ระบบตรวจนับและติดตามลูกค้าภายในร้านเพื่อเก็บข้อมูลการใช้บริการ

CUSTOMER COUNTING AND TRACKING SYSTEM FOR IN-STORE DATA COLLECTION

โดย

นายธนา สมใจนึก

นายนนทกร สีลาพันธ์

นางสาวเนตชนก พริ้งสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ระบบตรวจนับและติดตามลูกค้าภายในร้านเพื่อเก็บข้อมูลการใช้บริการ

CUSTOMER COUNTING AND TRACKING SYSTEM FOR IN-STORE DATA COLLECTION

โดย

นายธนา	สมใจนึก	58010533
นายนนทกร	สีลาพันธ์	58010623
นางสาวเนตชนก	พริ้งสกุล	58010686

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์

ศ.ดร. พรชัย ทรัพย์นิธิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

21/5/62

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

22/5/62

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจนับและติดตามลูกค้าภายในร้านเพื่อเก็บข้อมูลการใช้บริการ
CUSTOMER COUNTING AND TRACKING SYSTEM
FOR IN-STORE DATA COLLECTION

ผู้จัดทำ

1. นายธนา	สมใจนึก	58010533
2. นายนนทกร	สีลาพันธ์	58010623
3. นางสาวเนตชนก	พริ้งสกุล	58010686

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ศ.ดร. พรชัย ทรัพย์นิธิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างระบบตรวจนับจำนวนคน โครงงานนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากขาดความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผศ.ดร. เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศ.ดร. พรชัย ทรัพย์นิธิ รวมถึงนักศึกษาปริญญาโท และนักศึกษาปริญญาเอกที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาในระหว่างการจัดทำโครงงาน ทั้งยังสนับสนุนสถานที่ และเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดช่วงเวลาการจัดทำโครงงานที่ผ่านมาขอขอบคุณบิดา มารดา เพื่อนนักศึกษา รวมถึงบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ และเป็นกำลังใจให้โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงมาได้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย

นายธนา สมใจนึก
นายนนทกร สีลาพันธ์
นางสาวเนตชนก พริ้งสกุล
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจนับและติดตามลูกค้าภายในร้านเพื่อเก็บข้อมูลการใช้บริการ

CUSTOMER COUNTING AND TRACKING SYSTEM FOR IN-STORE DATA COLLECTION

โดย นายธนา สมใจนึก 58010533
นายนนทกร สีลาพันธ์ 58010623
นางสาวเนตชนก พริ้งสกุล 58010686

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์
ศ.ดร. พรชัย ทรัพย์นิธิ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการออกแบบระบบตรวจจับและติดตามลูกค้าภายในร้านโดยใช้โปรแกรมโครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) ซึ่งสามารถตรวจจับติดตาม แยกเพศ บันทึกเวลาการใช้งาน และตรวจจับอุปกรณ์ของลูกค้าได้ โดยระบบนี้จะแบ่งได้เป็น 3 ส่วน เริ่มจากรับภาพจากกล้อง Raspberry Pi แล้วส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยัง Google Cloud เพื่อประมวลผลภาพ จากนั้นแสดงผลการติดตามบนเว็บไซต์ และยังส่งภาพผลลัพธ์ที่ได้รวมกับข้อมูลอื่น ๆ กลับมายังโปรแกรม Monitoring ที่คอมพิวเตอร์ของเจ้าของร้านแบบเรียลไทม์ได้ โดยผลลัพธ์ที่ได้คือสามารถตรวจจับ ติดตาม นับจำนวน จำแนกเพศและอุปกรณ์ที่ลูกค้านำมาเช่น แล็ปท็อป โทรศัพท์ แท็บเล็ต หนังสือ และแสดงผลข้อมูลทั้งหมดผ่านหน้าเว็บไซต์

ABSTRACT

This thesis has designed the system to detect and track customers in the store using. Convolutional Neural Network. It can detect, track, classify gender, record

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

time of customer in the store and detect the device that the customer is using. The system is divided into three sections, starting with the Raspberry Pi receives the video from the camera. Then send it to the Google Cloud via Internet to process the image and display the tracking results and devices include laptop phone tablet and book on the website. It also sends the resulting image and other data back to the real-time monitoring program on shop owner's PC.

The results, compared with the previous methods, showed that the convolutional neural network was able to extract more information from the image.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 Object Detection	3
2.2 Object Tracking	6
2.3 Comma-Separated Value	7
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	**9**
3.1 การออกแบบ	9
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	32
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	35
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**40**
4.1 ผลการวัดประสิทธิภาพของการตรวจจับคน	40
4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพการแยกเพศ	41
4.3 ผลการการวัดประสิทธิภาพการแยกอุปกรณ์	42
4.4 ผลการทดลองของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้	43
4.5 ผลการทดสอบการแสดงข้อมูลบนหน้าเว็บไซต์	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	**50**
5.1 สรุปผล	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
ภาคผนวก ก	51
ภาคผนวก ข	60
ภาคผนวก ค	65
บรรณานุกรม	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เมทริกซ์รูปภาพอินพุต x และฟีลเตอร์ h	4
2.2 การทำคอนโวลูชันสองมิติ	5
2.3 การทำงานของชั้นคอนโวลูชัน	5
2.4 โครงข่ายประสาทคอนโวลูชันที่ทำหน้าที่จำแนกชนิดของวัตถุในภาพ	6
2.5 โครงสร้างของ Residual Block	6
2.6 การติดตามวัตถุในหลาย ๆ เฟรมจากกล่องรอบวัตถุ	7
2.7 ลักษณะข้อมูลในไฟล์ CSV	7
3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ	9
3.2 ลำดับทำงานของโปรแกรมตรวจจับและติดตาม	11
3.3 ตัวอย่างการตรวจจับวัตถุในภาพจากโครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน YOLO V3	11
3.4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม YOLO V3	12
3.5 ค่าที่เก็บอยู่ในเมตริกเอาต์พุต	16
3.6 การเทรนโครงข่ายประสาทเทียม	19
3.7 การตรวจจับคนเฟรมที่ 1 (บน) และเฟรมที่ 2 (ล่าง)	19
3.8 พื้นที่ Intersect และ พื้นที่ Union จากตัวอย่างรูปที่ 3.7	20
3.9 การระบุหมายเลขให้กับกล่องที่เป็นของคนเดียวกัน	21
3.10 การทำงานของโปรแกรม Monitoring	22
3.11 การจัดวางตำแหน่งหน้าต่างย่อยในส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้	22
3.12 ตัวอย่างการบันทึกไฟล์โปรแกรม	23
3.13 โครงสร้างหน้าเว็บไซต์หน้าหลักที่ออกแบบ	24
3.14 โครงสร้างหน้าเว็บไซต์แสดงจำนวนและเวลาของวันที่ปัจจุบัน	25
3.15 ตัวอย่างไฟล์ฐานข้อมูล	25
3.16 ฐานข้อมูลจากไฟล์ prof	26
3.17 ผังงานกระบวนการแยกอุปกรณ์ของเพศชายหญิงที่ใช้	27
3.18 ผังงานเงื่อนไขการนับอุปกรณ์ที่ใช้ของเพศชายหญิง	28
3.19 ผังงานการนับจำนวนคนต่อเวลา	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.20 ข้อมูลไฟล์ evets ข้อมูล ID คนและเวลาที่ทำการนับ	30
3.21 ผังการแสดงข้อมูลบนเว็บไซต์ทุก ๆ 15 นาที	31
3.22 อุปกรณ์ Raspberry Pi 3B	32
3.23 อุปกรณ์ Raspberry Pi Camera Module v2	33
3.24 กล้อง Hikvision DS-2CD2112-I	34
3.25 ตัวอย่างภาพจากวิดีโอทดสอบ	36
3.26 ตัวอย่างภาพจากชุดภาพทดสอบ	36
3.27 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแยกจำนวนการใช้อุกปรณ์ของเพศชายหญิง	37
3.28 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบนับจำนวนคนต่อเวลา	38
3.29 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ทำการทดสอบเว็บไซต์	38
3.30 ไฟล์ข้อมูลวันปัจจุบัน	39
3.31 ข้อมูลก่อนมีการอัปเดต	39
3.32 ข้อมูลหลังมีการอัปเดต	39
4.1 ตัวอย่างการตรวจจับคนบนวิดีโอทดสอบ	42
4.2 ตัวอย่างการตรวจจับอุปกรณ์บนชุดภาพทดสอบ	43
4.3 ผลการสอบนับจำนวนการใช้อุปกรณ์ของเพศชายหญิง	46
4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกับเวลา	46
4.5 การแสดงข้อมูลเมื่อกดปุ่ม Event	47
4.6 การแสดงข้อมูลเมื่อกดปุ่ม Profile	47
4.7 กราฟก่อนมีการอัปเดทข้อมูล	48
4.8 กราฟหลังมีการอัปเดทข้อมูล	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 การตั้งค่าโปรแกรม Gstreamer สำหรับ Google Cloud 9
3.2 การตั้งค่าการส่งวิดีโอของ Network Camera 10
3.3 การตั้งค่าโปรแกรม Gstreamer สำหรับ Google Cloud 10
3.4 คุณสมบัติของ Raspberry Pi 3B 32
3.5 คุณสมบัติของ Raspberry Pi Camera Module 33
3.6 คุณสมบัติของกล้อง Hikvision DS-2CD2112-I 34
3.7 จำนวนภาพของวัตถุแต่ละคลาสใน Dataset ที่ใช้ 35
4.1 ผลการวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจจับคน 40
4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพการแยกเพศด้วยวิดีโอทดสอบ 41
4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพการแยกอุปกรณ์ด้วยชุดภาพทดสอบ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการนั้นเป็นสิ่งมีประโยชน์ในการประกอบกิจการร้านค้าส่วนใหญ่ เนื่องจากสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงร้านได้ เช่นในด้านโปรโมชัน หรือใช้ในการวิเคราะห์ยอดขายเทียบกับจำนวนลูกค้า การนับจำนวนลูกค้าทั้งสองเพศและการเก็บข้อมูลเวลาเมื่อลูกค้าเข้าและออกจากร้านโดยใช้มนุษย์ในการนับและบันทึกข้อมูล อาจส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นในการเก็บข้อมูล ส่วนทางด้านอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ในปัจจุบันนั้นสามารถดึงข้อมูลจากรูปภาพออกมาได้ไม่ทั้งหมดเช่นการนับจำนวนคนเข้าออกด้วยกล้องที่ติดไว้ด้านบนประตูร้าน [1] และ Stereo camera [2] หรือ ติดตามลูกค้าด้วย Thermal camera [3] เป็นต้น ซึ่งที่กล่าวมานั้นยังไม่สามารถแยกเพศของลูกค้าได้ ดังนั้นผู้จัดทำจึงเห็นว่าการนำคอมพิวเตอร์มาประมวลผลในการนับจำนวนลูกค้าทั้งสองเพศและการเก็บข้อมูล แทนมนุษย์จะเกิดข้อผิดพลาดน้อยและรวดเร็วกว่า จึงได้จัดทำระบบตรวจนับจำนวนคนขึ้นมา โดยโครงงานนี้เป็นการออกแบบระบบตรวจนับจำนวนคนซึ่งใช้ภาษาไพธอน (Python) ในการพัฒนาโปรแกรม จากนั้นแสดงผลของโปรแกรมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และแสดงข้อมูลผ่านทางหน้าเว็บไซต์ ซึ่งกระบวนการการทำงานของระบบจะเริ่มจากการรับภาพจากกล้องวิดีโอ จากนั้นนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมตรวจนับจำนวนคนที่จัดทำขึ้นเพื่อประมวลผลการนับจำนวน แยกเพศ และดูพฤติกรรมของลูกค้า หลังจากนั้นโปรแกรมจะส่งข้อมูลไปแสดงยังส่วนแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ของเจ้าของร้าน (Monitoring Program) และแสดงผลข้อมูลการตรวจจับบนเว็บไซต์

1.2 วัตถุประสงค์

1.) ออกแบบระบบตรวจนับจำนวนคนและแยกเพศลูกค้าภายในร้านค้า

2.) ออกแบบระบบคำนวณระยะเวลาที่ลูกค้าเข้ามาในร้าน

3.) ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ประกอบการนำไปวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้า

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.) สร้างโปรแกรมที่สามารถจำแนกเพศชายและเพศหญิง โดยมีความแม่นยำมากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) สร้างโปรแกรมที่สามารถติดตามลูกค้าและระบุระยะเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการภายในร้าน

3.) แสดงข้อมูล เพศ เวลา อุปกรณ์ จากฐานข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบของลูกค้าภายในร้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 Object Detection

2.1.1 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN) เป็นโมเดลทางคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลข้อมูลด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neurons) และจุดประสานประสาท (Synapses) ซึ่งในโมเดลทางคอมพิวเตอร์จะสร้างเป็นโหนด (Nodes) และค่าน้ำหนัก (Weights)

โครงข่ายประสาทเทียมจะประกอบด้วยเซตของโหนดอินพุต (Input Nodes) โหนดเอาต์พุต (Output Nodes) หรือโหนดอยู่ระหว่างกลางซึ่งเรียกว่าโหนดฮิดเดน (Hidden Nodes) มีการเชื่อมต่อระหว่างโหนดโดยกำหนดค่าน้ำหนัก (Weight) กำกับอยู่ที่เส้นเชื่อมทุกเส้น และมีค่าไบอัสกำกับที่โหนด เมื่อโมเดลเริ่มทำงานจะมีการป้อนค่าให้แก่โหนดอินพุต จากนั้นโหนดอินพุตจะส่งค่าที่ได้ไปคูณกับค่าน้ำหนักของเส้นเชื่อมโหนด โหนดในชั้นถัดไปจะทำการรวมค่าที่ได้จากโหนดก่อนหน้าและไบอัสดังสมการที่ 2.1 แล้วส่งค่าไปยังชั้นถัดไป การคำนวณเช่นนี้จะเกิดขึ้นไปเรื่อย ๆ ทีละชั้นจนถึงโหนดเอาต์พุต

$$y = \sum_{i=1}^{n} (x_i \times w_i) + b \tag{2.1}$$

เมื่อ y คือเอาต์พุตของโหนด

x คืออินพุตของโหนด

w คือค่าน้ำหนัก

b คือค่าไบอัส

i คือดัชนีของโหนดในชั้นปัจจุบัน

n คือจำนวนโหนดของชั้นก่อนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ชั้นคอนโวลูชัน

