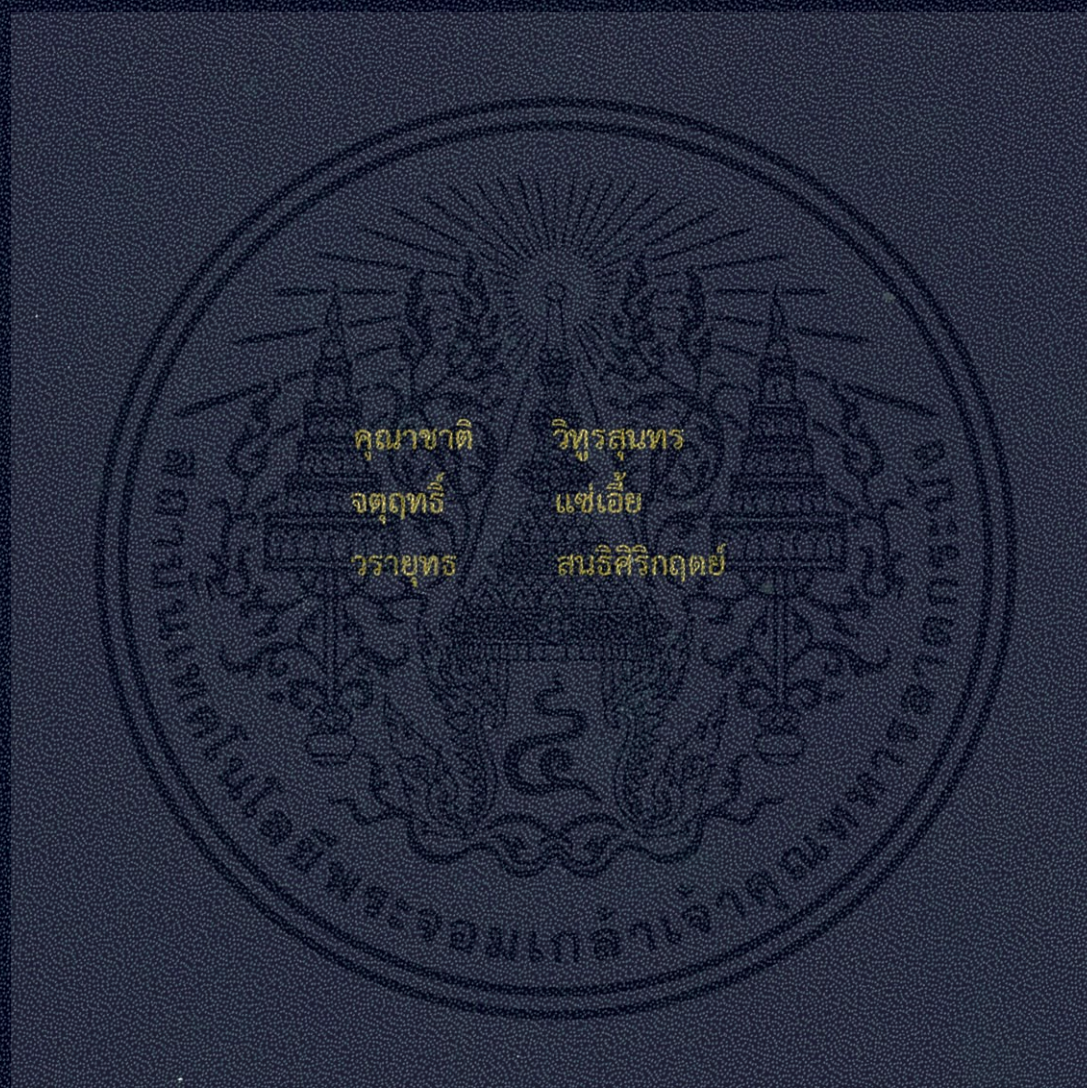


ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ
VENDING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ
VENDING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VENDING MACHINE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ	
	VENDING MACHINE	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายคุณาชาติ	วิฑูรสุนทร
	นายจตุฤทธิ์	แซ่เอี้ย
	นายวรายุทธ	สนธิศิริกฤตย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ประภาช	อุคคกิม่าพันธุ์
ปีการศึกษา	2556	

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค และคำนึงถึงความเท่าเทียมกันทางสังคม จึงได้ออกแบบตู้ขายสินค้าอัตโนมัติตามแนวคิดของ อารยสถาปัตยกรรม (Universal Design) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับคนทุกกลุ่มในสังคม ทุกเพศ ทุกวัย ทุกสภาพร่างกาย ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติมีสินค้าหลากหลายประเภทให้เลือกซื้อ ซึ่งใช้ Raspberry Pi เป็นบอร์ดควบคุมการทำงาน ใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรม โดยผู้ซื้อสามารถชำระเงินเป็นเงินสด เครื่องสามารถรับได้ทั้งเหรียญและธนบัตร และสามารถทอนเงินได้เฉพาะเหรียญ 1 บาทเท่านั้น ส่วนในการจ่ายสินค้าใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อนการเคลื่อนที่ของสปริง โดยเครื่องจะมีการตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์ หากมอเตอร์ไม่ทำงาน หรือเกิดเหตุขัดข้องเกิดขึ้นที่โปรแกรม สามารถตรวจจับได้ ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติจะทำการคืนเงินให้แก่ผู้ใช้บริการ ตามราคาสินค้า นอกจากนี้ยังสามารถดูสถานะของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์

Thesis Title	VENDING MACHINE	
Authors	Mr. Kunachat	Witoonsoontorn
	Mr. Jatulit	Saeae
	Mr. Warayuth	Sonthisirikrit
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Prapart	Ukakimaparn
Year	2013	

ABSTRACT

This thesis has been prepared vending machine to facilitate the consumers. It also takes consideration social equality and that is concept to choose universal design be idea for design a vending machines for everyone in society, for every gender, for every ages, for all physical condition. The vending machine have a many type of product to buy which control by raspberry pi ,Board for control process and use python language to create program. Consumers pay in cash. The vending machine can receive both coins and banknotes and can change money only 1 baht coins only. In order to pay using DC motors to drive the movement of the spring. The vending machine will have to check the motors. If the motor does not run or failure occurs, the program can detect then the vending machine refund money back to customers. They can also view the status of vending machines by computer network.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องตู้ขายสินค้าอัตโนมัติสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกคือ รองศาสตราจารย์ประภาช อุดคกิมพันธ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำในการออกแบบตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ รวมถึงช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ท่านที่สองที่เจต จากบริษัท Frigel ซึ่งคอยให้คำแนะนำด้านการออกแบบโครงสร้างตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ และคำแนะนำอื่น รวมถึงอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ จนนำไปประยุกต์ใช้ได้จนเกิดผลสำเร็จ

ขอบคุณเพื่อนทุกคนภายในสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้คำแนะนำ ช่วยเหลือสิ่งต่างๆตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จนี้ โดยคอยให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา



คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 Raspberry Pi.....	3
2.1.1 ระบบปฏิบัติการ Raspbian.....	4
2.2 Python.....	4
2.2.1 คุณสมบัติเด่นของภาษา Python.....	5
2.2.2 หลักการทำงานของภาษา Python.....	5
2.3 RS-232.....	6
2.3.1 ตำแหน่งขาต่างๆของคอนเน็คเตอร์ อนุกรมแบบ DB9.....	7
2.3.2 ระดับสัญญาณของ RS-232.....	8
2.3.3 อัตราการส่งข้อมูล.....	8
2.3.4 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม.....	8
2.3.4.1 การสื่อสารแบบซิงโครนัส.....	8
2.3.4.2 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส.....	9
2.4 หลักการทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	10
2.4.1 การควบคุมทิศการหมุนของ DC motor.....	10
2.4.2 ไอซี drive motor L293D.....	12
2.4.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของไอซี L293D.....	12
2.5 การแสดงผลของโมดูลแอลซีดี.....	13
2.5.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของโมดูลแอลซีดีแบบตัวอักษร.....	13
2.5.2 ตำแหน่งขาและหน้าที่ของโมดูลแอลซีดี.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.6	คีย์แพด.....	14
2.7	เครื่องรับเหรียญ ICT รุ่น UCAES.....	15
2.7.1	คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES.....	16
2.8	เครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 ของ ITL.....	17
2.8.1	คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20.....	17
2.9	เครื่องทอนเหรียญ.....	17
2.9.1	คุณลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องทอนเหรียญ.....	18
2.10	ภาษา HTML.....	18
2.10.1	องค์ประกอบพื้นฐานของ HTML.....	19
2.10.2	รูปแบบของการเขียน HTML.....	19
2.10.3	การจัดวางตำแหน่งของแท็ก.....	19
2.11	ภาษา PHP.....	20
2.11.1	โครงสร้างของภาษา PHP.....	20
2.11.2	ตัวอย่างการเขียน PHP.....	20
2.11.3	ความสามารถของภาษา PHP.....	20
2.12	ภาษา SQL.....	21
2.12.1	ประเภทการทำงานของSQL.....	21
2.12.2	ประโยชน์ของภาษา SQL.....	21
2.12.3	ประเภทการคำสั่งของSQL.....	22
2.13	ภาษา jQuery.....	22
2.13.1	ความสามารถของ jQuery.....	22
2.14	Ajax.....	22
2.14.1	ข้อดีของ AJAX.....	23
2.15	ภาษา JavaScript.....	23
2.15.1	การทำงานของ JavaScript.....	23
2.15.2	JavaScript ทำอะไรได้บ้าง.....	23
2.16	CSS.....	24
2.16.1	ข้อดีของCSS.....	24
2.16.2	ข้อแตกต่างระหว่าง CSS กับ HTML / XHTML.....	24
2.17	อารยสถาปัตยกรรม.....	24
2.17.1	องค์ประกอบและหลักการของอารยสถาปัตยกรรม.....	25
2.18	ระดับของผู้พิการ.....	25
2.18.1	ความพิการทางการเห็น.....	26
2.18.2	ความพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย.....	26
2.18.3	ความพิการการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย.....	27
2.18.3.1	การเคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

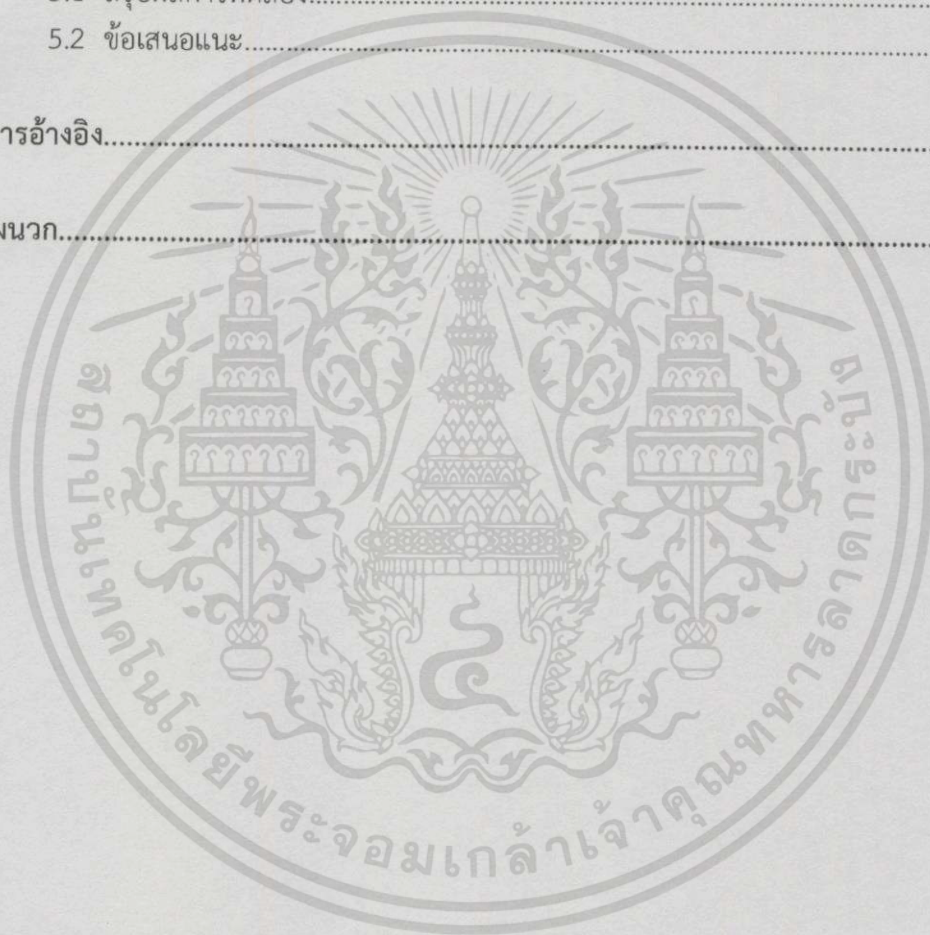
2.18.3.2	การหาซื้อสินค้าและบริการ.....	27
2.18.4	เงื่อนไขของผู้พิการที่สามารถใช้ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติได้.....	28
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงาน.....	29
3.1	กล่าวนำ.....	29
3.2	แผนผังแสดงแนวคิดการทำงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	30
3.3	ระบบจัดเก็บข้อมูลและแสดงผลผ่านหน้า Web browser.....	33
3.4	การออกแบบโครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	34
3.4.1	โครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	34
3.4.2	ส่วนประกอบของ panel.....	36
3.4.2.1	ไฟแสดงสถานะเครื่อง.....	36
3.4.2.2	หน้าจอแสดงผล LCD.....	36
3.4.2.3	คีย์แปด.....	36
3.4.2.4	ปุ่มยกเลิกรายการ.....	37
3.4.2.5	เครื่องรับธนบัตร.....	37
3.4.2.6	เครื่องรับเหรียญ.....	37
3.4.2.7	ที่จับสำหรับปรับระดับขึ้น-ลง.....	37
3.4.2.8	ช่องลำโพง.....	37
3.4.3	ช่องทอนเหรียญ.....	37
3.4.4	ช่องรับสินค้า.....	38
3.4.5	ถาดวางสินค้า.....	39
3.5	การออกแบบเว็บไซต์.....	40
3.6	Network Diagram.....	41
บทที่ 4	ผลการทดลอง.....	42
4.1	กล่าวนำ.....	42
4.2	วิธีการใช้งานตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	42
4.3	การทดลองการรับเหรียญของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	45
4.3.1	การทดลองการรับเหรียญชนิด 1 บาท.....	45
4.3.2	การทดลองการรับเหรียญชนิด 2 บาท.....	46
4.3.3	การทดลองการรับเหรียญชนิด 5 บาท.....	47
4.3.4	การทดลองการรับเหรียญชนิด 10 บาท.....	48
4.4	การทดลองการรับธนบัตรของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	49
4.4.1	การทดลองการรับธนบัตรราคา 20 บาท.....	49
4.4.2	การทดลองการรับธนบัตรชนิด 50 บาท.....	50
4.4.3	การทดลองการรับธนบัตรชนิด 100 บาท.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.5 การทดลองการทอนเหรียญของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	52
4.5.1 การทดลองการทอนเหรียญชนิด 1 บาท.....	52
4.6 การทดลองการจ่ายสินค้าของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	53
4.7 การใช้พลังงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	55
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	56
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	56
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	56
เอกสารอ้างอิง.....	57
ภาคผนวก.....	58



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติทั่วไปของ Raspberry Pi Model B.....	4
2.2 แสดงขาและหน้าที่ของโมดูลแอลซีดี.....	13
2.3 ตารางแสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES.....	16
2.4 ตารางแสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20.....	17
2.5 ตารางแสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องทอนเหรียญ.....	18
2.6 ตารางแสดงตัวอย่างแท็กของ HTML.....	19
2.7 ตารางแสดงระดับความพิการทางการมองเห็น.....	26
2.8 ตารางแสดงการประเมินสมรรถภาพคนพิการทางการเคลื่อนไหว ICF d465.....	27
2.9 ตารางแสดงการประเมินสมรรถภาพคนพิการทางการเคลื่อนไหว ICF d620.....	28
4.1 การทดลองการรับเหรียญชนิด 1 บาท.....	45
4.2 การทดลองการรับเหรียญชนิด 2 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT.....	46
4.3 การทดลองการรับเหรียญชนิด 5 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT.....	47
4.4 การทดลองการรับเหรียญชนิด 10 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT.....	48
4.5 การทดลองการรับธนบัตรราคา 20 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL.....	49
4.6 การทดลองการรับธนบัตรราคา 50 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL.....	50
4.7 การทดลองการรับธนบัตรราคา 100 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL.....	51
4.8 การทดลองการทอนเหรียญชนิด 1 บาท ของเครื่องทอนเหรียญ.....	52
4.9 การทดลองการจ่ายสินค้าของผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	53

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi Model B.....	3
2.2 แสดงการทำงานของคอมพิวเตอร์.....	6
2.3 แสดงการทำงานของอินเทอร์เน็ต.....	6
2.4 แสดงขาต่างๆของคอนเน็คเตอร์ อนุกรมแบบ DB9.....	7
2.5 แสดงระดับแรงดันของ RS-232.....	8
2.6 ตัวอย่างของการส่งอักขระซิง.....	9
2.7 ตัวอย่างของการส่งอักขระซิง.....	9
2.8 ตัวอย่างการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโคนัส.....	9
2.9 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ไม่ได้ใช้พาริตี.....	10
2.10 การสื่อสารแบบอะซิงโคนัสที่ใช้พาริตี.....	10
2.11 แสดงรูปวงจรของ H-Bridge Switching.....	11
2.12 การขับมอเตอร์ในทิศทางเข็มนาฬิกา.....	11
2.13 การขับมอเตอร์ในทิศทวนเข็มนาฬิกา.....	11
2.14 ภาพไอซี L293D.....	12
2.15 แสดง Block Diagram ของ L293D.....	12
2.16 โมดูลแอลซีดีขนาด 16x2.....	13
2.17 แสดงการเชื่อมต่อสวิตช์ของคีย์แพด.....	14
2.18 เครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES ของ ICT.....	15
2.19 เครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20.....	17
2.20 โครงสร้างเครื่องทอนเหรียญ.....	18
2.21 องค์ประกอบและหลักการของอารยสถาปัตย์.....	25
3.1 โครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ.....	34
3.2 โครงภายนอกตู้หลังจากเชื่อมประกอบเสร็จแล้ว.....	35
3.3 ส่วนประกอบของ panel.....	36
3.4 ช่องทอนเหรียญ.....	37
3.5 ช่องรับสินค้า.....	38
3.6 ถาดวางสินค้า.....	39
3.7 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งชุดเซ็นเซอร์สำหรับจับรอบมอเตอร์.....	39
3.8 แสดง Network Diagram.....	41
4.1 แสดงตำแหน่งของไฟแสดงสถานะ.....	42
4.2 แสดงตำแหน่งของปุ่มยกเลิกรายการ.....	43
4.3 แสดงตำแหน่งของช่องรับสินค้าและช่องทอนเหรียญ.....	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปรัชญาานิพนธ์

ปัจจุบันด้วยความก้าวหน้าต่างๆทางเทคโนโลยี ทำให้ชีวิตเราสะดวกสบายมากขึ้น ความต้องการทรัพยากรต่างๆเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสินค้าอุปโภค หรือบริโภค ซึ่งเมื่อก่อนจะต้องอาศัยร้านค้าปลีก ที่ต้องมีคนขายถึงจะสามารถซื้อสินค้าได้ และมีเวลาเปิด-ปิดที่ไม่แน่นอน ทำให้การที่จะซื้อสินค้าค่อนข้างที่จะเป็นไปด้วยความยากลำบาก ไม่สะดวกสบาย

ปัจจุบันมีร้านสะดวกซื้อเพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ริมถนน หรือพื้นที่ชุมชนที่มีคนมาก จึงเกิดความคิดที่จะทำตู้ขายสินค้าอัตโนมัติขึ้น ที่สามารถขายสินค้าได้ด้วยตัวเองตลอด 24 ชม. โดยไม่ต้องใช้พนักงานในการขาย ใช้พื้นที่เพียงเล็กน้อยในการขายสินค้า สามารถตั้งตามพื้นที่ต่างๆ เช่น โรงแรม หอพัก โรงเรียน วัด หรือแทนร้านขายสินค้าขนาดเล็กๆได้ สามารถย้ายสถานที่ขายได้ง่าย ใช้พื้นที่ในการขายน้อยกว่าร้านค้า มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ใช้เงินลงทุนไม่มากเมื่อเทียบกับการเปิดร้านขายสินค้า และตู้ขายสินค้าอัตโนมัติยังมีการนำเทคโนโลยีการสื่อสารมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น จำนวนสินค้าคงเหลือ, ปริมาณการซื้อสินค้าแต่ละชนิด, เก็บบันทึกประวัติการให้บริการ, สามารถตรวจสอบความผิดพลาดของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพื่อที่จะสามารถวางแผนการขนส่งสินค้า และบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

