# ระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว

# Secure detection system using Embedded System


โดย

นายทินกร อ่อนน้อม

นายปรัชญ์ทักษวร กรุณามัยพันธุ์

นายสิรภพ วิจิตรไกรลาส


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

# ระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว

Secure detection system using Embedded System


โดย

| | | |
|---|---|---|
| นาย ทินกร | อ่อนน้อม | 54010519 |
| นาย ปรัชญ์ทักษวร | กรุณามัยพันธุ์ | 54011235 |
| นาย สิรภพ | วิจิตรไกรลาส | 54011368 |

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

รศ.ดร พิพัฒน์ พรหมมี

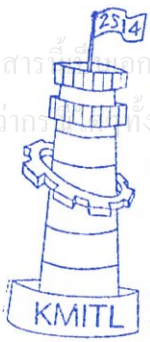

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557




ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

18 / พ.ค. 58

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

18 / มิ.ย. 58


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว**

SECURE DETECTION SYSTEM USING EMBEDDED SYSTEM


ผู้จัดทำ

1) นาย ทินกร อ่อนน้อม 54010519
2) นาย ปรัชญ์ทักษวร กรุณามัยพันธุ์ 54011235
3) นาย สิรภพ วิจิตรไกรลาส 54011368


..... อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน )

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร พิพัฒน์ พรหมมี)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว

Secure Detection System Using Embedded System

โดย นาย ทินกร อ่อนน้อม 54010519

นาย ปรัชญ์ทักษวร กรุณามัยพันธ์ 54011235

นาย สิรภพ วิจิตรไกรลาส 54011368

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

**บทคัดย่อ**

โครงงานนี้จัดทำเพื่อศึกษาการทำงานของสมองกลฝังตัวและทำการสร้างระบบตรวจจับใบหน้าเพื่อรักษาความปลอดภัยโดยการเลือกให้ผ่านเพียงใบหน้าที่มีลักษณะตรงกับผู้ใช้งาน โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนแรกจะเป็นส่วนของการใช้กล้องเว็บแคมจับภาพใบหน้า จากนั้นจะทำการส่งภาพที่จับได้ให้กับสมองกลฝังตัวทำการประมวลผลใบหน้าให้ระบบสามารถตรวจสอบความถูกต้องโดยจะมีฐานข้อมูลเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ ส่วนที่สองทำการประยุกต์ใช้กับประตูเปิดปิดแบบแม่เหล็กเพื่ออนุญาตให้บุคคลเหล่านั้นผ่านเข้าออกได้

ABSTARCT

This project presents to study the performance of embedded and create a face detection system to secure by choosing to undergo a face that looks exactly the user. It is divided into two major parts: the first part is a part of the camera webcam face recognition. It then sends the captured image with embedded processors face the system to check the accuracy of the data base for comparison. The second section applies to a magnetic door open to allow them to pass out.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน และ รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหา เมื่อเกิดอุปสรรคในขณะจัดทำโครงงาน ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณท่านทั้งสองเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ยังขอขอบคุณรุ่นพี่ทุกท่าน และเพื่อนๆ ที่ค่อยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กันตลอดมา

ในท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และบุคคลในครอบครัวทุกท่านที่คอยสนับสนุน และเป็นแรงผลักดันเสมอมา ทางผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์ และนำไปประยุกต์ใช้ได้สืบต่อไป

นาย ทินกร อ่อนน้อม
นาย ปรัชญ์ทักษวร กรุณามัยพันธ์
นาย สิรภพ วิจิตรไกรลาส
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว

Secure detection system using Embedded System

ผู้จัดทำ

1) นาย ทินกร อ่อนน้อม 54010519
2) นาย ปรัชญ์ทักษวร กรุณามัยพันธุ์ 54011235
3) นาย สิรภพ วิจิตรไกรลาส 54011368

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน )

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร พิพัฒน์ พรหมมี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทคัดย่อ** | I |
| **กิตติกรรมประกาศ** | II |
| **สารบัญ** | IV |
| สารบัญรูปภาพ | IX |
| สารบัญตาราง | XIV |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ | 2 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ** | 3 |
| 2.1 Raspberry Pi | 3 |
| 2.1.1 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B) | 5 |
| 2.1.2 ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ให้กับ Raspberry Pi | 10 |
| 2.1.3 เตรียมซอฟต์แวร์สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ลงบอร์ด Raspberry Pi | 10 |
| 2.2 การติดตั้ง Raspberry Pi กับ USB Air Card | 20 |
| 2.3 Image Processing | 22 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.4 ภาษา Python | 23 |
| 2.4.1 หลักการของภาษา Python | 23 |
| 2.4.2 ข้อเด่นของภาษา Python | 23 |
| 2.4.3 Category และ Application Domain | 25 |
| 2.5 Open Cv (Open Source Computer Vision Library) | 27 |
| 2.6 ภาพและความหมายของพิกเซล | 27 |
| 2.6.1 พิกเซล | 27 |
| 2.7 การประมาณผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) | 28 |
| 2.7.1 การแทนภาพด้วยภาพแบบดิจิตอลภาพแบบดิจิตอล (Digital Image) | 28 |
| 2.7.2 ลักษณะการจัดเก็บมูลภาพแบบดิจิตอล | 28 |
| 2.8 การสร้างไบนารี | 30 |
| 2.8.1 การหาค่าเทรชโฮลโดยกำหนดค่าล่วงหน้า | 30 |
| 2.8.2 การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง | 30 |
| 2.9 แบบจำลองสี (Colour Model) | 31 |
| 2.9.2 ระบบสี HSV | 31 |
| 2.9.1 แบบจำลองสี RGB (RGB Color Model) | 31 |
| 2.10 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction) | 33 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.11 การสร้างดัชนีภาพ (Image Indexing) | 33 |
| 2.11.1 ฮิสโตแกรมสี | 33 |
| 2.11.2 Color Coherence Vector (CCV) | 35 |
| 2.12 การจับคู่ (Matching) | 37 |
| 2.13 SIFT (Scale Invariant Feature Transform) | 37 |
| 2.14 ส่วนประกอบของอัลกอริทึมในการหา SIFT Key point ในภาพหนึ่ง | 38 |
| 2.15 การนำ SIFT ไปประยุกต์ใช้ในการรู้จำวัตถุ | 38 |
| 2.16 Classification | 38 |
| 2.17 Covariance Matrix | 39 |
| 2.18 Eigenvalue | 39 |
| 2.19 การจดจำใบหน้าด้วยวิธี Eigenface | 40 |
| 2.20 ขั้นตอนการหา Eigenface | 40 |
| 2.21 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks :ANN ) | 42 |
| 2.22 อัลกอริทึมการรู้จำใบหน้า (Face Recognition Algorithm) | 45 |
| **บทที่ 3. การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์** | **51** |
| 3.1 การออกแบบ | 51 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 3.2 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของ Raspberry Pi | 52 |
| 3.2.1 การรับภาพจากกล้อง Raspberry Pi | 52 |
| 3.2.2 การจัดทำฐานข้อมูล | 52 |
| 3.2.3 การเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล | 52 |
| 3.2.4 การควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ประตูแม่เหล็ก | 53 |
| 3.2.5 การแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านทางข้อความสั้น (SMS) โดยผ่านทาง Air Card | 53 |
| 3.2.6 ระบบการเปิด – ปิด ประตู | 54 |
| 3.3 อุปกรณ์ที่นำลงกล่อง | 56 |
| **บทที่ 4. ผลการทดลอง** | **57** |
| 4.1 ผลการทดลอง | 57 |
| 4.1.1 ผลการทดลองในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลใบหน้าที่ยอมให้เข้าถึง (User) | 56 |
| 4.1.2 ผลการทดลองในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลใบหน้าที่ไม่ยอมให้เข้าถึง (Blacklist) | 59 |
| 4.1.3 ผลการทดลองในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลใบหน้าที่ตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ | 61 |
| **บทที่ 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ** | **67** |
| 5.1 สรุปผล | 67 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 68 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| บรรณานุกรม | 69 |
| ภาคผนวก | 70 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 บอร์ดวงจร Raspberry Pi | 3 |
| รูปที่ 2.2 โครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi Model B | 5 |
| รูปที่ 2.3 บอร์ด Raspberry Pi | 5 |
| รูปที่ 2.4 พอร์ต Raspberry Pi Model B | 6 |
| รูปที่ 2.5 พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA | 6 |
| รูปที่ 2.6 LED แสดงสถานะของบอร์ด | 7 |
| รูปที่ 2.7 Raspberry Pi Camera Module | 7 |
| รูปที่ 2.8 สาย HDMI | 8 |
| รูปที่ 2.9 HDMI to VGA | 8 |
| รูปที่ 2.10 Air card | 9 |
| รูปที่ 2.11 ออดไฟฟ้า (Buzzer) | 9 |
| รูปที่ 2.12 Sandisk Micro SD Ultra 8GB 30MB/s Class10 with Adapter | 10 |
| รูปที่ 2.13 หน้าต่างโปรแกรม SD Formatter Version 4.0 | 11 |
| รูปที่ 2.14 โปรแกรม Win32 Disk Imager | 11 |
| รูปที่ 2.15 การเปิดใช้งานไฟล์โปรแกรม Win32DiskImager | 12 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.16 ไฟล์ โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Win32 | 12 |
| รูปที่ 2.17 การเปิดใช้งานโปรแกรม Win32 Disk Imager | 13 |
| รูปที่ 2.18 การเปิดใช้งานโปรแกรม Win32 Disk Imager ครบ 100% | 13 |
| รูปที่ 2.19 สาย HDMI ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง TV และ computer | 13 |
| รูปที่ 2.20 นำ SD card มาเสียบบอร์ด Raspberry Pi | 14 |
| รูปที่ 2.21 การ Boot Raspberry Pi | 14 |
| รูปที่ 2.22 หน้าต่างหลังจากระบบปฏิบัติการ Boot เสร็จ | 15 |
| รูปที่ 2.23 หน้าต่างหลังกด Enter | 15 |
| รูปที่ 2.24 หน้าต่างแสดงการเลือกเมนู 3 Enable Boot to Desktop/Scratch | 15 |
| รูปที่ 2.25 หน้าต่างแสดงการเลือก Desktop Log in as user 'pi' at the graphical desktop | 16 |
| รูปที่ 2.26 หน้าต่างแสดงการเลือกเมนู 5 Enable Camera | 16 |
| รูปที่ 2.27 หน้าต่างแสดงการเลือก Enable | 16 |
| รูปที่ 2.28 หน้าต่างแสดงการเลือก Finish เพื่อจบการตั้งค่าระบบและ Reboot ระบบใหม่ | 17 |
| รูปที่ 2.29 หน้าต่างแสดงการถามย้ำอีกครั้งว่าต้องการจะ Reboot ระบบใหม่ตอนนี้หรือไม่ | 17 |
| รูปที่ 2.30 หน้า Desktop ของ Raspbian | 17 |
| รูปที่ 2.31 หน้าจอแสดงดับเบิลคลิกเปิดโปรแกรม LXTerminal | 18 |
| รูปที่ 2.32 การพิมพ์คำสั่งใน LXTerminal | 18 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.33 หน้าต่างของโปรแกรม nano 19

รูปที่ 2.34 หน้าต่างแสดงแก้ข้อความจาก “gb” เป็น “us” 19

รูปที่ 2.35 หน้าต่างแสดงกด CTRL + X เพื่อบันทึก แล้วกด Y ตามด้วย Enter 20

รูปที่ 2.36 การเชื่อมต่อ Raspberry pi กับ USB Air Card 20

รูปที่ 2.37 แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่เชื่อต่อ port ต่างๆ 21

รูปที่ 2.38 แสดงการเชื่อมต่อ USB สำหรับ port ที่เชื่อมต่อกับ AirCard 21

รูปที่ 2.39 การตั้งค่า Air Card 22

รูปที่ 2.40 คำสั่งเพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน 22

รูปที่ 2.41 การทำ Sampling และ Quantization 28

รูปที่ 2.42 แสดงระบบสี HSV 32

รูปที่ 2.43 ตัวอย่างภาพและ ฮิสโตแกรมของภาพที่มี 256 กลุ่มสี 34

รูปที่ 2.44 ตัวอย่างภาพและ ฮิสโตแกรมของภาพที่มี 32 กลุ่มสี 34

รูปที่ 2.45 ตัวอย่างภาพที่มีฮิสโตแกรมเหมือนกัน 36

รูปที่ 2.46 แสดงตัวอย่างระยะทางระหว่างชุดข้อมูล 39

รูปที่ 2.47 ภาพ Eigenfaces 42

รูปที่ 2.48 กระบวนการรู้จำใบหน้าด้วยวิธีทางสถิติ 45

รูปที่ 2.49 ขอบเขตการพิจารณาของแต่ละลำดับชั้น 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.50 การพิจารณาเก็บค่าของพิกเซลบนใบหน้า | 47 |
| รูปที่ 2.51 การกระจายตัวของข้อมูลตัวอย่าง | 48 |
| รูปที่ 2.52 ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียม | 49 |
| รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้า | 51 |
| รูปที่ 3.2 โฟล์วชาร์ตแสดงการออกแบบโปรแกรม | 55 |
| รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ที่นำลงกล่องประกอบเสร็จสิ้น | 56 |
| รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ที่นำลงกล่องประกอบเสร็จสิ้น | 56 |
| รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการเข้าถึงของบุคคลพยายามเข้าถึง | 57 |
| รูปที่ 4.2 ภาพแสดงสถานะประตูโดยแทนด้วย LED | 58 |
| รูปที่ 4.3 หลอดไฟ LED ติดแสดงสถานะประตู้เปิด | 58 |
| รูปที่ 4.4 รูปแสดงสถานะประมวลผลตรงกับผู้ใช้งานที่ยอมให้เข้าถึง | 59 |
| รูปที่ 4.5 รูปแสดงการเข้าถึงของบุคคลพยายามเข้าถึง | 59 |
| รูปที่ 4.6 รูปแสดงการแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่าน SMS | 60 |
| รูปที่ 4.7 รูปแสดงสถานะประมวลผลตรงกับผู้ใช้งานที่ไม่ยอมให้เข้าถึง | 61 |
| รูปที่ 4.8 แสดงสถานะว่ากำลังส่ง SMS แจ้งเตือน | 61 |
| รูปที่ 4.9 รูปแสดงการเข้าถึงของบุคคลพยายามเข้าถึง | 62 |
| รูปที่ 4.10 รูปใบหน้าของบุคคลที่พยายามเข้าถึงที่ถูกจัดเก็บไว้ | 62 |
| รูปที่ 4.11 แสดงวัน/เดือน/ปี และเวลาที่มีเป็นบุคคลแปลกหน้า | 63 |
| รูปที่ 4.12 รูปแสดงสถานะประมวลผลที่ไม่ตรงกับฐานข้อมูล | 63 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 4.13 รูปแสดงการเข้าถึงที่ไม่ใช่มนุษย์ | 64 |
| รูปที่ 4.14 รูปแสดงสถานะประมวลผลที่ไม่พบใบหน้า | 64 |
| รูปที่ 4.15 รูปฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ | 65 |
| รูปที่ 4.16 คุณสมบัติของไฟล์ที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล | 66 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของ Raspberry Pi Model B 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความมั่นคงปลอดภัย เป็นสิ่งที่คนเราทุกคนต้องการ นอกเหนือไปจากความต้องการทางด้านปัจจัยสี่ และความมั่นคงปลอดภัยที่คนส่วนใหญ่เห็นพ้องต้องกัน และยอมรับว่า เป็นความมั่นคงปลอดภัยพื้นฐานที่คนเราต้องการ นั่นคือ ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน และเนื่องจากสภาพความเป็นอยู่ ของคนในสังคมปัจจุบัน มีความกดดันทางด้านเศรษฐกิจ และสภาวะความเป็นอยู่สูง ปัญหาทางด้านสังคม และภัยอันตราย จากโจรผู้ร้ายจึงมีสูงตามไปด้วย ผู้คนจำนวนมากจึงเริ่มให้ความสำคัญ และหาทางป้องกันหรือหลีกเลี่ยงจากภัยอันตรายดังกล่าว ด้วยเหตุนี้เองจึงได้เกิดการคิดค้น ดัดแปลง เทคโนโลยีต่างๆ มากมายขึ้น

การรู้จำใบหน้าของเครื่องสแกนใบหน้า (face scan) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ช่วยวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของภาพใบหน้า ซึ่งได้จากกล้องวีดีโอดิจิตอล โดยจะวัดโครงสร้างใบหน้าทั้งหมด เช่น ระยะห่างระหว่างดวงตาทั้งสองข้าง ความลึกของเบ้าตา ความกว้างของจมูก รูปร่างของกระดูกโหนกแก้มความยาวขากรรไกร ข้อมูลเหล่านี้ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Data Base) และจะถูกนำมาใช้เปรียบเทียบเมื่อมีคนไปยืนหน้ากล้อง เทคโนโลยีนี้ถูกใช้อย่างกว้างขวาง และคาดว่าในอนาคตจะสามารถพัฒนาการตรวจจับใบหน้าให้มีความทันสมัย และสามารถตรวจจับภาพใบหน้าของบุคคลต่างๆ ได้ละเอียดมากขึ้น ซึ่งจะอำนวยความสะดวก และสามารถดัดแปลงนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อตอบสนองความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ของบ้านเรือน และองค์กรต่างๆ ได้อย่างแพร่หลาย

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องช่วยเตือนระบบรักษาความปลอดภัยภายในองค์กร หรือบริษัท โดยใช้ Raspberry Pi เป็นส่วนประมวลผล

2. เพื่อสามารถเขียนโปรกรมควบคุม Raspberry Pi ในการประมวลผลสั่งงานอุปกรณ์ได้

3. เพื่อศึกษาการทำงานของกล้องที่ควบคุมโดยใช้ Raspberry Pi ที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ในด้านความปลอดภัยดียิ่งขึ้น

4. เพื่อศึกษาและออกแบบ (เขียนโปรแกรม) ที่ใช้ในการรู้จำใบหน้าและเปรียบเทียบใบหน้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เพื่อสามรถเรียนรู้วิธีการรู้จำใบหน้าด้วยวิธีการต่างๆ และนำมาประยุกต์ใช้ในงานของตนเอง

## 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อทำการตรวจจับภาพใบหน้าของบุคคลได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อจัดเก็บฐานข้อมูลได้
3. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อระบุตัวบุคคล โดยใช้ภาพใบหน้าที่จับได้เทียบกับฐานข้อมูลที่มีอยู่
4. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม I/O พอร์ตของ Raspberry Pi ได้
5. สามารถประยุกต์ Raspberry Pi ให้ควบคุมการเปิด - ปิดสวิตช์ของประตูแม่เหล็กได้
6. สามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานได้หากมีบุคคลที่ไม่พึงประสงค์พยายามบุกรุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีกด้วย

**รูปที่** 2.1 บอร์ดวงจร Raspberry Pi

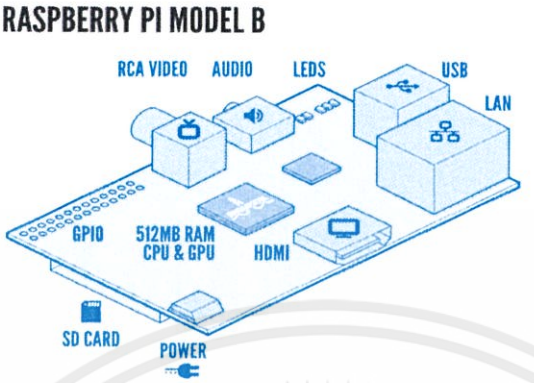
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ด Raspberry Pi ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดล คือ โมเดล A และ โมเดล B ซึ่งทั้ง 2 โมเดลมีคุณสมบัติแตกต่างกันเพียงบางส่วน โดยโมเดล B มีรายละเอียดดังตารางนี้

| | Raspberry Pi Model B |
|---|---|
| System on a chip (SoC) | Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAMandSingle USB Port) |
| CPU Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAMandSingle USB Port) | 700MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARMv6 instruction set) |
| GPU | Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder andencoder |
| Memory (SDRAM) | 512 MB (Shared with GPU) |
| USB 2.0 Ports | 2 (via the build in integrated 3-port USB hub) |
| Video Input | A CSI input connector allows for the connection of RPF designed camera module (ออกแบบมาให้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi Camera Module โดยเฉพาะ) |
| Video Outputs | Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL and NTSC standards. (มีทั้งสองแบบ คือ แบบ RCA และแบบ HDMI) |
| Audio Outputs | 3.5 mm jack, HDMI, and as of revision 2 boards, I2S audio (also potentially for audio input) |
| Onboard storage | SD/ MMC/ SDIO card slot (3.3V card power support only) |
| Onboard network | 10/100 Ethernet (8P8C) USB adapter on the third port of the USB hub |
| Low-level peripheralsLow-level peripherals | 8 x GPIO, UART, I2C Bus, SPI Bus with two chip selects, I2S audio +3.3V, +5V, Ground |
| Power ratings | 700 mA (3.5 W) |

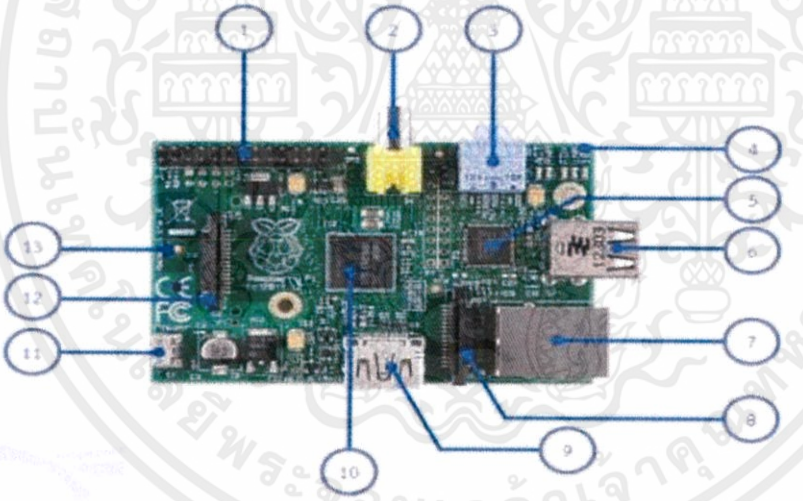
**ตารางที่ 2.1** ตารางแสดงคุณสมบัติของ Raspberry Pi Model B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.2 โครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi Model B

2.1.1 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B)




รูปที่ 2.3 บอร์ด Raspberry Pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) พอร์ต GPIO ซึ่งในโมเดล B (Revision 1) จะมีรายละเอียดดังรูป

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.3V | 1 | 2 | 5V |
| I2C1 SDA | 3 | 4 | 5V |
| I2C1 SCL | 5 | 6 | GROUND |
| GPIO4 | 7 | 8 | UART TXD |
| GROUND | | 10 | UART RXD |
| GPIO 17 | 11 | 12 | GPIO 18 |
| GPIO 27 | 13 | 14 | GROUND |
| GPIO 22 | 15 | 16 | GPIO 23 |
| 3.3V | 17 | 18 | GPIO 24 |
| SP10 MOSI | 19 | 20 | GROUND |
| SP10 MISO | 21 | 22 | GPIO 25 |
| SP10 SCLK | 23 | 24 | SP10 CE0 N |
| GROUND | 25 | 26 | SP10 CE1 N |

