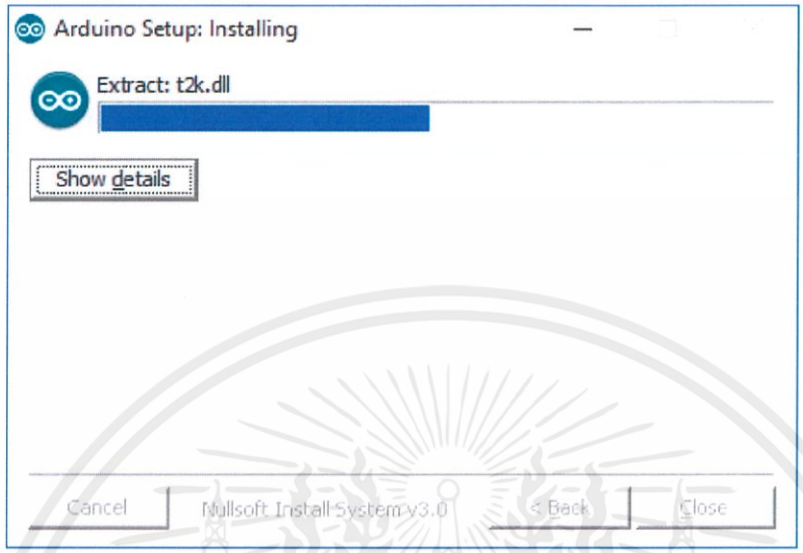


6. เลือกโฟล์เดอร์ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม

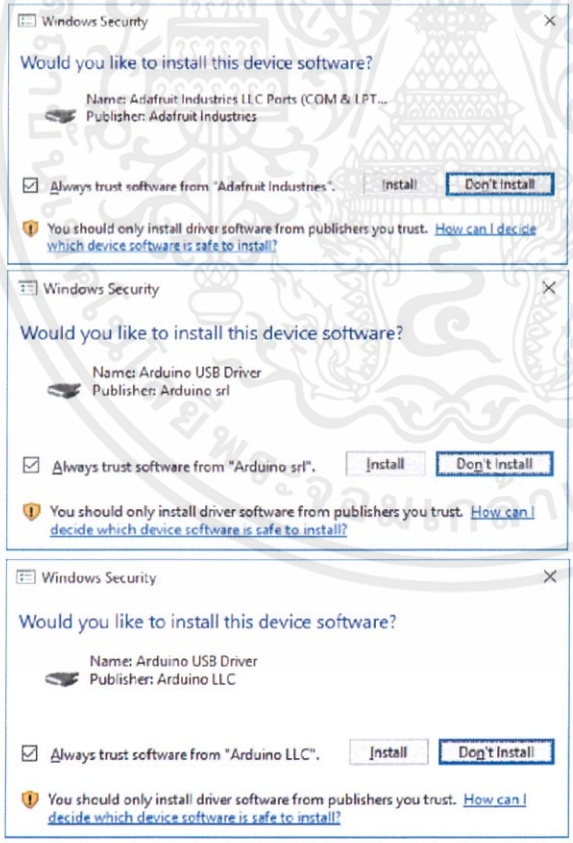


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รอติดตั้งโปรแกรมจนเสร็จ

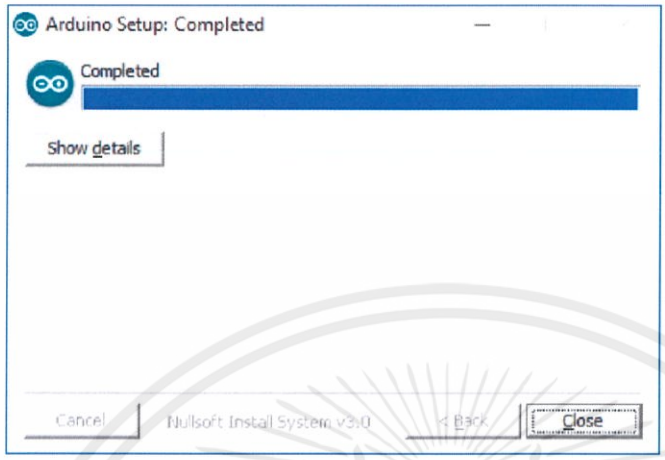


8. ทำการติดตั้ง USB Driver กดที่ปุ่ม Install



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อย กดปุ่ม Close

