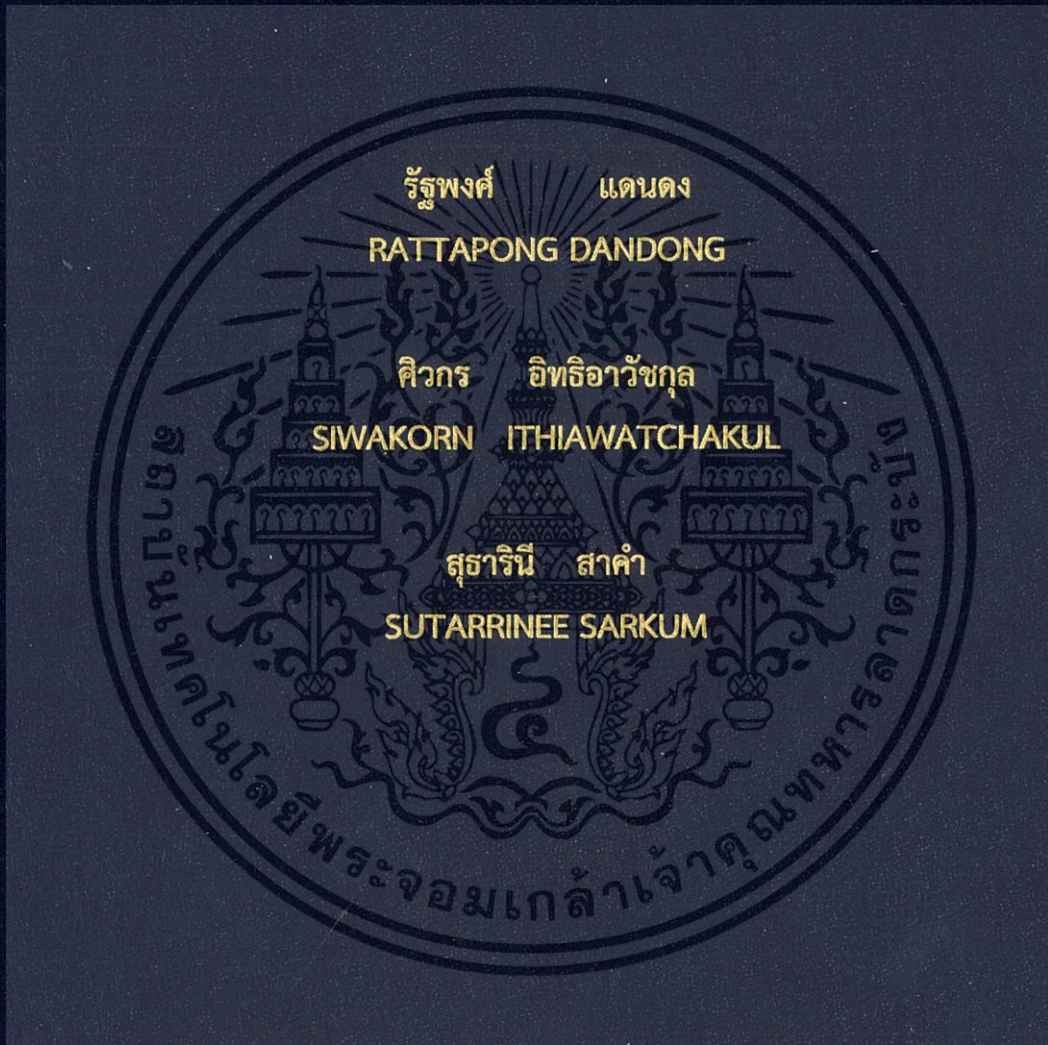


ป้ายโฆษณาอัจฉริยะด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์  
ARTIFICIAL INTELLIGENT ADVERTISING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ป้ายโฆษณาอัจฉริยะด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์  
ARTIFICIAL INTELLIGENT ADVERTISING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ARTIFICIAL INTELLIGENT ADVERTISING



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาบัตร	ป้ายโฆษณาอัจฉริยะด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์	
ชื่อนักศึกษา	นายรัฐพงศ์ แดนดง	รหัสนักศึกษา 58011061
	นายศิวกร อธิธาวัชกุล	รหัสนักศึกษา 58011224
	นางสาวสุธารินี สาคำ	รหัสนักศึกษา 58011349
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปริญญาบัตรปีการศึกษา	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร	รศ.ดร. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล	

ปริญญาบัตรฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร  
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ป้ายโฆษณาอัจฉริยะ	
ชื่อนักศึกษา	นายรัฐพงศ์ แदनดง	รหัสนักศึกษา 58011061
	นายศิวกร อธิธิดาวัชกุล	รหัสนักศึกษา 58011224
	นางสาวสุธารินี สาคำ	รหัสนักศึกษา 58011349
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
พ.ศ.	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล	

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการดำเนินการทางธุรกิจต้องอาศัยการเก็บข้อมูลของผู้บริโภคที่มีต่อสินค้าชนิดต่างๆ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างกลยุทธ์การขายสินค้าหรือโปรโมชั่นให้ออกมามีประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้บริโภคและตัวองค์กร

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบสร้างเป็นป้ายโฆษณาอัจฉริยะที่ทำงานด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ โดยวิเคราะห์จากพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มาดูโฆษณาสินค้าและแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม โดยเป้าหมายหลักคือการนำเสนอสินค้าให้ถูกต้องและตรงกับความต้องการของผู้บริโภคให้ได้มากที่สุด ป้ายโฆษณาอัจฉริยะนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้สามารถตรวจสอบได้หลากหลาย โดยมีฟังก์ชันทั้งหมด 4 ฟังก์ชัน คือ การทำนายอารมณ์ การทำนายเพศ การทำนายอายุ และการทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ครอบคลุมความต้องการของผู้บริโภคให้ได้มากที่สุด ทำให้ผู้ที่นำไปใช้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำธุรกิจให้กับองค์กร

<b>Thesis Title</b>	<b>Artificial Intelligent Advertising</b>	
<b>Student</b>	Mr. Rattapong Dandong	Student ID. 58011061
	Mr. Siwakorn Ithiawatchakul	Student ID. 58011224
	Ms. Sutarrinee Sarkum	Student ID. 58011349
<b>Degree</b>	Bachelor of Engineering	
<b>Program</b>	Information Engineering	
<b>Year</b>	2018	
<b>Thesis Advisor</b>	Asst.Prof.Dr.Attasit Lasakul	

## ABSTRACT

Nowadays business operations need to find more effective way to get the consumer needs. And then analyzed to create strategies to sell products such as promotions or product offering for the organization.

Artificial Intelligent Advertising operating with artificial intelligence by analyzing behavior of consumers who come to see the product advertisements and modify them to be appropriate. The main goal is to offer the right products to the right consumer. This project has been developed to be able to check variety of consumers with 6 functions face detection, emotional prediction, gender prediction, age prediction, product prediction and data analysis. The result shows the precision of the Artificial intelligence to offer product to each consumers and analyzed the result.

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ซึ่งได้ให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหา ตลอดจนให้ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานนี้จนกระทั่งปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ และช่วยเหลือตลอดมา และทำที่สุดขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ให้คำปรึกษาให้คำแนะนำ และให้กำลังใจตลอดมา คุณพ่อและคุณแม่ที่เลี้ยงดูและให้โอกาสทางการศึกษาอันมีค่า รวมถึงผู้มีพระคุณที่มีได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้



นายรัฐพงศ์ แदनดง  
นายศิวกร อธิธาวัชกุล  
นางสาวสุธารินี สาคำ

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูปภาพ .....	VII
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	2
1.3 ขอบเขตของการทำโครงการ .....	2
1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการ .....	2
1.4.1 องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์.....	2
1.4.2 องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ .....	3
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน .....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1 ภาษาไพธอน.....	4
2.1.1 ประวัติของภาษาไพธอน .....	4
2.1.2 จุดเด่นของภาษาไพธอน .....	4
2.1.3 ตัวแปลภาษา .....	5
2.1.4 โอเพ่นซีวี (OpenCV) .....	5
2.1.5 เทนเซอร์โฟล (TensorFlow) .....	6
2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) .....	7
2.2.1 วิธีการทำงานของ Machine Learning .....	8
2.3 Deep Learning .....	9
2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System) .....	9
2.4.1 รูปแบบของฐานข้อมูล .....	10
2.4.2 ประโยชน์ของฐานข้อมูล .....	12
2.5 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) .....	13

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.1	วิธีการพื้นฐานในการตรวจจับใบหน้า	13
2.5.2	วิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola – Jones	14
2.6	เอสคิวไลต์ (SQLite)	17
2.6.1	ชนิดของข้อมูลในฐานข้อมูล เอสคิวไลต์	17
2.7	ทาโบลส์ (Tableau)	18
2.8	ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry pi)	19
บทที่ 3	การออกแบบ	20
3.1	การทำงานของระบบ	20
3.1.1	ขั้นตอนการทำงานของระบบ	22
3.2	การพัฒนาโปรแกรม	23
3.2.1	การพัฒนาโปรแกรมในการเก็บข้อมูล	23
3.2.2	ระบบฐานข้อมูลของโปรแกรม	24
3.2.3	การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์	28
บทที่ 4	ผลการวิจัย	29
4.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	29
4.2	การทดสอบการตรวจจับใบหน้าบุคคลไม่ใส่แว่นและบุคคลใส่แว่นสายตา	30
4.3	การทดสอบการคาดการณ์อายุของบุคคล	31
4.4	การใช้กฎความสัมพันธ์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	33
4.5	การตัดสินใจใช้บริการร้านอาหารก่อนใช้งานป้ายโฆษณาอัจฉริยะ	34
4.6	การตัดสินใจใช้บริการร้านอาหารหลังจากใช้งานป้ายโฆษณาอัจฉริยะ	35
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย	36
5.1	สรุปผลการวิจัย	36
5.2	ปัญหา	37
5.3	ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม		39
ภาคผนวก		41
ภาคผนวก ก.อุปกรณ์ที่ใช้งาน		42

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนในการดำเนินงาน .....	3
4.1 แสดงจำนวนร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลของผู้ใช้งาน .....	29
4.2 ผลการตรวจจับใบหน้า .....	31
4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนในการแสดงผลอายุ .....	32
4.4 แสดงความสัมพันธ์ของอายุ เพศ อารมณ์ต่อการเลือกร้านอาหาร .....	33
4.5 แสดงจำนวนคนที่ใช้บริการร้านอาหาร .....	34
4.6 แสดงจำนวนคนที่ใช้บริการร้านอาหาร .....	35



# สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 โปรแกรม โอเพ่นซีวี (OpenCV) .....	6
2.2 โปรแกรม เทนเซอร์โฟล (TensorFlow) .....	6
2.3 Machine Learning .....	7
2.4 วิธีการเรียนรู้ของโปรแกรม และ Machine Learning .....	8
2.5 การประมวลผลของ Deep Learning .....	9
2.6 ตัวอย่างฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ .....	10
2.7 โครงสร้างฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น .....	11
2.8 โครงสร้างฐานข้อมูลแบบเครือข่าย .....	12
2.9 แบบจำลอง Haar – Like .....	15
2.10 ตัวอย่าง Strong Classifier ที่ได้จากกระบวนการ Adaboost .....	16
2.11 ขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง .....	17
2.12 โปรแกรม SQLite .....	18
2.13 ตัวอย่างโปรแกรม ทาโบลิว .....	18
2.14 ราชเบอร์รี่พายโมเดล บี+ .....	19
3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ .....	20
3.2 Flow Chart ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ .....	21
3.3 แผนภาพข้อมูล (Data Flow) .....	22
3.4 ตัวอย่างการพัฒนาโปรแกรมในการเก็บข้อมูล .....	23
3.5 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 1 .....	24
3.6 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 2 .....	25
3.7 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 3 .....	25
3.8 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 4 .....	26
3.9 ตัวอย่างโค้ดที่ใช้ในการเก็บข้อมูลลง ดาต้าเบส .....	26
3.10 ฐานข้อมูลของระบบ .....	27
3.11 อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับราชเบอร์รี่พาย .....	28
4.1 การตรวจจับใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่นตา .....	30
4.2 การตรวจจับใบหน้าที่มีการใส่แว่นตา .....	31
4.3 การคาดการณ์อายุของบุคคล .....	32

## สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 แผนภูมิแสดงร้านค้าที่ระบบทำการเลือกให้ผู้ใช้งาน.....	36
5.2 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพความแม่นยำของระบบ.....	37



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันโลกของเราได้มีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการศึกษา เศรษฐกิจ และสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันจะสังเกตได้ชัดเจนว่าเทคโนโลยีต่างๆ นั้นได้มีการพัฒนาอย่างล้ำสมัยซึ่งส่งผลให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งานในปัจจุบันและในอนาคต ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศได้มีบทบาทสำคัญต่อวิถีชีวิตและสังคมของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านอุตสาหกรรมเทคโนโลยี ด้านการผลิต ด้านการแพทย์ และอีกหลายๆด้าน รวมถึงด้านการตลาด การขาย และการบริการลูกค้าเป็นต้น Artificial Intelligence (AI) ถือเป็นเรื่องที่กำลังได้รับความสนใจสูงมากจากผู้คนทั่วโลก โดยเฉพาะบริษัทเทคโนโลยีขนาดใหญ่ เช่น Microsoft, Google, Facebook, Amazon หรือ Apple ต่างก็ให้ความสนใจที่จะนำปัญญาประดิษฐ์นี้มาใช้ในกลยุทธ์การขายและการตลาด และด้วยขีดความสามารถที่เพิ่มขึ้นได้อยู่เสมอของ AI ทำให้หลายๆธุรกิจเริ่มที่จะนำแนวคิด AI ที่ชาญฉลาดมาใช้ในการทำงานในภาคธุรกิจ

ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดที่จะนำเครื่องมือ Artificial Intelligence (AI) ที่ช่วยเสริมกลยุทธ์การตลาดและเพิ่มยอดขาย มาสร้างเป็นป้ายโฆษณาอัจฉริยะที่ทำงานด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ซึ่งจะทำหน้าที่แทนนักการตลาดของบริษัทได้เป็นอย่างดี โดยป้ายโฆษณาอัจฉริยะที่ทำงานด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลและผลตอบรับของผู้บริโภคจากการดูป้ายโฆษณาและจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้พฤติกรรมของผู้บริโภคที่มาดูโฆษณาสินค้าและแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยเมื่อผู้บริโภคที่มาดูโฆษณาสินค้าเกิดความพึงพอใจในโฆษณาของผลิตภัณฑ์นั้น ป้ายโฆษณาอัจฉริยะจะทำการเก็บข้อมูลทางกายภาพของผู้บริโภคเพื่อใช้วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ใหม่หรือผลิตภัณฑ์ปัจจุบันที่ทำการขายอยู่ และเมื่อผู้บริโภคที่มาดูโฆษณาสินค้าเกิดความไม่พึงพอใจในโฆษณาของผลิตภัณฑ์นั้น ป้ายโฆษณาอัจฉริยะจะทำการเปลี่ยนเป็นโฆษณาที่มีเนื้อหาชักชวนหรือดึงดูดใจผู้บริโภค เช่น โพรโมชันลดราคาหรือแถมสินค้าแทน จากนั้นจะเก็บข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์ผู้บริโภคเพื่อที่จะไม่แสดงโฆษณาที่ไม่ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งป้ายโฆษณาอัจฉริยะนี้จะรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเรียนรู้เกี่ยวกับลูกค้าและช่วยให้เจ้าของธุรกิจสามารถบริหาร จัดการในด้านการตลาด การขาย และการวิเคราะห์ผลเพื่อเสริมศักยภาพแผนการตลาดได้ดียิ่งขึ้น โดยการใช้ข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลได้แม่นยำและรวดเร็วกว่ามนุษย์ โดยไม่ต้องใช้แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้พฤติกรรมของผู้บริโภคจากการดูป้ายโฆษณาสินค้าหรือบริการและทำการเลือกให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค
- 2) เพื่อดำเนินการออกแบบป้ายโฆษณาอัจฉริยะด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์
- 3) เพื่อนำเทคโนโลยีของการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้กับระบบปัญญาประดิษฐ์ ในการโปรโมทสินค้าหรือบริการอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) เพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาจากการเก็บข้อมูลของผู้บริโภคสำหรับโปรโมทสินค้าหรือบริการ
- 5) เพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจเลือกสินค้าหรือบริการของผู้บริโภค
- 6) เพื่อนำระบบที่ได้จากการวิจัยไปต่อยอดเป็นระบบที่ใหญ่ขึ้นและใช้งานในภาคธุรกิจได้จริง

## 1.3 ขอบเขตของการทำโครงการ

- 1) ศึกษาอัลกอริทึมของระบบปัญญาประดิษฐ์
- 2) ศึกษาการทำงานร่วมกันระหว่าง Open Source Computer Vision Library ฐานข้อมูล และราสเบอร์รี่พาย
- 3) พัฒนาระบบตรวจจับและวิเคราะห์ใบหน้าของบุคคล
- 4) ออกแบบป้ายโฆษณาอัจฉริยะด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ และการทำงานร่วมกับ Microsoft SQL Server
- 5) ออกแบบระบบการทำงานร่วมกันของป้ายโฆษณาอัจฉริยะด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ ระบบตรวจจับใบหน้าและวิเคราะห์ใบหน้า ผ่านอินเทอร์เน็ต

## 1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการ

โครงการชิ้นนี้เป็นการสร้างป้ายโฆษณาโดยการนำระบบปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีส่วนช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงสินค้าที่ผู้มองต้องการออกมา

### 1.4.1 องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- 1) กล้อง Raspberry Pi camera V2
- 2) จอ LCD
- 3) คอมพิวเตอร์
- 4) Raspberry Pi 3 Model B+

#### 1.4.2 องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ (Software)

- 1) TensorFlow ในการทำโปรแกรมตรวจจับอารมณ์ของผู้มองป้ายโฆษณาโดยใช้
- 2) OpenCV ในการเชื่อมต่อและวิเคราะห์ภาพเคลื่อนไหว
- 3) SQLite เป็น Database สำหรับการเก็บข้อมูล
- 4) Keras เป็น Deep learning ใช้ในการพัฒนาตัวโปรแกรม

#### 1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

WORKING SCHEDULE										
งานที่ต้องทำ	ส.ค. 2561	ก.ย. 2561	ต.ค. 2561	พ.ย. 2561	ธ.ค. 2561	ม.ค. 2562	ก.พ. 2562	มี.ค. 2562	เม.ย. 2562	พ.ค. 2562
1. ทำความรู้เข้าใจอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และออกแบบรูปร่างของชิ้นงาน	█									
2. ศึกษาภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับ อุปกรณ์ และศึกษาการทำงาน	█									
3. เขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ ต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้		█								
4. ทดสอบการทำงานและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น			█							
5. เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง				█						
6. จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน ภาคเรียนที่ 1					█					
7. นำข้อมูลที่เก็บมาสร้าง Machine Learning Algorithm						█				
8. สร้างและประกอบชิ้นงาน							█			
9. ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบ รวมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรม								█		
10. จัดทำต้นฉบับปริญญาบัตร			█							

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ผู้ประกอบการสามารถนำระบบไปใช้ เพื่อเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคและนำมาวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภคซึ่งจะนำไปใช้ในการวางแผนธุรกิจได้
- 2) ผู้บริโภคที่มาใช้งานจะได้เข้าถึงสื่อโฆษณาสินค้าที่เหมาะสมกับผู้บริโภค ซึ่งจะเป็นทางเลือกในการตัดสินใจของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ภาษาไพธอน

ไพธอน (Python) เป็นภาษาเขียนโปรแกรมระดับสูงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการเขียนโปรแกรมสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไป ภาษาไพธอน สร้างโดยกิด ฟาน รอสซัม (Guido van Rossum) และถูกเผยแพร่ครั้งแรกในปี 1991 ไพธอนนั้นเป็นภาษาแบบอินเทอร์พรีเตอร์ (interpreter) คือ จะประมวลผลไปที่ละบรรทัด ที่ถูกออกแบบโดยที่จะทำให้โค้ดอ่านได้ง่ายขึ้น และโครงสร้างของภาษานั้น จะทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถเข้าใจแนวคิดการเขียนโค้ดโดยใช้บรรทัดที่น้อยลงกว่าภาษาอย่าง ซีพลัสพลัส (C++) และ ภาษาจาวา (Java) ซึ่งภาษานั้นถูกกำหนดให้มีโครงสร้างที่ตั้งใจให้การเขียนโค้ด เข้าใจง่ายทั้งในโปรแกรมเล็กไปจนถึงโปรแกรมขนาดใหญ่

#### 2.1.1 ประวัติของภาษาไพธอน

ไพธอน นั้นกำเนิดขึ้นในปี 1989 โดยกิด ฟาน รอสซัม ที่ Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) ในประเทศเนเธอร์แลนด์ เนื่องในผู้ประสบความสำเร็จในการสร้างภาษา ABC ที่มีความสามารถ สำหรับการจัดการกับข้อผิดพลาด (exception handling) ซึ่ง ฟาน รอสซัม นั้นเป็นผู้เขียนหลักการของภาษาไพธอน และเขาทำหน้าที่เป็นกลางในการตัดสินใจสำหรับทิศทางการพัฒนาของภาษาไพธอน

หลักไวยากรณ์ของภาษาไพธอนนั้นถูกพัฒนาขึ้นมาโดยมีความตั้งใจว่าจะให้เป็นภาษาที่อ่านง่าย ถูกออกแบบมาให้มีโครงสร้างที่มองเห็นได้โดยไม่ซับซ้อน โดยมีจะใช้คำในภาษาอังกฤษในขณะที่ภาษาอื่นใช้เครื่องหมายวรรคตอน นอกจากนี้ ไพธอน มีข้อยกเว้นของโครงสร้างทางภาษาน้อยกว่าภาษาซี (c) และภาษาปาสคาล (Pascal)

#### 2.1.2 จุดเด่นของภาษาไพธอน

- 1) ไพธอนสามารถใช้งานได้บนหลายๆ แพลตฟอร์ม (Platform) สามารถใช้ได้ทั้งในระบบ Linux, Unix, Mac OS , Window เป็นต้น
- 2) ไพธอนได้นำข้อดีจากหลายๆภาษามารวมกันไว้ เช่น ภาษา C , C++ , Java เป็นต้น
- 3) ไพธอนเป็น Open Source เราสามารถนำมาใช้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย
- 4) มี Library ให้ใช้เป็นจำนวนมาก เช่น NumPy ในการจัดการกับข้อมูลที่อยู่ในรูปของ array หลายมิติ , Matplotlib ใช้ในการ พล็อตกราฟ 2 มิติ
- 5) มีความปลอดภัยสูง เพราะไพธอนจะประมวลผลอยู่ฝั่ง Server แล้วจึงค่อยส่งไปให้ Client เพื่อมีการร้องขอมา จึงทำให้ ผู้ใช้ทั่วไปไม่สามารถเข้าถึง Server ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 ตัวแปลภาษา

ตัวแปลภาษาคือ เมื่อเราได้เขียนโค้ดขึ้นมาตามโครงสร้างของโปรแกรมภาษา และการจะให้โค้ดคำสั่งเหล่านั้นทำงานได้ก็จะต้องมีตัวแปลภาษามาจัดการแปลคำสั่งโค้ดต่างๆ เพื่อให้ทำงานตามที่เราต้องการ โดยลักษณะของตัวแปลภาษานั้นแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- 1) คอมไพเลอร์ (Compiler) เป็นตัวแปลภาษาสำหรับภาษา C, C++ โดยการทำงานจะตรวจสอบความผิดพลาดของโค้ดคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบ ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดก็จะทำการแปลโค้ดคำสั่งให้เป็นไฟล์นามสกุล .obj (object file) จากนั้นก็ทำการแปลไฟล์ .obj ให้เป็นไฟล์ .exe เพื่อทำงานต่อไป
- 2) อินเตอร์พรีเตอร์ (Interpreter) เป็นตัวสำหรับอ่านโค้ดคำสั่งแล้วก็ทำงานให้ผลออกมาทันที โดยทำงานในแต่ละบรรทัดของโค้ด ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ อินเตอร์พรีเตอร์ จะทำงานช้ากว่าโปรแกรมที่ใช้ Compiler

### 2.1.4 โอเพนซีวี (OpenCV)

โอเพนซีวี (OpenCV) ย่อมาจาก Open Source Computer Vision เป็นไลบรารีสำหรับเขียนโปรแกรมหรือพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถประมวลผลภาพได้ ถูกสร้างมาตั้งแต่ปี 1999 ที่บริษัทอินเทล (Intel) เพื่อที่จะวิจัยทาง การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) ให้สามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถนำไปใช้ทางการค้าได้โดย OpenCV สามารถใช้งานได้ในหลายๆภาษา เช่น C++ , Python , Java เป็นต้น และยังสามารถใช้งานได้บนแพลตฟอร์มต่างๆ เช่น window , Linux , Android , iOS

การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) เป็นการประยุกต์ให้คอมพิวเตอร์สามารถมองเห็นได้และเข้าใจว่าสิ่งที่เห็นนั้นคืออะไร ในแบบที่คนเรามองเห็นสิ่งต่างๆ ด้วยดวงตา ทำความเข้าใจ จดจำ และแยกแยะสิ่งต่างๆที่มองเห็น โดยคอมพิวเตอร์จะทำการรับข้อมูลรูปภาพ โดยใช้กล้อง

OpenCV เป็น open source library คือเป็น Software ฟรีที่สามารถให้ทุกคนนำไปแก้ไขหรือแต่งเสริมให้เหมาะสมกับงานของตน OpenCV เหมาะสำหรับงานด้านการทำ Image Processing ซึ่งสามารถตรวจจับใบหน้า (Face Detection) , แสดงผล และประมวลผล (Image Processing) จากกล้องในคอมพิวเตอร์ได้ ทั้งนี้ OpenCV ยังสามารถพัฒนาในด้านของ Machine Learning ได้อีกด้วย



รูปที่ 2.1 โปรแกรม โอเพ่นซีวี (OpenCV)

#### 2.1.4 เทนเซอร์โฟล (Tensor Flow)

เป็นไลบรารีที่ได้รับการพัฒนาโดยบริษัท กูเกิล ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้และเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้เหมือนอย่างที่มีมนุษย์เข้าใจ โดยส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้กับการทำโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) สำหรับการพัฒนาการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อที่จะให้นักวิจัยและนักพัฒนาทำงานกับโมเดลปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยเทนเซอร์โฟลเป็นซอฟต์แวร์ที่เปิดเผยหลักการให้บุคคลภายนอกได้ใช้ (Open source) ที่ใช้ภาษาไพธอนในการเขียน เทนเซอร์โฟลสามารถทำงานบน หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และ หน่วยประมวลผลด้านกราฟฟิก (GPUs) รองรับระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์ (Linux), แมคโอเอส (macOS), ไมโครซอฟท์ วินโดวส์เวอร์ชัน 7 ขึ้นไปในระบบปฏิบัติการแบบ 64 bit และยังมี เทนเซอร์โฟลไลท์ (TensorFlow Lite) ไว้ใช้สำหรับ แอนดรอยด์ (Android) ในเวอร์ชัน Android Oreo 8.1 ขึ้นไป



รูปที่ 2.2 โปรแกรมเทนเซอร์โฟล (TensorFlow)

## 2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

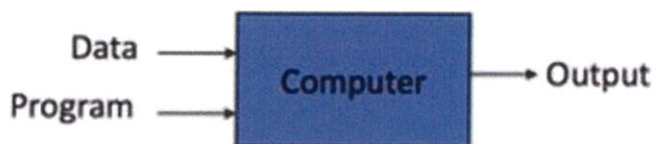
Machine Learning เป็นเหมือนสมองของ AI (Artificial Intelligence) ใช้เรียกโมเดลที่เกิดจากการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ ไม่ได้เกิดจากการเขียนโดยใช้มนุษย์ มนุษย์มีหน้าที่เขียนโปรแกรมให้ AI เรียนรู้จากข้อมูลเท่านั้น หลังจากนั้น AI จะทำการเรียนรู้ด้วยตัวเอง Machine Learning สามารถเอาไปใช้งานได้หลายรูปแบบต้องอาศัย อัลกอริทึมที่หลากหลายโดยมี Data Scientist เป็นผู้ออกแบบ อัลกอริทึมที่ได้รับความนิยมสูง คือ Deep Learning ซึ่งถูกออกแบบมาให้ประยุกต์ใช้ได้หลายลักษณะงาน เช่น

- ซิริบนอุปกรณ์ไอโอเอส (Siri Apple) ที่มีการจดจำเสียง (Speech Recognition) หรือการฟังเสียงและถอดความใช้ในการปฏิบัติตามคำขอที่ได้รับมาจากเสียงของผู้ใช้งาน
- การแนะนำหนังที่ให้ผู้ใช้งานน่าจะชอบโดย Netflix ตามรูปแบบ

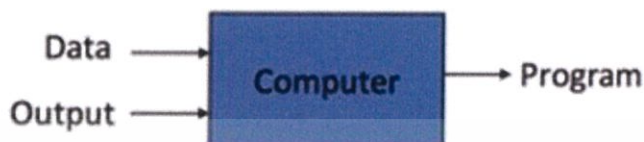


รูปที่ 2.3 Machine Learning

## Traditional Programming



## Machine Learning



รูปที่ 2.4 วิธีการเรียนรู้ของโปรแกรม และ Machine Learning

### 2.2.1 วิธีการทำงานของ Machine Learning

การเขียนโปรแกรมที่เราทำกันอยู่ เราจะใส่ข้อมูล (Data) และโปรแกรมเข้าไป เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ (Output) ออกมา แต่ Machine Learning เราจะใส่ข้อมูล และ ผลลัพธ์เข้าไป เพื่อให้หาโปรแกรมที่เราจะนำไปใช้หาคำตอบในอนาคต โดยการเรียนรู้จะแบ่งได้ 3 แบบ คือ