ชั้นคอนโวลูชันเป็นชั้นรูปแบบหนึ่งในโครงข่ายประสาทเทียม หลักการทำงานคือนำฟิลเตอร์มาทำคอนโวลูชันกับอินพุตโดยสมการที่ 2.2 เป็นสัญลักษณ์ของการทำคอนโวลูชันและสมการที่ 2.3 เป็นสมการการคำนวณ

$$y = x * h \tag{2.2}$$

$$y[i,j] = \sum_{u=0}^{k}\sum_{v=0}^{k} x[u,v]h[i+u, j+v] \tag{2.3}$$

เมื่อ y คือเอาต์พุตจากการทำคอนโวลูชัน

h คือ impulse response ของฟิลเตอร์นี้

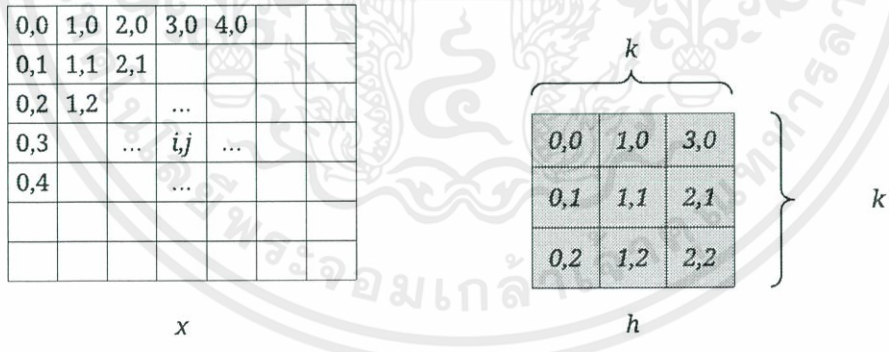
x คืออินพุต Pixel ในรูปภาพ

k คือขนาดของ filter

i คือตำแหน่งในแนวแกนนอน

j คือตำแหน่งในแนวแกนตั้ง

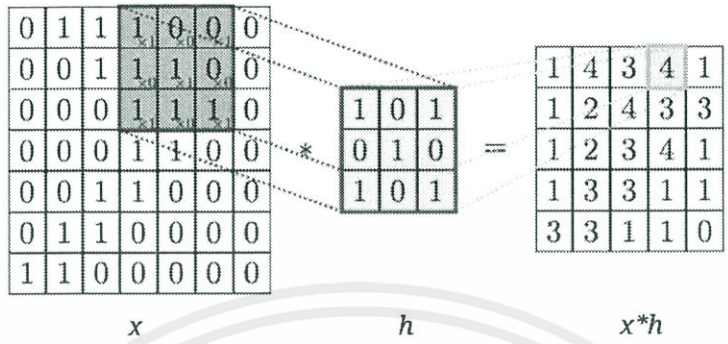
โดยรูปภาพอินพุตและฟิลเตอร์จะถูกเขียนด้วยเมทริกซ์ดังรูป



รูปที่ 2.1 เมทริกซ์รูปภาพอินพุต x และฟิลเตอร์ h

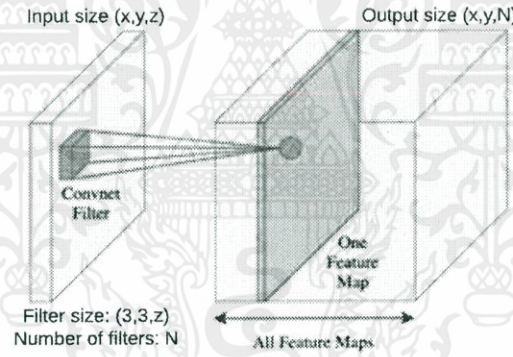
สำหรับการทำคอนโวลูชันสองมิติ สามารถมองเป็นการคูณระหว่างเมทริกซ์รูปภาพอินพุต x กับฟิลเตอร์ดังรูปที่ 2.2 จากนั้นใช้การสไลด์ไปยังตำแหน่งถัดไปจนครบทั้งรูปภาพดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การทำคอนโวลูชันสองมิติ

ภายในชั้นคอนโวลูชันหนึ่งชั้นจะประกอบไปด้วยฟิลเตอร์จำนวนมาก และการทำคอนโวลูชันสองมิติหนึ่งครั้งจะได้ผลลัพธ์เป็นเมทริกซ์หนึ่งระนาบ ดังนั้นการทำคอนโวลูชันด้วยฟิลเตอร์หลายตัวจะให้ผลลัพธ์เป็นเมทริกซ์สามมิติดังรูปที่ 2.3

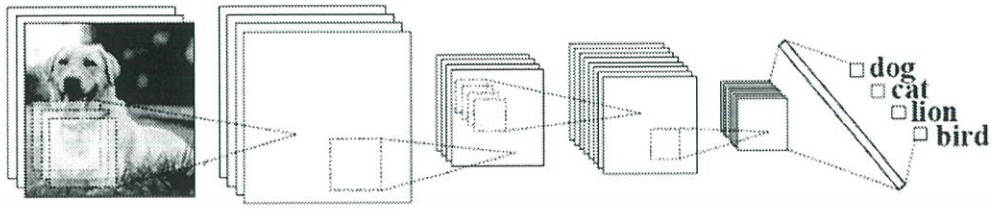


รูปที่ 2.3 การทำงานของชั้นคอนโวลูชัน

2.1.3 โครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน

โครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบหนึ่งที่จำลองความสามารถในการมองเห็นของมนุษย์ ประกอบขึ้นจากชั้นคอนโวลูชัน (Convolutional Layer) ซ้อนกันหลายชั้นดังรูปที่ 2.4 โดยชั้นคอนโวลูชันเป็นส่วนการคำนวณหลักในโครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน ที่จะทำให้ได้มาซึ่งการแยกคุณลักษณะ (Feature) จากรูปภาพ เช่น เส้นขอบ มุม รูปทรง ซึ่งนำไปสู่ความสามารถในการจำแนกชนิดของวัตถุในภาพ

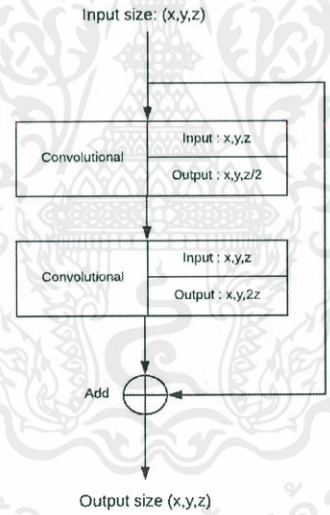
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงข่ายประสาทคอนโวลูชันที่ทำหน้าที่จำแนกชนิดของวัตถุในภาพ [1]

2.1.4 Residual block

Residual block เกิดจากการนำชั้นคอนโวลูชันมาเรียงต่อกัน 2 ชั้นและนำเอาต์พุตที่ได้มารวมเข้ากับอินพุตดังรูปที่ 2.5 รูปแบบการเชื่อมต่อลักษณะนี้มีการใช้งานครั้งแรกใน Resnet [2] และค่อย ๆ เป็นที่แพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากสามารถใช้เพิ่มประสิทธิภาพให้กับโครงข่ายประสาทคอนโวลูชันที่มีความยาวมาก ๆ ได้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ Residual Block

2.2 Object Tracking

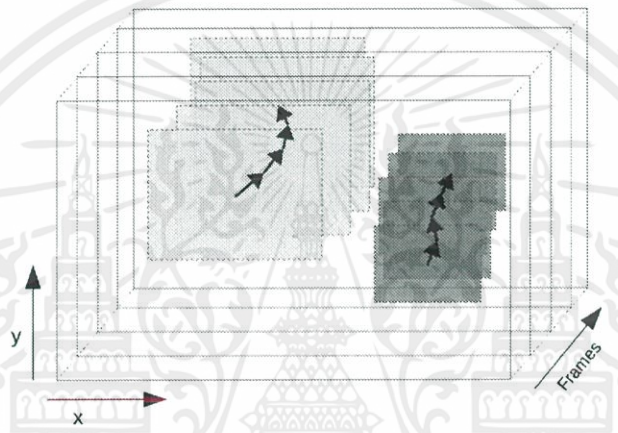
Tracking-by-Detection คือการนำผลจากโปรแกรมตรวจจับ (อยู่ในรูปกล่องรอบวัตถุ) มากำหนดหมายเลข ID ให้กับแต่ละวัตถุ และติดตามการคงอยู่ของวัตถุนั้น ๆ ทำให้เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนับจำนวน หรือระบุตำแหน่งของวัตถุในภาพเคลื่อนไหวได้ หลักการทำงานของโปรแกรมประเภทติดตามวัตถุมี 2 แบบหลัก ๆ ดังนี้

1.) ใช้จุดเซนทรอยด์ (Centroid) ของกล่อง และคำนวณระยะห่างของจุดในเฟรมที่ติดกัน เพื่อระบุว่าเป็นวัตถุชิ้นเดียวกันหรือไม่ [3]

2.) ใช้ค่า IoU (Intersection over Union) ที่แสดงถึงการซ้อนทับกันระหว่างกล่องในเฟรมที่ติดกัน เพื่อระบุว่าเป็นวัตถุชิ้นเดียวกันหรือไม่ [4] ซึ่งวิธีนี้ขนาดของกล่องจะมีผลร่วมด้วย



รูปที่ 2.6 การติดตามวัตถุในหลาย ๆ เฟรมจากกล่องรอบวัตถุ [4]

2.3 Comma-Separated Value

Comma-Separated Value หรือที่เรียกกันว่า CSV file มีลักษณะเป็นไฟล์ที่เก็บเฉพาะตัวอักษรเท่านั้น ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่เป็นตาราง ซึ่งมีเครื่องหมายจุลภาคในการแบ่งแต่ละหลัก (Column) ของข้อมูล และการเว้นบรรทัดเป็นแทนด้วยการแบ่งแถวแต่ละแถวของข้อมูล (Row) โดยไฟล์ CSV สามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเปิดเพื่อแสดงผลในรูปแบบตารางได้รวมทั้งโปรแกรม Notepad ใน Microsoft Windows

```
Header1,Header2,Header3
Value1.1,Value2.1,Value3.1
Value1.2,Value2.2,Value3.2
Value1.3,Value2.3,Value3.3
```

รูปที่ 2.7 ลักษณะข้อมูลในไฟล์ CSV

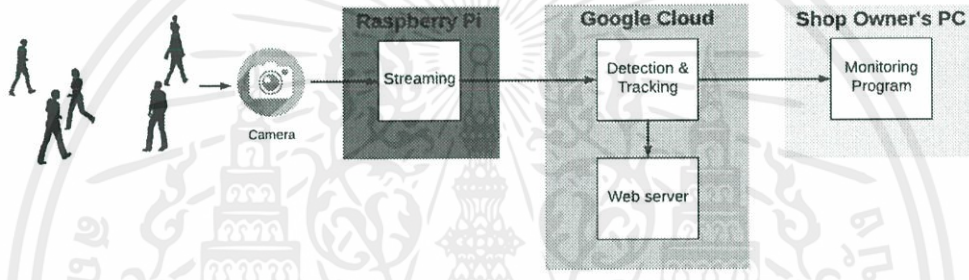
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7 ลักษณะข้อมูลในไฟล์ CSV สังเกตได้ว่าแต่ละข้อความมีเครื่องหมายจุลภาคขั้นเพื่อแสดงถึงตำแหน่งของหลักและแต่ละบรรทัดแสดงถึงตำแหน่งแถวของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

การทำงานของระบบเริ่มจากการรับภาพจากกล้องเข้าสู่ Raspberry Pi และทำการสตรีมวิดีโอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังโปรแกรมส่วนตรวจจับและติดตามบน Google Cloud จากนั้นส่งภาพและข้อมูลการตรวจจับมาที่โปรแกรมส่วนแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของเจ้าของร้าน พร้อมทั้งแสดงผลการตรวจจับบนเว็บไซต์เพื่อให้สามารถเข้าถึงจากอุปกรณ์อื่น ๆ นอกจากคอมพิวเตอร์ได้โดยเป็นแบบไม่แสดงวิดีโอ ดังรูป



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การส่งวิดีโอจาก Raspberry Pi ไปยัง Google Cloud

การส่งจะใช้วิดีโอขนาด 416x416 พิกเซลจาก Pi Camera เข้ารหัสเป็น H.264 [5] และใช้โปรโตคอล Real-time Transport Protocol (RTP) [6] สำหรับการส่งวิดีโอแบบเรียลไทม์บน User Datagram Protocol (UDP) ไปยัง Google Cloud โดยการทำงานทั้งหมดจะใช้เพียงโปรแกรม Gstreamer [7] โดยมีรูปแบบดังการตั้งค่าดังตาราง

ตารางที่ 3.1 การตั้งค่าโปรแกรม Gstreamer สำหรับ Google Cloud

หัวข้อ	การใช้งาน
Video Encoder	H.264, FPS = 15
Application layer	RTP
Transport layer	UDP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การส่งภาพจาก Network Camera ไปยัง Google Cloud

การส่งวิดีโอจาก Network Camera ไปยัง Google Cloud ใช้การเข้ารหัสภาพแบบ H.264 และส่งด้วย RTSP [8] ผ่าน TCP โปรโตคอล ซึ่งสามารถเปิดการใช้งานได้ในหน้าการตั้งค่าของกล้อง

ตารางที่ 3.2 การตั้งค่าการส่งวิดีโอของ Network Camera

หัวข้อ	การใช้งาน
Video Encoder	H.264, FPS = 14
Application layer	RTSP
Transport layer	TCP

3.1.3 การส่งภาพจาก Google Cloud มายัง Monitoring Program

การส่งวิดีโอที่ผ่านการประมวลผลแล้วมายัง Monitoring Program สามารถทำได้โดยนำภาพขนาด 416x416 พิกเซลจากโปรแกรมส่วนตรวจจับมาเข้ารหัสเป็นวิดีโอแบบ MJPEG [9] และส่งผ่าน TCP โปรโตคอล ด้วยไลบรารี OpenCV ที่ทำงานร่วมกับโปรแกรม Gstreamer โดยมีรูปแบบดังการตั้งค่าโปรแกรม Gstreamer ดังตาราง

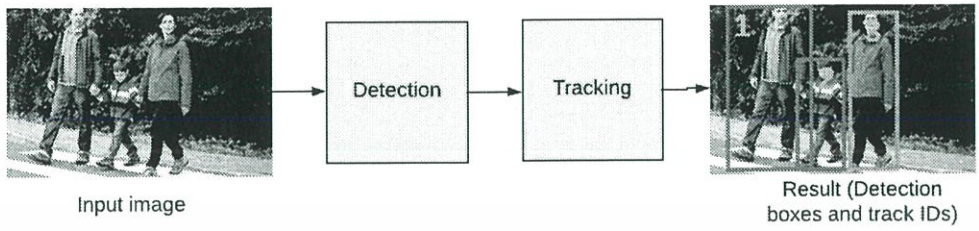
ตารางที่ 3.3 การตั้งค่าโปรแกรม Gstreamer สำหรับ Google Cloud

หัวข้อ	การใช้งาน
Video Encoder	Motion JPEG, quality = 12, FPS =15
Transport layer	TCP

3.1.4 โปรแกรมตรวจจับและติดตาม

โปรแกรมตรวจจับและติดตามจะทำงานต่อเนื่องกัน โดยจะเริ่มจากการรับอินพุตภาพและนำเข้าสู่โปรแกรมส่วนตรวจจับ จากนั้นส่งผลการตรวจจับวัตถุที่ได้ไปยังโปรแกรมส่วนติดตามดังรูป

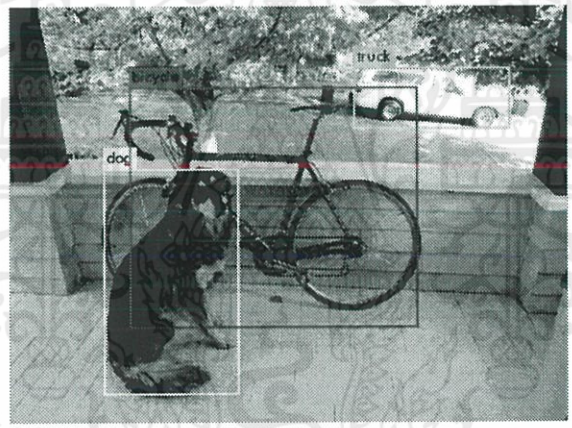
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ลำดับทำงานของโปรแกรมตรวจจับและติดตาม