**รูปที่ 2.4** พอร์ต Raspberry Pi Model B

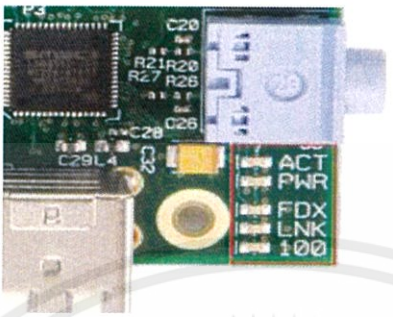
2) พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อแสดงดังรูป

**รูปที่ 2.5** พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA

3) จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงขนาด 3.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) LED แสดงสถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง ดังภาพ




**รูปที่ 2.6** LED แสดงสถานะของบอร์ด

- ACT คือ ไฟสถานะ SD Card Access (สีเขียว)

- PWR คือ ไฟสถานะ 3.3V Power (สีแดง)

- FDX คือ ไฟสถานะ Full Duplex LAN Model B (สีเขียว)

- LNK คือ ไฟสถานะ Link/Activity LAN Model B (สีเขียว)-

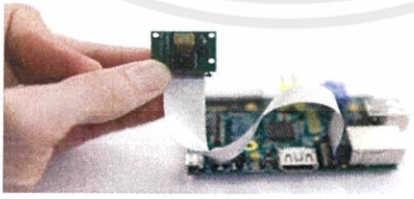
- 100 คือ ไฟสถานะ 10/100Mbps LAN Model B (สีเหลือง)

5) ชิปควบคุม LAN (LAN Controller)

6) พอร์ต USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต

7) พอร์ต RJ-45 Ethernet LAN 10/100Mbps

8) พอร์ต CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้องดังภาพ แสดงตัวอย่างโมดูลกล้อง



**รูปที่ 2.7** Raspberry PI Camera Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) พอร์ต HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง ตัวอย่างสาย HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA แสดงดังรูปด้านล่าง

**รูปที่ 2.8** สาย HDMI

**รูปที่ 2.9** HDMI to VGA

10) ซีพ Broadcom BCM2835 ARM11 700MHz

11) พอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi

12) พอร์ต DSI (Display Serial Interface) ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล เช่น จอแสดงผลแบบ TFT Touch Screen เป็นต้น

13) ช่องเสียบ SD Card อยู่บริเวณด้านล่างของบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14) แอร์คาร์ด ( Air Card) คือ อุปกรณ์โมเด็มอย่างหนึ่งที่ใช้เพื่อเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ (Desktop หรือ Laptop) ของเราเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายความเร็วสูงโดยผ่านโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ ซึ่งในขณะที่เราเชื่อมต่อเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตไปแล้วยังสามารถใช้โทรศัพท์โทร.เข้า-ออกได้ในเวลาเดียวกัน เพราะระบบมีการใช้ช่องสัญญาณคนละช่องสัญญาณกัน แต่ใช้ Cellsite เดียวกัน หรือทำหน้าที่เป็นแฟ็กซ์ไร้สายได้ด้วย ดังนั้นไม่ว่าเราจะนั่งรถ ลงเรือ หรืออยู่ที่ไหนขอมีเพียงสัญญาณโทรศัพท์มือถือก็ใช้งานได้ทั้งนั้น

**รูปที่ 2.10** Air card

15) เครื่องส่งสัญญาณเตือนไฟฟ้า(Buzzer) เป็นเครื่องส่งสัญญาณเตือนไฟฟ้าที่ AC 110V, 220V, 12VDC, 24VDC ใช้ภายในบ้าน ใช้เป็นสัญญาณเตือนภัยแทนกระดิ่งไฟฟ้า (Alam Bell) ความดังของเสียงอยู่ที่ 40 dB ถึง 80 dB กระดิ่งแดงสำหรับการเตือนภัยเวลาไฟไหม้ หรือ มี เหตุฉุกเฉิน Emergency

**รูปที่ 2.11** เครื่องส่งสัญญาณเตือนไฟฟ้า (Buzzer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.2 ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ให้กับ Raspberry Pi

**1.เริ่มต้นการติดตั้งระบบปฏิบัติการ**

ก่อนเริ่มต้นการใช้งานบอร์ด Raspberry Pi จำเป็นที่จะต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการให้กับบอร์ดก่อน เนื่องจากบอร์ดไม่มีหน่วยความจำแบบแฟลชเมมโมรี่มาบนบอร์ดด้วย ดังนั้น จำเป็นที่จะต้องเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมเพื่อให้สามารถใช้งานบอร์ดได้ ซึ่งมีรายละเอียดอุปกรณ์ดังนี้

1) บอร์ด Raspberry Pi

2) SD Card สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ต้องมีความจุมากกว่า 2GB ขึ้นไป แต่แนะนำให้ใช้ ขนาด 4GB หรือมากกว่า สำหรับคู่มือฉบับนี้จะใช้ขนาด 8GB ควรเลือกใช้การ์ดที่มีความเร็วสูงอย่าง Class 10 เพื่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยรวม

**รูปที่ 2.12** Sandisk Micro SD Ultra 8GB 30MB/s Class10 with Adapter

3) เมาส์และคีย์บอร์ดแบบ USB

4) สาย Micro USB เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงวงจรสามารถเลือกใช้แหล่งจ่ายไฟจากพอร์ต USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

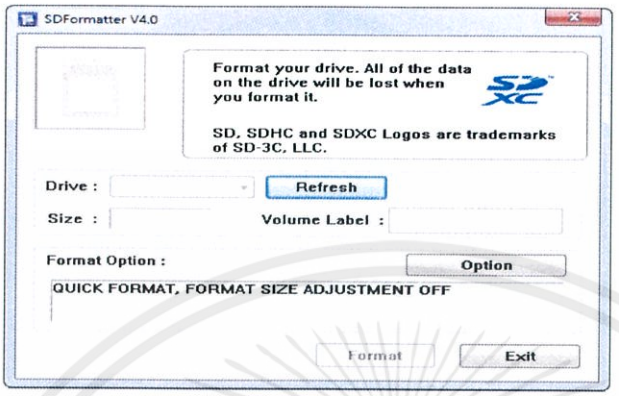
5) สาย HDMI เพื่อเชื่อมต่อกับจอแสดงผล หากเลือกใช้จอ Monitor ที่ไม่มีพอร์ต HDMI รองรับต้องใช้ตัวแปลง HDMI to VGA ด้วย หรือเชื่อมต่อสายวีดีโอ RCA ก็ได้เช่นเดียวกัน

### 2.1.3 เตรียม Software สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ลงบอร์ด Raspberry Pi

คู่มือฉบับนี้จะจัดเตรียมซอฟต์แวร์ที่รองรับระบบปฏิบัติการ Windows 7 เป็นหลัก และต้องติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ดังนี้

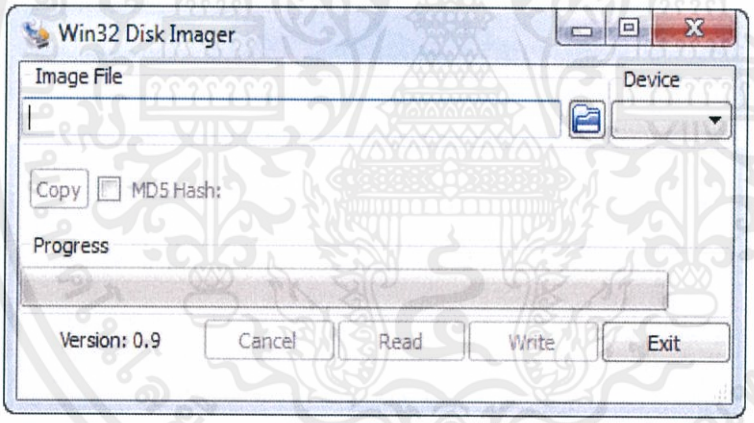
เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) โปรแกรม SD Formatter 4.0 ใช้สำหรับ Format Disk




**รูปที่ 2.13** หน้าต่างโปรแกรม SD Formatter Version 4.0

2) โปรแกรม Win32 Disk Imager ใช้สำหรับเขียนไฟล์ระบบปฏิบัติการที่เป็นไฟล์ Image (*.img) ลงบน SD Card




**รูปที่ 2.14** โปรแกรม Win32 Disk Imager

ไฟล์ระบบปฏิบัติการ คู่มือนี้ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian เป็นระบบปฏิบัติการ Debian Wheezy ที่ถูกปรับแต่งให้ใช้สำหรับบอร์ด Raspberry Pi โดยเฉพาะ เป็น Linux

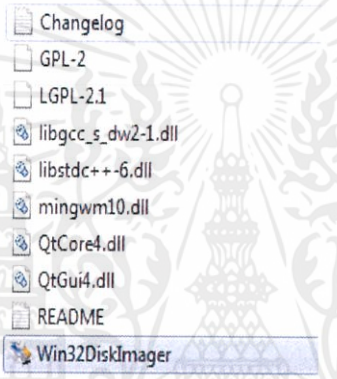
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbianให้กับบอร์ด Raspberry Pi

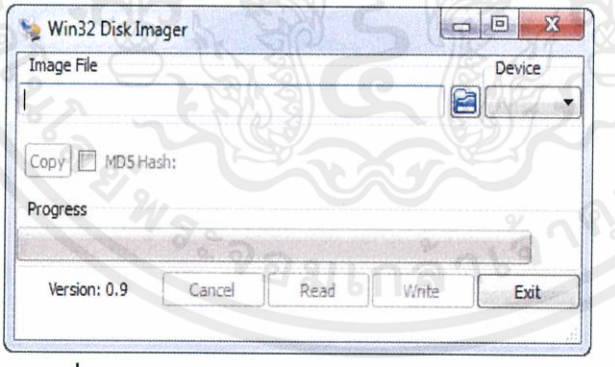
1) หากมีข้อมูลอยู่ใน SD Card ให้ทำการ Format ด้วยโปรแกรม SD Formatter 4.0 หรือโปรแกรมอื่นๆ ก็ได้ ถ้าหาก Format แล้วให้ข้ามขั้นตอนนี้ได้เลย

2) เมื่อดาวน์โหลดไฟล์ระบบปฏิบัติการ Raspbianมาแล้วจะได้เป็นไฟล์ Zip ให้แตกไฟล์จะได้เป็นไฟล์ Image (*img)

3) ดาวน์โหลดโปรแกรม Win32 Disk Imager มาแล้วจะได้เป็นไฟล์ Zip ให้แตกไฟล์และรันโปรแกรม



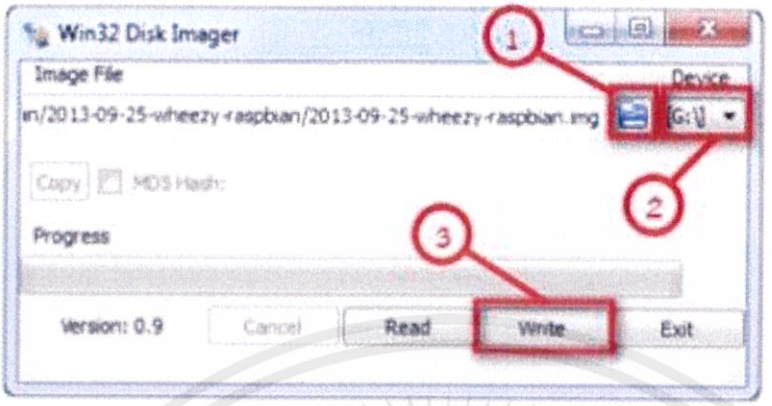

**รูปที่ 2.15** การเปิดใช้งานไฟล์โปรแกรม Win32DiskImager




**รูปที่ 2.16** ไฟล์ โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Win32

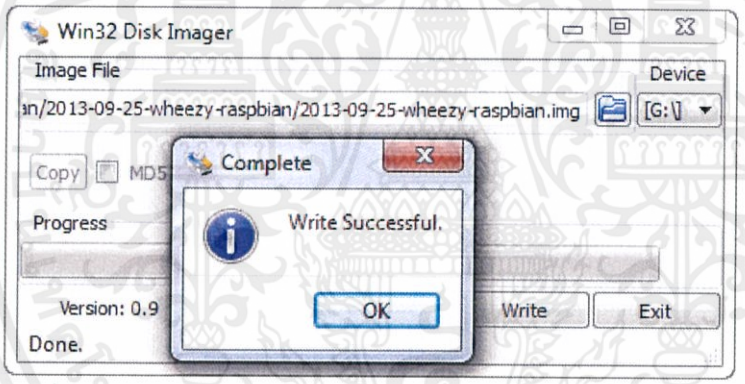
4) ให้ Browse ไฟล์ Image ระบบปฏิบัติการ Raspbain (*img) และเลือก Device ให้ถูกต้อง แล้วคลิกปุ่ม Write แสดงดังรูป และจะปรากฏหน้าต่างยืนยัน ให้คลิกปุ่ม Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.17** การเปิดใช้งานโปรแกรม Win32 Disk Imager

5) รอจนกว่า Progress Bar ครบ 100% และปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูป แล้วให้กดปุ่ม OK และ Exit




**รูปที่ 2.18** การเปิดใช้งานโปรแกรม Win32 Disk Imager ครบ 100%

6) หากเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi กับจอคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์แปลง HDMI-to-VGA ให้แก้ไขไฟล์ config.txt

**รูปที่ 2.19** สาย HDMI ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง TV และ computer

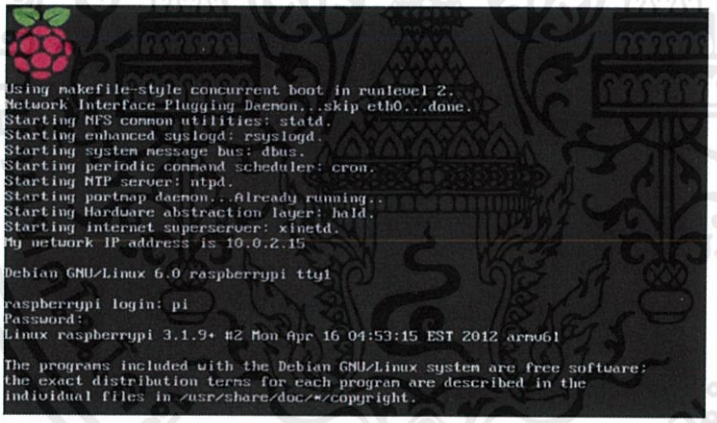
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) จากนั้นถอด SD Card ออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วนำไปเสียบที่บอร์ด Raspberry Pi

**รูปที่ 2.20** นำ SD card มาเสียบบอร์ด Raspberry Pi

8) หลังจากเสียบ SD Card เรียบร้อยแล้ว ให้เสียบเมาส์ คีย์บอร์ด สายต่อจอแสดงผล HDMI หรือ RCA สายไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Micro USB และอื่นๆ10.

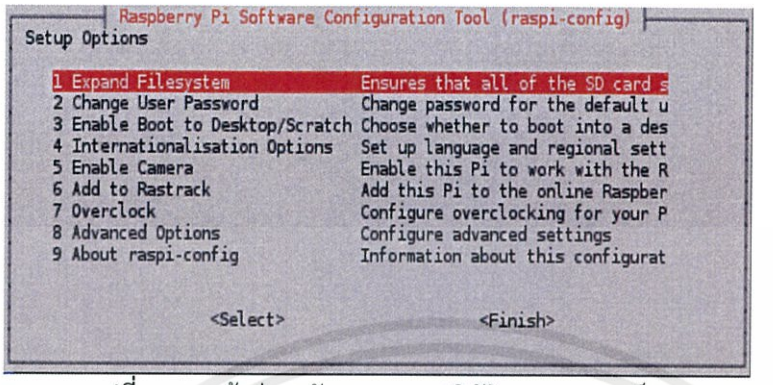
9) หลังจากนั้นบอร์ด Raspberry Pi ก็จะเริ่มทำงาน และเริ่ม Boot ระบบดังรูป




**รูปที่ 2.21** การ Boot Raspberry Pi

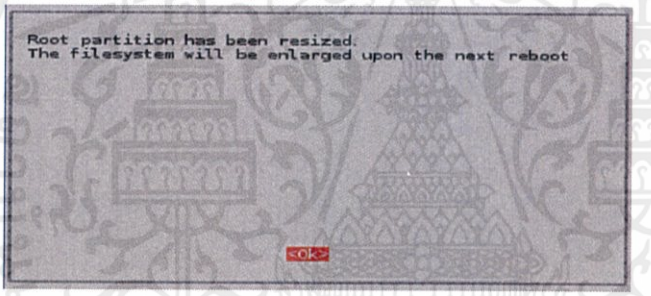
10) หลังจากระบบปฏิบัติการ Boot เสร็จเรียบร้อยจะปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูป ให้เลือกเมนู 1 Expand Filesystemเพื่อขยายพื้นที่บน SD Card ให้ใช้งานได้เต็มความจุ เลือกด้วยลูกศรขึ้นลงแล้วกด Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



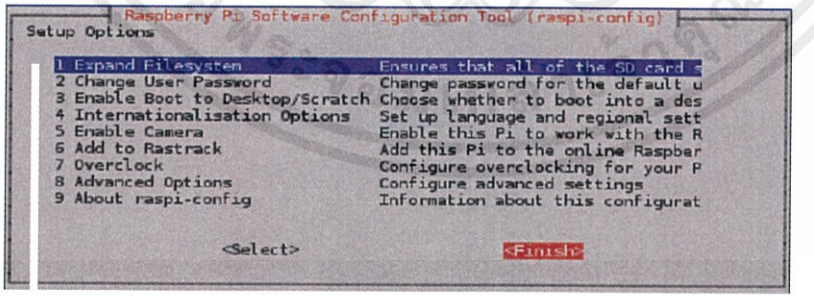

**รูปที่** 2.22 หน้าต่างหลังจากระบบปฏิบัติการ Boot เสร็จ

11) จะปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูป ให้กด Enter อีกครั้ง




**รูปที่** 2.23 หน้าต่างหลังกด Enter

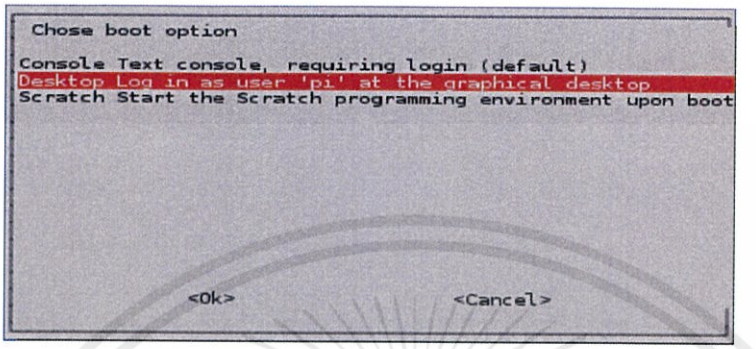
12) กำหนดรูปแบบการใช้งานระบบปฏิบัติการให้ใช้งานในโหมด Graphic ให้เลือกเมนู 3 Enable Boot to Desktop/Scratch แล้วกดแป้นพิมพ์ Enter




**รูปที่** 2.24 หน้าต่างแสดงการเลือกเมนู 3 Enable Boot to Desktop/Scratch

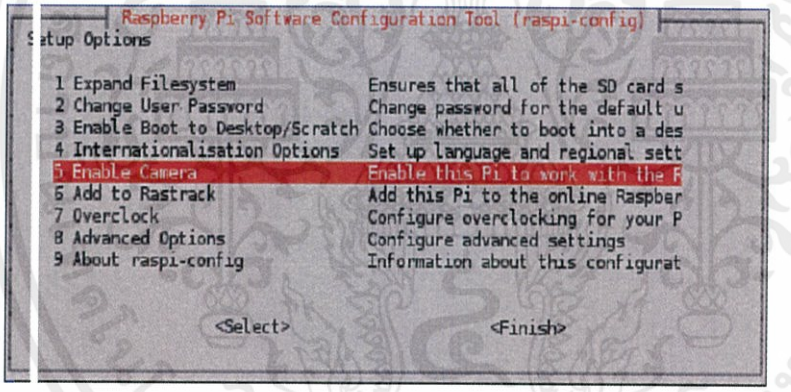
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13) หลังจากนั้นจะปรากฏตัวเลือกมาทั้งหมด 3 ตัวเลือก ให้เลือก Desktop Log in as user 'pi' at the graphical desktop แล้วกดแป้นพิมพ์ Enter



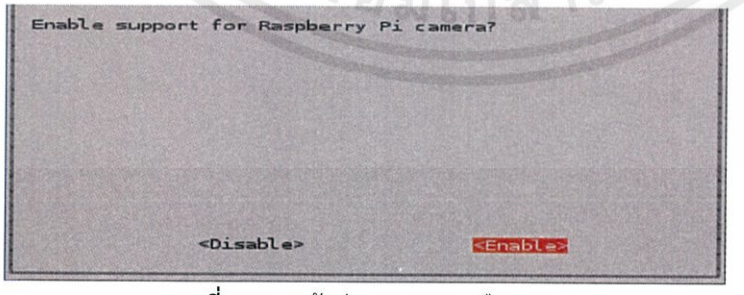

**รูปที่ 2.25** หน้าต่างแสดงการเลือก Desktop Log in as user 'pi' at the graphical desktop

14) หากต้องการใช้งานโมดูลกล้อง (Raspberry Pi Camera Module) ต้องเปิดฟังก์ชันการใช้งานนี้ด้วย โดยเลือกเมนู 5 Enable Camera แล้วกด Enter แต่ถ้าหากไม่ต้องการใช้ให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป




**รูปที่ 2.26** หน้าต่างแสดงการเลือกเมนู 5 Enable Camera

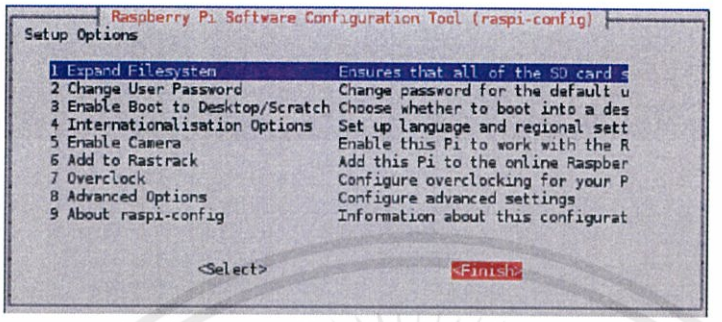
15) หลังจากนั้นให้เลือก Enable แล้วกดแป้นพิมพ์ Enter