**Supervised learning** - เป็นวิธีการสอนคอมพิวเตอร์ โดยการศึกษาจากข้อมูลตัวอย่างและผลลัพธ์เข้าไปเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีหาคำตอบของปัญหานั้นได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นในการจะทำ Supervised learning จึงต้องมี input data ที่มีคุณภาพ และมากเพียงพอ

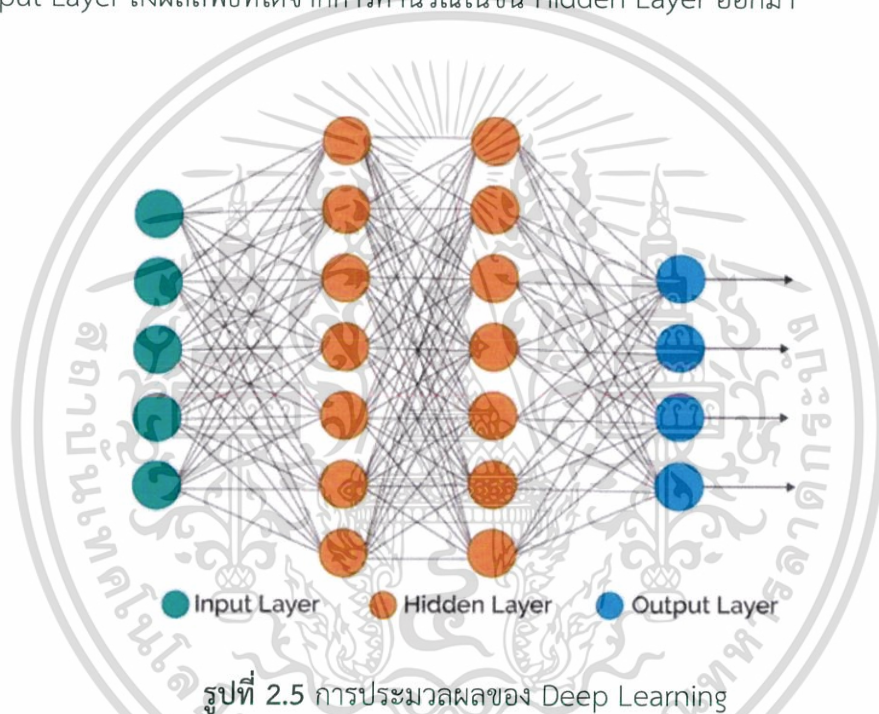
**Unsupervised learning** - การเรียนรู้แบบนี้จะไม่มีการบอกว่าข้อมูลนั้นคืออะไร แต่นำข้อมูล input ไปจัดกลุ่ม (Cluster) ตามความเหมือนและความแตกต่างระหว่างรูปแบบของ input

**Reinforcement learning** - การที่เรียนรู้แบบ trial and error เป็นการเรียนรู้ที่คล้ายๆ การเรียนรู้ของมนุษย์ โดยการเรียนรู้และจดจำไปในตัวทำให้ AI ได้รู้ว่าการตัดสินใจแบบไหนจะนำไปสู่ผลลัพธ์ของเป้าหมายที่ดีที่สุด

## 2.3 Deep Learning

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) คือ รูปแบบหนึ่งของ Machine Learning โดยใช้หลักการจาก การจำลองวิธีการทำงานของสมองของมนุษย์ (Artificial Neural Networks) โดยจำลองการทำงานเหมือนกับกลุ่มเซลล์ประสาทที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบประสาทที่สามารถรับรู้หลายๆ สิ่งในเวลาเดียวกัน ด้วยการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Network) ทำให้ระบบสามารถตัดสินใจได้ใกล้เคียงกับมนุษย์ โดยในการสร้าง Artificial Neural Networks นี้จำประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

- 1) Input Layer เป็นส่วนของข้อมูลที่เรป้อนเข้าไป
- 2) Hidden Layer เป็นส่วนที่คำนวณข้อมูลที่ได้รับมาจาก Input Layer สามารถมีได้มากกว่า 1 Layer ยิ่งมีมาก ยิ่งส่งผลให้โมเดลสามารถคำนวณอะไรที่ซับซ้อนได้มากขึ้น
- 3) Output Layer ส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในชั้น Hidden Layer ออกมา



รูปที่ 2.5 การประมวลผลของ Deep Learning

Deep Learning ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายๆอย่าง เช่น การแยกแยะใบหน้าและการติดแท็กรูปใน เฟสบุค (Facebook) หรือในทางการแพทย์ เช่น การวินิจฉัยโรค

## 2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

Database System คือ ระบบที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันเอาไว้อย่างเป็นระบบ ในระบบจะมีแฟ้มข้อมูลเป็นจำนวนมากที่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน ผู้ใช้งานสามารถจัดการข้อมูลเหล่านี้ได้โดยมีซอฟต์แวร์เป็นสื่อกลางที่เรียกว่า DBMS (Database management system)

## 2.4.1 รูปแบบของฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบงานต่าง ๆ ร่วมกันได้ โดยที่จะไม่เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล อีกทั้งข้อมูลในระบบก็จะถูกต้อง เชื่อถือได้ และเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยจะมีการกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลขึ้น

- 1) ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง (Table) หรือเรียกว่า รีเลชัน (Relation) เป็น 2 มิติ คือเป็นแถว (row) และเป็นคอลัมน์ (column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง จะเชื่อมโยงโดยใช้แอททริบิวต์ (attribute) หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมข้อมูล Relational Database เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของตารางซึ่งสามารถเข้าใจได้ง่าย และข้อมูลที่จัดเก็บในตาราง สามารถเชื่อมโยงด้วยความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (one-to-many) หรือ ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (many-to-many) ก็ได้ มีข้อเสียคือ ค่าใช้จ่ายในการทำระบบจะค่อนข้างสูง เพราะต้องใช้ทรัพยากรทั้งฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถสูง

itemid	orderid	item	amount	customerid	name	email
5	1	Chair	200.00	5	Rosalyn Rivera	rosalyn@adatum.com
6	1	Table	200.00	6	Jayne Sargent	jayne@contoso.com
7	1	Lamp	123.12	7	Dean Luong	dean@contoso.com

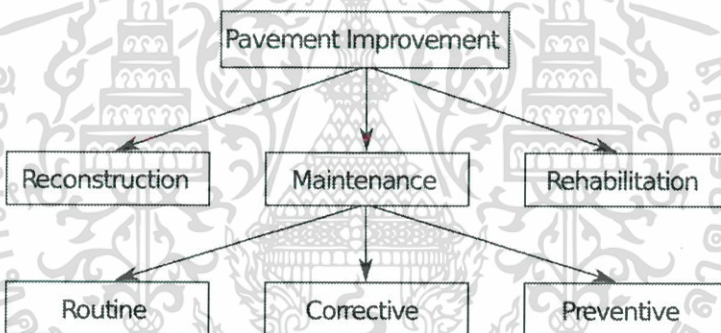
  

orderid	customerid	date	amount
1	4	11/1/17	523.12
2	3	11/15/17	32.99
3	1	11/21/17	23.99

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์

2) ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Database) เป็นการจัดเก็บข้อมูลในความสัมพันธ์แบบพ่อ-ลูก (Parent-Child Relationship Type ) โดยการจัดเก็บข้อมูลจะมีลักษณะคล้ายโครงสร้างต้นไม้ (Tree Structure) ข้อมูลจะถูกจัดไว้ในโครงสร้างแบบบนลงล่าง ลำดับชั้นสูงสุดจะเรียกว่า ราก (Root) และโหนดระดับล่างจะเรียกว่าใบ (Leaves) โหนดพ่อสามารถแตกสาขาออกมาได้เป็นโหนดลูกได้หลายโหนด (one-to-many) แต่โหนดลูกจะมีพ่อโหนดได้เพียงแคโหนดเดียวเท่านั้น โครงสร้างแบบลำดับชั้นเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อย เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (one-to-many) และข้อมูลที่มีการเรียงลำดับแบบต่อเนื่อง มีข้อเสีย คือ ไม่มีภาษาที่ใช้สำหรับจัดการข้อมูล , ยากต่อการพัฒนา เนื่องจากต้องมีความเข้าใจถึงโครงสร้างที่จัดเก็บอยู่ภายในฐานข้อมูล , มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ เพราะไม่รองรับความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (many-to-many) และการเรียกใช้ข้อมูลจำเป็นต้องเรียกผ่าน Root เสมอทำให้การค้นหาข้อมูลที่อยู่ในระดับล่างๆอาจต้องใช้เวลา

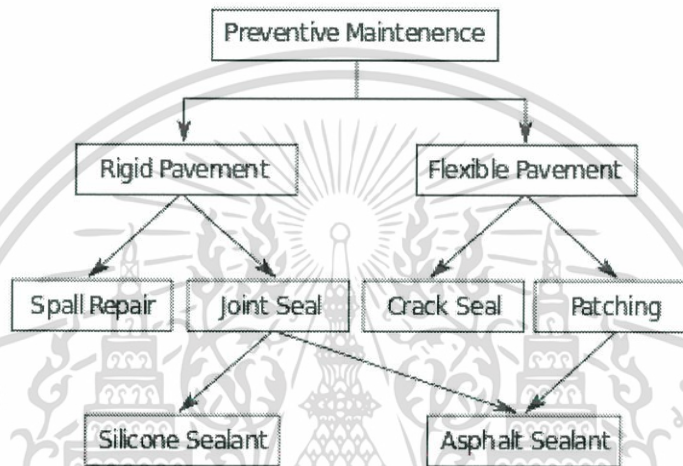
### Hierarchical Model



รูปที่ 2.7 โครงสร้างฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น

- 3) ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Database) มีความสัมพันธ์คล้ายแบบร่างแห โครงสร้างจะมีลักษณะคล้ายกับโครงสร้างของฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น แต่มีความจะแตกต่างตรงที่จะมีแต่ละโหนดจะสามารถมีความสัมพันธ์กับโหนดอื่นได้หลายโหนด (many-to-many) ทำให้การใช้งานมีความยืดหยุ่นสูงกว่าฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นในการที่จะค้นหาข้อมูล และมีภาษาที่ใช้ในการจัดการข้อมูล

### Network Model



รูปที่ 2.8 โครงสร้างฐานข้อมูลแบบเครือข่าย

#### 2.4.2 ประโยชน์ของฐานข้อมูล

- 1) ความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุด เดียวกัน ปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุกๆ แห่งที่ ข้อมูลปรากฏอยู่จะถูกแก้ไขให้ตรงกันทั้งหมด
- 2) ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อนที่อยู่ในแฟ้มข้อมูลหลายๆแห่ง เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดลง
- 3) ความปลอดภัยของข้อมูล การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูลจะให้ เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัย (security) ของข้อมูล

## 2.5 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection)

### 2.5.1 วิธีการพื้นฐานในการตรวจจับใบหน้า

ในปัจจุบันสามารถจำแนกวิธีการพื้นฐานในการตรวจจับใบหน้าได้เป็น 4 ประเภท

#### 2.5.1.1 Knowledge – based methods

เป็นวิธีการที่อาศัยพื้นฐานความรู้ของมนุษย์ที่มีต่อส่วนประกอบสำคัญของใบหน้ามนุษย์มาหา กฎเกณฑ์ในการจำแนกใบหน้าของมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น รูปที่มีใบหน้านั้นย่อมจะต้องประกอบด้วย ดวงตา 2 ดวงซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่สมมาตรกัน ต้องมีจมูก 1 จมูก และปาก 1 ปาก ซึ่งจะสามารถจำแนก ใบหน้าได้จากอวัยวะแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้ระยะทางและตำแหน่งตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ข้อเสียของวิธีการนี้ก็คือ การหากฎเกณฑ์ที่จะมาทำการจำแนกใบหน้าของมนุษย์นั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะถ้าหากระบุ กฎเกณฑ์ละเอียดมากเกินไปนั้น ก็จะทำให้การตรวจจับใบหน้าทำได้ยาก (เนื่องจากไม่มีใบหน้าที่ผ่านกฎเกณฑ์เลย) หรือถ้าระบุกฎเกณฑ์น้อยเกินไปก็จะทำให้การตรวจจับ ใบหน้าเกิดข้อผิดพลาดขึ้น (ตรวจจับสิ่งที่ไม่ใช่ใบหน้าเข้ามาด้วย)

#### 2.5.1.2 Feature invariant approaches

เป็นวิธีการที่ใช้สำหรับการค้นหาลักษณะเด่น (Feature) ที่แตกต่างกันของแต่ละใบหน้าที่ในการตรวจจับ สมมติฐานของวิธีนี้นั้น ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตของมนุษย์ที่จะสามารถจำแนก วัตถุต่างๆ ได้ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเกิดขึ้น เปลี่ยนตำแหน่ง หรือเปลี่ยนสภาพแสง เป็นต้น ซึ่งในการตรวจหาลักษณะเด่นของใบหน้านั้น ยกตัวอย่างเช่น ลักษณะเด่นของคิ้ว ตา จมูก ปาก และเส้นผม โดยเทคนิคการตรวจจับเส้นขอบ (Edge Detection) จะดึงออกมาเพื่อตรวจสอบ และจากนั้นจะใช้สถิติในการอธิบายความสัมพันธ์และยืนยันการตรวจพบใบหน้า

ข้อเสียของวิธีการนี้คือ การตรวจจับคุณลักษณะเด่นของใบหน้านั้น สามารถดึงออกมาได้ยากเนื่องจาก สภาพแสง สัญญาณรบกวน อีกทั้งไม่สามารถหาขอบของจุดเด่นบนใบหน้าได้

#### 2.5.1.3 Template matching methods

วิธีการนี้ใช้ Standard Template ของใบหน้า (โดยทั่วไปจะใช้เป็นของใบหน้าตรง) ซึ่งเกิดจากการกำหนดค่าเองหรือกำหนดโดยฟังก์ชัน เช่น หาความสัมพันธ์โดยใบหน้าที่รับเข้ามานั้น จะนำมาหาค่า Correlation Value กับ Standard Pattern ของใบหน้า

ข้อดีของวิธีการนี้คือ ทำได้ง่าย แต่ข้อเสียคือเนื่องจากตำแหน่งการวางและรูปทรงที่แตกต่างไปจาก standard Template จึงทำให้ประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้าที่ยังทำได้ไม่ดี