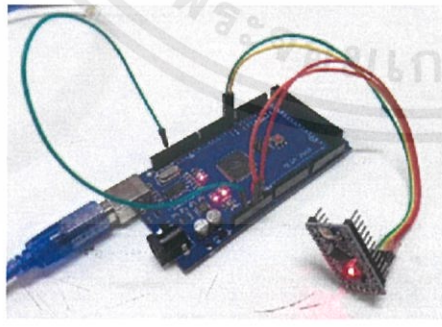


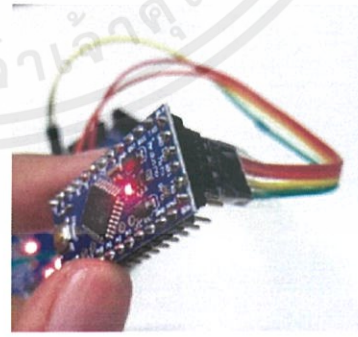
การอัปโหลดไฟล์ลง Arduino Pro Mini

1. เตรียมไมโครคอนโทรลเลอร์สองชนิด คือ Arduino Mega 2560 R3 และ Arduino Pro Mini

Arduino Mega 2560 R3	Arduino Pro Mini
GND	GND
5V	VCC
RX0 <- 0	RX
TX0 -> 1	TX

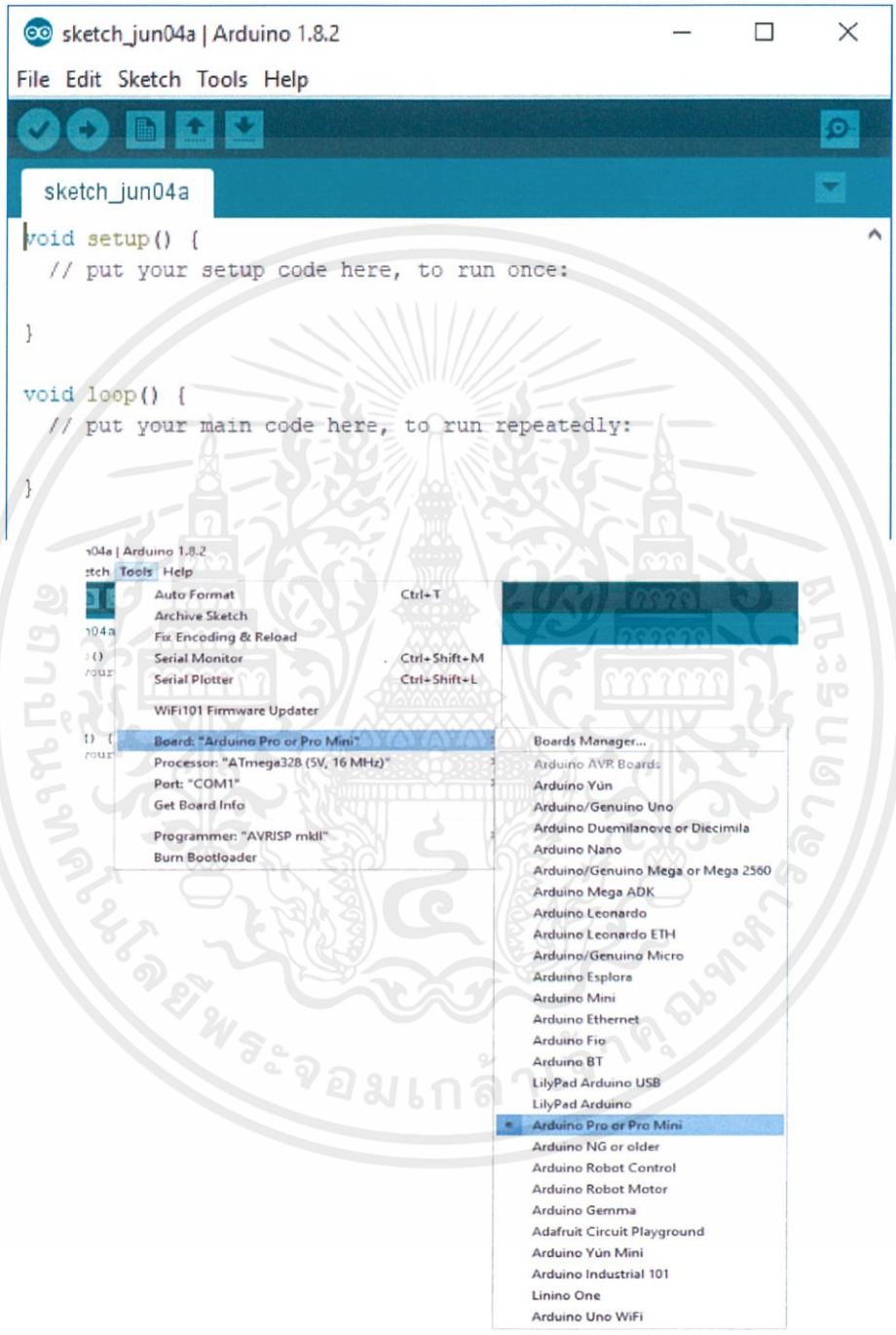
และที่ Arduino Mega 2560 R3 ให้เชื่อมต่อขา Reset ไปยัง GND ของอีกฝั่งดังรูป