**รูปที่ 2.27** หน้าต่างแสดงการเลือก Enable

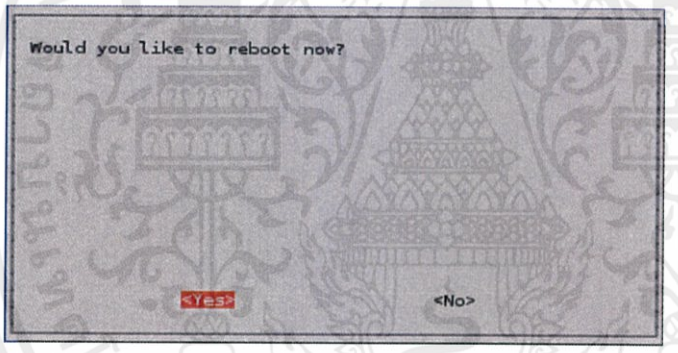
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16) สุดท้ายให้เลื่อนไปที่ Finish แล้วกด Enter เพื่อจบการตั้งค่าระบบและ Reboot ระบบใหม่



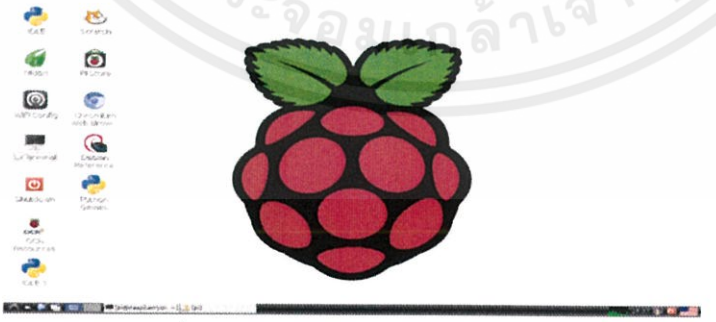

**รูปที่** 2.28 หน้าต่างแสดงการเลือก Finish เพื่อจบการตั้งค่าระบบและ Reboot ระบบใหม่

17) ระบบจะถามย้ำอีกครั้งว่าต้องการจะ Reboot ระบบใหม่ตอนนี้เลยหรือไม่ เลือก Yes แล้วกด Enter ระบบก็จะ Reboot ใหม่ทันที




**รูปที่** 2.29 หน้าต่างแสดงการถามย้ำอีกครั้งว่าต้องการจะ Reboot ระบบใหม่ตอนนี้หรือไม่

18) หลังจากที่ระบบ Reboot ใหม่เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะแสดงหน้า Desktop ของ Raspbianดังรูป

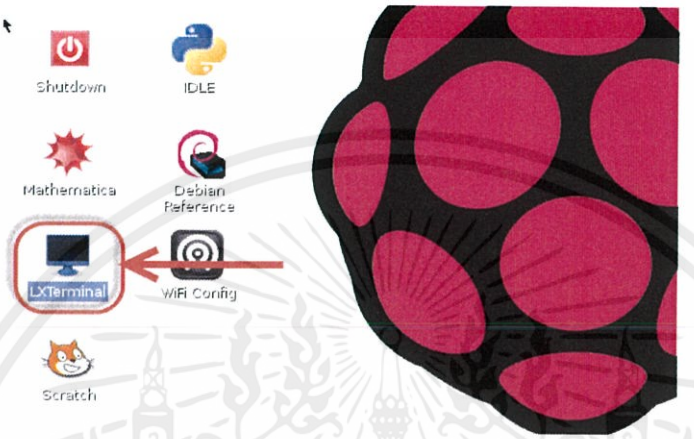


**รูปที่** 2.30 หน้า Desktop ของ Raspbian

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

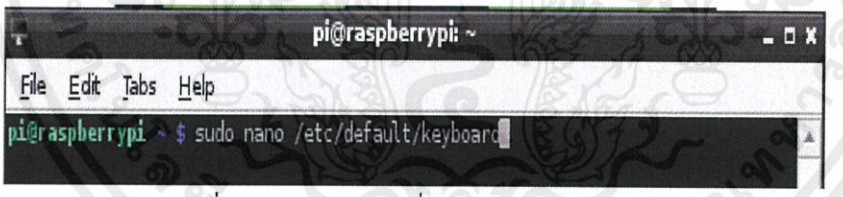
**วิธีแก้ปัญหาคีย์บอร์ดพิมพ์ตัวอักขระหรือตัวอักษรไม่ตรง**

1) ให้ดับเบิลคลิกเปิดโปรแกรม LXTerminalขึ้นมา




**รูปที่ 2.31** หน้าจอแสดงดับเบิลคลิกเปิดโปรแกรม LXTerminal

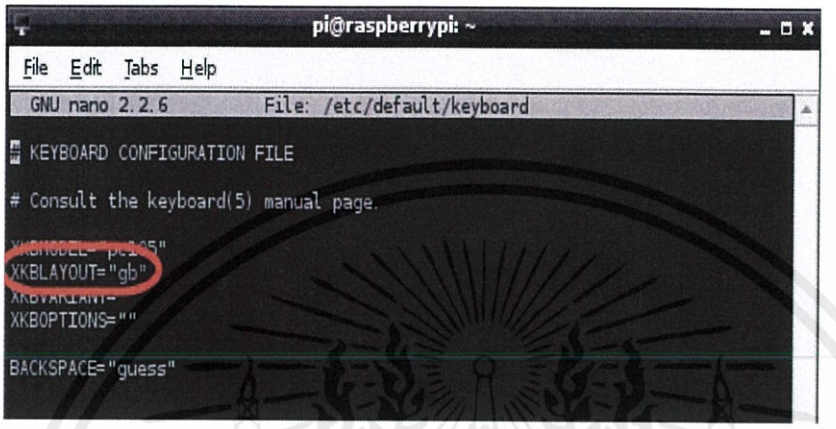
2) พิมพ์คำสั่งใน LXTerminalดังนี้ sudonano /etc/default/keyboard แล้ว Enter




**รูปที่ 2.32** การพิมพ์คำสั่งใน LXTerminal

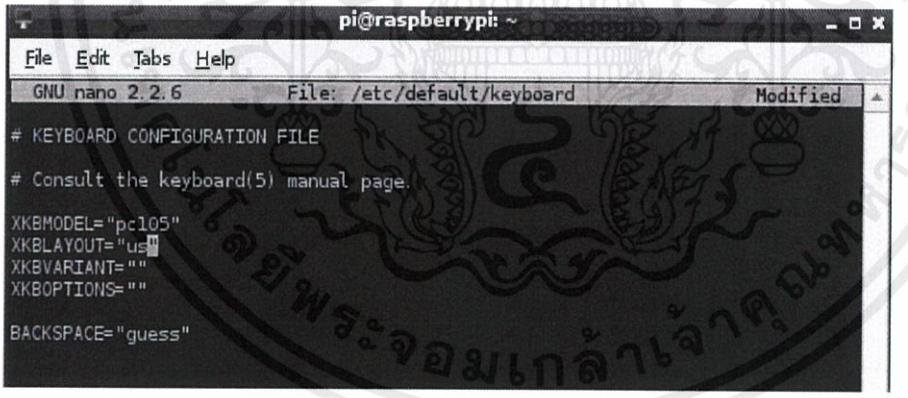
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรม nano ขึ้นมา




**รูปที่** 2.33 หน้าต่างของโปรแกรม nano

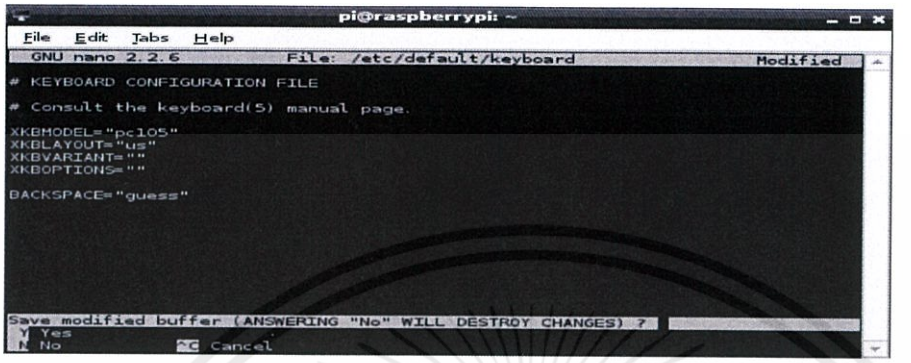
4) แก้ข้อความจาก “gb” เป็น “us” ดังรูป




**รูปที่** 2.34 หน้าต่างแสดงแก้ข้อความจาก “gb” เป็น “us”

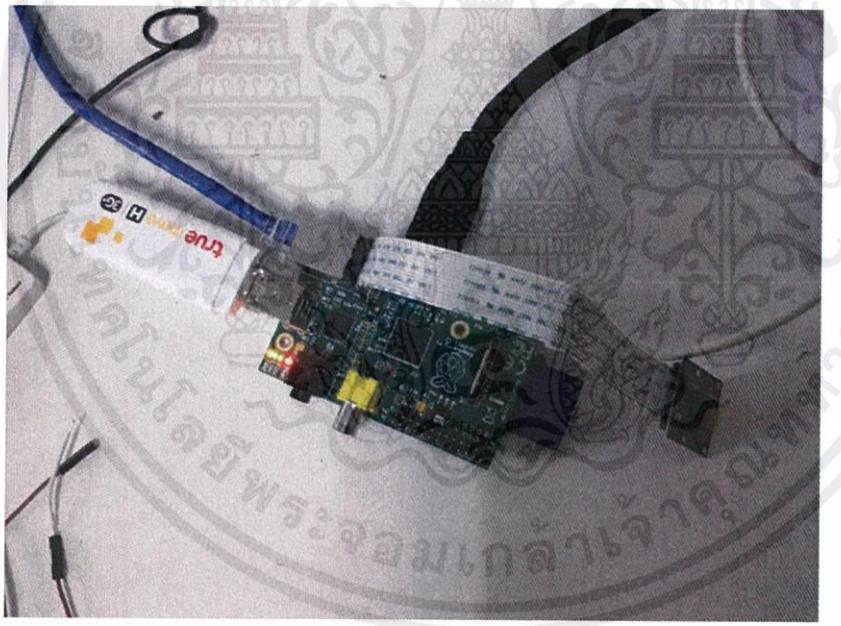
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) กด CTRL + X เพื่อบันทึก แล้วกด Y ตามด้วย Enter




**รูปที่ 2.35** หน้าต่างแสดงกด CTRL + X เพื่อบันทึก แล้วกด Y ตามด้วย Enter

## 2.2 การติดตั้ง Raspberry Pi กับ USB Air Card



**รูปที่ 2.36** การเชื่อมต่อ Raspberry pi กับ USB Air Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.1 ติดตั้งโปรแกรม gammu และส่วนเสริมที่จำเป็น ให้เรียกใช้โปรแกรม Terminal แล้วพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ เครื่อง Raspberry Pi จะต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต**

sudo apt-get install gammu usb-modeswitch python-gammu

- ลองเสียบ SIM ในโทรศัพท์มือถือทั่วไปและทดลองดูว่าสามารถรับส่งข้อความได้หรือไม่ เมื่อแน่ใจว่า SIM ใช้งานได้ ก็ให้ย้ายไปใส่ใน AirCard แล้วเสียบ AirCard เข้ากับช่อง USB ของ Raspberry Pi

- ตรวจสอบว่า Raspberry Pi มองเห็น AirCard หรือไม่โดยใช้คำสั่ง Lsusb

```
pi@raspberrypi ~ $ lsusb
Bus 001 Device 002: ID 0424:9512 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 004: ID 05e3:0608 Genesys Logic, Inc. USB-2.0 4-Port HUB
Bus 001 Device 005: ID 15d9:0a4f Trust International B.V.
Bus 001 Device 008: ID 19d2:0117 ZTE WCDMA Technologies MSM
Bus 001 Device 007: ID 0461:0010 Primax Electronics, Ltd HP Keyboard
```

**รูปที่ 2.37** แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่เชื่อต่อ port ต่างๆ

**2.2.2 ตั้งค่าโปรแกรม usb-modeswitch เพื่อให้สามารถมองเห็น AirCard ได้**

โปรแกรมนี้ทำหน้าที่เปลี่ยนโหมดของอุปกรณ์ USB ที่มีหลากอุปกรณ์ในตัว และตั้งค่าเลือกอุปกรณ์ตัวที่เราต้องการใช้ การจะเลือกอุปกรณ์ จะต้องรู้รหัส Vendor ID กับ Product ID ซึ่งรหัสนี้จะต่างกันไปแล้วแต่ยี่ห้อและรุ่นของ AirCard ที่ใช้ ดังนั้นจะต้องไปค้นข้อมูลนี้จาก internet มาเองให้ตรงรุ่น แล้วนำค่านี้ไปเขียนต่อท้ายในไฟล์ /etc/usb_modeswitch.conf

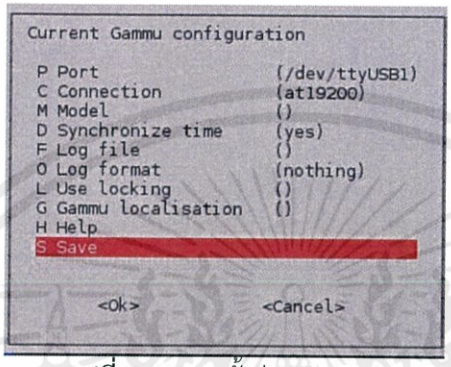
```
pi@raspberrypi ~ $ dmesg | grep ttyUSB*
[   13.939934] usb 1-1.3.2: GSM modem (1-port) converter now attached to ttyUSB0
[   13.973433] usb 1-1.3.2: GSM modem (1-port) converter now attached to ttyUSB1
[   14.027622] usb 1-1.3.2: GSM modem (1-port) converter now attached to ttyUSB2
pi@raspberrypi ~ $ sudo gammu-config
Parsing current Gammu configuration form "/root/.gammurc"
save
```

**รูปที่ 2.38** แสดงการเชื่อมต่อ USB สำหรับ port ที่เชื่อมต่อกับ AirCard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 Configuration AirCard

เมื่อเราสามารถมองเห็นพอร์ตของ AirCard ได้หลังจากนั้นเราจะทำการตั้งค่าอุปกรณ์ โดยใช้คำสั่ง sudo gammu-config ซึ่งจะแสดงหน้าต่างเพื่อเราจะได้ทำการตั้งค่าตัว AirCard ได้ ดังนี้




**รูปที่ 2.39** การตั้งค่า Air Card

### 2.2.4 การแจ้งเตือนโดยส่ง SMS

เมื่อติดตั้งทุกอย่างเสร็จสิ้นแล้ว ต่อไปก็ให้ทดลองส่ง SMS โดยพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ใน Terminal โดยจะกำหนดหมายเลขโทรศัพท์ผู้รับให้ตรงกับโทรศัพท์ที่ใช้ทดสอบด้วย จากนั้นระบบจะส่ง SMS เพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน ซึ่งเบอร์โทรศัพท์ผู้ใช้งาน คือ +66949411901

