



การออกแบบและพัฒนาต้นแบบตู้ธนาคารออมขวดพลาสติก

โดย  
ไกรฤกษ์ เชยชื่น


สนับสนุนงบประมาณโดย  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๑



# การออกแบบและพัฒนาต้นแบบตู้ธนาคารออมขวดพลาสติก

โดย  
ไกรฤกษ์ เชยชื่น

สนับสนุนงบประมาณโดย  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๑



Design and development of plastic bottle bank  
vending

By  
Kairoek Choeychuen

Granted by  
Rajamangala University of Technology Rattanakosin  
Fiscal year 2018

## กิตติกรรมประกาศ

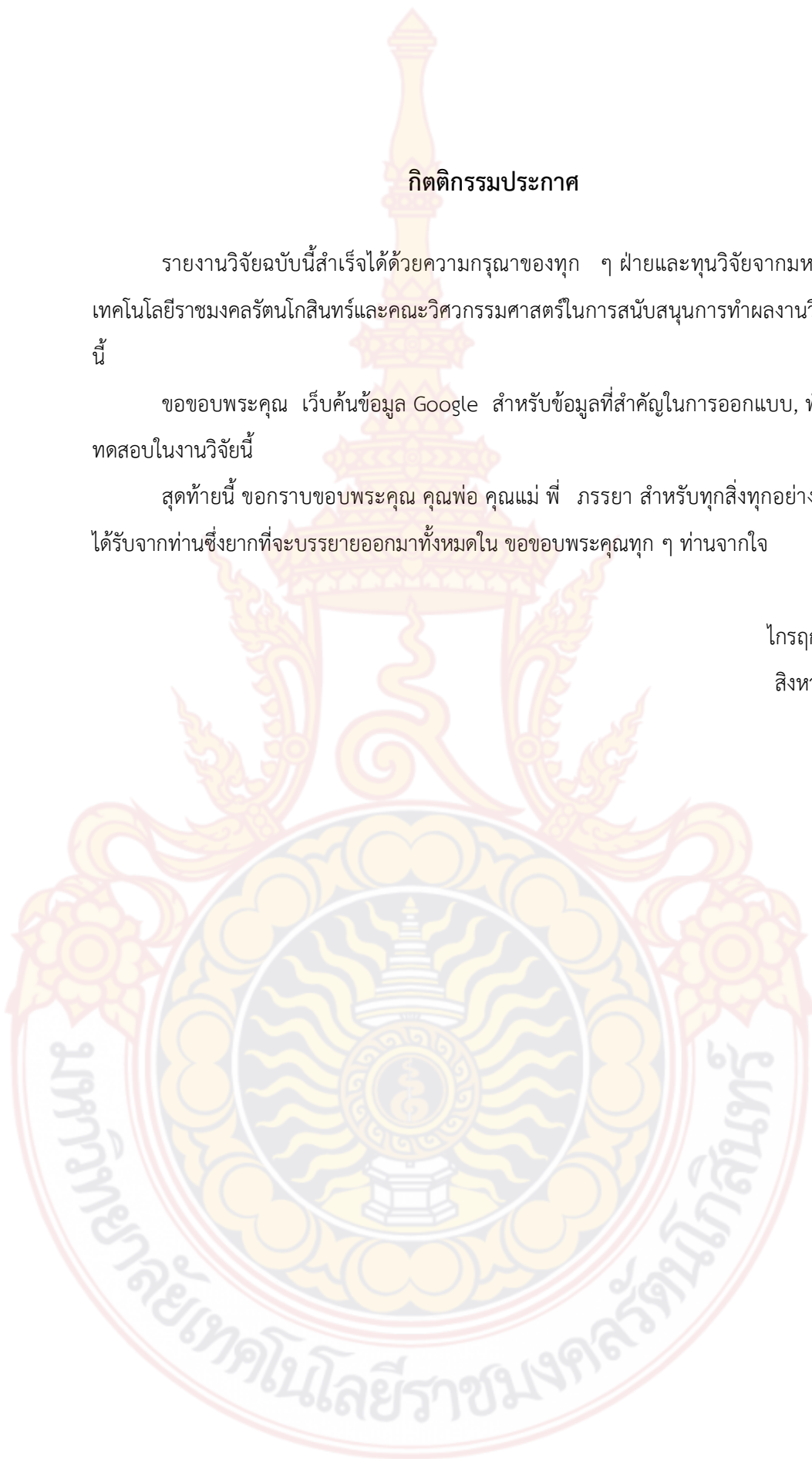
รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของทุก ๆ ฝ่ายและทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์และคณะวิศวกรรมศาสตร์ในการสนับสนุนการทำผลงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ เว็บค้นหาข้อมูล Google สำหรับข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบ, พัฒนาและทดสอบในงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ ภรรยา สำหรับทุกสิ่งทุกอย่างที่ข้าพเจ้าได้รับจากท่านซึ่งยากที่จะบรรยายออกมาทั้งหมดใน ขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านจากใจ

ไกรฤกษ์ เขยชื่น

สิงหาคม 2562



## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : INN-๐๐๘/๒๕๖๑

ชื่อโครงการ : การออกแบบและพัฒนาต้นแบบตู้ธนาคารออมขวดพลาสติก

ชื่อนักวิจัย : ไกรฤกษ์ เขยชื่น และ ณัฐภัสร์ เทียนจันทร์

โครงการวิจัยนี้เสนอต้นแบบตู้ธนาคารออมขวดพลาสติกมีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้สังคมเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์โลกด้วยการนำขวดน้ำดื่มพลาสติกที่ใช้แล้วมาเข้ากระบวนการรีไซเคิล ขวดพลาสติก การทำงานเริ่มจากผู้ใช้กรอกรหัสบัตรประจำตัวที่เป็นกตตัวเลขเพื่อ login เข้าระบบซึ่งทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากนั้นตู้ธนาคารออมขวดฯ รับขวดจากผู้ใช้และทำการสแกนด้วยกล้องเว็บแคมซึ่งต่อกับบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry pi เพื่อทำการแยกชนิดและขนาดของขวดที่เรียงกันในถาดด้วยวิธี color-projection histogram วิธีการนี้จะดูสีที่ตำแหน่งต่างๆ ว่าตรงกับต้นแบบที่บันทึกไว้ก่อนในฐานข้อมูลหรือไม่ถ้าตรงก็จะเก็บแต้ม (point) สะสมเข้าในฐานข้อมูลออนไลน์ การทำงานที่ตู้จะจบสิ้นเท่านั้น ในส่วนผู้ใช้สามารถเข้าเว็บเพื่อดูแต้มสะสมและสามารถทำการเปลี่ยนแต้มสะสมให้เป็นสินค้าหรือบริการได้เช่น น้ำอัดลม, น้ำขวด, ขนมขบเคี้ยว, บัตรอาหารกลางวัน, ตั๋วบริจาคเงินในองค์กรการกุศลหรือวัด เป็นต้น หรือจะเปลี่ยนแต้มให้เป็นเงินสดก็ได้เช่นกันผู้ดูแลระบบจะทำการโอนเงินเข้าบัญชีที่ได้ผูกไว้กับฐานข้อมูลต่อไป ในเบื้องต้นต้นแบบนี้ยังมีหลายส่วนที่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นในอนาคตเช่นการรับขนาดขณะนี้สามารถรับได้ทีละขวดแต่ด้วยกระบวนการที่ใช้เราสามารถเพิ่มจำนวนขวดให้มากขึ้นได้และเพิ่มกลไกสายพานในการลำเลียงขวด, หรือการตัดเงินเข้าบัญชีสามารถปรับปรุงโดยใช้การโอนเงินผ่านออนไลน์ได้ เป็นต้น

คำสำคัญ : ตู้รับซื้อขวดน้ำพลาสติกใช้แล้ว อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง การประมวลผลภาพ

E-mail Address : kairoek.c@rmutr.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : ตุลาคม ๒๕๖๐ – กันยายน ๒๕๖๒

## Abstract

Code of project : INN-๐๐๘/๒๕๖๑

Project name : Design and development of plastic bottle bank vending

Researcher name : Asst. Prof. Kairoek Choeychuen, Ph.D. and  
Ms.Natpapas tienchan

This research report presents a design and development of used plastic bottle seller based on internet of things (IoT). The objective of this project is to realize importance of the world conservation by recycling the used plastic bottle via seller machine. For system working, user submits their account to the seller machine via key pad. The machine is commanded to open hole for putting bottles in tray and controller board, raspberry pi, gets bottle picture via webcam. Color-projection histogram, combined spatial and color information, was computed to classify bottle size and brand. After that the size and brand including user account will be sent to online web hosting to record point. The collection of point can be show on web page and can be change to products or services in category such as coke, a bottle of drinking water, snake, donation to temple etc. For future work, we can improve mechanic of bottle conveyer to increase speed of the machine seller and also improve money transfer system via online banking.

Keywords : Used plastic bottle seller, Internet of things, Image processing

---

E-mail Address : kairoek.c@rmutr.ac.th

Period of project : October ๒๐๑๗ – September ๒๐๑๘

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| กิตติกรรมประกาศ                            | ก    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                            | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                         | ค    |
| สารบัญ                                     | ง    |
| สารบัญตาราง                                | ฉ    |
| สารบัญภาพ                                  | ช    |
| <br>                                       |      |
| <b>บทที่ ๑ บทนำ</b>                        |      |
| ๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา         | ๑    |
| ๑.๒ วัตถุประสงค์การวิจัย                   | ๑    |
| ๑.๓ ขอบเขตวิจัย                            | ๑    |
| ๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ              | ๒    |
| ๑.๕ วิธีการดำเนินการวิจัย                  | ๒    |
| <br>                                       |      |
| <b>บทที่ ๒ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>          |      |
| ๒.๑ ภาพรวมของระบบ                          | ๓    |
| ๒.๒ การประมวลผลภาพ (Image Processing)      | ๔    |
| ๒.๓ OpenCV (Open source computer vision)   | ๖    |
| ๒.๔ Raspberry Pi                           | ๑๗   |
| ๒.๕ โปรแกรมภาษา Python                     | ๒๒   |
| ๒.๖ ระบบฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล    | ๒๓   |
| ๒.๗ ความรู้พื้นฐานในการทำระบบ              | ๒๓   |
| ๒.๘ เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)           | ๒๕   |
| ๒.๙ Matrix Keypad                          | ๒๘   |
| ๒.๑๐ จอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display) | ๒๘   |
| ๒.๑๑ PWM (Pulse Width Modulation)          | ๒๙   |
| ๒.๑๒ Color-projection histogram (CPH)      | ๓๑   |
| <br>                                       |      |
| <b>บทที่ ๓ ขั้นตอนการดำเนินการ</b>         |      |
| ๓.๑ รูปแบบธนาคารออมชวด                     | ๓๓   |
| ๓.๒ การใช้งานแป้นกดกับบอร์ด raspberry pi   | ๓๓   |
| ๓.๓ การใช้งานจอ LCD กับบอร์ด raspberry pi  | ๓๖   |

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| <b>บทที่ ๓ ขั้นตอนการดำเนินการ (ต่อ)</b>                    |      |
| ๓.๔ การสร้างฐานข้อมูล                                       | ๔๑   |
| ๓.๕ การจัดการข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลการขาย                    | ๔๒   |
| ๓.๖ การคำนวณ Color-projection histogram                     | ๔๔   |
| ๓.๗ การสร้างต้นแบบตู้ธนาคอมอมขวด                            | ๔๕   |
| <b>บทที่ ๔ การทดลองและผลการทดลอง</b>                        |      |
| ๔.๑ ฐานข้อมูลผู้ใช้และฐานข้อมูลขวดน้ำพลาสติก                | ๔๗   |
| ๔.๒ การคำนวณ Color-projection histogram (CPH)               | ๔๙   |
| ๔.๓ ทดสอบการแยกแยะขวดน้ำพลาสติกเปล่าด้วย CPH และการสะสมแต้ม | ๕๑   |
| <b>บทที่ ๕ สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>                  |      |
| ๕.๑ สรุปผลการทดลอง  | ๕๓   |
| ๕.๒ ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา                               | ๕๔   |
| ๕.๓ แนวทางการพัฒนาในอนาคต                                   | ๕๔   |
| <b>บรรณานุกรม</b>   | ๕๕   |
| <b>ประวัติผู้วิจัย</b>                                      | ๕๖   |



## สารบัญตาราง

## ตารางที่

- ๓-๑ สรุปการต่อขาของแป้นกดกับบอร์ด raspberry pi
- ๓-๒ ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของ Key pad
- ๓-๓ สรุปการต่อขาของจอ LCD กับบอร์ด raspberry pi
- ๓-๔ ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอ LCD
- ๔-๑ color histogram ของแต่ละส่วนภาพ
- ๔-๒ ตัวอย่าง CPH ของขวดเปลี่ยนสีที่หน้าทึบขนาด ๑,๕๐๐ ซีซี

## หน้า

- ๓๕
- ๓๕
- ๓๗
- ๓๗
- ๔๙
- ๕๐



## สารบัญภาพ

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| ๒-๑ ภาพรวมของระบบ  | ๓    |
| ๒-๒ วงจรสีของแสงแบบแม่สีหลักและแม่สีรอง  | ๕    |
| ๒-๓ วงจรสีของแสงแบบขาวดำ   | ๖    |
| ๒-๔ เลือกรายการ " Advanced Options " จากเมนู " raspi-config "  | ๘    |
| ๒-๕ การขยายระบบแฟ้มบน Raspberry Pi ๓   | ๘    |
| ๒-๖ แสดงผลลัพธ์ดีสก์ที่ได้รับการขยาย   | ๙    |
| ๒-๗ คำสั่งในการอัปเดตและอัปเดตแพ็คเกจ  | ๙    |
| ๒-๘ คำสั่งในการติดตั้ง CMake   | ๙    |
| ๒-๙ คำสั่งในการติดตั้งแพ็คเกจ I / O ภาพ  | ๙    |
| ๒-๑๐ คำสั่งในการติดตั้งแพ็คเกจ I / O วีดีโอ  | ๑๐   |
| ๒-๑๑ คำสั่งในการติดตั้งไลบรารีการพัฒนา GTK   | ๑๐   |
| ๒-๑๒ คำสั่งในการติดตั้งการพึ่งพาพิเศษ  | ๑๐   |
| ๒-๑๓ คำสั่งในการติดตั้งไฟล์ส่วนหัวของ Python ๒.๗ และ Python ๓  | ๑๐   |
| ๒-๑๔ คำสั่งในการติดตั้ง OpenCV ๓ อย่างเต็มรูปแบบ   | ๑๑   |
| ๒-๑๕ คำสั่งการติดตั้ง pip  | ๑๑   |
| ๒-๑๖ คำสั่งที่ใช้ในการติดตั้ง virtualenv และ virtualenvwrapper   | ๑๑   |
| ๒-๑๗ การรวมบรรทัดต่อไปนี้เข้าไว้ด้วยกันเพื่อสะดวกในการเรียกใช้งาน  | ๑๒   |
| ๒-๑๘ แก้ไขโปรแกรมเมอร์โดยการเลือกใช้ vim , emacs , nano เพื่อปรับปรุง ~/.profile                               | ๑๒   |
| ๒-๑๙ ทำการโหลดโปรไฟล์ใหม่โดยใช้คำสั่ง เพียงแค่ใช้คำสั่ง source   | ๑๒   |
| ๒-๒๐ คำสั่งเพื่อใช้ในการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือน Python ใหม่ที่ชื่อว่าcv โดยใช้ Python๓                          | ๑๒   |
| ๒-๒๑ คำสั่งในการเรียกใช้ CV  | ๑๒   |
| ๒-๒๒ การตรวจสอบให้แน่ใจว่าเห็นข้อความ " (cv) " ในพรอมต์แสดงว่าคุณอยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือน cv                    | ๑๓   |
| ๒-๒๓ คำสั่งในการติดตั้ง numpy  | ๑๓   |
| ๒-๒๔ คำสั่งในการตรวจสอบโปรไฟล์ที่สร้างไว้ว่าอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบเสมือน cv หรือไม่                              | ๑๓   |
| ๒-๒๕ คำสั่งในการตั้งค่าการสร้างโปรไฟล์ OpenCV โดยใช้ CMake   | ๑๔   |
| ๒-๒๖ การตรวจสอบว่า Python ๓ จะใช้เมื่อคอมไพล์ OpenCV ๓ สำหรับ Raspbian Stretch บน Raspberry Pi ๓               | ๑๔   |
| ๒-๒๗ แก้ไขตัวแปร CONF_SWAPSIZE   | ๑๕   |
| ๒-๒๘ คำสั่งที่ใช้ในต้องการเปิดใช้งานพื้นที่ swap ใหม่  | ๑๕   |
| ๒-๒๙ คำสั่งที่ใช้ในการคอมไพล์ OpenCV   | ๑๕   |
| ๒-๓๐ คอมไพล์ OpenCV ๓ ใน Raspbian Stretch เสรีจสมบูรณ์   | ๑๕   |
| ๒-๓๑ คำสั่งในการติดตั้ง OpenCV ๓ ใน Raspberry Pi ๓   | ๑๖   |
| ๒-๓๒ คำสั่ง ls ที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง OpenCV + Python bindings ใน /usr/local/lib/python๓.๕/site-packages | ๑๖   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| ๒-๓๓ คำสั่งในการผูก OpenCV ของเราเข้ากับ สภาพแวดล้อมเสมือน cv สำหรับ Python ๓.๕   | ๑๖   |
| ๒-๓๔ ยืนยัน OpenCV ๓ เรียบร้อยแล้วใน Raspberry Pi ๓ ที่รัน Raspbian Stretch   | ๑๗   |
| ๒-๓๕ โมเดล raspberry pi ๑ รุ่น B+   | ๑๘   |
| ๒-๓๖ Raspberry Pi Zero  | ๑๙   |
| ๒-๓๗ Raspberry Pi ๓ รุ่น B+   | ๑๙   |
| ๒-๓๘ บล็อกไดอะแกรม Raspberry Pi B+  | ๒๐   |
| ๒-๓๙ หน้าจอ Xampp   | ๒๔   |
| ๒-๔๐ โครงสร้าง Servo moter  | ๒๖   |
| ๒-๔๑ วัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวร  | ๒๗   |
| ๒-๔๒ ๔x๔ Matrix Membrane Keypad   | ๒๘   |
| ๒-๔๓ จอ LCD   | ๒๙   |
| ๒-๔๔ ตัวอย่างการทำ Duty Cycle ของ PWM (๕๐%)   | ๓๐   |
| ๒-๔๕ ตัวอย่างการทำ Duty Cycle ของ PWM (๗๕%)   | ๓๑   |
| ๒-๔๖ แสดงการเกิดสัญญาณ Duty Cycle ของ PWM   | ๓๑   |
| ๒-๔๗ ขั้นตอนการคำนวณ color-projection histogram   | ๓๑   |
| ๓-๑ การต่อวงจรเป็นกตกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi  | ๓๔   |
| ๓-๒ สรุปรูป GPIO ของ Raspberry pi   | ๓๔   |
| ๓-๓ การต่อวงจรจอแสดงผล LCD กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi   | ๓๖   |
| ๓-๔ หน้าที่ใช้ของโมดูล LCD  | ๓๗   |
| ๓-๕ ตัวอย่างหน้าจอจัดการฐานข้อมูลของ hosting ในงานวิจัยนี้  | ๔๑   |
| ๓-๖ ตัวอย่างหน้าจอ phpmyadmin   | ๔๒   |
| ๓-๗ รายละเอียดตารางเก็บข้อมูล (ก) ตาราง bottles เก็บข้อมูลขวด (ข) ตาราง personal เก็บข้อมูลผู้ใช้ (ค) ตาราง collections เก็บข้อมูลการขายขวด | ๔๒   |
| ๓-๘ Flowchart แสดงการทำงานในส่วนของการจัดการข้อมูลผู้ใช้  | ๔๓   |
| ๓-๙ Flowchart แสดงการทำงานในส่วนของการจัดการข้อมูลการขาย  | ๔๓   |
| ๓-๑๐ Flowchart แสดงการทำงานของการสร้าง color-projection histogram   | ๔๔   |
| ๓-๑๑ ค่า r และความหมายของ r   | ๔๕   |
| ๓-๑๒ แบบร่างตู้ธนาคารออมขวด (ก) ด้านหน้า ภายนอกตู้ (ข) ด้านหลัง ภายในตู้  | ๔๕   |
| ๓-๑๓ ตู้ธนาคารออมขวด (ก) ด้านหน้า ภายนอกตู้ (ข) ด้านหลัง ภายในตู้   | ๔๖   |
| ๔-๑ หน้าจอลงทะเบียนผู้ใช้งาน  | ๔๗   |
| ๔-๒ ตัวอย่างข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูล personal  | ๔๗   |
| ๔-๓ ชั่งน้ำหนักขวดด้วยตาซึ่งดิจิทัลก่อนเก็บข้อมูลเข้าฐานข้อมูล  | ๔๘   |
| ๔-๔ ตัวอย่างข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูล bottle  | ๔๘   |
| ๔-๕ แบ่งภาพขวดเป็น $n = ๑๐$ ส่วน  | ๔๙   |

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

๔-๖ ตัวอย่าง CPH ของขวดเปล่ายี่ห้อน้ำทิพย์ขนาด ๑,๕๐๐ ซีซี

๔-๗ ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการขายขวด

หน้า

๕๑

๕๒



## บทที่ ๑

### บทนำ

#### ๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาไว้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะด้านสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร มีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการดำเนินธุรกิจจนประสบความสำเร็จเช่น Paypal ธุรกิจการโอนเงินที่ประสบความสำเร็จโดยไม่จำเป็นต้องมีสาขาเหมือนธนาคาร, Iphone เป็นโทรศัพท์ที่ขายดีแต่ไม่จำเป็นต้องมีโรงงานของตัวเอง, Traveloka ธุรกิจจองโรงแรมและตั๋วเครื่องบินที่ได้รับความนิยมสูงโดยไม่ต้องมีหน้าร้าน เป็นต้นเหล่านี้เป็นตัวอย่งของธุรกิจที่สามารถลดต้นทุนเพิ่มรายได้โดยอาศัยนวัตกรรมเป็นตัวขับเคลื่อนหรือที่เรามักได้ยินว่าไทยแลนด์ ๔.๐ ซึ่งล่อมาจาก Industrial ๔.๐ นั่นเอง

และเพื่อพิจารณาถึงธุรกิจขายของเก่าและขวดพลาสติกใช้แล้วจะพบว่าเป็นธุรกิจที่น่าสนใจ เพราะสามารถนำเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลต่อไปได้และคนขายขวดพลาสติกกระจายวงกว้างไปตามครัวเรือนหลายครัวเรือนสะสมขวดพลาสติกไว้ขายผู้วิจัยจึงเห็นโอกาสในการนำนวัตกรรมเพื่อเพิ่มความสะดวกและการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงเสนอโครงการวิจัยนี้

#### ๑.๒ วัตถุประสงค์การวิจัย

๑. เพื่อพัฒนาต้นแบบตู้ธนาคารออมขวดพลาสติกสำหรับการซื้อขายขวดที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง
๒. เพื่อศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการคัดแยกขนาดขวด และป้องกันการใส่ขวดผิดประเภทอย่างมีประสิทธิภาพ
๓. เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการที่เหมาะสมในการจัดการบัญชีสำหรับผู้ใช้และผู้บริหารระบบ