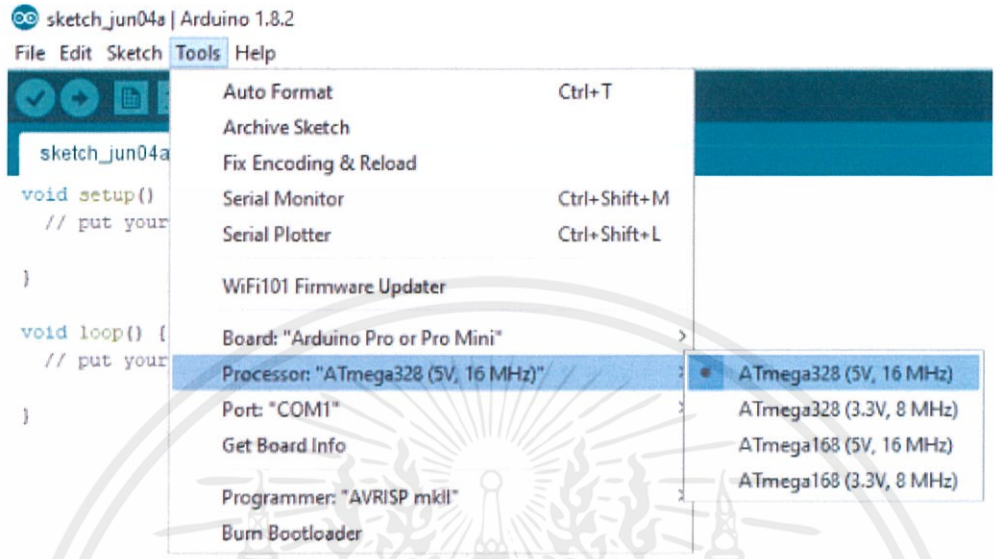
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเข้ามายังหน้าโปรแกรมให้เลือกในแถบ Tools เลือก Board และเลือก Arduino Pro or Pro Mini