3.1.4.1 โปรแกรมตรวจจับ

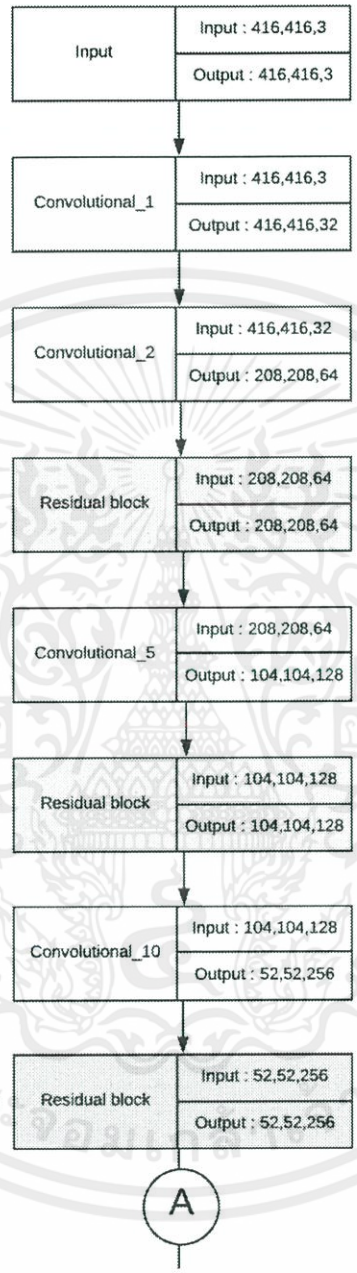
โปรแกรมส่วนตรวจจับสร้างขึ้นจากโครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน YOLO v3 [10] ซึ่งถูกออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับงานประเภทตรวจจับวัตถุในภาพโดยให้ผลลัพธ์เป็นกล่องรอบวัตถุ (Bounding-box) และคลาสของวัตถุ (Object class) ดังรูป



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการตรวจจับวัตถุในภาพจากโครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน YOLO V3

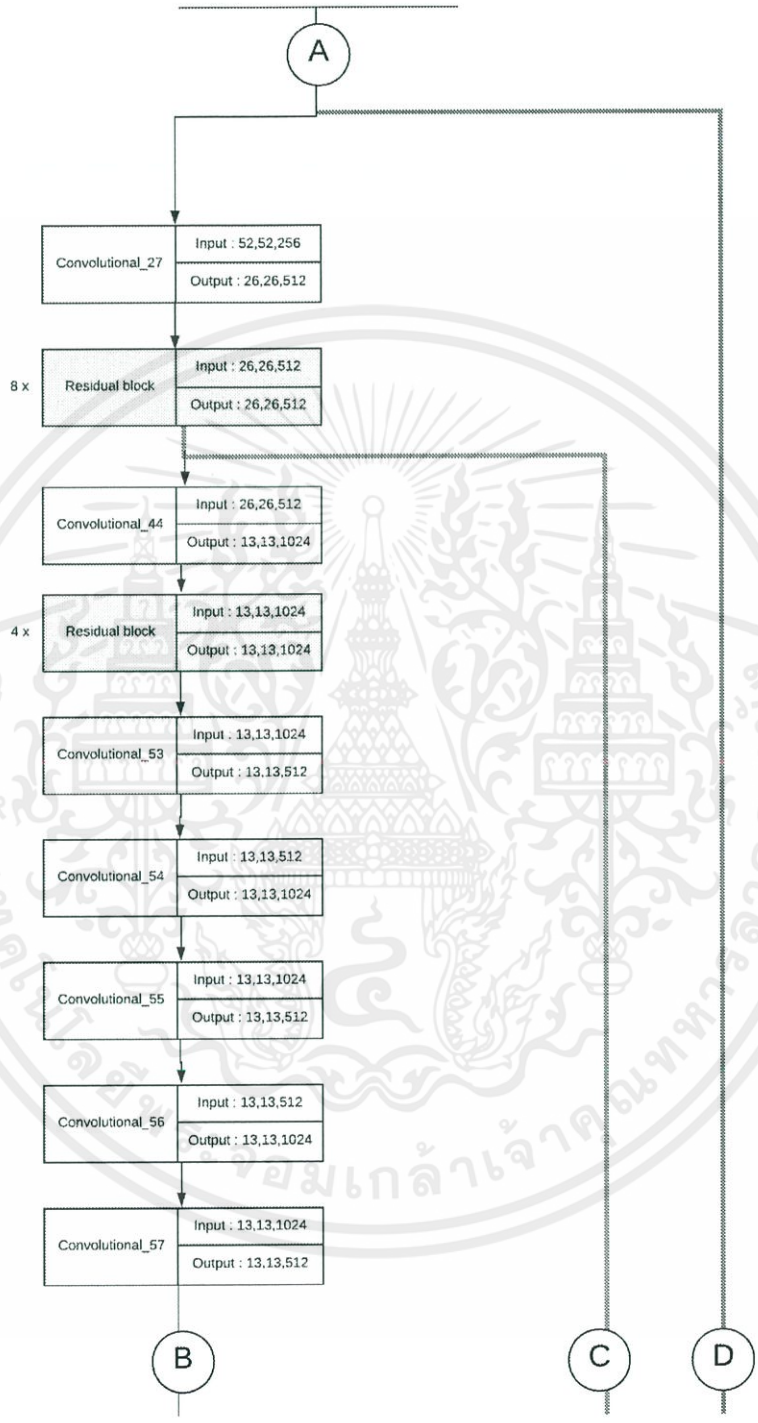
ตัวโครงสรางของ YOLO V3 พัฒนามาจาก ResNet [2] และ Faster R-CNN [11] ให้มีความแมนยำและความเร็วเพิ่มขึ้น โครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน YOLO V3 [10] มีการนำ Residual block มาเชื่อมต่อร่วมกับชั้นคอนโวลูชันแบบปกติ และแยกชั้นเอาต์พุตเป็น 3 ชั้น ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



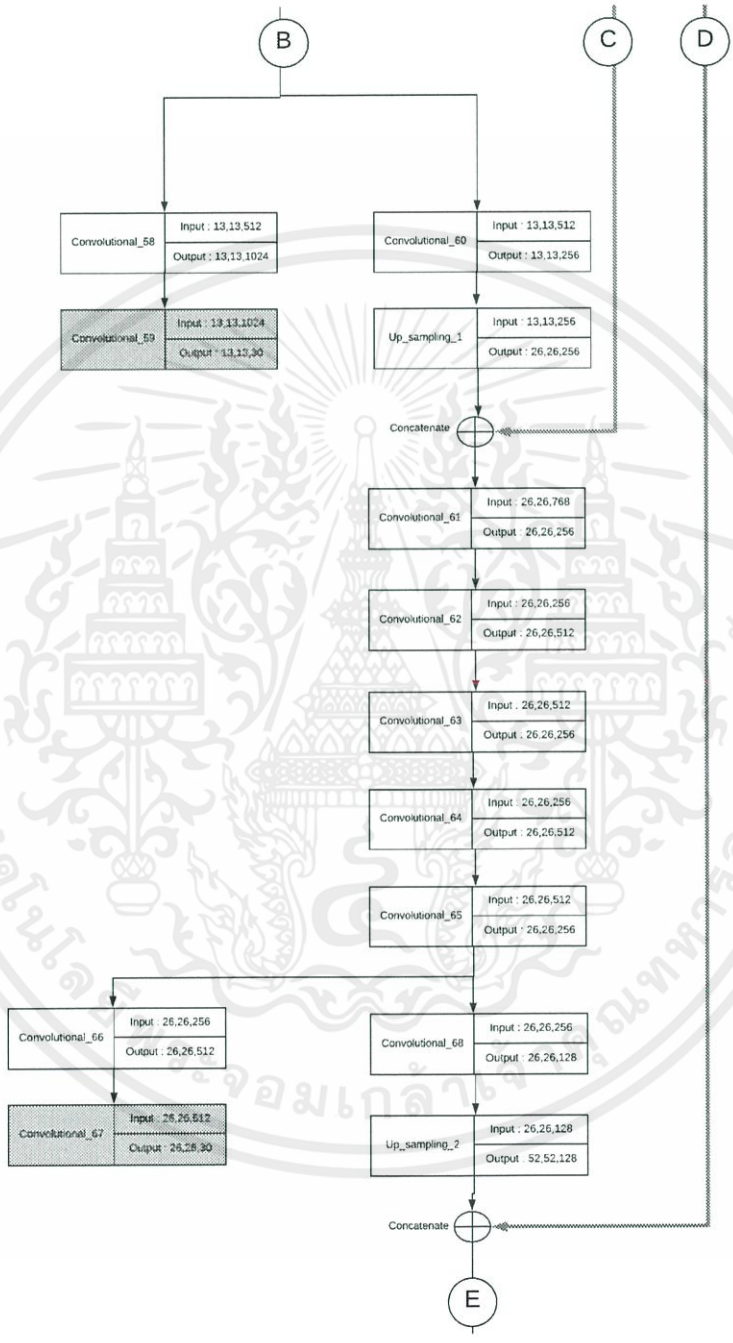
รูปที่ 3.4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม YOLO V3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



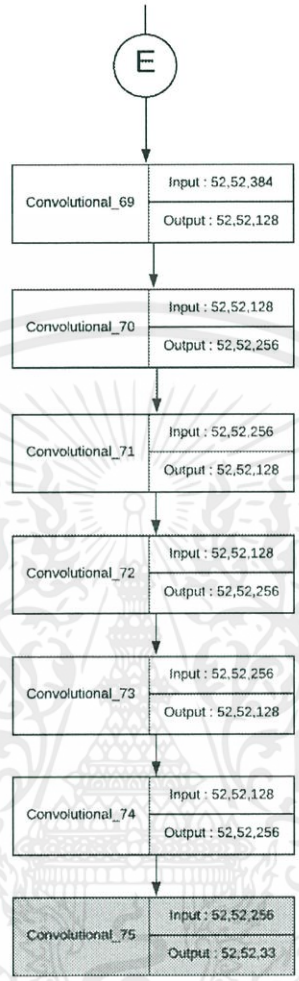
รูปที่ 3.4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม YOLO V3 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม YOLO V3 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม YOLO V3 (ต่อ)

โดยผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม YOLO V3 [10] เป็นเมทริกซ์ 3 ชุด ดังนี้

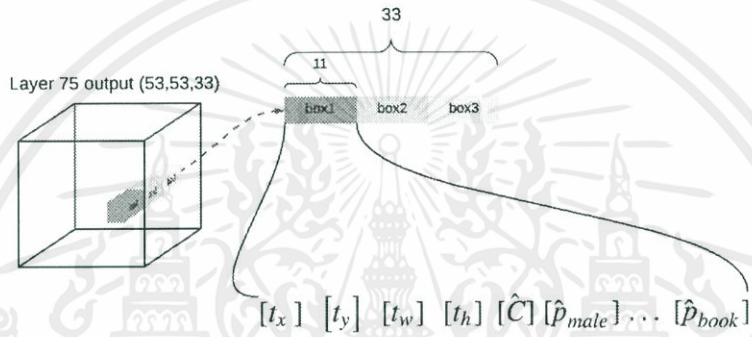
1.) เอาต์พุตจากชั้นคอนโวลูชันที่ 75 เป็นเมตริกซ์ขนาด (52,52,30) ออกแบบมาเพื่อให้ตรวจจับวัตถุขนาดเล็ก

2.) เอาต์พุตจาก ชั้นคอนโวลูชันที่ 67 ขนาด (26,26,30) ออกแบบมาเพื่อให้ตรวจจับวัตถุขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) เอาต์พุตจาก ชั้นคอนโวลูชันที่ 59 ขนาด (13,13,30) ออกแบบเพื่อให้ตรวจจับวัตถุขนาดใหญ่

ซึ่งภายในแต่ละเมทริกซ์แต่ละ Cell จะเก็บ ค่า Offset ตำแหน่งกล่องตามแนวนอน (t_x) Offset ตำแหน่งกล่องตามแนวตั้ง (t_y) Offset ความกว้างกล่อง (t_w) ค่า Offset ความสูงกล่อง (t_h) ค่า Objectness score ($\hat{C}$) และคะแนนของแต่ละคลาส ($\hat{p}_i$) จำนวน 3 ชุด ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ค่าที่เก็บอยู่ในเมตริกเอาต์พุต

3.1.4.2 การคำนวณค่า Loss

การคำนวณค่า Loss จะนำไปใช้ในขั้นตอนการเทรนโครงข่ายประสาทเทียมของโปรแกรมตรวจจับ สามารถคำนวณได้จากกล่องเอาต์พุตที่ได้จากการทำนายเทียบกับกล่องจริง (Ground truth) จากชุดข้อมูลโดยสามารถแบ่งการคำนวณเป็น 4 ส่วนได้ดังสมการ

$$L_{Total} = L(\hat{x},\hat{y}) + L(\hat{w},\hat{h}) + L(\hat{C}) + L(\hat{p}_c) \quad (3.1)$$

เมื่อ $L(\hat{x},\hat{y})$ คือค่าความผิดพลาดของจุดกึ่งกลางกล่อง

$L(\hat{w},\hat{h})$ คือค่าความผิดพลาดของความกว้าง และความสูงกล่อง

$L(\hat{C})$ คือค่าความผิดพลาดของ Objectness score

$L(\hat{p}_c)$ คือค่าความผิดพลาดจากการทำนายคลาสของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. $L(\hat{x},\hat{y})$

คำนวณได้จากค่าจุดกึ่งกลางกล่องที่ทำนาย เทียบกับค่าที่ถูกต้องจาก Ground truth ดังสมการ

$$L(\hat{x},\hat{y}) = \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^{2} 1_{ij}^{obj} [(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2] \quad (3.2)$$

เมื่อ 1_{ij}^{obj} มีค่าเป็น 1 หากมีวัตถุใน Cell ที่ i นอกนั้น มีค่าเป็น 0

$\hat{x}$ คือตำแหน่งจุดกึ่งกลางกล่องตามแนวแกน x จากการทำนาย

$\hat{y}$ คือตำแหน่งจุดกึ่งกลางกล่องตามแนวแกน y จากการทำนาย

x คือตำแหน่งจุดกึ่งกลางกล่องตามแนวแกน x ของ Ground truth

y คือตำแหน่งจุดกึ่งกลางกล่องตามแนวแกน y ของ Ground truth

S คือขนาดของเมทริกซ์ มีค่าเป็น 13 26 และ 52

2. $L(\hat{w},\hat{h})$

คำนวณได้จากค่าความความกว้าง และความสูงกล่องที่ทำนายเทียบกับ Ground truth กล่องดังสมการ

$$L(\hat{w},\hat{h}) = \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^{2} 1_{ij}^{obj} [(\sqrt{w_i} - \sqrt{\hat{w}_i})^2 + (\sqrt{h_i} - \sqrt{\hat{h}_i})^2] \quad (3.3)$$

เมื่อ 1_{ij}^{obj} มีค่าเป็น 1 หากมีวัตถุใน Cell ที่ i นอกนั้นจะมีค่าเป็น 0

$\hat{w}$ คือค่าความกว้างกล่องจากการทำนาย

$\hat{h}$ คือค่าความสูงกล่องจากการทำนาย

w คือค่าความกว้างกล่องของ Ground truth

h คือค่าความสูงกล่องของ Ground truth

S ขนาดของเมตริก มีค่าเป็น 13 26 และ 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. $L(\hat{C})$

คำนวณได้จาก Cross entropy ของ Objectness score จากการทำนายเทียบกับ Ground truth ดังสมการ

$$L(\hat{C}) = -\frac{1}{3}\sum_{i=0}^{S^2}\sum_{i=0}^{2} 1_{ij}^{obj}[C_i \log(\hat{c}_i) + (1-c_i)\log(1-\hat{c}_i)] \\ -\frac{1}{3}\sum_{i=0}^{S^2}\sum_{i=0}^{2} 1_{ij}^{noobj}[C_i \log(\hat{c}_i) + (1-c_i)\log(1-\hat{c}_i)] \quad (3.4)$$