นอกจากตู้ขายสินค้าอัตโนมัติจะสามารถทำงานได้เหมือนตู้ทั่วไปในปัจจุบัน ยังเพิ่มจุดเด่นที่ทำให้ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติเครื่องนี้ สามารถให้บริการได้กับทุกคน ไม่ว่าจะเป็น เด็ก ผู้ใหญ่ คนปกติ หรือแม้กระทั่งคนพิการ (ผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น, ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน และผู้ที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ในบทที่ 2) ก็สามารถใช้บริการตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ ตามแนวคิดของอารยสถาปัตย์ (Universal design) ที่ว่า “เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ทุกคนสามารถใช้งานได้โดยสะดวก ปลอดภัย โดยไม่ต้องดัดแปลงหรือออกแบบเฉพาะเพื่อให้ทุกคนในสังคม ไม่ว่าจะเป็นใครก็ตาม ทุกเพศ ทุกวัย และทุกสภาพร่างกาย สามารถดำรงชีวิตได้อย่างเสมอภาคกัน” เนื่องจาก panel ของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติสามารถปรับระดับขึ้น-ลงได้ ดังนั้นไม่ว่าผู้ใช้บริการจะมีรูปร่างเตี้ย, สูง หรือนั่งรถเข็น ก็สามารถใช้บริการร่วมกันได้ และมีระบบเสียงคอยแนะนำการใช้งานสำหรับคนตาบอด ตั้งแต่เริ่มซื้อ จนได้รับสินค้า

1.2 วัตถุประสงค์ของปรัชญาานิพนธ์

1. สร้างตู้ขายสินค้าอัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้จริง หรือเทียบเท่าตู้ขายสินค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. เพื่อสร้างตู้ขายสินค้าอัตโนมัติที่รองรับการใช้งานจากบุคคลหลากหลายกลุ่มในสังคม อาทิเช่น เด็ก ผู้ใหญ่ หรือคนพิการนั่งรถเข็น ตามหลักแนวคิดของอารยสถาปัตย์ (Universal design)
3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ
4. เพื่อศึกษาระบบบริหารจัดการผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1. สร้างผู้ที่สามารถขายสินค้าได้อัตโนมัติ และใช้งานได้จริง
2. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้ Raspberry Pi เป็นบอร์ดควบคุม
3. สามารถจำหน่ายสินค้าที่อยู่ในรูปแบบของซองหรือกล่อง ที่สามารถเก็บไว้ได้โดยไม่ต้องแช่เย็น และสินค้าไม่แตกหักง่าย
4. สามารถรับเหรียญสกุลเงินไทยได้ตั้งแต่ 1 บาทขึ้นไป
5. สามารถรับธนบัตรไทยได้ตั้งแต่ 20 บาท จนถึง 100 บาท
6. เครื่องสามารถทอนได้เฉพาะเหรียญ 1 บาทเท่านั้น
7. สามารถแสดงสถานะต่างๆของผู้ขายสินค้าอัตโนมัติผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาและออกแบบเครื่องขายสินค้าอัตโนมัติ
2. ศึกษาระบบกลไกการจ่ายสินค้า
3. ศึกษาหลักการงานอุปกรณ์รับเหรียญ, ธนบัตร และอุปกรณ์ทอนเหรียญ
4. ศึกษาบอร์ดควบคุม Raspberry Pi
5. ศึกษาการทำงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ
6. ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา Python
7. ศึกษาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้และออกแบบผลิตภัณฑ์ตามแนวคิด Universal Design
2. ได้ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติที่สามารถขายสินค้าได้ด้วยตัวเอง
3. ช่วยลดต้นทุนจากแรงงานคน ในการขายสินค้า
4. ได้รับความรู้และประสบการณ์ในการออกแบบ โดยใช้โปรแกรม SolidWorks
5. ได้ฝึกทักษะการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ
6. ได้เรียนรู้การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์
7. ฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม และบริหารจัดการเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

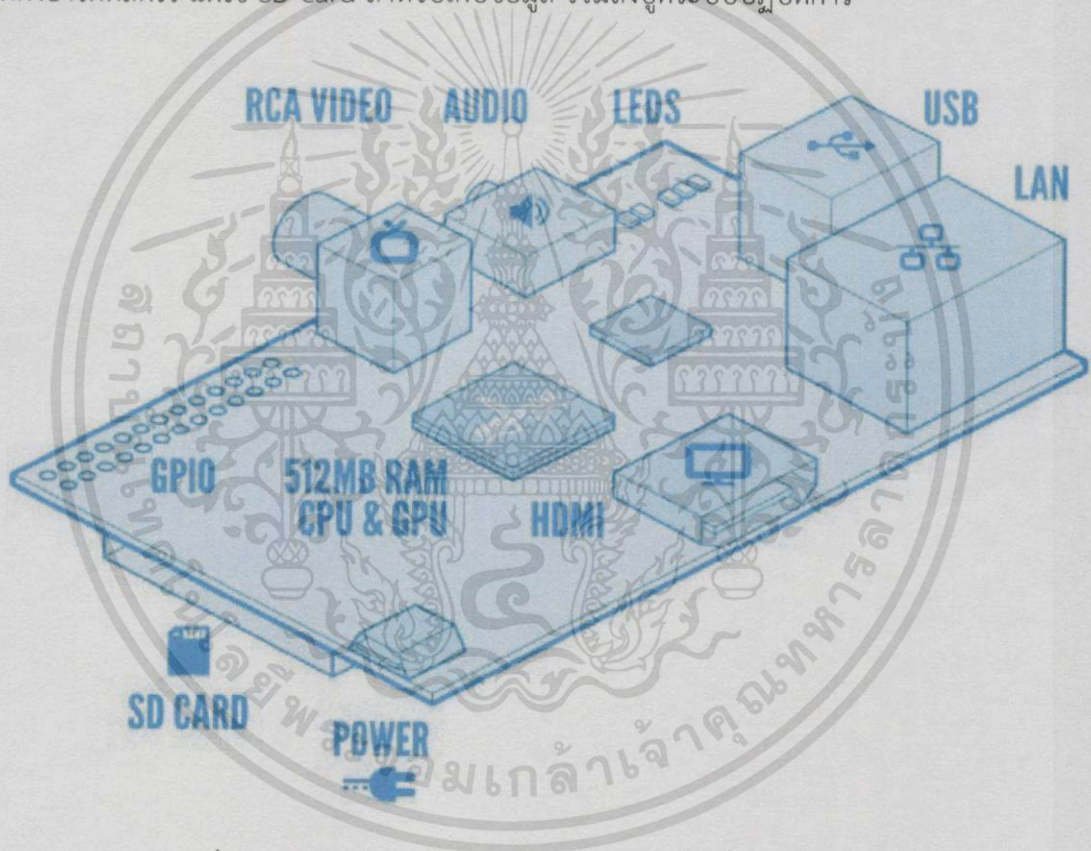
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi คือคอมพิวเตอร์บนบอร์ดขนาดเล็ก ถูกพัฒนาขึ้นในสหราชอาณาจักร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สอนคอมพิวเตอร์พื้นฐานในโรงเรียน

Raspberry Pi ใช้ชิปของค่าย Broadcom เบอร์ BCM2835 โดยภายในใช้คอร์หลักของบริษัท ARM รุ่น ARM1176JZF ที่ความเร็ว 700 เมกะเฮิร์ตซ์ ด้านหน่วยประมวลผลกราฟิกส์ ใช้ตระกูล VideoCore IV ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง สามารถเล่นไฟล์วิดีโอได้ถึง 1080p แต่บอร์ด Raspberry Pi ไม่ได้ติดตั้งฮาร์ดดิสก์ไว้ แต่ใช้ SD card สำหรับเก็บข้อมูล รวมถึงบู๊ตระบบปฏิบัติการ



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi Model B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทั่วไปของ Raspberry Pi Model B

SoC	Broadcom BCM2835
ซีพียู	700 MHz ARM1176JZF-S core
หน่วยประมวลผลกราฟิกส์	Broadcom VideoCore IV @ 250 เมกะเฮิรตซ์
หน่วยความจำ (SDRAM)	512 เมกะไบต์
พอร์ต USB 2.0	2 พอร์ต
ระบบเสียง	หัวแบบ 3.5 มิลลิเมตร, HDMI
ระบบเก็บข้อมูลบนบอร์ด	SD/MMC/SDIO การ์ด
ระบบเครือข่าย	10/100 Ethernet
การติดต่อสื่อสาร	8xGPIO, UART, I ² C bus, SPI bus
การใช้พลังงาน	700 มิลลิแอมแปร์ (3.5 วัตต์)
แหล่งจ่ายไฟ	5 โวลต์
ขนาด	85.60 มม. X 53.98 มม.
น้ำหนัก	45 กรัม
ระบบปฏิบัติการ	Arch Linux ARM, Debian GNU/Linux, Gentoo, Fedora, FreeBSD, NetBSD, Plan 9, Raspbian OS, RISC OS,[30] Slackware Linux

2.1.1 ระบบปฏิบัติการ Raspbian

Raspbian เป็นหนึ่งในระบบปฏิบัติการที่ฟรี ถูกปรับแต่งมาให้ใช้กับอุปกรณ์ Raspberry pi ซึ่งได้ถูกตั้งค่าโปรแกรมพื้นฐานและโปรแกรมมอรรถประโยชน์ที่ใช้ในการทำงานของ Raspberry pi เปิดตัวอย่างเป็นทางการในเดือนกรกฎาคม 2012 และได้ถูกพัฒนาต่อมาเรื่อยๆ ระบบปฏิบัติการ Raspbian มีสมาคมน Raspberry Pi เป็นผู้ดูแล ซึ่งระบบปฏิบัติการนี้มีพื้นฐานมาจาก ARM hard-float (armhf) กับ LXDE desktop environment แต่ถูกปรับแต่งสำหรับ ARMv6 ตั้งค่าสำหรับ Raspberry Pi มาโดยเฉพาะ

2.2 Python

Python คือชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม สามารถใช้ภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux , Windows NT, Windows 2000, Windows XP ซึ่งภาษา Python เป็น OpenSource เหมือนอย่าง PHP ทำให้สามารถที่จะนำ Python มาพัฒนาโปรแกรมได้ฟรีโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และความเป็น Open Source ทำให้มีคนเข้ามาช่วยกันพัฒนาให้ Python มีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครบครันกับทุกลักษณะงาน

โค้ดของ Python ถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซี การประมวลผลจะทำในแบบอินเทอร์พรีเตอร์ คือจะประมวลผลไปทีละบรรทัดและปฏิบัติตามคำสั่งที่ได้รับ Python

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คุณสมบัติเด่นของภาษา Python

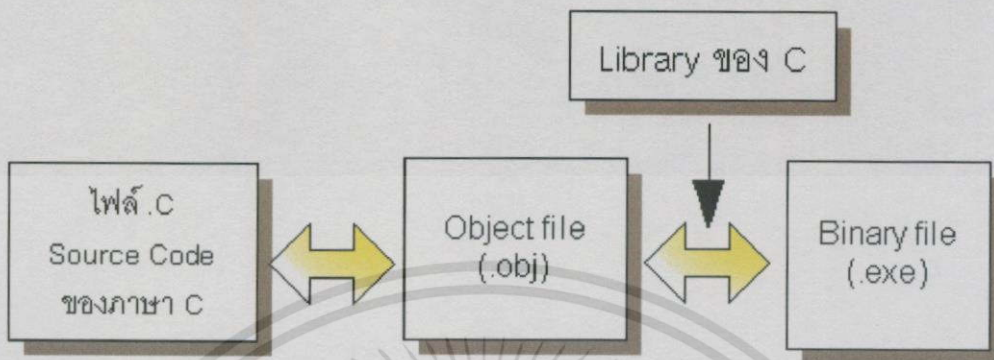
1. สนับสนุนแนวแบบคิดออปเจกต์โอเรียนเทด หรือ OOP (Object Oriented Programming)
2. เป็น Open Source
3. โค้ดที่เขียนด้วย Python สามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย
4. สนับสนุนเทคโนโลยี COM ของ Ms-windows
5. Python รวมมาตรฐานการอินเตอร์เฟซ Tkinter ซึ่งสนับสนุนบนระบบ X windows, Ms-windows และ Macintosh การใช้คำสั่ง Tkinter API ช่วยให้โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องแก้ไขโค้ดเมื่อนำไปรันบนระบบปฏิบัติการอื่นๆ
6. เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก
7. มี Built-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ ใน Python ประกอบด้วย ลิสต์, ดิกชันนารี, สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง
8. มีเครื่องมือต่างๆ มากมาย เช่น การประมวลผลเท็กซ์ไฟล์ การเรียงข้อมูล การเชื่อมต่อสตริง การตรวจสอบเงื่อนไขของข้อความ การแทนค่า เป็นต้น
9. มีโมดูลสำหรับการจัดการ Regular Expression
10. มีโมดูลที่สร้างขึ้นจากนักพัฒนาสนับสนุนมากมาย ได้แก่ COM, Image, CORBA, ORBs, XML เป็นต้น
11. จัดการหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติ สามารถจัดการพื้นที่หน่วยความจำที่ไม่ต่อเนื่องให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
12. อนุญาตให้ฝังชุดคำสั่งของ Python เอาไว้ภายในโค้ดภาษา C/C++ ได้
13. อนุญาตให้โปรแกรมเมอร์สร้าง Dynamic Link Library (DLL) เพื่อใช้ร่วมกับ Python
14. มีโมดูลสนับสนุนเกี่ยวกับ network, process, expression, xml, GUI และอื่นๆ
15. ประกอบด้วยโมดูลสำหรับสร้าง Internet Script และติดต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่าน Sockets, และทำหน้าที่เป็น CGI Script ตลอดจนใช้งานคำสั่ง FTP, Gopher, XML และอื่นๆอีกมาก
16. สามารถประมวลผลทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
17. มีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle, Informix, ODBC และอื่นๆ
18. มีไลบรารีสนับสนุนด้านการสร้างภาพกราฟิก เช่น ทำภาพเบลอ หรือภาพชัด หรือเขียนข้อความบนภาพ ตลอดจนบันทึกไฟล์ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ
19. มีไลบรารีสำหรับสร้างเอกสาร PDF โดยไม่ต้องติดตั้ง Acrobat Writer
20. มีไลบรารีสำหรับสร้าง Shockwaves Flash (SWF) โดยไม่ต้องติดตั้ง Macromedia Flash

2.2.2 หลักการทำงานของภาษา Python

การทำงานของโปรแกรม จะมีตัวแปรภาษามาจัดการแปลโค้ดคำสั่งที่เขียนขึ้น เพื่อให้ทำงานตามที่เราร้องขอ โดยลักษณะของตัวแปรภาษาแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

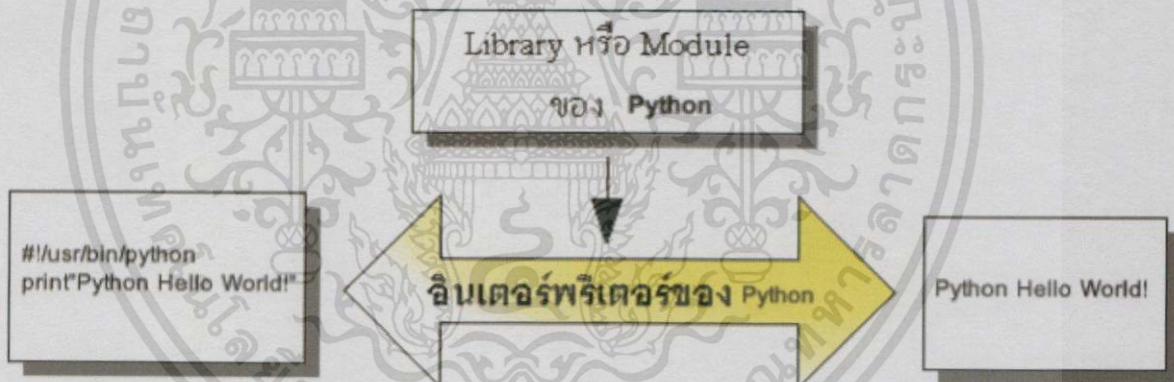
- 1) คอมไพเลอร์ (Compiler) เป็นตัวแปลภาษาสำหรับภาษา C, C++, Pascal การทำงานก็คือจะตรวจสอบความผิดพลาดของโค้ดคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบก่อน หรือเรียกว่าการคอมไพล์ ถ้าไม่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อผิดพลาดก็จะทำการแปลโค้ดคำสั่งของเราให้เป็นไฟล์นามสกุล .obj (object file) จากนั้นก็ทำการแปลไฟล์ .obj ให้เป็นไบนารีไฟล์ .exe เพื่อทำงานต่อไป ดังตัวอย่างการทำงานของคอมไพเลอร์ภาษา C ดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของคอมไพเลอร์

2) อินเตอร์พรีเตอร์ (Interpreter) จะทำงานเป็นบรรทัดต่อบรรทัด คือ อ่านโค้ดคำสั่งมาบรรทัดหนึ่งแล้วก็ทำงานให้ผลออกมาเลย ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของอินเตอร์พรีเตอร์

จากรูปตัวอย่างในกรณีที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชันจากไลบรารี (Library) หรือโมดูล (Module) ของภาษา Python อินเตอร์พรีเตอร์ของภาษา Python ก็จะไปทำการเรียกฟังก์ชันเหล่านั้นให้ทำงานแล้วจึงแสดงผลการทำงานออกมา

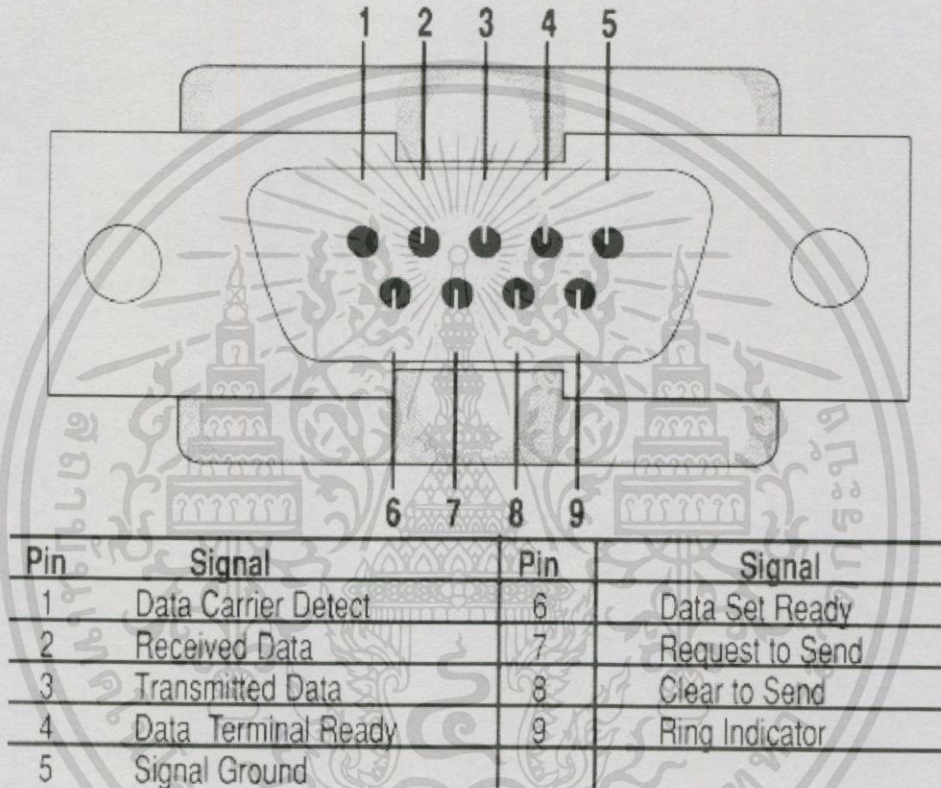
ในส่วนของบริษัทพัฒนาการทำงานนั้นตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์จะทำงานได้เร็วกว่าตัวแปลภาษาและอินเตอร์พรีเตอร์ เพราะโค้ดคำสั่งถูกคอมไพล์และลิงค์โดยตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์ผ่านแล้วได้เป็นไฟล์ .exe ออกมา จากนั้นก็เป็นขั้นตอนการทำงานอย่างเดียว

2.3 RS-232

RS-232 ย่อมาจากคำว่า Recommended Standard-232 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ปลายทางข้อมูล(DTE)เข้ากับอุปกรณ์ปลายทางจร(DCE) เพื่อใช้ในการส่งทอดข้อมูล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไบนารี (Binary) แบบอนุกรม โดยที่ RS232 เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา มีสายสัญญาณอย่างน้อย 3 สายได้แก่ สายส่งสัญญาณ TX, สายรับสัญญาณ RX และสาย GND โดยปกติสายสัญญาณจะยาวได้ถึงประมาณ 50 ฟุต ขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง และสัญญาณรบกวน อัตราการรับ-ส่งข้อมูลสูงสุดที่ 20kb/s

2.3.1 ตำแหน่งขาต่างๆของคอนเน็คเตอร์ อนุกรมแบบ DB9



รูปที่ 2.4 แสดงขาต่างๆของคอนเน็คเตอร์ อนุกรมแบบ DB9

Transmitted Data (TXD) เป็นสัญญาณที่ส่งออกจาก DTE (หรือตัวไมโครคอมพิวเตอร์) ไปยังโมเด็มหรือต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ตัวอื่น เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออก สถานะภาพของลอคจิกที่ขานี้มีค่าเท่ากับ "1" หรือเทียบเท่า Stop Bit