#### ๑.๓ ขอบเขตวิจัย

๑. ประชากรที่ศึกษาคือครัวเรือนบริเวณ ต.ศาลายา และ ใกล้เคียงกับ ม.เทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ศาลายา
๒. ตู้ธนาคารสามารถใช้ซื้อขวดพลาสติกโดยสามารถแยกขนาด, ชนิด (ใส, ขุ่น), และแยกว่าเป็นขวดพลาสติกหรือไม่
๓. ผู้ขายจะมีบัญชีออนไลน์เพื่อใช้สำหรับบันทึกยอดออมและสามารถจัดการบัญชีได้
๔. ตู้ต้นแบบมีขนาดประมาณ ๑๒๐ cm x ๑๒๐ cm สูง ๑๘๐ cm (+๑๐%)
๕. ไม่มีการกระบวนการลดขนาดหรือย่อยขวดภายใน (แต่สามารถทำเพิ่มได้ในภายหลังซึ่งไม่อยู่ใน

#### ๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ส่งเสริมกิจกรรมครัวเรือนและลดขวดพลาสติก
๒. สร้างรายได้เสริมให้ครัวเรือน

#### ๑.๕ วิธีการดำเนินการวิจัย

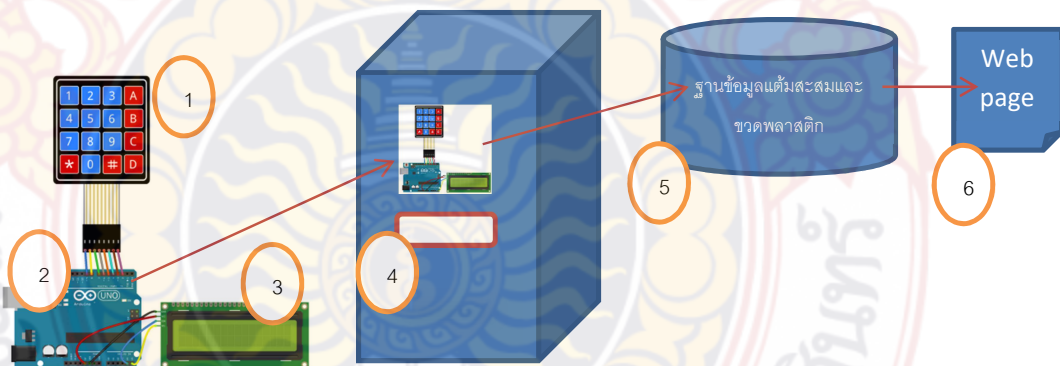
๑. เก็บข้อมูลศึกษาโมเดลธุรกิจการสร้างเครือข่ายผู้ธนาคารออมขวดพลาสติก
๒. ออกแบบและสร้างระบบการลงทะเบียนออนไลน์เพื่อสร้างบัญชี
๓. ออกแบบและสร้างส่วนการอินพุตขวด
๔. ออกแบบและสร้างส่วนการคัดแยกชนิดขวด
๕. ออกแบบและสร้างส่วนการประมาณน้ำหนักขวด
๖. ประเมินความพึงพอใจ
๗. สรุปผลและทำรายงาน



## บทที่ ๒ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### ๒.๑ ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ ๒ - ๑ การทำงานเริ่มจากผู้ใช้กรอกรหัสบัตรประจำตัวที่เป็นกดตัวเลข (หมายเลข ๑) ใช้เป็นรหัสบัตรประจำตัวประชาชนเพื่อ login เข้าระบบ แสดงผลการกดเลขที่จอ LCD (หมายเลข ๒) ซึ่ง รหัสนี้ใช้ทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (หมายเลข ๔) จากนั้นตู้ธนาคารอมชวดฯ รับขวดจากผู้ใช้และทำการสแกนด้วยกล้องเว็บแคม (หมายเลข ๕) ซึ่งต่อกับบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry pi (หมายเลข ๒) เพื่อทำการแยกชนิดและขนาดของขวดที่เรียงกันในภาตด้วยวิธี color-projection histogram วิธีการนี้จะดูสีที่ตำแหน่งต่างๆ ว่าตรงกับต้นแบบที่บันทึกไว้ก่อนในฐานข้อมูลหรือไม่ถ้าตรงก็จะเก็บแต้ม (point) สะสมเข้าในฐานข้อมูลออนไลน์ การทำงานที่ตู้จะจบสิ้นเท่านี้ ในส่วนผู้ใช้สามารถเข้าเว็บเพื่อดูแต้มสะสม (หมายเลข ๖) และสามารถทำการเปลี่ยนแต้มสะสมให้เป็นสินค้าหรือบริการได้เช่น น้ำอัดลม, น้ำขวด, ขนมขบเคี้ยว, บัตรอาหารกลางวัน, ตู้บริจาคเงินให้องค์กรการกุศลหรือวัด เป็นต้น หรือจะเปลี่ยนแต้มให้เป็นเงินสดก็ได้เช่นกันผู้ดูแลระบบจะทำการโอนเงินเข้าบัญชีที่ได้ผูกไว้กับฐานข้อมูลต่อไป ในเบื้องต้นต้นแบบนี้ยังมีหลายส่วนที่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นในอนาคตเช่นการรับขนาดขณะนี้สามารถรับได้ที่ละขวดแต่ด้วยกระบวนการที่ใช้เราสามารถเพิ่มจำนวนขวดให้มากขึ้นได้และเพิ่มกลไกสายพายในการลำเรียงขวด, หรือการตัดเงินเข้าบัญชีสามารถปรับปรุงโดยใช้การโอนเงินผ่านออนไลน์ได้ เป็นต้น



ภาพที่ ๒ - ๑ ภาพรวมของระบบ

จากภาพที่ ๒ - ๑ อุปกรณ์หมายเลข ๔ เมื่อขวดพลาสติกถูกสแกนบอร์ดควบคุมจะทำการคำนวณ color-projection histogram ซึ่งเป็นการหาลักษณะเด่นของขวดพลาสติกโดยรวมพิจารณา ลักษณะเด่นสีและตำแหน่งของขวดสำหรับรายละเอียดจะอธิบายในหัวข้อ ๒.๔

## ๒.๒ การประมวลผลภาพ (Image Processing)

เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ ๒ มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวิดีโอ (วีดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ ๒ มิติอื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย

แนวความคิดและเทคนิค ในการประมวลผลสัญญาณ สำหรับสัญญาณ ๑ มิตินั้น สามารถปรับมาใช้กับภาพได้ไม่ยากแต่นอกเหนือจาก เทคนิคจากการประมวลผลสัญญาณแล้ว การประมวลผลภาพก็มีเทคนิคและแนวความคิดที่เฉพาะเช่น connectivity และ rotation invariance ซึ่งจะมี ความหมายกับสัญญาณ ๒ มิติเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคบางอย่าง จากการประมวลผลสัญญาณ ใน ๑ มิติ จะค่อนข้างซับซ้อนเมื่อนำมาใช้กับ ๒ มิติ

เมื่อหลายสิบปีมาแล้ว การประมวลผลภาพนั้น จะอยู่ในรูปของการประมวลผลสัญญาณแอนะล็อก (analog) โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง (optics) ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้หายสาบสูญ หรือเลิกใช้ ไป ยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญ สำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง เช่น ฮอโลกราฟี (holography) แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ราคาถูกลง และเร็วขึ้นมาก การประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing) จึงได้รับความนิยมมากกว่า เพราะการประมวลผลที่ได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำ และง่ายในการลงมือปฏิบัติ

ภาพในที่นี้ รวมความหมายถึงสัญญาณดิจิทัลใน ๒ มิติอื่นๆ โดยทั่วไปค่านี้อาจใช้อย่างกว้างๆ จะครอบคลุมถึงสัญญาณวิดีโอ (video) หรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะเป็นชุดของภาพนิ่ง เรียกว่า เฟรม (frame) หลายๆ ภาพต่อกันไปตามเวลา

### ๒.๒.๑ การประมวลผลภาพดิจิทัล Digital Image Processing (DIP)

เป็นสาขาที่กล่าวถึงเทคนิคและอัลกอริทึมต่างๆ ที่ใช้การประมวลผลภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (ภาพดิจิทัล) ภาพในที่นี้ รวมความหมายถึงสัญญาณดิจิทัลใน ๒ มิติอื่นๆ โดยทั่วไปค่านี้อาจใช้อย่างกว้างๆ จะครอบคลุมถึงสัญญาณวิดีโอ (video) หรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะเป็นชุดของภาพนิ่ง เรียกว่า เฟรม (frame) หลายๆ ภาพต่อกันไปตามเวลาซึ่งก็คือสัญญาณ ๓ มิติ เมื่อนับเวลาเป็นมิติที่ ๓ หรือ อาจครอบคลุมถึงสัญญาณ ๓ มิติอื่นๆ เช่น ภาพ ๓ มิติทางการแพทย์ หรือ อาจจะมีมากกว่านั้น เช่น ภาพ ๓ มิติ และ หลายชนิด (multimodal image)

Digital image processing จะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยดิจิทัลคอมพิวเตอร์ได้ในระบบของดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุตของระบบจะอยู่ในรูปแบบดิจิทัลเท่านั้น Digital image analysis จะเกี่ยวกับวิธีการอธิบายและการจดจำข้อมูลภาพดิจิทัลซึ่งอินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิทัลและเอาต์พุตจะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิทัลเหล่านั้นในการวิเคราะห์ภาพมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่ได้นำมาจากการทำงานของตามนุษย์ (human vision) นั่นก็คืองานทางด้าน Computer Vision เป็นลักษณะเดียวกับ Digital image analysis นั่นเองการมองเห็นของมนุษย์นับว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งลักษณะเทคนิคโดยทั่วไปในกระบวนการ Digital image analysis และ Computer Vision จะค่อนข้างซับซ้อนเช่นกัน

### ๒.๒.๒ มาตรฐานของสี (Color Standards)

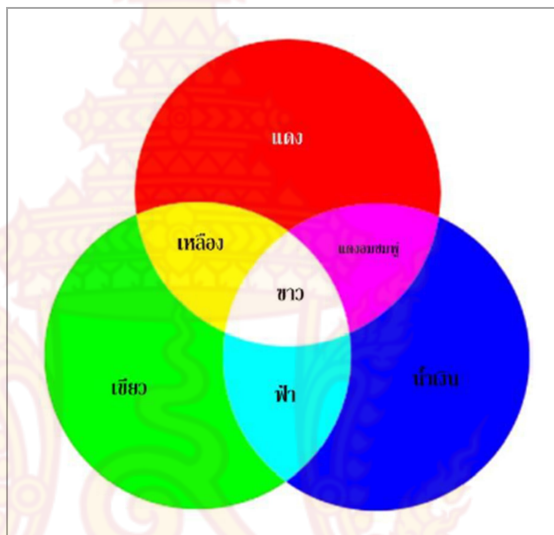
มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกันทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือการแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปซ ๓ มิติโดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปซซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกันตัวอย่างเช่นในระบบ



RGB จะมีแกนสีคือแกนสีแดงเขียวและน้ำเงินในระบบ HLS จะมีแกนเป็นค่าสี (hue) ความสว่าง (lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (saturation)

### ๒.๒.๒.๑ ระบบสี RGB

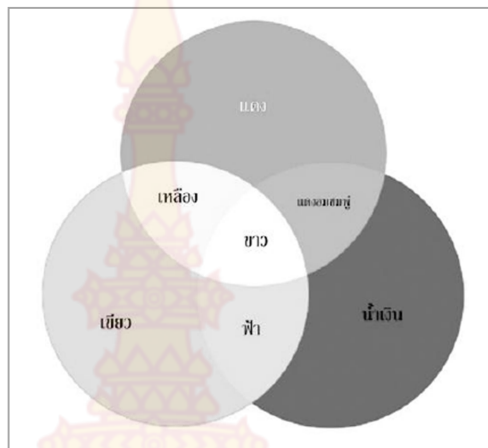
ระบบสี RGB เป็นระบบสีของแสง เกิดจากการหักเหของแสงกลายเป็นสีรุ้ง มีด้วยกัน ๗ สี ซึ่งเป็นช่วงแสงที่ตาของคนเราสามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงจะมีความถี่สูงสุด เรียกว่า อุลตราไวโอเล็ต และแสงสีแดงจะมีความถี่ต่ำสุด เรียกว่า อินฟราเรด โดยมีแม่สีของแสงมีด้วยกัน ทั้งหมด ๓ สี คือ สีแดง(R) สีเขียว(G) และสีน้ำเงิน(B)



ภาพที่ ๒-๒ วงจรสีของแสงแบบแม่สีหลักและแม่สีรอง

การมองเห็นของคนเรานั้นเกิดจากคลื่นแสงที่เกิดขึ้นในแหล่งแสงต่างๆวิ่งไปกระทบผิว และพื้นผิวอาจจะดูดซับบางคลื่นแล้วสะท้อนกลับมา กลายเป็นสีที่ตาเรามองเห็น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น จอภาพ สแกนเนอร์ กล้องดิจิทัล หรือดวงตาคนเรา ล้วนแต่รับและแปลผลเป็นสีต่างๆ ด้วยแสงเหล่านี้

เมื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถจักรยานยนต์ จำเป็นต้องแปลงระบบสี RGB ให้เป็นโทนขาว-ดำ เพื่อนำไปทำการ Threshold ซึ่งจะได้ภาพโทนขาว-ดำ ดังนี้



ภาพที่ ๒-๓ วงจรสีของแสงแบบขาวดำ

### ๒.๒.๓ การประมวลผลภาพสี (Color image processing)

การประมวลผลภาพสีได้มีการใช้อย่างกว้างขวางโดยจะมีการใช้รูปแบบของสีและการแยกคุณลักษณะที่สำคัญของภาพที่สนใจ

### ๒.๓ OpenCV (Open source computer vision)

OpenCV เป็น Library สำหรับโปรแกรม C++, python ในเรื่องการประมวลผลภาพ (Image Processing) และ Computer Vision และ Library ออกแบบมาเพื่อให้ใช้ง่าย สามารถทำงานได้แบบเวลาจริง (real time) สามารถรองรับ Algorithm ต่างๆ ได้หลายตัว เช่น Neural networks, Genetic algorithms, Fuzzy Logic, Machine Learning เป็นต้น OpenCV ถูกพัฒนาโดยบริษัท Intel บริษัทผลิต CPU สำหรับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะมีลิขสิทธิ์เป็นแบบ open source BSD

#### ๒.๓.๑ OpenCV Framework

คือ Library ที่ออกแบบมาเพื่อให้นักพัฒนาและนักวิจัยด้านวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์ เป็น Library ด้านต่างๆ ดังนี้

- การประมวลผลภาพ
- เครือข่ายประสาท
- ตรรกศาสตร์
- ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม
- การเรียนรู้เครื่องกลไค
- หุ่นยนต์ ฯลฯ เป็นต้น

ปัจจุบัน มี library ต่างๆ ดังนี้

- ๒D and ๓D feature toolkits เครื่องมือสำหรับการคำนวณภาพและแสดงผลภาพ ๒ มิติและภาพ ๓ มิติ
- Facial recognition system เครื่องมือสำหรับการคำนวณและรู้จำใบหน้าคน

- Gesture recognition system เครื่องมือสำหรับการคำนวณและรู้จำท่าทางของคน
  - Human-Computer interaction (HCI) เครื่องมือสำหรับการคำนวณและประมวลผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์และคน
- นอกจากนี้ ยังมี library Deep learning, Machine Learning, Data mining ให้

เลือกใช้อย่างหลากหลายอีกด้วย

ประโยชน์ด้านต่างๆ มีดังนี้

- การประมวลผลภาพ
- วิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์
- การเข้าถึง / เล่นวิดีโอ
- คณิตศาสตร์
- หุ่นยนต์
- โครงข่ายประสาทเทียม
- ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเครือข่ายประสาท
- หลายเครือข่ายประสาท Feedforward
- ขั้นตอนวิธีพันธุกรรม
- ระบบพีซี

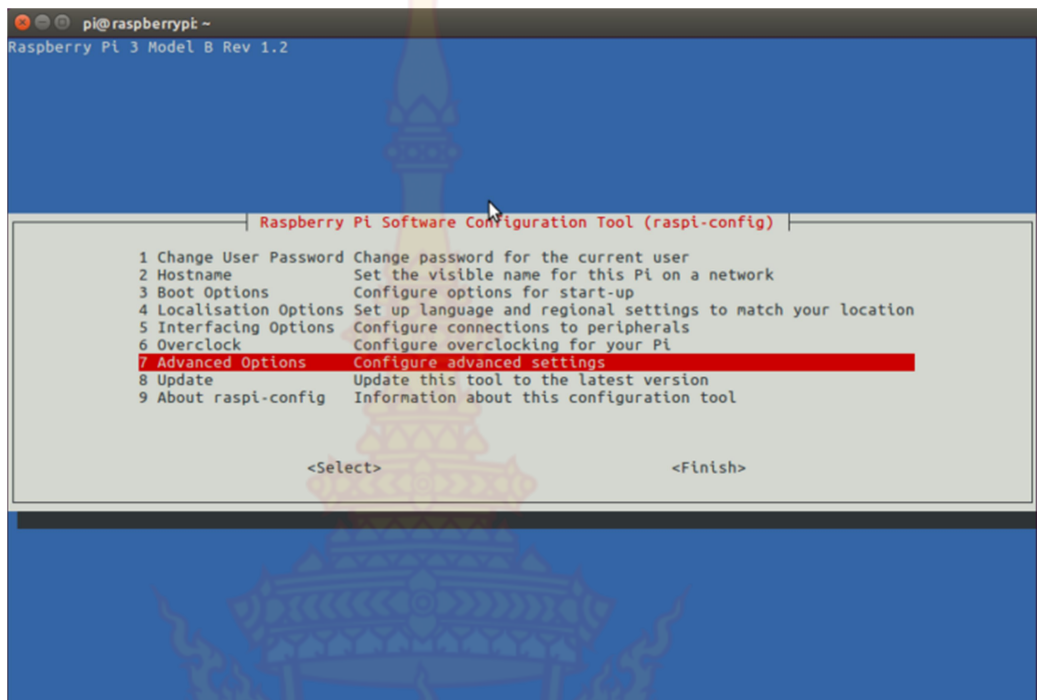
### ๒.๓.๒ การติดตั้ง OpenCV

การใช้งาน OpenCV สามารถใช้ได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows และ Linux โดยยังแบ่งย่อยได้อีกว่าใช้ร่วมกับภาษา C++ หรือ python ซึ่งแต่ละแบบของการใช้งานจะมีขั้นตอนการติดตั้งที่แตกต่างกันในงานวิจัยนี้เลือกใช้งานบน Linux ที่ติดตั้งให้กับบอร์ด Raspberry pi และใช้งานร่วมกับภาษา python

สำหรับขั้นตอนการติดตั้ง OpenCV สำหรับ python ทำได้ดังนี้

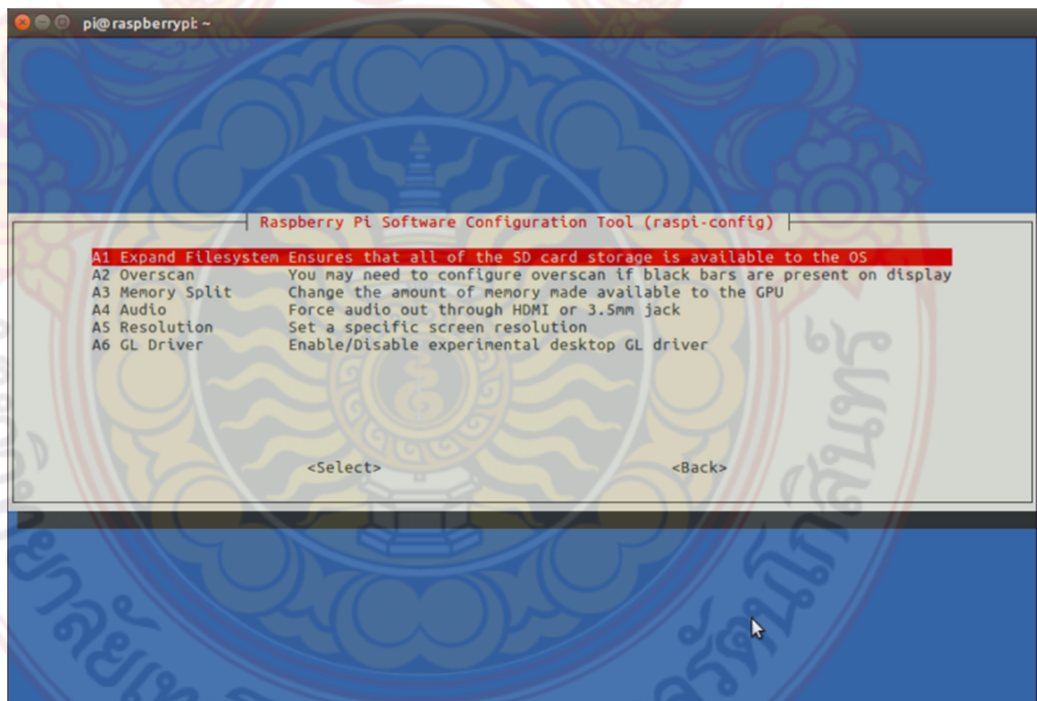
#### ๑. ขั้นตอนที่ ๑ ขยายระบบแฟ้ม

สิ่งแรกที่ทำคือขยายระบบแฟ้มเพื่อรวมเนื้อที่ว่างทั้งหมดในการ์ด micro-SD โดยเขียนคำสั่ง `sudo raspi-config` ใน Command



ภาพที่ ๒ - ๔ เลือกรายการ " Advanced Options " จากเมนู " raspi-config "

จากภาพที่ ๒ - ๔ เมื่อ Run คำสั่ง sudo raspi-config แล้วให้เลือก Advanced Options จากนั้นจะเลือก Expand filesystem ตามภาพที่ ๒ - ๕



ภาพที่ ๒ - ๕ การขยายระบบแฟ้มบน Raspberry Pi ๓

จากภาพที่ ๒ – ๕ เมื่อเลือก Expand filesystem แล้ว กด Enter ที่แป้นพิมพ์ ลูกศรลงไปที่ปุ่ม <Finish> "จากนั้นบูตเครื่อง Pi ของคุณใหม่คุณอาจได้รับแจ้งให้รีบูตเครื่อง โดยใช้คำสั่ง “sudo reboot” Run ใน Command

หลังจากรีบูตระบบไฟล์จะได้รับการขยายเพื่อรวมเนื้อที่ว่างทั้งหมดในการ์ด micro-SD สามารถตรวจสอบว่าดิสก์ได้รับการขยายโดยใช้คำสั่ง df -h และตรวจสอบผลลัพธ์