เมื่อ 1_{ij}^{obj} มีค่าเป็น 1 หากมีวัตถุใน Cell i นอกนั้นจะมีค่าเป็น 0

1_{ij}^{noobj} มีค่าเป็น 1 หากไม่มีวัตถุใน Cell i นอกนั้นจะมีค่าเป็น 0

$\hat{C}$ คือค่า Objectness score จากการทำนาย

C คือค่า Objectness score จาก Ground truth (ควรมีค่าเป็น 1)

S คือขนาดของเมทริกซ์ มีค่าเป็น 13 26 และ 52

4. $L(\hat{p}_i)$

คำนวณได้จาก Cross entropy ของคะแนนในแต่ละคลาสดังสมการ

$$L(\hat{p}_c) = -\frac{1}{5}\sum_{i=0}^{S^2}\sum_{c=1}^{5}[p_c \log(\hat{p}_c) + (1-p_c)\log(1-\hat{p}_c)] \quad (3.5)$$

เมื่อ p_i คือคะแนนของคลาสที่ i จาก Ground truth

$\hat{p}_i$ คือคะแนนของคลาสที่ i จากผลการทำนาย

S คือขนาดของเมทริกซ์ มีค่าเป็น 13 26 และ 52

3.1.4.3 การเทรนโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียม

ก่อนจะได้มาซึ่งโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถใช้งานได้ จะต้องมีการเทรนโมเดลด้วยภาพของแต่ละคลาส เพื่อให้เกิดการรู้จำวัตถุแต่ละอย่างดังรูปที่ 3.6 โดยเริ่มจาก

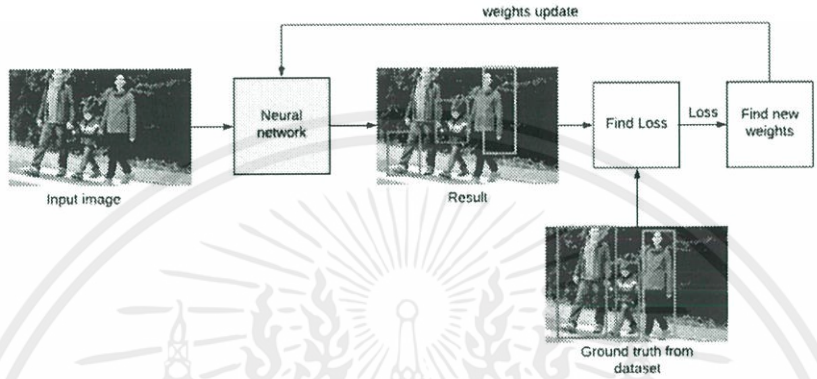
1.) ป้อนภาพอินพุตให้โปรแกรมทำนายผลการตรวจจับ

2.) นำผลลัพธ์ที่ได้เทียบกับ Ground truth และคำนวณค่า Loss และน้ำหนักตัวใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ทำการปรับแก้ค่าน้ำหนักของฟิลเตอร์ (Weights update)

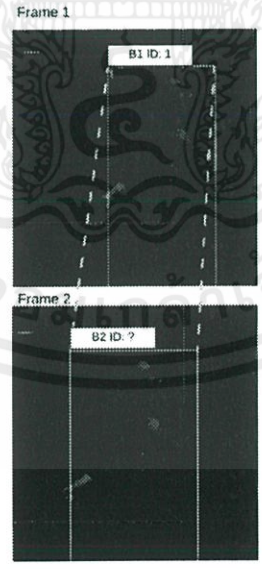
5.) เริ่มทำขั้นตอนที่ 1 ใหม่ โดยค่า Loss ที่ได้จะค่อย ๆ ลดลงในแต่ละรอบของการเทรน และหยุดเทรนเมื่อค่า Loss มีการลู่เข้า



รูปที่ 3.6 การเทรนโครงข่ายประสาทเทียม

3.1.4.4 โปรแกรมส่วนติดตาม

โปรแกรมส่วนติดตามจะมีหน้าที่รับค่ากล่องรอบวัตถุจากโปรแกรมส่วนตรวจจับในแต่ละเฟรม แล้วทำการระบุหมายเลขให้กับกล่องแต่ละกล่อง



รูปที่ 3.7 การตรวจจับคนเฟรมที่ 1 (บน) และเฟรมที่ 2 (ล่าง) [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 ในเฟรมที่ติดกันคนในภาพจะมีการเปลี่ยนตำแหน่งไม่มาก ทำให้สามารถออกแบบโปรแกรมส่วนติดตามโดยดูจากตำแหน่งและขนาดของกล่องได้ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

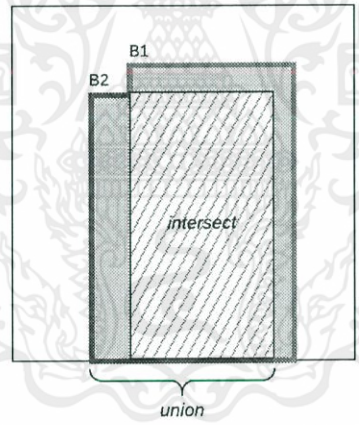
1.) โปรแกรมจะรับค่าตำแหน่งและขนาดของกล่องในเฟรมก่อนหน้าและเฟรมปัจจุบันจากโปรแกรมตรวจจับ

2.) นำกล่องของแต่ละเฟรมมาคำนวณ Intersect over Union (IoU) ที่เป็นค่าแสดงการซ้อนทับกันของพื้นที่ โดยสามารถคำนวณ IoU ได้จากพื้นที่ Intersect หารด้วย พื้นที่ Union ดังสมการ

$$IoU = \frac{B_1 \cap B_2}{B_1 \cup B_2} \tag{3.6}$$

เมื่อ B_1 คือกล่องจากเฟรมที่ 1

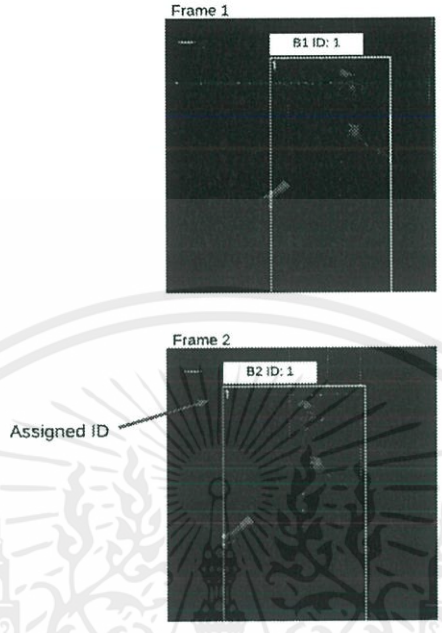
B_2 คือกล่องจากเฟรมที่ 2



รูปที่ 3.8 พื้นที่ Intersect และ พื้นที่ Union จากตัวอย่างรูปที่ 3.7

3.) หากค่า IoU ที่ได้มากกว่า Threshold ที่ 0.7 [2] จะถือว่าเป็นกล่องของคนเดียวกันและระบุหมายเลขเดียวกับ ID ของ B_1 ให้ ดังรูปที่ 3.8 ส่วนกล่องที่ไม่ตรงกันจะนับว่าเป็นคนใหม่และสร้างหมายเลขใหม่ขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 การระบุหมายเลขให้กับกล่องที่เป็นของคนเดียวกัน

จากรูปที่ 3.9 เมื่อพบว่า B_1 และ B_2 เป็นของคนเดียวกัน จะทำการระบุหมายเลขให้กับกล่องในเฟรมที่ 2 ด้วย ID เดียวกันกับกล่อง B_1

3.1.5 ส่วนของการแสดงผล

ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของโปรแกรม Monitoring และส่วนของเว็บไซต์

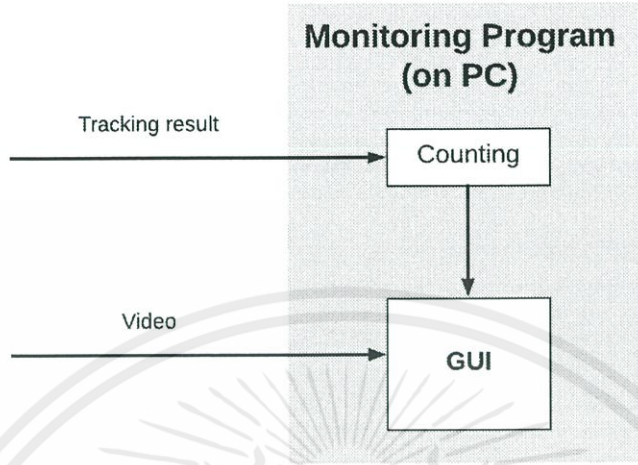
3.1.5.1 การส่งภาพและข้อมูลการตรวจจับมาที่โปรแกรม Monitoring

ส่วนของโปรแกรม Monitoring จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.) การรับข้อมูลจากการติดตามวัตถุมานับจำนวนและแสดงผล

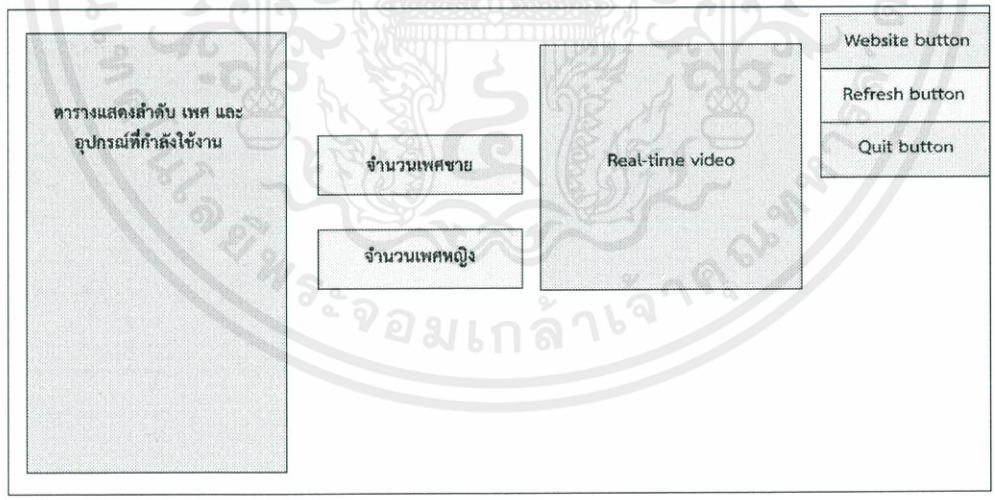
2.) การนำวิดีโอมาแสดงบนส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานได้ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การทำงานของโปรแกรม Monitoring

เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรม Monitoring ขึ้นจะปรากฏหน้าต่างในส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface : GUI) เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรมภาษาไพธอนขึ้นซึ่งใช้โมดูล Tkinter จะปรากฏหน้าต่าง (Window) ภายในหน้าต่างประกอบด้วยตารางแสดงข้อมูล แถบแสดงจำนวนเพศชายและเพศหญิง หน้าต่างย่อยแสดงวิดีโอแบบเวลาจริง ปุ่มเว็บไซต์ ปุ่มรีเฟรช และปุ่มออกจากโปรแกรม ซึ่งส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ถูกออกแบบดังรูปที่ 3.11



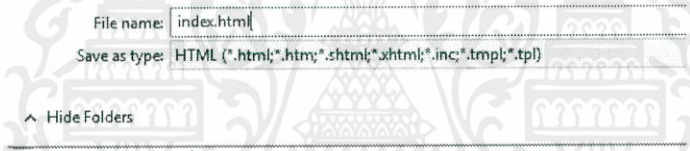
รูปที่ 3.11 การจัดวางตำแหน่งหน้าต่างย่อยในส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้เปิดโปรแกรมส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ โปรแกรมภาษาไพธอนจะแสดงวิดีโอแบบเวลาจริงที่บริเวณหน้าต่างย่อย Real-time video จากนั้นวิดีโอจะถูกประมวลผลด้วยโปรแกรมตรวจจับ ระบุชนิดของอุปกรณ์ที่กำลังใช้งาน และจำแนกเพศ จากนั้นส่วนประมวลผลจะส่งข้อมูลมาที่ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ โดยข้อมูลลำดับที่ เพศ และอุปกรณ์ที่กำลังใช้งานจะถูกแสดงผลที่บริเวณหน้าต่างตารางด้านซ้าย ส่วนจำนวนคนในแต่ละเพศจะแสดงที่แถบบริเวณตรงกลาง นอกจากนี้ยังมีปุ่มเว็บไซต์ เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่มจะทำการเปิดเว็บไซต์ที่แสดงผลข้อมูลทั้งหมด ปุ่มรีเฟรช เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่มจะทำการรีเฟรชข้อมูลใหม่ทั้งหมด และปุ่มออก เมื่อผู้ใช้คลิกจะทำการปิดโปรแกรม

3.1.5.2 ส่วนแสดงข้อมูลบนเว็บไซต์

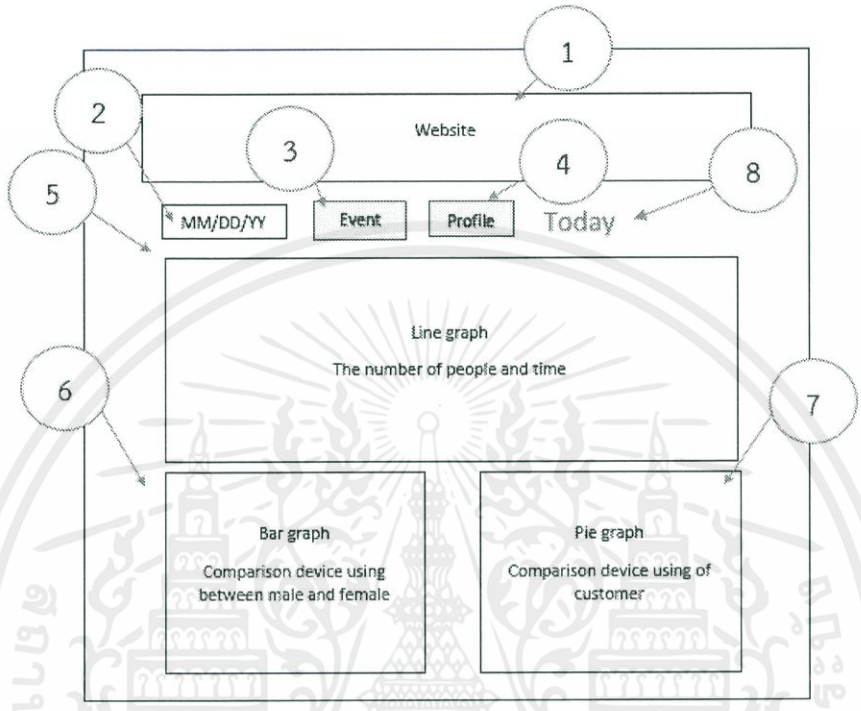
การเขียนและออกแบบเว็บไซต์ การบันทึกโปรแกรมให้บันทึกด้วยชื่อ index เพื่อเป็นหน้าหลักของเว็บไซต์และตามด้วยนามสกุล .html เพื่อแสดงถึงเอกสารสำหรับแสดงบนหน้าเว็บไซต์ รูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการบันทึกไฟล์โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