Received Data (RXD) ใช้สำหรับรับข้อมูลไปยัง DTE หรือไมโครคอมพิวเตอร์

Data Terminal Ready (DTR) แสดงว่าพอร์ตถูกเปิดใช้งาน โดยเมื่อเปิดพอร์ตอนุกรมขา DTR จะมีสถานะเป็น ON

Data Set Ready (DSR) ใช้ในการตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อด้วยพร้อมใช้งานหรือไม่

Request to Send (RTS) แสดงสถานะว่าพอร์ตต้องการส่งข้อมูล เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะมีสถานะเป็น ON เมื่อส่งข้อมูลเสร็จแล้วก็จะ OFF

Clear to Send (CTS) ใช้ในการตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อด้วย ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่

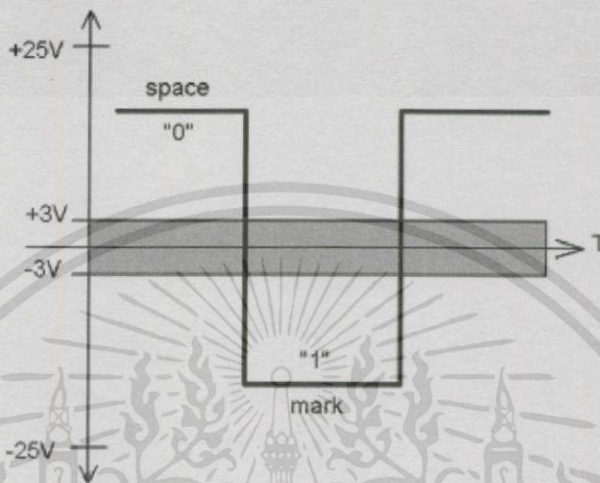
โดยถ้าเป็นลอคจิก "1" หมายความว่าอุปกรณ์พร้อมที่จะรับข้อมูลแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GND ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับทุก ๆ สายสัญญาณจะมีแรงดันเป็น “0” เมื่อเทียบกับสายสัญญาณอื่น ๆ

2.3.2 ระดับสัญญาณของ RS-232



รูปที่ 2.5 แสดงระดับแรงดันของ RS-232

RS-232 จะใช้ระดับแรงดันไฟฟ้า +3 ถึง +15 โวลต์ และ -3 ถึง -15 โวลต์ ที่เทียบกับสัญญาณ ground ในการอ้างอิง โดยในช่วง +3 ถึง +15 โวลต์ จะเป็นลอจิก 0 และในช่วงลอจิก -3 ถึง -15 โวลต์ จะเป็นลอจิก 1 เนื่องจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในสายสัญญาณ มักจะเป็นแรงดันบวก และสาเหตุที่มีระดับแรงดันของสัญญาณ RS-232 อยู่ในช่วง +15 ถึง -15 โวลต์ เพื่อให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลมากขึ้น

2.3.3 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

คือ ความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิตต่อวินาที เช่น 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 56000 เป็นต้น การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทางและปริมาณสัญญาณรบกวน

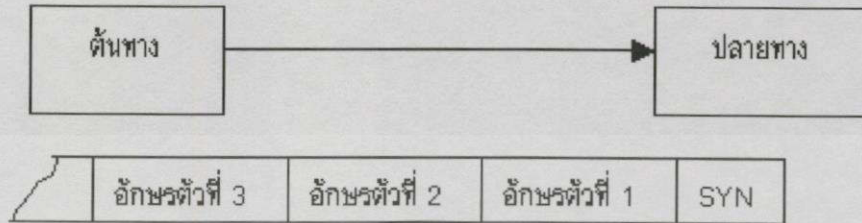
2.3.4 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม

มีด้วยกันอยู่ 2 แบบ คือ แบบซิงโครนัส (Synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

2.3.4.1 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission) จะทำการจัดกลุ่มของข้อมูลเป็นกลุ่ม ๆ และทำการส่งข้อมูลทั้งกลุ่มไปพร้อมกันในที่เดียว จะเรียกกลุ่มของข้อมูลพวกนี้ว่าบล็อกของข้อมูล (Block of Data) ซึ่งตัวอักษรตัวแรกและตัวถัดไปที่อยู่ในบล็อกเดียวกันจะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีอะไรมาคั่นเหมือนอย่างแบบอะซิงโครนัสที่ต้องใช้บิตเริ่มต้นและบิตสิ้นสุดคั่นทุกตัวอักษร แต่จะมีข้อมูลเริ่มต้นซึ่งเป็นลักษณะของบิตพิเศษที่ส่งมาเพื่อให้รู้ว่าคือ จุดเริ่มต้นของกลุ่มตัวอักษรที่กำลังส่งเรียงกันเข้ามา เช่น อักขระซิง (SYN character) โดยที่อักขระซิงมีรูปแบบบิต คือ 00010110 ตัวอย่างของการส่งแสดงได้ ดังรูป 2.6



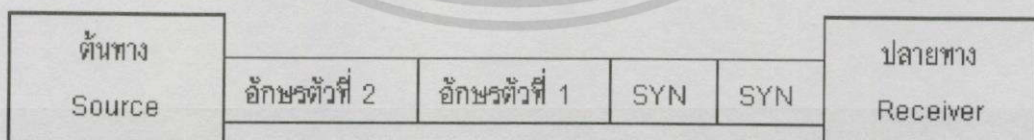
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของการส่งอักขระซิง

จากรูปเมื่อปลายทางตรวจพบอักขระซิง หรือ 00010110 แล้วจะทราบได้ทันทีว่าบิตที่ตามมาคือบิตตัวอักษรแต่ละตัว แต่การใช้อักขระซิงเพียงตัวเดียวอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ เช่น ถ้าเราส่งตัวอักษร b และตัวอักษร a ติดต่อกันไป ซึ่งตัวอักษร b มีรูปแบบบิตคือ 01100010 และตัวอักษร a มีรูปแบบบิตคือ 01100001 การส่งจะแสดงได้ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของการส่งอักขระซิง

จะเห็นว่าเครื่องปลายทางจะตรวจพบอักขระซิงระหว่างบิตของตัวอักษร b และตัวอักษร a ทำให้เข้าใจว่าบิตต่อไปจะเป็นบิตของกลุ่มข้อมูล ซึ่งจะทำให้การรับข้อมูลนั้นเกิดผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นจึงแก้ปัญหาด้วยการใช้อักขระซิง 2 ตัวต่อกันเป็นลักษณะของบิตพิเศษที่บอกให้ทราบว่าจุดเริ่มต้นบิตของกลุ่มข้อมูล ตัวอย่างของการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโครนัส และการตัดแฉกของบิตข้อมูลออกเป็นกลุ่มทีละ 8 บิต เพื่อแทนข้อมูลแสดงได้ ดังรูปที่ 2.8

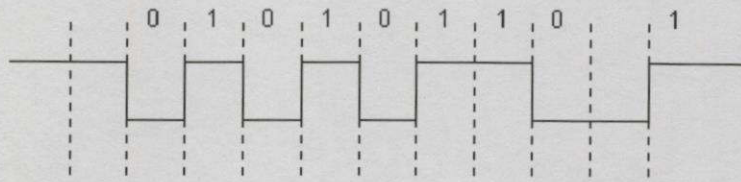


รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการใช้อักขระซิง 2 ตัวในการสื่อสารแบบซิงโครนัส

2.3.4.2 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็น การสื่อสารแบบระบุจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด (Start-Stop Transmission) ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันจะประกอบไปด้วย บิตเริ่มต้น (start bit) บิตของข้อมูลที่สื่อสาร (transmission data) จำนวน 8 บิต บิตตรวจข้อผิดพลาด (parity bit) และบิตสิ้นสุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(stop bit) สำหรับบิตตรวจสอบข้อผิดพลาดจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ ดังนั้นสัญญาณจึงต้องประกอบด้วย ส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน



รูปที่ 2.9 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสที่ไม่ได้ใช้พาริตีบิต



รูปที่ 2.10 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสที่ใช้พาริตีบิต

จากรูปจะเห็นว่า ขณะที่ไม่มีการส่งข้อมูลส่งออกมาสถานะของการส่งจะเป็นแบบว่าง (Idle) ซึ่งจะมีระดับของสัญญาณเป็น 1 ตลอดเวลา เพื่อความแน่ใจว่าปลายทางหรือฝ่ายรับยังคงติดต่อกับต้นทางหรือฝ่ายส่งอยู่ เมื่อเริ่มจะส่งข้อมูลสัญญาณของอะซิงโครนัสจะเป็น 0 หนึ่งช่วงสัญญาณนาฬิกา ซึ่งบิตนี้เราเรียกว่าบิตเริ่มต้นตามหลังของบิตเริ่มต้นจะเป็นบิตข้อมูลสำหรับ 1 ตัวอักษร ตามหลังบิตข้อมูลก็จะเป็นบิตตรวจสอบข้อผิดพลาด แล้วจะตามด้วยบิตสิ้นสุด ถ้าไม่ใช่บิตตรวจสอบข้อผิดพลาด ตามหลังบิตข้อมูลจะเป็นบิตสิ้นสุด หลังจากนั้นถ้าไม่มีข้อมูลส่งออกมาสัญญาณจะกลับไปอยู่ที่สถานะแบบว่างอีก เพื่อรอการส่งข้อมูลต่อไป

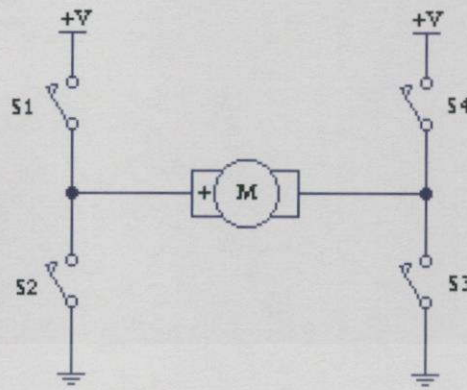
จะเห็นว่าการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสนี้ มีลักษณะเป็นไปทีละตัวอักษร และสัญญาณที่ส่งออกมา มีบางส่วนเป็นบิตเริ่มต้น บิตสิ้นสุด และบิตตรวจสอบข้อผิดพลาด ทำให้ความเร็วในการส่งข้อมูลต่อวินาทีน้อยลงไป เนื่องจากต้องสูญเสียช่องทางการสื่อสารให้กับบิตเริ่มต้น บิตสิ้นสุด และบิตตรวจสอบข้อผิดพลาด (ถ้ามีใช้) ตลอดเวลา การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสนี้มักใช้ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้าง

2.4 หลักการทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(DC motor)

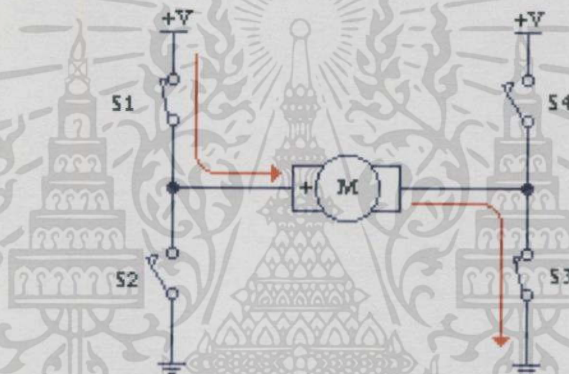
2.4.1 การควบคุมทิศทางการหมุนของ DC motor

ในการควบคุมทิศทางการหมุน DC motor นั้นจะสามารถควบคุมได้โดยการควบคุมการจ่ายไฟให้กับ DC motor โดย H-Bridge Switching เป็นวงจรที่ควบคุมการจ่ายไฟให้กับ DC motor ด้วยการ switching เพื่อเปลี่ยนทิศทางการกระแสผ่าน DC motor ซึ่งจะช่วยให้ DC motor สามารถหมุนกลับทางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

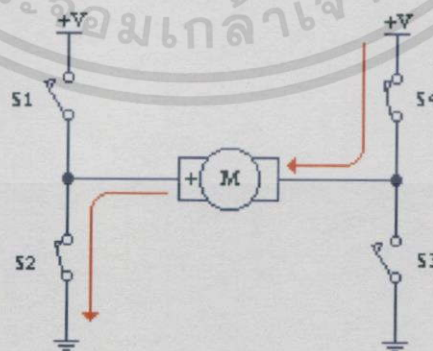


รูปที่ 2.11 แสดงรูปร่างของ H-Bridge Switching



รูปที่ 2.12 การขับมอเตอร์ในทิศตามเข็มนาฬิกา

จากรูปที่ 2.9 สวิตช์ s1 และ s3 จะทำงานคู่กัน เมื่อ s1 และ s3 ปิดวงจร จะทำให้กระแสไหลผ่านมอเตอร์ ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา



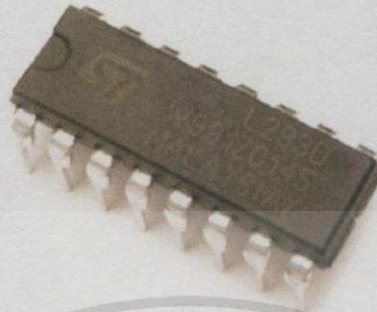
รูปที่ 2.13 การขับมอเตอร์ในทิศทวนเข็มนาฬิกา

หาก switching คือให้สวิตช์ s2 กับ s4 ปิดวงจรแทน จะทำให้กระแสไหลผ่านมอเตอร์ดังรูปที่ ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 IC Drive motor IC-L293D

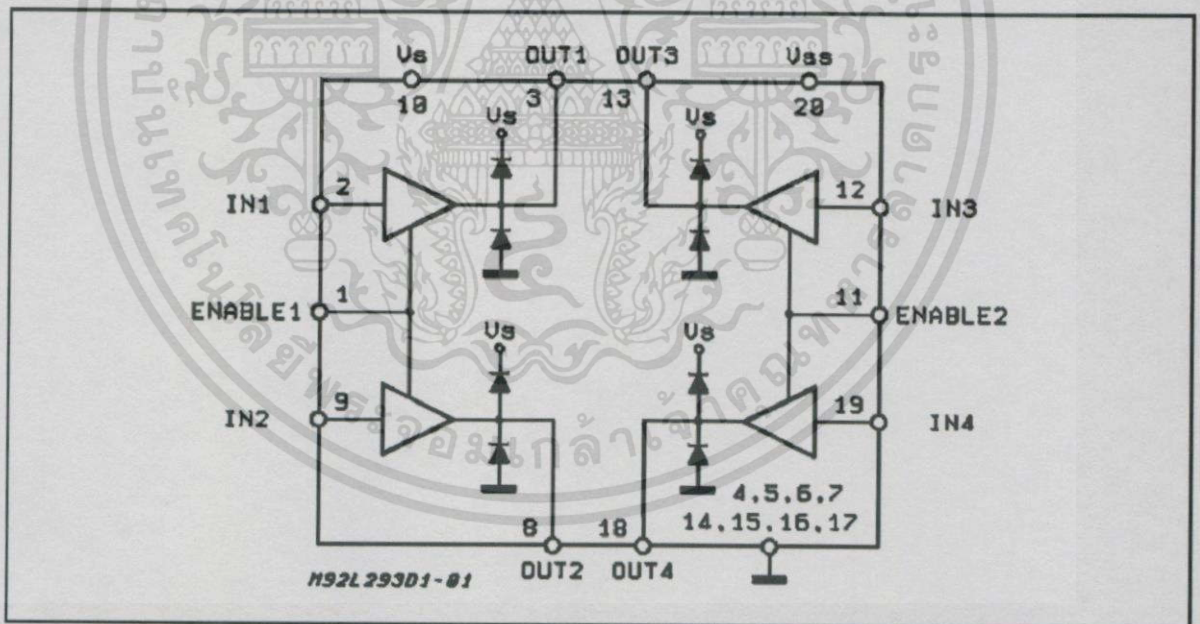
โดยการขับ DC มอเตอร์นั้น ได้เลือกใช้ IC-293D มาใช้ในการขับมอเตอร์กระแสตรง



รูปที่ 2.14 ภาพไอซี L293D

2.4.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของไอซี L293D

- ขับมอเตอร์ DC ได้พร้อมกัน 2 ตัว
- รองรับแรงดันจ่ายไฟให้มอเตอร์ 5-36 โวลต์
- จ่ายกระแสได้ 600mA ต่อ channel



รูปที่ 2.15 แสดง Block Diagram ของ L293D

การทำงานของ ไอซีหนึ่งตัวจะมี 2 channel สำหรับขับมอเตอร์พร้อมกัน 2 ตัว โดยแต่ละ channel จะประกอบด้วย 2 อินพุต 2 เอาต์พุต และขา enable ซึ่งถ้าจะให้ทำงานจะต้องให้ลอจิก high กับขา enable ก่อน และขาอินพุตจะเป็นตัวกำหนดสถานะของขาเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การแสดงผลของโมดูลแอลซีดี

โมดูลแอลซีดี หรือ LCD Module (Liquid Crystal Display Module) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลที่ซึ่งเป็นที่นิยมมาก มีจุดเด่นหลายประการเช่น สามารถแสดงเป็นตัวอักษรหรือรูปภาพต่างๆ ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่าย มีน้ำหนักเบา มีราคาไม่แพง

2.5.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของโมดูลแอลซีดีแบบตัวอักษร

โมดูลแอลซีดีแบบตัวอักษร มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

- 1) ตัวควบคุม (Controller) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลที่จะส่งมาจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุมการทำงานภายในโมดูล LCD เช่นการลบจอภาพ , การแสดงตัวอักษร หรือการเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น
- 2) ตัวขับ (Driver) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลจากตัวควบคุม (Controller) เพื่อขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด
- 3) ตัวแสดงผล (Dot Matrix Display) เป็นอุปกรณ์แสดงผลให้สามารถมองเห็นเป็นตัวอักษรหรืออักขระ ซึ่งภายในชุดแสดงผลจะเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยการเปิดและปิดตัวเองกับแสงจากภายนอก



รูปที่ 2.16 โมดูลแอลซีดีขนาด 16x2

2.5.2 ตำแหน่งขาและหน้าที่ของโมดูลแอลซีดี

ตารางที่ 2.2 ตำแหน่งขาและหน้าที่ของโมดูลแอลซีดี

Pin No.	Symbol	Description	Level	Function
1	VSS	Ground	-	Ground
2	VDD	Power Supply	-	ต่อกับไฟเลี้ยง +5V
3	VO	LCD Control	-	ต่อกับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

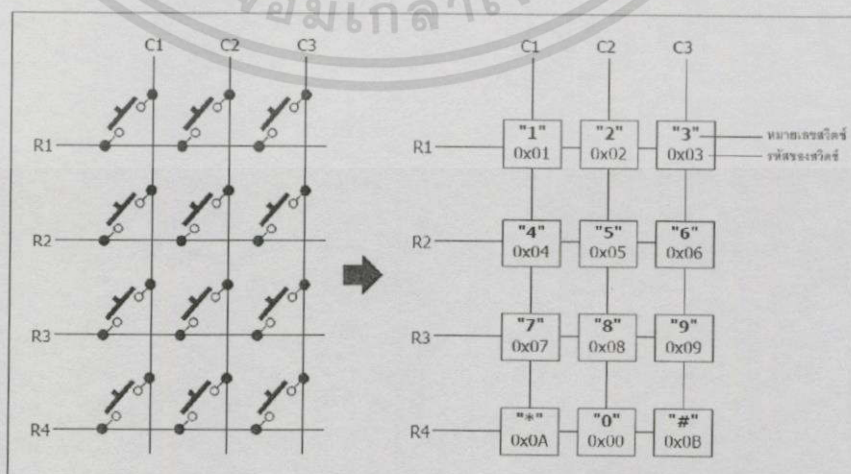
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	RS	Register Select	H/L	<ul style="list-style-type: none"> - RS = 0 หมายถึงต้องการติดต่อกับ รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register) - RS = 1 หมายถึงต้องการติดต่อกับ รีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register)
5	R/W	Read/Write	H/L	<ul style="list-style-type: none"> - R/W = 0 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง LCD โมดูล - R/W = 1 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจาก LCD โมดูล
6	E	Enable	H, H->L	Enable Signal
7 - 14	DB0-DB7	Data Bus	H/L	Data Bus Line
15	A	Back Light A	-	Back Light +5V (สำหรับรุ่นที่มี Back Light)
16	K	Back Light K	-	Back Light 0V (สำหรับรุ่นที่มี Back Light)

2.6 Keypad

สวิตช์เมตริกซ์(matrix switch) หรือคีย์แพด(keypad) ถูกนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการป้อนข้อมูลให้กับงานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกเหนือจากสวิตช์แบบ กดติดปล่อยดับแบบธรรมดา (push button switch) โดยเฉพาะกับงานที่ต้องมีการป้อนข้อมูลทั้งตัวอักษรและตัวเลขเป็นจำนวนมาก จะพบว่าสวิตช์เมตริกซ์ถูกเลือกมาใช้งานเสมอ ที่เห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น คีย์กดตัวเลขของระบบโทรศัพท์ เตลอบไมโครเวฟ เป็นต้น