#### 2.5.1.4 Appearance – based methods

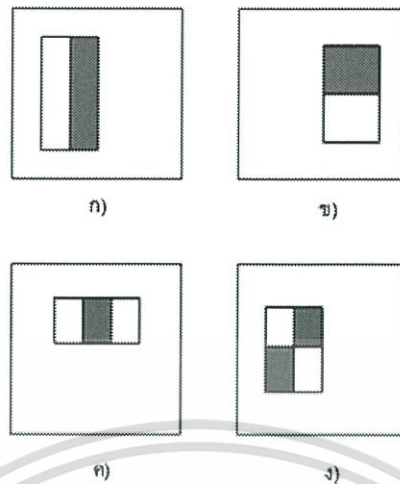
เป็นวิธีการที่ใช้โมเดลของการเรียนรู้ของกลุ่มรูปภาพตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มรูปภาพตัวอย่างนั้นจะประกอบด้วยกลุ่มรูปที่เป็นใบหน้าและไม่ใช่ใบหน้า ซึ่งวิธีการนี้ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ และเทคนิค Machine Learning มาใช้ในการหาคุณลักษณะของรูปภาพที่เป็นใบหน้า และไม่ได้เป็นใบหน้า

ซึ่งจากการศึกษาในเรื่องของการตรวจจับใบหน้าที่ผ่านมา ทำให้พบว่าวิธีการ Appearance – based มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีอื่นๆ ซึ่งโดยเฉพาะงานวิจัยของ Viola และ Jones นั้นมีประสิทธิภาพและความสามารถในการตรวจจับใบหน้าที่ได้อย่างรวดเร็ว

#### 2.5.2 วิธีการตรวจจับใบหน้าที่ของ Viola – Jones

เป็นวิธีการที่นำเสนอโดย Paul viola และ Michael J. Jones ได้คิดค้นและนำเสนอในปี ค.ศ. 2001 ซึ่งเทคนิคนี้นั้นเป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับและรู้จักในเรื่องของการตรวจจับใบหน้าที่อย่างแพร่หลาย โดยวิธีการตรวจจับใบหน้าที่ของ Viola – Jones นี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การคำนวณรูปแบบการจำลองด้วย Integral Image , การค้นหาแบบจำลองด้วย Adaboost และการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง (Cascaded Classifier) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ซึ่งแนวคิดพื้นฐานของเทคนิคการตรวจจับใบหน้าที่ของ Viola – Jones คือการใช้ Sub-window วิ่งพิจารณาเพื่อทำการตรวจจับใบหน้าที่จากภาพอินพุต ซึ่งเทคนิคโดยทั่วไปในการตรวจจับใบหน้านั้นจะทำการปรับขนาดภาพอินพุตให้มีขนาดแตกต่างกัน และใช้ตัวตรวจจับ (Detector) ที่มีขนาดคงที่เพื่อวิ่งตรวจจับหาวัตถุ แต่เทคนิคโดยทั่วไปนี้นั้นจะมีข้อเสียคือ ระยะเวลาในการคำนวณไม่คงที่ ซึ่งแตกต่างกับเทคนิคการตรวจจับใบหน้าที่ของ Viola – Jones ซึ่งนำเสนอเทคนิคการตรวจจับใบหน้าที่ในรูปแบบใหม่ โดยการใช้การจำลองรูปแบบ Haar – like เป็นตัวตรวจจับ ซึ่งแทนที่จะทำการปรับขนาดของภาพอินพุต แต่จะไปทำการปรับขนาดของตัวตรวจจับแทน โดยตัวตรวจจับจะทำการวิ่งตรวจจับใบหน้าที่หลายๆรอบ ซึ่งในแต่ละรอบจะใช้ตัวตรวจจับที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อเปรียบระหว่างวิธีเดิมกับวิธีของ Viola – Jones แล้วนั้น ทั้งสองวิธีใช้เวลาในการคำนวณไม่ได้แตกต่างกันมากนัก แต่เวลาในการคำนวณการตรวจจับภาพใบหน้าที่แต่ละรอบจะมีค่าคงที่ แม้ขนาดของตัวตรวจจับจะมีขนาดแตกต่างกันก็ตาม โดยเทคนิคนี้นำเสนอการคำนวณรูปแบบจำลอง Haar – like ด้วยวิธีการ Integral Image

### 2.5.2.1 ขั้นตอน Integral Image



รูปที่ 2.9 แบบจำลอง Haar – Like

รูปแบบจำลอง Haar – like ในวิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola – Jones นั้นจะมีลักษณะดังรูป 2.9 ซึ่งในพื้นที่สี่เหลี่ยม จะประกอบด้วยพื้นที่สี่เหลี่ยม 2 ประเภท ได้แก่ พื้นที่สี่เหลี่ยมส่วนแรเงา และพื้นที่สี่เหลี่ยมส่วนที่ไม่ได้แรเงา ซึ่งการหาค่าการจำลองรูปแบบ Haar-like นั้น สามารถหาได้จากผลการหาผลต่างความเข้มแสงระหว่างพื้นที่ส่วนแรเงา และพื้นที่ส่วนที่ไม่ได้แรเงา เมื่อได้ผลลัพธ์นำไปเปรียบเทียบกับค่า Threshold กับขั้ว (Polarity) ซึ่งค่าเหล่านี้จะเป็นการตัดสินใจว่าภาพอินพุตเป็นภาพใบหน้า หรือไม่ใช่ภาพใบหน้า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะถูกนำไปพิจารณาในขั้นตอนต่อไป เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น Viola และ Jones ได้เสนอเทคนิคที่เรียกว่า Integral Image คือการรวมความเข้ม (Intensity) ของแต่ละพิกเซลเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการคำนวณรูปแบบจำลอง Haar – like ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังต่อไปนี้

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y')$$

กำหนดให้  $ii(x, y)$  คือ ค่า Integral Image ที่ตำแหน่งจุด  $(x, y)$  และ  $i(x', y')$  คือ ค่าความเข้มในแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับ

กำหนดให้การจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ได้หลังจากทำการเปรียบเทียบกับค่า Threshold เรียกว่า Weak Classifier เนื่องจากการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ได้รับจะให้คำตอบที่ถูกต้องกว่าการเดาสุ่มเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งการหา Weak Classifier สามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$h(x_i, f, p, \theta) \begin{cases} 1 & \text{if } pf(x_i) < p\theta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

โดย  $x$  คือ Sub - window ของภาพอินพุต  $h(x_i, f, p, \theta)$  คือ Weak Classifier ที่พิจารณาจากการจำลองรูปแบบ Haar-like เทียบกับค่า Threshold ( $\theta$ ) และ  $p$  เป็นค่าซึ่งเป็นตัวกำหนดทิศของสมการ

### 2.5.2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยวิธี Adaboost

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการจำลองรูปแบบ Haar - like ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมาเข้ากระบวนการ Machine Learning ซึ่งเรียกว่า “Adaptive Boost” หรือ “Adaboost” ซึ่งขั้นตอนนี้คือ หา Weak Classifier และนำมากำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด เพื่อจะนำไปสร้าง Strong Classifier



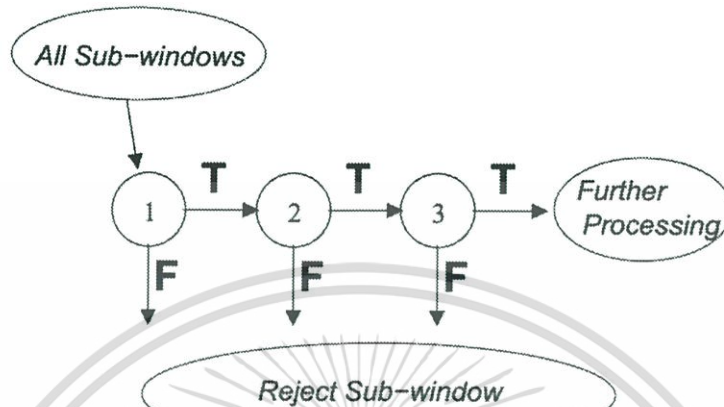
รูปที่ 2.10 ตัวอย่าง Strong Classifier ที่ได้จากกระบวนการ Adaboost

จากรูป 2.10 คือการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ได้จากกระบวนการ Adaboost การจำลองรูปแบบ Haar-like อันแรกจะเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของบริเวณดวงตาและบริเวณแก้ม ส่วนอันที่จะเป็นการหาความแตกต่างระหว่างบริเวณดวงตาสองข้างและบริเวณจมูก

### 2.5.2.3 ขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง

แนวคิดหลักของขั้นตอนนี้ก็คือ การสร้างการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง (Cascaded Classifier) โดยเทคนิคนี้จะเป็นการนำ Classifier หลายๆตัวมาเรียงๆกันเรื่อย โดยในตัวจำแนกอันดับต้นๆนั้น จะเอาตัวจำแนกที่มีความซับซ้อนที่น้อย โดยนำ Weak Classifier มาใช้ในอันดับต้น เพื่อทำให้ใช้เวลาในการคำนวณไม่สิ้นเปลือง จากรูป 2.11 ในการตรวจสอบนั้นถ้าตรวจสอบแล้วภาพย่อยที่

ตรวจสอบอยู่นั้น ไม่ใช่ภาพใบหน้าที่จะทำการทิ้งทันทีไม่นำไปพิจารณาต่อ แต่ถ้ายังอยู่ในเกณฑ์ก็จะส่งไปให้ตัวจำแนกที่มีความซับซ้อนในการตรวจสอบมากยิ่งขึ้น เป็นตัวพิจารณาต่อซึ่งถ้าตัวจำแนกกลุ่มมียิ่งมากเท่าไร โอกาสที่ภาพย่อยที่เราพิจารณานั้นจะยังมีความถูกต้องว่าเป็นใบหน้ามากยิ่งขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง

## 2.6 เอสคิวไลต์ (SQLite)

เอสคิวไลต์ (SQLite) เป็นฐานข้อมูลที่มีขนาดเล็ก และได้รับความนิยมอย่างมากกับ แอปพลิเคชัน ที่ทำงานบนสมาร์ตโฟน เอสคิวไลต์นั้นมีโครงสร้างง่ายต่อการจัดเก็บข้อมูล และไฟล์ที่ใช้จัดเก็บนั้นก็มีขนาดที่ค่อนข้างเล็กเกือบเท่ากับข้อมูลจริง จึงทำให้ฐานข้อมูลเอสคิวไลต์ เหมาะสมกับการทำแอปพลิเคชัน ที่ทำงานบนสมาร์ตโฟน หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีข้อจำกัดในด้าน หน่วยความจำ (Memory) และ ความสามารถในการประมวลผล (Process) ข้อมูลต่างๆ

### 2.6.1 ชนิดของข้อมูลในฐานข้อมูล เอสคิวไลต์

เนื่องจากเอสคิวไลต์เป็นฐานข้อมูลขนาดเล็กและต้องการความง่ายในการใช้งาน ชนิดของข้อมูลจึงจะมีเพียงชนิดข้อมูลพื้นฐาน โดยมีทั้งหมด 6 ประเภท

- 1) Null เป็นข้อมูลว่าง
- 2) Integer เป็นชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็ม สามารถเป็นได้ทั้งจำนวนเต็มลบและบวก
- 3) Numeric เป็นชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนนับ
- 4) Text เป็นข้อมูลชนิดตัวอักษร
- 5) Blob เป็นการข้อมูลเป็นไบนารี ย่อมาจาก Binary Large Object ซึ่งเราสามารถใส่เก็บรูปภาพได้
- 6) Real ใช้ในการเก็บข้อมูลประเภทเลขทศนิยม

ในฐานะข้อมูลเอสคิวไลต์ จะไม่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลแบบบูลีน (Boolean) แต่เราจะเก็บค่าเท็จเป็น 0 (False) และค่าจริงเป็น 1 (True) และการเก็บชนิดข้อมูลในรูปแบบวันที่และเวลาก็ไม่มีเช่นกัน แต่เราสามารถเก็บข้อมูลวันที่และเวลาได้ในรูปแบบ Text หรือ Integer หรือ Real ชนิดใดชนิดหนึ่ง ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้



รูปที่ 2.12 โปรแกรม SQLite

## 2.7 ทาโบลัว (Tableau)

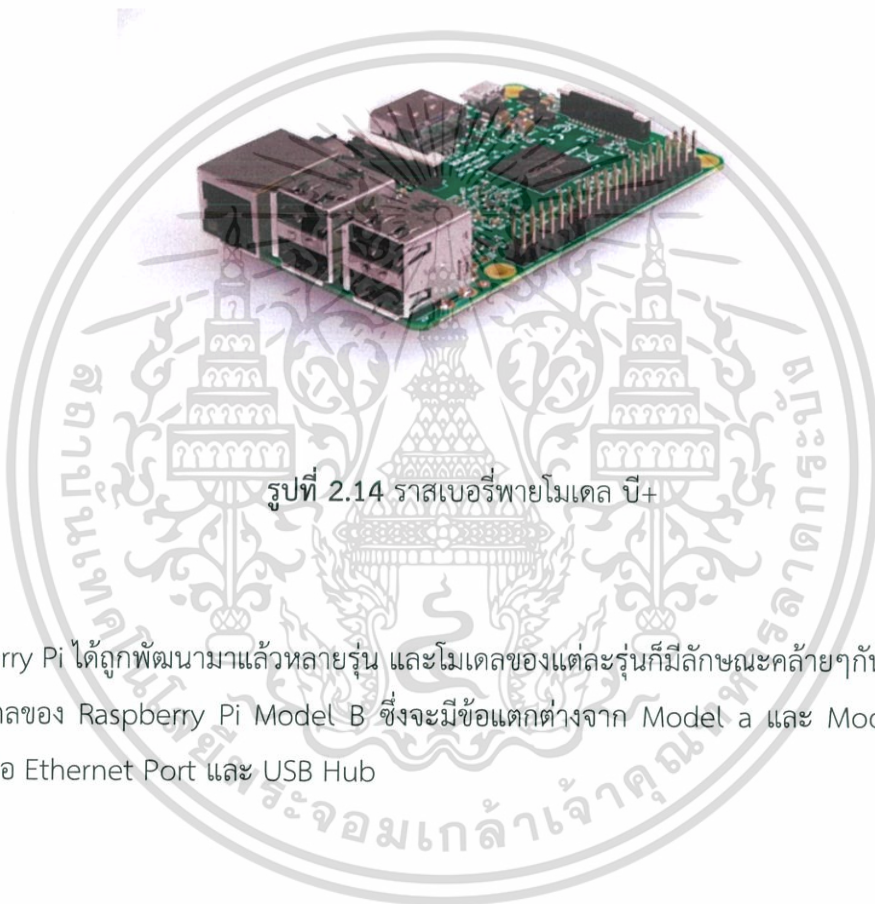
ทาโบลัว เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในหลากหลายองค์กรที่จะมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงธุรกิจ โดยจะช่วยให้ผู้ที่ใช้งานมีความเข้าใจถึงข้อมูลมากขึ้น และผู้ใช้งานยังสามารถนำข้อมูลที่มีมาวิเคราะห์และแสดงผลพร้อมออกมาในรูปแบบกราฟฟิคได้อย่างสวยงาม เข้าใจง่าย และมีประสิทธิภาพ สามารถรองรับการเข้าถึงข้อมูลจากหลากหลายฐานข้อมูลได้ เช่น Microsoft excel , Microsoft SQL Server เป็นต้น และโปรแกรมทาโบลัว ยังถูกพัฒนาให้สามารถแสดงแสดงผลได้บนทุกแพลตฟอร์ม ทั้งบนเดสก์ท็อป บนโทรศัพท์มือถือ หรือแม้กระทั่งบนหน้าเว็บไซต์