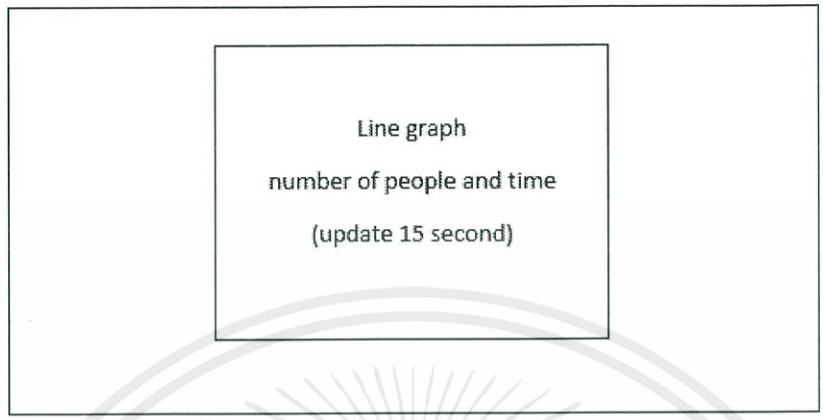
1) การออกแบบเว็บไซต์



รูปที่ 3.13 โครงสร้างหน้าเว็บไซต์หน้าหลักที่ออกแบบ

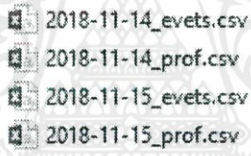
จากรูปที่ 3.13 โครงสร้างหน้าเว็บไซต์ที่ได้ทำการออกแบบ โดยแบบฟอร์มหน้าเว็บ หมายเลขที่ 1 เป็นส่วนแสดงหัวข้องของเว็บไซต์ หมายเลขที่ 2 เป็นส่วนของตัวเลือกวันที่ เดือน ปี ที่ต้องการแสดงกราฟ หมายเลขที่ 3 เป็นส่วนของปุ่มเลือกเพื่อแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกค้าและเวลา หมายเลขที่ 4 เป็นส่วนของปุ่มเพื่อแสดงกราฟเปรียบเทียบจำนวนลูกค้าเพศชายหญิง และกราฟเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ของลูกค้าภายในร้าน หมายเลขที่ 5 เป็นกราฟกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกค้าและเวลา หมายเลขที่ 6 กราฟเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ระหว่างเพศชายหญิง หมายเลขที่ 7 แสดงกราฟเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ของลูกค้าภายในร้าน ส่วนที่ 8 เป็นปุ่มเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บไซต์ที่แสดงจำนวนลูกค้ากับเวลาที่ตรวจจับที่มีการอัปเดตหน้าเว็บไซต์ทุก 15 วินาที ของข้อมูลวันที่ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โครงสร้างหน้าเว็บไซต์แสดงจำนวนและเวลาของวันที่ปัจจุบัน

รูปที่ 3.14 เป็นอีกหน้าเว็บไซต์ที่แสดงจำนวนลูกค้าและเวลาที่ถูกตรวจจับ เมื่อกดปุ่ม Today ของเว็บไซต์หน้าหลัก โดยหน้าเว็บไซต์นี้จะทำการอัปเดตข้อมูลทุก ๆ 15 วินาที ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในวันที่ปัจจุบันได้



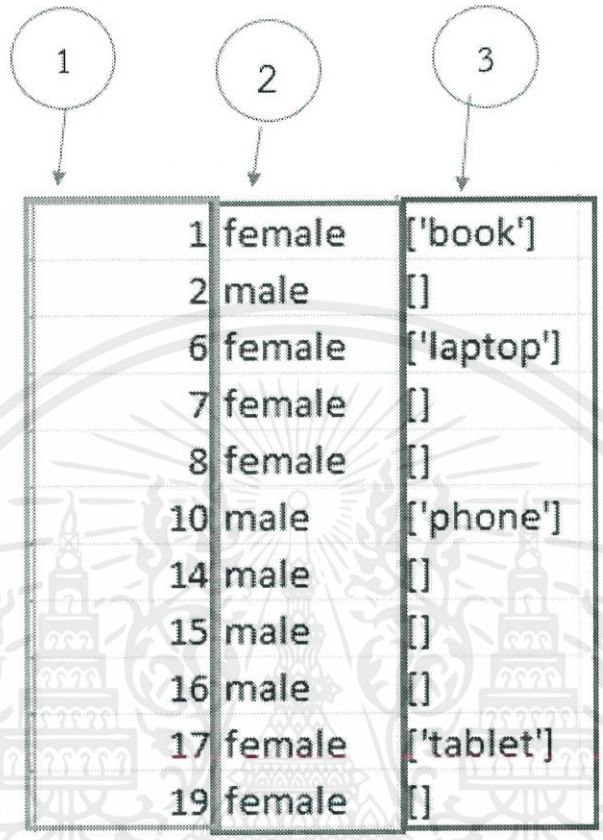
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างไฟล์ฐานข้อมูล

รูปที่ 3.15 เป็นตัวอย่างไฟล์ของฐานข้อมูลที่ได้จากการติดตามลูกค้า กำหนดให้ yyyy แทนค่าของปี mm แทนค่าของเดือน และ dd แทนค่าของวันที่ ไฟล์ที่แสดงชื่อ yyyy-mm-dd_evets.csv จะถูกแสดงเป็นการในหมายที่ 5 คือ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกค้าและเวลา ส่วน yyyy-mm-dd_prof.csv จะถูกแสดงในหมายเลขที่ 6 และหมายเลขที่ 7 ของเว็บไซต์คือ กราฟเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ระหว่างเพศชายหญิง และกราฟเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ของลูกค้าภายในร้าน ตามลำดับ

2) การแยกจำนวนการใช้อุปกรณ์ของเพศชายหญิง และแสดงผลเป็นกราฟ

การแยกจำนวนการใช้อุปกรณ์ต่างๆของเพศชายหญิง หรือจำนวนทั้งหมด ทำให้สามารถทราบถึงพฤติกรรมและกิจกรรมต่างๆของลูกค้าภายในร้านได้

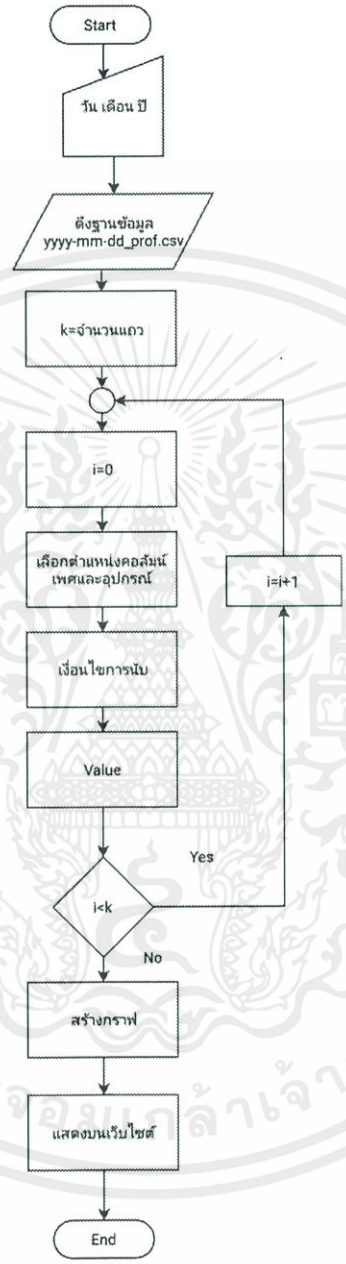
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ฐานข้อมูลจากไฟล์ prof

รูปที่ 3.16 เป็นตัวอย่างของฐานข้อมูลที่ได้รับมา ภายในฐานข้อมูลประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน โดย ส่วนที่ 1 คือไอดีของลูกค้าที่ถูกตรวจจับ ส่วนที่ 2 เป็นการระบุเพศของคนในไอดีนั้นๆ ส่วนที่ 3 จะระบุอุปกรณ์ที่ถูกตรวจจับได้บริเวณใกล้เคียงกับคนในไอดีนั้น โดยระบบได้ทำการกำหนดตัวแปร [ ] หมายถึงไม่มีอุปกรณ์ที่ตรวจจับได้, [‘laptop’] หมายถึงแลปท็อป, [‘phone’] หมายถึงโทรศัพท์, [‘book’] หมายถึงหนังสือ และ [‘tablet ’] หมายถึงแท็บเล็ต

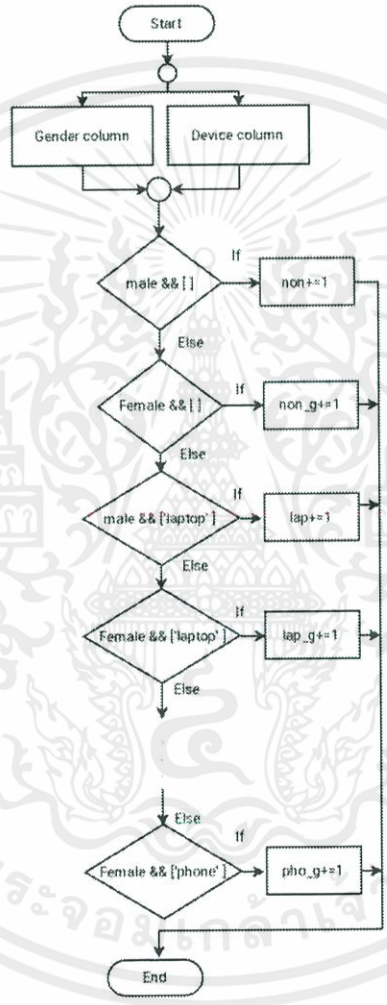
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ผังงานกระบวนการแยกอุปกรณ์ของเพศชายหญิงที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 เป็นผังงานขั้นตอนการนับจำนวนอุปกรณ์ของแต่ละเพศ เริ่มจากทำการเลือกวันที่ต้องการดูข้อมูลจากนั้นระบบจะทำการดึงฐานข้อมูลของวันที่ที่ได้ทำการเลือกหลังจากนั้นทำการนับจำนวนแถวทั้งหมดของข้อมูลเพื่อใช้เป็นค่าในการตั้งเงื่อนไขจำนวนรอบในการตรวจเงื่อนไขต่างๆของข้อมูลทีละแถวโดยเงื่อนไขในการนับเป็นไปตามรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ผังงานเงื่อนไขการนับอุปกรณ์ที่ใช้ของเพศชายหญิง

รูปที่ 3.18 เป็นเงื่อนไขในการตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์ของเพศชายหญิง โดยคอลัมน์ที่ 2 ขอฐานข้อมูลเป็นการแสดงเพศ และคอลัมน์ที่ 3 เป็นการแสดงอุปกรณ์ ซึ่งเงื่อนไขในการ

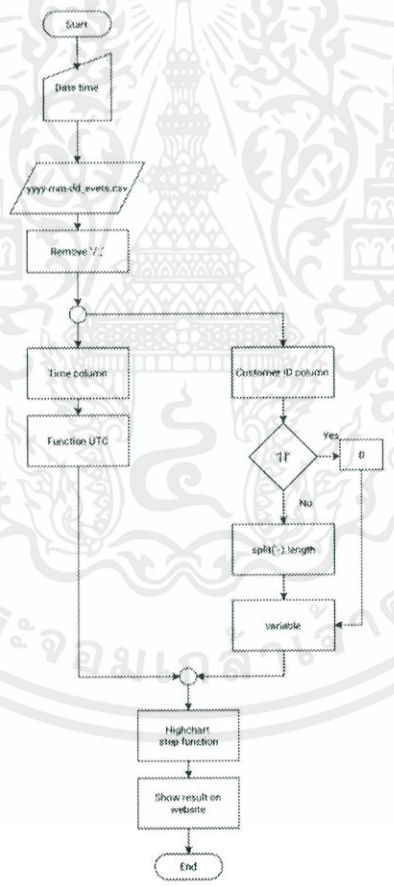
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบแต่ละเงื่อนไขจะทำการตรวจสอบทั้งเพศและอุปกรณ์ไปพร้อมกัน ถ้าตัวแปรของข้อมูลลำดับแถวที่กำลังตรวจสอบอยู่ตรงกับเงื่อนไขไหนค่าของตัวแปรนั้นจะเพิ่มทีละ 1

หลังจากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลครบทุกแถวแล้วจะได้จำนวนการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ของแต่ละเพศ แล้วนำค่าที่ได้นั้นไปผ่านฟังก์ชันการสร้างกราฟเพื่อแสดงการเปรียบเทียบบนเว็บไซต์

3) การแสดงกราฟจำนวนลูกค้าและเวลาบนเว็บไซต์

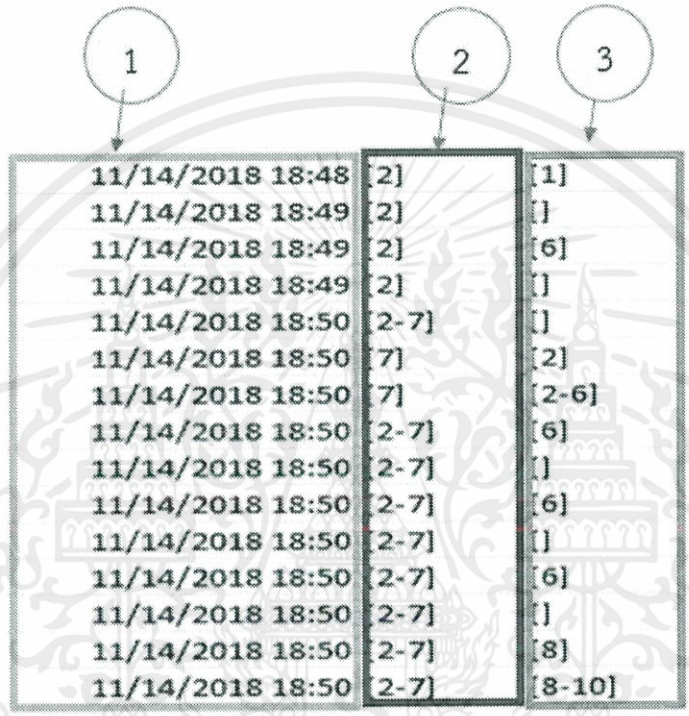
เพื่อให้สามารถทราบจำนวนเพศชายและหญิง รวมถึงจำนวนคนทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาว่ามีปริมาณเท่าใดบ้างในแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ 3.19 ผังงานการนับจำนวนคนต่อเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.19 เป็นขั้นตอนการนับจำนวนคนในแต่ละเวลาเพื่อไปสร้างเป็นกราฟ โดยเริ่มจากการดึงฐานข้อมูลที่ได้ทำการอ่าน ต่อมาทำการตัดสัญลักษณ์ต่างๆเพื่อทำการแบ่งคอลัมน์ข้อมูลและนำไปประมวลผลต่อในขั้นตอนถัดไป