การต่อใช้งานสวิตช์แบบเมตริกซ์ เป็นการนำสวิตช์ธรรมดามาต่อกันในแบบเมตริกซ์ คือ ขาด้านหนึ่งจะต่อในแนวหลัก(column) และขาด้านหนึ่งจะต่ออยู่ในแนวแถว(row) แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.17 แสดงการเชื่อมต่อสวิตช์ของคีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านค่าจากคีย์แพดนี้คือ จะต้องกำหนดรหัสประจำตำแหน่งของสวิตช์แต่ละตัวไว้ไม่ให้ซ้ำกัน ดังนั้นเมื่อสวิตช์ตัวใดถูกกดก็จะได้ค่ารหัสของสวิตช์ตัวดังกล่าวออกมา ซึ่งจะกำหนดค่าคงที่ให้กับสวิตช์แต่ละตัวไว้ดังนี้

สวิตช์ตำแหน่ง R1 (row 1 หรือแถวที่ 1), C1 (column 1 หรือหลักที่ 1) มีค่า 0x01
 สวิตช์ตำแหน่ง R1 (row 1 หรือแถวที่ 1), C2 (column 2 หรือหลักที่ 2) มีค่า 0x02
 สวิตช์ตำแหน่ง R1 (row 1 หรือแถวที่ 1), C3 (column 2 หรือหลักที่ 3) มีค่า 0x03
 สวิตช์ตำแหน่ง R2 (row 2 หรือแถวที่ 2), C1 (column 1 หรือหลักที่ 1) มีค่า 0x04
 สวิตช์ตำแหน่ง R2 (row 2 หรือแถวที่ 2), C2 (column 2 หรือหลักที่ 2) มีค่า 0x05
 สวิตช์ตำแหน่ง R2 (row 2 หรือแถวที่ 2), C3 (column 2 หรือหลักที่ 3) มีค่า 0x06
 สวิตช์ตำแหน่ง R3 (row 3 หรือแถวที่ 3), C1 (column 1 หรือหลักที่ 1) มีค่า 0x07
 สวิตช์ตำแหน่ง R3 (row 3 หรือแถวที่ 3), C2 (column 2 หรือหลักที่ 2) มีค่า 0x08
 สวิตช์ตำแหน่ง R3 (row 3 หรือแถวที่ 3), C3 (column 2 หรือหลักที่ 3) มีค่า 0x09
 สวิตช์ตำแหน่ง R4 (row 4 หรือแถวที่ 4), C1 (column 1 หรือหลักที่ 1) มีค่า 0x10
 สวิตช์ตำแหน่ง R4 (row 4 หรือแถวที่ 4), C2 (column 2 หรือหลักที่ 2) มีค่า 0x00
 สวิตช์ตำแหน่ง R4 (row 4 หรือแถวที่ 4), C3 (column 2 หรือหลักที่ 3) มีค่า 0x11

วิธีการ Scankey แบบ Matrix นี้จะทำที่ละหลัก (Column) โดยเริ่มจากหลักแรกไปหาหลักสุดท้ายตามลำดับ สำหรับลักษณะของการต่อวงจรโดยทั่วไปของวิธีการนี้จะนิยมคงสถานะของสัญญาณด้านที่เป็นอินพุตให้มีค่าเป็น “1” รอไว้ก่อนเสมอโดยการต่อตัวต้านทาน Pull-Up เข้ากับพอร์ตอินพุตไว้ก่อน โดยในการ Scankey จะทำทางด้านหลัก (Column) โดยส่งค่าออกไปทางด้านพอร์ตอินพุตให้มีค่าเป็น “0” ครั้งละ 1 บิต แล้วก็อ่านค่าจากพอร์ตอินพุต เข้ามาตรวจสอบว่าทุกบิตยังคงเป็น “1” อยู่หรือไม่ ซึ่งถ้าพบว่ามีบิตใดเป็น “0” (Column Active = “0”) ก็สามารรถทราบได้ทันทีว่ามีการกดคีย์ขึ้นที่ตำแหน่ง Row และ Column นั้นๆ แต่ถ้าทุกบิตยังคงมีค่าเป็น “1” ก็ให้เปลี่ยนการ Scan ไปยัง Column ถัดไปอีกโดยทำเหมือนกันกับ Column แรกจนครบทุก Column

2.7 เครื่องรับเหรียญ ICT รุ่น UCAES



รูปที่ 2.18 เครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES ของ ICT

เครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES ของ ICT ประเทศไต้หวัน สามารถรับเหรียญ 1, 2, 5 และ 10 บาทได้อย่างแม่นยำ โดยสามารถรับได้ทั้งเหรียญรุ่นเก่าและรุ่นใหม่ที่มีใช้ในปัจจุบัน สามารถเชื่อมต่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลได้ 2 ระบบ ทั้งระบบ pulse และ Protocol UART (TTL) ทนความร้อนได้ดี และมีความถูกต้องแม่นยำสูง

หลักการทำงาน เมื่อจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์ เข้าเครื่องรับเหรียญ CPU ของเครื่องรับเหรียญจะเริ่มทำงาน เมื่อมีการหยอดเหรียญ CPU จะทำการเทียบกับค่าของเหรียญตัวอย่าง (Coin Comparator)

ถ้าค่าตรงกันก็จะรับเหรียญที่หยอดลงด้านล่าง แล้วส่งสัญญาณออกไปที่ Coin Signal และ Counter Signal โดย เหรียญ 1 บาท จะได้ 1 pulse, เหรียญ 2 บาท จะได้ 2 pulse, เหรียญ 5 บาท จะได้ 5 pulse และเหรียญ 10 บาท จะได้ 10 pulse ถ้าค่าไม่ตรงกันก็จะคืนเหรียญที่หยอดออกมาด้านหน้าของอุปกรณ์หยอดเหรียญ โดยไม่มีการส่งสัญญาณออกไปที่ (Coin Signal) และ (Counter Signal)

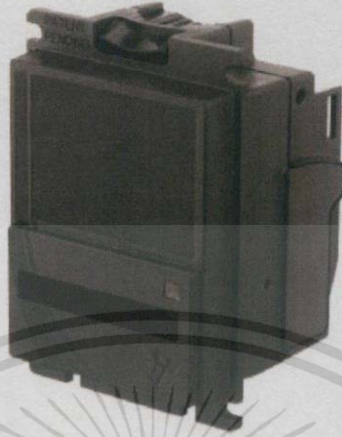
2.7.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES

อัตราการรับเหรียญ	96% หรือมากกว่า
ความเร็วในการรับเหรียญ	ประมาณ 3 เหรียญ/วินาที
การเชื่อมต่อ	Pulse, RS232 (TTL level)
ค่าพารามิเตอร์เหรียญ	เส้นผ่านศูนย์กลาง 20-32 มิลลิเมตร ความหนา 1.2-3.2 มิลลิเมตร
แหล่งจ่ายไฟ	12 VDC
อัตราการใช้พลังงาน	Standby 0.05A, 0.6W ขณะทำงาน 0.2A, 2.4W สูงสุด 0.5A, 6W
สภาพแวดล้อม	อุณหภูมิ -5 ถึง 60 องศาเซลเซียส
น้ำหนัก	0.35 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 เครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 ของ Innovative Technology Ltd. ประเทศอังกฤษ



รูปที่ 2.19 เครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20

เครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 ของ Innovative Technology Ltd. จากประเทศอังกฤษ สามารถรับธนบัตร 20, 50, 100, 500 และ 1000 บาท แต่การใช้งานกับตู้ขายสินค้าอัตโนมัติตั้งไว้ให้รับสูงสุดที่ธนบัตร 100 บาท เนื่องจากเงินทองจะไม่พอ โดยสามารถรับธนบัตรได้ทั้งรุ่นใหม่และรุ่นเก่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีความแม่นยำในการวัดสูงถึง 99.8% ได้รับการรับรองมากมายเช่น CE RoHS SPF เป็นต้น

2.7.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20

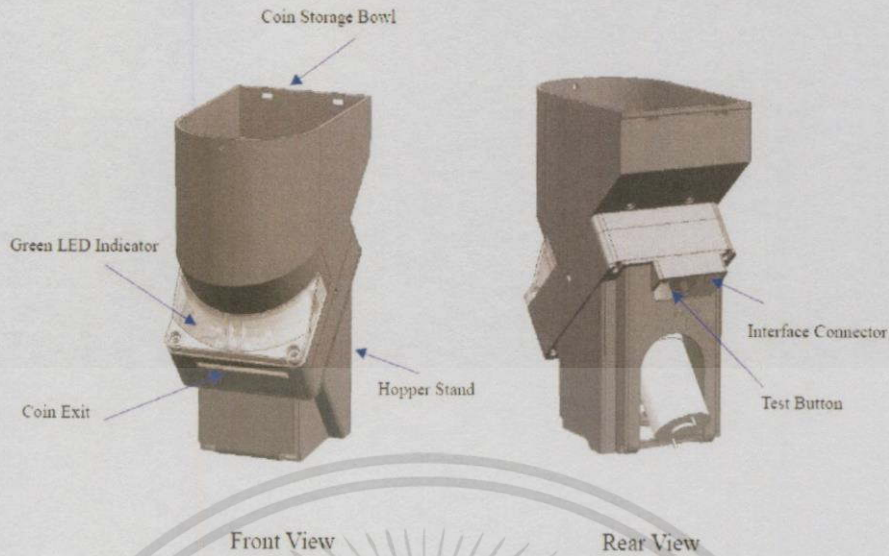
เวลาที่ใช้ในการรับธนบัตร	ภายใน 3 วินาที
น้ำหนัก	0.3 กิโลกรัม
ขนาด	98x58x132 มิลลิเมตร
โปรโตคอล	TTL/MDB/SSP/CCTalk/Pulse/Parallels
แหล่งจ่ายไฟ	12 VDC

หลักการทำงานของเครื่องรับธนบัตร เมื่อใส่ธนบัตรเข้าไป เครื่องจะทำการ image processing จากธนบัตร และลายน้ำ เพื่อเปรียบเทียบกับธนบัตรต้นฉบับว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจะต้องโปรแกรมธนบัตรแต่ละชนิดเข้าไปก่อน

2.9 เครื่องทอนเหรียญ

ทำหน้าที่จ่ายเหรียญที่ละเหรียญ ติดตั้งไว้สำหรับทอนเงินเมื่อชำระค่าสินค้าเกินราคา หรือคืนเงินเมื่อเครื่องขายสินค้าอัตโนมัติเกิดการขัดข้อง โดยเครื่องจะทอนได้แค่เหรียญ 1 บาทเท่านั้น ใช้การติดต่อสื่อสารผ่าน RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 โครงสร้างเครื่องทอนเหรียญ

2.3.1 คุณลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องจ่ายเหรียญ 1 บาท

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องจ่ายเหรียญ 1 บาท

ความจุเหรียญ	ประมาณ 450 เหรียญ
ความเร็วในการจ่ายเหรียญ	สูงสุด 12-15 เหรียญ/วินาที
ขนาดเหรียญ	เส้นผ่านศูนย์กลาง 15-28 มิลลิเมตร ความหนา 1.25-3.5 มิลลิเมตร
การเชื่อมต่อ	RS-232, TTL
ขนาดตัวเครื่อง	กว้าง 91 มม. ยาว 139 มม. สูง 200 มม.
การใช้พลังงาน	12 Vdc

2.10 ภาษาHTML

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language พัฒนามาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) โดย นาย Tim Berners - Lee เป็นภาษาที่กำหนดรูปแบบของตัวอักษรภายในเอกสารเรียกว่า Markup Language และยังสามารถใช้ในการพัฒนาเว็บเพื่อให้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ต่าง ๆ ที่สามารถแสดงผลรูปภาพ เสียงหรือข้อมูลได้ ภาษา HTML เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นเพื่อการสื่อสารบนระบบ Internet โดยมาตรฐานโปรโตคอลที่ชื่อว่า HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ภาษา HTML เป็นภาษาสำหรับการสื่อสารระหว่างเครื่องให้บริการที่เรียกว่า Web Server ส่วนสถานีรับที่เรียกว่า client หรือเครื่องลูกข่าย โดยใช้โปรแกรมประเภทเว็บเบราว์เซอร์สามารถอ่านหรือเข้าใจในภาษา HTML ซึ่งเป็นข้อความ (Text) ที่เป็น รหัสแอสกี (ASCII) ธรรมดา ๆ กับรหัสที่อยู่ในเครื่องหมาย "< >" ที่เรียกว่า แท็ก (Tag) ชื่อแท็กนั้นอาจจะเป็นตัวเล็กหรือตัวใหญ่ก็ได้ เช่น <HTML>, <HEAD>, <BODY> มีนามสกุลเป็น .html โดยเมื่อเปิดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ จะไม่สามารถพบรหัสเหล่านี้บนหน้าจอภาพ แต่รหัสเหล่านี้จะเป็นคำสั่งที่บอกให้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์สามารถรู้ได้ว่า รูปแบบของข้อความนั้นเป็นอย่างไร เช่น รูปแบบของตัวอักษรต่าง ๆ รวมถึงการสร้างการเชื่อมโยงไปยังที่อื่น ๆ หรือเรียกว่า "ลิงค์" ที่เชื่อมโยงไปยังโลกของ Internet

2.10.1 องค์ประกอบพื้นฐานของ HTML

รูปแบบของโครงสร้างพื้นฐานของไฟล์ HTML จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

- 1) ส่วนของหัวโปรแกรม (HEAD) เป็นการกำหนดข้อความในส่วนที่เป็นชื่อเรื่องซึ่งปรากฏอยู่บนไตเติลบาร์ของโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น
- 2) ส่วนเนื้อหาของโปรแกรม (BODY) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการแสดงผลทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นหัวเรื่อง เนื้อหาต่าง ๆ การนำรูปภาพต่าง ๆ ลงในเว็บเพจ การนำเสียงเพื่อทำให้เว็บเพจที่น่าสนใจยิ่งขึ้น

2.10.2 รูปแบบของการเขียน HTML

ในการเขียน HTML นั้นเราจะต้องจัดวางรูปแบบของแท็กต่าง ๆ ให้ถูกต้องโดยแท็กพื้นฐานที่ต้องมีการเขียน HTML ได้แก่

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงตัวอย่างแท็กของ HTML

tag	รายละเอียด
<HTML>...</HTML>	เป็นแท็กกำหนดถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเอกสาร HTML
<HEAD>...</HEAD>	เป็นแท็กกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของส่วนกำหนดค่าเริ่มต้นของเอกสาร HTML เช่น ชื่อของเอกสาร
<TITLE>...</TITLE>	เป็นแท็กกำหนดชื่อของเอกสาร
<BODY>...</BODY>	เป็นแท็กกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของส่วนแสดงข้อมูลของเอกสาร

2.10.3 การจัดวางตำแหน่งของแท็ก

```
<HTML>
  <HEAD>
    <TITLE>ชื่อเอกสาร</TITLE>
  </HEAD>
  <BODY>
    &ข้อมูลเอกสาร
  </BODY>
</HTML>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ภาษาPHP

ในช่วงแรกภาษาที่นิยมใช้งานบนระบบเครือข่าย คือ ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) แต่ภาษา HTML มีลักษณะเป็น Static คือ ภาษาที่มีลักษณะของข้อมูลคงที่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบัน ทำให้ต้องการใช้เว็บไซต์ที่มีลักษณะเป็นแบบ Dynamic คือ เว็บไซต์ที่ข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ผู้เขียนเว็บไซต์เป็นผู้กำหนด และการควบคุมการทำงานเหล่านี้จะกระทำโดยโปรแกรมภาษาสคริปต์ เช่น ภาษา PHP

PHP ถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ.1994 โดย Rasmus Lerdorf ต่อมาเมื่อมีความสนใจ จึงได้ออกเป็นแพ็คเกจ "Personal Home Page" ซึ่งเป็นที่มาของ PHP โดยภาษา PHP เป็นแบบ Server Side Script และเป็น Open Source

2.11.1 โครงสร้างของภาษา PHP

ภาษา PHP มีลักษณะเป็น embedded script สามารถฝังคำสั่ง PHP ไว้ในเว็บเพจร่วมกับคำสั่ง(Tag) ของ HTML ได้ และสร้างไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .php, .php3 หรือ .php4 ซึ่งไวยากรณ์ที่ใช้ใน PHP เป็นการนำรูปแบบของภาษาต่างๆ มารวมกันได้แก่ C, Perl และ Java

2.11.2 ตัวอย่างการเขียนPHP