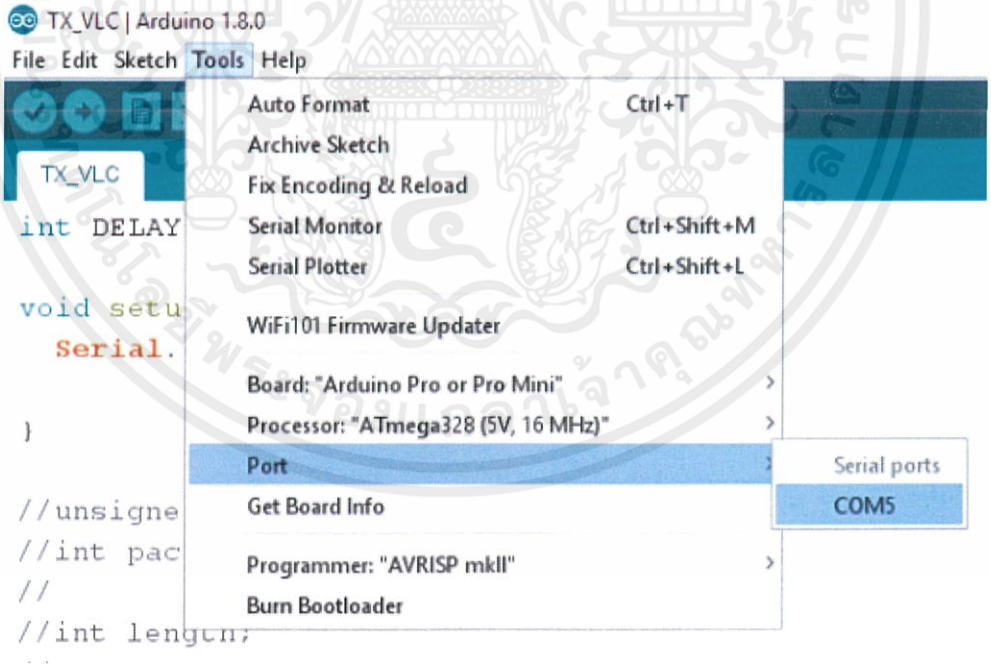


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลังจากนั้นเลือก Processor ให้เลือก ATmega328 รุ่น 5V 16 MHz

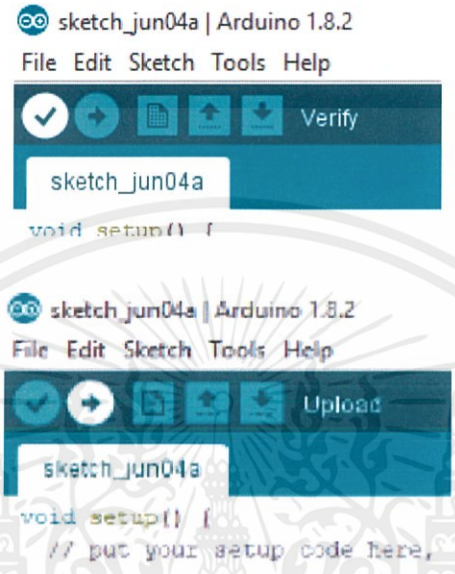


4. ทำการเชื่อมต่อ Arduino Mega 2560 R3 เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ท USB หลังจากนั้นเลือก Port ที่ทำการเชื่อมต่อ