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ df -h
2 Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
3 /dev/root        30G   4.2G   24G   15% /
4 devtmpfs         434M    0   434M    0% /dev
5 tmpfs            438M    0   438M    0% /dev/shm
6 tmpfs            438M   12M   427M    3% /run
7 tmpfs            5.0M   4.0K   5.0M    1% /run/lock
8 tmpfs            438M    0   438M    0% /sys/fs/cgroup
9 /dev/mmcblk0p1   42M    21M    21M   51% /boot
10 tmpfs            88M    0    88M    0% /run/user/1000
```

ภาพที่ ๒ – ๖ แสดงผลลัพธ์ดิสก์ที่ได้รับการขยาย

จากภาพที่ ๒ – ๖ จะเห็นระบบไฟล์ Raspbian ได้รับการขยายให้ครอบคลุม การ์ด micro-SD ขนาด ๓๒GB ทั้งหมด

## ๒. ขั้นตอนที่ ๒ ติดตั้งการอ้างอิง

ขั้นตอนแรกคือการอัปเดตและอัปเดตแพ็คเกจที่มีอยู่

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config
```

ภาพที่ ๒ – ๗ คำสั่งในการอัปเดตและอัปเดตแพ็คเกจ

จากนั้นต้องติดตั้งเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์บางอย่างรวมทั้ง CMake ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถกำหนดค่ากระบวนการสร้าง OpenCV โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ – ๘

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config
```

ภาพที่ ๒ – ๘ คำสั่งในการติดตั้ง CMake

ต่อไปจำเป็นต้องติดตั้งแพ็คเกจ I/O ภาพบางส่วนที่ช่วยให้เราสามารถโหลด รูปแบบไฟล์ภาพต่างๆจากดิสก์ได้ ตัวอย่างของรูปแบบไฟล์ดังกล่าว ได้แก่ JPEG, PNG, TIFF ฯลฯ โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ – ๙

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Python
1 $ sudo apt-get install libjpeg-dev libtiff5-dev libjasper-dev libpng12-dev
```

ภาพที่ ๒ – ๙ คำสั่งในการติดตั้งแพ็คเกจ I/O ภาพ

เช่นเดียวกับที่เราต้องการแพ็คเกจ I / O ภาพเราจำเป็นต้องมีแพ็คเกจ I / O วิดีโอ ไบบริารีเหล่านี้ช่วยให้เราสามารถอ่านรูปแบบไฟล์วิดีโอต่างๆจากดิสก์รวมถึงการทำงานโดยตรงกับสตรีมวิดีโอ โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๑๐

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-dev
2 $ sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev
```

ภาพที่ ๒ - ๑๐ คำสั่งในการติดตั้งแพ็คเกจ I / O วิดีโอ

ภายในไลบรารี OpenCV มาพร้อมกับโมดูลย่อยชื่อ highgui ซึ่งใช้เพื่อแสดงภาพไปยังหน้าจอและสร้าง GUI ขั้นพื้นฐาน ในการรวบรวม โมดูล highgui จำเป็นต้องติดตั้งไลบรารีการพัฒนา GTK โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๑๑

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo apt-get install libgtk2.0-dev libgtk-3-dev
```

ภาพที่ ๒ - ๑๑ คำสั่งในการติดตั้งไลบรารีการพัฒนา GTK

การดำเนินงานภายใน OpenCV จำนวนมาก เช่น การดำเนินการเมทริกซ์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากขึ้นโดยการติดตั้งการพึ่งพาพิเศษ ซึ่งเป็นไลบรารีการเพิ่มประสิทธิภาพ มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับอุปกรณ์ที่มีข้อจำกัด ด้านทรัพยากรเช่น Raspberry Pi ตามภาพที่ ๒ - ๑๒

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
```

ภาพที่ ๒ - ๑๒ คำสั่งในการติดตั้งการพึ่งพาพิเศษ

สุดท้ายจะบันทึกการติดตั้งไฟล์ส่วนหัวของ Python ๒.๗ และ Python ๓ เพื่อให้เราสามารถคอมไพล์ OpenCV ด้วย Python bindings โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๑๓

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo apt-get install python2.7-dev python3-dev
```

ภาพที่ ๒ - ๑๓ คำสั่งในการติดตั้งไฟล์ส่วนหัวของ Python ๒.๗ และ Python ๓

หากข้ามขั้นตอนนี้อาจสังเกตเห็นข้อผิดพลาดที่เกี่ยวข้องกับ Python.h ไฟล์ส่วนหัวที่ไม่พบเมื่อเรียกใช้ make เพื่อคอมไพล์ OpenCV

### ๓. ขั้นตอนที่ ๓ ดาวน์โหลดซอร์สโค้ด OpenCV

ขณะนี้มีการติดตั้งตัวพึ่งพาพิเศษแล้วเราจะมาเก็บที่เก็บไฟล์ ๓.๓.๐ ของ OpenCV จากที่เก็บ OpenCV อย่างเป็นทางการ รุ่นนี้มีโมดูล dnn

จำเป็นต้องติดตั้ง OpenCV ๓ อย่างเต็มรูปแบบ เพื่อเข้าถึงคุณลักษณะเช่น SIFT (Scale Invariant Feature Transform) การประมวลผลภาพถ่าย และ SURF (Speeded-Up

Robust Features) อัลกอริทึมในการค้นหาจุดสนใจบนภาพ เป็นต้น ดังนั้นเราจำเป็นต้องคว่าพื้นที่เก็บข้อมูล opencv\_contrib

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspber
wget -O opencv_contrib.zip https://github.com/Itseez/opencv_contrib/archive/3.3.0.zip
unzip opencv_contrib.zip
```

ภาพที่ ๒ - ๑๔ คำสั่งในการติดตั้ง OpenCV ๓ อย่างเต็มรูปแบบ

เมื่อเราติดตั้ง OpenCV อย่างเต็มรูปแบบแล้วต้องตรวจสอบว่ารูปแบบ opencv และ opencv\_contrib เหมือนกัน ในกรณีนี้คือ ๓.๓.๐ หากหมายเลขเวอร์ชันไม่ตรงกันคุณอาจจะพบข้อผิดพลาดในการคอมไพล์หรือรันใหม่

#### ๔. ขั้นตอนที่ ๔ Python ๒.๗ หรือ Python ๓

ก่อนที่จะเริ่มรวบรวม OpenCV บน Raspberry Pi ๓ ของเราได้เราต้องติดตั้ง pip ตัวจัดการ package ของ Python

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry |
1 $ wget https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py
2 $ sudo python get-pip.py
3 $ sudo python3 get-pip.py
```

ภาพที่ ๒ - ๑๕ คำสั่งการติดตั้ง pip

ประการแรกสิ่งสำคัญคือต้องเข้าใจว่าสภาพแวดล้อมเสมือนเป็นเครื่องมือพิเศษที่ใช้ในการเก็บข้อมูลฟังก์ชันที่ต้องใช้ในโครงการต่างๆในสถานที่แยกต่างหากโดยการสร้างระบบPython ที่แยกอิสระและแยกออกจากกันสำหรับแต่ละระบบ จึงควรติดตั้ง virtualenv และ virtualenvwrapper ซึ่ง virtualenv ช่วยในการแยกสภาพแวดล้อมในการทำงาน Python ของโปรเจกต์ที่ต้องการใช้งาน Python library version ต่างกัน ลงในไลบรารีที่ใช้ร่วมกันเพื่อให้ library ใช้งานได้ง่าย และvirtualenvwrapper จะเป็นสคริปต์ที่ใช้ virtualenv ได้ง่ายขึ้นเช่นเวลาเราจะสร้างสภาพแวดล้อมใหม่แล้วเริ่มใช้สภาพแวดล้อมในการทำงานต้องพิมพ์ ๒-๓ คำสั่งเราใช้คำสั่งทางลัดของ virtualenvwrapper คำสั่งเดียวจบ ซึ่งสามารถติดตั้งได้โดยคำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๑๖

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry |
1 $ sudo pip install virtualenv virtualenvwrapper
2 $ sudo rm -rf ~/.cache/pip
```

ภาพที่ ๒ - ๑๖ คำสั่งที่ใช้ในการติดตั้ง virtualenv และ virtualenvwrapper

ตอนนี้ทั้งสอง virtualenv และ virtualenvwrapper ได้รับการติดตั้งแล้ว จำเป็นต้องปรับปรุง ~/.profile เพื่อรวมบรรทัดต่อไปนี้เข้าไว้ด้วยกันเพื่อสะดวกในการเรียกใช้งาน ทั้งนี้ได้ตั้งชื่อโปรไฟล์ว่า workon

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 # virtualenv and virtualenvwrapper
2 export WORKON_HOME=$HOME/.virtualenvs
3 export VIRTUALENVWRAPPER_PYTHON=/usr/bin/python3
4 source /usr/local/bin/virtualenvwrapper.sh
```

ภาพที่ ๒ - ๑๗ การรวมบรรทัดต่อไปนี้จะเข้าไว้ด้วยกันเพื่อสะดวกในการเรียกใช้งาน

ต่อไปใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความเช่น vim , emacs , nano เพื่อปรับปรุง ~/.profile และอัปเดตไฟล์เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่กล่าวมาข้างต้น

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ echo -e "\n# virtualenv and virtualenvwrapper" >> ~/.profile
2 $ echo "export WORKON_HOME=$HOME/.virtualenvs" >> ~/.profile
3 $ echo "export VIRTUALENVWRAPPER_PYTHON=/usr/bin/python3" >> ~/.profile
4 $ echo "source /usr/local/bin/virtualenvwrapper.sh" >> ~/.profile
```

ภาพที่ ๒ - ๑๘ แก้ไขโปรแกรมโดยการเลือกใช้ vim , emacs , nano เพื่อปรับปรุง ~/.profile

ตอนนี้มีโปรไฟล์ที่ผ่านการอัปเดตแล้ว จำเป็นต้องโหลดใหม่เพื่อให้แน่ใจโปรไฟล์ได้มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว โดยทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

๑. ออกจากระบบแล้วเข้าสู่ระบบอีกครั้ง
๒. ปิดบัญชี terminal และเปิดขึ้นใหม่
๓. หรือเพียงแค่นี้คำสั่ง เพียงแค่ใช้คำสั่ง source: ตามภาพที่ ๒ - ๑๙

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ source ~/.profile
```

ภาพที่ ๒ - ๑๙ ทำการโหลดโปรไฟล์ใหม่โดยใช้คำสั่ง เพียงแค่ใช้คำสั่ง source

ต่อไปควรสร้างสภาพแวดล้อมเสมือน Python ที่เราจะใช้สำหรับการพัฒนาวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์ โดยใช้คำสั่งตามภาพที่...เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมเสมือน Python ใหม่ที่ชื่อว่า cv โดยใช้ Python ๓

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ mkvirtualenv cv -p python3
```

ภาพที่ ๒ - ๒๐ คำสั่งเพื่อใช้ในการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือน Python ใหม่ที่ชื่อว่า cv โดยใช้ Python ๓

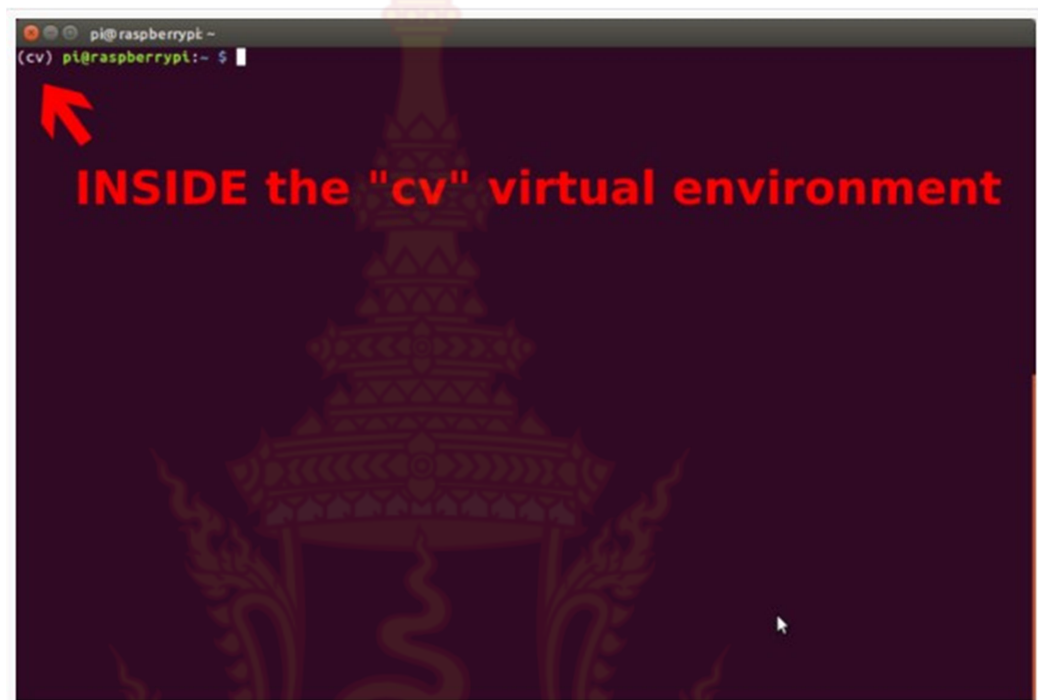
จากนั้นให้ตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือน "CV" หรือไม่ โดยออกจากระบบและเข้าสู่ระบบอีกครั้ง หรือ เปิดเทอร์มินัลใหม่ โดยใช้คำสั่งจากภาพที่... โดยคำสั่ง workon เพื่อเข้าถึง สภาพแวดล้อมแบบเสมือน cv

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ source ~/.profile
2 $ workon cv
```

ภาพที่ ๒ - ๒๑ คำสั่งในการเรียกใช้ CV



การตรวจสอบว่าอยู่ใน สภาพแวดล้อมเสมือน cv ตรวจสอบบรรทัดคำสั่ง ถ้าคุณเห็นข้อความ ( CV ) ก่อนหน้าพร้อมที่จะอยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือน cv



ภาพที่ ๒ - ๒๒ การตรวจสอบให้แน่ใจว่าเห็นข้อความ " (cv) " ในพรอมต์แสดงว่าคุณอยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือน cv

เมื่อตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพ CV ได้แล้ว ให้ติดตั้ง NumPy บน Raspberry Pi เพื่อใช้ NumPy ในการประมวลผลเชิงตัวเลข โดยใช้คำสั่งตามภาพ ๒ - ๒๓

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ pip install numpy
```

ภาพที่ ๒ - ๒๓ คำสั่งในการติดตั้ง numpy

#### ๕. ขั้นตอนที่ ๕ รวบรวมและติดตั้ง OpenCV

ถึงขั้นตอนนี้พร้อมที่จะคอมไพล์และติดตั้ง OpenCV ตรวจสอบอีกครั้ง โดยใช้คำสั่งตามภาพที่...ว่าอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบเสมือน cv โดยการตรวจสอบข้อความแจ้งจะเห็นข้อความ ( CV )

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ workon cv
```

ภาพที่ ๒ - ๒๔ คำสั่งในการตรวจสอบโปรไฟล์ที่สร้างไว้ว่าอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบเสมือน cv หรือไม่

เมื่อมั่นใจว่าอยู่ใน สภาพแวดล้อมเสมือน cv แล้วสามารถตั้งค่าการสร้างโปรไฟล์ OpenCV โดยใช้ CMake โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๒๕

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ cd ~/opencv-3.3.0/
2 $ mkdir build
3 $ cd build
4 $ cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \
5     -D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \
6     -D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON \
7     -D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=~/opencv_contrib-3.3.0/modules \
8     -D BUILD_EXAMPLES=ON ..
```

ภาพที่ ๒ - ๒๕ คำสั่งในการตั้งค่าการสร้างโปรไฟล์ OpenCV โดยใช้ CMake

ตอนนี้ก่อนที่จะไปสู่ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงให้ตรวจสอบผลลัพธ์ของ CMake สังเกตว่า Interpreter ชี้ไปที่ไบนารี Python๓ ของเราที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือน cv ตัวแปร numpy ยังชี้ไปที่การติดตั้ง NumPy ในสภาพแวดล้อม cv ดังภาพที่ ๒ - ๒๖

```
pi@raspberrypi:~/opencv-3.3.0/build
-- Use Cuda: NO
-- Use OpenCL: YES
-- Use OpenVX: NO
-- Use custom HAL: YES (carotene (ver 0.0.1))
-- OpenCL: <Dynamic loading of OpenCL library>
-- Include path: /home/pi/opencv-3.3.0/3rdparty/include/opencvcl/1.2
-- Use AMDFFT: NO
-- Use AMDBLAS: NO
-- Python 2:
-- Interpreter: /usr/bin/python2.7 (ver 2.7.13)
-- Libraries: /usr/lib/arm-linux-gnueabihf/libpython2.7.so (ver 2.7.13)
-- numpy: /usr/lib/python2.7/dist-packages/numpy/core/include (ver 1.12.1)
-- packages path: lib/python2.7/dist-packages
-- Python 3:
-- Interpreter: /home/pi/.virtualenvs/cv/bin/python3 (ver 3.5.3)
-- Libraries: /usr/lib/arm-linux-gnueabihf/libpython3.5m.so (ver 3.5.3)
-- numpy: /home/pi/.virtualenvs/cv/lib/python3.5/site-packages/numpy/core/include (ver 1.13.1)
-- packages path: lib/python3.5/site-packages
-- Python (for build): /usr/bin/python2.7
-- Java:
-- ant: NO
-- JNI: NO
-- Java wrappers: NO
-- Java tests: NO
-- Matlab: Matlab not found or implicitly disabled
-- Documentation:
-- Doxygen: NO
-- Tests and samples:
-- Tests: YES
```

ภาพที่ ๒ - ๒๖ การตรวจสอบว่า Python ๓ จะใช้เมื่อคอมไพล์ OpenCV ๓ สำหรับ Raspbian Stretch บน Raspberry Pi ๓

จากนั้นกำหนดค่าขนาดพื้นที่ swap ก่อนที่จะรวบรวมเพื่อเพิ่มการแลกเปลี่ยนขนาดพื้นที่ของคุณ ซึ่งจะช่วยให้ OpenCV สามารถรวบรวมข้อมูลทั้งสี่แกนของ Raspberry Pi โดยไม่ต้องรวบรวมเนื่องจากปัญหาหน่วยความจำ โดยเปิดไฟล์ / etc / dphys - swapfile แล้วแก้ไข ตัวแปร CONF\_SWAPSIZE เกี่ยวกับบรรทัด ๑๐๐MB และเพิ่มบรรทัด ๑๐๒๔MB แล้ว นี่เป็นเคล็ดลับในการคอมไพล์ด้วยแกนหลายตัวบน Raspbian Stretch ตามภาพที่ ๒ - ๒๗

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 # set size to absolute value, leaving empty (default) then uses computed value
2 # you most likely don't want this, unless you have an special disk situation
3 # CONF_SWAPSIZE=100
4 CONF_SWAPSIZE=1024
```

ภาพที่ ๒ - ๒๗ แก้ไขตัวแปร CONF\_SWAPSIZE

เมื่อต้องการเปิดใช้งานพื้นที่ swap ใหม่ให้เริ่มต้นบริการ swap ใหม่ โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๒๘

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo /etc/init.d/dphys-swapfile stop
2 $ sudo /etc/init.d/dphys-swapfile start
```

ภาพที่ ๒ - ๒๘ คำสั่งที่ใช้ในการเปิดใช้งานพื้นที่ swap ใหม่

สุดท้ายให้คอมไพล์ OpenCV โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๒๙

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ make -j4
```

ภาพที่ ๒ - ๒๙ คำสั่งที่ใช้ในการคอมไพล์ OpenCV

เมื่อ OpenCV ๓ เสร็จสิ้นการรวบรวมผลงานของคุณควรมีลักษณะคล้ายกับเหมือนภาพที่ ๒ - ๓๐

```
pi@raspberrypi: ~/opencv-3.3.0/build
Scanning dependencies of target example_tapi_clahe
[ 99%] Building CXX object samples/tapi/CMakeFiles/example_tapi_clahe.dir/clahe.cpp.o
[ 99%] Linking CXX executable ../../bin/tapi-example-clahe
[ 99%] Built target example_tapi_clahe
Scanning dependencies of target example_tapi_pyrlk_optical_flow
[ 99%] Building CXX object samples/tapi/CMakeFiles/example_tapi_pyrlk_optical_flow.dir/pyrlk_optical_flow.cpp.o
[ 99%] Linking CXX executable ../../bin/tapi-example-pyrlk_optical_flow
[ 99%] Built target example_tapi_pyrlk_optical_flow
Scanning dependencies of target example_tapi_bgfg_segn
[ 99%] Building CXX object samples/tapi/CMakeFiles/example_tapi_bgfg_segn.dir/bgfg_segn.cpp.o
[ 99%] Linking CXX executable ../../bin/tapi-example-bgfg_segn
[ 99%] Built target example_tapi_bgfg_segn
Scanning dependencies of target example_tapi_camshift
[ 99%] Building CXX object samples/tapi/CMakeFiles/example_tapi_camshift.dir/camshift.cpp.o
[ 99%] Linking CXX executable ../../bin/tapi-example-camshift
[ 99%] Built target example_tapi_camshift
Scanning dependencies of target example_tapi_tvli_optical_flow
[100%] Building CXX object samples/tapi/CMakeFiles/example_tapi_tvli_optical_flow.dir/tvli_optical_flow.cpp.o
[100%] Linking CXX executable ../../bin/tapi-example-tvli_optical_flow
[100%] Built target example_tapi_tvli_optical_flow
Scanning dependencies of target example_tapi_squares
[100%] Building CXX object samples/tapi/CMakeFiles/example_tapi_squares.dir/squares.cpp.o
[100%] Linking CXX executable ../../bin/tapi-example-squares
[100%] Built target example_tapi_squares
Scanning dependencies of target example_tapi_ufacedetect
[100%] Building CXX object samples/tapi/CMakeFiles/example_tapi_ufacedetect.dir/ufacedetect.cpp.o
[100%] Linking CXX executable ../../bin/tapi-example-ufacedetect
[100%] Built target example_tapi_ufacedetect
(cv) pi@raspberrypi:~/opencv-3.3.0/build $
```

ภาพที่ ๒ - ๓๐ คอมไพล์ OpenCV ๓ ใน Raspbian Stretch เสร็จสมบูรณ์

จากนั้นสิ่งที่คุณต้องทำคือติดตั้ง OpenCV ๓ ใน Raspberry Pi ๓ โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๓๑

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ sudo make install
2 $ sudo ldconfig
```

ภาพที่ ๒ - ๓๑ คำสั่งในการติดตั้ง OpenCV ๓ ใน Raspberry Pi ๓

สำหรับ Python ๓ หลังจากรัน make install แล้วควรติดตั้ง OpenCV + Python bindings ใน /usr/local/lib/python๓.๕/site-packages/อีกครั้งสามารถตรวจสอบนี้ด้วยคำสั่ง ls ตามภาพที่ ๒ - ๓๒

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ ls -l /usr/local/lib/python3.5/site-packages/
2 total 1852
3 -rw-r--r-- 1 root staff 1895932 Mar 20 21:51 cv2.cpython-34m.so
```

ภาพที่ ๒ - ๓๒ คำสั่ง ls ที่ใช้ในการตรวจสอบการติดตั้ง OpenCV + Python bindings ใน /usr/local/lib/python๓.๕/site-packages

หลังจากนั้นผูก OpenCV ของเราเข้ากับ สภาพแวดล้อมเสมือน cv สำหรับ Python ๓.๕ ด้วยคำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๓๓

```
Raspbian Stretch: Install OpenCV 3 + Python on your Raspberry | Shell
1 $ cd ~/.virtualenvs/cv/lib/python3.5/site-packages/
2 $ ln -s /usr/local/lib/python3.5/site-packages/cv2.so cv2.so
```