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างโปรแกรม ทาโบลัว

## 2.8 ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry pi)

ราสเบอร์รี่พาย เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กถูกพัฒนาขึ้นโดย Raspberry Pi Foundation ในประเทศอังกฤษ มีเป้าหมายเพื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐานในโรงเรียนและในประเทศที่กำลังพัฒนา ต่อมา Raspberry Pi ได้รับความนิยมมากจึงมีการผลิตออกมาเพื่อใช้ในการทำ หุ่นยนต์ หรือ อุปกรณ์ IOT (Internet Of thing) ต่างๆ ราสเบอร์รี่พายสามารถต่อคีย์บอร์ด ,เมาส์ ,จอภาพ และ เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ทั้งผ่านสาย แลน (Lan) หรือเชื่อมต่อแบบไร้สาย (Wifi) ก็ทำได้เช่นกัน มีระบบปฏิบัติการเป็นของตัวเองคือ Raspbian ซึ่งถูกพัฒนามาจากระบบ เดเบียน ลินุกซ์ (Debian Linux)



รูปที่ 2.14 ราสเบอร์รี่พายโมเดล บี+

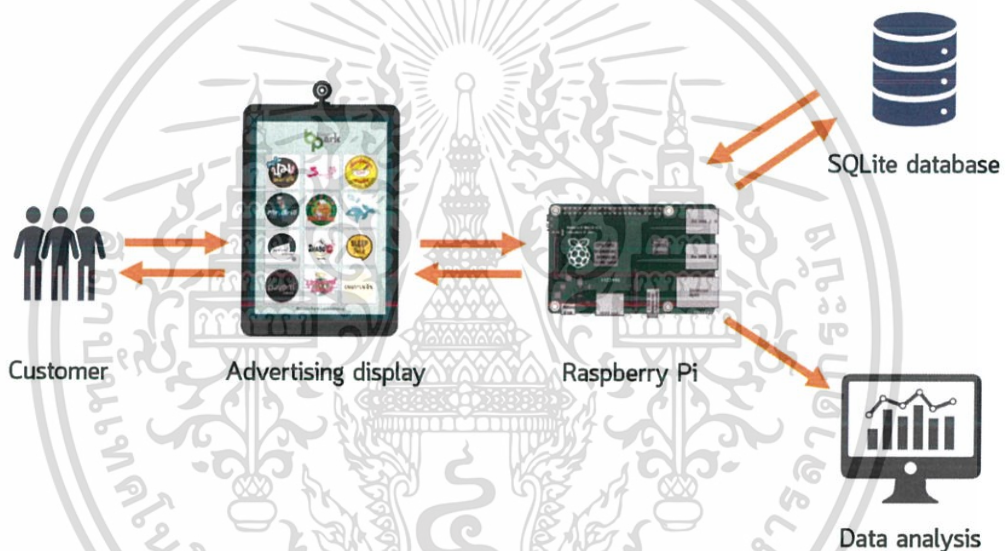
Raspberry Pi ได้ถูกพัฒนามาแล้วหลายรุ่น และโมเดลของแต่ละรุ่นก็มีลักษณะคล้ายๆกัน โดยจากรูปเป็นโมเดลของ Raspberry Pi Model B ซึ่งจะมีข้อแตกต่างจาก Model a และ Model Zero ที่เด่นชัดคือ Ethernet Port และ USB Hub

## บทที่ 3

### การออกแบบ

งานชิ้นนี้เป็นงานที่มีจุดประสงค์เพื่อเป็นตัวช่วยในการลดเวลาของผู้บริโภคในการเลือกสินค้าที่ตนเองชอบและสนใจ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ผลิตสามารถนำข้อมูลการใช้สินค้าของผู้บริโภคมาทำการวิเคราะห์และสามารถหากลุ่มเป้าหมายของสินค้าได้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยทำการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ และจัดแจง แบ่งกลุ่มของข้อมูลโดยข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก็จะนำมาจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน แล้วนำข้อมูลนั้นมาวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์ว่าผู้บริโภคนั้นต้องการสินค้าแบบไหน

#### 3.1 การทำงานของระบบ



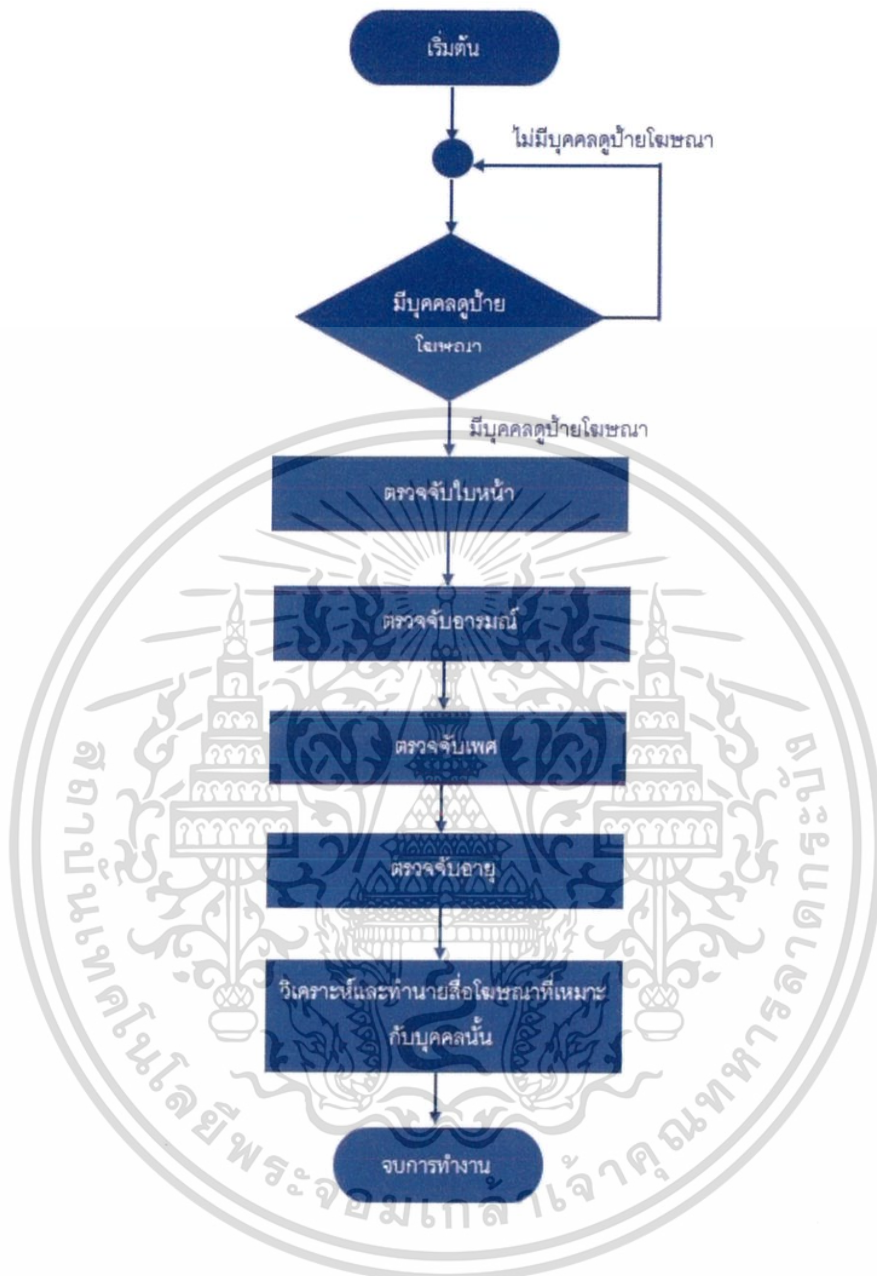
รูปที่ 3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบประกอบด้วย ผู้ใช้งาน จอแสดงผล ฐานข้อมูล และ อินเทอร์เน็ต ในการแสดงผลนั้น จะประกอบด้วยจอแสดงผล กล้องเว็บแคม และ Raspberry pi เชื่อมต่อกัน โดยเมื่อผู้บริโภคทำการเดินมายังป้ายโฆษณา กล้องจะทำการตรวจจับใบหน้า อายุ เพศ และอารมณ์ แล้วนำมาประมวลผลด้วย Raspberry Pi เพื่อที่จะคาดการณ์สินค้า ที่เหมาะสมกับ ผู้บริโภคกลุ่มนั้น และแสดงผลลัพท์กลับไปยังผู้บริโภค

ในส่วนของการเก็บข้อมูลนั้น จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อที่จะนำมาทำการตรวจจับเพศ อายุ และอารมณ์ของผู้บริโภค และส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลที่ผ่านวิเคราะห์เพศ อายุและ อารมณ์แล้ว ซึ่งในส่วนนี้จะมีการอัปเดตตลอดเวลาเมื่อระบบมีการตรวจจับเกิดขึ้น เพื่อใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาดการณ์สินค้าหรือบริการที่เหมาะสม โดยการเก็บข้อมูลนั้นจะถูกเก็บโดยการนำค่าที่ Raspberry Pi วิเคราะห์มาแล้วทำการส่งไปเก็บที่ฐานข้อมูล

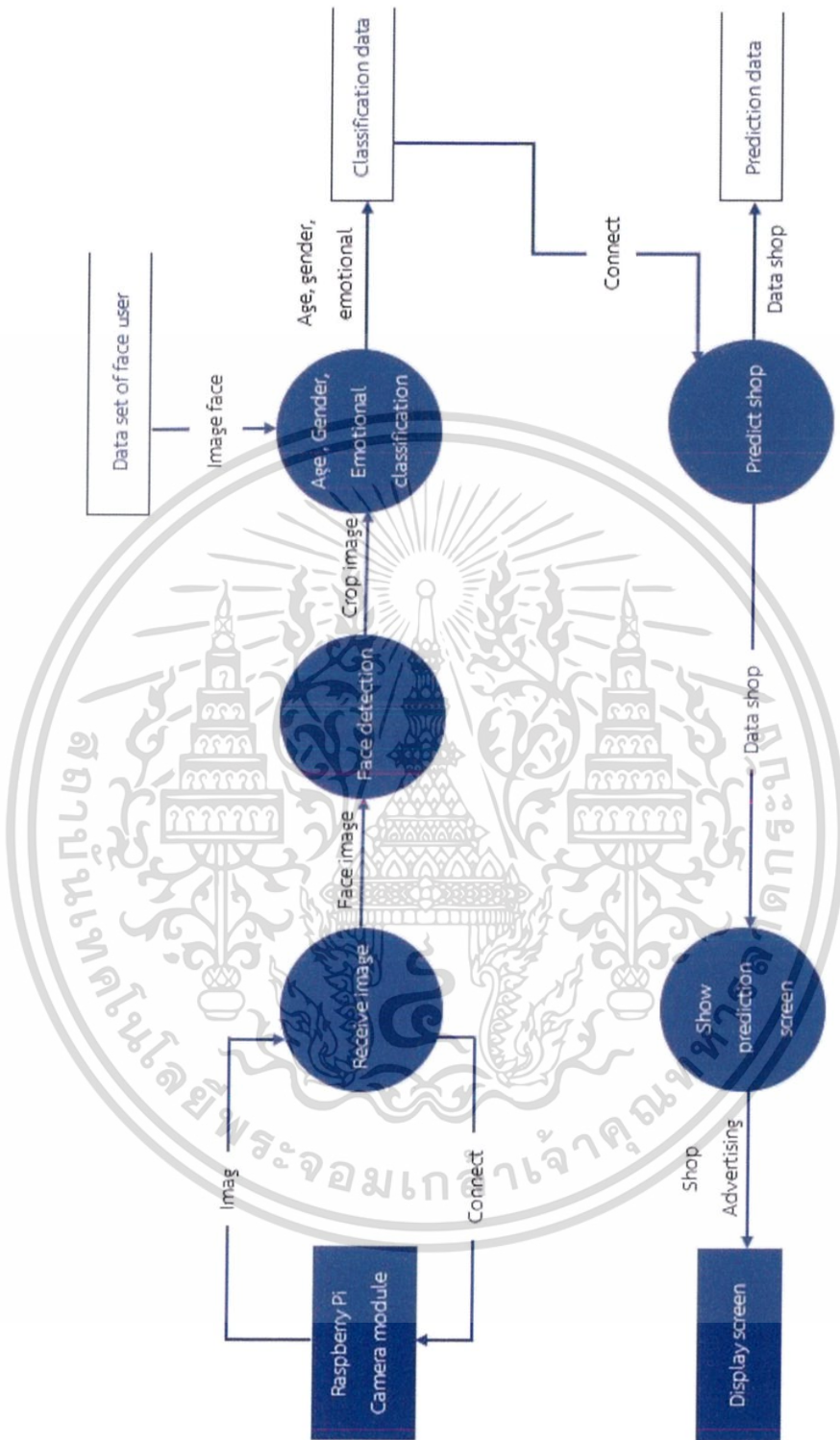


รูปที่ 3.2 Flow Chart ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์

ในส่วนของซอฟต์แวร์มีฟังก์ชันการทำงานทั้งหมด 5 อย่าง

- 1) ตรวจจับใบหน้าของผู้ใช้งาน
- 2) ทำนายอายุ
- 3) ทำนายเพศ
- 4) ทำนายอารมณ์
- 5) คาดการณ์สิ่งที่ผู้บริโภคต้องการ