```
<html>
  <head>
    <title>Example 1 </title>
  </head>
  <body>
    <?
      echo"Hi, I'm a PHP script!";
    ?>
  </body>
</html>
```

จากตัวอย่าง บรรทัดที่ 6 - 8 เป็นส่วนของสคริปต์ PHP ซึ่งเริ่มต้นด้วย <? ตามด้วยคำสั่งที่เรียกฟังก์ชันหรือข้อความ และปิดท้ายด้วย ?> สำหรับตัวอย่างนี้เป็นสคริปต์ที่แสดงข้อความว่า "Hi, I'm a PHP script" โดยใช้คำสั่ง echo ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้ในการแสดงผลของภาษาสคริปต์ PHP

2.11.3 ความสามารถของภาษา PHP

- เป็นภาษาที่มีลักษณะเป็นแบบ Open source
- เป็นสคริปต์แบบ Server Side Script ดังนั้นจึงทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ไม่ส่งผลกับการทำงานของเครื่อง Client โดย PHP จะอ่านโค้ด และทำงานที่เซิร์ฟเวอร์ จากนั้นส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลมาที่เครื่องของผู้ใช้ในรูปแบบของ HTML ซึ่งโค้ดของ PHP นี้ผู้ใช้จะไม่สามารถมองเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PHP สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่ต่างชนิดกัน เช่น Unix, Windows, Mac OS หรือ Risc OS เนื่องจาก PHP เป็นสคริปต์ทำงานบนเซิร์ฟเวอร์
- PHP สามารถทำงานได้ในเว็บเซิร์ฟเวอร์หลายชนิด เช่น Personal Web Server(PWS), Apache, OmniHttpd และ Internet Information Service(IIS) เป็นต้น
- ภาษา PHP สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming)
- PHP มีความสามารถในการทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูลที่หลากหลาย ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลที่สนับสนุนการทำงานของ PHP เช่น Oracle, MySQL, FilePro, Solid, FrontBase, mSQL และ MS SQL เป็นต้น

2.12 ภาษาSQL

SQL จัดเป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ซึ่งเป็นภาษาที่สามารถใช้งานได้ ในคอมพิวเตอร์หลายระดับไม่ว่าจะเป็นระดับเมนเฟรมคอมพิวเตอร์จนถึงไมโครคอมพิวเตอร์ ชุดคำสั่ง หรือ ภาษา SQL นั้นพัฒนาจากแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ คือ Relational Algebra และ Relation Calculus ตามแนวคิดของเทคโนโลยีฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ที่ E.F. Codd เป็นผู้คิดค้นขึ้น เมื่อปี ค.ศ. 1970 และต่อมาบริษัท IBM ทำการวิจัยพัฒนาเมื่อ ปี ค.ศ. 1974 โดยใช้ชื่อว่า “SEQUEL” (Structured English Query Language) จากนั้นมีการปรับปรุงและเปลี่ยนชื่อมาเป็น SQL

SQL คือภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เพื่อจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (open system) หมายถึงสามารถใช้คำสั่ง sql กับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ และ คำสั่งงานเดียวกันเมื่อสั่งงานผ่าน ระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ ผลลัพธ์เหมือนกัน ทำให้สามารถเลือกใช้ฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้โดยไม่ติดขัดกับฐานข้อมูลใด ฐานข้อมูลหนึ่ง

2.12.1 ประเภทการทำงานของSQL

- 1) Select query ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่ต้องการ
- 2) Update query ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูล
- 3) Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล
- 4) Delete query ใช้สำหรับลบข้อมูลออกไป

2.12.2 ประโยชน์ของภาษา SQL

- 1) สร้างฐานข้อมูลและ ตาราง
- 2) สนับสนุนการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย การเพิ่ม การปรับปรุง และการลบข้อมูล
- 3) สนับสนุนการเรียกใช้หรือ ค้นหาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.1 ประเภทคำสั่งของSQL

1) ภาษานิยามข้อมูล(Data Definition Language : DDL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูล กำหนดโครงสร้างข้อมูลว่ามี Attribute ใด ชนิดของข้อมูล รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตาราง และการสร้างดัชนี คำสั่ง : CREATE,DROP,ALTER

2) ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language :DML) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ เพิ่ม ลบ และเปลี่ยนแปลงข้อมูลในตาราง คำสั่ง : SELECT,INSERT,UPDATE,DELETE

3) ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language : DCL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดสิทธิการอนุญาต หรือ ยกเลิก การเข้าถึงฐานข้อมูล เพื่อป้องกันความปลอดภัยของฐานข้อมูล คำสั่ง : GRANT,REVOKE

2.13 ภาษาjQuery

jQuery นั้นเป็น JavaScript Library ที่บรรจุเอา Function และ คำสั่งต่างๆ ทำให้ไม่ต้องมาเขียนเองใหม่ทั้งหมดตั้งแต่ต้น สามารถที่จะเขียน ajax ได้แบบง่ายๆเพียง code ไม่กี่บรรทัด หรือจะเขียน javascript เพื่อดัก Event (เหตุการณ์) ต่างๆที่ต้องการ เช่น การ click, rollover, mouse moved อื่นๆอีกมากมาย

2.13.1 ความสามารถของ jQuery

- ความสามารถในการทำงานแบบ ajax
- การสร้าง animation ได้แบบง่ายๆเลย ไม่ว่าจะทำรูปให้เคลื่อนที่
- ความสามารถในการ binds หรือการผูก หรือจับ function ที่เขียนขึ้นให้ทำงานร่วมกับ function อื่นๆ
- สามารถจัดการกับ css (style sheet) ล่อง element นั้นๆได้
- ค้นหา element ที่ต้องการและจัดการ เพิ่มหรือลบ Attributes ตามต้องการได้
- ทำ Effect ต่างๆกับ Element ที่ต้องการ
- การดักเหตุการณ์ต่างๆ

2.14 Ajax

AJAX ย่อมาจาก Asynchronous JavaScript and XML คือการ รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่าง browser จาก front-end ด้วย JavaScript กับ back-end ที่ server ในรูปแบบ XML แต่ที่จริงแล้วยัง รับ-ส่ง ข้อมูลกันในรูปแบบ text, html ได้ด้วย ส่วนคำว่า Asynchronous คือการทำงานโดยไม่ต้องรอผลลัพธ์ ในขณะที่ Synchronous คือการทำงานที่ต้องรอผลลัพธ์กลับมาก่อนถึงจะทำงานต่อไปได้ โปรแกรมประยุกต์ที่สร้างด้วย Ajax ใช้ engine แทนที่การโหลดเว็บเพจแบบดั้งเดิม browserของผู้ใช้ โหลด Ajax engine ซึ่งแสดงเพจที่ผู้ใช้มองเห็น โดย engine นี้ยังคงทำงานอยู่เบื้องหลัง ด้วยการใช้ JavaScript ติดต่อกับ browser การนำเข้าของผู้ใช้หรือการคลิกบนเพจส่ง JavaScript เรียก Ajax engine ซึ่งสามารถตอบสนองในหลายกรณีอย่างทันที ถ้า engine ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม จะร้องขอจากเครื่องแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.1 ข้อดีของ AJAX

- ด้วยการทำงานแบบ Asynchronous ทำให้ระหว่างที่รอการรับ-ส่งข้อมูลจาก Server ไม่ต้องรอโหลดหน้าใหม่เหมือนการเปลี่ยนหน้าเว็บปรกติ
- ลดปริมาณการรับ-ส่งข้อมูล เพราะสามารถดึงเฉพาะข้อมูล ส่วนที่จะใช้จริงๆ เท่านั้น ทำให้ทำงานได้เร็วขึ้น
- render การแสดงผลเฉพาะส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลง

2.15 ภาษา Javascript

JavaScript เป็นภาษาโปรแกรม (programming language) ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งมีวิธีการทำงาน "แปลความและดำเนินงานไปที่ละคำสั่ง" (interpret) ภาษานี้เดิมมีชื่อว่า LiveScript ได้พัฒนาขึ้นโดย Netscape ด้วยวัตถุประสงค์ ช่วยให้เว็บเพจสามารถแสดงเนื้อหาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปได้ ตามเงื่อนไขต่างๆกันหรือสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้มากขึ้น

2.15.1 การทำงานของ Javascript

การทำงานของ JavaScript เกิดขึ้นบนเบราว์เซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้นไม่ว่าใช้เบราว์เซอร์ก็ยังคงสามารถใช้ JavaScript ในเว็บเพจ จากลักษณะดังกล่าวก็ทำให้ JavaScript มีข้อจำกัด คือไม่สามารถรับและส่งข้อมูลต่างๆ กับเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เช่น การอ่านไฟล์จากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำมาแสดงบนเว็บเพจ หรือรับข้อมูลจากผู้ชม เพื่อนำไปเก็บบนเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น ดังนั้นงานลักษณะนี้ จึงยังคงต้องอาศัยภาษา server-side script อยู่

การทำงานของ JavaScript มีประสิทธิภาพมาก สามารถรับรู้เหตุการณ์ ที่ผู้ชมเว็บเพจโต้ตอบกับองค์ประกอบเหล่านั้น (เช่น การคลิก หรือเลื่อนเมาส์ไปวาง) ได้ ดังนั้นจากภาษา HTML เดิม ที่มีลักษณะสถิต (static) ใน HTML เวอร์ชันใหม่ๆ จึงได้มีการพัฒนาให้มีคุณสมบัติบางอย่างเพิ่มขึ้น และมีลักษณะเป็นอ็อบเจกต์ "object" มากขึ้น การทำงานร่วมกันระหว่างคุณสมบัติใหม่ของ HTML ร่วมกับ JavaScript นี้เอง ทำให้เกิดเป็น Dynamic HTML คือภาษา HTML ที่สามารถใช้สร้างเว็บเพจที่มีลักษณะพลวัต (dynamic) ได้นั่นเอง

2.15.2 JavaScript ทำอะไรได้บ้าง

- JavaScript ทำให้สามารถใช้เขียนโปรแกรมแบบง่ายๆได้ โดยไม่ต้องพึ่งภาษาอื่น
- JavaScript มีคำสั่งที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน ทำให้เว็บไซต์มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากขึ้น
- JavaScript สามารถเขียนหรือเปลี่ยนแปลง HTML Element ได้นั่นคือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงผลของเว็บไซต์ได้นั่นเอง
- JavaScript สามารถใช้ตรวจสอบข้อมูลได้ สังเกตได้จากเมื่อกรอกข้อมูลบางเว็บไซต์ เช่น เมื่อกรอกข้อมูลผิดจะมีหน้าต่างแจ้งเตือนว่ากรอกผิด ส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดใช้ JavaScript ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 CSS

CSS ย่อมาจากคำว่า Cascading Style Sheets โดยทั่วไปก็จะเรียก CSS หรือ Style Sheets แนะนำและสนับสนุนโดย Microsoft internet explorer 3.0 และ Netscape 4.0 เป็นต้นมา เป็นวิธีการกำหนดการแสดงผลของสิ่งต่างบนเว็บ เช่น ลักษณะอักษร ขนาด สี พื้นหลัง

2.16.1 ข้อดีของCSS

- CSS มีคุณสมบัติมากกว่า tag ของ html
- CSS นั้นกำหนดที่ต้นของไฟล์ html หรือตำแหน่งอื่นๆได้ และสามารถมีผลกับเอกสารทั้งหมด หมายถึงกำหนด ครั้งเดียวจุดเดียวมีผลกับการแสดงผลทั้งหมด ทำให้เวลาแก้ไขทำได้สะดวกไม่ต้องไล่ตามแก้ tag ต่างๆ ทั้งทั้งเอกสาร
- CSS สามารถกำหนดแยกไว้ต่างหากจาก ไฟล์เอกสาร html และสามารถนำมาใช้ร่วมกับเอกสารหลายไฟล์ได้ การแก้ไขก็แก้เพียง จุดเดียวก็มีผลกับเอกสารทั้งหมด

2.16.2 ข้อแตกต่างระหว่าง CSS กับ HTML / XHTML

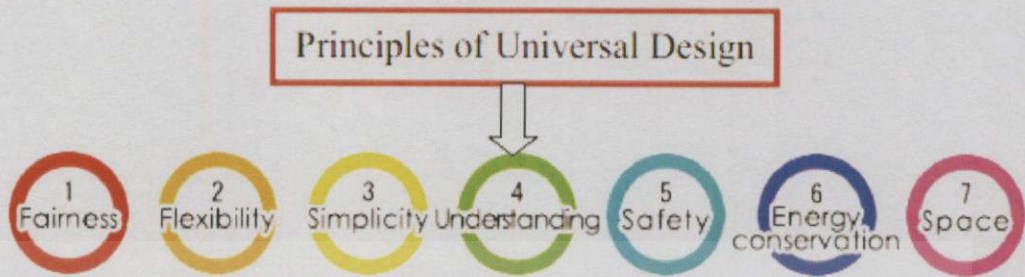
CSS กับ HTML / XHTML นั้นทำหน้าที่แตกต่างกัน โดย HTML / XHTML จะทำหน้าที่ในการวางโครงสร้างเอกสาร ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล ส่วน CSS จะทำหน้าที่ในการตกแต่งเอกสารให้สวยงาม เรียกได้ว่า HTML /XHTML คือส่วน coding ส่วน CSS คือส่วน design

2.17 อารยสถาปัตย์ (Universal Design)

อารยสถาปัตย์ หรือ Universal Design เป็นแนวคิดเรื่องการออกแบบสิ่งแวดล้อมการสร้างสถานที่และสิ่งของต่างๆ เพื่อให้ทุกคนที่อยู่ในสังคมสามารถใช้ประโยชน์จากสิ่งเหล่านั้นได้อย่างเต็มที่และเท่าเทียมกัน โดยไม่ต้องมีการออกแบบดัดแปลงพิเศษหรือเฉพาะเจาะจงเพื่อบุคคลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ ไม่ว่าจะบุคคลนั้นจะเป็นหญิงหรือชาย ใช้ขาเดินหรือใช้รถเข็น ตามองเห็นหรือมองไม่เห็น เด็กหรือผู้ใหญ่ ก็สามารถใช้งานร่วมกันได้ Universal Design เป็นการออกแบบที่คำนึงถึงการใช้งานให้คุ้มค่า มีประโยชน์ครอบคลุมสำหรับทุกคนโดยเริ่มต้นการคิดว่าทำอะไรคนประเภทต่างๆ จึงจะมีโอกาสมาใช้ได้อย่างเท่าเทียมกัน เช่นคนสูงอายุ คนป่วย สตรีตั้งครรภ์ คนแคระ เด็ก คนพิการประเภทต่างๆ ไม่ว่าจะตาบอด หูหนวก ร่างกายพิการ คนพิการทางปัญญา ทางจิต คนที่อ่านหนังสือไม่ออก ฯลฯ แต่ถึงแม้บุคคลเหล่านั้นจะมีข้อจำกัดทางร่างกายทางปัญญาทางจิตใจ แต่ก็ยังเป็นบุคคลในสังคม จึงควรรับผิดชอบดูแลให้สามารถอยู่ในสังคมร่วมกับบุคคลทั่วไปได้อย่างมีความสุข ตามอัตภาพของแต่ละคน เช่น การจัดให้มีทางลาดขึ้น-ลง ตามอาคารสถานที่สาธารณะต่างๆ ให้กับผู้พิการที่ใช้รถเข็น หรือบล็อกพื้นนำทางเดินสำหรับคนตาบอด ทั้งนี้ก็เพื่อให้พวกเขาสามารถใช้ชีวิตทำกิจกรรมภายนอกบ้านได้โดยสะดวกและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.1 องค์ประกอบและหลักการของอารยสถาปัตย์



รูปที่ 2.21 องค์ประกอบของ Universal Design

- 1) Fairness เสมอภาคใช้งานได้กับทุกคนในสังคม อย่างเท่าเทียมกัน ไม่มีการแบ่งแยก และเลือกปฏิบัติ เช่น การติดตั้งตู้โทรศัพท์สาธารณะสองระดับ ระดับทั่วไปสำหรับผู้ใหญ่และระดับต่ำสำหรับคนที่นั่งรถเข็นใช้ได้
- 2) Flexibility ยืดหยุ่น ใช้งานได้กับผู้ที่ถนัดซ้ายและขวา หรือปรับระดับความสูง-ต่ำ ขึ้น-ลงได้ ตามความสูงของผู้ใช้
- 3) Simplicity เรียบง่ายและเข้าใจได้ดี เช่น มีภาพหรือคำอธิบายที่เรียบง่ายสำหรับคนทุกประเภท ไม่ว่าจะมีความรู้ระดับไหน อาจใช้รูปภาพเป็นสัญลักษณ์สากลสื่อสารให้เข้าใจได้ง่าย ฯลฯ
- 4) Understanding มีข้อมูลพอเพียง มีข้อมูลง่ายสำหรับการใช้งาน ที่พอเพียง
- 5) Safety หนทางต่อการใช้งานที่ผิดพลาด เช่น มีระบบป้องกันอันตรายหากมีการใช้งานผิดพลาด รวมทั้งไม่เสียหายได้โดยง่าย
- 6) Energy conservation พลังงานประหยัด และไม่ต้องการแรงมาก เช่น ใช้ที่เปิดก๊อกน้ำแบบยกขึ้น-กดลง แทนการใช้มือหมุนก๊อกแบบเป็นเกลียว สวิตช์ไฟฟ้าแบบตัวใหญ่ที่กดเบาๆก็ยังสามารถทำงานได้ แทนสวิตช์เล็กที่ต้องใช้นิ้วมือออกแรงจัดอย่างแรง ฯลฯ
- 7) Space ขนาด และสถานที่ที่เหมาะสม และใช้งานในเชิงปฏิบัติได้ โดยคิดออกแบบเพื่อสำหรับคนร่างกายใหญ่โต คนที่เคลื่อนไหวร่างกายยาก เช่น ขนาดของห้องน้ำ มีโถใหญ่เพียงพอสำหรับคนที่ร่างกายใหญ่ คนพิการที่มีรถเข็นคันใหญ่ รวมถึงคำนึงถึงคนพิการที่มีรถเข็นคันใหญ่ ต้องมีพื้นที่สำหรับหมุนรถกลับไปมาในบริเวณห้องน้ำ

2.18 ระดับของผู้พิการ

ในการประเมินระดับความพิการของผู้พิการ จะอ้างอิงตามคู่มือมาตรฐานกลางประเมินความสามารถตามประเภทความพิการ และรหัส ICF (International Classification of Functioning) ซึ่งเป็นบัญชีสากล เพื่อจำแนกการทำงาน ความพิการและสุขภาพ ฉบับปี 2012 สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18.1 ความพิการทางการเห็น

ครอบคลุม 2 ลักษณะ คือ

1. ตาเห็นเลือนราง หมายถึง การมีสายตาข้างที่ด้อยที่สุดเมื่อใช้แว่นธรรมดาแล้วอยู่ในระดับตั้งแต่ 3 ส่วน 60 เมตร หรือ 20 ส่วน 400 ฟุต ไปจนถึงต่ำกว่า 6 ส่วน 18 เมตร หรือ 20 ส่วน 70 ฟุต หรือมีลานสายตาแคบกว่า 30 องศา ลงไปจนถึง 10 องศา
2. ตาบอด หมายถึง การมีสายตาข้างที่ด้อยที่สุดเมื่อใช้แว่นตาธรรมดาแล้วอยู่ในระดับต่ำกว่า 3 ส่วน 60 เมตร หรือ 20 ส่วน 400 ฟุต ไปจนถึงต่ำกว่า 6 เมตร ลงมาจนกระทั่งมองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง หรือมีลานสายตาแคบกว่า 10 องศา

ตารางที่ 2.7 ตารางแสดงระดับความพิการทางการมองเห็น

ระดับที่	พิจารณาที่สายตา	พิจารณาที่ลานสายตา	ลักษณะความพิการ
1	น้อยกว่า 6/18 ลงไปถึง 6/60	แคบกว่า 30 องศา จนถึง 10 องศา	สายตาพิการ
2	น้อยกว่า 6/60 ลงไปถึง 3/60		
3	น้อยกว่า 3/60 ลงไปถึง 1/60	แคบกว่า 10 องศา จนถึง 5 องศา	ตาบอดชั้นหนึ่ง
4	น้อยกว่า 1/60 เห็นเพียงแสงสว่าง	แคบกว่า 5 องศา	ตาบอดชั้นสอง
5	มองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง		ตาบอดชั้นสาม

ผู้ขายสินค้าอัตโนมัตินี้ สามารถรองรับผู้ที่มีความพิการทางการมองเห็นได้จนถึงระดับที่ 5 เพราะมีการใช้เสียงคอยแนะนำการใช้งานให้กับผู้ใช้งานในทุกขั้นตอน ผู้ขายสินค้าสามารถอ่านรายการสินค้าให้ฟังได้ โดยสามารถกดรหัส 555 จากคีย์แพด เพื่อเข้าสู่โหมดช่วยเหลือคนพิการ

2.18.2 ความพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย

แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

- 1) หูหนวก หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมซึ่ง เป็นผลมาจากการมีข้อบกพร่องในการได้ยิน จะได้ยินที่ความดังของเสียง 90 เดซิเบลขึ้นไป