ภาพที่ ๒ - ๓๓ คำสั่งในการผูก OpenCV ของเราเข้ากับ สภาพแวดล้อมเสมือน cv สำหรับ Python ๓.๕

## ๖. ขั้นตอนที่ ๖ การทดสอบการติดตั้ง OpenCV ๓

เปิดเทอร์มินัลใหม่รันคำสั่ง source และ workon แล้วเพื่อที่จะนำเข้า Python + OpenCV bindings โดยใช้คำสั่งตามภาพที่ ๒ - ๓๔

```

pi@raspberrypi: /usr/local/lib/python3.5/site-packages
pi@raspberrypi: /usr/local/lib/python3.5/site-packages $ source ~/.profile
pi@raspberrypi: /usr/local/lib/python3.5/site-packages $ workon cv
(cv) pi@raspberrypi: /usr/local/lib/python3.5/site-packages $ python
Python 3.5.3 (default, Jan 19 2017, 14:11:04)
[GCC 6.3.0 20170124] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import cv2
>>> cv2.__version__
'3.3.0'
>>>

```

ภาพที่ ๒ - ๓๔ ยืนยัน OpenCV ๓ เรียบร้อยแล้วใน Raspberry Pi ๓ ที่รัน Raspbian Stretch

#### ๒.๔ Raspberry Pi

Raspberry Pi เป็นชุดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่คณะกรรมการพัฒนาในสหราชอาณาจักรโดยมูลนิธิ Raspberry Pi เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนขั้นพื้นฐานวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ในโรงเรียนและในประเทศที่กำลังพัฒนา รูปแบบเดิมกลายเป็นที่นิยมมากขึ้น โกลกว่าที่คาดกลุ่มตลาดเป้าหมายสำหรับการใช้งาน เช่น หุ่นยนต์ เครื่องบริการอัตโนมัติ ไม่รวมอุปกรณ์ต่อพ่วง (เช่น แป้นพิมพ์ และเมาส์) และกรณีอย่างไรก็ตามอุปกรณ์เสริมบางอย่างถูกรวมอยู่ในกลุ่มอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ

องค์กรที่อยู่เบื้องหลัง Raspberry Pi ประกอบด้วยแขนสองข้าง สองรุ่นแรกได้รับการพัฒนาโดย Raspberry Pi Foundation หลังจากที่ได้รับกระแสการเผยแพร่ Pi Model B แล้วมูลนิธิได้จัดตั้ง Raspberry Pi Trading ขึ้นโดยมี Eben Upton เป็น CEO เพื่อพัฒนารูปแบบที่ ๓ B + ราสเบอร์รี่ Pi การค้าขายมีส่วนรับผิดชอบในการพัฒนาเทคโนโลยีในขณะที่มูลนิธิเป็นองค์กรเพื่อการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐานในโรงเรียนและในประเทศกำลังพัฒนา ตามที่มูลนิธิ Raspberry Pi กล่าวว่ามีการจัดจำหน่ายมากกว่า ๕ ล้านเครื่องในเดือนกุมภาพันธ์ปี ๒๐๑๕ ทำให้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ขายดีที่สุดในอังกฤษจนถึงพฤศจิกายน ๒๐๑๖ พวกเขาขายได้ ๑๑ ล้านเหรียญ และ ๑๒.๕ ล้านเหรียญภายในเดือนมีนาคมปี ๒๐๑๗ ทำให้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เอนกประสงค์ที่ขายดีที่สุดเป็นอันดับสามในหมวดหมู่คอมพิวเตอร์วัตถุประสงค์ทั่วไป ในเดือนกรกฎาคมปี ๒๐๑๗ ยอดขายมีจำนวนเกือบ ๑๕ ล้านราย ในเดือนมีนาคม ปี ๒๐๑๘ ยอดขายมี

จำนวนทั้งสิ้น ๑๙ ล้านคน ส่วนใหญ่ Raspberry Pi จะผลิตในโรงงาน Sony ใน Pen coed, Wales และบางส่วนผลิตในประเทศจีนหรือญี่ปุ่น

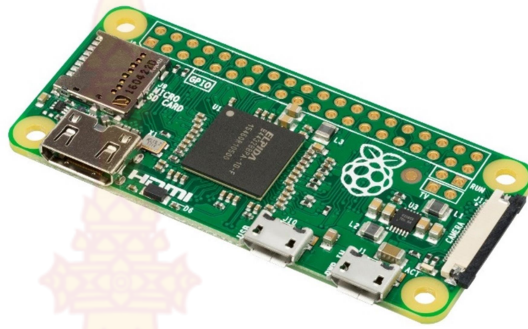
### ๒.๔.๑ Raspberry Pi แต่ละรุ่น

Raspberry Pi ได้รับการเผยแพร่แล้ว ทุกรุ่นมีระบบ Broadcom บนชิป (SoC) ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และหน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) ที่ใช้ร่วมกันได้กับ ARM โปรเซสเซอร์ความเร็วตั้งแต่ ๗๐๐ MHz ถึง ๑.๔ GHz สำหรับ Pi ๓ รุ่น B+ หน่วยความจำออนบอร์ด ตั้งแต่ ๒๕๖ MB ถึง ๑ GB RAM การ์ด Secure Digital (SD) ใช้เพื่อจัดเก็บระบบปฏิบัติการและหน่วยความจำโปรแกรมไว้ในขนาด SDHC หรือ Micro SDHC บอร์ดมีพอร์ต USB ตั้งแต่หนึ่งถึงสี่พอร์ต สำหรับเอาต์พุตวิดีโอ HDMI และวิดีโอคอมโพสิตจะได้รับการสนับสนุนโดยใช้แจ็กปลายแขนขนาด ๓.๕ มม. สำหรับเอาต์พุตเสียง การส่งออกในระดับต่ำกว่าที่ให้บริการโดยจำนวนของหมุด GPIO ซึ่งสนับสนุนโปรโตคอลที่เหมือนกันเช่น I<sup>2</sup>C รุ่น B มีพอร์ต Ethernet ๘P๘C และ Pi ๓ และ Pi Zero W มี Wi-Fi ๘๐๒.๑๑n และBluetooth ที่ติดตั้งอยู่ ราคาอยู่ระหว่าง ๕ ถึง ๓๕ เหรียญสหรัฐฯ



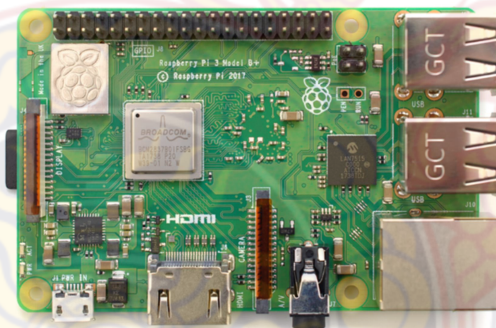
ภาพที่ ๒-๓๕ โมเดล raspberry pi ๑ รุ่น B+

รุ่นที่ ๑ Raspberry Pi ๑ รุ่น B+ ได้รับการเปิดตัวในเดือนกุมภาพันธ์ ๒๐๑๒ บอร์ดเหล่านี้มีขนาดเท่าบัตรเครดิตโดยประมาณและเป็นตัวบ่งชี้ของฟอร์ม mainline แบบมาตรฐาน โมเดล A+ และ B + ที่ปรับปรุงใหม่ได้รับการเปิดตัวออกมาในอีกหนึ่งปีต่อมา "Computer โมดูล" ได้รับการเปิดตัวในเดือนเมษายน ๒๐๑๔ โปรแกรมฝังตัว Raspberry Pi ๒ ซึ่งเพิ่ม RAM มากขึ้น ได้รับการปล่อยตัวในกุมภาพันธ์ ๒๐๑๕



ภาพที่ ๒-๓๖ Raspberry Pi Zero

จากภาพที่ ๒-๓๖ Raspberry Pi Zero ที่มีขนาดเล็กและมีความสามารถในการป้อนข้อมูลและการนำเข้าทั่วไป (GPIO) ลดลงได้รับการเปิดตัวในเดือนพฤศจิกายน ๒๐๑๕ เป็นมูลค่า ๕ เหรียญสหรัฐ ในปี ๒๐๑๗ ได้กลายเป็นราสเบอร์รี่ Pi รุ่นใหม่ล่าสุด เมื่อวันที่ ๒๘ กุมภาพันธ์ ๒๐๑๗ ได้มีการเปิดตัว Raspberry Pi Zero W ซึ่งเป็นรุ่น Zero ด้วยความสามารถของ Wi-Fi และ Bluetooth มูลค่า ๑๐ เหรียญสหรัฐ เมื่อวันที่ ๑๒ มกราคม ๒๐๑๘ ได้มีการเปิดตัว Raspberry Pi Zero WH ซึ่งเป็นรุ่นเดียวกับ Zero W ที่มีหัว GPIO ก่อนการบัดกรี



ภาพที่ ๒-๓๗ Raspberry Pi ๓ รุ่น B+

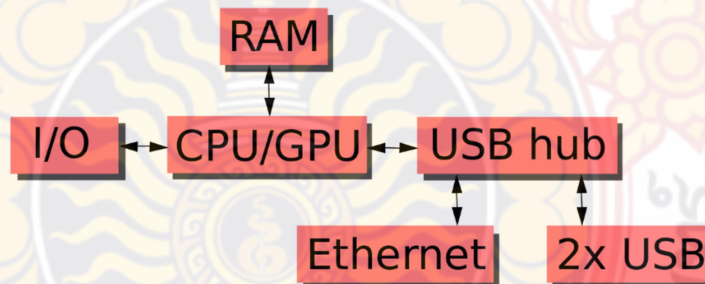
Raspberry Pi ๓ Model B ได้รับการเผยแพร่ในเดือนกุมภาพันธ์ ๒๐๑๖ ด้วยโปรเซสเซอร์ Quad-Core ๖๔Bit WiFi on-board Bluetooth และ USB boot ได้แล้วในปี ๒๐๑๘ Raspberry Pi ๓ Model B+ มีหน่วยประมวลผลเร็วกว่า ๑.๔GHz และเครือข่ายที่เร็วขึ้นสามเท่าโดยใช้ Gigabit Ethernet (๓๐๐ Mbit/s) หรือ ๒.๔/๕ GHz WiFi แบบคู่ (๑๐๐Mdit/s) ตัวเลือกอื่นๆ ได้แก่ Power over Ethernet (PoE) USB boot (การ์ด SD ไม่จำเป็นต้องใช้อีกต่อไป)

### ๒.๔.๒ คุณสมบัติ Raspberry Pi (model B+)

- ๑) Chip ควบคุมหลัก Broadcom BCM๒๘๓๓Bo
- ๒) หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU แบบ Quad-Core ความเร็ว ๑.๔ GHz
- ๓) หน่วยประมวลผลกราฟิกหรือ GPU Broadcom Video core IV หรือเทียบเท่ารองรับการ
  - ๔) แสดงผลผ่านจอภาพที่ใช้จุดต่อแบบ HDMI
  - ๕) หน่วยความจำ SDRAM ๕๑๒ MB
  - ๖) USB ๒.๐ (๔ พอร์ต)
  - ๗) เอาต์พุต RCA และ HDMI เอาต์พุตสัญญาณวีดีโอสำหรับต่อกับโทรทัศน์ หรือจอแสดงผล
    - ๘) เอาต์พุตเสียง แจ็คหูฟังขนาด ๓.๕ มิลลิเมตร
    - ๙) พอร์ต Ethernet หรือ LAN
    - ๑๐) พอร์ตอินพุตเอาต์พุต GPIO (General Purpose Input/Output) ที่มีขาต่อแบบบัส SPI (Serial Peripheral Interface Bus), I๒C, I๒S
    - ๑๑) ขาสัญญาณรับส่งข้อมูลอนุกรม หรือ UART
    - ๑๒) Socket ของ SD การ์ด
    - ๑๓) ไฟเลี้ยง ๕ โวลต์ ๒ แอมป์
    - ๑๔) ขนาด ๘๕.๖๐ x ๕๓.๙๓ มิลลิเมตร

### ๒.๔.๓ Hardware

๒.๔.๓.๑ Hardware Raspberry Pi ได้พัฒนาขึ้นผ่านมาหลายรุ่นซึ่งมีรูปแบบความจุหน่วยความจำและการสนับสนุนอุปกรณ์ต่างๆ



ภาพที่ ๒ - ๓๘ บล็อกไดอะแกรม Raspberry Pi B+

จากภาพที่ ๒-๓๘ แผนภาพบล็อกนี้อธิบายถึงโมเดล B และ B + รุ่น A, A + และ Pi Zero มีลักษณะคล้ายกัน แต่ไม่มีส่วนประกอบของ Ethernet และ USB hub อะแดปเตอร์ Ethernet เชื่อมต่อภายในกับพอร์ต USB เพิ่มเติม ในรุ่น A, A + และ Pi Zero พอร์ต USB จะเชื่อมต่อโดยตรงกับระบบบนชิป (SoC) สำหรับรุ่น Pi ๑ รุ่น B + และรุ่นที่ใหม่กว่าชิป USB / Ethernet มีฮับ USB ห้าพอร์ตซึ่งมีพอร์ตสี่พอร์ตในขณะที่ Pi ๑ รุ่น B มีเพียงสองรุ่นเท่านั้น บน Pi Zero พอร์ต USB จะเชื่อมต่อโดยตรงกับ SoC แต่จะใช้พอร์ต USB ขนาดเล็ก (OTG)



### ๒.๔.๓.๒ หน่วยประมวลผล

Broadcom BCM๒๘๓๕ SoC ที่ใช้ใน Raspberry Pi รุ่นแรก ประกอบด้วยโปรเซสเซอร์ ARM๑๑๗๖JZE-S ๗๐๐ MHz หน่วยประมวลผลกราฟฟิก (GPU) Video Core IV และ RAM มีแคชระดับ ๑ (L๑) ขนาด ๑๖ KB และแคชระดับ ๒ (L๒) ขนาด ๑๒๘ KB แคชระดับ ๒ จะใช้ GPU เป็นหลัก SoC ถูกจัดเรียงซ้อนกันอยู่ใต้ชิปแรมเพื่อให้สามารถมองเห็นขอบได้เท่านั้น ๑๑๗๖JZ (F) -S เป็น CPU เดียวกันกับที่ใช้ใน iPhone แม้ว่าจะใช้อัตรานาฬิกาที่สูงขึ้นและใช้ GPU ได้เร็วขึ้น

โมเดล V๑.๑ รุ่นก่อนหน้าของ Raspberry Pi ๒ ใช้ Broadcom BCM๒๘๓๖ SoC กับโปรเซสเซอร์ Quad-Core ARM Cortex-A๗ ๙๐๐ MHz ขนาด ๓๒ บิตพร้อมแคช L๒ ที่ใช้ร่วมกันขนาด ๒๕๖ กิโลไบต์ Raspberry Pi ๒ V๑.๒ ได้รับการอัปเดตเป็น Broadcom BCM๒๘๓๗ SoC พร้อมด้วยโปรเซสเซอร์ Quad-Core ARM Cortex-A๕๓ ๖๔ บิต ขนาด ๑.๒ GHz SoC เดียวกันที่ใช้กับ Raspberry Pi ๓ แต่มีการบีบอัด underclocked (ตามค่าเริ่มต้น) ไปที่ความเร็วของนาฬิกา CPU ๙๐๐ MHz เหมือนกันกับ V๑.๑ BCM๒๘๓๖ SoC ไม่มีการผลิตอีกต่อไป (ปลายปี ๒๐๑๖) Raspberry Pi ๓+ ใช้ Broadcom BCM๒๘๓๗Bo SoC กับโปรเซสเซอร์ Quad-Core ARM Cortex-A๕๓ ขนาด ๑.๔ GHz พร้อมแคช L๒ ที่ใช้ร่วมกัน ๕๑๒ กิโลไบต์

### ๒.๔.๓.๓ RAM

บนบอร์ดเบต้ารุ่น B ที่ต่ำกว่า ๑๒๘ เมกะไบต์ได้รับการจัดสรรตามค่าเริ่มต้นให้ GPU เหลือ ๑๒๘ เมกะไบต์สำหรับ CPU ในรุ่น ๒๕๖ MB แรกที่วางจำหน่าย B (และรุ่น A) สามารถแยกได้สามแบบ การแยกค่าเริ่มต้นคือ ๑๙๒ MB (RAM สำหรับ CPU) ซึ่งควรจะเพียงพอสำหรับการถอดรหัสวิดีโอ ๑๐๘๐p แบบสแตนด์อโลนหรือสำหรับ ๓D แบบเรียบง่าย แต่อาจจะไม่เหมาะสมสำหรับทั้งสองอย่างด้วยกัน ๒๒๔ MB สำหรับ Linux เท่านั้นมีเฉพาะเฟรมบัพเฟอร์ขนาด ๑๐๘๐p และมีแนวโน้มที่จะล้มเหลวสำหรับวิดีโอหรือ ๓D ๑๒๘ เมกะไบต์สำหรับ ๓D ที่มีน้ำหนักมากอาจมีการถอดรหัสวิดีโอ (เช่น XBMC) เปรียบเทียบ Nokia ๗๐๑ ใช้ ๑๒๘ MB สำหรับ Broadcom Video Core IV

### ๒.๔.๓.๔ Networking (ระบบเครือข่าย)

รุ่น A, A + และ Pi Zero ไม่มีวงจรมี Ethernet และมักเชื่อมต่อกับเครือข่ายโดยใช้ Adapter USB Ethernet หรือ Wi-Fi จากผู้ใช้ภายนอก สำหรับรุ่น B และ B + พอร์ต Ethernet จะมาพร้อมกับ Adapter USB Ethernet ในตัวที่ใช้ชิป SMSC LAN๙๕๑๔ Raspberry Pi ๓ และ Pi Zero W มีการติดตั้ง ๒.๔ GHz Wi-Fi ๘๐๒.๑๑n (๑๕๐ Mbit / s) และ Bluetooth ๔.๑ (๒๔ Mbit / s) ที่ใช้ชิป Broadcom BCM๔๓๔๓๘ Full MAC โดยไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเป็นทางการสำหรับโหมดจอกภาพ แต่ใช้งานได้ผ่านเฟิร์มแวร์ทางการ patching [๔๐] และ Pi ๓ ยังมี ๑๐/๑๐๐ Mbit / s พอร์ต Ethernet คุณลักษณะ Raspberry Pi ๓B + ประกอบด้วยแบนด์วิดธ์ IEEE ๘๐๒.๑๑b / g / n / ac แบบ dual-band, บลูทูธ ๕.๒ และ Gigabit Ethernet (จำกัด ประมาณ ๓๐๐ Mbit / วินาทีโดยบัส USB ๒.๐ ระหว่างนั้นและ SoC)

## ๒.๕ โปรแกรมภาษา Python

Python เป็นภาษาเขียนโปรแกรมระดับสูงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการเขียนโปรแกรมสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไป ภาษา Python นั้นสร้างโดย Guido van Rossum และถูกเผยแพร่ครั้งแรกในปี ๑๙๙๑ Python นั้นเป็นภาษาแบบ interpreter ที่ถูกออกแบบโดยมีปรัชญาที่จะทำให้โค้ดอ่านได้ง่ายขึ้น และโครงสร้างของภาษานั้นจะทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถเข้าใจแนวคิดการเขียนโค้ดโดยใช้บรรทัดที่น้อยลงกว่าภาษาอย่าง C++ และ Java ซึ่งภาษานั้นถูกกำหนดให้มีโครงสร้างที่ตั้งใจให้การเขียนโค้ดเข้าใจง่ายทั้งในโปรแกรมเล็กไปจนถึงโปรแกรมขนาดใหญ่

ภาษา Python นั้นมีคุณสมบัติเป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกส์และมีระบบการจัดการหน่วยความจำอัตโนมัติและสนับสนุนการเขียนโปรแกรมหลายรูปแบบ ที่ประกอบไปด้วย การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ imperative การเขียนโปรแกรมแบบฟังก์ชัน และการเขียนโปรแกรมแบบขั้นตอน มันมีไลบรารีที่ครอบคลุมการทำงานอย่างหลากหลาย

ตัวแปรในภาษา Python นั้นมีให้ใช้ในหลายระบบปฏิบัติการ ทำให้โค้ดของภาษา Python สามารถรันในระบบต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง C Python นั้นเป็นการพัฒนาในตอนต้นของ Python ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบ open source และมีชุมชนสำหรับเป็นต้นแบบในการพัฒนา เนื่องจากมันได้มีการนำไปพัฒนากระจายไปอย่างหลากหลาย variant C Python นั้นจึงถูกจัดการโดยองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรอย่าง Python Software Foundation

ในการศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา Python นี้ เป็นการศึกษาด้วยตนเองโดยศึกษาจาก SIPA Programming channel ซึ่งเป็น channel ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมต่างๆ สร้างขึ้นโดย สำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ทั้งนี้จากการศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา Python ได้ศึกษาการใช้โปรแกรมเบื้องต้น ที่จำเป็นต้องใช้ อาทิเช่น

๑. Syntax เป็นการศึกษาโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมภาษา Python จะต้องสังเกต Error ของโปรแกรม โดยจะมี ๒ แบบ คือ Syntax Error โครงสร้างผิด และ Invalid Syntax ใช้งานไม่ได้ ไม่ถูกต้อง หรือเขียนโครงสร้างผิดแบบผิดกฎ
๒. ตัวแปร (Variable) เป็นการศึกษาเก็บค่าหรือเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำมาเรียกใช้งาน
๓. สตริง (String) ใช้ในการเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร ประกาศโดยใช้เครื่องหมาย “ ” หรือ ‘ ’
๔. อินเด็กซ์ (Index) ของสตริง คือ ตำแหน่งตัวอักษรของสตริง
๕. การหาความยาวสตริง (Length) คือ การหาค่าความยาวสตริงของตัวแปรนั้นๆ
๖. ค้นหาสตริง คือการค้นหาตำแหน่งของสตริง
๗. ฟังก์ชันและโครงสร้างควบคุม ทั้งนี้รวมไปถึงการใช้งานโค้ดซ้ำ การประกาศฟังก์ชันขอบเขตของตัวแปร การอ้างอิงตัวแปร การตรวจสอบเงื่อนไข
๘. การสร้างฟังก์ชันค้นหาค่าถัดไป
๙. เงื่อนไข (condition) if , else , elif และเงื่อนไขซ้อน nested if
๑๐. การวนลูป while เพื่อทำซ้ำ
๑๑. การชี้นำ break เพื่อออกจากลูป
๑๒. โครงสร้างข้อมูล ลิสต์ (List)