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo gammu sendsms TEXT +66949411901 -textutf8 "Hello from Raspberry Pi"
If you want break, press Ctrl+C...
Sending SMS 1/1....waiting for network answer..OK, message reference=1
```

**รูปที่ 2.40** คำสั่งเพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน

## 2.3 Image Processing

Image Processing คือ การประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทราบว่าภาพนั้นคือภาพอะไร หรือมีสิ่งที่สนใจอยู่ในภาพหรือไม่ โดยที่ไม่ต้องใช้สายตาของคนมาช่วยตัดสิน การคิด คำนวณนั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีประโยชน์แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นการนำเอาสีแต่ละจุด (Pixel) มาคิด การคิดคำนวณเป็นบริเวณหลายๆ จุดรวมๆ กัน (Area) เช่น การดูลวดลาย (Pattern, Texture) การวิเคราะห์หารูปร่าง (Shape) และการวิเคราะห์แบบอื่นๆ เพื่อหาค่าที่สามารถระบุได้ ว่า ภาพนั้นมีลักษณะอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินได้ว่าสิ่งนั้นเป็นสิ่งที่กำลังค้นหาหรือสนใจอยู่หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานชิ้นนี้ได้นำความรู้เรื่อง Image processing มาใช้ประโยชน์ในด้านการประมวลผล ภาพจากกล้องวีดีโอ ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ตำแหน่งของแต่ละจุดสี (Pixel) ในรูปภาพแต่ละรูปนั้นจะมีการ แบ่งเป็นแถว (row) และคอลัมน์ (column) และในตำแหน่ง x, y ใด ๆ นั้น จะเก็บค่าต่าง ๆ เอาไว้ ได้แก่ ค่าความเข้มของแสง และเวลา ทำให้ต้องใช้กระบวนการจัดการเกี่ยวกับรูปภาพเข้ามาเกี่ยวข้อง

## 2.4 ภาษา Python

ไพธอน (Python) เป็นภาษาโปรแกรมในลักษณะภาษาอินเตอร์พรีเตอร์โปรแกรมมิ่ง ( Interpreted Programming Language) ผู้คิดค้นคือ Gui van Rossumในปี 1990 ซึ่งไพธอนเป็น การจัดการชนิดของตัวแปรแบบแปรผันตามข้อมูลที่บรรจุอยู่ ( Fully dymamically typed )และใช้การจัดการหน่วยความจำเป็นอัตโนมัติ (Automatic memory management )โดยได้เป็นการพัฒนาและผสมผสานของภาษาอื่นๆ ได้แก่ ABC,Modula-3, Icon,ANSI C , Perl, Lisp, Smalltalk และ Tclและภาษาไพธอนยังเป็นแนวคิดที่ทำให้เกิดภาษาใหม่ซึ่งได้แก่ Ruby และ Boo เป็นต้น ไพธอนนั้นพัฒนาเป็นโครงการ Open Source โดยมีการจัดการแบบไม่หวังผลกำไรโดย Python Software Foundation และสามารถหาข้อมูลและตัวแปรภาษาได้จากเว็บไซต์ของไพธอนเองที่http://www.python.org

### 2.4.1 หลักการของภาษา Python

Python เป็นภาษาที่สามารถสร้างงานได้หลากหลายกระบวนทัศน์(Multi-paradigm language) โดยจะมองอะไรที่มากกว่าการ coding เพื่อนำมาใช้งานตามรูปแบบเดิมๆ แต่จะเป็นการนำเอาหลักการของกระบวนทัศน์ (Paradigm) แบบ Object-oriented programming, Structured programming, Functional programming และ Aspect-oriented programming นำเอามาใช้ทั้งแบบเดียวๆ และนำมาใช้ร่วมกัน ซึ่งPythonนั้นเป็น

ภาษาที่มีการตรวจสอบชนิดตัวแปรแบบยืดหยุ่น (dynamically type-checked) และใช้ Garbage collection ในการจัดการหน่วยความจำ

### 2.4.2 ข้อเด่นของภาษา Python

1) ง่ายต่อการเรียนรู้ โดยภาษา Python มีโครงสร้างของภาษาไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย ซึ่งโครงสร้างภาษา Python จะคล้ายกับภาษาซีมาก เพราะภาษา Python สร้างขึ้นมาโดยใช้ภาษาซี ทำให้ผู้ที่คุ้นเคยภาษาซี อยู่แล้วใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานภาษา Python ได้ไม่ยาก นอกจากนี้โดยตัวภาษาเองมีความยืดหยุ่นสูงทำให้การจัดการกับงานด้านข้อความและ Text File ได้เป็นอย่างดี

2) ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น เพราะตัวแปรภาษา Python อยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ Python Software Foundation License (PSFL) ซึ่งเป็นของ Python Software Foundation (PSF) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับลิขสิทธิ์แม่แบบอย่าง General Public License (GPL) ของ Free Software Foundation (FSF)

3) ใช้ได้หลายแพลตฟอร์ม ในช่วงแรกภาษา Python ถูกออกแบบใช้งานกับระบบ Unix อยู่ก็จริง แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาตัวแปลภาษา Python ให้สามารถใช้กับระบบปฏิบัติการอื่นๆ อาทิเช่น Linux Platform , Windows Platform, OS/2, Amiga , Mac OS X และรวมไปถึงระบบปฏิบัติการที่NET Framework, Java virtual machine ทำงานได้ ซึ่งใน Nokia Series 60 ก็สามารถทำงานได้เช่นกัน

4) ภาษา Python ถูกสร้างขึ้นโดยได้รวบรวมเอาส่วนดีของภาษาต่างๆเข้ามาไว้ด้วยกัน อาทิเช่น ภาษา ABC,Modula-3,Icon,ANSI C, Perl, Lisp, Smalltalk และ Tcl

5) Python สามารถรวมการพัฒนาของระบบเข้ากับ COM, .NET และ CORBA objects

6) สำหรับ Java libraries แล้วสามารถใช้ Jythonเพื่อทำการพัฒนาซอฟต์แวร์จากภาษา Python สำหรับ Java Virtual Machine

7) สำหรับ .NET Platform แล้วสามารถใช้ IronPythonซึ่งเป็นการพัฒนาของ Microsoft เพื่อจะทำให้ Python นั้นสามารถทำงานได้บน .Net Framework ซึ่งใช้ชื่อว่า Python for .NET

8) Python นั้นสนับสนุน Internet Communications Engin (ICE) และการรวมกันของเทคโนโลยีอื่นๆ อีกมากมายในอนาคต

9) บางครั้งนักพัฒนาอาจจะพบว่า Python ไม่สามารถทำงานบางอย่างได้ แต่นักพัฒนาต้องการให้มันทำงานได้ ก็สามารถพัฒนาเพิ่มได้ในรูปแบบของ extension modules ซึ่งอยู่ในรูปแบบของโค้ด C หรือ C++ หรือใช้ SWIG หรือ Broost.Python

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) ภาษา Python เป็นสามารถพัฒนาเป็นภาษาประเภท Server side Script คือการทำงานของภาษา Python จะทำงานด้านฝั่ง Server แล้วส่งผลลัพธ์กลับมายัง Client ทำให้มีความปลอดภัยสูง และยังใช้ภาษา Python นำมาพัฒนาเว็บเซอร์วิสได้อีกด้วย

11) ใช้พัฒนาระบบบริหารการสร้างเว็บไซต์สำเร็จรูปที่เรียกว่า Content Management System (CMS) ซึ่ง CMS ที่มีชื่อเสียงมาก และเบื้องหลังทำงานด้วย Python คือ Plone

### 2.4.3 Category และ Application Domain

ภาษา Python นั้น จัดอยู่ใน Category ภาษาที่สามารถสร้างงานได้หลากหลายกระบวนทัศน์ (Muti-paradigm language) โดยรองรับทั้ง Object-oriented programming, Imperative, Functional programming และLogic programming ซึ่ง Python สามารถนำไปพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ได้มากมาย ได้แก่

1) Web และ Internet Development

Python นั้นมีการสนับสนุนในด้านของ Web Development ในโซลูชันระดับสูงด้วย Zope, mega frameworks อย่าง Djangoและ TurboGearsและรวมไปถึง Content Management Systems ขั้นสูงอย่าง Ploneและ CPS จึงทำให้ Python นั้นเป็น Common Gateway Interface (CGI) ระดับสูงที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดตัวหนึ่งในตลาด

2) Database Access

Python นั้นสนับสนุนการเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลของผู้ผลิตฐานข้อมูลต่างๆมากมาย โดยผ่านทาง ODBC Interface และ Database Connection Interface อื่นๆ ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับ MySQL, Oracle, MS SOL Server, PostgreSQL, SybODBCอื่นๆ ที่จะมีมาเพิ่มเติมอีกในอนาคต

3) Desktop GUIs

เมื่อ Python ได้ติดตั้งลงบนเครื่องของคุณแล้ว จะมี Tk GUI development library ซึ่งเป็น libraries ที่มีความสามารถเทียบเท่า Microsoft Foundation Classes (MFC) ซึ่งคล้ายๆ กับ win32(extensions),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

wxWidgets, GTK, Qt, Delphi และอื่น ๆ ทำให้สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ต่างๆ แบบ Graphic user interface ได้

4) Scientific และ Numeric computation

Python รองรับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในเรื่องของทฤษฎีการคำนวณ Bioinformatics และ Physics เป็นต้น

5) Education

Python นั้นเป็นภาษาที่เหมาะกับการเรียนการสอนในวิชา programming อย่างมาก โดยสามารถนำไปใช้ในระดับเบื้องต้นถึงระดับสูง ซึ่ง Python Software Foundation นั้นได้มีหลักสูตรสำหรับการเรียนการสอนในด้านนี้อยู่แล้ว ซึ่งสามารถนำเอา pyBiblioและSoftware Carpentry Course มาเรียนเพื่อเสริมความรู้ได้

6) Network programming

เป็นการเพิ่มความามารถจาก Web และ Internet Devalopement Python นั้นสนับสนุนในการเขียนโปรแกรมในระดับต่ำในด้านของ network programming ที่ง่ายต่อการพัฒนา sockets และ รวมไปถึงการทำงานร่วมกับ mudulesอย่าง Twisted และ Framework สำหรับ Asyncronous network programming

7) Software build และ Testing

Python นั้นสนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีการควบคุมการพัฒนาและจัดการระบบทดสอบต่างๆ โดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมใน Python เอง ซึ่งตัว Python นั้นได้มาพร้อมกับ

7.1 Sconsสำหรับ build โปรแกรม

7.2 Buildbotและ Apache Gump ที่ใช้สำหรับงาน Automated continuous compliationและ Testing

7.3 Roundup หรือ Tracสำหรับ bug tracking และ project management

8) Game และ 3D Graphics Rendering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Python นั้นได้ถูกใช้ในตลาดพัฒนาเกมส์ทั้งเชิงธุรกิจและสมัครเล่น โดยมีการสร้าง Framework สำหรับพัฒนา Game บน Python ซึ่งชื่อว่า PyGameและ PyKyraยังรวมไปถึงการทำ 3D Graphics Rendering ที่ Python มี libraries ทางด้านงานนี้อยู่มากมาย

## 2.5 OpenCV (Open Source Computer Vision Library)

Open CV เป็นไลบรารี่สำหรับใช้งานเรื่องการประมวลผลภาพ (Image Processing) ซึ่งบาง ความสามารถของ Open CV สามารถทำภาพเบลอ หา threshold หา Histogram ของภาพได้ แต่ความสามารถโดยส่วนใหญ่แล้วจะทำการค้นหาขอบของภาพ การตรวจสอบการเคลื่อนไหว และการทำ Image segmentation นอกจากนี้ Open CV สามารถจัดการกับข้อมูลแบบวิดีโอได้ด้วยเนื่องจาก Open CV เป็น ชุดคำสั่งที่ไม่ได้เป็นตัวโปรแกรม เมื่อต้องการเรียกใช้งานจึงต้องเขียนโปรแกรมเพื่อเรียกชุดคำสั่งเหล่านั้น ซึ่งภาษาที่นิยมเขียนคือภาษา C, C++ และภาษา Python ซึ่ง Open CV จะประกอบด้วยสอง ส่วน คือ data structure ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆ อาทิ เช่น รูปภาพ เมตริกซ์ และพิกัด สำหรับอีกส่วนคือ algorithm ซึ่งจะใช้ในการประมวลผลต่าง ๆ โดยเฉพาะการประมวลทางรูปภาพ สำหรับใน Open CV จะประกอบด้วยไลบรารีอยู่ 4 ส่วน ได้แก่ CXCORE เป็นฟังก์ชันเบื้องต้นที่ใช้จัดการเกี่ยวกับจุด ขนาด อาเรย์ (Array) หน่วยความจำ คำสั่งในการ วาดภาพ การประกาศตัวแปรภาพ เป็นต้น ตัวอย่างคำสั่งในการประกาศรูปภาพ คือ IplImage , Cv Mat , Cv MatND CV ใช้ในการประมวลผลและการวิเคราะห์รูปภาพ ฟังก์ชันส่วนใหญ่จะทำงานกับพิกเซลที่เป็นอาเรย์ 2 มิติ หรือที่เราเรียกว่าภาพนั่นเอง เช่น การหาขอบหรือมุม การทำฮิสโตแกรม (Histogram) และการทำออพติคอลโฟลว์ (Optical Flow) เป็นต้น

## 2.6 ภาพและความหมายของพิกเซล

**2.6.1 พิกเซล (Pixel)** คือความเข้มข้นของแสงที่ทำให้เกิดภาพ ภาพๆ หนึ่งจะปรดกอบด้วยพิกเซลมากมาย ซึ่งภาพแต่ล่ะภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของพิกเซลแตกต่างกัน ซึ่งความหนาแน่นนี้เป็นตัวบ่งบอกถึงความละเอียด (Resolution) ของภาพซึ่งมีหน่วยเป็น ppi (Pixel per Inch) คือจำนวนพิกเซลต่อนิ้วซึ่งโดยทั่วไปภาพที่มีความละเอียดสูงหรือภาพที่มีคุณภาพที่ดี จะมีความละเอียด 300 x 300 ppi ขึ้นไป ค่า ppi ยิ่งสูงขึ้น ทั้งภาพจะมีความละเอียดและความคมชัดมากขึ้น

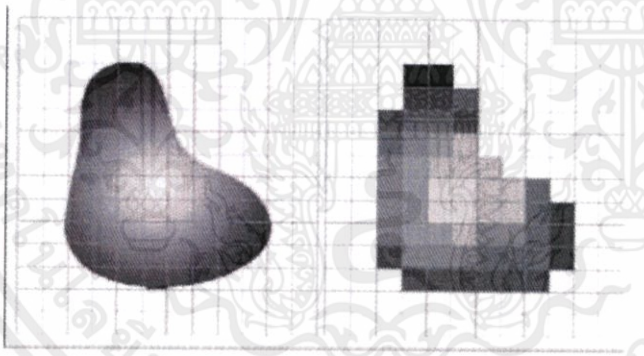
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การประมาณผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

### 2.7.1 การแทนภาพด้วยภาพแบบดิจิตอลภาพแบบดิจิตอล (Digital Image)

เป็นภาพที่ ถูกแปลงมาจากอนาลอก ให้อยู่ในรูปของตัวเลขโดยภาพอนาลอกถูกบ่างเป็นพื้นที่สี่เหลียมเล็ก ๆ ที่เรียกว่าพิกเซล ในแต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งด้วยคู่โคออติเนต x,y และค่าระดับความเข้ม ของแสงของพิกเซลนั้นๆ โดยเราสามารถแปลงภาพเป็นแบบดิจิตอลโดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

เมื่อเรานำสัญญาณอนาลอกที่ต้องการประมวลผลผ่านส่วนที่เรียกว่าดิจิไทเซอร์ (Digitizer) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นทำ การควอนไตซ์ (Quantizing) เพื่อแปลงค่าความเข้มของแสงให้เป็นตัวเลข ฟังก์ชั่นของภาพ f(x,y) จะถูกทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบของภาพซึ่งเรียกว่าการสุ่มภาพ (Image Sampling) ของฟังก์ชั่นที่ได้เรียกว่า การควอนไตซ์ ระดับความเข้มของแสง ( Greasy Level Quantization ) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอลดังภาพที่ 2.34



**รูปที่ 2.41** การทำ Sampling และ Quantization

### 2.7.2 ลักษณะการจัดเก็บมูลภาพแบบดิจิตอล

โดยทั่วไปแล้วภาพจะมีความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป แต่ที่นิยมใช้กันมาก คือ ค่าระดับ ความเข้มของพิกเซลที่เท่ากับ256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของพิกเซลอยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้เนื้อ ที่ในการเก็บข้อมูลขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิต สำหรับข้อมูล 1 พิกเซล (256) ในกรณีที่ต้องการภาพที่ มีความเข้มสูงอาจจะต้องการจำนวนบิตสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต คืออาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิตโดยจะแยกความแตกต่างของภาพแต่ละประเภทให้เห็นอย่างชัดเจนได้ดังนี้

2.7.2.1 ภาพ 2 ระดับ คือ มีพิกเซลสีขาวกับสีดำเท่านั้น โดยแต่ละพิกเซลจะมีขนาดของ ข้อมูลเท่ากับ 1 บิต

2.7.2.2 ภาพ 16 ระดับ คือ ในแต่ละพิกเซลจะมีขนาดข้องข้อมูล 8 บิต ซึ่งสามารถแสดง ภาพได้ความเข้มถึง 256 ระดับ

2.7.2.3 ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละพิกเซลจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถ แสดงภาพได้ความเข้มถึง 256 ระดับ

2.7.2.4 ภาพทรูคัลเลอร์ (True Color) คือในแต่ละพิกเซลจะมีขนาดของข้อมูล 24 บิต ทำให้สามารถแสดงภาพออกมาได้เฉพาะภาพสีเท่านั้นไม่สามารถแสดงเป็นภาพขาวดำได้

โดยวิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้วัตถุในภาพได้นั้นแบ่งออกได้เป็นสองระดับด้วยกันคือ การประมาณผลภาพในระดับต่ำ (Low-Level Image) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-Level Image Processing) การประมาณผลภาพใน ระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมดเพื่อหาตัวแปรต่าง ๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลภาพระดับสูงต่อไปโดยทั่วไปแล้ว การประมวลผลภาพระดับต่ำจะประกอบด้วย การประมวลผลภาพก่อน (Preprocessing) เช่น การกำจัดสัญญาณรบกวน หรือการทำให้ภาพคอมชัดการหาของภาพเป็นต้น

การประมวลผลระดับสูงเป็นการนำผลลัพธ์ หรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพ ระดับต่ำมาตีความหรือประมวลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้ สำหรับความ แตกต่างของการประมวลผลภาพ ทั้ง 2 ประเภทนั้นคือ การประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่า ความสว่างของจุดภาพ (พิกเซล) ส่วนการประมาภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผล จะถูกแสดงในรูปสัญลักษณ์ ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพเช่น ขนาดของวัตถุรูปร่าง และความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 การสร้างภาพไบนารี

การสร้างภาพไบนารีสามารถสร้างได้โดยใช้เทคนิคเทรชโฮล (Thrseholding Technique) โดยพิจารณาว่าพิกเซลเป็นสีขาวหรือสีดำ กระทำโดยการเปรียบเทียบค่าของพิกเซลเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่า ค่าเทรชโฮล เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีข้อมูลภาพมีลักษณะที่ต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของพิกเซลของค่าใดๆ ที่มีค่า ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 (จุดดำ) และพิกเซลของภาพที่มีน้อยมากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกเปลี่ยนเป็น 1 (จุดขาว) เป็นต้น

ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัด สิ่งที่สำคัญที่สุดคือค่าเทรชโฮล เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโฮลที่มีค่าน้อย เกินไปหรือมากเกินไป) ภาพที่ได้อาจจะสว่างน้อยเกิดไป หรือสว่างมากเกินไป หรือภาพที่ได้มี สิ่งรบกวน(Noise) เกิดขึ้นอันเป็นผลทำให้ภาพที่ได้ไม่สวยงามเท่าที่ควรดังนั้นปัญหาของการ สร้างภาพไบนารี่ ซึ่งมีวิธีคำนวณหาค่าเทรชโฮลโดยกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value) ซึ่งแต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

### 2.8.1 การหาค่าเทรชโฮลโดยกำหนดค่าล่วงหน้า

เป็นการกำหนดค่าเทรชโฮลโดยการ กำหนดเองจากผู้ใช้ ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้คนนั้น ๆ โดยการเลือก ค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ค่าเทรชโฮล โดยค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่างและค่าสูงสุดของระดับความเข้มแสงของภาพ เช่นภาพอินพุทมีระดับความเข้มแสง 256 ระดับ จะมี ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 เมื่อเลือกค่าเทรชโฮลได้แล้วสามารถสร้างภาพไบนารีได้