- 2) หูตึง หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมซึ่ง เป็นผลมาจากการมีข้อบกพร่องในการได้ยิน จะได้ยินที่ความดังของเสียงน้อยกว่า 90 เดซิเบลลงมาถึง 40 เดซิเบล
- 3) ความพิการทางการสื่อความหมาย หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัด ในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม เช่น พูดไม่ได้ พูดหรือรับฟังผู้อื่นไม่เข้าใจ เป็นต้น

ผู้ขายสินค้าอัตโนมัตินี้ สามารถรองรับผู้ที่มีความพิการทางการได้ยิน หรือการสื่อความหมายได้ทั้ง 3 ประเภท เนื่องจากจะมีคำแนะนำที่เป็นข้อความติดไว้ที่ผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ ถึงแม้จะไม่ได้ยินเสียงใดๆเลยก็ตาม สามารถที่จะอ่านทำความเข้าใจขั้นตอนการใช้งานผู้ขายสินค้าได้จากคำแนะนำที่ติดไว้ด้านหลัง และข้อความที่หน้าจอแสดงผล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18.3 ความพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย

- ความพิการทางการเคลื่อนไหว หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการทากิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องจากการสูญเสียอวัยวะในการเคลื่อนไหวหรือ อัมพาต เช่น มือ เท้า แขน ขา เป็นต้น
- ความพิการทางกาย หมายถึง การที่บุคคลมีข้อจำกัด ในการทากิจกรรม การใช้ชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องหรือผิดปกติของศีรษะ ใบหน้า ลำตัว และภาพลักษณ์ภายนอก ร่างกายที่เห็นได้ชัดเจน

2.18.3.1 การเคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์ (Moving around using equipment)

การเคลื่อนที่ร่างกายทั้งหมดจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งบนพื้นผิวใดๆ โดยใช้เครื่องมือ โดยใช้อุปกรณ์เฉพาะช่วยในการเคลื่อนที่ หรือใช้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบอื่นๆ เช่น ใช้รองเท้าสเก็ต สกี หรือชุดดำน้ำ หรือการเคลื่อนที่ไปตามถนนโดยใช้รถเข็น หรือนั่งรถคนพิการอื่นๆ เช่น รถโยก

ตารางที่ 2.8 ตารางแสดงการประเมินสมรรถภาพคนพิการทางการเคลื่อนไหว ICF d465

d465.0	ไม่มีความยากลำบาก สามารถเคลื่อนที่ได้เองอย่างปลอดภัย โดยใช้รถเข็น ได้ต่อเนื่องอย่างน้อย 15 นาที หรือเป็นระยะทาง 50 เมตร โดยใช้อุปกรณ์เครื่องช่วยเดินหรือรถเข็น และไม่ต้องมีผู้เฝ้าระวัง (NO: 0-4%)
d465.1	มีความยากลำบากเล็กน้อย สามารถเคลื่อนที่ได้เองอย่างปลอดภัย โดยใช้รถเข็น แต่มีผู้เฝ้าระวัง (MILD: 5-24%)
d465.2	มีความยากลำบากปานกลาง สามารถเคลื่อนที่ได้เองบ้าง โดยใช้รถเข็น แต่ต้องมีผู้ออกแรงช่วยเล็กน้อย (MODERATE: 25-49%)
d465.3	มีความยากลำบากรุนแรง สามารถเคลื่อนที่ได้เองบ้าง โดยใช้รถเข็น แต่ต้องมีผู้ออกแรงช่วย เป็นส่วนใหญ่ (SEVERE: 50-95%)
d465.4	มีความยากลำบากที่สุด ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เอง (COMPLETE: 96-100%)
d465.8	มีความยากลำบากที่ไม่ระบุรายละเอียด (Not specified)
d465.9	ไม่เกี่ยวข้อง

ผู้ชายสินค้าอัตโนมัติ สามารถรองรับคนพิการทางการเคลื่อนไหว ICF d465 ได้ตั้งแต่ d465.0-d465.3

2.18.3.2 การหาซื้อสินค้าและบริการ (Acquisition of goods and services)

การเลือก การซื้อ และการขนส่งสินค้าและบริการทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับชีวิตประจำวัน เช่น การเลือก การจัดซื้อ การขนส่งและการจัดเก็บอาหาร เครื่องดื่ม เสื้อผ้า วัสดุ ในการทำความสะอาด เชื้อเพลิง ของใช้ภายในบ้าน อุปกรณ์ อุปกรณ์หุงต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงการประเมินสมรรถภาพคนพิการทางการเคลื่อนไหว ICF d620

d620.0	ไม่มีความยากลำบาก สามารถหาซื้อสินค้าและบริการได้ด้วยตนเองทุกขั้นตอน (NO: 0-4%)
d620.1	มีความยากลำบากเล็กน้อย ต้องการความช่วยเหลือจากผู้อื่นเล็กน้อยจึงสามารถหาซื้อสินค้าและบริการได้ (MILD: 5-24%)
d620.2	มีความยากลำบากปานกลาง ต้องการความช่วยเหลือจากผู้อื่นปานกลาง จึงสามารถหาซื้อสินค้าและบริการได้ (MODERATE: 25-49%)
d620.3	มีความยากลำบากรุนแรง ต้องการความช่วยเหลือจากผู้อื่นมาก จึงสามารถหาซื้อสินค้าและบริการได้ (SEVERE: 50-95%)
d620.4	มีความยากลำบากที่สุด ไม่สามารถหาซื้อสินค้าและบริการได้เอง ต้องมีผู้อื่นให้ความช่วยเหลือทั้งหมด (COMPLETE: 96-100%)
d620.8	มีความยากลำบากที่ไม่ระบุรายละเอียด (Not specified)
d620.9	ไม่เกี่ยวข้อง

ผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ สามารถรองรับคนพิการทางการเคลื่อนไหว ICF d620 ได้ตั้งแต่ d620.0-d620.3

2.18.4 เงื่อนไขของผู้พิการที่สามารถใช้ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติได้

- 1) ผู้พิการทางการมองเห็น
- 2) ผู้พิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย
- 3) จะต้องไม่เป็นผู้พิการทางการมองเห็นและพิการทางการได้ยิน ทั้ง 2 อย่างพร้อมกัน
- 4) ผู้พิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย จะต้องอยู่ในเงื่อนไข ICF d465.0-d465.3 และ ICF d620.0-d620.3
- 5) จะต้องสามารถใช้มือและแขนได้อย่างน้อย 1 ข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

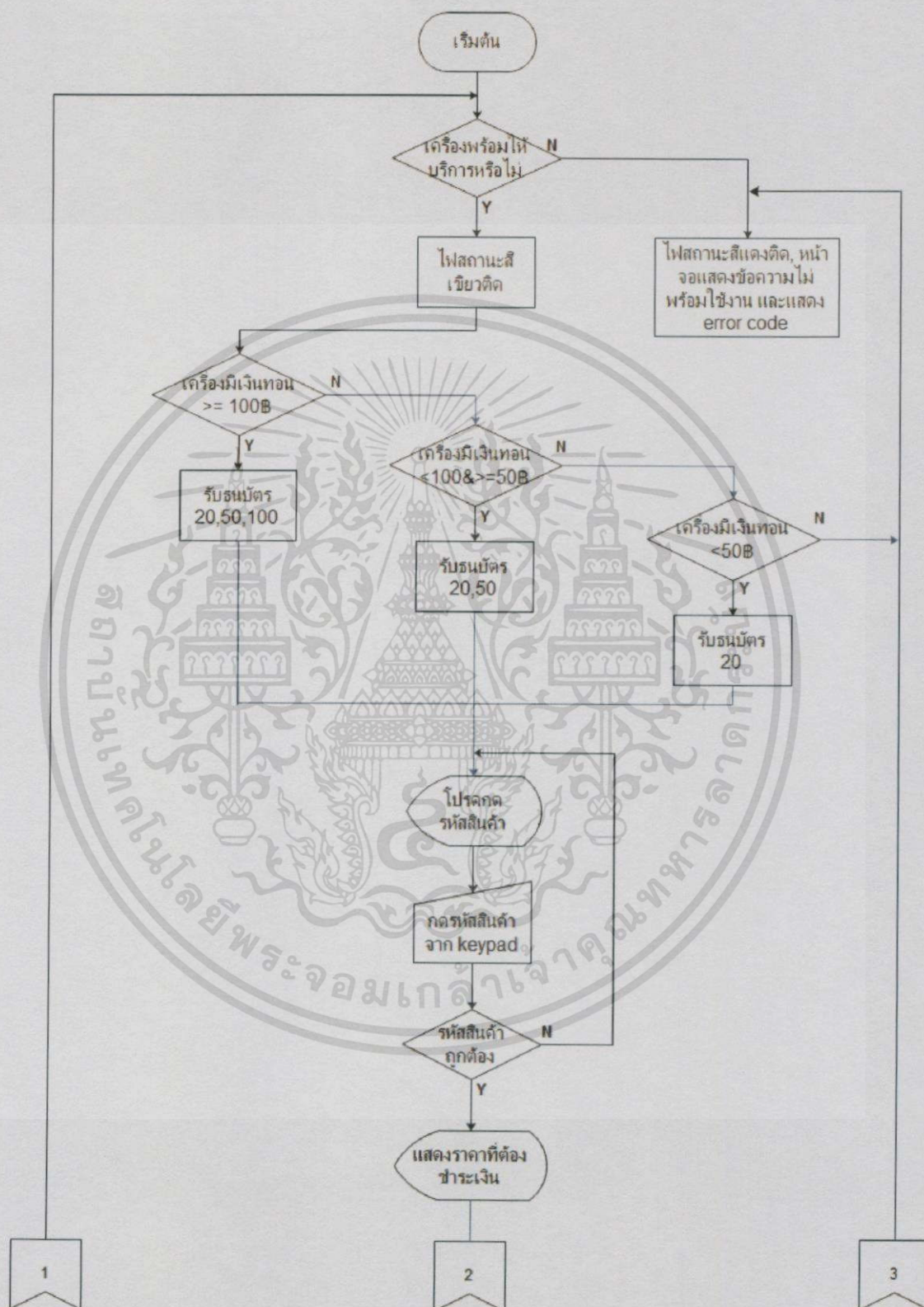
วิธีการดำเนินการ

3.1 กล่าวนำ

ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ เริ่มจากการออกแบบตู้ตามแนวคิดแบบ Universal design โดยได้ออกแบบให้ระบบตัวสั่งงาน (panel) ซึ่งประกอบไปด้วยหน้าจอ LCD, ปุ่มกดคีย์แพด ช่องสำหรับหยอดเหรียญ ใส่ธนบัตร สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน ทำให้สามารถใช้ได้กับทุกคนไม่ว่าจะเป็นเด็ก ผู้ใหญ่ หรือคนพิการนั่งรถเข็น หลังจากนั้นออกแบบโครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม SolidWorks 2013 ในการออกแบบโครงสร้างส่วนต่างๆทั้งหมด เช่น โครงสร้างตู้, ถาดวางสินค้า, ช่อง panel เป็นต้น จากนั้นศึกษาหลักการของอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ เช่นเครื่องรับเหรียญ, เครื่องรับธนบัตร และเครื่องทอนเหรียญ เป็นต้น ว่าอุปกรณ์แต่ละชนิดมีรูปแบบการทำงานเป็นอย่างไร การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ แล้วจึงนำมาเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ โดยใช้ภาษา Python ในการเขียน เนื่องจากตัวภาษามีความง่าย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม มี library สำหรับ Raspberry Pi เป็นจำนวนมาก ซึ่งเขียนใน Raspberry Pi ที่ใช้เป็นบอร์ดควบคุมหลักของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ และยังมีระบบการเก็บบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SQL ซึ่งสามารถเรียกดูค่าสถานะต่างๆของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติได้ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์

หลังจากที่ได้ออกแบบทั้งโครงสร้าง และโปรแกรมควบคุมการทำงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบการทำงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ โดยทดสอบระบบต่างๆที่มีความสำคัญ เช่น ระบบรับเหรียญและธนบัตร ระบบทอนเหรียญ และระบบจ่ายสินค้า เป็นต้น เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องสามารถทำงานได้ถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือสูง

3.2 แผนผังแสดงแนวคิดการทำงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ



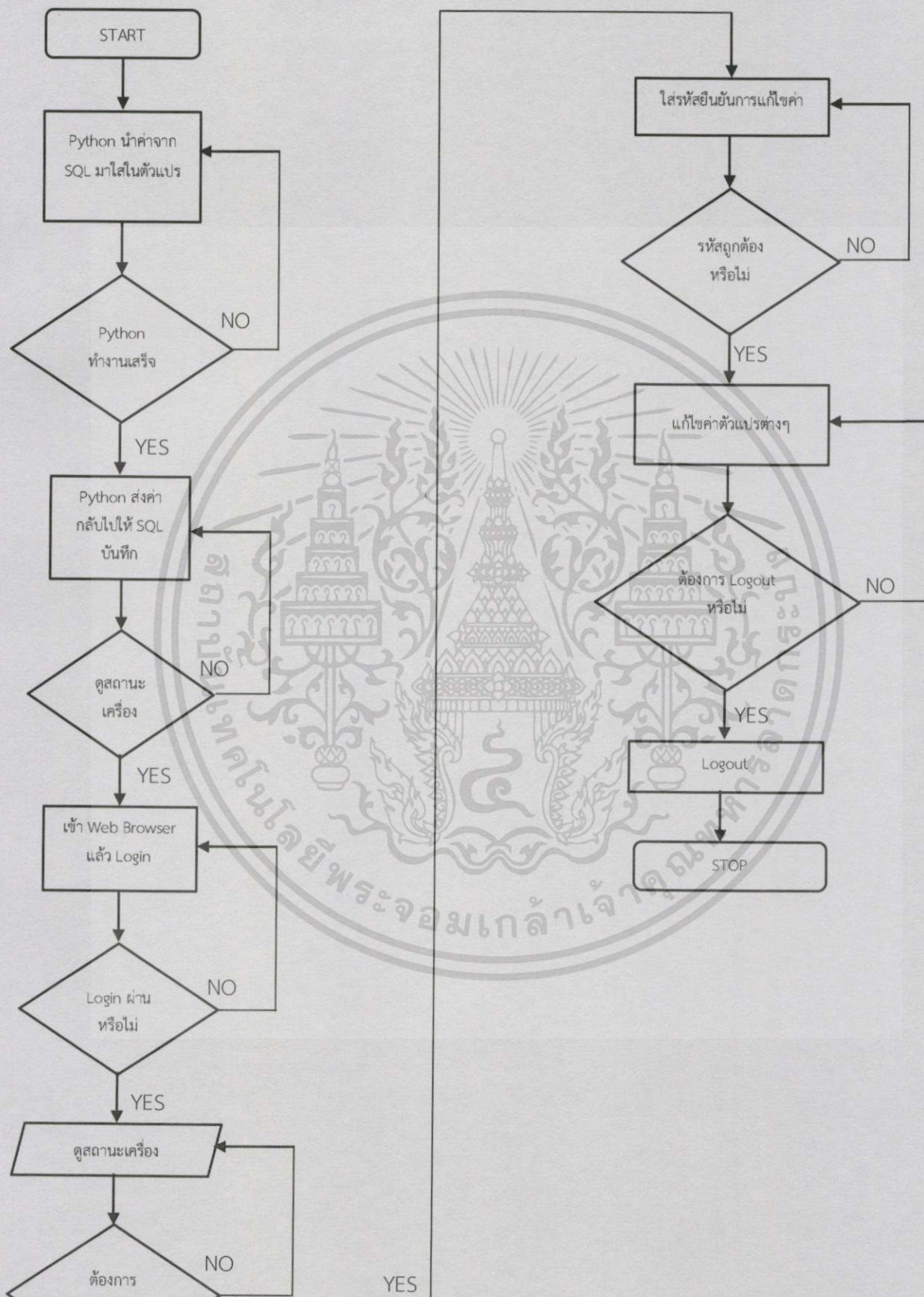
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบดูว่ารหัสที่กดมาถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องเครื่องก็จะให้กลับไปกรอกรหัสอีกครั้ง หากกรหัสที่กรอกถูกต้องตัวเครื่องก็จะแสดงราคาที่ต้องชำระเงินที่จอแสดงผล LCD หลังจากนั้นก็จะรอรับการชำระเงินจากลูกค้า ซึ่งสามารถรับได้ทั้งเหรียญ และธนบัตรทั้งรุ่นเก่าและรุ่นใหม่ที่มีหมุนเวียนอยู่ในปัจจุบัน ถ้าหากชำระเงินยังไม่ครบราคาสินค้า สามารถกดปุ่มยกเลิกได้ โดยเครื่องจะคืนเงินให้ตามจำนวนเงินที่ชำระเข้ามา หากชำระเงินมากกว่าราคาสินค้า เครื่องก็จะทอนเงินให้ได้ แต่มีข้อจำกัดคือทอนได้เฉพาะเหรียญ 1 บาทเท่านั้น หลังจากชำระเงินครบถ้วน ถูกต้อง สมบูรณ์แล้ว เครื่องจึงขับมอเตอร์ตามรหัสสินค้าที่ต้องการซื้อ สินค้าก็จะเคลื่อนที่ตามการหมุนของสปริง แล้วก็จะหล่นลงมายังช่องรับสินค้าด้านล่าง หากเกิดความผิดพลาดเกิดขึ้น โดยที่โปรแกรมสามารถตรวจพบข้อผิดพลาดนั้น เช่น มอเตอร์สินค้าไม่ทำงาน เป็นต้น ผู้ขายสินค้าอัตโนมัติจะทำการคืนเงินตามราคาสินค้าที่ได้ชำระเงินเข้ามาเต็มราคาทันที หลังจากนั้นเครื่องจะทำการแสดงสถานะเป็นไมพร้อมให้บริการ ไฟสีแดงเกิดขึ้น เพื่อให้ผู้ดูแลเข้ามาตรวจสอบปัญหา และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้เรียบร้อยก่อนที่จะให้บริการต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบจัดเก็บข้อมูลและแสดงผลผ่านหน้า Web browser



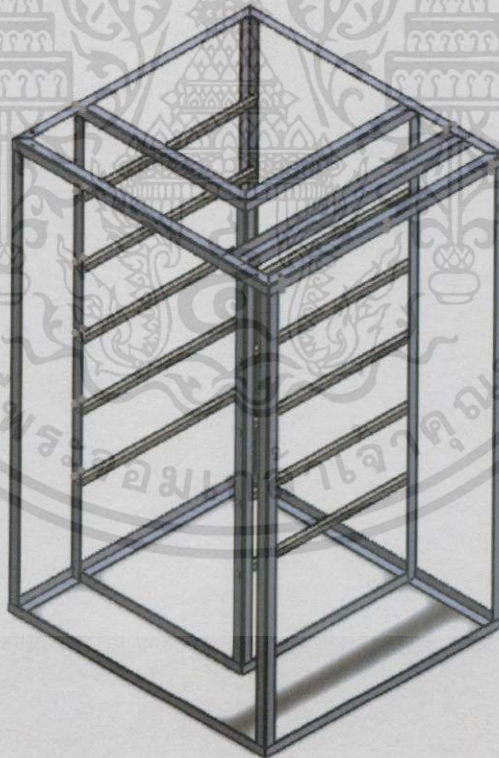
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อโปรแกรมทำงานจะดึงค่าจาก SQL มาใส่ในตัวแปรที่อยู่ใน Raspberry pi เพื่อตรวจสอบว่า ณ ตอนนั้นเครื่องมีสินค้าที่ขึ้น มีเงินทองจำนวนกี่บาท ราคาสินค้าเท่าไร โดย SQL จะบันทึกค่าทุกอย่าง ไม่ให้ข้อมูลล่าสุดสูญหาย เมื่อ Python ทำงานเสร็จสิ้นจะส่งค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงกลับมาที่ SQL ให้จัดเก็บข้อมูล นอกจากนี้ SQL สามารถนำข้อมูลมาเสนอใน Web browsers ทำให้สามารถเช็คสถานะของผู้ได้ผ่าน Web browsers และเพื่อป้องกันบุคคลภายนอกเข้ามาดูได้รายละเอียดในตัวได้จึงมีระบบ Member จะอนุญาตเฉพาะผู้ที่มีสิทธิใช้งาน โดย Admin จะสามารถแก้ไขค่า ราคา จำนวน ขึ้น ได้ นอกจาก Admin แล้วไม่ว่าจะเป็น Operator หรือผู้ใช้คนอื่นๆ จะไม่สามารถแก้ไขค่าต่างๆได้ หากต้องการออกจากระบบจะมีปุ่ม Logout เพื่อออกจากระบบ

3.4 การออกแบบโครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

3.4.1 โครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

ตัวโครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ ใช้วัสดุเหล็กฉากขนาด 40x40 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร เพื่อใช้ทำโครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

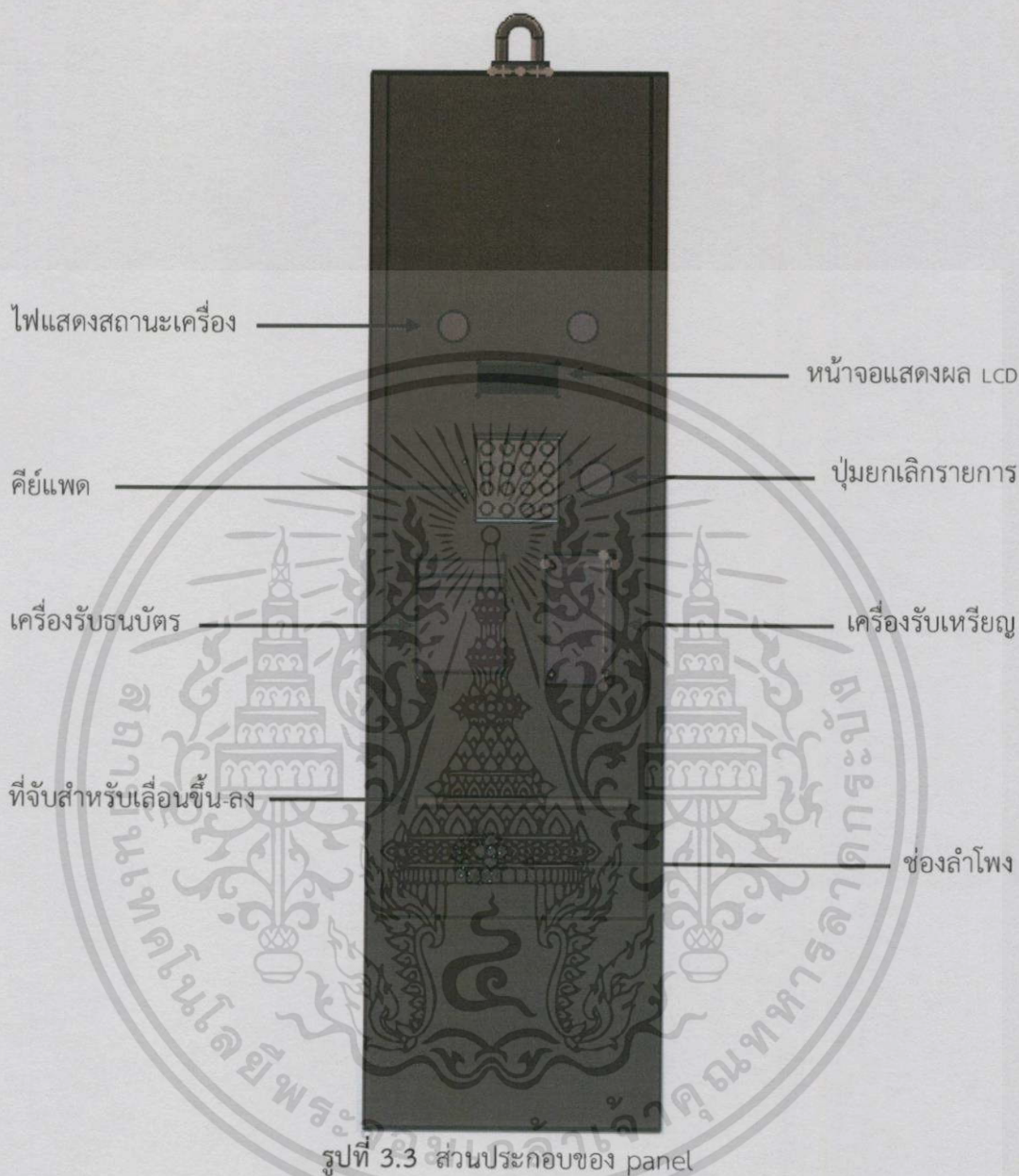
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 โครงสร้างภายนอกตู้หลังจากประกอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ส่วนประกอบของ panel



3.4.2.1 ไฟแสดงสถานะเครื่อง

ใช้สำหรับบอกสถานะว่าเครื่องพร้อมให้บริการหรือไม่ ถ้าไฟสีเขียวติด แสดงว่าเครื่องพร้อมให้บริการ ถ้าหากไฟสีแดงติด แสดงว่าเครื่องยังไม่พร้อมให้บริการ

3.4.2.2 หน้าจอแสดงผล LCD

ใช้สำหรับแสดงผลต่างๆ ของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ เช่น ราคาสินค้า, ขั้นตอนต่างๆ, error code เป็นต้น

3.4.2.3 คีย์แพด

ใช้สำหรับในการป้อนรหัสสินค้า รวมถึงทำรายการต่างๆ โดยคีย์แพดที่เลือกนำมาใช้สำหรับตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ จะเลือกใช้แบบที่มีปุ่มนูนบริเวณเลข 5 ของคีย์แพด ซึ่งเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับให้คนพิการทางสายตาใช้ เพราะเมื่อคลำเจอปุ่มนูน จะสามารถเข้าใจได้ทันทีว่าปุ่มนั้นเป็นเลข 5 และสามารถรู้ทิศทางของตัวเลขอื่นๆที่เหลือได้ เช่นเดียวกับปุ่มของโทรศัพท์ทั่วไป

3.4.2.4 ปุ่มยกเลิกรายการ

ปุ่มยกเลิกรายการ ใช้สำหรับเมื่อต้องการยกเลิกรายการการซื้อสินค้าขณะเลือกรายการสินค้าไปแล้ว โดยถ้ากดปุ่มนี้จะเป็นการยกเลิกการซื้อ หากมีการชำระเงินเข้ามาแต่ยังไม่ครบตามจำนวน เครื่องจะทำการคืนเงินให้ที่ช่องรับเงินด้านล่าง

3.4.2.5 เครื่องรับธนบัตร

เครื่องรับธนบัตร ใช้สำหรับใส่ธนบัตรเพื่อชำระเงินค่าสินค้า โดยสามารถรองรับธนบัตรไทยราคา 20, 50 และ 100 บาท

3.4.2.6 เครื่องรับเหรียญ

เครื่องรับเหรียญ ใช้สำหรับหยอดเหรียญเพื่อชำระเงินค่าสินค้า โดยเครื่องสามารถรับเหรียญไทยมูลค่า 1, 2, 5 และ 10 บาท

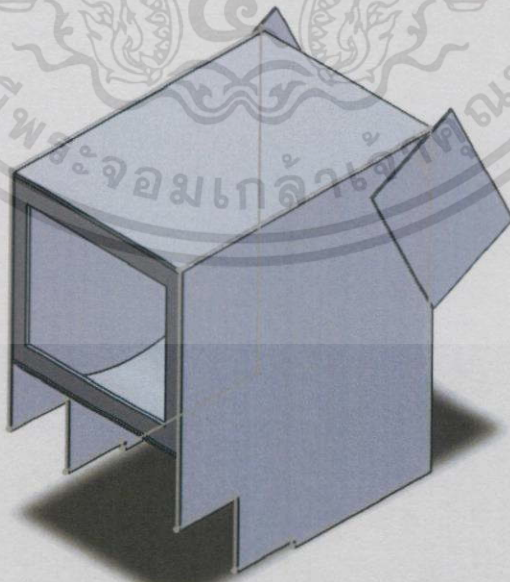
3.4.2.7 ที่จับสำหรับปรับระดับขึ้น-ลง

ใช้สำหรับเลื่อนขึ้นหรือลง เพื่อปรับระดับ panel ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานแต่ละคน คนสูงสามารถดึงขึ้นได้ เพื่อให้ใช้งานได้นั่งเด็กหรือคนนั่งรถเข็น สามารถดึงลงมาเพื่อให้ใช้งานได้นั่งตมมากขึ้น

3.4.2.8 ช่องลำโพง

เป็นช่องสำหรับให้เสียงออกมา โดยการใช้งานจะมีเสียงคอยแนะนำขั้นตอนการใช้งานให้กับผู้ซื้อ ตั้งแต่เริ่มซื้อไปจนได้รับสินค้า และยังเป็นประโยชน์สามารถช่วยให้คนพิการทางสายตา สามารถใช้งานตู้ขายสินค้าอัตโนมัติได้อีกด้วย

3.4.3 ช่องทอนเหรียญ



รูปที่ 3.4 ช่องทอนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นส่วนที่สำหรับใช้รับเงินทอนสินค้า ซึ่งเครื่องทอนเหรียญจะทอนเหรียญ เหรียญจะตกลงมาที่ช่องนี้ โดยช่องมีขนาดกว้าง 7.8 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถใช้มือล้วงเข้าหยิบเหรียญได้อย่างสะดวก ไม่แคบจนเกินไป และบริเวณพื้นออกแบบมาให้มีความโค้ง เพื่อให้ผู้ใช้งานหยิบเหรียญได้ง่ายขึ้น

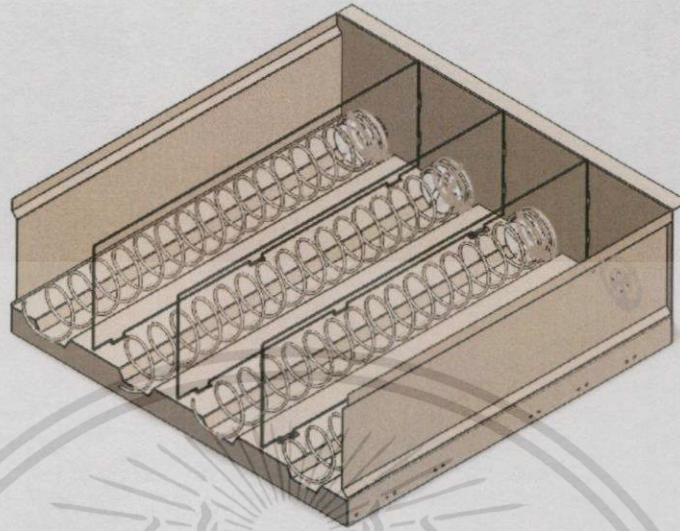
3.4.4 ช่องรับสินค้า



รูปที่ 3.5 ช่องรับสินค้า

ช่องสำหรับรับสินค้าที่ซื้อ โดยสินค้าจะหล่นลงมาที่ช่องนี้ ช่องรับสินค้านี้มีความกว้างประมาณ 56 เซนติเมตร สูงประมาณ 15 เซนติเมตร และบริเวณพื้นของช่องรับสินค้า ออกแบบให้มีความโค้ง เพื่อช่วยลดแรงกระแทกขณะสินค้าหล่นลงมา

3.4.5 ถาดวางสินค้า

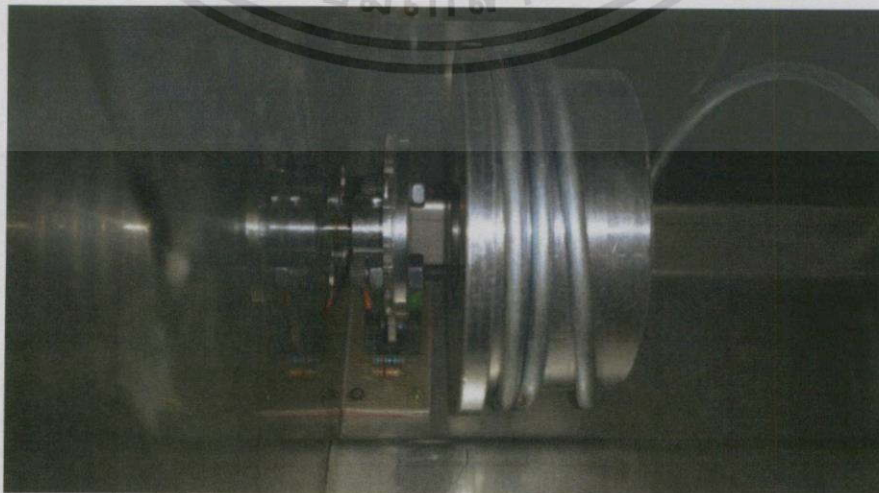


รูปที่ 3.6 ถาดวางสินค้า

ถาดวางสินค้า ใช้สำหรับวางสินค้า ตัวถาดทำจากวัสดุแตนเลส โดยถาดจะมีอยู่ 2 แบบ ได้แก่

1. ถาดวางสินค้าแบบ 4 ช่อง สามารถวางสินค้าได้ 4 ช่อง เหมาะกับสินค้าที่มีขนาดใหญ่ ภายใน 1 แถวสามารถใส่สินค้าได้ 8-10 ชั้น
2. ถาดวางสินค้าแบบ 5 ช่อง สามารถวางสินค้าได้ถึง 5 ช่อง เหมาะกับสินค้าที่มีขนาดเล็ก ภายใน 1 ช่องใส่สินค้าได้ 10-12 ชั้น โดยในแต่ละแถวจะมีแผ่นอะคริลิกใสเป็นตัวกั้นระหว่างช่องสินค้า เพื่อไม่ให้สินค้าชนกัน

ด้านหลังจะใช้มอเตอร์เกียร์ 12VDC เป็นตัวขับเคลื่อนสปริงให้เคลื่อนที่ โดยจะมีเซ็นเซอร์กัมพู ทำหน้าที่คอยตรวจจับรอบการหมุนของมอเตอร์ แล้วส่งค่าไปยังบอร์ดควบคุม Raspberry Pi



รูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งชุดเซ็นเซอร์สำหรับจับรอบมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบเว็บไซต์

หลังจากที่เสร็จสิ้นกระบวนการ Python ส่งข้อมูลจัดเก็บลงใน databases โดย ภาษา SQL หลังจากส่งค่าเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว เมื่อต้องการตรวจสอบค่าผ่านเว็บเบราว์เซอร์จะมีภาษาที่เกี่ยวข้องกันคือ HTML และ CSS แต่ละส่วนทำหน้าที่ตกแต่งเว็บแต่ทั้งสองภาษามีหน้าที่ต่างกันคือ

- HTML จะมีหน้าที่ในการจัด Layout หรือ ขนาดของแต่ละส่วนเช่น ส่วนของหัวเว็บ ส่วนของหน้ากลางเว็บ นอกจากขนาดที่กำหนดได้แล้ว แล้วแต่ละส่วนมีข้อมูลอะไร นอกจากนี้ HTML ยังสามารถทำลิงค์ไปที่Page อื่น, ลิงค์ชุดข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับหน้า Page นี้, ปุ่มกด

- CSS มีหน้าที่ตกแต่งไม่ว่าจะเป็น ชนิดฟอนต์,ขนาดตัวอักษร,สี,ความห่างจากขอบ,ความโค้งมนของขอบ,เปลี่ยน Layout ได้ เช่นดูใน Smart Phone เปลี่ยนหน้าเว็บเป็นอีกขนาด เป็นต้น CSS จะเป็นชุดข้อมูลตกแต่ง สามารถเอาไปใช้ในเว็บได้หลายส่วนแต่แก้ไขที่ CSS แค่ชุดเดียว การจะนำCSS มาใช้ต้องให้ HTML ลิงค์ CSS เข้ามา

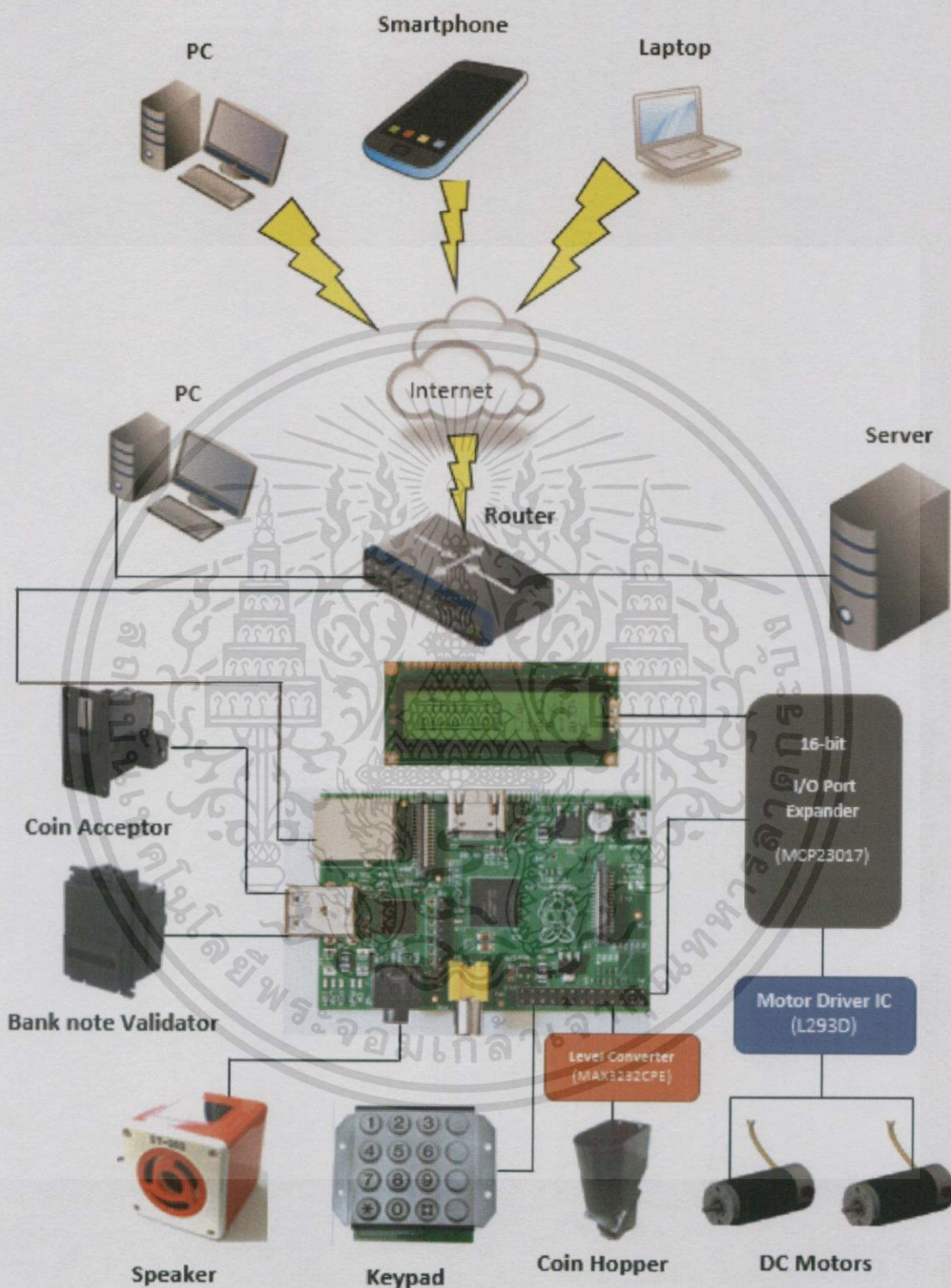
เมื่อเข้าเว็บส่วนที่มีการติดต่อกับ databases เช่น การLogin ภาษาที่ใช้ติดต่อเว็บกับ database คือ PHP แต่การ Login จะมีการแสดงผลออกมาด้วยว่าสำเร็จหรือไม่ ซึ่งใช้ Ajax และ JavaScript