## ๒.๖ ระบบฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

### ๒.๖.๑ ระบบฐานข้อมูล (Database)

ระบบฐานข้อมูล (Database) ในความหมายอย่างกว้างๆ หมายถึง ที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ข้อมูลที่เก็บเป็นเพียงข้อมูลส่วนหนึ่งของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ในความหมายนี้กลุ่มของตาราง (table) ที่มีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องในเรื่องเดียวกัน คือ ฐานข้อมูล ฐานข้อมูลที่ดีเป็นมากกว่าการรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกันข้อมูลที่สัมพันธ์กันที่นำมา รวมกันต้องจัดโครงสร้างให้เข้าถึง (access) ได้อย่างรวดเร็ว สิ่งหนึ่งที่ทำให้ฐานข้อมูลเหนือกว่าการ รวมกันของ text files คือ มีความรวดเร็วในการนำข้อมูลออกจากฐานข้อมูลไม่ต้องค้นหาข้อมูลทั้ง ฐานข้อมูลหรือใน physical file เพื่อหาข้อมูลที่ต้องการและภาษา SQL ที่ใช้มีการกำหนดเงื่อนไข ตามต้องการตัวจัดการฐานข้อมูลทำหน้าที่เรียกข้อมูลที่ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้

### ๒.๖.๒ ระบบจัดการฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) หรือเรียกว่า ดีบีเอ็ม เอส (DBMS) เป็นกลุ่มโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในระบบติดต่อระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล เพื่อ จัดการและควบคุมความถูกต้อง ความเข้าซ้อ และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ภายใน ฐานข้อมูล ซึ่งต่างจากระบบแฟ้มข้อมูลที่หน้าที่เหล่านี้จะเป็นหน้าที่ของโปรแกรมเมอร์ ในการติดต่อกับข้อมูลในฐานข้อมูลไม่ว่าจะด้วยการใช้คำสั่งในกลุ่มดีเอ็มแอล (Data Manipulation Language : DML) หรือ ดีดีแอล (Data Definition Language : DDL) หรือจะด้วยโปรแกรมต่างๆ ทุกคำสั่งที่ใช้ กระทำกับข้อมูลจะถูกดีบีเอ็มนำมาแปล (Compile) เป็นการปฏิบัติการ (Operation) ต่างๆ ภายใต้ คำสั่งนั้นๆ เพื่อนำไปกระทำกับตัวข้อมูลภายในฐานข้อมูลต่อไป สำหรับการทำงานต่างๆ ภายในดี บีเอ็มเอสที่ทำหน้าที่แปลคำสั่งไปเป็นปฏิบัติการต่างๆ กับข้อมูลนั้นประกอบด้วยส่วนการปฏิบัติการ

## ๒.๗ ความรู้พื้นฐานในการทำระบบ

### ๒.๗.๑ ภาษา PHP

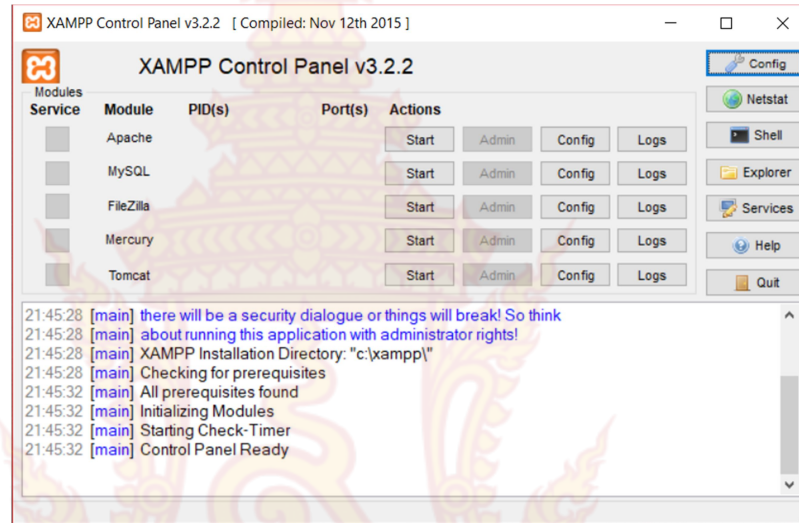
ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ผู้พัฒนาได้ใช้ภาษา PHP (Hypertext Preprocessor) ซึ่งเป็นภาษาที่ได้อรองรับไดนามิกเว็บ (Dynamic Web) โดยทำการประมวลผลด้าน เซิร์ฟเวอร์ และทำงานในลักษณะประมวลผลที่เสบรรทัด (Interpreter) มีความสามารถในการติดต่อกับ ฐานข้อมูล และทำการส่งข้อมูลที่ถูกรประมวลผลมาแสดงผลทางเว็บเบราว์เซอร์ และลักษณะพิเศษ คือ ภาษา PHP สามารถติดต่อกับบริการต่างๆ ของเว็บเซอร์วิสผ่านทางโปรโตคอล SOAP โดยทำการเพิ่ม โหลดารี่ในส่วนของเว็บเซอร์วิสชื่อว่า ภาษา PHP มีความสามารถในการทำงานได้หลากหลายรูปแบบ คือ ทำงานได้กับหลายระบบปฏิบัติการ และใช้งานร่วมกับ Apache Web Server ที่ใช้ใน ระบบปฏิบัติการ Unix ซึ่งสคลิปต์ที่เขียนขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานข้ามระบบปฏิบัติการได้ และยัง สามารถติดต่อกับ Socket ได้อีกด้วยจุดเด่นที่สำคัญคือไม่มีปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์ และสามารถพัฒนา โดยใช้ Text Edit เกือบทุกประเภท

### ๒.๗.๒ XAMPP

โปรแกรมที่ทำงานบนเว็บ (Web Applications) จำเป็นต้องอาศัยเครื่องแม่ข่าย (Web Server) Xampp จัดเป็นโปรแกรมจำลองเซิร์ฟเวอร์ชนิดหนึ่งแบบแพ็คเกจ ประกอบด้วย

Apache ที่ทำหน้าที่หลักเป็นเซิร์ฟเวอร์ ที่มาพร้อมกับ MySQL , phpMyAdmin ซึ่งเป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลและภาษา PHP เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรม

จุดเด่นของโปรแกรมนี้นี้ คือมีตัวช่วยตรวจสอบข้อผิดพลาดในการตั้งค่าแบบอัตโนมัติ ที่สำคัญคือถูกออกแบบมาทำงานแบบ Portable (สามารถคัดลอกไปไว้ที่หนึ่งหรืออีกเครื่องอื่นได้สะดวก) ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่รองรับการทำงาน CMS (Content Management System) เป็นชุดโปรแกรมสำหรับออกแบบเว็บไซต์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน Xampp ยังสามารถรองรับระบบปฏิบัติการ Windows, Msc OS X, Linux และ Solaris อีกด้วย



ภาพที่ ๒-๓๙ หน้าจอ Xampp

### ๒.๗.๓ Apache

Apache เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็น Web Server คุณสมบัติของ Apache มีดังนี้

๑. Apache เป็นซอฟต์แวร์ประเภทเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในลักษณะของ Open Source ที่เปิดในบุคคลทั่วไปสามารถเข้าร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของ Apache ได้
๒. สามารถยืนยันตัวบุคคลโดยเรียกใช้ฟังก์ชัน (mod\_auth, mod\_access, mod\_ssl และ mod\_rewrite)
๓. สามารถจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้
๔. สามารถให้บริการต่างๆ ทางด้านเว็บเพจ

### ๒.๗.๔ ฐานข้อมูล MySQL

ฐานข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนา MySQL เป็นข้อมูลแบบโอเพนซอร์ส ที่ได้รับความนิยมในการใช้งานสูงสุดโปรแกรมหนึ่งบนเครื่องให้บริการ มีความสามารถในการจัดการกับฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL (Structures Query Language) อย่างมีประสิทธิภาพมีความรวดเร็วในการทำงานรองรับการทำงานจากผู้ใช้หลายคน โดยหน้าที่ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่เก็บ (DBMS) มีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บข้อมูล การที่จะเพิ่มเติมเข้าถึง หรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องอาศัยระบบจัดการฐานข้อมูลซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการใช้งานเฉพาะ และ

รองรับการทำงานของแอปพลิเคชันอื่นๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก

### ๒.๗.๕ phpMyAdmin

phpMyAdmin คือโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บไซต์ ซอร์สโค้ดของ phpMyAdmin ได้ถูกเผยแพร่ให้กับโปรแกรมเมอร์ PHP ทั่วไปตลอดจนผู้ที่เริ่มต้นเรียนรู้ใหม่โดยเปรียบเสมือนตัวกลางที่คั่นระหว่างผู้ใช้งานกับฐานข้อมูล MySQL ที่พัฒนามาจาก PHP อะไรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการฐานข้อมูล MySQL สามารถทำได้โดยผ่านหน้าจอบราวเซอร์ ทำให้ไม่จำเป็นต้องจดจำและใช้งานคำสั่งต่างๆ ให้ยุ่งยาก ทำให้การสร้างแอปพลิเคชันฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตกลายเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากออกไป ทั้งนี้นอกจาก phpMyAdmin จะเป็นซอร์สโค้ดที่มีประสิทธิภาพระดับหนึ่งแล้วยังเปิดให้นักพัฒนาสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มความสามารถให้มากยิ่งขึ้นได้อีกด้วย ความสามารถของ phpMyAdmin ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยจัดการฐานข้อมูลสามารถทำงานได้ ดังนี้

- สร้างและลบ Database
- สร้างและจัดการ Table เช่น แทรก ลบ แก้ไข
- โหลดเท็กซ์ไฟล์เข้าไปเก็บแนข้อมูลในตารางได้
- ทาผลสรุป (Query) ด้วยคำสั่ง SQL

### ๒.๘ เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็ระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใ้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่ (มุม) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูงขนาดของ Servo Motor จะมีหน่วยในการบอกขนาดเป็นวัตต์ (Watt) Servo Motor ของPanasonic จะมีขนาดตั้งแต่ ๕๐W-๑๕๕kWทำให้ผู้ใช้งานมีความหลากหลายใ้การใช้งาน

#### ๒.๘.๑ ประเภทของเซอร์โวมอเตอร์

โดยทั่วๆไปจะมีทั้งดีซีและเอซีเซอร์โว ในเครื่องจักรรุ่นเก่าๆเราจะพบว่า DC Servo Motor มีการใช้เครื่องจักรกลอุตสาหกรรมมากกว่า AC Servo Motor เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาการควบคุมกระแสสูงๆนั้นจะต้องใช้ SCRs แต่ปัจจุบันทรานซิสเตอร์ได้พัฒนาขีดความสามารถให้ตัดต่อกระแสสูงและใช้งานที่ความถี่ได้สูงขึ้น จึงทำให้ระบบควบคุมทางเอซีและระบบเซอร์โวได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งสามารถแยกประเภทของเซอร์โวได้ดังนี้

#### ๑. มอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน

เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ที่สเตเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ส่วนโรเตอร์ยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตออร์เรียงกระแสเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์ เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป

## ๒. เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน

เซอร์โวมอเตอร์ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยดีซีเซอร์โว (DC Brushless Servo โรเตอร์ ทำด้วยแม่เหล็กถาวร) เอซีเซอร์โว (AC Servo) ซึ่งมีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โว อะซิงโครนัสเซอร์โว การนำอินดักชันมอเตอร์มาใช้ทำเป็นระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ และ สเตปป์ิงเซอร์โวมอเตอร์

### ๒.๘.๒ โครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบควบคุมเซอร์โว ก็คือการใช้งานจะต้องเป็นแบบ Closed loop เท่านั้น การใช้งานระบบควบคุมเซอร์โวไม่สามารถเลือกควบคุมเป็นแบบ Open loop ได้เหมือนกันระบบขับเคลื่อนเอซี (AC Drives) การตอบสนองของระบบเซอร์โว เช่น อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่งที่ควบคุม จะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หากไม่มีสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โว

การควบคุมการทำงานในระบบนี้ใช้อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) จะมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่งเสมือนกับเป็นของคู่กันชนิดที่เรียกว่าขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ ในทางปฏิบัติจึงทำเซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโค้ดเดอร์ ถูกออกแบบและผลิตสร้างขึ้นมาคู่กันในลักษณะเป็นแพ็คเกจ (Package ซึ่งมี Encoder ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์



ภาพที่ ๒-๔๐ โครงสร้าง Servo moter

Gearheads = เกียร์สำหรับลดความเร็วรอบเพื่อเพิ่มแรงบิด

Shafts = เพลาของมอเตอร์

Flanges = หน้าแปลนสำหรับติดตั้งมอเตอร์

Feed back = อุปกรณ์ป้อนกลับหรือ encoder

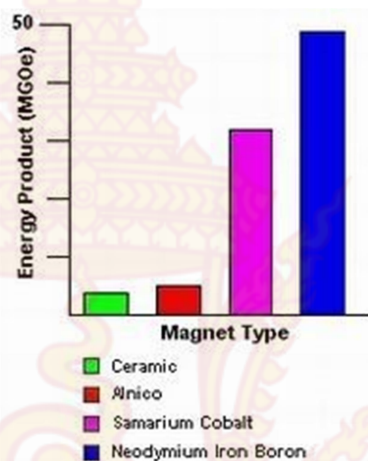
Connectorization = ขั้วต่อสายไฟเข้ามอเตอร์ และขั้วต่อสายสำหรับ Encoder

Breakes = ชุดเบรก

โครงสร้างของ AC servo Motor จะคล้ายกับมอเตอร์ ๓ เฟสทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะประกอบด้วย ๒ส่วนที่สำคัญ คือ สเตเตอร์และโรเตอร์ โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด ๓ ชุด ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก ๓ เส้น (จุดนิวทรัลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน, ไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และไม่มีแปรงถ่าน (Brushless)

โครงสร้างที่ไม่มีขดลวดพันไม่และแปรงถ่าน จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์สูงขึ้น ไม่มีการสูญเสียในขดลวดทองแดง ไม่ต้องบำรุงรักษาเนื่องจากแปรงถ่าน ไม่เกิดประกายไฟเนื่องจากการเรียงกระแสจากแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตอรืไปยังขดลวดทองแดงที่พันอยู่ในตัวโรเตอร์

สำหรับวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวรนี้จะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับราคาและเทคโนโลยีของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ ซึ่งมีตั้งแต่ชนิดที่ราคาถูกเช่น เซรามิก (เฟอไรต์) จนถึงการใช้วัสดุที่มีราคาแพงอย่างเช่น ซามาเรียม โคบอลต์ หรือ นีโอไดเมียม เป็นต้น (ปัจจุบันเอซีเซอร์โวมอเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุสารแม่เหล็กแบบ นีโอไดเมียม เนื่องจากมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็ก และความเหมาะสมเรื่องราคาดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสารแม่เหล็กแบบอื่นๆ



ภาพที่ ๒-๔๑ วัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวร

### ๒.๘.๓ หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์ ๓ เฟส กล่าวคือเมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า ความเร็วซิงโครนัส (synchronous speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงานที่เหมือนกับซิงโครนัสมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบเอซี แต่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ไม่มีซีคอมมิวเตอรืเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกทับศัพท์ว่า Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) ซึ่งหมายถึงซิงโครนัสมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน บ้างก็เรียกว่าเอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo motor) หรือบ้างก็เรียกสั้นๆ ง่ายๆ ว่า AC Brushless หรือ Brushless Motor เป็นต้น

### ๒.๘.๔ องค์ประกอบในการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานเพียงตัว Servo Motor เพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำงานได้ การที่จะให้ Servo Motor จะควบคุมลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นนั้นต้องมีองค์ประกอบดังนี้

### ๑. คอนโทรลเลอร์ (Controller)

หลักการทํางานหลักๆ หน้าที่ของ Controller คือ มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งาน ว่าต้องการให้ Servo Motor นั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไรและระยะทาง ไกลหรือใกล้แค่ไหน หน้าที่ตรงจุดนี้จะเป็น Controller จะเป็นตัวกำหนดให้กับตัว Servo Motor

### ๒. เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

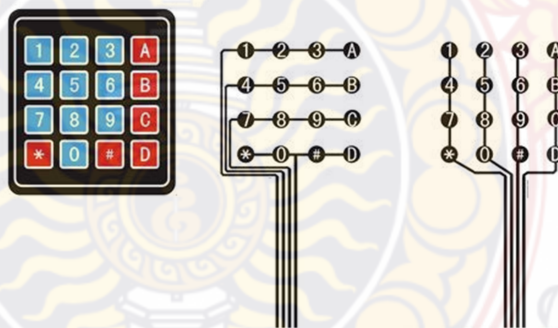
หน้าที่ของ Servo Driver คือ จะรับสัญญาณมาจาก Controller และสั่งการให้กับตัว Servo Motor เคลื่อนที่ตามที่ Controller สั่งการมา แต่ทำไม Controller ไม่สั่งการควบคุมไปที่ Servo Motor โดยตรง เนื่องจาก Servo Driver จะเป็นตัวที่ปรับตั้งค่าของตัว Servo Motor ให้ทำงานตามรูปแบบของการควบคุมไม่ว่า จะเป็นการควบคุม ความเร็ว(Speed Control) , แรงบิด(Torque) และ ตำแหน่ง(Position Control) ตัว Servo Driver จะเป็น ตัวกำหนดค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับตัว Servo Motor ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นเมื่อใช้ Servo Motor ก็จะต้องมี Servo Driver เสมอ

### ๓. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

หน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์ คือ ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ได้รับคำสั่งจากตัว Servo Driver พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับตัว Servo Driver ว่าตอนนี้ Servo Motor เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วเท่าไรและระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไรแล้ว ด้วยสัญญาณของตัว Encoder ที่อยู่ภายในตัว Servo Motor ทำให้การเคลื่อนที่ของ Servo Motor นั้นมีความแม่นยำสูง

#### ๒.๙ Matrix Keypad

๔x๔ Matrix Membrane Keypad คือชุดโมดูลปุ่มกดที่สำเร็จรูป สำหรับ Input ข้อมูลหรือป้อนคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น บอร์ด Raspberry Pi, Arduino เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการทํางานที่มีการ Input ค่าต่างๆ เช่น วงจรจับเวลา, กรอกรหัสผ่าน และอื่นๆอีกมากมาย



ภาพที่ ๒-๔๒ ๔x๔ Matrix Membrane Keypad

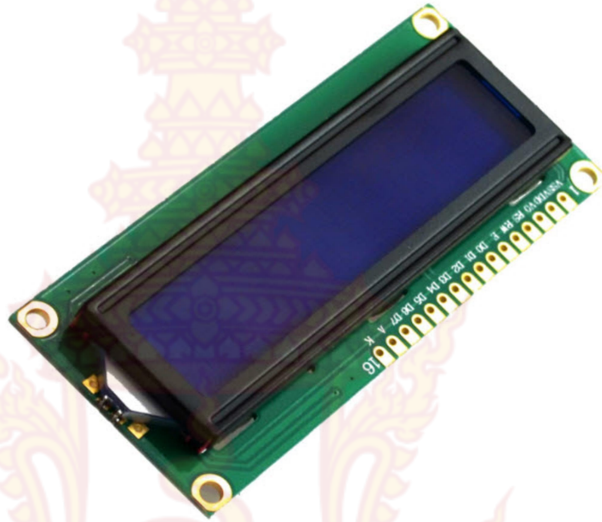
#### ๒.๑๐ จอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display)

LCD หรือ Liquid Crystal Display คือหน้าจอแสดงผลตัวอักษร ตัวเลขหรืออักขระต่างๆ (Character LCD) รวมถึงบางรุ่นที่สามารถแสดงภาพกราฟิกได้ด้วย (Graphic LCD) จอ LCD นี้จำเป็นมาสำหรับงานที่ต้องการแสดงผลการทำงานต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นๆ ได้ Blue LCD ๑๖x๒จอ LCD แบบ Character LCD สามารถแสดงผล



ตัวเลข ตัวอักษรและ อักขระหรือเครื่องหมายต่างๆได้ ๑๖X๒ หมายถึง แสดงผลได้สูงสุด ๒ บรรทัด บรรทัดละ ๑๖ ตัวอักษรพื้นหลังจอ (Backlight) สีน้ำเงินสามารถปรับความเข้มของหน้าจอได้ด้วยตัว ต้านทาน การใช้งาน นิยมใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเฉพาะ บอร์ด Arduino หรือ Raspberry Pi การต่อสายสามารถแบ่งได้เป็น ๒ แบบหลักๆ คือ

๑. Parallel Interface ใช้สายไปอย่างน้อย ๑๒ เส้น
๒. I2C interface ใช้สายไปอย่างน้อย ๔ เส้น



ภาพที่ ๒-๔๓ จอ LCD

### ๒.๑๑ PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse width modulation (PWM) คือ เทคนิคสำหรับควบคุมวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์โดยใช้ สัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัลของไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุม

#### ๒.๑๑.๑ การควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยใช้ PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse width modulation (PWM) จะสามารถควบคุมจังหวะในการจ่ายกระแสได้ การ on และ off ในสัดส่วนต่างๆ กันด้วยความถี่ที่เหมาะสมก็จะทำให้ motor หมุนที่ความเร็วต่าง ๆ กันตามความต้องการได้ ถ้าความถี่ต่ำไป motor ก็จะมีเสียงกระตุกๆ ไม่เรียบ และ อาจจะได้ยิน เสียง จากการสั่นของ ขดลวดทองแดง ถ้าความถี่สูงกว่า ๒๐ kHz เราก็จะไม่ได้ยินเสียงขดลวดสั่นอีกต่อไป ซึ่งข้อดีของ PWM มีดังนี้

๑. PWM ง่ายในการอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และ ใช้เพียงแค่เอาต์พุต สัญญาณเดียวในการควบคุมความเร็ว
๒. PWM มีประสิทธิภาพ คือ Power Supply จะจ่ายกำลังได้เต็มที่ทั้ง ON และ OFF (FULL ON and FULL OFF)
๓. PWM ทำให้ได้ค่า ทอร์ค และ ความเร็วสูงสุดของมอเตอร์ เป็นเพราะ Power Supply จะจ่ายกำลังได้เต็มที่ทั้ง ON และ OFF (FULL ON and FULL OFF) ฯลฯ เป็นต้น

### ๒.๑๑.๒ การใช้งาน PWM กับบอร์ดควบคุม

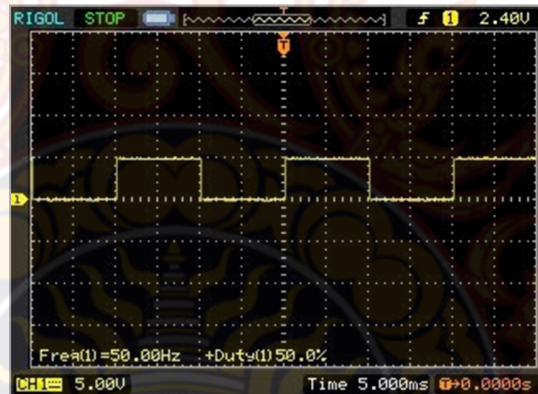
PWM จะใช้หลักการที่ส่งค่าแบบดิจิทัลคือ ๐ - ๑ ด้วยความถี่ค่าหนึ่ง แต่จะส่งค่าให้มีสัญญาณสูง (๑) สลับกับสัญญาณต่ำ (๐) โดยให้ระยะเวลาของแต่ละชนิดสัญญาณต่างกัน เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของสัญญาณทั้งหมดออกมาเป็นค่าที่ต้องการนั่นเอง เช่นถ้าส่งค่าที่มีระยะสัญญาณสูงและต่ำเท่ากัน ก็จะได้ค่าเป็น ๒.๕ โวลต์ ถ้าให้ค่าสัญญาณสูงยาวกว่า ก็จะได้ค่ามากกว่า ๒.๕ และในทำนองเดียวกันถ้าให้ค่าสัญญาณต่ำยาวกว่า ก็จะได้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า ๒.๕ นั่นเอง Arduino สามารถรับค่าอนาล็อกได้ ๒๕๕ ระดับ ดังนั้น หมายความว่าค่าสัญญาณ ๐ โวลต์ถึง ๕ โวลต์ ก็จะแสดงได้เป็น ๐ ถึง ๒๕๕ ในสัญญาณดิจิทัลนั่นเอง โดยสามารถใช้หลักบัญญัติไตรยางค์ สามารถเปรียบเทียบค่าได้เลยในการใช้งาน PWM จะต้องเลือกขาที่เขียนว่าเป็น PWM เท่านั้น