### 2.8.2 การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง

เป็นการหาเทรชโฮลที่แตกต่างจาการหาค่าเทรช โฮลวิธีแรก สำหรับวิธีการนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าเทรชโฮลโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยการหาค่าเทรชโฮลนี้ใช้วิธีทางสถิติในเรื่องการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) ค่า เทรชโฮลที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของภาพ เมื่อการคำนวณค่าเทรชโฮลได้แล้วก็ สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโฮลที่ได้มาใช้

## 2.9 แบบจำลองสี (Colour Model)

แบบจำลองสี (Color Model) เป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงถึงสีต่าง ๆ สำหรับคอมพิวเตอร์แล้วเรา จะไม่ใช้แบบจำลองที่เป็น Analytical Model เหมือนกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้วิธีการวัด ซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานช่วงของสเปคตรัม (Spectrum) แต่จะเป็น Empirical Model ที่ได้รับ สัมพันธ์ของค่าที่ใช้อ้างอิงกับสีใด ๆ จากการทดลองที่เป็นการศึกษาแบบ Psychophysical ที่มี การรับรู้ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง แบบจำลองสีมีหลายแบบด้วยกัน เช่น แบบจำลองสี RGB แบบจำลองสี CMY แบบจำลองสี CMYK แบบจำลองสี HSV แบบจำลองสี HIS แบบจำลองสี HLS แบบจำลองสี YIQ และแบบจำลองสี YUV แบบจำลอง Ycb CR เป็นต้น

### 2.9.1 แบบจำลองสี RGB (RGB Color Model)

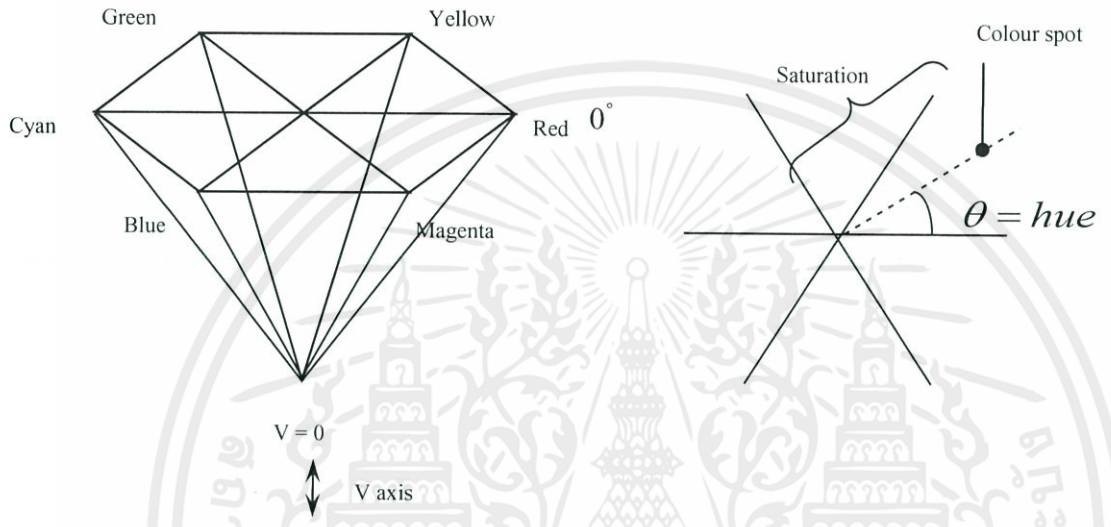
เป็นแบบจำลองที่เฉพาะเจาะจงกับ จอภาพคอมพิวเตอร์ เนื่องจาก RGB Model ได้ทำการสร้างสีต่าง ๆ ขึ้นโดยการใช้แหล่งกำเนิด แสดงจำนวนสามสี ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ที่เกิดจากการเรื่อง แสงที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามลำดับ ซึ่งแสงทั้งสามสีจะไม่เท่ากันในแต่และอุปกรณ์ นอก เสียจากว่ามีคุณสมบัติของสารเรืองแสงและการตั้งค่าจอภาพ และสภาพแวดล้อมที่จอภาพ คอมพิวเตอร์เหมือนกันทุกประการ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป

### 2.9.2 ระบบสี HSV

HSV เป็นระบบสีที่อาศัยหลักการใช้ Hue Saturation และ Value และ Hue คือค่าสีหลักทั้งสามสี ได้แก่ ค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 ถ้าเกิดค่า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนให้เป็นสีแดง และเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนไปตามความถี่สเปกตรัมของสีจนถึง 256 แล้วจะกลับมาเป็นสีแดงเช่นเดิมอีกครั้ง และสามารถแทนให้อยู่ในรูปองศาได้ คือ สีแดง มีค่าเท่ากับ 0 องศา สีเขียว มีค่าเท่ากับ 120 องศา และสีน้ำเงิน มีค่าเท่ากับ 240 องศา Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ซึ่ง RGB เป็นระบบสีที่อาศัยหลักการการรวมแม่สีของแสงเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วยแสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีเขียว เมื่อนำมาฉายรวมกันจะทำให้เกิดสีใหม่ อีก 3 สีคือสีแดงมาเจนต้า สีฟ้าไซแอน และสีเหลือง เมื่อถ้าฉายแสงสีทั้งหมดรวมกันจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงสีขาว ในระบบ HLS จะมีแกนเป็น ค่าสี (Hue) ความสว่าง (Lightness) และค่าความบริสุทธิ์ (Saturation) ได้สมการดังนี้




**รูปที่ 2.42** แสดงระบบสี HSV

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสี(ค่าสี)มีค่าเป็นไปตามสี่ที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสี ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 นั่นหมายความว่า สีที่ได้จะเป็นสีขาว แต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 หมายความว่า ไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่

$$Saturation = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)}$$

Value คือความสว่างของสีซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกัน สามารถคำนวณได้จาก

$$Value = \max(red, green, blue)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction)

การแยกลักษณะเฉพาะของภาพเป็นการแยกหรือนำข้อมูลที่สำคัญของภาพออกมา ซึ่งลักษณะเฉพาะของภาพเป็นคุณสมบัติที่สามารถหาได้โดยใช้ขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยที่ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพประกอบด้วย 3 ส่วนคือสีรูปร่างและพื้นที่ผิว

สี (Color) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่มีบทบาทสำคัญในระบบค้นคืนภาพเช่นฮิสโตแกรมสีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสีที่ถูกนำมาใช้บ่อยๆเนื่องจากสีเป็นสิ่งที่สามารถมองเห็นได้ง่าย และเป็นสิ่งแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้จากการมองภาพนอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการแยกแยะ กลุ่มของภาพออกตามเนื้อหาได้เป็นอย่างดี เช่นสีฟ้าของน้ำทะเลสีแดงของดอกไม้สีเขียวของ ต้นไม้เป็นต้น

รูปร่าง (Shape) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่ใช้อธิบายถึงรูปร่างและลักษณะรวมถึง ขนาดของวัตถุภายในภาพซึ่งทำให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังหรือแยกแยะระหว่างวัตถุที่มี รูปร่างแตกต่างกันออกจากกันได้

พื้นผิว (Texture) เป็นลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายความหยาบความละเอียดหรือความ ซับซ้อนของวัตถุภายในภาพซึ่งแต่ละภาพอาจจะประกอบด้วยวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่าง กนออกไปการวิเคราะห์พื้นที่ผิวจะช่วยให้สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุได้ดียิ่งขึ้นการค้น คืนภาพที่ใช้พื้นที่ผิวเป็นลักษณะเฉพาะของภาพส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการค้นหาภาพจากกลุ่ม ภาพพื้นผิวเช่นชุดภาพพื้นผิวของหินชุดภาพพื้นผิวของใบไม้เป็นต้น

## 2.11 การสร้างดัชนีภาพ (Image Indexing)

การสร้างดัชนีภาพมีด้วยกันหลากหลายวิธีซึ่งในที่นี้มีวิธีการนิยมและได้การ ยอมรับมา 4 วิธี คือ

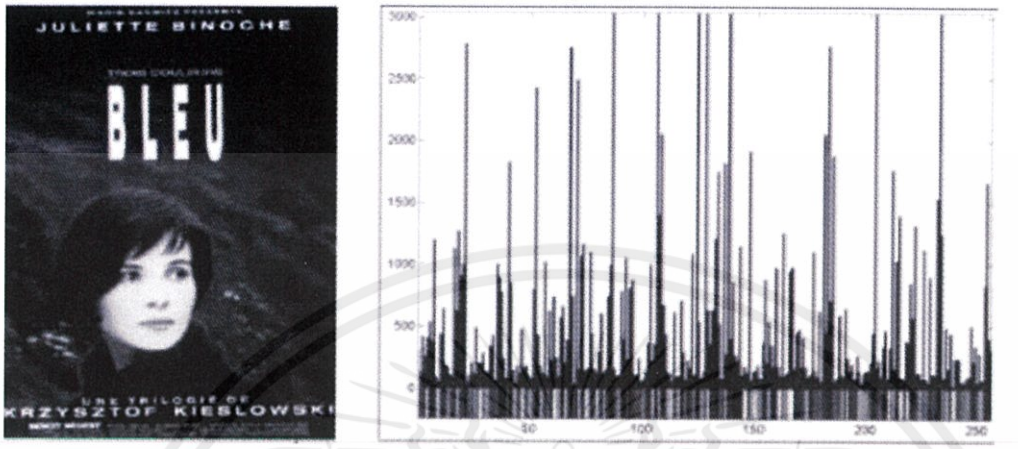
### 2.11.1 ฮิสโตแกรมสี

ฮิสโตแกรมสีเป็นกราฟแสดงความถี่หรือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสีแต่ละค่าโดยแกน นอนแทนระดับค่าสีต่างๆ ส่วนแกนตั้งแทนจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสีนั้นๆเป็นลักษณะเฉพาะของ

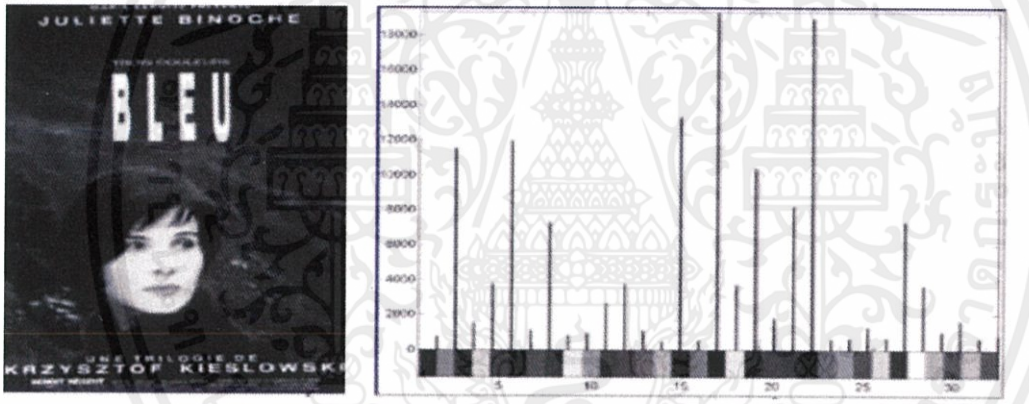
ภาพในลักษณะของการวัดการแจกแจงของสีในภาพซึ่งสามารถพิจารณาได้จากภาพตัวอย่างที่ 2-6 และ 2-7

สำหรับภาพสี RGB ขนาด 24 บิตต่อจุดภาพแต่ละ Channel คือ แดง เขียวและน้ำเงิน นั้นจะมีค่าความสว่าง 8 บิตหรือ 256 ระดับโดยมีค่าตั้งแต่ 0-255 ดังนั้นจุดภาพแต่ละจุดจึง สามารถแสดงสีได้มากถึง 16.7 ล้านสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.43** ตัวอย่างภาพและ ฮิสโตแกรมของภาพที่มี 256 กลุ่มสี




**รูปที่ 2.44** ตัวอย่างภาพและ ฮิสโตแกรมของภาพที่มี 32 กลุ่มสี

ในการคำนวณค่าฮิสโตแกรมสีภาพแต่ละภาพจะถูกควอนไทซ์สีภายในภาพเพื่อลดมิติ ของเวกเตอร์และลดความซับซ้อนในการคำนวณลงโดยการแบ่งกลุ่มสีออกเป็น m ถังสี (Bins) ซึ่ง ส่วนใหญ่นิยมใช้ 32, 64 หรือ 256 ถังสีเนื่องจากการแยกแยะความแตกต่างของระดับค่าสีของ สายตามนุษย์มีความละเอียดไม่มากนักกำหนดให้ภาพ I มีขนาดn1× n2จุดภาพและ HCi แทน จำนวนจุดภาพที่มีสี ci ของภาพ I ดังนั้นสามารถคำนวณฮิสโตแกรมสีได้ดังสมการที่ 2-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$h_{c_i}(I) = \frac{H_{c_i}}{n_1 \times n_2} \quad (2.1)$$

โดยที่ $h_c(I)$ คือฮิสโตแกรมของสี

$C_i$ ของภาพ I M คือจำนวนสีภายในภาพหลังการควอนไทซ์สี

$N_1$ คือความกว้างของภาพ

$N_2$ คือความยาวของภาพ

การหารด้วย n1× n2 หรือจำนวนจุดภาพทั้งหมดภายในภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ค่า ฮิสโตแกรมสีเป็นบรรทัดฐานและเพื่อให้สามารถนำฮิสโตแกรมสีของภาพซึ่งมีขนาดแตกต่างกันมา เปรียบเทียบกันได้

ดังนั้นจะได้เวกเตอร์แทนฮิสโตแกรมสีของภาพ I ดังสมการที่ 2-2

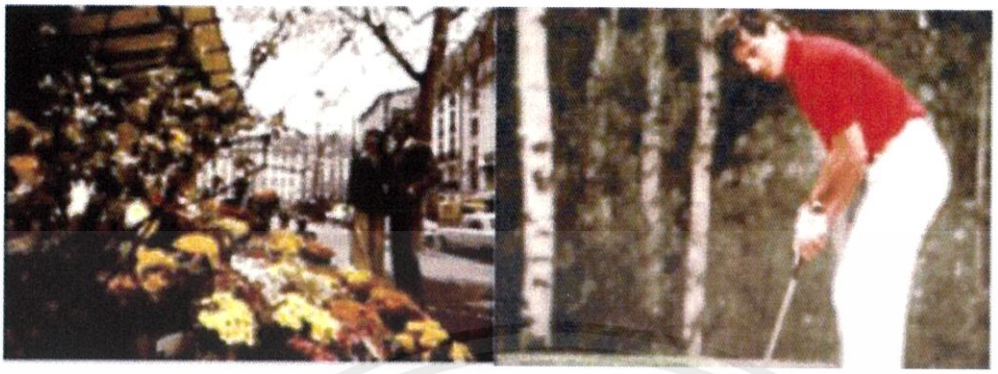
$$H(I) = (h_{c_1}, h_{c_2}, ...., h_{c_m}) \quad (2.2)$$

ฮิสโตแกรมสีเป็นลักษณะเฉพาะทางสีของภาพที่นิยมนำมาใช้ในระบบการค้นคืนภาพ ส่วนใหญ่เนื่องจากสามารถคำนวณได้ง่ายและรวดเร็วแต่มีข้อเสียคือมีเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับการ กระจายของสีภายในภาพเท่านั้นไม่มีข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial Information)

### 2.11.2 Color Coherence Vector (CCV)

การกำหนดการเชื่อมติดกนัของสี (Color Coherence) ในลักษณะที่เป็นระดับซึ่งจุดภาพ ของสีนั้น เป็นสมาชิกของบริเวณขนาดใหญ่ที่มีสีเหมือนกันเรียกบริเวณสำคัญที่บริเวณที่เชื่อม ติดกัน (Coherent Regions) มีความสำคัญในการแสดงลักษณะเฉพาะของภาพตัวอย่างเช่น ภาพ 2 ภาพดังแสดงในรูปที่ 2.7 มีค่าฮิสโตแกรมของสีเหมือนกันทั้งๆ ที่ภาพทั้งสองมีลักษณะที่แตกต่างกันจะเห็นว่ามีสีแดงปรากฏอยู่ทั้ง 2 ภาพในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ภาพทางด้านซ้ายมี จุดภาพที่เป็นสีแดง (จากดอกไม้) กระจายอยู่อย่างกว้างๆ แต่ในขณะที่ภาพทางด้านขว ามีจุดภาพ ที่เป็นสีแดง (จากเสื้อของนนักกอล์ฟ) รวมกลุ่มอยู่ด้วยกันจากปัญหาดังกล่าว Pass และ Zabih จึง ได้คิดค้นลักษณะเฉพาะของภาพรูปแบบใหม่ขึ้นมาคือ Color Coherence Vector หรือ CCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่** 2.45 ตัวอย่างภาพที่มีฮิสโตแกรมเหมือนกัน

CCV คือฮิสโตแกรมสีที่มีการปรับปรุงโดยการเพิ่มเติมข้อมูลเชิงตำแหน่งเข้ามาหลักการ ของ CCV ก็คือการแยกกลุ่มจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มคือจุดภาพที่เชื่อมติดกัน (Coherent Pixel) และจุดภาพที่ไม่เชื่อมติดกัน (Incoherent Pixel) โดยจุดภาพใดๆ จะเป็นจุดภาพที่เชื่อมติดกันก็ ต่อเมื่อองค์ประกอบที่เชื่อมติดกัน(Connected Component) ของจุดภาพนั้นมีค่ามากกว่าค่าคงที่ ค่าหนึ่ง ( ) ที่ได้กำหนดไว้ซึ่งในงานวิจัยของ Pass และ Zabih กำหนดให้มีค่าโดยประมาณ เท่ากับ 1% ของจำนวนจุดภาพทั้งหมดภายในภาพส่วนจุดภาพที่เหลือก็จะเป็นจุดภาพที่ไม่เชื่อม ติดกัน CCV เป็นการน าเสนอการแยกกลุ่มสำหรับแต่ละสีในภาพเพื่อกำจัดจุดภาพที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบสำคัญของภาพทิ้งไปโดยที่ CCV สามารถแยกจุดภาพที่เชื่อมติดกันออกจากจุดภาพ ที่ไม่เชื่อมติดกันและป้องกันการจับคู่ที่ผิดพลาดซึ่งสิ่งที่เป็นลักษณะเด่นที่ฮิสโตแกรมสีไม่สามารถ ทำได้

CCV ของภาพใดๆคือฮิสโตแกรมสีของจุดภาพในกลุ่มจุดภาพที่เชื่อมติดกันของภาพนั้น กำหนดให้ H ccv (I) คือเวกเตอร์ขนาด m มิติแทน CCV ของภาพ I ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2-3

$$H_{ccv}(I) = \langle (\alpha_1, \beta_1), ((\alpha_2, \beta_2), ...., (\alpha_m, \beta_m)) \rangle \qquad (2.3)$$

ข้อดีของ CCV เมื่อเปรียบเทียบกับ ฮิสโตแกรมสีคือมีประสิทธิภาพในการค้นคืนภาพ มากกว่าเนื่องจากมีการกำจัดจุดภาพที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบสำคัญของภาพทิ้งไปแต่จะใช้เวลา ในการประมวลผลมากกว่า ฮิสโตแกรมสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.12 การจับคู่

กระบวนการจับคู่ภาพที่เหมือนกัน (Matching) เป็นเหมือนการสื่อสารกันระหว่างภาพ และขั้นตอนการพัฒนาการจับคู่รูปภาพนั้นขึ้นอยู่กับการตอบสนองหลังจากการท า Localization ถ้าหากผู้ใช้แสดงให้เห็นว่าการท localization นั้นไม่ถูกต้อง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นโดยการใช้ คุณสมบัติหรือลักษณะเด่นของภาพทั้งหมดที่มีอยู่สำหรับทำ localization และกำหนดตำแหน่ง โดยผู้ใช้ การเรียนรู้การจับคู่ภาพเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีการสืบทอด คือ การสร้างคลังคำศัพท์ หรือ dictionary และการรวบรวมข้อมูลสำหรับการจำแนกจะเพิ่มมากขึ้นคือจำนวนของคำที่ได้ จากการเรียนรู้จะมีเพิ่มมากขึ้นเพียงเวลาแค่ไม่นาน

การสร้าง Dictionary จะขึ้นอยู่กับการเพิ่มของ nearest neighbor classifier สำหรับคำ หรือคุณสมบัติใหม่ที่ไม่มีอยู่ใน dictionary ถ้าถูกนำเข้ามาในระบบ แล้วมีการจำคู่ภาพและพบว่า มีส่วนที่คล้ายกับข้อมูลอื่นที่อยู่ใน dictionary ในขั้นตอนนกระยะห่างระหว่างคำกับลักษณะ เด่นของภาพอยู่ต่ำกว่า ค่าเกณฑ์ที่กำหนด จะทำให้มีการรู้จำคำนั้นเกิดขึ้น คือระบบสามารถระบุ ได้ว่าภาพรถที่มีการจับคู่เป็นภาพรถยี่ห้อหรือรุ่นไหน แต่ถ้าค่าระยะห่างสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ภาพที่จับคู่กันมีส่วนที่เหมือนกันน้อยอาจไม่ใช่ภาพเดียวกัน) คำหรือชิ้นส่วนของภาพนั้น จะถูก เพิ่มเข้าไปเป็นคุณสมบัติและกำหนดเป็นค่าเริ่มต้นใหม่ของข้อมูลหรือ dictionary และนำไปใช้ ในการ match ภาพในครั้งต่อไปที่มี ภาพแบบนี้เข้ามา

การหาจุดเด่นและการ Matching ภาพนั้นจะต้องใช้เวลานานขึ้นมาก และอาจมี ประสิทธิภาพที่ไม่ดี ดังนั้นภาพที่จะนำมาหาจุดเด่นจึงต้องมีการ ปรับขนาดซึ่งอาจผ่านการ แยกแยะรูปร่างมาก่อนแล้ว จะถูกนำมาแปลงขนาดให้เท่ากับขนาดของ template ที่เก็บไว้ใน database หลังจากนั้นจึงทำหมุนภาพให้มี orientation ที่สอดคล้องกับภาพใน template โดย อ้างอิงจากรูปร่างของรถยนต์เป็นหลัก

## 2.13 SIFT (Scale Invariant Feature Transform)

Scale invariant feature transform หรือ SIFT เป็นอัลกอริทึมหนึ่งในคอมพิวเตอร์วิชัน สำหรับคำนวณหาจุดสนใจ (Key point) ในรูปภาพหนึ่ง ๆ และคำนวณหาคุณลักษณะของ Key point หนึ่งๆ ที่หาได้ SIFT คือการเอาจุดเด่นในรูปที่ไม่ขึ้นอยู่กับสเกล การกำหนดทิศทาง ตำแหน่ง มุมการมอง แสงสว่าง เงา ซึ่งจะทำให้สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบจุดเด่นในรูปอื่น ๆ ได้ ง่ายและถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น อลักอริทึมนี้ถูกคิดค้นโดย David Lowe แห่ง University British Columbia ในปี 1999 กาประยุกต์ใช้งาน SIFT มีหลากหลาย ดังเช่น การรู้จก วัตถุ (Object recognition) การสร้างแผนที่สำหรับนำทางหุ่นยนต์ (Robotic mapping and navigation, image stitching), การสร้างโมเดล 3 มิติของวัตถุหรือทัศนียภาพ (3D modeling of object and scenes ) โดยทั่วไปแล้ว Key point จะหมายถึงจุดพิกเซลในภาพที่มีการ เปลี่ยนแปลงเชิงสองมิติ (Two - Dimensional) ของระดับความสว่าง (Pixel Intensity) รอบๆ Key point นั้นๆ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.14 ส่วนประกอบของอัลกอริทึมในการหา SIFT Key point ในภาพหนึ่ง

ส่วนของการตรวจหา Key point ออกมาจากภาพอินพุต (Key point Detection) ซึ่งใน ส่วนนี้เราจะได้ชุดของพิกัด x, y ของจุดที่จะเป็น Key point ซึ่งจะใช้ในการให้คำอธิบายของ Key point นั้นในขั้นตอนถัดไป ส่วนของการให้คำอธิบายแก่ Key point หนึ่งๆ (Key point Description) ในส่วนนี้ อลักอริทึมจะคำนวณหาเวกเตอร์อธิยาย (Descriptor Vector) ซึ่งคำนวณมาจากค่าความสว่าง ของพิกเซลในอาณาบริเวณรอบๆ Key point เวกเตอร์อธิบายเหล่านี้จ้ะใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อ วัตถุประสงค์ของการรู้จำสัญลักษณ์ (Identity) เมื่อไปปรากฏอยู่ในภาพอื่น

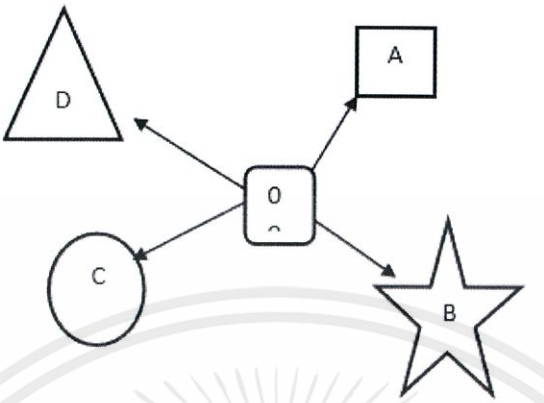
## 2.15 การนำ SIFT ไปประยุกต์ใช้ในการรู้จำวัตถุ

ทำการหา SIFT Key point และ Descriptor Vector จากภาพต้นแบบของวัตถุ (Template Image) ขั้นตอนนี้โดยทั่ว ไปนิยมเรียกว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Phase) จากขั้นตอนการทำ SIFT Key point เมื่อเราต้องการจะรู้จำวัตถุที่ปรากฏอยู่ในภาพอินพุตหนึ่ง ๆ ที่ไม่ ใช้ต้นแบบ เราสามารถทำได้โดยหา Key point ในภาพอินพุตนั้นๆ ไปเปรียบเทียบ Key point หนึ่ง ๆ ใน โมเดลของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบจะใช้การคำนวณหา Euclidean Distance ระหว่างเวกเตอร์อธิบายที่ประกอบกับ Key point โดยที่ถ้าค่าระยะทางยิ่งน้อยแสดงว่า Key point ทั้งสองที่นำมาเปรียบเทียบกันยิ่งเหมือนกัน จากชุดของการจับคู่ (Matches) ระหว่าง Key point ในภาพอินพุตกับ Key point ของ โมเดลของวัตถุ เราสามารถประยุกต์ใช้ อลักอริทึมที่ใช้ในการพิสูจน์ว่าเป็นวัตถุนั้นจริงได้

## 2.16 Classification

Classifications เป็นขั้นตอนในการจำแนกและตัดสินใจว่าอินพุตที่เข้ามานั้นเป็นภาพรถ ชนิดใด โดยในขั้นตอนนี้มีหลายวิธีการด้วยกัน เช่น การเปรียบเทียบอินพุตกับโครงสร้างของภาพ รถยนต์ในฐานข้อมูล การเปรียบเทียบอินพุตกับกฎเพื่อการตัดสินใจ การใช้โครงข่ายประสาทเทียม การเรียนรู้ของเครื่องจักร การคำนวณเชิงวิวัฒนาการ ในส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการ ทำโปรเจคจะเป็นส่วนของการเรียนรู้ของเครื่องจักร การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) เป็นเทคนิคหรือกระบวนการที่ใช้สำหรับ ปรับแต่งเครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์ให้มีพฤติกรรมเฉพาะตัวที่สนับสนุนการเรียนรู้ โดยจะมี เทคนิคต่างๆ หลายวิธี แต่ที่เทคนิคที่สนใจคือ เทคนิค Nearest Neighbor Classification Nearest Neighbor Classification เป็นการเรียนรู้ประเภท Unsupervised Learning ซึ่ง เป็นการจำแนกหรือจัดกลุ่มที่มีวิธีการไม่ซับซ้อน โดยพิจารณาจากชุดข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับค่าของข้อมูลที่พิจารณามากที่สุด ในที่นี้จะความใกล้เคียงจะหมายถึง ระยะทาง ที่มีค่าน้อยที่สุดระหว่างชุดข้อมูลกับข้อมูลที่พิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.46** แสดงตัวอย่างระยะทางระหว่างชุดข้อมูล