- PHP มีหน้าที่เชื่อมต่อกับ databases โดยจะส่ง Username และ Password และตำแหน่งของ databases พร้อมทั้งเลือกรฐานข้อมูลและตารางของข้อมูลที่จะใช้

- Ajax คือการทำงานร่วมกันระหว่าง JavaScript และ XML มีหน้าที่ Update หน้าจอ บางส่วนไม่ต้องกดปุ่ม Refresh ทำให้เว็บเราเป็น Real time มากขึ้น ตอบสนองกับผู้ใช้ได้เร็วขึ้นไม่ว่าจะเป็นการ Login ผิด จะแจ้งข้อผิดพลาดทันที หรือ ค่าในตารางต่างๆจะเปลี่ยนค่าให้เองโดยไม่ต้อง Refresh

- JavaScript ใช้เมื่อต้องการใช้งาน Ajax หรือต้องการให้เว็บตอบสนองต่อผู้ใช้เช่น เมื่อเราต้องการ Logoff จะมีกล่องแจ้งเตือนมาให้กดยืนยันว่าจะ Logoff จริงหรือไม่

3.6 Network Diagram



รูปที่ 3.8 แสดง Network Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอวิธีการใช้งานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ และการทดลองทดสอบระบบส่วนต่างๆที่สำคัญของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ ได้แก่ ส่วนระบบการรับเหรียญและธนบัตร, ระบบทอนเงิน และระบบการจ่ายสินค้า เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ซื้อสินค้า และเพื่อนำข้อผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้น มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.2 วิธีการใช้งานตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

1. ตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ
 - ไฟสีเขียว แสดงว่า เครื่องพร้อมให้บริการ สามารถซื้อสินค้าได้ตามปกติ
 - ไฟสีแดง แสดงว่า เครื่องไม่พร้อมให้บริการ โดยเครื่องจะไม่รับรหัสสินค้าที่กรอก

ไฟแสดงสถานะเครื่อง



รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งของไฟแสดงสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

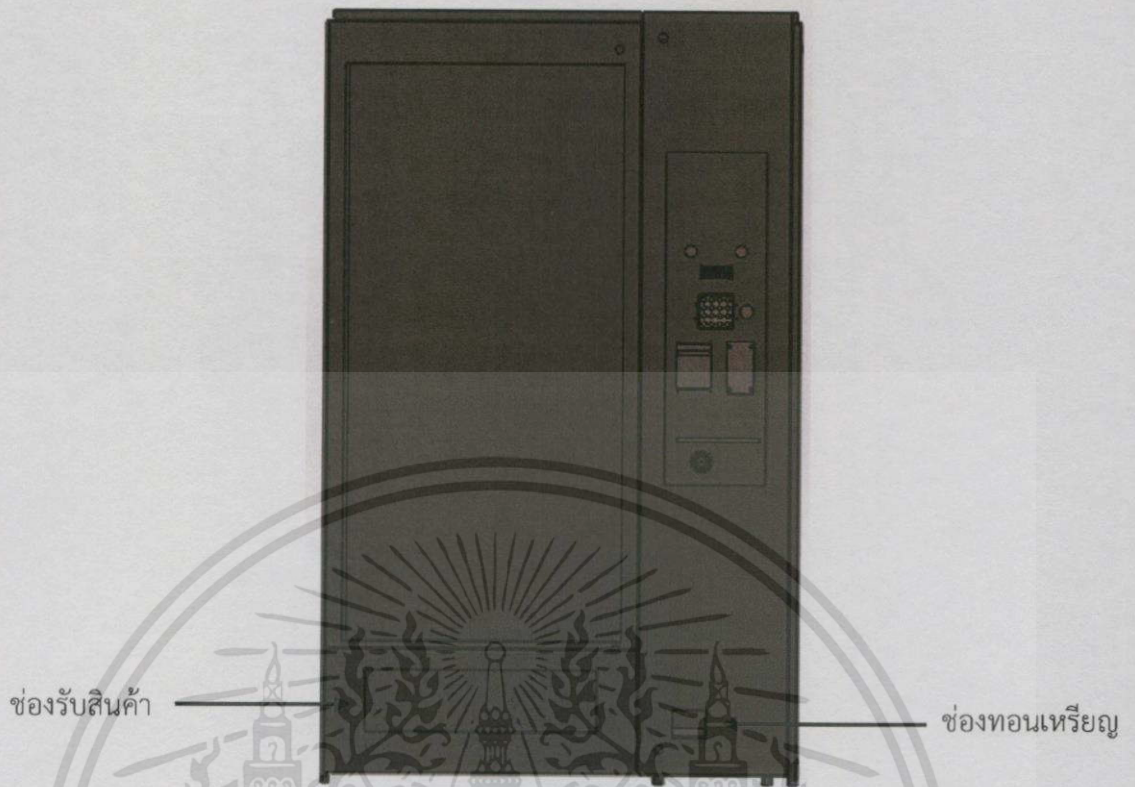
2. กรรหส์สินค้า 2 หลัค ตามด้วยเครื่องหมาย # โดยรหส์สินค้าคูดั้จากหน้าตู้ขายสินค้า บริเวณใต้ถาดของช่องวางสินค้า
3. ถักรหส์สินค้าที่กรรอกถูคต้อง หน้าจอจะแสดงราคาที่ต้องชำระเงิน หากกรหส์ที่กรรอกไม่ถูคต้อง เครื่องจะให้กลับป้กรรกรหส์อื่กรร้
 - หากตู้ขายสินค้าไม่มีเงินทอน เครื่องจะแจ้งให้ผู้ซื้อทรบก่อน
4. ชั้ระเงินโดยตู้ขายสินค้าอัตโนมัติสามารถรับได้ทั้งเหรียญ และธนบัตรราคาไม่เกิน 100 บาท
 - หากต้องการยกเลิกการซื้อสินค้า สามารถกดปุ่มสีแดงได้ โดยเครื่องจะคืนเงินให้ตามจำนวนเงินที่จ่ายเข้ามา



รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งของปุ่มยกเลิกรายการ

5. รอรับสินค้า ได้ที่ช่องรับสินค้าด้านล่าง
 - หากมอเตอร์ไม่ทำงาน หรือเกิดเหตุขัดข้อง เครื่องจะคืนเงินให้ตามราคาสินค้าที่ชำระเงิน
6. หากชำระเงินเกินราคาสินค้า เครื่องจะทอนเงินให้เป็นเหรียญชนิด 1 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของช่องรับสินค้าและช่องทอนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการรับเหรียญของผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

4.3.1 การทดลองการรับเหรียญชนิด 1 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT

ตารางที่ 4.1 การทดลองการรับเหรียญชนิด 1 บาท

ครั้งที่	การรับเหรียญ		การอ่านค่า	
	รับ	ไม่รับ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/	/	/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการรับเหรียญชนิด 1 บาท โดยเหรียญที่ใช้ในการทดลองเป็นเหรียญที่หมุนเวียนใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่า จากการทดลอง 20 ครั้ง รับเหรียญ 19 ครั้ง ไม่รับเหรียญ 1 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการรับเหรียญ 1 บาท 95% โดยเหรียญที่เครื่องรับเหรียญไม่รับ จากการสังเกตด้วยตาพบว่า เหรียญมีขอบป็นรอบเหรียญ ด้านการอ่านค่ามูลค่าเหรียญ เครื่องสามารถอ่านค่าได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็นความแม่นยำในการอ่านค่าเหรียญ 1 บาท 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองการรับเหรียญชนิด 2 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT

ตารางที่ 4.2 การทดลองการรับเหรียญชนิด 2 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT

ครั้งที่	การรับเหรียญ		การอ่านค่า	
	รับ	ไม่รับ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการรับเหรียญชนิด 2 บาท โดยเหรียญที่ใช้ในการทดลองเป็นเหรียญที่หมุนเวียนใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่า จากการทดลอง 20 ครั้ง รับเหรียญ 20 ครั้ง ไม่รับเหรียญ 0 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการรับเหรียญ 2 บาท 100% ด้านการอ่านค่ามูลค่าเหรียญ เครื่องสามารถอ่านค่าได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็นความแม่นยำในการอ่านค่าเหรียญ 2 บาท 100%

4.3.3 การทดลองการรับเหรียญชนิด 5 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT

ตารางที่ 4.3 การทดลองการรับเหรียญชนิด 5 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT

ครั้งที่	การรับเหรียญ		การอ่านค่า	
	รับ	ไม่รับ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการรับเหรียญชนิด 5 บาท โดยเหรียญที่ใช้ในการทดลองเป็นเหรียญที่หมุนเวียนใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่า จากการทดลอง 20 ครั้ง รับเหรียญ 20 ครั้ง ไม่รับเหรียญ 0 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการรับเหรียญ 5 บาท 100% ด้านการอ่านค่ามูลค่าเหรียญ เครื่องสามารถอ่านค่าได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็นความแม่นยำในการอ่านค่าเหรียญ 5 บาท 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การทดลองการรับเหรียญชนิด 10 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT

ตารางที่ 4.4 การทดลองการรับเหรียญชนิด 10 บาท ของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES จาก ICT

ครั้งที่	การรับเหรียญ		การอ่านค่า	
	รับ	ไม่รับ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการรับเหรียญชนิด 10 บาท โดยเหรียญที่ใช้ในการทดลองเป็นเหรียญที่หมุนเวียนใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่า จากการทดลอง 20 ครั้ง รับเหรียญ 20 ครั้ง ไม่รับเหรียญ 0 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการรับเหรียญ 10 บาท 100% ด้านการอ่านค่ามูลค่าเหรียญ เครื่องสามารถอ่านค่าได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็นความแม่นยำในการอ่านค่าเหรียญ 10 บาท 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการรับธนบัตรของผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

4.4.1 การทดลองการรับธนบัตรราคา 20 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL

ตารางที่ 4.5 การทดลองการรับธนบัตรราคา 20 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL

ครั้งที่	การรับธนบัตร		การอ่านค่า	
	รับ	ไม่รับ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5		/	/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16		/	/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการรับธนบัตรราคา 20 บาท โดยธนบัตรที่ใช้ในการทดลองเป็นธนบัตรที่หมุนเวียนซื้อขายในปัจจุบันพบว่า จากการทดลอง 20 ครั้ง รับธนบัตร 18 ครั้ง ไม่รับธนบัตร 2 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการรับธนบัตรราคา 20 บาท 90% โดยธนบัตรที่เครื่องไม่รับ จากการสังเกตด้วยตาพบว่า ธนบัตรมีรอยยับเยอมาก และบางใบถูกพับมา ด้านการอ่านค่ามูลค่าของธนบัตร เครื่องสามารถอ่านค่าได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็นความแม่นยำในการอ่านค่าธนบัตร 20 บาท 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การทดลองการรับธนบัตรชนิด 50 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL

ตารางที่ 4.6 การทดลองการรับธนบัตรชนิด 50 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL

ครั้งที่	การรับธนบัตร		การอ่านค่า	
	รับ	ไม่รับ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการรับธนบัตรราคา 50 บาท โดยธนบัตรที่ใช้ในการทดลองเป็นธนบัตรที่หมุนเวียนใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่า จากการทดลอง 20 ครั้ง รับธนบัตร 20 ครั้ง ไม่รับธนบัตร 0 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการรับธนบัตรราคา 50 บาท 100% ด้านการอ่านค่ามูลค่าของธนบัตร เครื่องสามารถอ่านค่าได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็นความแม่นยำในการอ่านค่าธนบัตร 50 บาท 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การทดลองการรับธนบัตรชนิด 100 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL

ตารางที่ 4.7 การทดลองการรับธนบัตรชนิด 100 บาท ของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 จาก ITL

ครั้งที่	การรับธนบัตร		การอ่านค่า	
	รับ	ไม่รับ	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการรับธนบัตรราคา 100 บาท โดยธนบัตรที่ใช้ในการทดลองเป็นธนบัตรที่หมุนเวียนใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่า จากการทดลอง 20 ครั้ง รับธนบัตร 19 ครั้ง ไม่รับธนบัตร 1 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการรับธนบัตรราคา 100 บาท 95% โดยธนบัตรที่เครื่องไม่รับ จากการสังเกตด้วยตาพบว่า ธนบัตรเก่าและมีรอยยับเยอะมาก ด้านการอ่านค่ามูลค่าของธนบัตร เครื่องสามารถอ่านค่าได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็นความแม่นยำในการอ่านค่าธนบัตร 100 บาท 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองการทอนเหรียญของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

4.5.1 การทดลองการทอนเหรียญชนิด 1 บาท ของเครื่องทอนเหรียญ

ตารางที่ 4.8 การทดลองการทอนเหรียญชนิด 1 บาท ของเครื่องทอนเหรียญ

ครั้งที่	การทอนเหรียญ		จำนวนเหรียญ	
	ทอน	ไม่ทอน	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8	/		/	
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	

จากการทดลองในการทอนเหรียญของเครื่องทอนเหรียญ ซึ่งสามารถทอนได้แต่เหรียญชนิด 1 บาทเท่านั้น ปรากฏว่าจากการทดลองสั่งให้เครื่องทอนเหรียญจำนวน 20 ครั้ง เครื่องสามารถทอนเหรียญออกมาได้ทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็น 100% และความถูกต้องของจำนวนเหรียญที่ทอน จากการสุ่มราคาทอนเหรียญ ปรากฏว่าสามารถทอนจำนวนเงินได้ถูกต้องทั้ง 20 ครั้ง หรือคิดเป็น 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดลองการจ่ายสินค้าของผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

ตารางที่ 4.9 การทดลองการจ่ายสินค้าของผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

ครั้งที่	มอเตอร์		สินค้า	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน	ได้รับ	ไม่ได้รับ
1	/		/	
2	/		/	
3	/		/	
4	/		/	
5	/		/	
6	/		/	
7	/		/	
8		/		/
9	/		/	
10	/		/	
11	/		/	
12	/		/	
13	/		/	
14	/		/	
15	/		/	
16	/		/	
17	/		/	
18	/		/	
19	/		/	
20	/		/	
21	/		/	
22	/		/	
23	/		/	
24	/		/	
25	/		/	
26	/		/	
27	/		/	
28	/		/	
29	/		/	
30	/		/	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การทดลองการจ่ายสินค้าของผู้ขายสินค้าอัตโนมัติ (ต่อ)

ครั้งที่	มอเตอร์		สินค้า	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน	ได้รับ	ไม่ได้รับ
31	/		/	
32		/		/
33	/		/	
34	/		/	
35	/		/	
36	/		/	
37	/		/	
38	/		/	
39	/		/	
40	/		/	
41	/		/	
42	/		/	
43	/		/	
44	/		/	
45	/		/	
46	/		/	
47	/		/	
48	/		/	
49	/		/	
50	/		/	

จากการทดลองการจ่ายสินค้า จากการขับมอเตอร์ โดยทดลองจำนวน 50 ครั้ง พบว่ามอเตอร์ทำงานได้ตามปกติ 48 ครั้ง ไม่ทำงาน 2 ครั้ง มอเตอร์ทำงานได้ปกติคิดเป็น 96% สาเหตุที่มอเตอร์ไม่ทำงานได้แก่ สายไฟที่ terminal หลวม และติดตั้งตัวยึดกับแกนมอเตอร์ไม่แน่น ส่วนการได้รับสินค้าจากการทดลอง 50 ครั้งพบว่า ได้รับสินค้าจำนวน 48 ครั้ง ไม่ได้รับสินค้าจำนวน 2 ครั้ง หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การได้รับสินค้า 96% สาเหตุที่พบส่วนใหญ่ที่ทำให้ไม่ได้รับสินค้าคือมอเตอร์ไม่ทำงาน ทำให้ไม่ได้รับสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การใช้พลังงานของตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ

วัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้จาก Clamp meter ได้ 210 mA

$$\begin{aligned} \text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} &= \text{ความต่างศักย์ (โวลต์)} \times \text{กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)} \\ &= 220 \text{ (โวลต์)} \times 0.21 \text{ (แอมแปร์)} \\ &= 46.2 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

คำนวณหาค่าไฟฟ้า โดยคิดจากการเปิดตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ 24 ชั่วโมง คิดค่าไฟฟ้าที่ราคา 5 บาท/หน่วย

$$\begin{aligned} \text{ใน 1 วันใช้ไฟฟ้า} &= \frac{46.2 \text{ วัตต์} \times 24 \text{ ชั่วโมง}}{1000} \\ &= 1.109 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\text{ใน 1 วันเสียค่าไฟฟ้า} = 1.109 \times 5 = 5.55 \text{ บาท}$$

$$\text{ใน 30 วันเสียค่าไฟฟ้า} = 1.109 \times 5 \times 30 = 166.35 \text{ บาท}$$



สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำความรู้จากการเรียนสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ โดยนำความรู้จากทางทฤษฎีมาสู่การปฏิบัติเป็นชิ้นงานจริง โดยสร้างตู้ขายสินค้าอัตโนมัติขึ้น เพื่อให้สามารถขายสินค้าได้ด้วยตัวเอง และยังออกแบบตามแนวคิดอารยสถาปัตย์ (Universal design) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับทุกเพศ ทุกวัย ซึ่งตู้ขายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงานโดยใช้ Raspberry Pi เป็นบอร์ดควบคุมการทำงานหลักของตัวเครื่อง และจ่ายสินค้าด้วยการขับ DC มอเตอร์ซึ่งจะไปหมุนสปริงทำให้สินค้าถูกผลักออกมา 1 ชิ้นต่อการหมุน 1 รอบมอเตอร์ ซึ่งออกแบบตั้งแต่ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์จนตู้สามารถทำงานได้จริง

จากการทดลองภาพรวมด้านการรับเหรียญของเครื่องรับเหรียญรุ่น UCAES ของ ICT และการรับธนบัตรของเครื่องรับธนบัตรรุ่น BV20 ของ ITL ผลการทดสอบออกมาเป็นที่น่าพอใจ เครื่องมีอัตราการรับเหรียญทุกชนิดมากกว่า 95% มีความแม่นยำในการอ่านค่าเหรียญ 100% สามารถรับเหรียญได้ทุกชนิดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ ได้ทั้งเหรียญรุ่นใหม่ และรุ่นเก่า การรับธนบัตรของเครื่องรับธนบัตร มีอัตราการรับธนบัตรมากกว่า 90% การอ่านค่าธนบัตรมีความถูกต้องแม่นยำ 100% รวมถึงสามารถรับธนบัตรได้ทั้งรุ่นเก่า และใหม่ที่หมุนเวียนอยู่ในปัจจุบัน

ด้านการทอนเหรียญ จากการทดลองตู้ขายสินค้าอัตโนมัติทำออกมาได้ดีมาก โดยมีอัตราการทอนเหรียญ 100% และทอนเหรียญได้ถูกต้องตามจำนวนที่สั่ง 100%

ด้านการขับมอเตอร์และการจ่ายสินค้า ผลออกมาเป็นที่น่าพอใจเช่นเดียวกัน มอเตอร์สามารถทำงานได้ 96% ได้รับสินค้า 96% ซึ่งเมื่อได้ค้นพบสาเหตุของปัญหา แล้วทำการแก้ไขแล้ว เครื่องก็สามารถทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น โดยถ้ามอเตอร์ไม่หมุน หรือเกิดเหตุขัดข้องขึ้น จะมีโปรแกรมคอยตรวจเช็คขณะเครื่องทำงานอยู่ตลอดเวลา หากโปรแกรมตรวจพบปัญหาที่เกิดขึ้น เครื่องจะทำการคืนเงินให้แก่ผู้ใช้บริการ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้าที่มาใช้บริการ หลังจากนั้นเครื่องจะหยุดให้บริการอย่างอัตโนมัติ เพื่อยับยั้งปัญหาที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้าคนถัดไป โดยจะต้องมีคนเข้ามาตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นก่อน จึงจะดำเนินการขายสินค้าต่อไปได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเลือกสินค้าที่จะมาใส่กับตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ ให้มีขนาดพอดีกับช่องและสปริง