### 3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.3 แผนภาพข้อมูล (Data Flow)

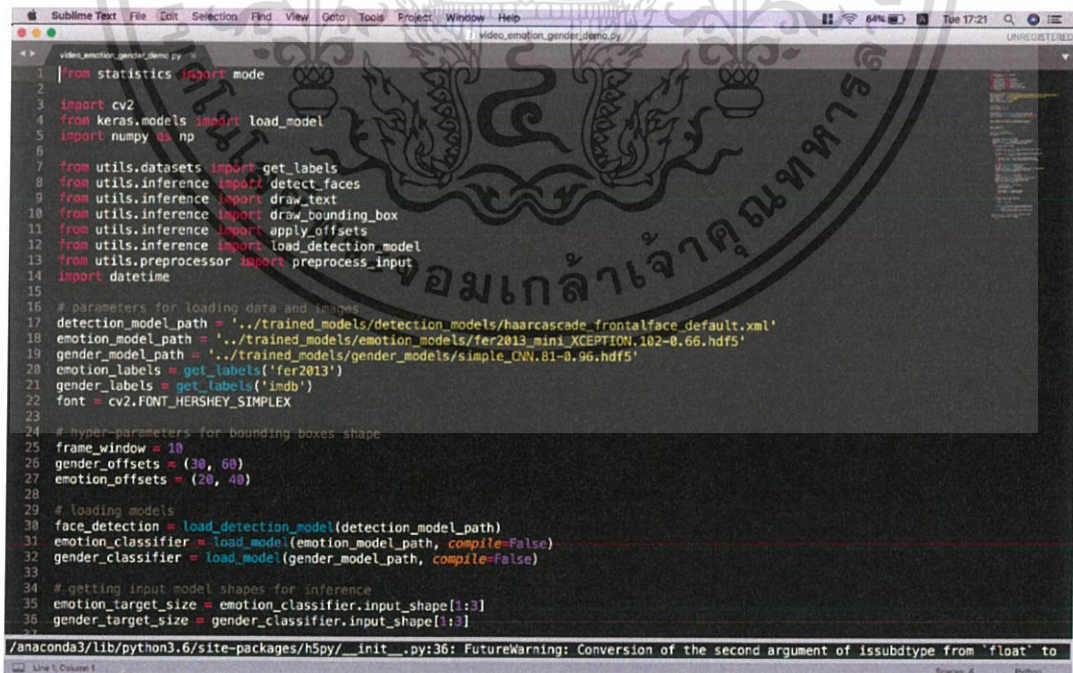
จากภาพที่ 3.3 คือ Data Flow Diagram โดยขั้นตอนจะเริ่มจาก Raspberry Pi Camera ที่เชื่อมต่ออยู่กับ Raspberry Pi แปลง video ให้เป็นไฟล์ภาพของใบหน้าคนเพื่อให้ระบบ Age Detection , Emotion Recognition และ Gender Recognition นำไปใช้ต่อ จากนั้นตัวโปรแกรม จะทำการค้นหาใบหน้าแล้วทำการ Crop รูปภาพเฉพาะส่วนที่เป็นใบหน้าของคนออกมา เพื่อนำไปใช้ในการคาดการณ์ เพศ , อายุ และอารมณ์ ของผู้ใช้ในขณะนั้น โดยจะใช้รูปภาพใบหน้าที่อยู่ ณฐานข้อมูลที่เราใช้ในการฝึกให้โปรแกรมสามารถแยก เพศ , อายุ และอารมณ์ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ ใบหน้าของผู้ใช้งานให้แม่นยำ

หลังจากที่ได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์แล้วก็จะทำการเก็บข้อมูล คือ ID, Age, Gender, Emotion, Timestamp ในส่วนของ ระบบ Predict shop นั้นจะดึงข้อมูลส่วนที่เราจัดเก็บไว้จาก กระบวนการที่ผ่านมา ทำนายผลของร้านที่มีอยู่ในระบบจากนั้นจะนำค่าที่ได้มาเปลี่ยนเป็นรูปทาง หน้าจอแสดงผล ให้ผู้ใช้งานได้เห็น จากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลคือ ID, age, gender, emotion, timestamp และ shop เพื่อวิเคราะห์ในภายหลัง

## 3.2 การพัฒนาโปรแกรม

### 3.2.1 การพัฒนาโปรแกรมในการทำการเก็บข้อมูล

การพัฒนาโปรแกรมนั้นถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา Python ในการสั่งให้ ทำการตรวจจับใบหน้า ทำนายอายุ เพศ อารมณ์ของผู้บริโภคที่มาใช้งานและทำการ ส่งข้อมูลเข้าไปยังฐานข้อมูล



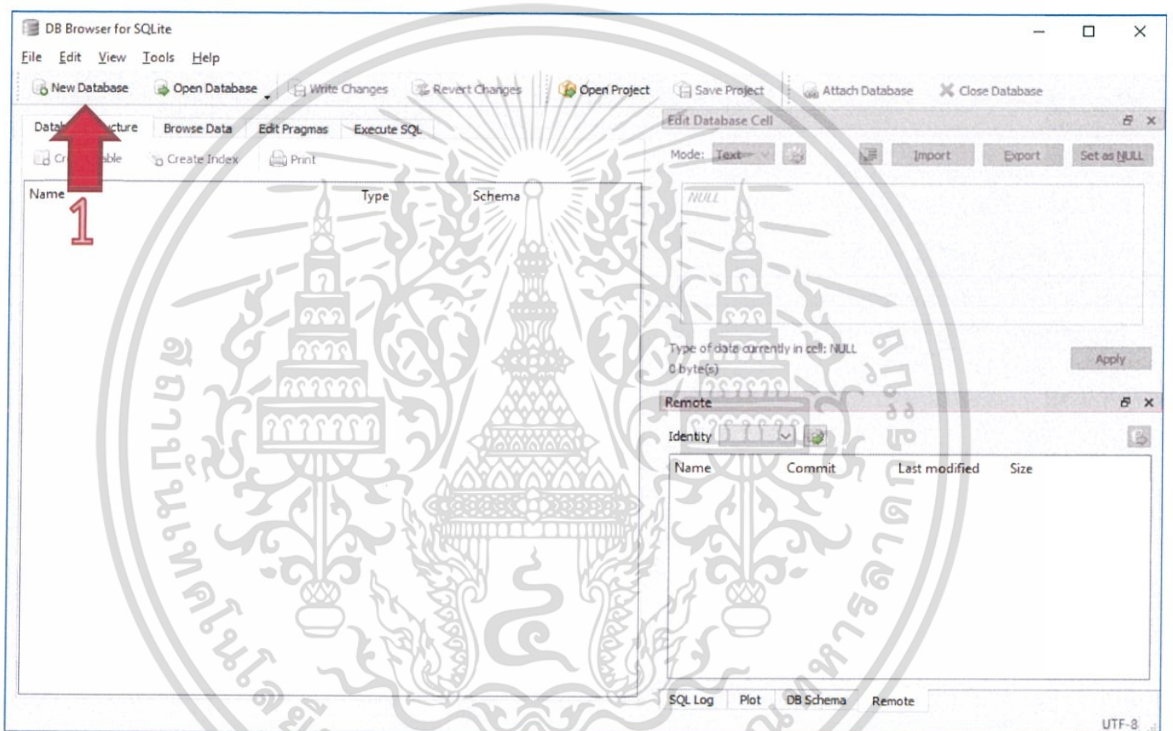
```
1 |from statistics import mode
2
3 import cv2
4 from keras.models import load_model
5 import numpy as np
6
7 from utils.datasets import get_labels
8 from utils.inference import detect_faces
9 from utils.inference import draw_text
10 from utils.inference import draw_bounding_box
11 from utils.inference import apply_offsets
12 from utils.inference import load_detection_model
13 from utils.preprocessor import preprocess_input
14 import datetime
15
16 # parameters for loading data and images
17 detection_model_path = '../trained_models/detection_models/haarcascade_frontalface_default.xml'
18 emotion_model_path = '../trained_models/emotion_models/fer2013_mini_XCEPTION.102-0.66.hdf5'
19 gender_model_path = '../trained_models/gender_models/simple_CNN.81-0.96.hdf5'
20 emotion_labels = get_labels('fer2013')
21 gender_labels = get_labels('imdb')
22 font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
23
24 # hyper-parameters for bounding boxes shape
25 frame_window = 10
26 gender_offsets = (30, 60)
27 emotion_offsets = (20, 40)
28
29 # loading models
30 face_detection = load_detection_model(detection_model_path)
31 emotion_classifier = load_model(emotion_model_path, compile=False)
32 gender_classifier = load_model(gender_model_path, compile=False)
33
34 # getting input model shapes for inference
35 emotion_target_size = emotion_classifier.input_shape[1:3]
36 gender_target_size = gender_classifier.input_shape[1:3]
```

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการพัฒนาโปรแกรมในการเก็บข้อมูล

### 3.2.2 ระบบฐานข้อมูลของโปรแกรม

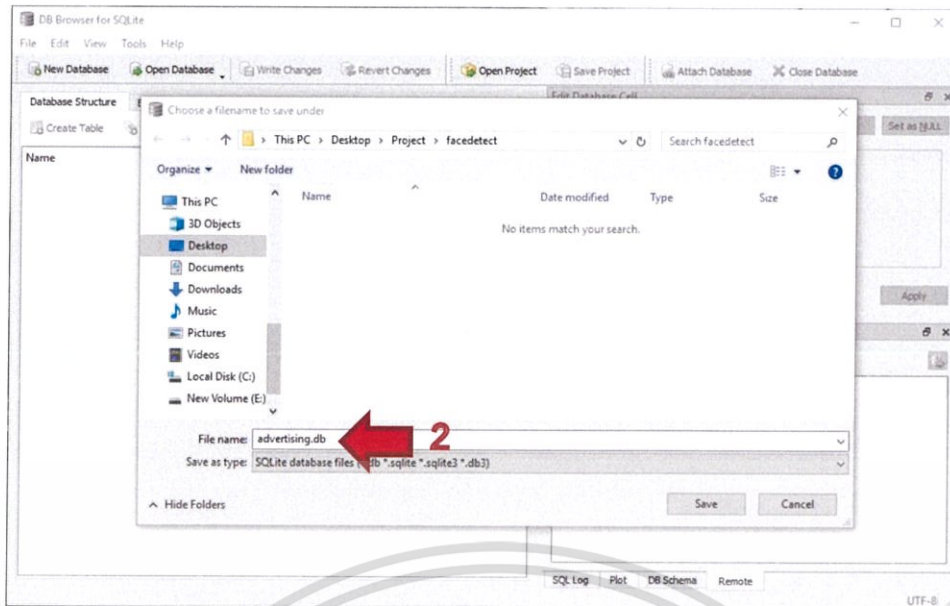
ในส่วนองระบบฐานข้อมูลที่เราใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน และ ข้อมูลร้านค้าต่างๆ ในระบบ เราได้เลือกใช้ โปรแกรม DB Browser for SQLite เนื่องจากเป็น Database ที่มีขนาดเล็ก และใช้งานได้ไม่ซับซ้อน โดยขั้นตอนในการสร้างฐานข้อมูลมีดังนี้

- 1) เริ่มต้นจากการ เปิดโปรแกรม DB Browser SQLite ขึ้นมาแล้วจะพบกับหน้าต่างดังรูป แล้วทำการกดที่ปุ่ม New Database เพื่อทำการสร้างฐานข้อมูล



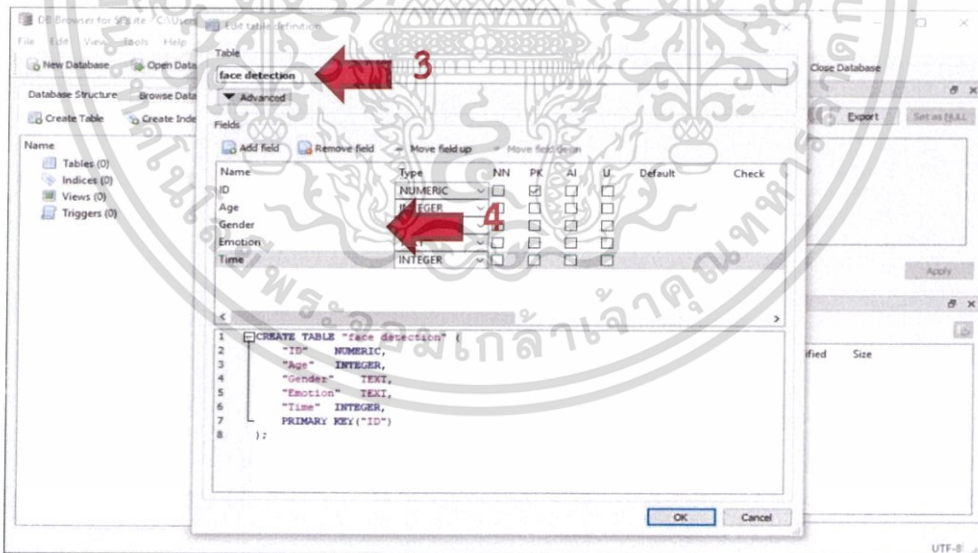
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 1

- 2) เมื่อกดปุ่ม New Database จะมีหน้าต่างใหม่ขึ้นมาเพื่อให้เลือกสถานที่ที่เราต้องการเก็บฐานข้อมูลนั้นไว้ และให้ตั้งชื่อฐานข้อมูล โดยนามสกุลไฟล์ เราสามารถตั้งนามสกุลไฟล์ได้ 4 แบบคือ .db , .db3 , .sqlite , .sqlite3 จากนั้นกดปุ่ม Save

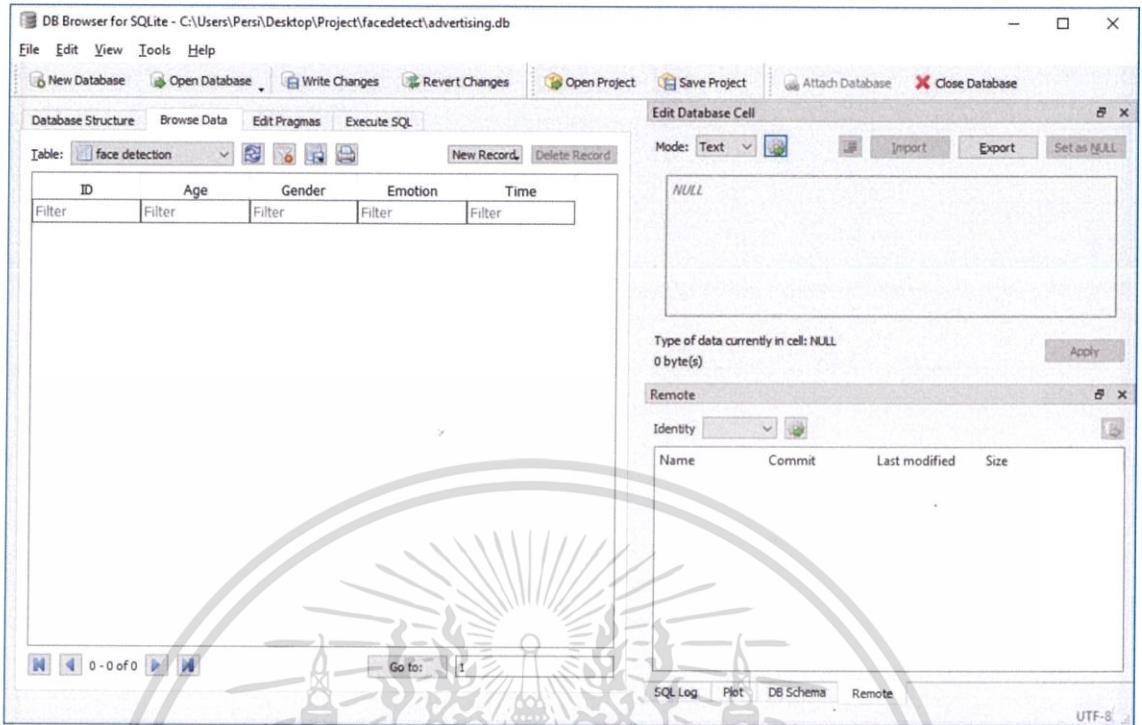


รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 2

- 3) หลังจากที่สร้างฐานข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะให้เรารสร้างตารางขึ้นมา 1 ตาราง เพื่อเอาไว้เก็บข้อมูล โดยให้เราตั้งชื่อตาราง และกำหนดว่าจะให้มี field อะไรบ้าง ในที่นี้เราจะกำหนดให้มี Field ทั้งหมด 5 field คือ ID , Age , Gender , Emotion และ Time