จากรูปที่ 2.46 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลที่มีระยะทางใกล้กับจุดศูนย์กลางมากที่สุด คือ A ซึ่งมี ระยะเป็น 1 ในทฤษฎีของ Nearest Neighbor การจำแนกชุดข้อมูลที่มีระยะห่าง 1 จะเรียกว่า 1NN (One Nearest Neighbor) โดยระยะห่างของข้อมูลนั้นสามารถกำหนดได้ว่าต้องการมาก น้อยเพียงใดด้วยเหตุนี้จึงมีการจำแนกที่เรียกว่า k NN ซึ่ง k แทนด้วยค่าระยะทางระหว่างข้อมูลที่ ต้องการ สำหรับการหาค่าระยะทางจะใช้สมการทางทฤษฎีการวัดค่าของ Euclidean คือ

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (p_i - q_i)^2} \qquad (2.1)$$

สมการทางทฤษฎีการวัดค่าของ Euclidean

## 2.17 Covariance Matrix

Covariance Matrix คือ เมทริกของความแปรปรวนร่วม เอาไว้แทนความเบี่ยงเบนและความเกี่ยวเนื่องกันของหลายตัวแปรคือถ้าทำกับตัวมันเองเพียงตัวเดียว (หนึ่งตัวแปร) ก็จะกลายเป็นแค่กำลังสองของความเบี่ยงเบน ซึ่งการหาเมทริกความแปรปรวนร่วมนี้ เพื่อใช้ในการหา Eigenvector และ Eigenvalue ต่อไปได้ ซึ่งในที่นี้ใช้คำนวณเพื่อหาค่าดัชนีคุณภาพของหน้า

## 2.18 Eigenvalue

Eigenvalue คือ ค่าอัตราส่วนการผันแปรระหว่างกลุ่มต่อการผันแปรภายในกลุ่มใช้วัดความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของสมการว่า สมการที่ได้มีอำนาจในการแบ่งแยกการเป็นสมาชิกของกลุ่มได้ดีเพียงใดนอกจากนี้แล้ว

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Eigenvalue จะใช้ในการคำนวณค่าในกระบวนการรู้จำใบหน้า เพื่อนำค่าที่ คำนวณได้ไปสร้างภาพใหม่ที่มีลักษณะเหมือนภาพต้นแบบ (original) ซึ่งค่าดังกล่าวจะมีผลต่อความ คมชัดของภาพที่ได้ กล่าวได้ว่าการใช้ Eigenvalue ที่มีค่าต่ำจะไม่สามารถสร้างภาพใหม่ที่มีลักษณะ เหมือนภาพต้นแบบได้ ในทางตรงกันข้ามเมื่อใช้ Eigenvalue ที่มีค่าสูงจะสามารถสร้างภาพใหม่ที่มี รายละเอียดของภาพมากพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาความคล้ายคลึงและความแตกต่างของใบหน้าได้และนำไปเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลต่อไป แต่การใช้ค่า Eigenvalue ในการสร้างภาพนั้นจะต้องมี ช่วงของค่า (range) ที่เหมาะสม เพราะการใช้ค่า Eigenvalue ในช่วงที่สูงไปนั้น จะมีการเกิดสัญญาณรบกวน (noise) ขึ้น ทำให้ภาพที่ได้ไม่คมชัด

## 2.19 การจดจำใบหน้าด้วยวิธี Eigenface

Eigenface เป็นอัลกอริธึมหนึ่งที่ใช้ในการรู้จำใบหน้าและการระบุตัวบุคคล ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บน หลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis : PCA) โดยจะแทนภาพ ใบหน้าด้วยสมการเชิงเส้นของเวคเตอร์ที่ตั้งฉากกัน โดยการหา Eigenvector ของเมทริกความ แปรปรวนร่วม (covariance matrix) ของรูปภาพในฐานข้อมูลทั้งหมด โดยนำภาพในฐานข้อมูลแต่ละ ภาพมาเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์ แล้วจึงนำมาหาเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของภาพ ซึ่งภาพใบหน้าที่ต้องการทำเป็นแบบจำลองต้องเป็นระดับเทา (Graylevel) เนื่องจากใช้หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลน้อยกว่าภาพสีทำให้ประหยัดหน่วยความจำ เมื่อเทียบกับการเก็บข้อมูลขอภาพสี ทำให้ภาพระดับ Graylevelใช้เวลาในการประมวลผลที่เร็วกว่าภาพสี จึงต้องทำการแปลภาพที่ใช้เป็นภาพรูปแบบสีเทา โดยอาศัยการทำงานของระบบสี HSV (Hue Saturation Value) ซึ่งเป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value

## 2.20 ขั้นตอนการหา Eigenface

ขั้นตอนที่ 1 แปลภาพแต่ละภาพให้จัดอยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์

ขั้นตอนที่ 2 นำภาพทุกภาพมาจัดให้อยู่ในรูปแบบ metrix จะได้เมทริก Ay ซึ่งหมายถึงข้อมูลภาพที่ I มิติ ที่ j

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nm} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 นำเมทริก Ay มาทำการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละคอลัมน์ ซึ่งก็คือหาค่าเฉลี่ยของทุกๆ ภาพ ใบหน้าในแต่ละมิติ

$$meanj = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} A_{i,j} \quad 1 \le j \le m \tag{2.3}$$

ขั้นตอนที่ 4 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลภาพทุกๆ ภาพในแต่ละมิติ
ขั้นตอนที่ 5 นำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาสร้างเมทริกของความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) เพื่อ ใช้ในการคำนวณหาค่าไอเกนและเวกเตอร์ไอแกนต่อไป

$$S_{j2}, S_{j1} = \sum_{i=1}^{n} C_{i,j1} C_{i,j2} \quad 1 \le j1 \le m \; ; j1 \le j2 \le m \tag{2.4}$$

ขั้นตอนที่ 6 นำเมทริกของความแปรปรวนร่วมที่ได้มาคำนวณค่าไอเกนและเวกเตอร์ไอเกนโดยค่าไอเกน (Eigen Values) และเวกเตอร์ไอเกน (Eigen Vector)
ขั้นตอนที่ 7 ผลลัพธ์จากการคำนวณจะได้ค่าไอเกน ($\lambda$) และเวกเตอร์ไอเกน (e) ซึ่งข้อมูลทั้งสองจะมี ความสมนัย (Correspondence) ซึ่งกันและกัน

ขั้นตอนที่ 8 โดย V = [ v1 v2 v3 ... vn ] เป็น metrixที่แต่ละหลักเป็น Eigenvector ของ S ซึ่ง Eigenvector Vi เป็นฐานหลัก (basis) ของ row space แต่สิ่งที่ต้องการคือ basis ของ column space เนื่องจากภาพที่เรานำมาสร้างเป็นเมทริก A แต่ละภาพ ถูกวางอยู่ในแนว หลัก (column) จึงทำการหาฐานหลักของ column space ของเมทริก A จากสมการ

$$u_j = \frac{1}{\lambda_j} A v_j \tag{2.5}$$

ขั้นตอนที่ 9 เมื่อ $\lambda_j$ คือ Eigenvalue ที่สัมพันธ์กับ Eigenvector vjโดยจะเรียกเวกเตอร์ ujว่าEigenface เนื่องจากหลัก (column) ของเมทริก A ประกอบด้วยเวกเตอร์ของรูปใบหน้า เพราะฉะนั้น *u1,u2,....ur*เป็น orthonomal basis ของ column space ของเมทริก A หรือ ปริภูมิภาพใบหน้า (Face space) ดังนั้น จะได้ว่า

$$A_{i,j} - mean\, j_1 = w_{(i,1)} u_1 + w_{(i,2)} u_2 + \ldots + w_{(i,n)} u_{1n}$$

โดยที่

$$w_{(i,j)} = \langle A_{i,j} - mean\, j, u_j \rangle \tag{2.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 10 จะได้*W(,j i)* เป็นตัวเลขที่เกิดจากภาพในฐานข้อมูลหมายเลขที่ i กับEigenfaceที่ j ทำให้ได้ ว่าAi,j สามารถเขียนแทนด้วยค่าน้ำหนัก

$$\Omega_i = \begin{bmatrix} w_{i,1} \\ w_{i,2} \\ \vdots \\ w_{i,n} \end{bmatrix} \tag{2.7}$$

ขั้นตอนที่ 11 การรู้จำใบหน้าทำได้โดยนำค่าน้ำหนักมาเปรียบเทียบกับค่า Euclidean norm ซึ่ง Euclidean เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบระยะทางระหว่างจุดดังกล่าวกับจุดอื่น ๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล และหาค่าที่น้อยที่สุดถึงจะระบุว่าเป็นบุคคลนั้น

$$\Sigma = \min(\|\Omega_i - \Omega_{test}\|) \tag{2.8}$$

**รูปที่ 2.47** ภาพ Eigenfaces

## 2.21 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) คือ การสร้างคอมพิวเตอร์ที่จำลองเอาวิธีการทำงานของสมองมนุษย์ หรือทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักคิดและจดจำในแนวเดียวกับโครงข่ายประสาทของมนุษย์ เพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์ฟังภาษามนุษย์ได้เข้าใจ อ่านออก และรู้จำได้ ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็น “สมองกล” **โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)** หรือที่มักจะเรียกสั้น ๆ ว่า **โครงข่ายประสาท (Neural**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Networks หรือ Neural Net) เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้ การจดจำรูปแบบ(Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าชีวภาพ (Bioelectric Network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาท หรือ "นิวรอน" (Neurons) และ "จุดประสานประสาท" (Synapses) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยปลายในการรับกระแสประสาท เรียกว่า "เดนไดรท์" (Dendrite) ซึ่งเป็น input และปลายในการส่งกระแสประสาทเรียกว่า "แอคซอน" (Axon) ซึ่งเป็นเหมือน output ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรท์เข้าสู่นิวเคลียสซึ่งจะเป็นตัวตัดสินว่าต้องกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อหรือไม่ ถ้ากระแสประสาทแรงพอ นิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไปผ่านทางแอคซอนของมัน

นักวิจัยส่วนใหญ่ในปัจจุบันเห็นตรงกันว่าโครงข่ายประสาทเทียมมีโครงสร้างแตกต่างจากโครงข่ายในสมอง แต่ก็ยังเหมือนสมอง ในแง่ที่ว่าโครงข่ายประสาทเทียม คือการรวมกลุ่มแบบขนานของหน่วยประมวลผลย่อยๆ และการเชื่อมต่อนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดสติปัญญาของโครงข่าย เมื่อพิจารณาขนาดแล้วสมองมีขนาดใหญ่กว่าโครงข่ายประสาทเทียมอย่างมาก รวมทั้งเซลล์ประสาทยังมีความซับซ้อนกว่าหน่วยย่อยของโครงข่าย อย่างไรก็ดีหน้าที่สำคัญของสมอง เช่น การเรียนรู้ยังคงสามารถถูกจำลองขึ้นอย่างง่ายด้วยโครงข่ายประสาทนี้

### 2.21.1 หลักการ

สำหรับในคอมพิวเตอร์ Neurons ประกอบด้วย input และ output เหมือนกัน โดยจำลองให้ input แต่ละอันมี weight เป็นตัวกำหนดน้ำหนักของ input โดย neuron แต่ละหน่วยจะมีค่า threshold เป็นตัวกำหนดว่าน้ำหนักรวมของ input ต้องมากขนาดไหนจึงจะสามารถส่ง output ไปยัง neurons ตัวอื่นได้ เมื่อนำ neuron แต่ละหน่วยมาต่อกันให้ทำงานร่วมกันการทำงานนี้ในทางตรรกะแล้วก็จะเหมือนกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในสมอง เพียงแต่ในคอมพิวเตอร์ทุกอย่างเป็นตัวเลขเท่านั้นเอง

### 2.21.2 การทำงาน

การทำงานของ Neural Networks คือเมื่อมี input เข้ามายัง network ก็เอา input มาคูณกับ weight ของแต่ละขา ผลที่ได้จาก input ทุก ๆ ขาของ neuron จะเอามารวมกันแล้วก็เอามาเทียบกับ threshold ที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่า threshold แล้ว neuron ก็จะส่ง output ออกไป output นี้ก็จะถูกส่งไปยัง input ของ neuron อื่น ๆ ที่เชื่อมกันใน network ถ้าค่าน้อยกว่า threshold ก็จะไม่เกิด output สิ่งสำคัญคือเราต้องทราบค่า weight และ threshold สำหรับสิ่งที่เราต้องการเพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จำ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการสอนให้มันรู้จัก pattern ของสิ่งที่เราต้องการให้มันรู้จำ เรียกว่า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"back propagation" ซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับของการรู้จำ ในการฝึก feed-forward Neural Networks จะมีการใช้อัลกอริทึมแบบ back-propagation เพื่อใช้ในการปรับปรุงน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย (Network Weight) หลังจากใส่รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึกให้แก่เครือข่ายในแต่ละครั้งแล้ว ค่าที่ได้รับ (output) จากเครือข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวัง แล้วทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าสู่เครือข่ายเพื่อใช้แก้ไขค่าน้ำหนักคะแนนต่อไป

### 2.21.3 การเรียนรู้สำหรับ Neural Networks

1. **Supervised Learning** การเรียนแบบมีการสอน

เป็นการเรียนแบบที่มีการตรวจคำตอบเพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมปรับตัว ชุดข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียมจะมีคำตอบไว้คอยตรวจดูว่าโครงข่ายประสาทเทียมให้คำตอนที่ถูกหรือไม่ ถ้าตอบไม่ถูก โครงข่ายประสาทเทียมก็จะปรับตัวเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น (เปรียบเทียบกับคน เหมือนกับการสอนนักเรียนโดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำ)

2. **Unsupervised Learning** การเรียนแบบไม่มีการสอน

เป็นการเรียนแบบไม่มีผู้แนะนำ ไม่มีการตรวจคำตอบว่าถูกหรือผิด โครงข่ายประสาทเทียมจะจัดเรียงโครงสร้างด้วยตัวเองตามลักษณะของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้โครงข่ายประสาทเทียมจะสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ (เปรียบเทียบกับคน เช่น การที่เราสามารถแยกแยะพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ตามลักษณะรูปร่างของมันได้เองโดยไม่มีใครสอน)

### 2.21.4 การประยุกต์ใช้งาน Neural Networks

เนื่องจากความสามารถในการจำลองพฤติกรรมทางกายภาพของระบบที่มีความซับซ้อนจากข้อมูลที่ป้อนให้เรียนรู้ การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทจึงเป็นทางเลือกใหม่ในการควบคุม ซึ่งมีผู้นำมาประยุกต์ใช้งานหลายประเภท ได้แก่

1. งานการจดจำรูปแบบที่มีความไม่แน่นอน เช่น ลายมือ ลายเซนต์ ตัวอักษร รูปหน้า
2. งานการประมาณค่าฟังก์ชันหรือการประมาณความสัมพันธ์ (มี inputs และ outputs แต่ไม่ทราบว่า inputs กับ outputs มีความสัมพันธ์กันอย่างไร)
3. งานที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (โครงข่ายประสาทเทียมสามารถปรับตัวเองได้)
4. งานจัดหมวดหมู่และแยกแยะสิ่งของ
5. งานทำนาย เช่นพยากรณ์อากาศ พยากรณ์หุ้น
6. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมกระบวนการทางเคมีโดยวิธีพยากรณ์แบบจำลอง (Model Predictive Control)
7. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายกลับในการทำนายพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร

8. การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาไซโครเมตริกชาร์ท การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทควบคุมระบบ HVAC

## 2.22 อัลกอริทึมการรู้จำใบหน้า (Face Recognition Algorithm)

การพิสูจน์ตัวตนด้วยใบหน้าจะแบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ ดังนี้

1. วิธีทางไบโอเมทริก (Biometric) เช่น การวัดระยะห่างของตา

2. วิธีทางสถิติ

**รูปที่ 2.48** กระบวนการรู้จำใบหน้าด้วยวิธีทางสถิติ

การรู้จำทางสถิติจะมีอยู่สองขั้นตอนหลักนะครับ คือ

- การเรียนรู้ (Training)
- การระบุตัวตน (Identify) หรือ Testing

1. เราต้องได้ภาพใบหน้ามาก่อน ไม่ว่าจะได้จากกล้องเว็บแคม กล้องถ่ายภาพธรรมดา หรืออะไรก็แล้วแต่ ต้องมาผ่านกระบวนการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) กระบวนการ ตรวจจับใบหน้า ท่านสามารถหา Open source ได้ทั่วไปนะครับ ต่อไปก็ต้องผ่านการปรับแต่งภาพก่อน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของแสงเงา สัญญาณรับกวน ง่ายๆ คือ แต่งภาพให้มันดีขึ้นครับ หรือ แต่งให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันครับ

2. อันนี้สำคัญครับ คือการดึงลักษณะเฉพาะ (Feature) ของภาพ ผมขอยกตัวอย่าง โดยวิธีทางสถิตินะครับ เค้าใช้การลดมิติของภาพ เช่น จากภาพขนาด 100 x 100 pixel ก็จะมีจำนวน 10000 จุดภาพ

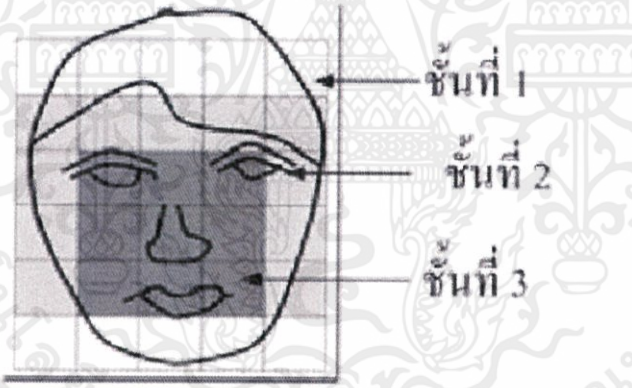
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งข้อมูลมันเยอะมาก ต้องลดมิติหรือขนาดของข้อมูลลงให้น้อย เช่น ให้เหลือ 20 มิติ หรือ ค่าเอกลักษณ์จำนวน 20 ค่า ด้วยวิธีทางสถิติ วิธีใดวิธีหนึ่ง

3. ส่วนนี้คือการจำแนกกลุ่มของข้อมูล (Classification) ที่เราได้ดึงลักษณ์เฉพาะออกมาแล้ว ซึ่งก็มีวิธีอีกมากมาย ยกตัวอย่างเช่น การหาค่าที่ใกล้ที่สุด Nearest neighbor SVM แต่ละวิธีก็ยากง่ายต่างกันรวมถึงความแม่นยำด้วยนะครับ

4. สุดท้ายคือการเก็บลงฐานข้อมูลครับ (ถ้าเป็นขั้นตอนการระบุตัวตนจะทำเหมือนสามขั้นตอนข้างบนแต่จะเรียกว่า Identify)

วิธีเชิงความรู้(Knowledge-basedmethods) เป็นวิธีการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเด่นเฉพาะต่างๆบนใบหน้า ที่มีตำแหน่งและองค์ประกอบหลักพื้นฐานตายตัวบนใบหน้าตัวอย่างเช่น Yangand Huang (1994) ศึกษาวิธีเชิงความรู้แบบลำดับชั้น (hierarchical) ซึ่งพิจารณาแบ่งเป็น 3 ลำดับชั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.49




**รูปที่ 2.49** ขอบเขตการพิจารณาของแต่ละลำดับชั้น

ชั้นแรก พิจารณาหาตำแหน่งความน่าจะเป็นของใบหน้าโดยรวม ชั้นที่ 2 พิจารณาโดยค่าฮิสโตแกรม (histogram)ร่วมกับการหาเส้นขอบ ชั้นที่ 3 พิจารณาลักษณะเด่นภายในของใบหน้าเช่น ความสมมาตรกันของตาทั้ง 2 ข้างตำแหน่งของจมูกและปากในแนวตั้งและแนวนอน ต่อมา Kotropoulos and Pitas (1997) ได้ศึกษาวิธีฐานกฎแบบกำหนดเขต (rule-based localization method) ซึ่งเป็นวิธีการที่คล้ายคลึงกับวิธีของ Yang and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Huang แตกต่างกันที่พิจารณาค่าฮิสโตแกรมทั้งใน แนวตั้งและแนวนอน แต่ยังไม่สามารถขจัดปัญหาของภาพ ที่มีพื้นหลังซับซ้อนและปัญหาความหลากหลายของใบหน้าบุคคล รวมทั้งการวางท่าที่แตกต่างกันได้

วิธีเชิงลักษณะ (Feature-based methods) เป็นการใช้อัลกอริทึมพิจารณาลักษณะเด่นและโครง สร้างของใบหน้า รวมทั้งความเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่างๆของภาพเช่น แสงเงาตัวอย่างเช่น Chetverikov and Lerch (1993) ใช้ความแตกต่างของแสงเงาและเส้นแนวเป็นแบบจำลองในการค้นหาใบหน้า โดยแบบจำลองนั้นประกอบด้วยจุดความสว่างน้อย (จุดมืด) 2 จุดเพื่อแสดงดวงตาและจุดความสว่างมา (จุดอ่อน) 3 จุด เพื่อแสดงโหนกแก้มและจมูกแล้วหาความสัมพันธ์ของระยะห่างและตำแหน่งของจุดต่างเพื่อคัดเลือกแบบหน้าที่เหมาะสม ระบบนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่เมื่อแสงเงาของสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงจะทำให้ประสิทธิภาพในการค้นหาเปลี่ยนไป ต่อมา Graf, Chen, Petajan, and Cosatto (1995) พัฒนาทฤษฎีนี้โดยใช้งานในระบบภาพระดับเทา และนำตัวกรองช่วงผ่าน (band pass filter) ตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian filter) และค่าฮิสโตแกรม มาใช้หาค่าจุดสูงสุดและต่ำสุดเพื่อกำหนดขอบเขตของใบหน้า