2. ไม่ควรใช้กับสินค้าของเหลว หรือสินค้าที่บวม สามารถแตกหักได้ง่าย
3. สินค้าที่นำมาขาย ควรเป็นสินค้าที่สามารถเก็บไว้ได้โดยไม่ต้องแช่เย็น
4. สามารถเลือกชนิดสินค้า และกำหนดราคาได้ตามความเหมาะสม
5. สามารถพัฒนาระบบให้มีความฉลาดมากขึ้นเช่น รองรับการสั่งงานด้วยเสียง, touch screen, สามารถชำระเงินโดยวิธีอื่น เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Peter Norton. **Beginning Python**. Indianapolis : Wiley. 2005
- [2] อาณัติ รัตนธิรกุล. **ติดตั้งและบริการ LINUX Web Hosting ใช้งานในองค์กร**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 2552
- [3] มณีโชติ สมานไทย. **คู่มือการออกแบบฐานข้อมูลและภาษา SQL ฉบับผู้เริ่มต้น**. นนทบุรี : อินโฟเพลส. 2546
- [4] เจริญศักดิ์ รัตนวราห, จูสันต์ ทิพย์ศุภรนนท์. **PHP & MySQL Web Programming**. กรุงเทพมหานคร : เน็ตดีไซน์. 2554
- [5] ไทยไมโครตรอน. “การใช้งาน LCD โมดูล.” [Online]. Available : <http://www.thaimicrotron.com/Reference/LCD>. 2012.
- [6] ไทยไมโครตรอน. “การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232.” [Online]. Available : <http://www.thaimicrotron.com/CC5-628/Reference/RS232.htm>. 2012.
- [7] อติศักดิ์ ชินะวงศ์. “มอเตอร์กระแสตรง.” [Online]. Available : <http://www.adisak51.com/page21.html>. 2543.
- [8] วิเชียร คชานุกุลย์. “การเชื่อมขั้นพื้นฐาน.” กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์พิทักษ์อักษร. 2539
- [9] อ.เจริญ พรหมคชสุด. “เชื่อมโลหะ1.” พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เทคนิค19. 2529
- [10] Woracheth Sriathanaseth. “การเชื่อมแก๊สอาร์กอน.” [Online]. Available : <http://sky-horse-argon-welding.blogspot.com/>
- [11] ทิพวัลย์ ทองอาจ. “Universal Design.” [Online]. Available : <http://www.gotoknow.org/posts/358762>
- [12] ข้อมูลภาคผนวกเพิ่มเติม บรรจุอยู่ภายในแผ่นซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสข้อผิดพลาดและแนวทางการแก้ไข

Error code	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
1	มอเตอร์ตัวที่ 1 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 1 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และ สายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 1 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และ สายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 1 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับ ตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ด เซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ใน ตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
2	มอเตอร์ตัวที่ 2 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 2 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และ สายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 2 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และ สายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 2 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับ ตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ด เซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ใน ตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
3	มอเตอร์ตัวที่ 3 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 3 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และ สายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 3 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และ สายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 3 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับ ตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ด เซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ใน ตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
4	มอเตอร์ตัวที่ 4 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 4 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และ สายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 4 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และ สายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<ol style="list-style-type: none"> 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
5	มอเตอร์ตัวที่ 5 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 5 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 5 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 5 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
6	มอเตอร์ตัวที่ 6 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 6 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 6 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 6 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
7	มอเตอร์ตัวที่ 7 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 7 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 7 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 7 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
8	มอเตอร์ตัวที่ 8 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 8 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<ol style="list-style-type: none"> ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 8 หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
9	มอเตอร์ตัวที่ 9 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 9 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 9 ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 9 หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
10	มอเตอร์ตัวที่ 10 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 10 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 10 ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 10 หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
11	มอเตอร์ตัวที่ 11 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 11 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 11 ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 11 หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสงไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12	มอเตอร์ตัวที่ 12 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 12 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 12 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 12 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด
13	มอเตอร์ตัวที่ 13 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 13 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 13 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 13 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด
14	มอเตอร์ตัวที่ 14 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 14 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 14 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 14 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด
15	มอเตอร์ตัวที่ 15 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 15 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และสายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 15 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และสายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 15 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
16	มอเตอร์ตัวที่ 16 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 16 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และ สายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 16 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และ สายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 16 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
17	มอเตอร์ตัวที่ 17 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 17 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และ สายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 17 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และ สายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 17 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
18	มอเตอร์ตัวที่ 18 หรือ เซ็นเซอร์ชุดที่ 18 ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 12VDC และ สายไฟของมอเตอร์ตัวที่ 18 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ 3.3VDC และ สายไฟของเซ็นเซอร์ชุดที่ 18 3. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์ไม่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องติด 4. หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ
31	เซ็นเซอร์ระหว่างตัวที่ 1-8 อยู่ในตำแหน่งไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบดูว่าไฟ LED สีเขียวบนบอร์ดเซ็นเซอร์ 1-8 ดับทุกตัวหรือไม่ หากไฟติด หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะต้องดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32	เซ็นเซอร์ระหว่างตัวที่ 9-16 อยู่ในตำแหน่งไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบดูว่าไฟ LED สีเขียวบนบอร์ดเซ็นเซอร์ 9-16 ดับทุกตัวหรือไม่ หากไฟติด หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะดับ
33	เซ็นเซอร์ระหว่างตัวที่ 17-18 อยู่ในตำแหน่งไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบดูว่าไฟ LED สีเขียวบนบอร์ดเซ็นเซอร์ 17-18 ดับทุกตัวหรือไม่ หากไฟติด หมุนสปริงให้แผ่นตัดเซ็นเซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตัวเซ็นเซอร์แสง ไฟ LED สีเขียวที่บอร์ดเซ็นเซอร์จะดับ
41	ราคาสินค้าช่องที่ 1 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 1 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
42	ราคาสินค้าช่องที่ 2 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 2 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
43	ราคาสินค้าช่องที่ 3 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 3 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
44	ราคาสินค้าช่องที่ 4 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 4 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
45	ราคาสินค้าช่องที่ 5 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 5 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
46	ราคาสินค้าช่องที่ 6 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 6 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
47	ราคาสินค้าช่องที่ 7 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 7 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
48	ราคาสินค้าช่องที่ 8 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 8 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
49	ราคาสินค้าช่องที่ 9 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 9 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50	ราคาสินค้าช่องที่ 10 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 10 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
51	ราคาสินค้าช่องที่ 11 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 11 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
52	ราคาสินค้าช่องที่ 12 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 12 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
53	ราคาสินค้าช่องที่ 13 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 13 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
54	ราคาสินค้าช่องที่ 14 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 14 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
55	ราคาสินค้าช่องที่ 15 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 15 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
56	ราคาสินค้าช่องที่ 16 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 16 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
57	ราคาสินค้าช่องที่ 17 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 17 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
58	ราคาสินค้าช่องที่ 18 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบราคาช่องที่ 18 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยราคาสินค้าต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 บาท
61	จำนวนสินค้าในช่องที่ 1 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบจำนวนสินค้าในช่องที่ 1 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจำนวนสินค้าต้องอยู่ระหว่าง 0-7 ชิ้น
62	จำนวนสินค้าในช่องที่ 2 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบจำนวนสินค้าในช่องที่ 2 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจำนวนสินค้าต้องอยู่ระหว่าง 0-7 ชิ้น
63	จำนวนสินค้าในช่องที่ 3 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบจำนวนสินค้าในช่องที่ 3 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจำนวนสินค้าต้องอยู่ระหว่าง 0-7 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

76	จำนวนสินค้าในช่องที่ 16 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบจำนวนสินค้าในช่องที่ 16 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจำนวนสินค้าต้องอยู่ระหว่าง 0-12 ชิ้น
77	จำนวนสินค้าในช่องที่ 17 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบจำนวนสินค้าในช่องที่ 17 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจำนวนสินค้าต้องอยู่ระหว่าง 0-12 ชิ้น
78	จำนวนสินค้าในช่องที่ 18 ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบจำนวนสินค้าในช่องที่ 18 ในระบบฐานข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจำนวนสินค้าต้องอยู่ระหว่าง 0-12 ชิ้น
81	อุณหภูมิของบอร์ดควบคุม Raspberry Pi สูงเกินกว่าที่กำหนด (มากกว่า 85 องศาเซลเซียส)	1. ระบบจะ shutdown Raspberry Pi ให้โดยอัตโนมัติ เพื่อความปลอดภัย 2. ตรวจสอบสาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้น

ขนาดช่องใส่สินค้า

ถาดแบบ 4 ช่อง	กว้าง	หนา	สูง
ขนาดสินค้าสูงสุด	15.4 ซม.	7.5 ซม.	18.1 ซม.
ขนาดสินค้าที่แนะนำ	มากกว่า 10 ซม.	มากกว่า 5 ซม.	มากกว่า 8 ซม.

ถาดแบบ 5 ช่อง	กว้าง	หนา	สูง
ขนาดสินค้าสูงสุด	12.5 ซม.	4.7 ซม.	18.1 ซม.
ขนาดสินค้าที่แนะนำ	มากกว่า 8 ซม.	มากกว่า 2.5 ซม.	มากกว่า 8 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้