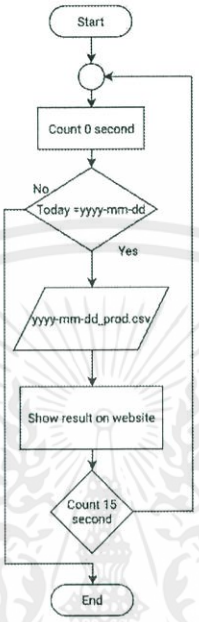


รูปที่ 3.20 ข้อมูลไฟล์ evets ข้อมูล ID คนและเวลาที่ทำการนับ

รูปที่ 3.20 ส่วนที่ 1 คือคอลัมน์แสดงเวลาที่ได้ทำการนับคน ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 คือไอดีของเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ หลังจากนั้น ข้อมูลของคอลัมน์ 1 นำไปเข้าฟังก์ชัน UTC ซึ่งเป็นฟังก์ชันในการจัดตั้งเวลาสำหรับกำหนดตำแหน่งเวลาบนแกน x ของกราฟ ส่วนคอลัมน์ที่ 2 หรือที่ 3 นำข้อมูล ไอดี ไปผ่านเงื่อนไขในการนับจำนวนไอดี โดยถ้าข้อมูลเป็นค่า [ ] ให้ทำการตั้งค่านั้นเป็นค่า 0 แต่ถ้าไม่ตรงเงื่อนไขให้ทำการตัดเครื่องหมาย ‘-‘ เพื่อทำการแยกจำนวนไอดีออกจากกันและทำการนับจำนวนไอดีนั้นได้ โดยค่าที่ได้กำหนดให้เป็นข้อมูลแกน y แสดงถึงจำนวนของลูกค้า หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปผ่านฟังก์ชัน Highchart เพื่อทำการสร้างกราฟ โดยฟังก์ชันที่ใช้เป็นรูปแบบ step function หลังจากนั้นแสดงผลบนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การแสดงกราฟจำนวนลูกค้าและเวลา ของข้อมูลวันที่ปัจจุบัน



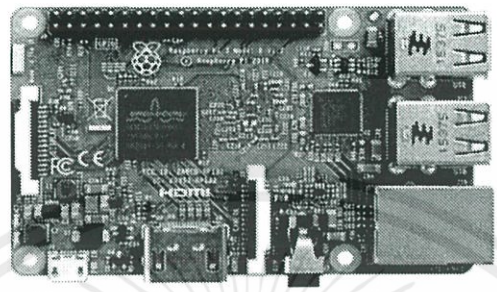
รูปที่ 3.21 ผังการแสดงข้อมูลบนเว็บไซต์ทุก ๆ 15 วินาที

รูปที่ 3.21 การทำงานของเว็บไซต์หน้านี้ด้วยการกดปุ่ม Today บนหน้าเว็บไซต์หลัก โปรแกรมจะทำการดึงไฟล์ข้อมูลของวันปัจจุบันและแสดงบนหน้าเว็บไซต์ หลังจาก 15 วินาทีถัดไป หน้าเว็บไซต์จะทำการรีเฟรชหน้าเว็บไซต์เพื่อดึงข้อมูลและแสดงข้อมูลบนหน้าเว็บไซต์อีกอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 Raspberry Pi 3 B



รูปที่ 3.22 อุปกรณ์ Raspberry Pi 3B [13]

Raspberry Pi เป็นระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Systems) ที่ทำงานบน ARM CPU ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้จะนำ Raspberry Pi มาใช้สำหรับถ่ายวิดีโอและส่งไปยัง Google Cloud แบบเรียลไทม์ โดย Raspberry Pi 3 B มีคุณสมบัติดังตาราง

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของ Raspberry Pi 3 B

CPU type/speed	ARM Cortex-A53 1.2GHz
RAM size	1GB SRAM
Integrated Wi-Fi	2.4GHz
Ethernet speed	10/100 Mbps
PoE	No
Bluetooth	4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Raspberry Pi Camera Module

รูปที่ 3.23 อุปกรณ์ Raspberry Pi Camera Module v2 [14]

Raspberry Pi Camera Module v2 เป็นโมดูลกล้องเชื่อมต่อภายนอก ผ่าน CSI Port สำหรับ Raspberry Pi โดยเฉพาะ โดย Raspberry Pi Camera Module มีคุณสมบัติดังตาราง

ตารางที่ 3.5 คุณสมบัติของ Raspberry Pi Camera Module

Board size	25 x 24 mm
Pixel Count	2592 x 1944
FOV	65 degree
Sensor type	OmniVision OV5647 (5-megapixel)
Field of View	2.0 x 1.33 m at 2 m
Video	1080p at 30 fps with codec H.264 (AVC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Network Camera

รูปที่ 3.24 กล้อง Hikvision DS-2CD2112-I

Hikvision DS-2CD2112-I เป็น Network Camera เป็นกล้องวงจรปิดแบบโดมที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายผ่านสาย Ethernet ได้ และรองรับ Power over Ethernet (POE) รวมถึงการทำงานในสภาวะแสงน้อยด้วยโหมดอินฟราเรด

ตารางที่ 3.6 คุณสมบัติของกล้อง Hikvision DS-2CD2112-I

Video Compression	H.264/ MJPEG
Video Bit Rate	32 Kbps – 12 Mbps
Frame Rate	30 fps (1280 x 960), 30 fps (1280 x 720), 30 fps (704 x 576), 30 fps (640 x 480)
Standard	ONVIF, PSIA, CGI, ISAPI
Communication Interface	1 RJ45 10M/100M Ethernet interface

3.2.4 Open Images Dataset

Open Image Dataset [15] เป็นชุดข้อมูลรูปภาพ ที่มีการแยกคลาส (Label) และตีกรอบรอบวัตถุ (Annotation) มาให้ ดังนั้น Open Image Dataset จึงเป็นชุดข้อมูลที่สารถนำไปใช้เทรนโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียมประเภทตรวจจับวัตถุได้ และชุดข้อมูลนี้ยังมีรูปภาพครบทั้ง 6 คลาสที่จะนำมาใช้งาน คือ Male Female Laptop Phone Tablet และ Book โดยในปริญญานิพนธ์นี้ได้นำภาพมาใช้ตามจำนวนดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 จำนวนภาพของวัตถุแต่ละคลาสใน Dataset ที่ใช้

คลาส	จำนวนภาพ
Male	16317
Female	16317
Laptop	5161
Phone	4556
Tablet	784
Book	3685

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การวัดประสิทธิภาพของการตรวจจับคน

การวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมประเภทตรวจจับวัตถุจะเริ่มจากการให้โปรแกรมทำนายชุดภาพทดสอบ VOC2012 test set จำนวน 5,138 ภาพ และนับจำนวนกล่องที่ถูกต้อง มาคำนวณเป็นค่า Precision ที่บ่งบอกถึงความแม่นยำของโปรแกรมประเภทตรวจจับวัตถุ โดยใช้วิธีการคำนวณจาก PASCAL VOC's Metric [16] ซึ่งเป็นวิธีวัดความแม่นยำของโปรแกรมประเภทตรวจจับวัตถุที่ได้รับความนิยมมากที่สุด และผู้จัดทำสามารถนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น ๆ ได้

3.3.2 การวัดประสิทธิภาพการแยกเพศ

ในการวัดประสิทธิภาพการแยกเพศจะให้โปรแกรมทำนายวิดีโอทดสอบความยาว 1 ชั่วโมง. จากนั้นทำการนับจำนวนกล่องที่ทำนายถูก และผิด มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการแยกเพศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.25 ตัวอย่างภาพจากวิดีโอทดสอบ

จากรูปที่ 3.25 เป็นตัวอย่างภาพจากวิดีโอทดสอบที่ใช้ในการทดสอบความแม่นยำของการแยกเพศ

3.3.3 การวัดประสิทธิภาพการแยกอุปกรณ์

ในการวัดประสิทธิภาพการตรวจจับอุปกรณ์จะให้โปรแกรมทำนายชุดภาพทดสอบจำนวน 346 ภาพซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ Phone Laptop Tablet และ Book อย่างละ 100 ชิ้น จากนั้นทำการนับจำนวนกล่องที่ทำนายถูก และผิด มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการแยกอุปกรณ์แต่ละชนิด

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างภาพจากชุดภาพทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จารูปที่ 3.26 เป็นตัวอย่างภาพจากชุดทดสอบที่ใช้วัดความแม่นยำการแยกชนิดอุปกรณ์ โดยในภาพประกอบไปด้วยวัตถุในคลาส Laptop 1ชิ้น และ Book 2

3.3.4 การแสดงผลของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

การแสดงผลของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ สามารถทดสอบการทำงานได้จากการทดลองรับค่าจากฐานข้อมูลมาแสดงผลบนส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ โดยพิจารณาผลการทดลองจากการแสดงผลของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ว่าเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

3.3.5 การแสดงข้อมูลบนหน้าเว็บไซต์

การแสดงข้อมูลผ่านทางหน้าเว็บไซต์ ทดสอบได้จากการรับค่าจากฐานข้อมูลที่ได้รับมาทำการประมวลผลและแสดงผ่านหน้าเว็บไซต์ โดยพิจารณาผลการการทดสอบว่าข้อมูลที่ต้องการแสดงตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลหรือไม่

3.3.5.1 การทดสอบการนับจำนวนการใช้อุปกรณ์ของเพศชายหญิงจากฐานข้อมูล

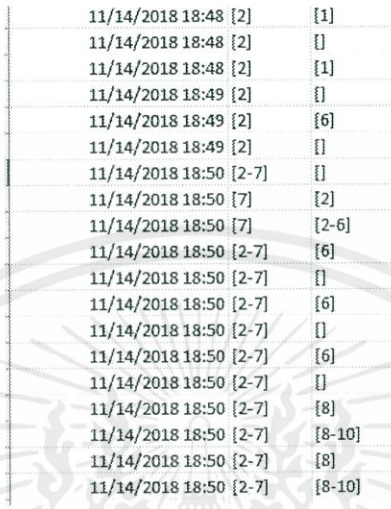
1	female	['book']
2	male	[]
6	female	['laptop']
7	female	[]
8	female	[]
10	male	['phone']
14	male	[]
15	male	[]
16	male	[]
17	female	['tablet']
19	female	[]

รูปที่ 3.27 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแยกจำนวนการใช้อุกปรณ์ของเพศชายหญิง

รูปที่ 3.27 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแยกจำนวนการใช้อุกปรณ์ของเพศชายหญิง โดยมีจำนวนคนทั้งหมด 11 คน มีเพศชาย 5 คน และเพศหญิง 6 คน โดยมีเพศชายที่ไม่มีอุปกรณ์ที่ถูกตรวจจับได้ 4 คน และเป็นผู้หญิง 3 คน เพศชายที่ใช้โทรศัพท์มือถือ 1 คน ผู้หญิงที่ใช้แท็บเลต 1 คน ผู้หญิงที่ใช้แล็ปท็อบ 1 คน และผู้หญิงที่มีหนังสือ 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.2 การทดสอบการนับจำนวนคนต่อเวลา และแสดงผล



11/14/2018 18:48	[2]	[1]
11/14/2018 18:48	[2]	[]
11/14/2018 18:48	[2]	[1]
11/14/2018 18:49	[2]	[]
11/14/2018 18:49	[2]	[6]
11/14/2018 18:49	[2]	[]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[]
11/14/2018 18:50	[7]	[2]
11/14/2018 18:50	[7]	[2-6]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[6]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[6]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[6]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[8]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[8-10]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[8]
11/14/2018 18:50	[2-7]	[8-10]

รูปที่ 3.28 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบนับจำนวนคนต่อเวลา

รูปที่ 3.28 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบนับจำนวนคนต่อเวลา เป็นตัวอย่างฐานข้อมูลที่ทำการทดสอบ โดยเวลาที่เริ่มทำการตรวจจับคือ 18:48 น มี ID ของเพศชาย 1 คน ID ของเพศหญิง 1 คน ตามรูปภาพ เมื่อทำการเขียนโปรแกรมประมวลผลฐานข้อมูล จะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคนและเวลา

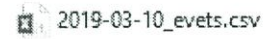
3.3.5.3 การทดสอบการทำงานหน้าเว็บไซต์

รูปที่ 3.29 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ทำการทดสอบเว็บไซต์

รูปที่ 3.29 ตัวอย่างฐานข้อมูลที่ทำการทดสอบเว็บไซต์ทำการเตรียมฐานข้อมูลตามชื่อวันที่ เดือน ปี ที่ต้องการแสดงบนหน้าเว็บไซต์โดยการทำงานข้อหน้าเว็บไซต์คือ สามารถเรียกดูข้อมูลจากการเลือกวันที่ เดือน ปี ได้ เมื่อเรียกดูวันที่ เดือน ปี ตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ ข้อมูลจะสามารถเรียกดูบนหน้าเว็บไซต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.4 การทดสอบการอัปเดทกราฟจำนวนคนและเวลาของวันที่ปัจจุบัน ที่ 15 วินาที

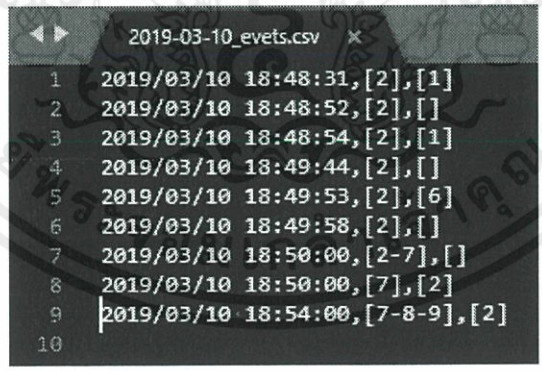


รูปที่ 3.30 ไฟล์ข้อมูลวันปัจจุบัน

รูปที่ 3.30 ไฟล์ข้อมูลวันปัจจุบันเป็นไฟล์ข้อมูลวันของวันที่ปัจจุบันที่ใช้ในการทดสอบ โดยชื่อวันที่ของชื่อไฟล์ตรงกับวันที่วันเดียวกับวันที่ทดสอบ

รูปที่ 3.31 ข้อมูลก่อนมีการอัปเดต

รูปที่ 3.31 เป็นข้อมูลล่าสุดก่อนที่จะทำการเปิดเว็บไซต์โดยเวลาล่าสุดคือ 18:50 น. มีจำนวนเพศชาย 1 คน และเพศหญิง 1 คน รวมเป็น 2 คน



รูปที่ 3.32 ข้อมูลหลังมีการอัปเดต

จากรูปที่ 3.32 เป็นข้อมูลที่มีการอัปเดตเมื่อเวลา 18:54 น. มีการเพิ่มเพศชาย 3 คน และเพศหญิง 1 คน รวมเป็น 4 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการวัดประสิทธิภาพของการตรวจจับคน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมตรวจจับ โดยใช้ชุดภาพทดสอบจากงานแข่งขัน VOC2012 test set จำนวน 5,138 ภาพ และคำนวณ Precision ของแต่ละคลาส ตามวิธีของ PASCAL VOC [16] และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับโปรแกรมตรวจจับคนที่คนอื่นได้ทำไว้ ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจจับคน

Methods	Precision (%)
SSD500 [17]	83.3
ResNet [2]	80.7
Faster R-CNN [11]	79.6
SSD300 [17]	79.4
MR_CNN_S_CNN [18]	76.4
YOLO [Original] [19]	74.97
Fast R-CNN + YOLO [20]	74.4
NoC [18]	72.2
Fast R-CNN [21]	72.0
R-CNN VGG BB [22]	65.2
NUS_NIN_C2000 [23]	65.1
NUS_NIN [23]	64.7
BabyLearning [23]	64.0
Feature Edit [22]	60.2
R-CNN VGG [22]	57.8
SDS [24]	57.1
R-CNN [22]	53.2
YOLO [Ours sem.1]	**67.84**
YOLO [Ours sem.2]	**73.46**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ได้ค่าความแม่นยำของโปรแกรมตรวจจับคนของเทอมที่ 2 อยู่ที่ 73.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากกว่าของเทอมที่ 1 อยู่ 5.52 เปอร์เซ็นต์ อันเนื่องมาจากจากการเทรนใหม่ด้วยชุดข้อมูลภาพที่มากข้น แต่ค่าความแม่นยำที่ได้นั้นยังน้อยกว่าของโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียมต้นฉบับ YOLO อยู่ 1.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเกิดขึ้นจากชุดข้อมูลที่ใช้เทรน หรือการตั้งค่าบางอย่างที่ต่างกัน