ลักษณะเฉพาะอีกประการหนึ่งที่นิยมนำมาพิจารณาหาใบหน้าบุคคลคือ ค่าสีผิวมนุษย์โดยมีการค้นหาในหลายๆปริภูมิสีโดย Crowley and Berard (1997) ทำการเก็บค่าเวกเตอร์ของสีผิวมนุษย์โดยแยกค่าสีออกเป็น R, G และ B เพื่อพิจารณาค่าฮิสโตแกรมของค่าสีผิวมนุษย์ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ต่อมา Saxe and Fould (1996)ประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าวกับปริภูมิสี HSV และใช้แนวคิดค่าฮิสโตแกรมตัดผ่าน (histogram intersection) เปรียบเทียบค่าฮิสโตแกรมควบคุมกับค่าฮิสโตแกรมปัจจุบัน ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ค่าเริ่มเปลี่ยน

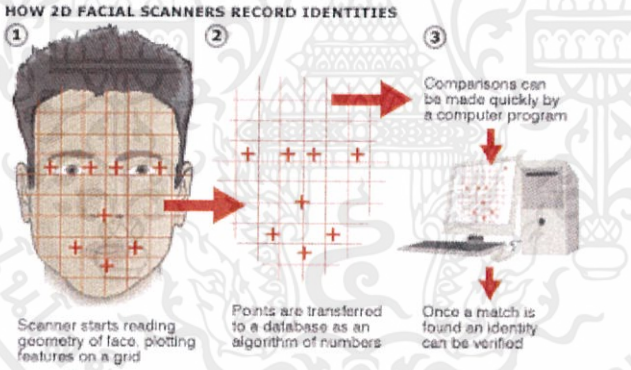
Chai and Ngan (1998) พิจารณาค่าสีผิวในปริภูมิสี YCrCb โดยพิจารณาค่าเริ่มเปลี่ยนของค่าสีผิวมนุษย์ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับภาพที่ทำการทดลองและเป็นข้อเสียของการคัดแยกสีผิวมนุษย์ด้วยค่าเริ่มเปลี่ยน ต่อมามีการนำการคัดแยกสีผิวมาใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆในการค้นหาใบหน้าตัวอย่างเช่น Wu, Yokoyama, Pramadihanto, and Yachida(1996) ใช้ทฤษฎีคลุมเครือ (fuzzy theory) ในการคัดแยกสีผิวมนุษย์และสีผมในปริภูมิสีCIE XYZ โดยทำการแปลงจากปริภูมิสี RGB นอกจากนี้ยังมีการนำเอาลักษณะเด่นของใบหน้าอื่นๆมาใช้ในการค้นหาตัวอย่างเช่น (Yokoo and Hagiwara(1996) ใช้คุณสมบัติของโครงหน้าทั่วไปของมนุษย์ที่เป็นรูปไข่สร้างแบบจำลองรูปวงรีเปรียบเทียบพารามิเตอร์ร่วมกับการค้นหาแบบจีนเนติกอัลกอริทึม (genetic algorithm) จากการศึกษาพบว่าวิธีการนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่รายละเอียดของใบหน้าที่ทำการค้นหาต้องมีความชัดเจนและมีขนาดใหญ่เพียงพอต่อการค้นหา

วิธีเทียบเคียงแผ่นแบบ(Template matching methods) เป็นการเปรียบเทียบภาพที่ต้องการค้นหากับโครงสร้างแบบจำลองของใบหน้ามาตรฐาน โดยเก็บข้อมูลความสัมพันธ์อย่างอิสระของส่วนต่างๆ บนใบหน้าได้แก่ โครงสร้างใบหน้า ตา จมูก และปาก ในท่าหน้าตรงตัวอย่างเช่น Sakai, Nagao and Fujibayashi, (1969) เสนอโครงสร้างแบบจำลองแผ่นแบบย่อย (subtemplates model) โดยใช้ตัวกรองโซเบล (sobel filter) หาเส้นขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหาตำแหน่งความน่าจะเป็นของส่วนย่อยต่างๆบนใบหน้าที่สามารถเข้ากันได้ดีที่สุดกับแบบจำลองแผ่นแบบย่อยให้เป็นตำแหน่งของใบหน้าที่ต้องการต่อมา Tsukamoto, Lee, and Tsuji (1994) เสนอแบบจำลองคุณภาพสำหรับรูปแบบหน้า (qualitative model for face pattern : QMF) โดยใช้พารามิเตอร์ของแสงสว่างและเส้นขอบใบหน้าเป็นแบบจำลองของใบหน้า และเทคนิคที่นิยมใช้อีกอันหนึ่งคือการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis: PCA) โดย Jung, Lee C.W., and Lee Y.C (2002) ศึกษาการค้นหาตำแหน่งที่แน่นอนของใบหน้าโดยใช้หลักการพื้นฐานทางด้านเรขาคณิต วิเคราะห์องค์ประกอบของใบหน้าให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์

ต่อมามีการพัฒนาแบบจำลองให้มีความสามารถปรับตัวได้เรียกว่าแผ่นแบบเปลี่ยนรูปได้ ( deformable templates ) โดยแผ่นแบบสามารถปรับตัวให้รองรับความยืดหยุ่นของโครงสร้างใบหน้าที่เปลี่ยนแปลงไปและลดปัญหาที่มีในแผ่นแบบคงตัวตัวอย่างเช่น Malciu and Preteux(2002) นำแบบจำลองหน้าจากฐานข้อมูล MPEG-4 มาสร้างเป็นแบบจำลองแผ่นแบบพารามิเตอร์ (template parameterization) และพิจารณาความยืดหยุ่นของโครงสร้างใบหน้าเปรียบเทียบเป็นความยืดหยุ่นของสปริง เพื่อหาค่าพลังงานที่สปริงใช้น้อยที่สุดในการจะปรับตัวเพื่อให้ภาพที่หาเส้นขอบนั้นเข้ากับแบบจำลองมากที่สุด

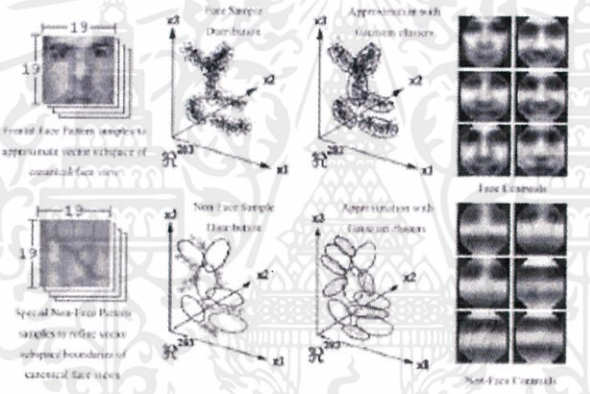



**รูปที่ 2.50** การพิจารณาเก็บค่าของพิกเซลบนใบหน้า

วิธีเชิงลักษณะปรากฏ (Appearance-based methods) เป็นการเปรียบเทียบภาพที่ต้อง การค้นหากับโครงสร้างแบบจำลองของใบหน้าที่ทำการเรียนรู้และฝึกสอนให้ระบบจดจำและนำความรู้ในฐานข้อมูลมาใช้ในการพิจารณาโดยสามารถแบ่งย่อยได้หลายวิธีด้วยกันในที่นี้จะทำการเสนอเพียงวิธีการที่ได้รับความนิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวาง 2 วิธีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

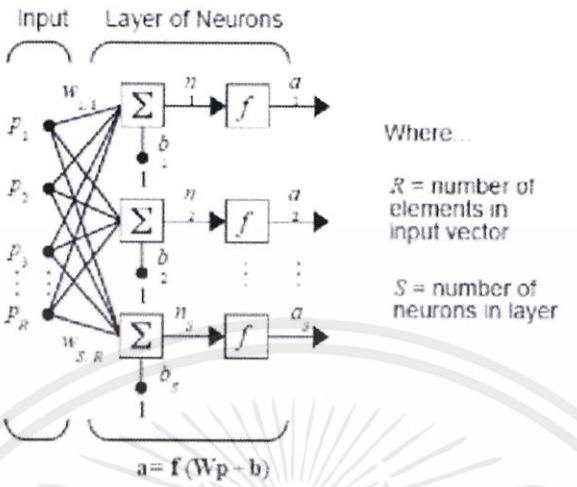
วิธีหน้าลักษณะเฉพาะ(EigenfaceMethods) เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของใบหน้า ด้วยกระบวนการทางสถิติของใบหน้าที่หลากหลาย โดยหน้าลักษณะเฉพาะคือเซตของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ( eigen vector) ที่สามารถหาได้จากเมทริกซ์ความแปรปรวน ร่วมเกี่ยว (covariance matrix) สร้างเป็นแบบจำลองของใบหน้าที่รวมเอาลักษณะเด่นต่างๆของภาพใบหน้าตัวอย่างมาร่วมกันเพื่อหาค่าเฉพาะเจาะจงขององค์ประกอบบนใบหน้า ซึ่งในแต่ละบุคคลจะเป็นค่าเฉพาะของบุคคลนั้นๆตัวอย่างเช่น Turk and Pentland (1991) นำภาพระดับเทามาแปลงเป็นเวกเตอร์เพื่อหาค่าลักษณะเฉพาะและนำค่าลักษณะเฉพาะของตัวอย่างภาพหน้าบุคคล มาสร้างเป็นแบบจำลองหน้าลักษณะเฉพาะเพื่อค้นหาตำแหน่งของใบหน้าวิธีเชิงการกระจาย (Distribution-Base Methods) เป็นการแสดงการกระจายตัวของรูปแบบข้อมูลตัวอย่างที่มีความเป็นหน้าและความไม่เป็นหน้าเพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการตัดสินใจตัวอย่างเช่น Sung and Poggio (1998) นำฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian function) มาประมาณกลุ่มการกระจายของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง แสดงในรูปที่ 2.50



**รูปที่ 2.51** การกระจายตัวของข้อมูลตัวอย่าง

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นการฝึกสอนโครงข่ายด้วยโครงสร้างใบหน้าที่มีความซับซ้อน โดยทำการปรับค่าน้ำหนักประสาทเพื่อให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยมีค่าลดลง ความถูกต้องของโครงข่ายประสาทเทียมขึ้นกับตัวอย่างที่ทำการฝึกสอนจำนวนชั้นนิวรอนและจำนวนนิวรอนที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น Rowley, Baluja, and Kanade ทำการทดลองใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับในการฝึกสอนข้อมูลตัวอย่าง โดยทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นภาพตัวอย่างใบหน้าบุคคลและภาพที่ไม่ใช่ใบหน้าบุคคลอย่างละ 1,048 ภาพ และแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 15 ชุดข้อมูล รวมข้อมูลตัวอย่างทั้งหมดได้ 15,720 ภาพ ซึ่งการฝึกสอนที่มีจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่ครอบคลุมและมากเพียงพอจะช่วยลดความผิดพลาดของระบบ(Rowley, Baluja, and Kanade, 1998, pp.1-27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.52 ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียม

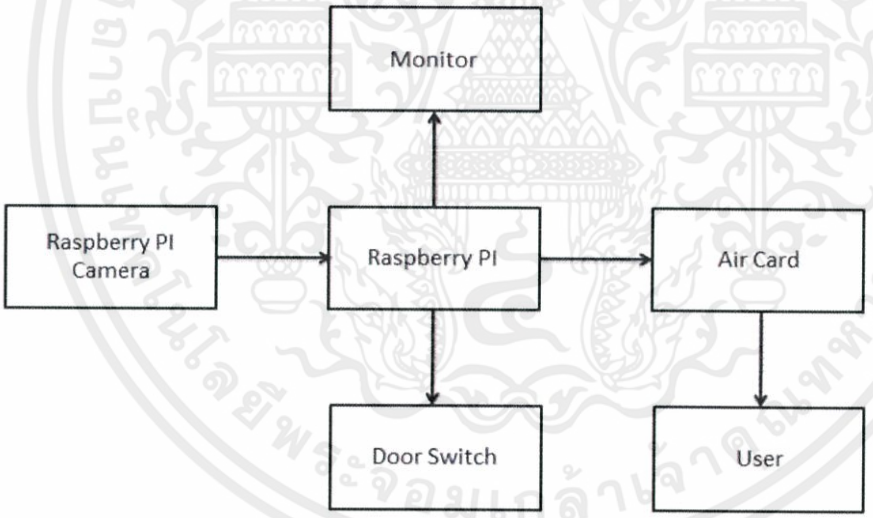
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

## 3.1 การออกแบบ

ในการออกแบบการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว ออกแบบให้สามารถตรวจจับภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึงด้วยกล้องของ Raspberry Pi จากนั้น Raspberry Pi จะทำการจับภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง เมื่อจับภาพใบหน้าของบุคคลได้จะนำไปผ่านกระบวนการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งจะอยู่ในรูปของค่าการประมวลผลเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าตรงกับเงื่อนไขที่สามารถยอมให้เข้าถึงได้ จะทำการสั่งการให้ประตูแม่เหล็กเปิดและแสดงผลการเปรียบเทียบผ่านทางหน้าจอ




**รูปที่** 3.1 ภาพบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากประมวลผลแล้ว พบว่าตรงกับกรณีของบุคคลที่ไม่พึงประสงค์ จะทำการสั่งงานให้ Air Card ส่งข้อความสั้น (SMS) ไปยังผู้ใช้งาน เพื่อแจ้งเตือนถึงการบุกรุกของบุคคลไม่พึงประสงค์ และถ้าไม่ตรงทั้ง 2 กรณีแรก ระบบจะทำการจัดเก็บภาพใบหน้าของบุคคลที่พยายามเข้าถึงไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานได้สามารถดูข้อมูลได้ว่า มีใครพยายามเข้าถึง โดยจะระบุวันที่ และเวลาที่พยายามเข้าถึงไว้ด้วยการตั้งเป็นชื่อภาพที่บันทึก

## 3.2 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของ Raspberry Pi

### 3.2.1 การรับภาพจากกล้อง Raspberry Pi

ในการรับภาพจากโมดูลกล้อง (Raspberry Pi Camera) จะทำการจับภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง เพื่อบันทึกภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง จากนั้นจะทำการตรวจจับภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง เพื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระบุตัวตนของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง

### 3.2.2 การจัดทำฐานข้อมูล

ในการจัดทำฐานข้อมูลจะนำภาพใบหน้าของผู้ใช้งานมาจัดทำขั้นตอนประมวลผลเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) โดยแบ่งเป็น 2 กรณีได้แก่

1.ฐานข้อมูลของบุคคลที่ยอมให้เข้าถึงได้ (Identify)

2.ฐานข้อมูลบุคคลที่ไม่ยอมให้เข้าถึง (Banned Person)

### 3.2.3 การเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล

ในขั้นตอนการเปรียบเทียบใบหน้าจะทำการประมวลผลเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) ของใบหน้าที่ตรวจจับได้กับฐานข้อมูลที่มีอยู่โดยเปรียบเทียบโดยใช้ค่าความใกล้เคียง (Digital Image Processing) โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณีได้แก่

1) บุคคลที่เข้าถึงมีค่าใกล้เคียงกับฐานข้อมูลของบุคคลที่ยอมให้เข้าถึง (Identify) จะทำการสั่งงานให้ LED ทำการเปิด เพื่อแสดงสถานะของประตูเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2)บุคคลที่เข้าถึงมีค่าใกล้เคียงกับฐานข้อมูลของบุคคลที่ต้องห้าม (Banned Person) ไม่ยอมให้เข้าถึง หลอด LED จะไม่ทำงาน แสดงสถานะประตูปิด และจะทำการแจ้งเตือนด้วยข้อความสั้น ๆ (SMS) ไปยังผู้ใช้งานว่ามีการเข้าถึงของบุคคลต้องห้าม ทำให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงการบุกรุกของบุคคลนั้น ๆ

3) บุคคลที่เข้าถึงไม่มีค่าใกล้เคียงกับกรณีทั้ง 2 ข้างต้นที่กล่าวมา จะไม่สามารถระบุตัวตนได้ (Unknow) หลอด LED จะไม่ทำงาน แสดงสถานะประตูปิด และจะทำงานจัดเก็บภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึงนั้น ๆ ไว้ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบว่า มีใครพยายามเข้าถึงบ้าง รวมถึงเวลาที่พยายามเข้าถึง

### 3.2.4 การควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ประตูแม่เหล็ก

ในการควบคุมเปิด-ปิดสวิตช์ประตูแม่เหล็กจะใช้การควบคุม i/o พอร์ต ของ Raspberry Pi โดยอาศัยหลักการของ Relay เข้ามาช่วยควบคุม โดยจะใช้การควบคุม i/o พอร์ตให้เลือกจ่ายแรงดันให้ Relay ทำงาน จากนั้น Relay จะทำการควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ของประตูแม่เหล็ก

การจัดทำฐานข้อมูลจัดทำโดยการแปลงภาพโดยใช้การประมวลผลเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) ซึ่งหลักการจะทำการรับภาพอินพุตจากกล้อง จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ว่าภาพที่จับได้ โดยคัดเลือกเฉพาะใบหน้ามนุษย์ เมื่อพบใบหน้าจะทำการเปลี่ยนภาพใบหน้าที่จับได้เป็นค่าเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) จากนั้นจะนำค่าที่ได้ ไปเปรียบเทียบกับค่าของฐานข้อมูลที่มีอยู่ ทั้ง 2 กรณี ได้แก่

1.ฐานข้อมูลของบุคคลที่ยอมให้เข้าถึงได้ (Identify)

2.ฐานข้อมูลบุคคลที่ไม่ยอมให้เข้าถึง (Banned Person)

แต่หากไม่ตรงกับทั้ง 2 กรณี จะทำการเก็บภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง รวมทั้งระบุเวลา วันที่ ที่ทำการเข้าถึง โดยใช้เวลา และวันที่ ไปตั้งเป็นชื่อรูปภาพ

### 3.2.5 การแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านทางข้อความสั้น (SMS) โดยผ่านทาง Air Card

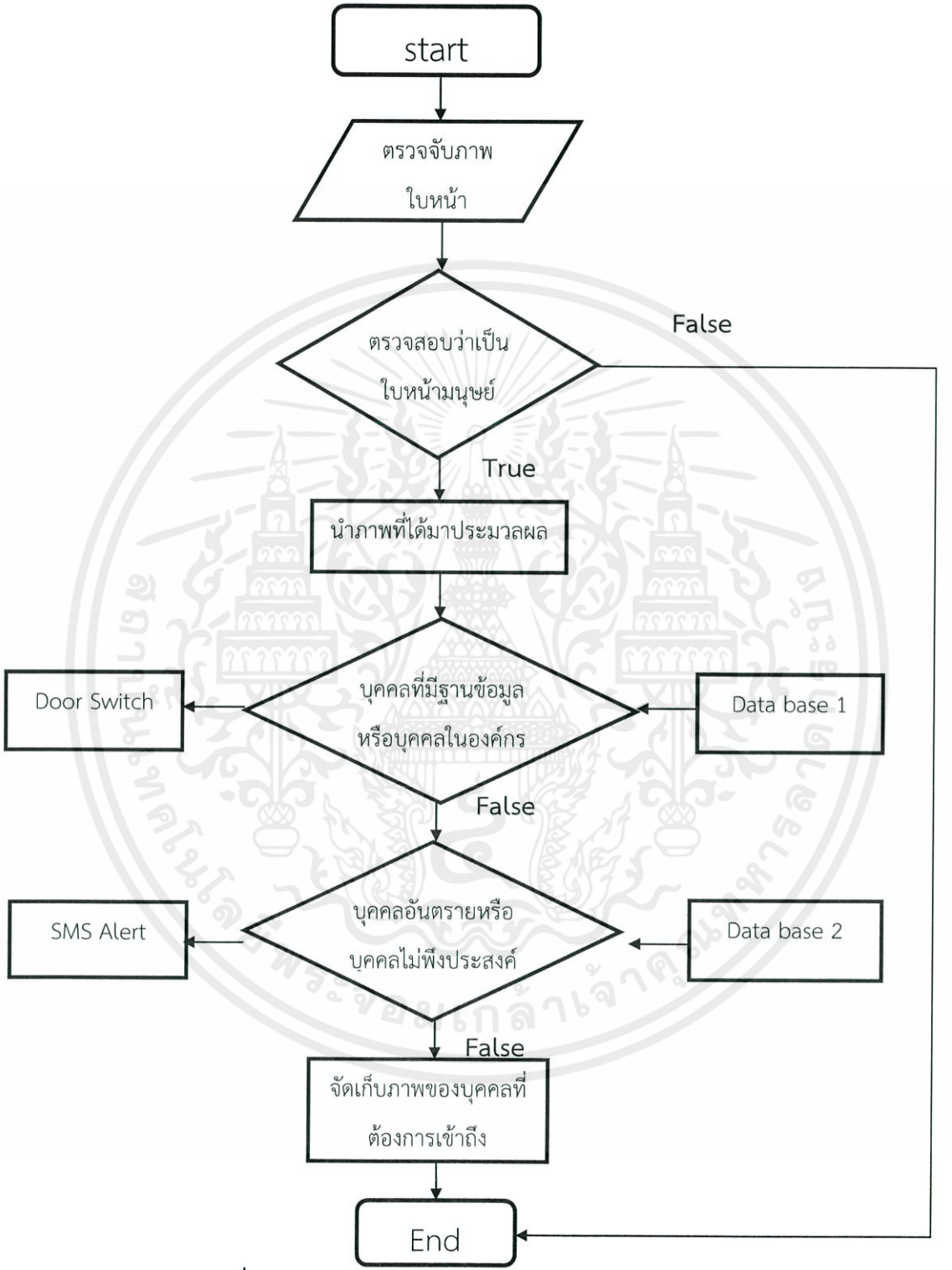
ในส่วนการแจ้งเตือน เมื่อ Raspberry Pi ประมวลผลแล้วพบว่ามีบุคคลที่ไม่พึงประสงค์พยายามเข้าถึง ระบบจะทำการสั่งการให้ Air Card ส่งข้อความไปเตือนผู้ใช้งาน โดยการแจ้งเตือนโดยการส่ง SMS เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่ามีการพยายามเข้าถึงของบุคคลไม่พึงประสงค์ ซึ่งจะส่งออกเป็นคำว่า “Black List is scan”

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.6 ระบบการเปิด-ปิด ประตู

ในส่วนนี้จะใช้การหลอดไฟ LED แทนการเปิด-ปิดประตู และใช้ Buzzer เป็นเสียงแจ้งเตือนโดยต่อกับพอร์ต GPIO ขา 4 และ ขา 5 ซึ่งพอร์ต GPIO จะใช้ไฟ 3.3V และถ้ามีบุคคลที่อนุญาตให้ผ่านเข้าไปได้หลอด LED ก็จะติดแล้วเสียงก็จะดังขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.2** โฟล์วชาร์ตแสดงการออกแบบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ที่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์ที่นำลงกล่อง

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ที่นำลงกล่องประกอบเสร็จสิ้น

รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ที่นำลงกล่องประกอบเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง

## 4.1 ผลการทดลอง

ในการทำการทดลองเรื่องระบบความปลอดภัยตรวจสอบใบหน้าด้วยสมองกลฝังตัวมีผลการทดลองแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

### 4.1.1 ผลการทดลองในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลใบหน้าที่ยอมให้เข้าถึง (User)

ในขั้นตอนนี้เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ Raspberry Pi สามารถใช้ทำการตรวจจับใบหน้าของบุคคลที่เข้าถึง และนำไปประมวลผลแล้ว พบว่ามีค่าตรงกับผู้ใช้งาน (User) ที่ยอมให้เข้าถึง จะทำการสั่งงานให้สวิตช์ประตูเปิด

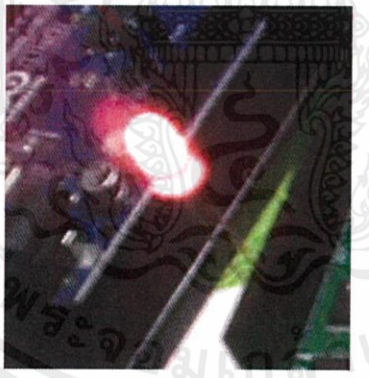
**รูปที่ 4.1** รูปแสดงการเข้าถึงของบุคคลพยายามเข้าถึง

จากรูปที่ 4.1 จากการทดลองพบว่าระบบทำการตรวจจับใบหน้าได้ จากนั้นจะประมวลผลเพื่อตรวจสอบว่าตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่หรือไม่ จากนั้นจะทำการสั่งการระบบการทำงานต่อในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.2** แสดงสถานะประตูโดยแทนด้วย LED

จากรูปที่ 4.2 จะแสดงสถานะเปิด-ปิด ของประตูโดยแทนด้วยหลอดไฟ LED โดยพบว่าภาพใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง ตรงกับฐานข้อมูลที่ 1 เป็นบุคคลที่ยอมให้เข้าถึง (User)



**รูปที่ 4.3** หลอดไฟ LED ติดแสดงสถานะประตู้เปิด

จากรูปที่ 4.3 แสดงสถานะเปิด-ปิด ประตูด้วย LED ถ้า LED ติดก็จะมีผลทำให้ประตูเปิดและเมื่อไฟดับก็จะแสดงสถานะประตูปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

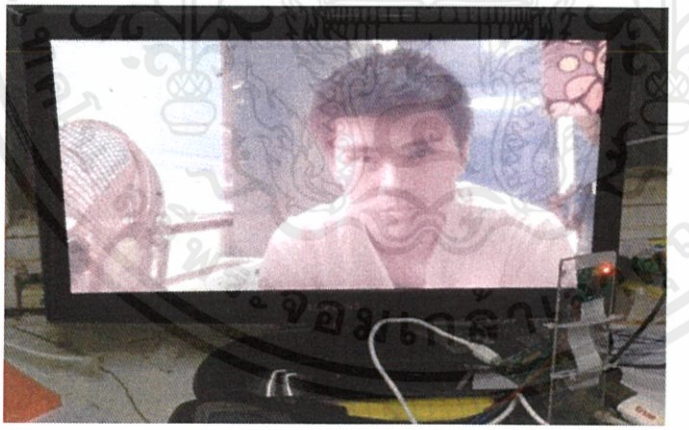
```
root@raspberrypi:/home/pi/face# sudo python faceregonize.py
faceregonize.py:36: RuntimeWarning: This channel is already in use, continuing anyway.  Use GPIO.setwarnings(False) to disable warnings.
  GPIO.setup(4,GPIO.OUT)
2015/04/14 23:56:26
YOU ARE THE ONE!!! CONGRATS
OK...
root@raspberrypi:/home/pi/face# clear
```

**รูปที่ 4.4** รูปแสดงสถานะประมวลผลตรงกับผู้ใช้งานที่ยอมให้เข้าถึง

จากรูปที่ 4.4 เมื่อโปรแกรมทำการตรวจสอบใบหน้าได้ จากนั้นทำการประมวลผลจากฐานข้อมูลที่มี แล้วพบว่าตรงกับฐานข้อมูลของบุคคลที่ยอมให้เข้าถึง แสดงข้อความทางหน้าจอว่า “YOU ARE THE ONE!!! CONGRATS” พร้อมทั้งระบุเวลาที่ทำการเข้าถึงด้วย

### 4.1.2 ผลการทดลองในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลใบหน้าที่ไม่ยอมให้เข้าถึง (Blacklist)

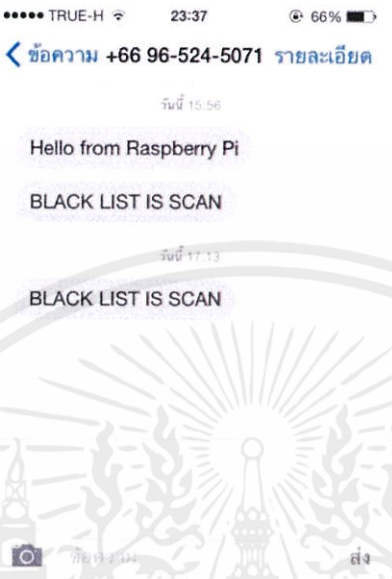
ในขั้นตอนนี้เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจสอบใบหน้าของบุคคลที่ต้องการเข้าถึง และทำการประมวลผลแล้ว พบว่ามีใบหน้าตรงกับบุคคลที่ไม่พึงประสงค์ให้เข้าถึง (Blacklist) ระบบจะทำการ แจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า มีการพยายามเข้าถึงของบุคคลที่ไม่พึงประสงค์



**รูปที่ 4.5** รูปแสดงการเข้าถึงของบุคคลพยายามเข้าถึง

จากรูปที่ 4.5 จากการทดลองพบว่าระบบทำการตรวจจับใบหน้าได้ จากนั้นจะประมวลผลเพื่อตรวจสอบว่าตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่หรือไม่ จากนั้นจะทำการสั่งการระบบการทำงานต่อในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.6** รูปแสดงการแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่าน SMS

จากรูปที่ 4.6 แสดงการแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่าน SMS เมื่อทำการประมวลผลแล้วพบว่า ภาพใบหน้าของบุคคลที่พยายามเข้าถึงตรงกับฐานข้อมูลที่ 2 คือบุคคลที่ไม่ยอมให้เข้าถึง โดยจะส่งข้อความสั้น (SMS) ไปยังผู้ใช้งานว่า"BLACK LIST IS SCAN" เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่ามีความพยายามเข้าถึงของบุคคลไม่พึงประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
root@raspberrypi:/home/pi/face# sudo python faceregonize.py
faceregonize.py:36: RuntimeWarning: This channel is already in use, continuing anyway.  Use GPIO.setwarnings(False) to disable warnings.
  GPIO.setup(4,GPIO.OUT)
2015/04/15 00:39:06
YOU ARE THE BLACK LIST !!!
RUN AWAY OR POLICE WILL THROW YOU BEHIND THE BARS.....:P
If you want break, press Ctrl+C...
Sending SMS 1/1....waiting for network answer..OK, message reference=3
root@raspberrypi:/home/pi/face#
```