### ๒.๑๑.๓ ความสัมพันธ์ของสัญญาณ Pulse Width Modulation กับ Duty Cycle

สัญญาณ Pulse Width Modulation (PWM) คือสัญญาณแบบคาบเวลาที่มีความถี่คงที่ แต่มีการปรับความกว้างของพัลส์หรือช่วงเวลา ON ได้อย่างอิสระ โดยอัตราส่วนระหว่างช่วงเวลา ON กับคาบของสัญญาณ เรียกว่า Duty Cycle สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Duty Cycle (\%)} = 100\% \times (\text{ความกว้างของคลื่นในช่วง High} / \text{คาบสัญญาณ}) \quad (๒-๑)$$

ยกตัวอย่างเช่น



ภาพที่ ๒-๔๔ ตัวอย่างการหา Duty Cycle ของ PWM (๕๐%)

วิธีทำ จาก  $T = 1/f$  จะได้ว่า  $T = 1/50$  Hz

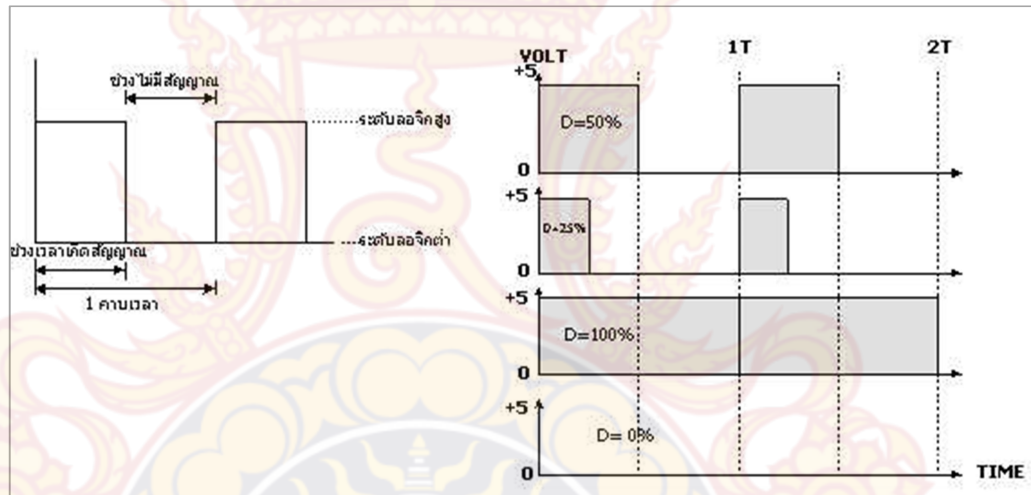
$$\text{แทนค่า Duty Cycle (\%)} = 100\% \times [10 \text{ ms} / (1/50 \text{ Hz})] = 50\% \text{ Ans}$$



ภาพที่ ๒ - ๔๕ ตัวอย่างการทำ Duty Cycle ของ PWM (๗๕%)

วิธีทำ จาก  $T=1/f$  จะได้ว่า  $T = 1/976.6 \text{ Hz}$

แทนค่า Duty Cycle (%) =  $100\% \times [750 \text{ } \mu\text{s} / (1/976.6 \text{ Hz})] = 75\% \text{ Ans}$

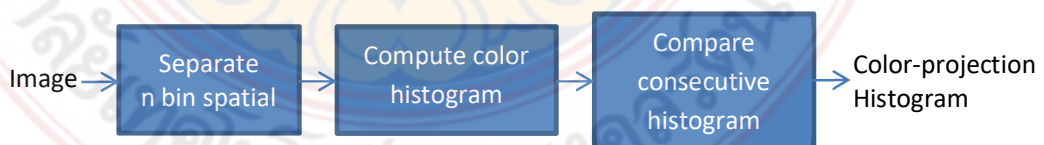


ภาพที่ ๒-๔๖ แสดงการเกิดสัญญาณ Duty Cycle ของ PWM

๒.๑๒ Color-projection histogram (CPH)

ฮิสโตแกรมสี (color histogram) สามารถใช้อธิบายสีของภาพได้แต่ขาดข้อมูลเรื่องตำแหน่งซึ่งจะช่วยให้สามารถใช้ในการแทนวัตถุในภาพได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยเฉพาะในงานด้านการรู้จำวัตถุในภาพผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการรวมโดเมนตำแหน่ง (spatial domain) ในภาพเข้าไปในสีและเรียกวิธีการดังกล่าวว่า “Color-projection histogram” หรือ CPH

การคำนวณ CPH สามารถดำเนินการได้ดังภาพที่ ๒ - ๔๗



ภาพที่ ๒ - ๔๗ ขั้นตอนการคำนวณ color-projection histogram

จากรูป ๒ - ๔๗ ขั้นตอน separate n bin spatial คือการแบ่งตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อย n กลุ่ม, ขั้นตอน compute color histogram คือการคำนวณหาฮิสโตแกรมสีในแต่ละ bin และสุดท้ายคือ compare consecutive histogram คือการเปรียบเทียบฮิสโตแกรมที่อยู่ติดกันในแต่ละ bin ทุก bin ตัวอย่างของการคำนวณ color-projection histogram สามารถดูได้ในผลการทดลองบทที่ ๔



## บทที่ ๓ ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในบทนี้อธิบายการพัฒนาต้นแบบธนาคารออมชวดโดยใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งร่วมกับเทคโนโลยีการคัดแยกชนิดชวดโดยใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### ๓.๑ รูปแบบธนาคารออมชวด

รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับธนาคารออมชวดผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากธุรกิจ e-commerce ในปัจจุบัน เช่น บริการจองตั๋วเครื่องบินและโรงแรมอย่าง traveloka, ธุรกิจค้าขายออนไลน์อย่าง Shopee, Lazada, ตู้หยอดเหรียญซื้อสินค้าอย่าง BluePlay พบว่า

๑. มีช่องทางการเข้าถึงสินค้าและบริการที่สะดวกและง่ายดายมากไม่ว่าจะเป็นทาง app, หน้าเว็บ, และตู้หยอดเหรียญแบบจอภาพ (BluePlay)

๒. การชำระเงินสามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้เงินสด (cashless)

๓. สามารถติดตามความก้าวหน้าในการสั่งซื้อสินค้าหรือบริการได้หรืออีกนัยหนึ่งคือผู้ใช้บริการสามารถรับรู้ถึงการขั้นตอนการบริการของผู้ให้บริการอย่างชัดเจน

๔. เปิดโอกาสให้ผู้อื่นเข้ามาใช้งานแพลตฟอร์มเพื่อสร้างรายได้ร่วมกัน เป็นต้น

จากการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างแพลตฟอร์มของตู้ธนาคารออมชวดโดยมีรายละเอียดดังนี้

๑. มีช่องทางการขายชวดน้ำพลาสติกใช้แล้วผ่านตู้คล้าย BluePlay

๒. ผู้ใช้ที่ขายชวดให้กับระบบจะได้แต้มสะสมและแต้มสะสมสามารถเปลี่ยนเป็นสินค้า, บริการหรือเงินสด แล้วแต่ผู้ต้องการ

โดยเฉลี่ยแล้วราคาชวดพลาสติกอยู่ที่กิโลกรัมละ ๔ บาท และชวดน้ำพลาสติกเปล่าขนาด ๑๕๐๐ ซีซี จำนวนประมาณ ๓๐ ชวดจะหนักประมาณ ๑ กิโลกรัม (คละชนิดของชวด) ดังนั้นจะได้ว่าชวดน้ำพลาสติก ๑ ชวดจะมีราคาประมาณ ๐.๐๓ บาท ดังนั้นสมมุติถ้าผู้ต้องการแลกน้ำดื่มราคา ๗ บาท ผู้ใช้ต้องแลกชวดน้ำพลาสติกเปล่าจำนวนประมาณ ๖๐ ชวด เป็นต้น

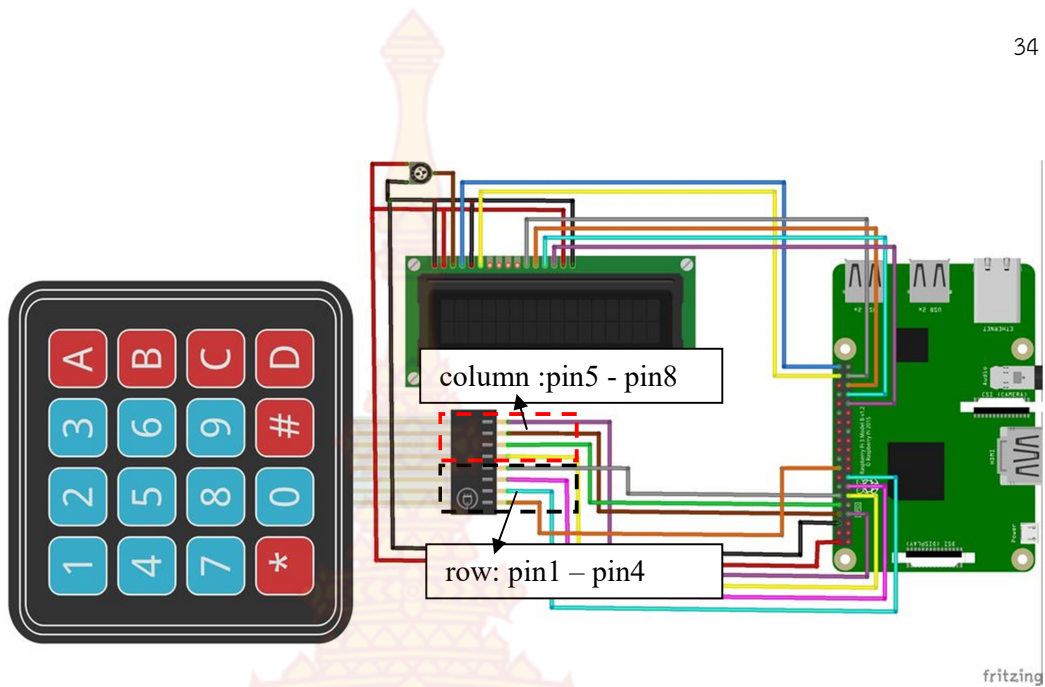
๓. ผู้ใช้สามารถดูแต้มสะสมและแลกสินค้าและบริการได้ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ซึ่งเข้าใช้งานได้ทั้งบนโทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์ที่ต่ออินเทอร์เน็ต

๔. เจ้าของตู้ธนาคารสามารถเปิดโอกาสให้ร้านรับซื้อชวดพลาสติกเข้ามาช่วยดำเนินธุรกิจได้

### ๓.๒ การใช้งานแป้นกดกับบอร์ด raspberry pi

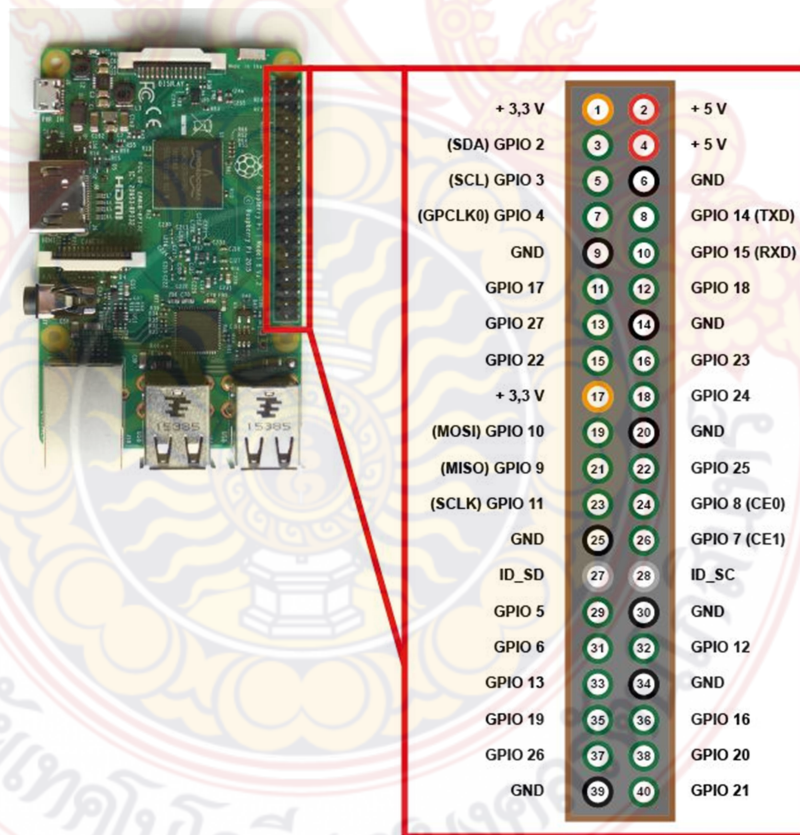
#### ๓.๑.๑ การต่อวงจรแป้นกดกับบอร์ด Raspberry pi

การต่อวงจรฯ แสดงได้ดังภาพที่ ๓-๑



ภาพที่ ๓-๑ การต่อวงจรเป็นกดกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi

เป็นกดประกอบด้วยขา (pin) ทั้งสิ้น ๘ ขาเรียงตามชื่อขาคือ Pin๑ ถึง Pin๘ ตามลำดับแต่ ละขาส่งสัญญาณเป็นสัญญาณดิจิทัล ๐ กับ ๑ ดังนั้นในการใช้งานขา GPIO ของ raspberry pi (ดู รูปที่ ๓ - ๒ ประกอบ) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ ๓ - ๑



ภาพที่ ๓ - ๒ สรุปขา GPIO ของ Raspberry pi

ตารางที่ ๓ - ๑ สรุปการต่อขาของแป้นกดกับบอร์ด raspberry pi

| ขา GPIO | ขา data ของแป้นกด |
|---------|-------------------|
| GPIO๒๔  | Pin๑              |
| GPIO๒๒  | Pin๒              |
| GPIO๒๗  | Pin๓              |
| GPIO๑๘  | Pin๔              |
| GPIO๑๗  | Pin๕              |
| GPIO๑๕  | Pin๖              |
| GPIO๑๔  | Pin๗              |
| GPIO๔   | Pin๘              |

### ๓.๑.๒ ชุดคำสั่ง (Command set)

ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของ key pad สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ๓ - ๒

ตารางที่ ๓ - ๒ ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของ Key pad

| line | คำสั่ง   |
|------|--|
| ๑    | import RPi.GPIO as GPIO  |
| ๒    | import time  |
| ๓    | from pad๔pi import rpi_gpio  |
| ๔    |  |
| ๕    | #####  |
| ๖    | KEYPAD = [   |
| ๗    | ["๑", "๒", "๓", "A"],  |
| ๘    | ["๔", "๕", "๖", "B"],  |
| ๙    | ["๗", "๘", "๙", "C"],  |
| ๑๐   | ["*", "๐", "#", "D"]   |
| ๑๑   | ]  |
| ๑๒   |  |
| ๑๓   | COL_PINS = [๑๗, ๑๕, ๑๔, ๔]   |
| ๑๔   | ROW_PINS = [๒๔, ๒๒, ๒๗, ๑๘]  |
| ๑๕   |  |
| ๑๖   | factory = rpi_gpio.KeypadFactory()   |
| ๑๗   | keypad = factory.create_keypad(keypad=KEYPAD, row_pins=ROW_PINS,<br>col_pins=COL_PINS) |
| ๑๘   | # printKey will be called each time a keypad button is pressed                         |
| ๑๙   | keypad.registerKeyPressHandler(printKey)   |

จากตารางที่ ๓ - ๒ อธิบายคำสั่งได้ดังนี้

บรรทัดที่ ๑, ๓ แทรกไฟล์ชุดคำสั่งจากภายนอกเพื่อนิยามขา GPIO และจัดการการใช้งาน Key pad ตามลำดับ

บรรทัดที่ ๖ ถึง ๑๑ สร้างตัวแปรเพื่อนิยามตัวอักษรให้กับปุ่มบน Key pad

บรรทัดที่ ๑๓ ถึง ๑๔ กำหนดการต่อขาระหว่างบอร์ด raspberry pi และ Key pad

บรรทัดที่ ๑๖ สร้างตัวแปรการเชื่อมต่อ Key pad ขา GPIO

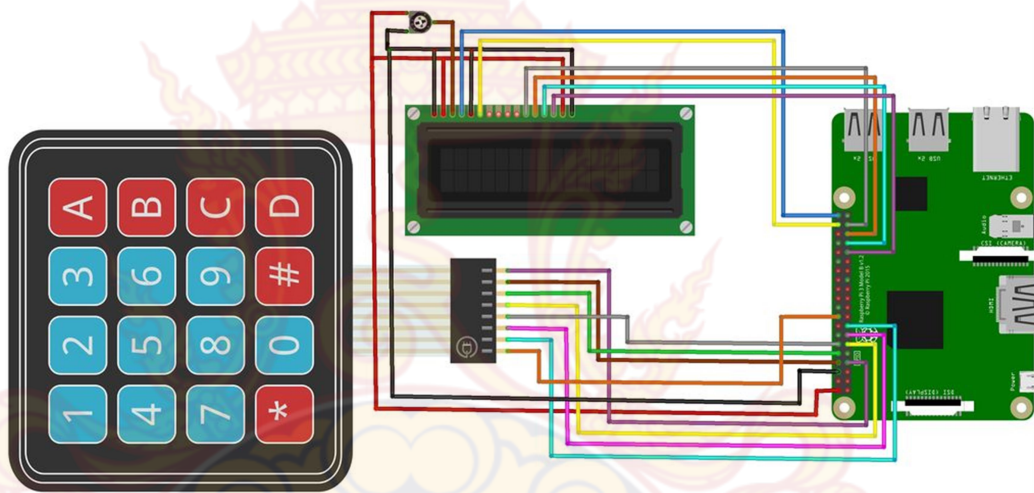
บรรทัดที่ ๑๗ สร้างตัวแปรอ็อปเจ็คเก็บค่าการกด Key pad

บรรทัดที่ ๑๙ สร้างการตรวจจับเหตุการณ์กด Key pad

### ๓.๓ การใช้งานจอ LCD กับบอร์ด raspberry pi

#### ๓.๑.๑ การต่อวงจรแป้นกดกับบอร์ด Raspberry pi

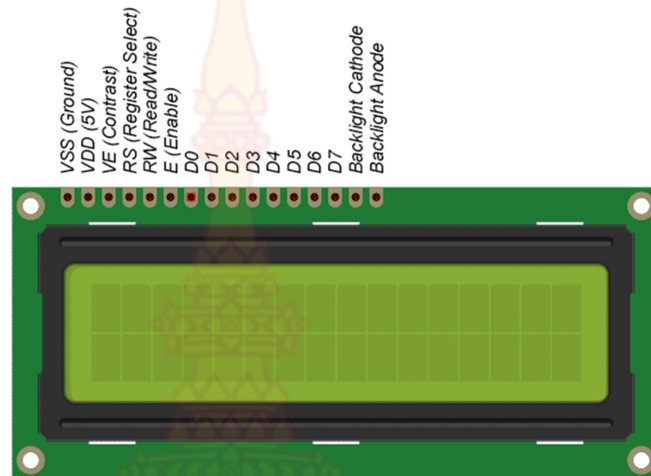
การต่อวงจรฯ แสดงได้ดังภาพที่ ๓ - ๓



ภาพที่ ๓ - ๓ การต่อวงจรจอแสดงผล LCD กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi

จอ LCD ที่ใช้เป็นแบบ ๒ บรรทัด แต่ละบรรทัดแสดงได้ ๑๖ ตัวอักษร โมดูลประกอบด้วยขา (pin) ดังรูปที่ ๓ - ๔ ในการใช้งานขาของ raspberry pi ก็กับการแสดงผลบนจอ LCD ในงานวิจัยนี้ใช้งานแบบ ๔ bit mode สามารถสรุปได้ดังตารางที่ ๓ - ๓





ภาพที่ ๓ - ๔ หน้าที่ขาของโมดูล LCD

ตารางที่ ๓ - ๓ สรุปการต่อขาของจอ LCD กับบอร์ด raspberry pi

| ขา GPIO | ขา data ของแบ็นกด |
|---------|-------------------|
| GPIO๒๑  | RS                |
| GPIO๒๐  | EN                |
| GPIO๒๖  | D๔                |
| GPIO๑๙  | D๕                |
| GPIO๑๓  | D๖                |
| GPIO๖   | D๗                |

### ๓.๑.๒ ชุดคำสั่ง (Command set)

ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอ LCD สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ๓ - ๔

ตารางที่ ๓ - ๔ ชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอ LCD

| line | คำสั่ง                                      |
|------|---|
| ๑    | import RPi.GPIO as GPIO                     |
| ๒    | import time                                 |
| ๓    | from padapi import rpi_gpio                 |
| ๔    |   |
| ๕    | #####                                       |
| ๖    | KEYPAD = [                                  |
| ๗    | ["๑", "๒", "๓", "A"],                       |
| ๘    | ["๔", "๕", "๖", "B"],                       |
| ๙    | ["๗", "๘", "๙", "C"],                       |
| ๑๐   | ["*", "๐", "#", "D"]                        |
| ๑๑   | ]   |
| ๑๒   |   |
| ๑๓   | COL_PINS = [๑๗, ๑๕, ๑๔, ๔] # BCM numbering  |
| ๑๔   | ROW_PINS = [๒๔, ๒๒, ๒๗, ๑๘] # BCM numbering |

```

๑๕
๑๖ factory = rpi_gpio.KeypadFactory()
๑๗ keypad = factory.create_keypad(keypad=KEYPAD, row_pins=ROW_PINS,
๑๘ col_pins=COL_PINS)
๑๙
๒๐
๒๑
๒๒ def printKey(key):
๒๓     lcd_byte(ord(key),LCD_CHR)
๒๔
๒๕
๒๖ # printKey will be called each time a keypad button is pressed
๒๗ keypad.registerKeyPressHandler(printKey)
๒๘
๒๙ # Define GPIO to LCD mapping
๓๐ LCD_RS = ๒๑
๓๑ LCD_E = ๒๐
๓๒ LCD_D๔ = ๒๖
๓๓ LCD_D๕ = ๑๙
๓๔ LCD_D๖ = ๑๓
๓๕ LCD_D๗ = ๖
๓๖
๓๗ # Define LCD parameters
๓๘ LCD_WIDTH = ๑๖ # Maximum characters per line
๓๙ LCD_CHR = True
๔๐ LCD_CMD = False
๔๑
๔๒ LCD_LINE_๑ = ๐x๘๐ # LCD RAM address for the ๑st line
๔๓ LCD_LINE_๒ = ๐xC๐ # LCD RAM address for the ๒nd line
๔๔
๔๕ # Timing constants
๔๖ E_PULSE = ๐.๐๐๐๕
๔๗ E_DELAY = ๐.๐๐๐๕
๔๘
๔๙ #*****#
๕๐ def main():
๕๑     # Main program block
๕๒     global pm
๕๓     global system_sts
๕๔
๕๕     GPIO.setwarnings(False)
๕๖     GPIO.setmode(GPIO.BCM) # Use BCM GPIO numbers
๕๗     GPIO.setup(LCD_E, GPIO.OUT) # E