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 3



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการสร้างดาต้าเบส 4

```
#--- Simple database creator
def create_db(filename):
    db = sqlite3.connect(filename)
    cursor = db.cursor()
    cursor.execute("DROP TABLE IF EXISTS Images")
    cursor.execute("CREATE TABLE Images(ObjId INT, img BLOB, size INT)")
    db.commit()
    db.close()

filename_db = 'testdb_0.db'
create_db(filename_db)

#--- Open database and loop over files to insert in database
con = sqlite3.connect(filename_db)
cur = con.cursor()
for i, file_i in enumerate(files):

    #--- Read image as a binary blob
    with open(file_i, 'rb') as f:
        image_bytes = f.read()
    f.close()
```

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโค้ดที่ใช้ในการเก็บข้อมูลลง ดาต้าเบส

DB Browser for SQLite - C:/Users/Admin/Desktop/project/face detect/advertising.db

Table: face detection

ID	Age	Gender	Emotion	Time
1	22	M	natural	1554806109312
2	18	F	happy	1554806155378
3	19	F	happy	1554806905684
4	22	F	natural	1554806914427
5	25	M	natural	1554806919928
6	21	M	surprise	1554806938113
7	20	M	happy	1554806948683
8	20	F	natural	1554806955286
9	19	M	surprise	1554806961322
10	18	M	natural	1554806966684
11	17	F	natural	1554806973304
12	21	M	natural	1554806978132
13	23	F	happy	1554806984370
14	26	F	natural	1554806995977
15	24	F	natural	1554807001055

SQL Log:

```

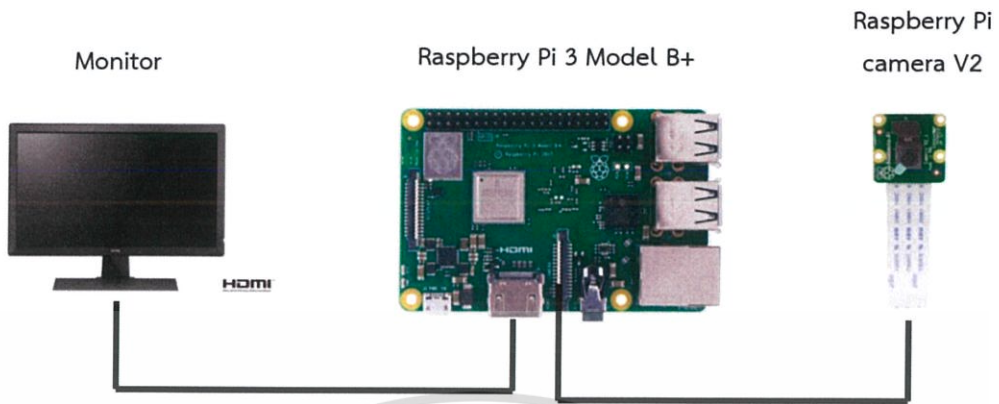
2 PRAGMA encoding
3 SELECT type,name,sq1,tbl_name FROM sqlite_master t
4 SELECT COUNT(*) FROM (SELECT _rowid,* FROM fa
5 SELECT COUNT(*) FROM (SELECT _rowid,* FROM fa
6 SELECT _rowid,* FROM 'face detection' ORDER BY
7 UPDATE 'face detection' SET Time =? WHERE _rowid
8 UPDATE 'face detection' SET Time =? WHERE _rowid
9 UPDATE 'face detection' SET Emotion =? WHERE _ro
10 UPDATE 'face detection' SET Emotion =? WHERE _ro
11 UPDATE 'face detection' SET 'Gender'=? WHERE '_ro
12 UPDATE 'face detection' SET 'Age'=? WHERE '_rowid
13

```

### รูปที่ 3.10ฐานข้อมูลของระบบ

ในรูปที่ 3.10 เป็นการแสดงข้อมูลที่ได้รับมาจากกล้อง Raspberry Pi และผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลมาแล้ว โดยการทำงานจะเริ่มเมื่อมีการเข้ามาใช้งาน โดยในช่อง ID จะเป็นลำดับของคนเข้ามาใช้งานป้ายโฆษณา ช่อง Age เก็บค่าอายุของผู้ใช้งานที่ผ่านการคัดการจากระบบมาแล้ว ช่อง Gender เป็นการระบุเพศของผู้ใช้งาน ช่อง Emotion จะเก็บอารมณ์ของผู้ใช้งานในขณะนั้น และในช่องสุดท้าย Time จะระบุเวลาที่มีผู้ใช้งานเข้ามาใช้งานป้ายโฆษณา

### 3.2.3 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.11 อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับราสเบอร์รี่พาย

การทำงานของฮาร์ดแวร์เริ่มจากการติดตั้งกล้อง Raspberry Pi Camera V2 เชื่อมต่อกับ ตัว Raspberry Pi หลังจากนั้น นำไปติดตั้งในบริเวณที่เห็นใบหน้าชัดเจน และระยะไม่ห่างจนเกินไป เมื่อผู้ใช้งานเดินมาบริเวณหน้ากล้อง กล้องจะทำการบันทึกภาพมา แล้วส่งภาพไปยังโปรแกรมที่อยู่ภายใน Raspberry Pi หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการประมวลผลเพื่อระบุ เพศ , อายุ และอารมณ์ แล้วส่งผลลัพธ์ที่คาดการณ์ว่าผู้ใช้งานเหมาะสมที่จะไปทานอาหารที่ร้านไหนไปแสดงผลที่หน้าจอ ที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi ผ่านทางช่อง HDMI

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลทั่วไปของผู้ที่ใช้งานป้ายโฆษณา ได้แก่ อายุ เพศ รายได้ต่อเดือน เพื่ออธิบายลักษณะของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

สถานภาพของผู้บริโภคที่ใช้งาน		จำนวน	ร้อยละ
1.เพศ	ชาย	1193	59.06
	หญิง	827	40.94
รวม		2020	100
2.อายุ	18 – 21	953	47.18
	22 – 25	497	24.60
	26 – 29	262	12.97
	มากกว่า 30	308	15.25
รวม		2020	100
3.อารมณ์ของ ผู้ใช้งาน ณ เวลา นั้น	Happy	909	45
	Natural	784	38.81
	Surprise	21	1.04
	Fear	11	0.54
	Angry	23	1.14
	Sad	272	13.47
รวม		2020	100

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลของผู้ใช้งาน

จากตารางที่ 4.1 พบว่า

- 1) เพศ ผู้ที่ใช้งานป้ายโฆษณาเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง คือเป็นเพศชาย จำนวน 1,193 คน คิดเป็นร้อยละ 59.06 และเพศ หญิงจำนวน 827 คน คิดเป็นร้อยละ 40.94 ตามลำดับ
- 2) อายุ ผู้ที่ใช้งานป้ายโฆษณามากที่สุดมีอายุระหว่าง 18 – 21 ปี มีจำนวน 953 คน คิดเป็นร้อยละ 47.18 รองลงมาเป็นผู้ใช้งานที่มีอายุระหว่าง 22-25 ปี มีจำนวน 497 คน คิดเป็น ร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

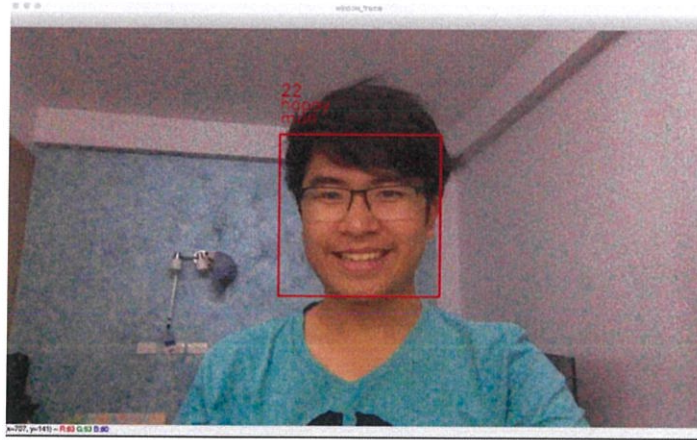
- 3) ละ 24.60 ผู้ใช้งานที่มีอายุมากกว่า 30 ปี มีจำนวน 308 คน คิดเป็นร้อยละ 15.25 และผู้ที่มาใช้งานป้ายโฆษณาน้อยที่สุด มีอายุระหว่าง 26 – 29 ปี มีจำนวน 262 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.97 ตามลำดับ
- 4) อารมณ์ของผู้ใช้งาน ณ เวลานั้น จากการใช้งานโปรแกรมตรวจพบว่า ผู้ใช้มีใบหน้ามีความสุข จำนวนมากที่สุด มีจำนวน 909 คน คิดเป็นร้อยละ 45 รองลงมาเป็นผู้ใช้งานทำใบหน้าเป็นปกติธรรมดาจำนวน 784 คน คิดเป็นร้อยละ 38.81 ต่อมาเป็นผู้ใช้มีใบหน้าเศร้าจำนวน 272คน คิดเป็นร้อยละ 13.47 ผู้ใช้มีใบหน้าโกรธจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 1.14 ผู้ใช้มีใบหน้าตกใจจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 1.04 และผู้ใช้งานมีใบหน้ากลัวเป็นจำนวนน้อยที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 0.54 ตามลำดับ

#### 4.2 การทดลองการตรวจจับใบหน้าบุคคลไม่ใส่แว่นและบุคคลใส่แว่นสายตา

การทดลองการตรวจจับใบหน้าเปรียบเทียบระหว่าง บุคคลไม่ใส่แว่นและบุคคลใส่แว่นสายตานั้น จะทำการทดลองโดยใช้บุคคลคนเดียวทั้ง สองไม่ใส่แว่นและใส่แว่นสายตา (เป็นเลนส์ใส) โดยลักษณะการหันหน้าจะเป็นการหันหน้าตรงเข้าหาก้อง โดยการทดลองนี้ทดลองเพื่อทดสอบว่าระบบสามารถค้นหาและตรวจจับใบหน้าของมนุษย์ได้หรือไม่ แม้ว่าจะเป็นใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่น มีการใส่แว่นสายตา โดยทำการทดลองทั้งหมด 10 บุคคล ได้ผลลัพธ์ตามตาราง



รูปที่ 4.1 การตรวจจับใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่นตา



รูปที่ 4.2 การตรวจจับใบหน้าที่มีการใส่แว่นตา

ลักษณะของใบหน้า	จำนวนครั้งที่ตรวจจับใบหน้าสำเร็จ
ใบหน้าที่ไม่มีการสวมใส่แว่นตา	10
ใบหน้าทีใส่แว่นสายตา(เลนส์ใส)	10

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจจับใบหน้า

#### 4.2.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการตรวจจับใบหน้าในลักษณะต่างๆ ของบุคคลทั้งหมด 10 คนในตารางที่ 4.2 พบว่า ระบบสามารถตรวจจับใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่น และใบหน้าทีใส่แว่นสายตาได้อย่างถูกต้องในเงื่อนไขข้างต้น

#### 4.3 การทดลองระบบการคาดการณ์อายุของบุคคล

การทดลองการคาดการณ์อายุของบุคคล เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของความแม่นยำในการวิเคราะห์อายุของผู้ที่ใช้งานว่าสามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด โดยการทดลองนั้นจะทำทดลองโดยใช้บุคคลหลายๆคน ที่มีอายุต่างกัน โดยได้ทำการทดลองกับบุคคลจำนวน 10 คนลักษณะการมองเห็นตรงเข้าหากลองการทดลองนี้ทำเพื่อทดสอบว่าระบบสามารถคาดการณ์ อายุของผู้ใช้งานได้ถูกต้องมากเพียงใด



### 4.3.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองระบบคาดการณ์อายุของบุคคล ทั้งหมด 10 คนในตารางที่ 4.3 พบว่า ระบบการคาดการณ์อายุของบุคคลมีความคาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปเพียงเล็กน้อย ประมาณ 1-3 ปี

### 4.4 การใช้กฎความสัมพันธ์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล

หลังจากที่เราได้ทำการเก็บข้อมูลแล้วเราจึงนำข้อมูลที่ได้รับมาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์ (Association Rule) ในการหาความสัมพันธ์ของ อายุ อารมณ์ เพศ ที่มีต่อการไปร้านอาหารแต่ละร้าน ได้ข้อสรุปจำนวน 6 ร้านค้ำดังนี้

ร้านอาหาร	อายุเฉลี่ย	เพศ	อารมณ์
ร้าน Shabu 2N	20	ชาย	Happy
ร้าน Sushi House Station	21	ชาย	Sad
ร้าน Smooth	23	หญิง	Happy
ร้าน More more	22	หญิง	Neutral
ร้านครัวบะช่อ	27	ชาย	Neutral
ร้านเพ-ลาเพลลิน	20	หญิง	Sad

ตารางที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ของอายุ เพศ อารมณ์ต่อการเลือกร้านอาหาร

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่นิยมบริโภค ร้าน Shabu 2N นั้น มีอายุเฉลี่ยที่ 20 ปี โดยเป็นเพศชายที่มีอารมณ์ Happy ผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่นิยมบริโภค ร้าน Sushi House Station นั้น มีอายุเฉลี่ยที่ 21 ปี โดยเป็นเพศชายที่มีอารมณ์ Sad ผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่นิยมบริโภค ร้าน Smooth นั้น มีอายุเฉลี่ยที่ 23 ปี โดยเป็นเพศหญิงที่มีอารมณ์ Happy ผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่นิยมบริโภค ร้าน More more นั้น มีอายุเฉลี่ยที่ 22 ปี โดยเป็นเพศหญิงที่มีอารมณ์ Neutral ผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่นิยมบริโภค ร้านครัวบะช่อนั้น มีอายุเฉลี่ยที่ 27 ปี โดยเป็นเพศชายที่มีอารมณ์ Neutral และผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่นิยมบริโภคร้าน เพ-ลาเพลลินนั้น มีอายุเฉลี่ยที่ 20 ปี โดยเป็นเพศหญิงที่มีอารมณ์ Sad และเราได้นำข้อมูลส่วนนี้เป็นแกนหลักในการทำโมเดลทำนายผล

#### 4.5 การตัดสินใจใช้บริการร้านอาหารก่อนใช้งานป้ายโฆษณาอัจฉริยะ

การตัดสินใจใช้บริการร้านอาหาร	จำนวน	%
ร้าน Shabu2N	481	23.81
ร้าน More more	435	21.53
ร้านครัวบะซ่อ	266	13.17
ร้าน Smooth	324	16.04
ร้าน Sushi house station	252	12.48
อื่น ๆ	262	12.97
รวม	2020	100

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนคนที่เป็นผู้ใช้บริการร้านอาหาร