4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพการแยกเพศ

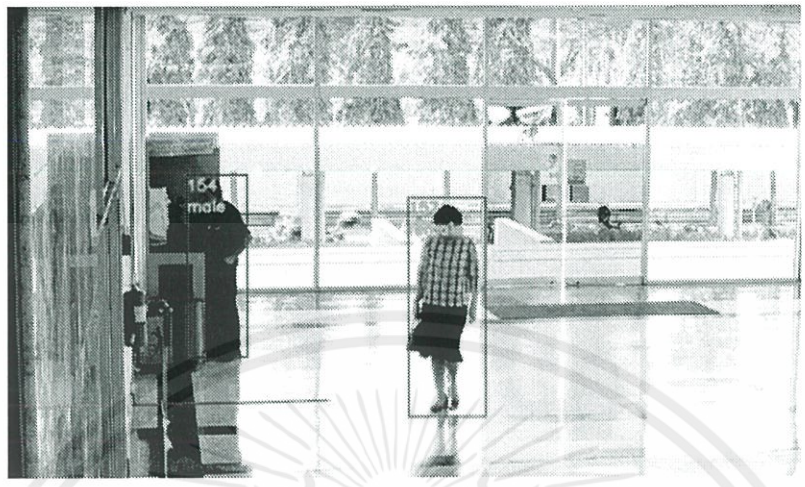
จากการวัดประสิทธิภาพการแยกเพศด้วยวิดีโอฟุตเทจทดสอบความยาว 1 ชั่วโมง โดยให้โปรแกรมทำนายผลและผู้จัดทำตรวจสอบผลจากการทำนายและนับจำนวนกล่องที่ทำนายถูก ผิด จากนั้นคำนวณค่าความแม่นยำในการแยกเพศ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพการแยกเพศด้วยวิดีโอทดสอบ

เพศ	ผลการทำนาย		รวม (คน)
	ถูก (คน)	ผิด (คน)	
Male	65	0	65
Female	47	11	58

จากตารางตารางที่ 4.2 สามารถคิดความแม่นยำการแยกเพศของโปรแกรมได้เป็น $\frac{65+47}{65+58}=\frac{112}{123}=91$ เปอร์เซ็นต์ โดยจากการตรวจสอบภาพผลการทำนายอย่างละเอียดพบว่าเมื่อมีคนเดินเข้ามาในกล้อง ตัวโปรแกรมจะมีแนวโน้มทำนายว่าเป็นเพศชาย จึงทำให้แยกเพศชายได้ถูกต้องทั้งหมด และส่วนที่ผิดพลาดจะไปเกิดกับเพศหญิงแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการตรวจจับคนบนวิดีโอทดสอบ

รูปที่ 4.1 เป็นตัวอย่างผลการตรวจจับอุปกรณ์บนวิดีโอทดสอบ โดยกรอบน้ำเงินหมายถึงโปรแกรมตรวจจับเป็น Male และกรอบสีแดงหมายถึงตรวจจับเป็น Female

4.3 ผลการการวัดประสิทธิภาพการแยกอุปกรณ์

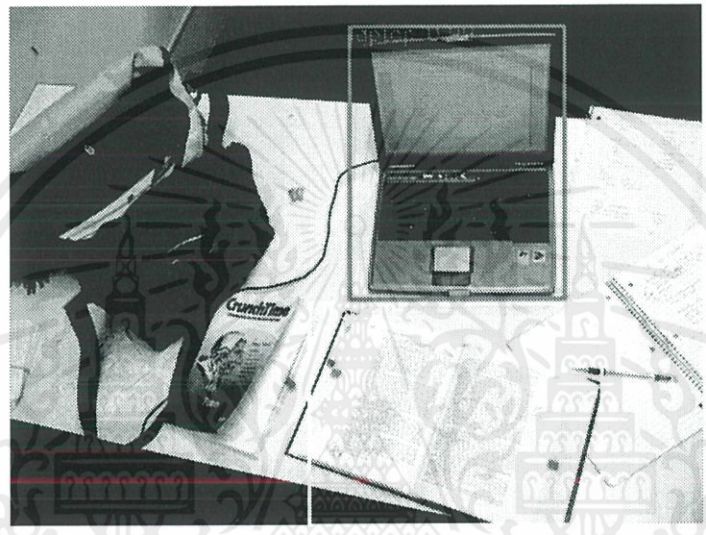
จากการวัดประสิทธิภาพการแยกเพศด้วยชุดภาพทดสอบจำนวน 346 ภาพซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ชนิดละ 100 ชิ้น โดยให้โปรแกรมทำนายภาพแต่ละภาพ จากนั้นคำนวณเป็นค่าความแม่นยำในการแยกวัตถุแต่ละคลาสโดยการนับจำนวนกล่องที่ทำนายถูก หารด้วยจำนวนอุปกรณ์ทั้งหมดในชุดภาพทดสอบ ได้ผลลัพธ์ดังตาราง

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพการแยกอุปกรณ์ด้วยชุดภาพทดสอบ

ชนิดอุปกรณ์	ผลการทำนาย		รวม (ชิ้น)	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)
	ถูก (ชิ้น)	ผิด (ชิ้น)		
Laptop	92	8	100	92
Phone	84	16	100	84
Tablet	81	19	100	81
Book	85	15	100	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่าโปรแกรมสามารถทำนายวัตถุคลาส Laptop ได้แม่นยำที่สุด รองลงมาเป็น Book Phone และ Tablet ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบจากภาพผลการทำนายพบว่าความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดจากการทำนายอุปกรณ์ Tablet ไปเป็น Laptop หรือ Phone ซึ่งปัญหานี้อาจเกิดมาจากการใช้ภาพ Tablet ในการเทรนน้อยเกินไป และไม่สมดุลกับจำนวนภาพของวัตถุคลาสอื่น ๆ



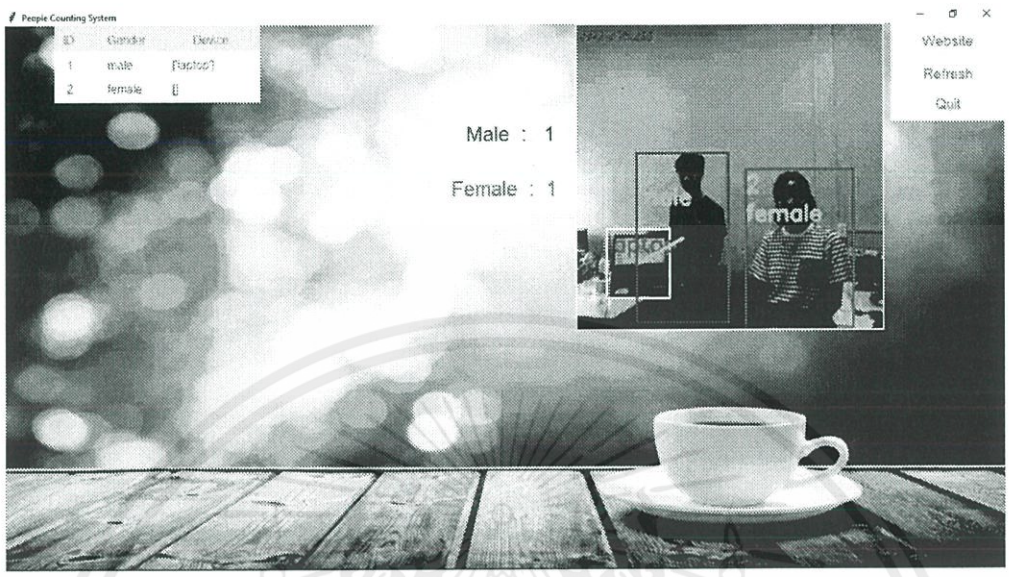
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการตรวจจับอุปกรณ์บนชุดภาพทดสอบ

จากรูปที่ 4.2 เป็นตัวอย่างผลการตรวจจับอุปกรณ์บนชุดภาพทดสอบ โดยกรอบสีชมพูหมายถึงโปรแกรมตรวจจับเป็น Laptop และกรอบสีขาวหมายถึงตรวจจับเป็น Book

4.4 ผลการทดลองของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

ผลการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เมื่อทดลองดึงข้อมูลจากตัวอย่างฐานข้อมูล โปรแกรมสามารถนำข้อมูลในแต่ละส่วนของฐานข้อมูลมาแสดงได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของ ลำดับ เพศ และอุปกรณ์ที่ตรวจจับได้ จำนวนของเพศชายและเพศหญิงก็สามารถนับจำนวนคนในแต่ละเพศได้อย่างถูกต้อง หากต้องการเปิดเว็บไซต์ก็สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มเว็บไซต์ หากต้องการปิดการใช้งานโปรแกรมก็สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มออก ดังแสดงในรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



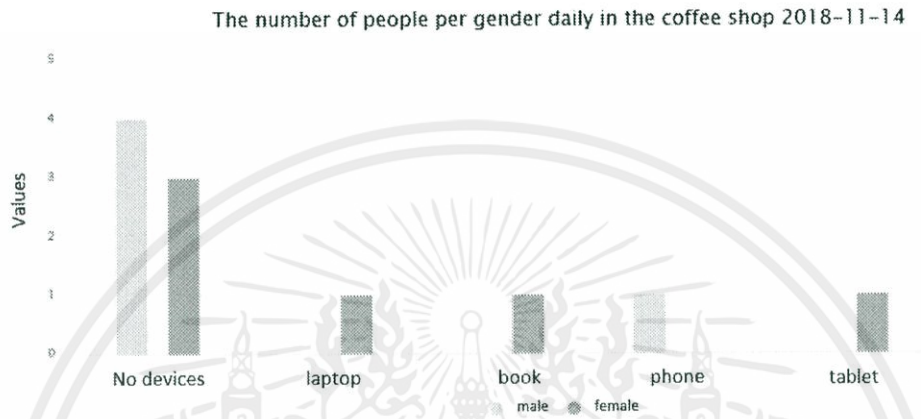
รูปที่ 4.3 ผลการนับจำนวนคนในแต่ละเพศ

จากรูปที่ 4.3 เป็นการทดสอบโปรแกรมโดยเปิดวิดีโอจากกล้อง Raspberry Pi จากนั้นให้โปรแกรมทำงาน โดยโปรแกรมสามารถตรวจจับคนได้ทั้งหมด 2 คน ซึ่งเป็นเพศชาย 1 คน และเพศหญิง 1 คน และผู้ชายกำลังใช้งานแล็ปท็อปอยู่ โปรแกรมได้ทำการตรวจจับและนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลมาแสดงยังตาราง เมื่อพิจารณาดูผลการทำงานของโปรแกรมพบว่าโปรแกรมสามารถนำจำนวนคน จำนวนคนในแต่ละเพศและจำนวนที่ตรวจจับอุปกรณ์ได้ถูกต้องทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดสอบการแสดงข้อมูลบนหน้าเว็บไซต์

4.5.1 ผลการทดสอบการนับคำจากฐานข้อมูลเพื่อแยกชายหญิง และแสดงผล

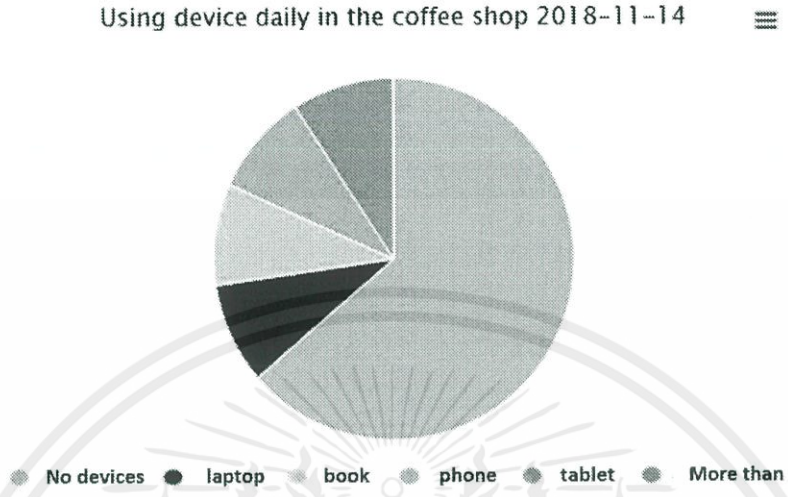


รูปที่ 4.4 ผลการสอบนับจำนวนการใช้อุปกรณ์ของแต่ละเพศ

จากรูปที่ 4.4 เป็นผลการทดสอบเมื่อทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแยกจำนวนการใช้อุปกรณ์ของเพศชายหญิงจากฐานข้อมูล ซึ่งเมื่อเทียบกับฐานข้อมูลนั้นมีความถูกต้อง

การเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดของลูกค้าแต่ละเพศ กราฟนี้มีลักษณ์เป็นแผนภูมิแท่ง กำหนดให้แกน x เป็นกลุ่มอุปกรณ์ต่างๆ และแกน y เป็นจำนวนคนที่ใช้งาน และสัญลักษณ์สีฟ้าคือเพศชาย ส่วนสัญลักษณ์สีชมพูคือเพศหญิง ซึ่งแสดงอยู่ในส่วนด้านล่างของกราฟ

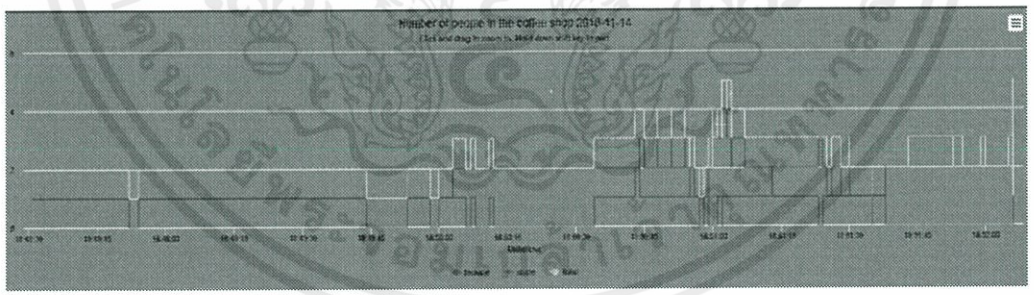
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลการสอบนับจำนวนการใช้อุปกรณ์ของลูกค้าทั้งหมด

จากรูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ของลูกค้าทั้งหมด โดยกราฟนี้แสดงเป็นลักษณะ Pie กำหนดให้สีฟ้าแสดงความหมายว่าไม่มีอุปกรณ์ที่ถูกตรวจจับได้, สีดำแสดงจำนวนลูกค้าที่ใช้แลปท็อป, สีเขียวแสดงจำนวนลูกค้าที่ใช้หนังสือ, สีส้มแสดงจำนวนลูกค้าที่ใช้โทรศัพท์มือถือ และสีม่วงแสดงจำนวนลูกค้าที่ใช้แท็บเล็ต