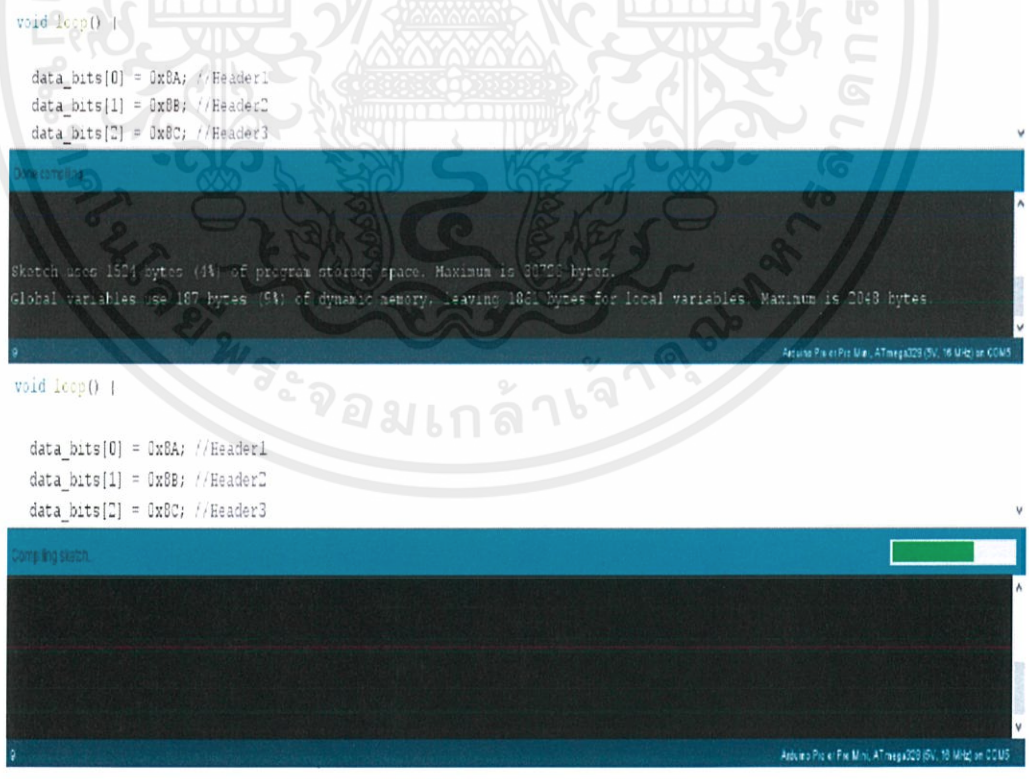


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ก่อนทำการอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino ให้กดปุ่ม verify เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อนอัปโหลด เมื่อ Verify ผ่าน ให้กดปุ่ม Upload

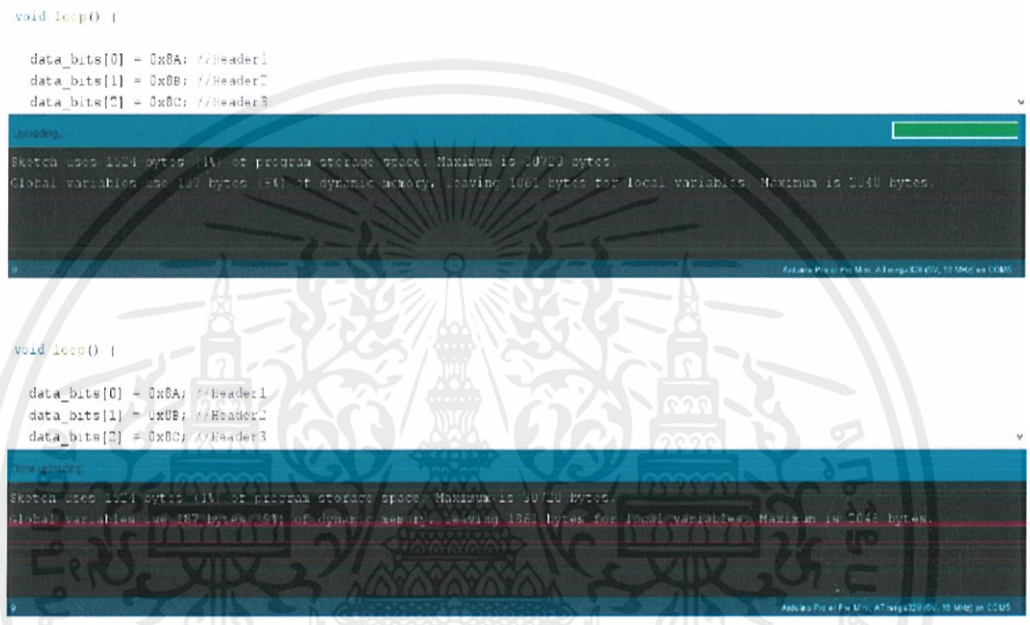


6. เมื่อกดปุ่ม Verify ให้รอจนขึ้นข้อความว่า “Done Compiling”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังจาก Verify เรียบร้อยให้ทำการกด Upload เพื่อทำการอัปโหลดไฟล์ลงไปในบอร์ด Arduino จะปรากฏข้อความว่า “Uploading” สังเกตุให้แถบสีเขียวล่างขวา หลังจากนั้นให้กดปุ่ม Reset บนบอร์ด Arduino Pro Mini ไฟที่บอร์ด Arduino จะพริบหนึ่งครั้งแล้วจะปรากฏข้อความว่า “Done Uploading” ที่มุมล่างซ้าย ก็จะสามารถนำเอา Arduino Pro Mini ไปใช้งานได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้