**รูปที่ 4.7** รูปแสดงสถานะประมวลผลตรงกับผู้ใช้งานที่ไม่ยอมให้เข้าถึง

จากรูปที่ 4.7 เมื่อโปรแกรมทำการตรวจสอบใบหน้าได้ จากนั้นทำการประมวลผลจากฐานข้อมูลที่มี แล้วพบว่าตรงกับฐานข้อมูลของบุคคลที่ไม่ยอมให้เข้าถึง แสดงข้อความทางหน้าจอว่า “YOU ARE THE BLACK LIST !!!” พร้อมทั้งระบุเวลาที่ทำการเข้าถึงด้วย และแสดงการแจ้งเตือนด้วย SMS โดยผ่าน Air Card

```
If you want break, press Ctrl+C...
Sending SMS 1/1....waiting for network answer..OK, message reference=3
root@raspberrypi:/home/pi/face#
```

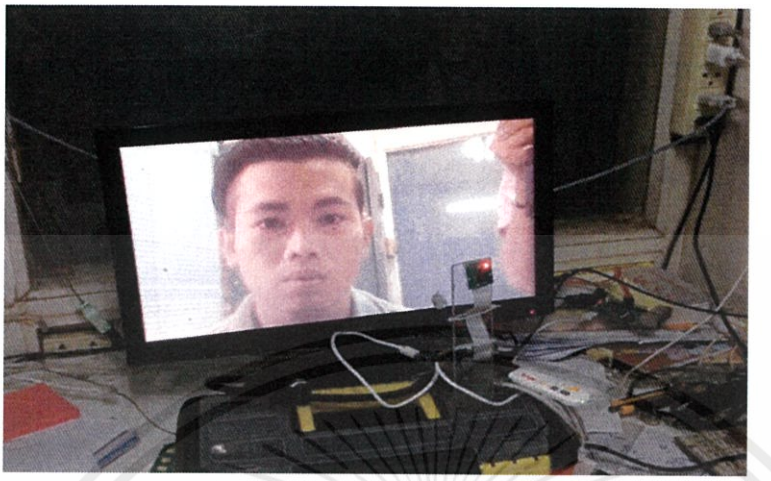
**รูปที่ 4.8** แสดงสถานะว่ากำลังส่ง SMS แจ้งเตือน

จากรูปที่ 4.8 ระบบจะแสดงสถานการณ์ส่ง SMS แจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานทันทีที่มีบุคคลต้องห้ามโดยผ่านหน้าจอเทอร์มินอล ซึ่งผู้ใช้งานสามารถได้รับ SMS การแจ้งเตือนทันที

### 4.1.3 ผลการทดลองในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลใบหน้าที่ตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่

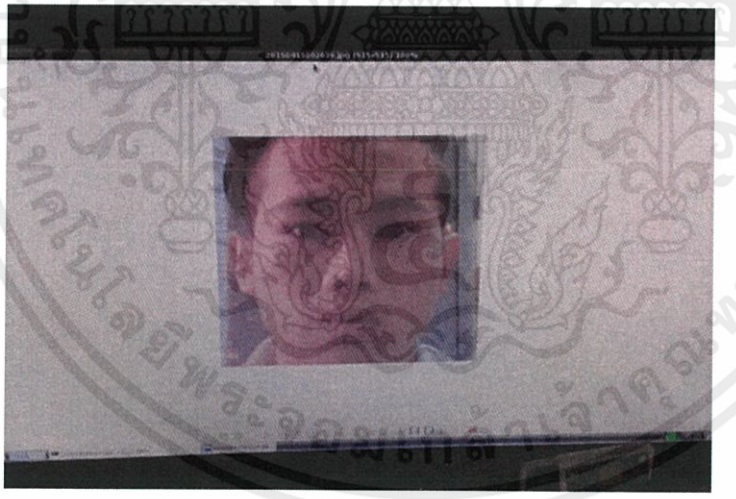
ในขั้นตอนนี้จะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลใบหน้าของบุคคลที่พยายามเข้าถึง โดยที่ไม่มีฐานข้อมูลอยู่ในระบบ ระบบจะทำการจัดเก็บภาพใบหน้าของบุคคลที่พยายามเข้าถึง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้ามาตรวจสอบได้ว่าเป็นใคร พร้อมทั้งระบุเวลา และวันที่ ที่มีการเข้าถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 4.9** รูปแสดงการเข้าถึงของบุคคลพยายามเข้าถึง

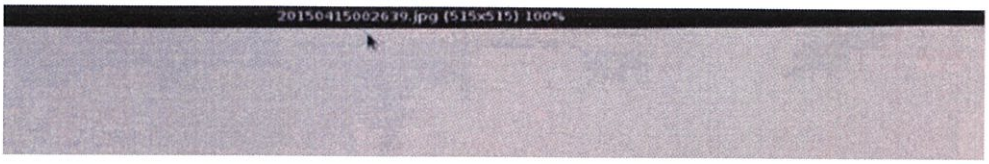
จากรูปที่ 4.9 จากการทดลองพบว่าระบบทำการตรวจจับใบหน้าได้ จากนั้นจะประมวลผลเพื่อตรวจสอบว่าตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่หรือไม่ เมื่อตรวจสอบแล้วไม่ตรงกับฐานข้อมูลจะทำการจัดเก็บภาพใบหน้าของบุคคลที่พยายามเข้าถึงรวมทั้งระบุเวลา วันที่ ที่มีการเข้าถึง



**รูปที่ 4.10** รูปใบหน้าของบุคคลที่พยายามเข้าถึงที่ถูกจัดเก็บไว้

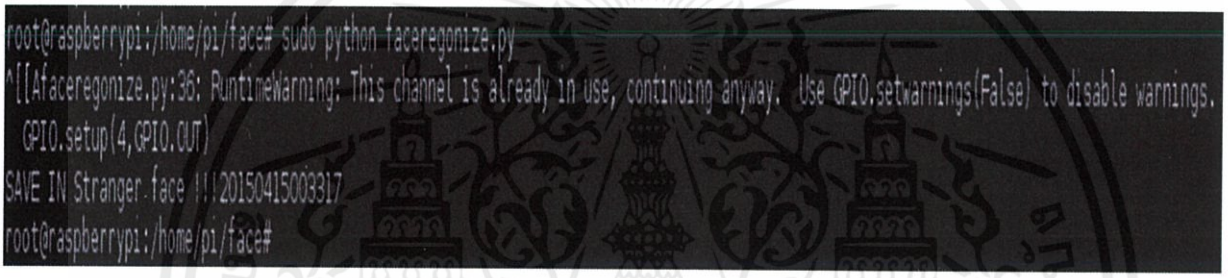
จากรูปที่ 4.10 เมื่อทำการเปิดไฟล์ภาพที่ได้ทำการสร้างขึ้นบนฐานข้อมูล ซึ่งเราบันทึกไว้เป็นไฟล์ .jpg โดยกำหนดขนาดของรูปเป็นขนาด 515x515 พิกเซล ซึ่งถูกเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลที่ออกแบบเป็นฐานข้อมูลที่ Database

เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.11** แสดงวัน/เดือน/ปี และเวลาที่มีเป็นบุคคลแปลกหน้า

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นในแถบด้านบนซึ่งได้กำหนดเป็นชื่อไฟล์ที่ได้ทำการเขียนโปรแกรมไว้ให้แสดงวันที่ วัน/เดือน/ปี และเวลาของผู้ที่เข้ามาแสกนใบหน้าที่เป็นบุคคลแปลกหน้าแบบ real time ซึ่งกำหนดไว้ตรงกับเวลาปัจจุบัน




**รูปที่ 4.12** รูปแสดงสถานะประมวลผลที่ไม่ตรงกับฐานข้อมูล

จากรูปที่ 4.12 เมื่อโปรแกรมทำการตรวจสอบใบหน้าได้ จากนั้นทำการประมวลผลจากฐานข้อมูลที่มี แล้วพบว่าไม่ตรงกับฐานข้อมูล จะแสดงข้อความทางหน้าจอว่า “SAVE IN Stanger face !!!” พร้อมทั้งระบุเวลาที่ทำการเข้าถึงด้วย และตั้งชื่อภาพด้วยเวลาและวันที่ ที่มีการเข้าถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.13** รูปแสดงการเข้าถึงที่ไม่ใช่มนุษย์

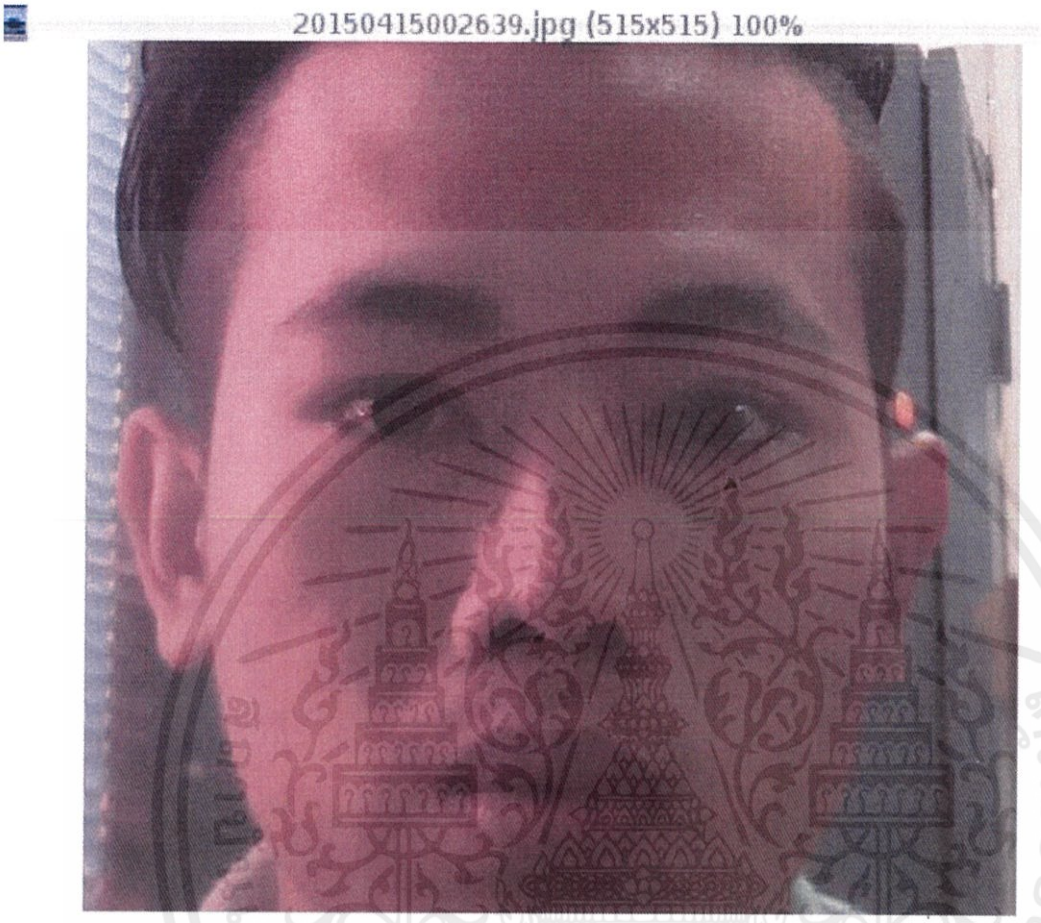
จากรูปที่ 4.13 จะแสดงการเข้าถึง ที่ไม่มีการตรวจพบใบหน้า ระบบจะไม่การประมวลผล และจะทำการหยุดโปรแกรม เพื่อลดการทำงานของ Raspberry PI

```
root@raspberrypi:/home/pi/face# sudo python faceregonize.py
faceregonize.py:36: RuntimeWarning: This channel is already in use, continuing anyway.  Use GPIO.setwarnings(False) to disable warnings.
  GPIO.setup(4,GPIO.OUT)
root@raspberrypi:/home/pi/face#
```

**รูปที่ 4.14** รูปแสดงสถานะประมวลผลที่ไม่พบใบหน้า

จากรูปที่ 4.14 เมื่อโปรแกรมไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ จะทำการหยุดโปรแกรม

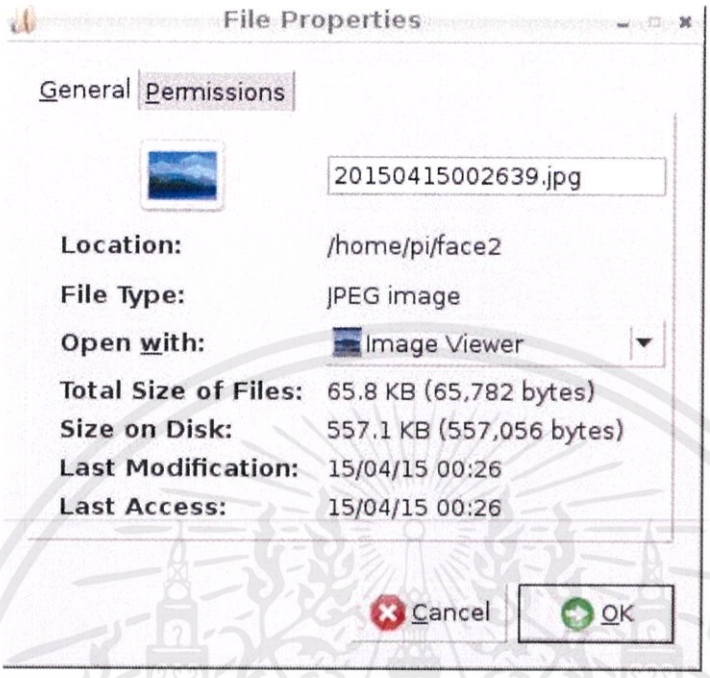
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 4.15 รูปฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

จากรูปที่ 4.15 รูปภาพที่เป็นฐานข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในโฟลเดอร์ Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.16** คุณสมบัติของไฟล์ที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล

จากรูปที่ 4.16 แสดงถึงคุณสมบัติไฟล์รูปภาพที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลซึ่งแสดงชื่อเป็นสถานะวัน/เดือน/ปี ของบุคคลแปลกหน้า และแสดงขนาดของไฟล์โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัว โดยใช้หลักการตรวจจับใบหน้าเป็นวิธีการเข้าถึงเพื่อระบุตัวตนของบุคคลบุคคลหนึ่ง โดยใช้คุณลักษณะจำเพาะ ซึ่งจะนำสรีระส่วนต่าง ๆ ของใบหน้าที่สามารถจับได้จากกล้อง มาเก็บค่าไว้เพื่อนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป โดยจะมีฐานข้อมูลที่เก็บไว้ในรูปของเชิงตัวเลขซึ่งจะนำค่าที่ได้ในการประมวลผล ไปเปรียบเทียบกับใบหน้าของฐานข้อมูล โดยมีเงื่อนไขในการตรวจสอบจะแบ่งเป็น 3 กรณีได้แก่

1) บุคคลที่เข้าถึงมีค่าตรงกับค่าของฐานข้อมูลที่ยอมให้เข้าถึง (Identify) จะสั่งการให้ประตูปลดล็อค พร้อมทั้งระบุเวลา วันที่ ที่ทำการเข้าถึง

2) บุคคลที่เข้าถึงมีค่าตรงกับค่าของฐานข้อมูลที่ต้องห้าม (Banned Person) ไม่ยอมให้เข้าถึง จะสั่งการให้ประตูล็อคและทำการแจ้งเตือน SMS ไปยังผู้ใช้งาน พร้อมทั้งระบุเวลา วันที่ ที่ทำการเข้าถึง

3) บุคคลที่ไม่สามารถระบุตัวตนได้ (Unknow) ระบบจะทำการจัดเก็บใบหน้าของผู้ที่พยายามเข้าถึงพร้อมทั้งระบุเวลา วันที่ ที่ทำการเข้าถึง

โดยระบบรักษาความปลอดภัยนี้สามารถประยุกต์ให้บุคคลที่ไม่พึงประสงค์ให้เข้าถึงนั้นเป็น บุคคลที่ยอมให้เข้าถึงบุคคลที่ 2 บุคคลที่ 3 ได้ ซึ่งเหมาะแก่ระบบรักษาความปลอดภัยที่ มีบุคคลที่ยอมให้เข้าถึง มากกว่า 1 คน เช่น หุ้นส่วนที่มีการเก็บความลับเชิงพาณิชย์ไว้ร่วมกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงการเข้าถึงของแต่ละบุคคลได้ เพื่อป้องกันการทุจริตซึ่งกันและกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมองกลฝังตัวนั้น มีตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงหลายอย่างเช่น ภาพที่แปรปรวน การเปลี่ยนแปลงของแสงและพื้นหลังที่อาจทำให้การประมวลผลในการระบุตำแหน่งต่าง ๆบนใบหน้าที่ประกอบด้วยจุดสำคัญ ๆ ได้แก่ ดวงตา จมูก และปาก ทำให้การประมวลผลเพื่อจดจำใบหน้าเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ จากตัวแปรข้างต้นที่กล่าวมา จึงส่งผลให้ระบบดังกล่าวไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ปัญหาที่พบจากการทดลองจะพบว่ามุมกล้องที่ได้จากการตรวจจับภาพจะสามารถตรวจจับภาพได้เฉพาะหน้าตรงและไม่สามารถตรวจจับหน้าเอียงได้ เพราะในใบหน้าคนส่วนมากจะมีจุดสนใจที่สำคัญอยู่ในภาพหน้าตรง ซึ่งกระบวนการทำ Face detection จะประมวลผลจับเฉพาะจุดที่สำคัญบนใบหน้าตรง เช่น คิ้ว ตา และปาก นำมาผ่านกระบวนการ Neural network และวิเคราะห์ใบหน้าบุคคลออกมานอกจากนี้ความเข้มแสงมีผลต่อการวิเคราะห์ใบหน้าได้และยากต่อการระบุตัวตน

### แนวทางการแก้ไข

1. จัดเก็บฐานข้อมูลที่มีรูปภาพหลายๆรูปและมีความแตกต่างกัน เพื่อจะสามารถเพิ่มความแน่นอนในการตรวจจับใบหน้าและระบุตัวตน
2. จัดเก็บฐานข้อมูลแยกออกมาจาก Raspberry Pi เช่น External , Hardisk เป็นต้น เพื่อให้สามารถประมวลผลได้เร็วขึ้น
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัย อาจต้องเพิ่มเติมการแสกนลายนิ้วมือ หรือ การกรอกรหัสผู้ใช้งาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม

[1] Fausett, L. (1994). **Foundaments of Neural Networks : Architectures Algorithms and Applications**. London : Prentice-Hall International.

[2]Garson, G. D. (1998). **Neural Networks an Introductory Guide for Social Scientists**. London : SAGE.

[3] Patterson, D. W. (1996). **Artificial Neural Networks:Theory and Applications**. Singapore : Prentice Hall.

[4] Stan, Z.Li. (1996). **Handbook of Face Recignition**. Oxford : Newnes.

[5] V. Bruce, A. Young. (2007). **View Base and Modula Eigenspave in Face Recognition**. Sydney: Australia.

[6] W. Tangsrirat, D. Prasertsom, and T. Pityarat.(1993). Evaluation Methods in face recognition. London : Peter Peregrinus.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Face Recognition and SMS Alarm

```
#!/usr/bin/python
import os
import RPi.GPIO as GPIO
import picamera
import time,datetime
from SimpleCV import Color, Image, np, Camera
#import wiringpi2 as wiringpi

pin_base = 65
i2c_addr = 0x20

#cam = Camera() #initialize the camera

quality = 400  # Parametro "quality" per la funzione findKeypointMatch
minMatch = 0.3 # Parametro "minDist" per la funzione findKeypointMatch

############################### Login the door ##########################
try:
    password = Image("password.jpg")
except:
    password = None
################################## Black list ############################
try:
    blacklist = Image("blacklist.jpg")
except:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    blacklist = None
############################## Date time format##########################
dateString = '%Y/%m/%d %H:%M:%S'
dateSave = '%Y%m%d%H%M%S'
#########################################################################
mode = "unsaved"
saved = False
minDist = 0.25
############################## Set gpio login ##########################
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(4,GPIO.OUT)
#########################################################################

#wiringpi.wiringPiSetup() wiringpi.mcp23017Setup(pin_base,i2c_addr) wiringpi.pinMode(65, 1) #
imposta
#GPA0 come output wiringpi.digitalWrite(65, 0) # imposta GPA0 a 0 (0V, off) wiringpi.pinMode(72,
1) #
#imposta GPA7 come output wiringpi.digitalWrite(72, 0) # imposta GPA7 a 0 (0V, off)

with picamera.PiCamera() as camera:
 while True:

    GPIO.output(4,False)

    camera.start_preview()
    time.sleep(2) #10
    camera.capture('pifacepw.jpg')
    image=Image("pifacepw.jpg")
    camera.stop_preview()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    faces = image.findHaarFeatures("face.xml") # Riconosce il viso mediante il file HaarCFeatures
"face"
    if faces:
        if not password:

            faces.draw()
            face = faces[-1]
            password = face.crop().save("password.jpg")
            print "Save new face open door ok!!"
            break

        else:

            faces.draw()
            face = faces[-1]
            template = face.crop()
            template.save("passwordmatch.jpg")
            keypoints = password.findKeypointMatch(template,quality,minDist,minMatch)
              #### Login the door ###
            if keypoints:

               stranFileName = datetime.datetime.now().strftime(dateString)
                    print stranFileName


                    GPIO.output(4,True)
                    print "YOU ARE THE ONE!!! CONGRATS"
                    print "OK..."
                    time.sleep(3)
                    GPIO.output(4,False)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            break
            #domanda = raw_input("WOULD YOU LIKE TO CHANGE YOUR FACE PASSWORD?
Y/N").strip()

        else:
          #### Check black list ####

            if not blacklist:

                faces.draw()
                face = faces[-1]
                blacklist = face.crop().save("blacklist.jpg")
                print "Save new face black list ok!!"
                break

            else:

                faces.draw()
                face = faces[-1]
                template = face.crop()
                template.save("blacklistmatch.jpg")
                keypoints = blacklist.findKeypointMatch(template,quality,minDist,minMatch)

                if keypoints:
                    stranFileName = datetime.datetime.now().strftime(dateString)
                    print stranFileName
                    print "YOU ARE THE BLACK LIST !!!"
                    print "RUN AWAY OR POLICE WILL THROW YOU BEHIND THE BARS....:P"
                    os.system("sudo gammu sendsms TEXT +66909619664 -textutf8 \"BLACK
LIST IS SCAN\"")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                break
            else:
                stranFileName = datetime.datetime.now().strftime(dateSave)
                faces.draw()
            face = faces[-1]
                stranSave = face.crop().save(stranFileName+".jpg")

                print "SAVE IN Stranger face !!!" + stranFileName
                break
        #wiringpi.digitalWrite(65, 0) wiringpi.digitalWrite(72, 1)
        #break
else:
    break
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้