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผู้บริโภคมีความต้องการที่จะทานอาหารที่ร้าน Shabu2N เป็นจำนวนมากที่สุด จำนวน 481 คน คิดเป็นร้อยละ 23.81 อันดับสองต้องการทานอาหารที่ร้าน More more เป็นจำนวน 435 คน คิดเป็นร้อยละ 21.53 อันดับสามต้องการทานอาหารที่ร้าน Smooth เป็นจำนวน 324 คน คิดเป็นร้อยละ 16.04 อันดับสี่ต้องการทานอาหารที่ร้านครัวบะซ่อ เป็นจำนวน 266 คน คิดเป็นร้อยละ 13.17 อันดับห้าต้องการทานอาหารที่ร้านอาหารอื่นๆ หรือยังไม่ได้ตัดสินใจแน่นอนว่าจะมาทานอาหารร้านไหน แล้วแต่โอกาส เป็นจำนวน 262 คน คิดเป็นร้อยละ 12.97 และอันดับสุดท้ายผู้บริโภคจะไปร้าน Sushi house station จำนวน 252 คน คิดเป็นร้อยละ 12.48

#### 4.6 การตัดสินใจใช้บริการร้านอาหารหลังจากใช้งานป้ายโฆษณาอัจฉริยะ

การตัดสินใจใช้บริการร้านอาหาร	จำนวน	%
ร้าน Shabu2N	527	26.09
ร้าน More more	458	22.67
ร้านครัวบะช่อ	275	13.61
ร้าน Smooth	362	17.92
ร้าน Sushi house station	291	14.41
อื่น ๆ	107	5.3
รวม	2020	100

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนคนที่เป็นผู้ใช้บริการร้านอาหาร

จากตารางที่ 4.6 พบว่าหลังจากที่ผู้บริโภควางานป้ายโฆษณาอัจฉริยะแล้วการตัดสินใจในการใช้ร้านอาหารต่างๆได้มีการเปลี่ยนไปดังนี้

ผู้บริโภควางานมีความต้องการที่จะทานอาหารที่ร้าน Shabu2N เป็นจำนวนมากที่สุด จำนวน 527 คน คิดเป็นร้อยละ 26.09 อันดับสองต้องการทานอาหารที่ร้าน More more เป็นจำนวน 458 คน คิดเป็นร้อยละ 22.67 อันดับสามต้องการทานอาหารที่ร้าน Smooth เป็นจำนวน 362 คน คิดเป็นร้อยละ 17.92 อันดับสี่ต้องการทานอาหารที่ร้าน Sushi house station เป็นจำนวน 291 คน คิดเป็นร้อยละ 14.41 และอันดับห้าต้องการทานอาหารที่ร้านครัวบะช่อ เป็นจำนวน 275 คน คิดเป็นร้อยละ 13.61 สุดท้ายร้านอาหารอื่นๆ จำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 5.3

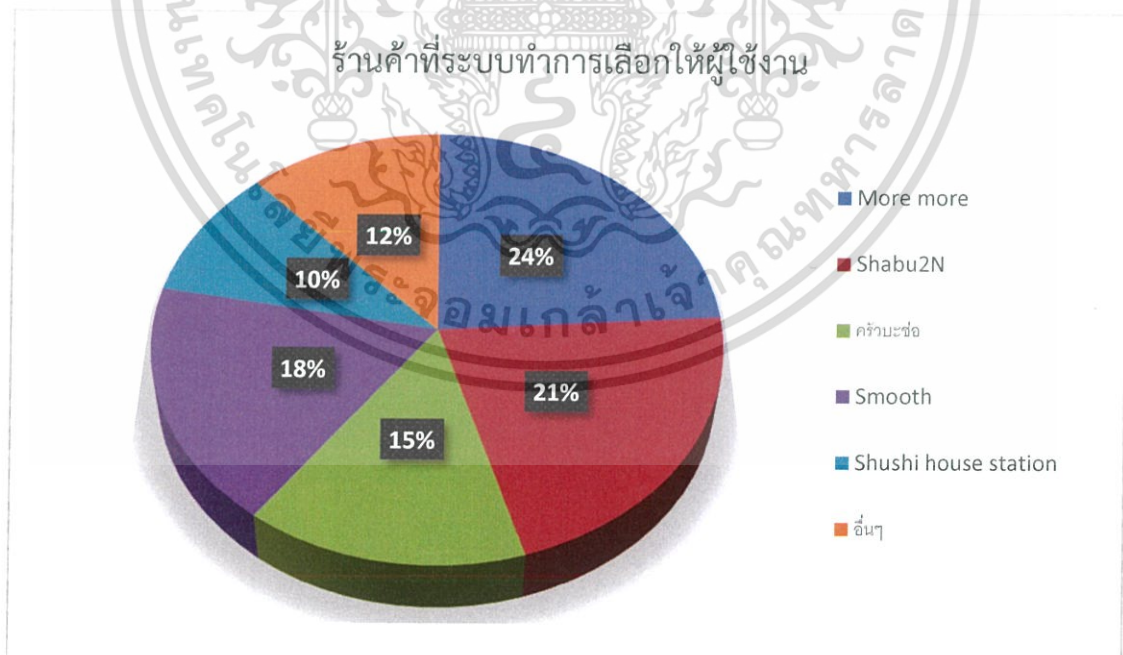
# บทที่ 5

## สรุปผลการวิจัย

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

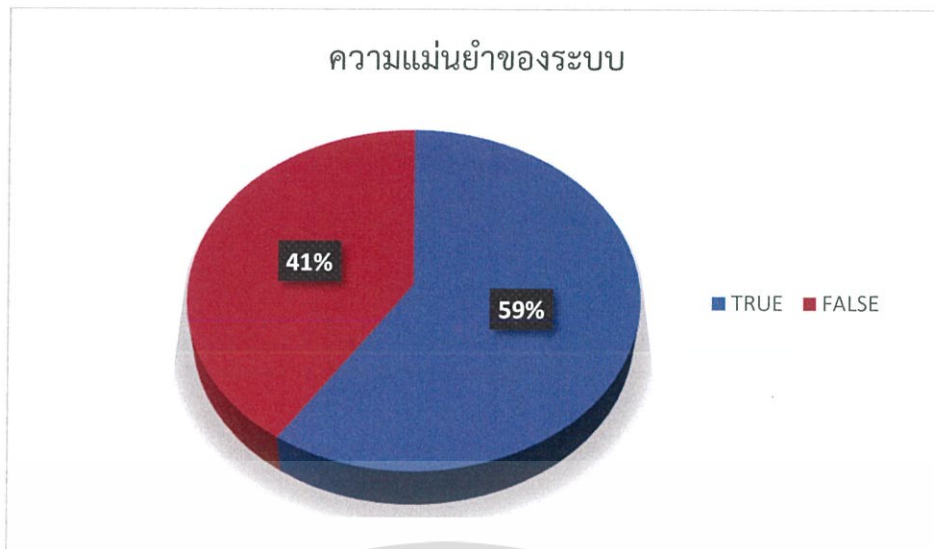
เนื่องจากป้ายโฆษณาอัจฉริยะนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้พฤติกรรมของผู้บริโภคจากการดูป้ายโฆษณาสินค้าหรือบริการและทำการเลือกให้เหมาะสมกับผู้บริโภค เพื่อนำเทคโนโลยีของการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้กับระบบปัญญาประดิษฐ์ ในการโปรโมทสินค้าหรือบริการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาจากการเก็บข้อมูลของผู้บริโภคสำหรับโปรโมทสินค้าหรือบริการ เพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจเลือกสินค้าหรือบริการของผู้บริโภค และเพื่อนำระบบที่ได้จากการวิจัยไปต่อยอดเป็นระบบที่ใหญ่ขึ้นและใช้งานในภาคธุรกิจได้จริง

ซึ่งหลังจากการพัฒนาเสร็จสิ้น กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและตรวจสอบระบบโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคคลที่มาเข้าร่วมงาน KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2019 พบว่าระบบสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพ ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และสามารถนำไปประโยชน์ภายในองค์กรหรือใช้ในการโฆษณาของสินค้าหรือบริการต่างๆ ของแต่ละองค์กรได้



รูปที่ 5.1 แผนภูมิแสดงร้านค้าที่ระบบทำการเลือกให้ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพความแม่นยำของระบบ

## 5.2 ปัญหา

- 1) การใช้งานระบบ บนอุปกรณ์ Raspberry pi 3 model B+ มีความช้า กระทบ  
ในกระบวนการประมวลผลและแสดงผลออกมาทางหน้าจอ ทำให้ไม่สามารถให้  
ผลตอบสนองต่อผู้ใช้งานได้ในทันที (Real time)
- 2) การทำ Emotional prediction ยังแสดงผลได้ไม่แม่นยำ
- 3) ในขั้นตอนการเขียนโปรแกรม มีการแยกกันทำคนละฟังก์ชัน และเมื่อนำทุกมารวมกัน ไม่  
สามารถใช้ทำการทำนาย เพศ อายุ อารมณ์ได้
- 4) หากมีบุคคลมากกว่า 2 คนขึ้นไป ใช้งานพร้อมกัน มีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในการ  
ตรวจจับและวิเคราะห์ที่ได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้ในการประเมินและวิเคราะห์ล้วงหน้า จึงจำเป็นต้องมีความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลสูง การใช้ฟังก์ชันเพียงแค่ 3 ฟังก์ชัน อาจไม่เพียงพอที่จะสามารถวิเคราะห์สินค้าหรือบริการที่เหมาะสมกับผู้บริโภค จึงทำให้ความแม่นยำ หรือประสิทธิภาพในการประเมินและวิเคราะห์ยังไม่มากเท่าที่ควร หากระบบมีฟังก์ชันที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มมากขึ้นเช่น ระบบ Eye - tracking ที่ใช้ในการตรวจจับสายตา หรือระบบฐานข้อมูลเนื่องจากในขณะที่ทำจำนวนข้อมูลที่เก็บมายังมีไม่มาก จึงเลือกที่จะเก็บข้อมูลไว้ภายในตัวเครื่อง แต่หากในอนาคตมีจำนวนข้อมูลที่มากขึ้นก็สามารถที่จะเก็บข้อมูลเหล่านั้นขึ้นบนคลาวด์ (cloud) จะทำให้สามารถประมวลผลได้เร็วกว่าซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ระบบมีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูงขึ้น



## บรรณานุกรม

- [1] Python “ประวัติความเป็นมาของ Python” แหล่งที่มา  
<https://python3.wannaphong.com/2017/09/python.html>
- [2] Python “ตัวแปลภาษา” แหล่งที่มา  
<https://anypython.wordpress.com/2010/09/05/>
- [3] Opencv “หลักการทํางาน Opencv” แหล่งที่มา  
<http://kiddyhacking.blogspot.com/2017/11/opencv-track.html>
- [4] Tensor flow “What is Tensorflow?” แหล่งที่มา  
<https://www.infoworld.com/article/3278008/tensorflow/>
- [5] Deep learning “การทํางานของ Deep Learning” แหล่งที่มา  
<https://medium.com/@pakpoom.thawee/deep-learning->
- [6] ฐานข้อมูล “แบบจำลองฐานข้อมูล (Database Model)” แหล่งที่มา  
<http://www.macare.net/dbms/index.php?id=-3>
- [7] Deep Learning “ความหมายของ Deep Learning” แหล่งที่มา  
<https://blog.finnomena.com/deep-learning->
- [8] Raspberry pi “ข้อมูล Raspberry pi” แหล่งที่มา  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)
- [9] Machine Learning “ความหมายของ Machine Learning” แหล่งที่มา  
<https://www.aware.co.th/machine-learning->
- [10] Machine Learning “วิธีการทํางานของ Machine Learning” แหล่งที่มา  
<https://blog.finnomena.com/machine-learning->

- [11] Raspberry pi “คุณสมบัติ Raspberry pi model B+” แหล่งที่มา  
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [12] Database model “แบบจำลองฐานข้อมูลลำดับชั้น” แหล่งที่มา  
[https://simple.wikipedia.org/wiki/Hierarchical\\_database\\_model](https://simple.wikipedia.org/wiki/Hierarchical_database_model)
- [13] Database model “แบบจำลองฐานข้อมูลเครือข่าย” แหล่งที่มา  
[https://simple.wikipedia.org/wiki/Network\\_model\\_\(database\)](https://simple.wikipedia.org/wiki/Network_model_(database))
- [14] Database model “แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์” แหล่งที่มา  
[https://simple.wikipedia.org/wiki/Relational\\_model](https://simple.wikipedia.org/wiki/Relational_model)
- [15] Database model “ข้อดีข้อเสียของแบบจำลองฐานข้อมูล” แหล่งที่มา  
<http://blog.vzmart.com/%E0%B9%>
- [16] Tableau “การทำ Tableau ไปใช้กับ Data analytics” แหล่งที่มา  
<http://stelligence.com/tableau/>
- [17] รุสลี สุทธิวีร์กุล และ วิไลพร แซ่ลี. “การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการพื้นฐานของการ จำลองรูปแบบ Haar-like” วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

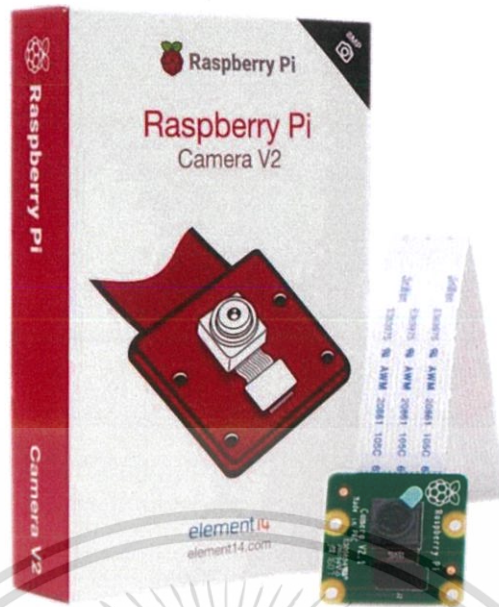


ภาคผนวก ก.  
อุปกรณ์ที่ใช้งาน



### รายละเอียดของ ราสเบอร์รี่พาย 3 โมเดลบีพลัส

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
- 1GB LPDDR2 SDRAM
- 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac-wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE
- Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps)
- Extended 40-pin GPIO header
- Full-size HDMI
- 4 USB 2.0 ports
- CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera
- DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display
- 4-pole stereo output and composite video port
- Micro SD port for loading your operating system and storing data
- 5V/2.5A DC power input
- Power-over-Ethernet (PoE) support (requires separate PoE HAT)



## รายละเอียดของ กล้องราสเบอร์รี่พาย คาเมร่า เวอร์ชัน 2

- Improved resolution - 8 megapixel native resolution sensor-capable of 3280 x 2464 pixel static images
- Supports 1080p30, 720p60 and 640x480p90 video
- Size 25mm x 23mm x 9mm
- Weight just over 3g
- Connects to the Raspberry Pi board via a short ribbon cable (supplied)
- Camera v2 is supported in the latest version of Raspbian, Raspberry Pi's preferred operating system
- Uses the Sony IMX219PQ image sensor - high-speed video imaging and high sensitivity
- 1.4m X 1.4m pixel with OmniBSI technology for high performance (high sensitivity, low crosstalk, low noise)
- Optical size of 1/4"
- Works with any version of the Raspberry Pi or compute module