```

```

๕๘ GPIO.setup(LCD_RS, GPIO.OUT) # RS
๕๙ GPIO.setup(LCD_D๔, GPIO.OUT) # DB๔
๖๐ GPIO.setup(LCD_D๕, GPIO.OUT) # DB๕
๖๑ GPIO.setup(LCD_D๖, GPIO.OUT) # DB๖
๖๒ GPIO.setup(LCD_D๗, GPIO.OUT) # DB๗
๖๓
๖๔ # Initialise display
๖๕ lcd_init()
๖๖ lcd_byte(๐x๐๑, LCD_CMD)
๖๗ lcd_string(" Welcome",LCD_LINE_๑)
๖๘ lcd_byte(๐xC๐, LCD_CMD)
๖๙ while True:
๗๐     time.sleep(๑)
๗๑
๗๒ #*****#
๗๓ def lcd_init():
๗๔     # Initialise display
๗๕     lcd_byte(๐x๓๓,LCD_CMD) # ๑๑๐๐๑๑ Initialise
๗๖     lcd_byte(๐x๓๒,LCD_CMD) # ๑๑๐๐๑๐ Initialise
๗๗     lcd_byte(๐x๐๖,LCD_CMD) # ๐๐๐๑๑๐ Cursor move direction
๗๘     lcd_byte(๐x๐C,LCD_CMD) # ๐๐๑๑๐๐ Display On,Cursor Off, Blink Off
๗๙     lcd_byte(๐x๒๘,LCD_CMD) # ๑๐๑๐๐๐ Data length, number of lines, font size
๘๐     lcd_byte(๐x๐๑,LCD_CMD) # ๐๐๐๐๐๑ Clear display
๘๑     time.sleep(E_DELAY)
๘๒
๘๓ #*****#
๘๔ def lcd_byte(bits, mode):
๘๕     # Send byte to data pins
๘๖     # bits = data
๘๗     # mode = True for character
๘๘     #     False for command
๘๙
๙๐     GPIO.output(LCD_RS, mode) # RS
๙๑
๙๒     # High bits
๙๓     GPIO.output(LCD_D๔, False)
๙๔     GPIO.output(LCD_D๕, False)
๙๕     GPIO.output(LCD_D๖, False)
๙๖     GPIO.output(LCD_D๗, False)
๙๗     if bits&๐x๑๐==๐x๑๐:
๙๘         GPIO.output(LCD_D๔, True)
๙๙     if bits&๐x๒๐==๐x๒๐:
๑๐๐         GPIO.output(LCD_D๕, True)
๑๐๑     if bits&๐x๔๐==๐x๔๐:

```

```

๑๐๒ GPIO.output(LCD_D๖, True)
๑๐๓ if bits&๐x๘๐==๐x๘๐:
๑๐๔     GPIO.output(LCD_D๗, True)
๑๐๕
๑๐๖ # Toggle 'Enable' pin
๑๐๗ lcd_toggle_enable()
๑๐๘
๑๐๙ # Low bits
๑๑๐ GPIO.output(LCD_D๔, False)
๑๑๑ GPIO.output(LCD_D๕, False)
๑๑๒ GPIO.output(LCD_D๖, False)
๑๑๓ GPIO.output(LCD_D๗, False)
๑๑๔ if bits&๐x๐๑==๐x๐๑:
๑๑๕     GPIO.output(LCD_D๔, True)
๑๑๖ if bits&๐x๐๒==๐x๐๒:
๑๑๗     GPIO.output(LCD_D๕, True)
๑๑๘ if bits&๐x๐๔==๐x๐๔:
๑๑๙     GPIO.output(LCD_D๖, True)
๑๒๐ if bits&๐x๐๘==๐x๐๘:
๑๒๑     GPIO.output(LCD_D๗, True)
๑๒๒
๑๒๓ # Toggle 'Enable' pin
๑๒๔ lcd_toggle_enable()
๑๒๕
๑๒๖ #*****#
๑๒๗ def lcd_toggle_enable():
๑๒๘     # Toggle enable
๑๒๙     time.sleep(E_DELAY)
๑๓๐     GPIO.output(LCD_E, True)
๑๓๑     time.sleep(E_PULSE)
๑๓๒     GPIO.output(LCD_E, False)
๑๓๓     time.sleep(E_DELAY)
๑๓๔
๑๓๕ #*****#
๑๓๖
๑๓๗ def lcd_string(message,line):
๑๓๘     # Send string to display
๑๓๙
๑๔๐     message = message.ljust(LCD_WIDTH, " ")
๑๔๑
๑๔๒     lcd_byte(line, LCD_CMD)
๑๔๓
๑๔๔     for i in range(LCD_WIDTH):
๑๔๕         lcd_byte(ord(message[i]),LCD_CHR)

```

```

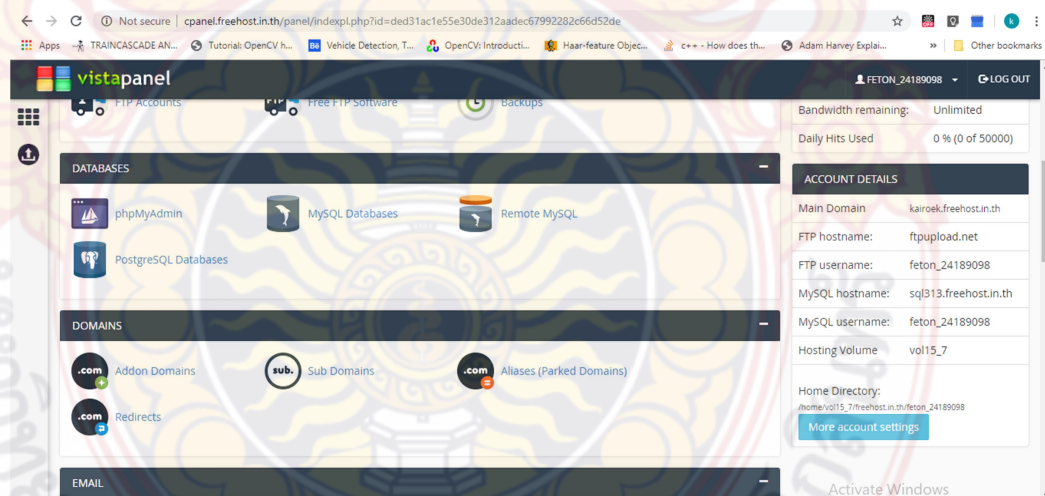
๑๔๖  #*****#
๑๔๗  if __name__ == '__main__':
๑๔๘
๑๔๙      try:
๑๕๐          main()
๑๕๑      except KeyboardInterrupt:
๑๕๒          pass
๑๕๓      finally:
๑๕๔          lcd_byte(๐x๐๑, LCD_CMD)
๑๕๕          lcd_string("Goodbye!",LCD_LINE_๑)
๑๕๖          GPIO.cleanup()

```

จากตารางที่ ๓ - ๔ อธิบายคำสั่งได้ดังนี้  
 บรรทัดที่ ๒๙ ถึง ๓๕ สร้างตัวแปรนิยามของ LCD  
 บรรทัดที่ ๕๗ ถึง ๖๒ กำหนดสถานะขาที่ต่อกับ LCD เป็น output  
 บรรทัดที่ ๑๔๗ ถึง ๑๕๖ ใช้สำหรับรอการกด key pad จากผู้ใช้และส่งตัวอักษรที่กดไป  
 แสดงที่จอ LCD

### ๓.๔ การสร้างฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลนี้ถูกสร้างบนเว็บ hosting จากภายนอกในที่นี้ผู้วิจัยเลือกใช้ <http://freehost.in.th> ซึ่งมีทั้งให้ใช้บริการได้ฟรีและต้องเสียค่าใช้จ่าย หน้าจอจัดการฐานข้อมูลหลังลงทะเบียนเสร็จแสดงได้ดังรูปที่ ๓ - ๕ หน้าจอดังกล่าวเรียกว่า CPanel



ภาพที่ ๓ - ๕ ตัวอย่างหน้าจอจัดการฐานข้อมูลของ hosting ในงานวิจัยนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลคือ phpmyadmin หน้าจอของ phpmyadmin แสดงได้ดังรูปที่ ๓ - ๖

| Table       | Action                                    | Rows | Type   | Collation         | Size  | Overhead |
|-------------|---|------|--------|-------------------|-------|----------|
| bottles     | Browse Structure Search Insert Empty Drop | 0    | MyISAM | latin1_swedish_ci | 1 K1B | -        |
| collections | Browse Structure Search Insert Empty Drop | 0    | MyISAM | latin1_swedish_ci | 1 K1B | -        |
| personal    | Browse Structure Search Insert Empty Drop | 1    | MyISAM | utf8_general_ci   | 2 K1B | -        |
| 3 tables    | Sum                                       | 1    | MyISAM | latin1_swedish_ci | 4 K1B | 0 B      |

ภาพที่ ๓ - ๖ ตัวอย่างหน้าจอ phpmyadmin

จากภาพที่ ๓ - ๖ ออกแบบตารางฐานข้อมูลไว้ทั้งสิ้น ๓ ตารางมีรายละเอียดดังภาพที่ ๓ - ๗

| # | Name   | Type    | Collation | Attributes | Null | Default | Extra | Action   |
|---|--------|---------|-----------|------------|------|---------|-------|--|
| 1 | bid    | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 2 | size   | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 3 | weight | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 4 | brand  | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |

(ก)

| # | Name   | Type    | Collation         | Attributes | Null | Default | Extra | Action   |
|---|--------|---------|-------------------|------------|------|---------|-------|--|
| 1 | pid    | int(11) |                   |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 2 | name   | text    | latin1_swedish_ci |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 3 | remark | text    | latin1_swedish_ci |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |

(ข)

| # | Name | Type    | Collation | Attributes | Null | Default | Extra | Action   |
|---|------|---------|-----------|------------|------|---------|-------|--|
| 1 | cid  | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 2 | pid  | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 3 | bid  | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |
| 4 | time | int(11) |           |            | No   | None    |       | Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext |

(ค)

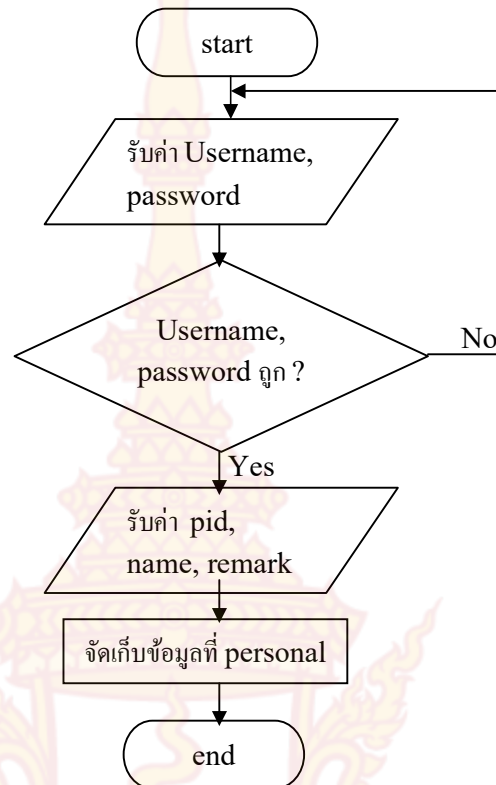
ภาพที่ ๓ - ๗ รายละเอียดตารางเก็บข้อมูล (ก) ตาราง bottles เก็บข้อมูลขวด (ข) ตาราง personal เก็บข้อมูลผู้ใช้ (ค) ตาราง collections เก็บข้อมูลการขายขวด

### ๓.๕ การจัดการข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลการขาย

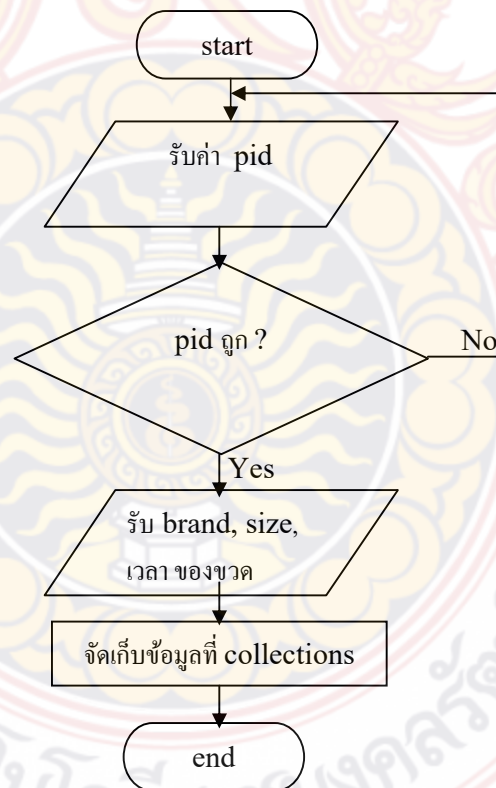
ในส่วนนี้แบ่งการทำงานได้เป็น ๒ ส่วน คือ ๑. การจัดการข้อมูลผู้ใช้ และ ๒. การจัดการข้อมูลการขาย ผู้วิจัยใช้ภาษา python ร่วมกับ php ในการดำเนินการดังกล่าว โดยมี Flowchart การทำงานดังต่อไปนี้

๑. การจัดการข้อมูลผู้ใช้ ส่วนนี้ต้องเข้าถึงได้จากคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือ (แนะนำให้ใช้ Chrome) สามารถอธิบายการทำงานของชุดคำสั่งด้วย Flowchart ดังภาพที่ ๓ - ๘

๒. การจัดการข้อมูลการขาย ส่วนนี้จะดำเนินการอัตโนมัติที่บอร์ดควบคุม Raspberry pi สามารถอธิบายการทำงานของชุดคำสั่งด้วย Flowchart ดังภาพที่ ๓ - ๙



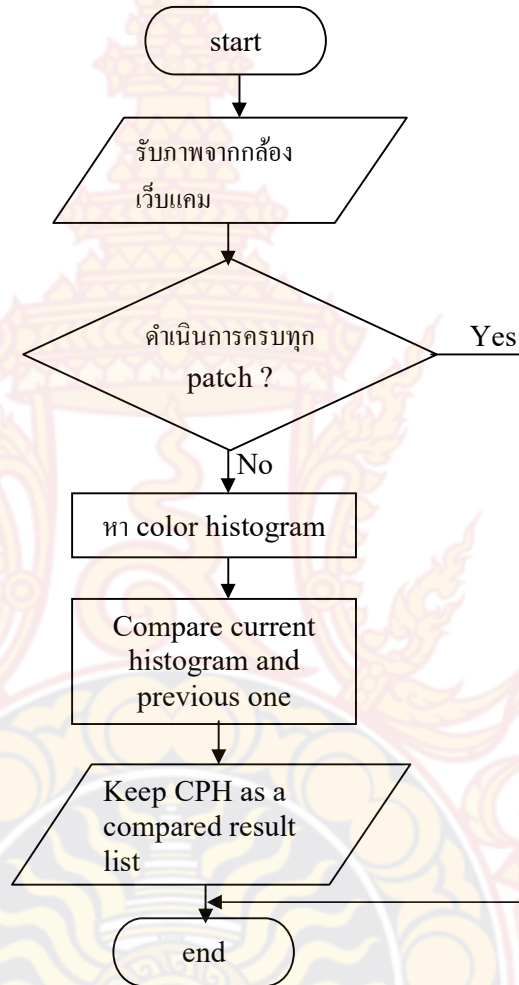
ภาพที่ ๓ - ๘ Flowchart แสดงการทำงานในส่วนของการจัดการข้อมูลผู้ใช้



ภาพที่ ๓ - ๙ Flowchart แสดงการทำงานในส่วนของการจัดการข้อมูลการขาย

### ๓.๖ การคำนวณ Color-projection histogram

- การดำเนินการในส่วนนี้แบ่งได้เป็น ๒ ส่วนคือ ๑. การสร้าง color-projection histogram และ ๒. การระบุชนิดของขวด
๑. การสร้างฐานข้อมูลของ color-projection histogram สามารถแสดงด้วย Flowchart ดังรูปที่ ๓ - ๑๐



ภาพที่ ๓ - ๑๐ Flowchart แสดงการทำงานของการทำงานของการสร้าง color-projection histogram

๒. การระบุชนิดของขวด สามารถดำเนินการได้โดยเปรียบเทียบ CPH ของขวดพลาสติกที่ได้จากข้อ ๑ กับ CPH ของขวดที่รับเข้ามาใหม่สำหรับการเปรียบเทียบใช้สมการ correlation coefficient ดังแสดงในสมการที่ ๓ - ๑

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A}) \times (B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\left[ \sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2 \right] \times \left[ \sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2 \right]}} \quad (๓ - ๑)$$



เมื่อ  $\bar{A}$  คือค่าเฉลี่ยบนเมตริกซ์ A  
 $\bar{B}$  คือค่าเฉลี่ยบนเมตริกซ์ B  
 A คือ CPH ของขวดน้ำที่เป็นแม่แบบ  
 B คือ CPH ของขวดน้ำที่ต้องการเทียบ  
 r คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การตีความความสัมพันธ์จะดูจากค่า r ซึ่งสามารถตีความค่า r ได้ดังภาพที่ ๓ - ๑๑

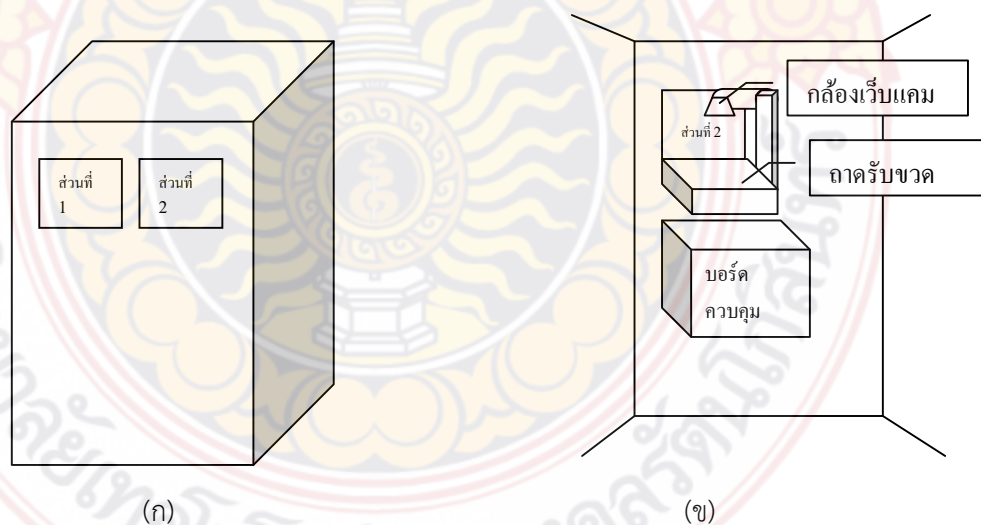
| ค่า r       | ระดับของความสัมพันธ์            |
|-------------|---------------------------------|
| 0.90 - 1.00 | มีความสัมพันธ์กันสูงมาก         |
| 0.70 - 0.90 | มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง     |
| 0.50 - 0.70 | มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง |
| 0.30 - 0.50 | มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ     |
| 0.00 - 0.30 | มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก  |

ภาพที่ ๓ - ๑๑ ค่า r และความหมายของ r

ค่าเครื่องหมาย +, - หน้าค่า r หมายถึงทิศทางความสัมพันธ์โดยมีความหมายดังนี้  
 ถ้า r เป็น + หมายถึง สัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน  
 ถ้า r เป็น - หมายถึง สัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกัน

### ๓.๗ การสร้างต้นแบบตู้ธนาคารออมขวด

เพื่อลดการใช้งานที่ซับซ้อนตู้ถูกออกแบบโดยแบ่งเป็น ๒ ส่วนคือ ๑. ส่วนป้อนรหัสผู้ใช้ และ ๒. ส่วนรับขวด แบบร่างของตู้ฯ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ ๓ - ๑๒

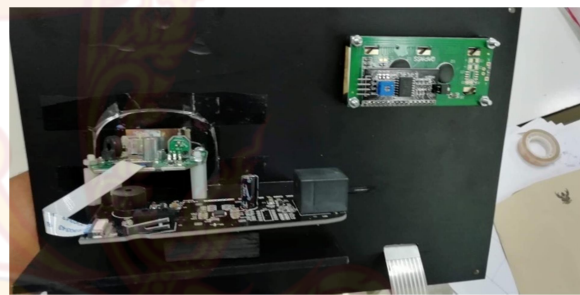


ภาพที่ ๓ - ๑๒ แบบร่างตู้ธนาคารออมขวด (ก) ด้านหน้า ภายนอกตู้ (ข) ด้านหลัง ภายในตู้

จากแบบรายนามาสร้างจริงได้ผลดังรูปที่ ๓ - ๑๓

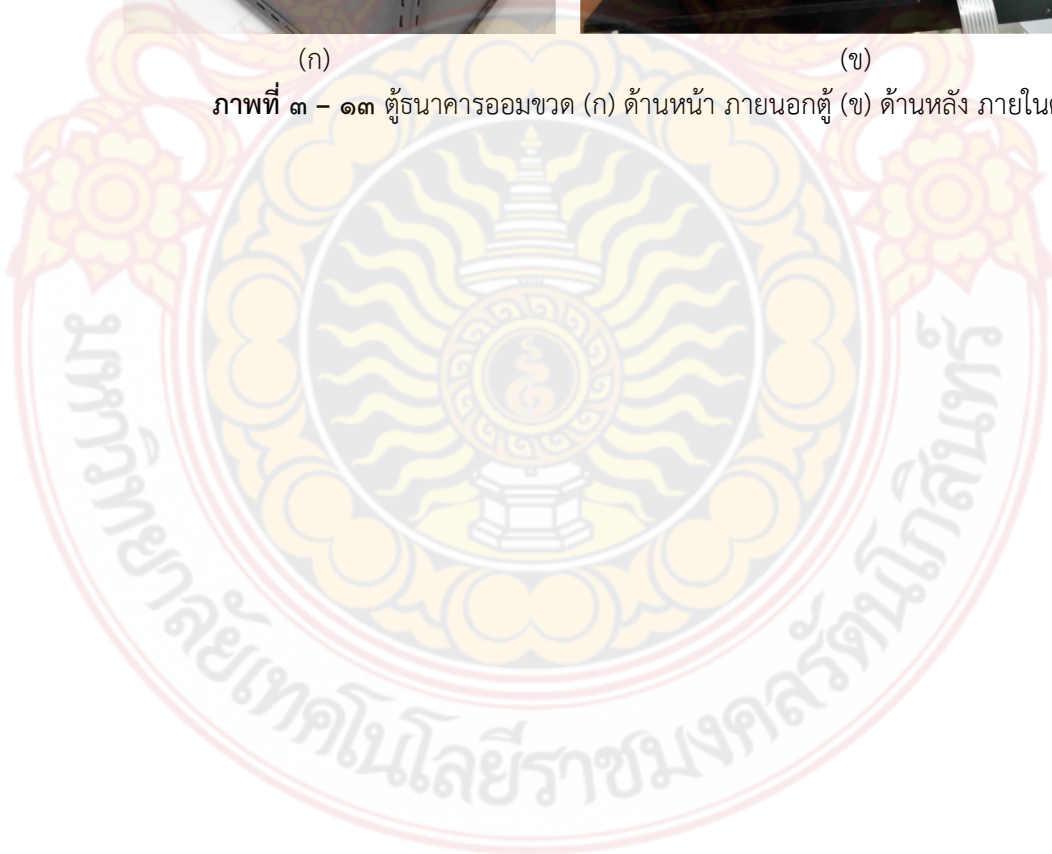


(ก)



(ข)

ภาพที่ ๓ - ๑๓ ตู้ธนาคารออมขวด (ก) ด้านหน้า ภายนอกตู้ (ข) ด้านหลัง ภายในตู้



## บทที่ ๔

### การทดลองและผลการทดลอง

#### ๔.๑ ฐานข้อมูลผู้ใช้และฐานข้อมูลขวดน้ำพลาสติก

ในหัวข้อนี้แสดงผลการสร้างหน้าเว็บและฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลผู้ใช้รวมถึงข้อมูลขวดพลาสติกที่ได้จากการรวบรวมเบื้องต้นสำหรับการทดลองในหัวข้อต่อไป

ก่อนเริ่มใช้งานระบบฯ ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลโดยเข้าไปที่หน้าเว็บ register.php จะได้หน้าจอ ดังภาพที่ ๔ - ๑

รหัสดบัตร  
ประชาชน กรอกรหัสดบัตร 13 หลัก

ชื่อ  
นามสกุล ชื่อ ช่องว่าง 1 ช่อง นามสกุล

password a-z หรือ A-Z หรือ 0-9 จำนวน 5-15 ตัว

ส่งข้อมูล

ภาพที่ ๔ - ๑ หน้าจอลงทะเบียนใช้งาน

ตัวอย่างข้อมูลที่ดำเนินการผ่านเว็บแสดงได้ดังรูปที่ ๔ - ๒

SELECT \* FROM 'personal' LIMIT 0, 30

Show: Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

Sort by key: None

+ Options

|                          | pid | name               | remark      |
|--------------------------|-----|--------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | 0   | kairoek choeychuen | k12345678   |
| <input type="checkbox"/> | 1   | somsak srngam      | 0987654321s |

Check All / Uncheck All With selected: Change Delete Export

Show: Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

Query results operations

Print view Print view (with full texts) Export Display chart Create view

ภาพที่ ๔ - ๒ ตัวอย่างข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูล personal

ฐานข้อมูลขวดดำเนินการผ่านหน้าเว็บ phpmyadmin แบบแมนนวลโดยทำการชั่งน้ำหนักขวดด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลดังรูปที่ ๔ - ๓ และตัวอย่างข้อมูลในฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ ๔ - ๔



ภาพที่ ๔ - ๓ ชั่งน้ำหนักขวดด้วยตาชั่งดิจิทัลก่อนเก็บข้อมูลเข้าฐานข้อมูล

sql313.freehost.in.th » feton\_24189098\_bottle\_sell » bottles

Browse Structure SQL Search Insert Export Import Operations

```
SELECT *
FROM `bottles`
LIMIT 0, 30
```

Show : Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

+ Options

|                          |                  | bid | size | weight | brand   |
|--------------------------|------------------|-----|------|--------|---------|
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 1   | 1500 | 28     | nestle  |
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 2   | 1500 | 32     | crystal |
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 3   | 1500 | 31     | namtip  |
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 4   | 1500 | 28     | singha  |

Check All / Uncheck All With selected: Change Delete Export

Show : Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

Query results operations

Print view Print view (with full texts) Export Display chart Create view

ภาพที่ ๔ - ๔ ตัวอย่างข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูล bottle

๔.๒ การคำนวณ Color-projection histogram (CPH)

เริ่มจากแบ่งภาพขวดออกเป็น  $n$  ส่วนในที่นี่ กำหนด  $n = 10$  และทำการคำนวณฮิสโตแกรมสีของแต่ละส่วน จะได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ ๔ - ๕ และตารางที่ ๔ - ๑

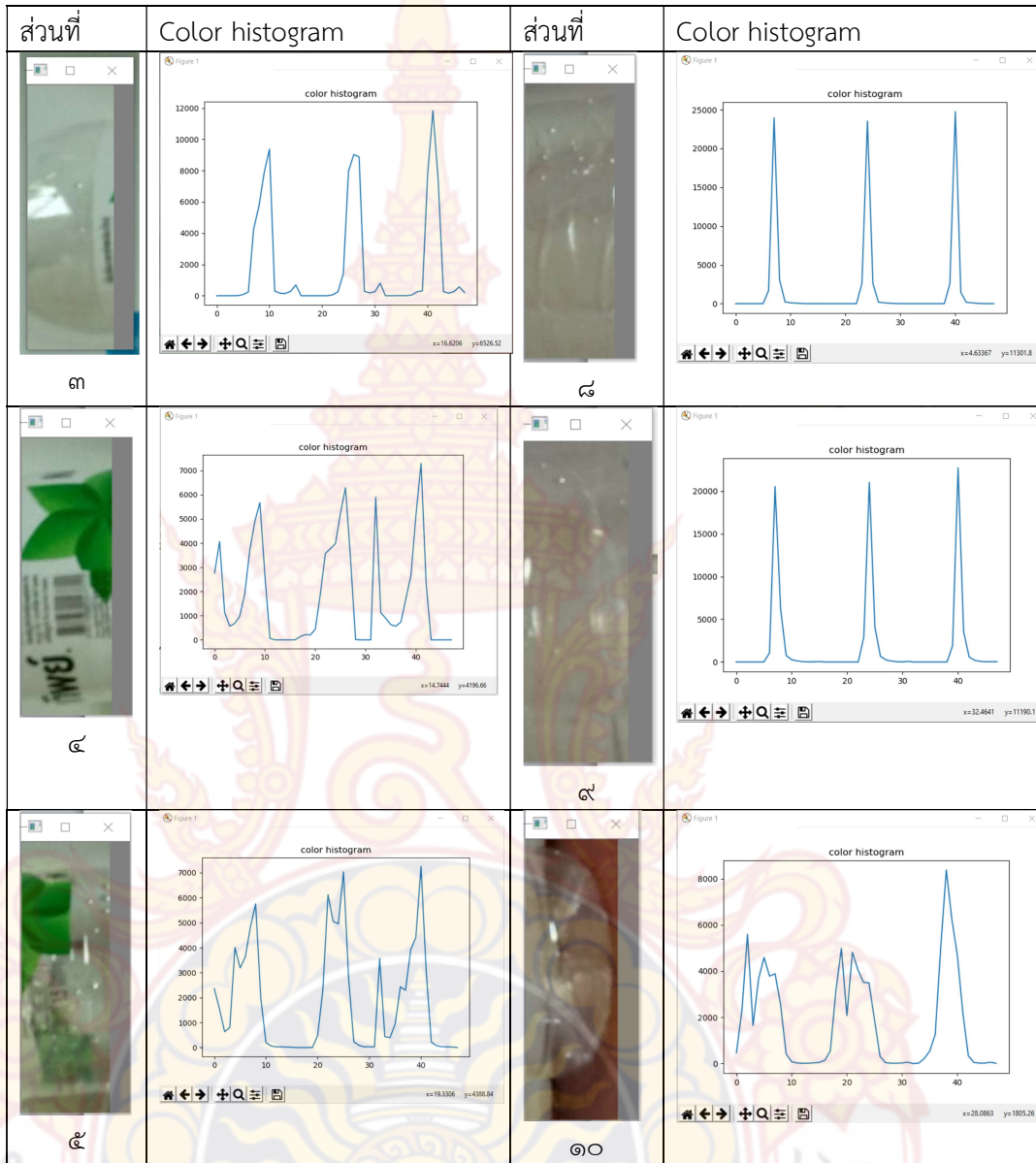


ภาพที่ ๔ - ๕ แบ่งภาพขวดเป็น  $n = 10$  ส่วน

ตารางที่ ๔ - ๑ color histogram ของแต่ละส่วนภาพ

| ส่วนที่ | Color histogram | ส่วนที่ | Color histogram |
|---------|-----------------|---------|-----------------|
| ๑       |                 | ๒       |                 |
| ๓       |                 | ๔       |                 |

ตารางที่ ๔ - ๑ color histogram ของแต่ละส่วนภาพ (ต่อ)

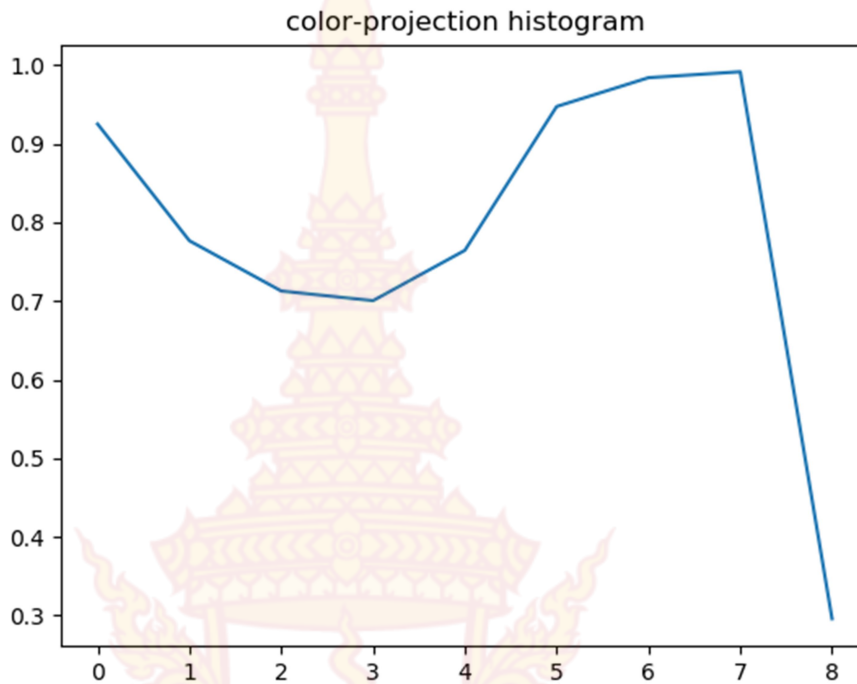


จากนั้นทำการคำนวณหา correlation coefficient ระหว่างค่า color histogram ที่อยู่ติดกันจะได้ CPH ดังตารางที่ ๔ - ๒

ตารางที่ ๔ - ๒ ตัวอย่าง CPH ของขวดเปล่าที่หอน้ำที่พืชนาด ๑,๕๐๐ ซีซี

|     | ๑-๒   | ๒-๓   | ๓-๔   | ๔-๕   | ๕-๖   | ๖-๗   | ๗-๘   | ๘-๙   | ๙-๑๐  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CPH | ๐.๙๒๕ | ๐.๗๗๗ | ๐.๗๑๓ | ๐.๗๐๐ | ๐.๗๖๕ | ๐.๙๔๘ | ๐.๙๘๔ | ๐.๙๙๒ | ๐.๒๙๖ |

เมื่อนำค่าในตารางไปวาดกราฟจะได้ดังรูปที่ ๔ - ๒



ภาพที่ ๔ - ๖ ตัวอย่าง CPH ของขวดเปล่ายี่ห้อน้ำทิพย์ขนาด ๑,๕๐๐ ซีซี

#### ๔.๓ ทดสอบการแยกแยะขวดน้ำพลาสติกเปล่าด้วย CPH และการสะสมแต้ม

การแยกแยะชนิดขวดน้ำ ด้วย CPH ใช้การคำนวณ CPH ของภาพขวดใหม่ที่รับเข้ามา เปรียบเทียบกับ CPH ของแม่แบบ (templates) ทุกแม่แบบและตัดสินใจว่าขวดที่รับเข้ามาใหม่เป็นยี่ห้ออะไร โดยการเปรียบเทียบให้การคำนวณ correlation coefficient

เพื่อทดสอบความถูกต้องของการแยกแยะขวดน้ำด้วย CPH ผู้วิจัยทำการทดลองโดยสุ่มเลือกขวดน้ำเปล่ามา ๕๐ ครั้งพบว่า แยกแยะถูก ๔๖ ครั้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ๙๒ %

ทำการทดสอบการทำงานของตู้ฯ โดยลองใส่ขวด namtip เข้าไป ๓ ครั้ง คริสตรัล เข้าไป ๑ ครั้งและ nestle ๑ ครั้ง พบว่าข้อมูลที่ถูกบันทึกในตารางฐานข้อมูล collections แสดงได้ดังรูปที่ ๔

sql313.freehost.in.th » feton\_24189098\_bottle\_sell » collections

Browse Structure SQL Search Insert Export Import Operations

```
SELECT *
FROM `collections`
LIMIT 0, 30
```

Show: Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

+ Options

|   | cid | pid | bid | time         |
|---|-----|-----|-----|--------------|
| <input type="checkbox"/> Edit Copy Delete | 1   | 1   | 3   | 7/8/19-14.03 |
| <input type="checkbox"/> Edit Copy Delete | 2   | 1   | 1   | 7/8/19-14.21 |
| <input type="checkbox"/> Edit Copy Delete | 3   | 1   | 3   | 7/8/19-14.45 |
| <input type="checkbox"/> Edit Copy Delete | 4   | 1   | 2   | 7/8/19-14.51 |
| <input type="checkbox"/> Edit Copy Delete | 5   | 1   | 3   | 7/8/19-14.59 |

Check All / Uncheck All With selected: Change Delete Export

Show: Start row: 0 Number of rows: 30 Headers every 100 rows

Query results operations

ภาพที่ ๔ - ๗ ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการขายขวด





## บทที่ ๕

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบตู้ธนาคารออมขวดพลาสติกใช้แล้วโดยคาดหวังว่า  
ตู้ฯ จะเป็นเครื่องมือให้ผู้ใช้ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม รู้จักอดออม

#### ๕.๑ สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาต้นแบบตู้ธนาคารออมขวดพลาสติกใช้แล้ว สามารถสรุปการ  
ดำเนินการเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

๑. เก็บข้อมูลรูปแบบตู้ธนาคารออมขวดทำให้ได้รูปแบบของการสะสมแต้มโดยแต้ม  
สามารถใช้แลกสินค้าหรือบริการได้ และข้อมูลการขายขวดรวมถึงแต้มถูกเก็บไว้ในเว็บไซต์
๒. ใช้การประมวลผลภาพแบบใหม่เรียกว่า color-projection histogram ซึ่งเป็นการ  
รวมสารสนเทศสีและตำแหน่งของภาพในการแยกแยะชนิดและยี่ห้อขวด
๓. จากการทดลองพบการแยกแยะขวดมีความถูกต้อง ๙๒ %
๔. สำนวจความพึงพอใจในการใช้งาน พบว่าระบบที่ออกแบบและพัฒนาได้รับความพึง  
พอใจในภาพรวม ๘๑ %

#### ๕.๒ ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

จากการออกแบบจนถึงขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน พบปัญหาที่อาจจะเกิดจากปัจจัยดังต่อไปนี้

๑. การวางขวดจำเป็นต้องกำหนดให้ khay ด้านใดด้านหนึ่งไว้เสมอๆ เพื่อให้การรู้จำมี  
ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด
๒. สภาพแสงแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงทำให้กล้องเว็บแคมมีอาหารวูบวาบทำให้ผลการ  
ตรวจจับผิดพลาดสูง แก้ปัญหาโดยเลือกใช้กล้องที่มีการเซต Auto exposure ได้และทำการยกเลิก  
การเซต Auto exposure ออกไป ทำให้การตรวจจับมีความถูกต้องสูงขึ้น

### ๕.๓ แนวทางการพัฒนาในอนาคต

เนื่องจากในเฟสแรกนี้ผู้วิจัยทำเป็นต้นแบบเบื้องต้นในการนำไปใช้งานจริงจำเป็นต้องปรับปรุงในส่วนของโลกในการรับขอและป้องกันการทุจริตในการขายขอเพิ่มเติมต่อไป



## บรรณานุกรม

- 1) SuperSci: หยอดปู่ปู่ปู่ "เครื่องรับชื่อชาวอัตโนมัติ" เอาใจคนรักสิ่งแวดล้อม, ผู้จัดการออนไลน์, <http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9590000046676>
- 2) Wren C., Azarbvejani A., Darrel T. and Penland A., 1997, "Pfindex: Real time Tracking of the Human Body," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
- 3) Haritaogru I., Harwood D. and Davis L., 2000, "W4: Real-Time Surveillance of People and their Activities," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No.8, pp. 809-830.
- 4) K. Choeychuen, P. Kumhom and K. Chamnongthai, "An Efficient Implementation of Nearest Neighbor Based Visual Object Tracking," IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication System, 2006.
- 5) Y. Li, H. Ai, T. Yamashita, S. Lao and M. Kawade, "Tracking in Low Frame Rate Video: A Cascade Particle Filter with Discriminative Observers of Different Lifespans," CVPR2007, pp.1-8, June 2007.
- 6) Kairoek C., "Automatic parking lot mapping for available parking space detection," KST2013, Cholburi, Thailand, 2013.
- 7) K. Choeychuen, P. Kumhom and K. Chamnongthai, "Robust Ambiguous Target Handling for Visual Object Tracking," AEUE Internation Journal of Electronics and Communications, Volume 64, Issue 10, Pages 897-998 (October 2010).
- 8) Hao Sheng, Qi Wei, Chao Li and Zhang Xiong, "Robust multiple-vehicle tracking via adaptive integration of multiple visual features," EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2012
- 9) Alexander Osterwalder (2004). "The Business Model Ontology - A Proposition in A Design Science Approach" Ph.D. Thesis University of Lausanne.
- 10) Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Third Edition, Prentice Hall, 2008.



ประวัตินักวิจัย

## ประวัติคณะผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย

### หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล ดร.ไกรฤกษ์ เชยชื่น
2. ตำแหน่งงานปัจจุบัน อาจารย์/รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ
3. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศาลายา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โทร. 02-889-4585-7 ต่อ 2640

E-mail: kairoek2448@hotmail.com

### 4. ประวัติการศึกษา

|           |      |  |      |
|-----------|------|--|------|
| ปริญญาเอก | มจร. | สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์        | 2553 |
| ปริญญาโท  | มจร. | สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า                      | 2544 |
| ปริญญาตรี | มจร. | สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม | 2541 |

### 5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

Computer programming  
Digital image processing  
Pattern recognition

### 6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

| ปีที่สำเร็จ | ชื่อเรื่อง  | แหล่งทุน (ปี)           |
|-------------|---|-------------------------|
| 2555        | ระบบควบคุมและโปรแกรมรูปแบบแสงไฟเวทีแบบไร้สาย  | งบประมาณแผ่นดิน ปี 2554 |
| 2555        | วงจรขับสัญญาณแบบไม่เป็นเชิงเส้นสำหรับโซลินอยด์ซึ่งถูกประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อทางกลและซอฟต์แวร์สำหรับพิมพ์ไฟล์อักษรจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ไปยังเครื่องพิมพ์เบรลล์ทางกล | งบประมาณ สกอ. ปี 2555   |
| 2556        | เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากึ่งहनลพร้อมอุโมงค์ลมซึ่งควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์   | งบรายได้                |
| 2557        | รถเข็นสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วยการประมวลผลภาพ   | งบรายได้                |
| 2558        | ระบบการจัดการแสงสว่างอัตโนมัติตามบริเวณการใช้งานจริงภายในห้องสำนักงานโดยใช้การตรวจจับการเคลื่อนไหวจากกล้องวิดีโอบนอุปกรณ์แอนดรอยด์                                    | งบรายได้                |

7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)  
International journal:

1. K. Choeychuen, P. Kumhom and K. Chamnongthai, "Robust Ambiguous Target Handling for Visual Object Tracking," AEUe Internation Journal of Electronics and Communications, Volume 64, Issue 10, Pages 897-998 (October 2010).

International conference:

2. Choeychuen K., Kumhom P. and Channongthai K., "Tracking Multiple Nonrigid Objects from Video Sequence Using Appropriate Candidate Region and Combination of Decision Methods in Matching Process," ISCIT, 2001.

3. Kairoek Choeychuen, Pinit Kumhom and Kosin Chamnongthai, "An Efficient Implementation of Nearest Neighbor Based Visual Object Tracking," IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication System , 2006. (pdf)

4. Kairoek Choeychuen, Pinit Kumhom and Kosin Chamnongthai, "Tracking Multiple Visual Targets in Video Stream Using a Vote of the Best Matching Feature Points," IEICE International Workshop on Smart Info-Media Systems in Bangkok (SISB 2007) , 2007.

5. Kairoek Choeychuen, and Kosin Chamnongthai, "Sample Reduction of Particle filter using Non-Gaussian Object Model," ISSD 2009, Japan, 2009. (pdf)

6. Kairoek Choeychuen, and Kosin Chamnongthai, "Efficient particle filter using non-stationary Gaussian based model," ECTI-conf. 2011, Thailand, 2011. (pdf)

7. Kairoek C., "Available car parking space detection from webcam by using adaptive mixing features," JCSSE 2012, Bangkok, Thailand, 2012.

8. Kairoek C., "Automatic parking lot mapping for available parking space detection," KST2013, Cholburi, Thailand, 2013.

National conference:

9. ไกรฤกษ์ เขยขึ้น และโกสินทร์ จ่านงไทย, "การปรับปรุงพาร์ติเคิลฟิลเตอร์ (particle filter) สำหรับการติดตามวัตถุภาพโดยใช้แบบ จำลองวัตถุภาพแบบ non Gaussian," 3rd RMUTCON, 2553.

10. ไกรฤกษ์ เขยขึ้น และเชิงชาย สมประชา, "วงจรถองจับวัตถุภาพโดยการลบพื้นหลัง บน FPGA," 4th Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), 2012.

11. ญัฐภณ สังข์รักษา, ทศชัย เชิดเกียรติกุล, ธนากร สุนทรวัฒน์, ไกรฤกษ์ เขยชื่น และคณะ, “การควบคุมรถเข็นสินค้าด้วยการประมวลผลภาพ,” การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6, 2557.

### ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวณัฐภัทร์ เทียนจันทร์
2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Naspapas Tianchan
3. ตำแหน่งงานปัจจุบัน อาจารย์
4. ที่อยู่ 10/2 หมู่ 6 ต.บางกะเจตา อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130
5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน โทรศัพท์มือถือ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E - Mail)  
 หน่วยงาน คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการตลาด  
 สถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โทร. 02-889-4585-7  
 โทรศัพท์มือถือ 0875093059
6. ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) napakiku2448@hotmail.com
7. ประวัติการศึกษา  
 ปริญญาตรี สาขาวิชาการตลาด สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ  
 ปริญญาโท สาขาวิชาการตลาด มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
8. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาความเชี่ยวชาญ  
 วิเคราะห์แผนธุรกิจ, ศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจ, วิจัยเชิงการตลาด