4.5.2 ผลการทดสอบการนับจำนวนลูกค้าเวลา และแสดงผล



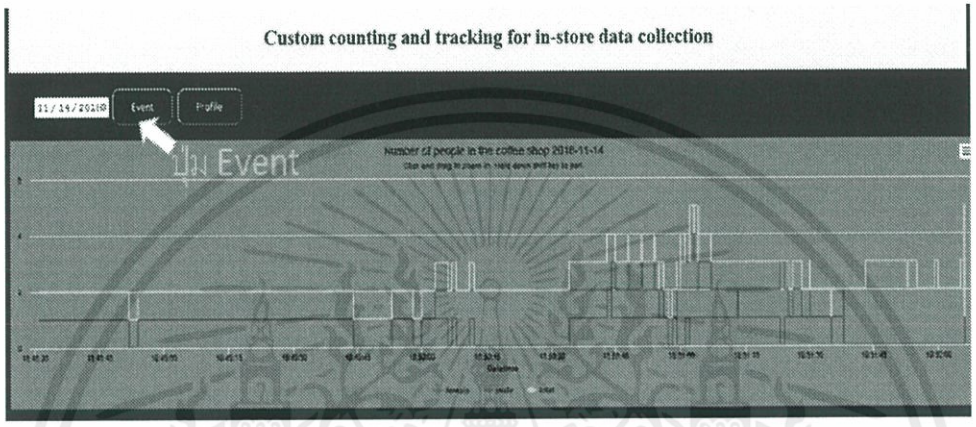
รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกับเวลา

จากรูปที่ 4.6 กราฟที่ได้แสดงสังเกตได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นและเวลาอื่น ๆ มีจำนวนคนเท่ากับจำนวนคนในฐานข้อมูลที่ได้ทำการอ่านข้อมูล เช่นเวลาของกราฟจะเริ่มแสดงที่เวลา 18.48 น. มีจำนวนเพศชาย 1 คน และ เพศหญิง 1 คน กำหนดให้จำนวนเพศชายแสดงด้วยสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

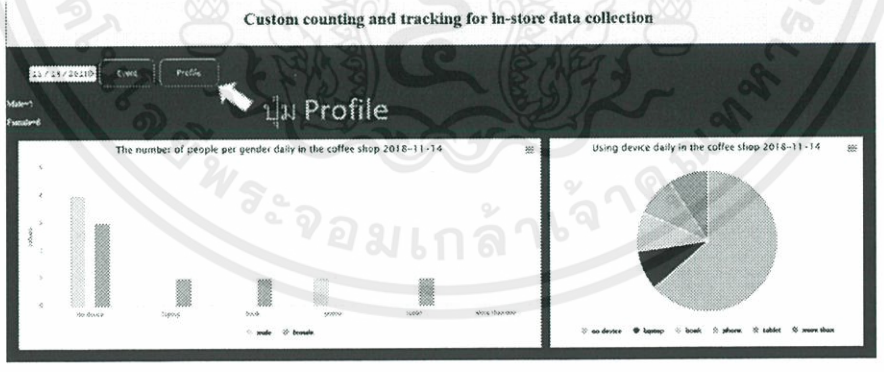
จำนวนเพศหญิงแสดงด้วยสีแดง และจำนวนทั้งหมดแสดงด้วยสีเขียว โดยแกนตั้งคือจำนวนลูกค้า ส่วนแกนนอนคือเวลาที่มีการตรวจจับลูกค้า

4.5.3 ผลการทดสอบการทำงานหน้าเว็บไซต์



รูปที่ 4.7 การแสดงข้อมูลเมื่อกดปุ่ม Event

จากรูปที่ 4.7 เมื่อทำการเลือกวันที่ที่ต้องการดูแล้วทำการกดปุ่ม Event หน้าเว็บไซต์จะแสดงกราฟจำนวนลูกค้าในร้านและเวลาที่ทำการตรวจจับอยู่ เมื่อเทียบข้อมูลที่แสดงบนเว็บไซต์และในฐานข้อมูล ข้อมูลที่แสดงบนเว็บไซต์มีข้อมูลที่ตรงกัน

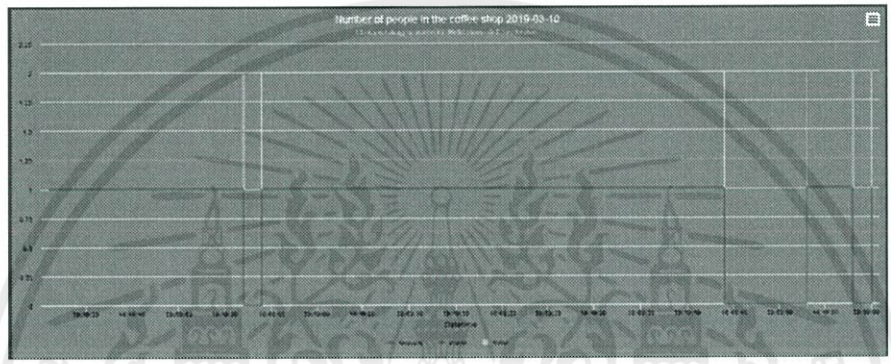


รูปที่ 4.8 การแสดงข้อมูลเมื่อกดปุ่ม Profile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

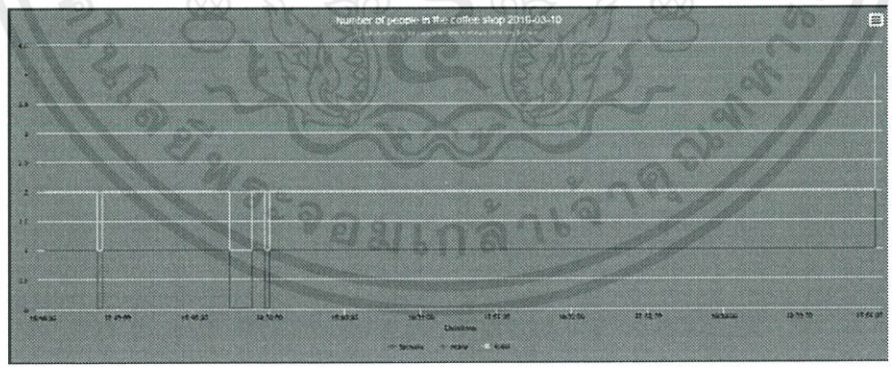
จากรูปที่ 4.8 เมื่อทำการเลือกวันที่ที่ต้องการดูข้อมูลแล้วทำการกดปุ่ม Profile หน้าเว็บไซต์จะทำการแสดงการเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดของลูกค้าแต่ละเพศซึ่งอยู่ด้านซ้ายของเว็บไซต์ และการเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ของลูกค้าทั้งหมดอยู่ด้านขวาของเว็บไซต์ เมื่อนำข้อมูลบนเว็บไซต์มาเปรียบกับข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีข้อมูลที่ตรงกัน

4.5.4 ผลการทดสอบการอัปเดตข้อมูลบนกราฟ



รูปที่ 4.9 กราฟก่อนมีการอัปเดตข้อมูล

จากรูปที่ 4.9 เป็นกราฟที่แสดงจำนวนลูกค้าและเวลาในปัจจุบัน โดยรูปนี้แสดงข้อมูลในปัจจุบันก่อนที่จะมีการรีเฟรชของหน้าเว็บ โดยเวลาสุดท้ายคือเวลาที่ 18:50 น. จากเส้นสีเขียวแสดงจำนวนลูกค้าทั้งหมดภายในร้านมี 2 คน



รูปที่ 4.10 กราฟหลังมีการอัปเดตข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 หลังจากมีการรีเฟรชของหน้าเว็บไซต์เองทุกๆ 15 วินาที จากนั้นฐานข้อมูลมีการอัปเดตที่เวลา 18:54 น. เมื่อมีการรีเฟรชหน้าเว็บไซต์ครั้งล่าสุด ข้อมูลที่แสดงบนกราฟจะมีการอัปเดตจำนวนลูกค้าที่สามารถตรวจจับได้จากข้อมูลครั้งล่าสุดของฐานข้อมูล ณ เวลาหลังมีการอัปเดตของฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

โครงงานนี้เป็นการออกแบบ และสร้างโปรแกรมตรวจจับและติดตามคนภายในร้าน ซึ่งโปรแกรมตรวจจับจะใช้โปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียม YOLO V.3 [10] และสามารถส่งผลการติดตามไปแสดงบนส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้และ เว็บไซต์ได้ โดยโปรแกรมมีค่าความแม่นยำในการตรวจจับคนอยู่ที่ 73.46 เปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำในการแยกเพศจากวิดีโอทดสอบ 91 เปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำในการแยกอุปกรณ์ Laptop Phone Tablet Book จากชุดทดสอบอยู่ที่ 92 84 81 และ 85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วนของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ โปรแกรมได้ทำการตรวจจับและนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลมาแสดงบนตาราง เมื่อพิจารณาดูผลการทำงานของโปรแกรมพบว่าโปรแกรมสามารถนำจำนวนคนในแต่ละเพศและจำนวนอุปกรณ์ที่ผ่านการประมวลผลมาแสดงบนส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ได้ถูกต้องทั้งหมด

การแสดงผลบนเว็บไซต์สามารถแสดงผลข้อมูลเพื่อแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลการเข้ามาใช้บริการของลูกค้าภายในร้านซึ่งจะแสดงข้อมูลเป็นรายวัน โดยแสดงจำนวนลูกค้าเพศชายหญิงในเวลาต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ลูกค้ากำลังใช้งานอยู่ภายในร้านค้าจากข้อมูลที่ได้รับมาจากโปรแกรมตรวจจับและติดตาม

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการทำงานของโปรแกรมนับจำนวณคนและจำแนกเพศพบว่าการตรวจจับคนสามารถทำงานได้ดี แต่มักเกิดความผิดพลาดในการแยกเพศและอุปกรณ์ โดยเฉพาะเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากกล้อง ทำให้ภาพที่ได้มีขนาดเล็กและส่งผลให้การแยกคลาสวัตถุผิดพลาด ดังนั้นเพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น อาจใช้การปรับแต่งให้โครงข่ายประสาทเทียมรับภาพที่ความละเอียดสูงขึ้นเพื่อจำแนกคลาสของวัตถุขนาดเล็กได้แม่นยำขึ้น

โดยระบบตรวจจับนี้ยังสามารถนำไปปรับใช้ร่วมกับระบบรักษาความปลอดภัยได้ เนื่องจากโปรแกรมรองรับการทำงานร่วมกับกล้อง CCTV ที่มีติดตั้งอยู่ทั่วไปภายในร้าน หรืออาคารต่าง ๆ (พล.อ. พล.ร.อ. พล.อ.อ สุรยุทธ์ จุลานนท์ 26 เมษายน 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมส่วนตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#                                                    Wrapper file
from __future__ import division, print_function, absolute_import
import sys
sys.path.insert(0, 'yolov3_detect')
import os
from timeit import time
import warnings

import cv2
import numpy as np

from yolov3_detect.yolov3_core import YOLO
import subprocess as sp
from deep_sort import preprocessing
from deep_sort import nn_matching
from deep_sort.detection import Detection
from deep_sort.tracker import Tracker
from wrapper_tools import generate_detections as gdet
from deep_sort.detection import Detection as ddet

import io
import numpy
from wrapper_tools.save_csv import save_csv
from wrapper_tools.device_register import device_register
warnings.filterwarnings('ignore')
import pickle

from PIL import Image

def connect_RPi():
    print('[ INFO ] Waiting for RPi')
    video_capture = cv2.VideoCapture('udpsrc port=6006 !
application/x-rtp, payload=96 ! \
                  rtpjitterbuffer ! rtph264depay ! avdec_h264 !
videoconvert ! appsink sync=false')
    print('[ INFO ] Stream froom RPi is ready')
    return video_capture


def main(yolo):
    os.chdir('..')
    send_to_GUI = 0
    video_record = 1
    source='RPi'  # 0 for webcam or RPi or filename
    FLAGScsv= 0
    dict_prof = {}

    if FLAGScsv :
        csv_obj=save_csv()
    id_stay_old = [[],[]]
    colors =
{"male":(0,0,255),"female":(255,0,0),"None":(255,255,255)}

    device_obj = device_register()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if send_to_GUI:
        # send video to note's GUI
        gst_out = cv2.VideoWriter('appsrc ! videoconvert ! jpegenc
quality=12 ! tcpserversink host=0.0.0.0 port=6007 sync=false', 0,
15, (416, 416))

    # Definition of the parameters
    max_cosine_distance = 1.5
    nn_budget = None
    nms_max_overlap = 1.0

    # deep_sort
    model_filename = 'deep_sort/model_data/mars-small128.pb'
    encoder = gdet.create_box_encoder(model_filename,batch_size=8)

    metric = nn_matching.NearestNeighborDistanceMetric("cosine",
max_cosine_distance, nn_budget)
    tracker = Tracker(metric,max_iou_distance=0.7, max_age=50,
n_init=3,_next_id = 1)



    if source == 'RPi':
        video_capture = connect_RPi()
    else:
        video_capture = cv2.VideoCapture(source)
        video_capture.set(cv2.CAP_PROP_BUFFERSIZE, 1)


    print('video source : ',source)
    if video_record:
        out = cv2.VideoWriter()

out.open('output.mp4',cv2.VideoWriter_fourcc(*'H264'),25,(1920,1080)
,True)

#_____________________________________________________MAIN LOOP
    t_fps=[time.time()]
    while True:
        for i in range(round(20/8)):
            video_capture.grab()

        ret, frame = video_capture.read()
        if not ret:
            if source == 'RPi':
                print('[ INFO ] No frame received from RPi: wait for
5 sec')
                time.sleep(5)
                video_capture = connect_RPi()
                continue
            else:
                video_capture = cv2.VideoCapture(source)
                video_capture.set(cv2.CAP_PROP_BUFFERSIZE, 1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                continue

        frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)

        #____________________________________________DETECT WITH YOLO

        [gen_things,dev_things] = yolo.detect_image(frame,boxes_only
= True)  # main detect function HERE
        features_gen = encoder(frame,gen_things[0])
        detections_gen = [Detection(bbox, 1.0, feature_gen) for
bbox, feature_gen in zip(gen_things[0], features_gen)]

        features_dev = encoder(frame,dev_things[0])
        detections_dev = [Detection(bbox, 1.0, feature_dev) for
bbox, feature_dev in zip(dev_things[0], features_dev)]

        device_obj.startframe(detections_dev)

        #____________________________________________DRAW DEVICE

        for i in range(0,len(detections_dev)):
            bbox = detections_dev[i].to_tlbr()
            label = dev_things[1][i]

            cv2.rectangle(frame,(int(bbox[0]), int(bbox[1])),
(int(bbox[2]), int(bbox[3])),(255,255,255), 2)
            cv2.putText(frame, label,(int(bbox[0]),
int(bbox[1])+30),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 5e-3 * 200, (255,0,0),2)

        #_____________________________________________Call the tracker

        tracker.predict()
        tracker.update(detections_gen,gen_things[1])  # feed
detections

        #____________________________________________DRAW TRACK RECTANGLE


        id_stay = [[],[]]


        for track in tracker.tracks:
            #dev_lp = {track.track_id:None}

            if track.is_confirmed() and track.time_since_update >1 :
                continue
            bbox = track.to_tlbr()    #(min x, miny, max x, max y)
            bcenter = track.to_xyah()  #(center x, center y, aspect
ratio,height)
            dict_prof[track.track_id] = [[str(track.gender)],[]]
            # check device
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if (len(detections_dev) != 0) and (len(detections_gen)
!= 0):  # detected some thing
                euc_1p =
device_obj.update_person(bcenter,track.track_id)
                for connect in euc_1p : #each person
                    if connect is not  None:

cv2.line(frame,(int(bcenter[0]),int(bcenter[1])),(int(connect[1]),in
t(connect[2])),(0,255,0),3)
                        device_label =
dev_things[1][int(connect[0])]
                        if device_label not in
dict_prof[track.track_id]:# not write the same device

dict_prof[track.track_id][1].append(device_label)


            if track.gender == 'male':  # Avoid None
                id_stay[0].append(track.track_id)
                dict_prof[track.track_id][0] = ['male']
            if track.gender == 'female':
                id_stay[1].append(track.track_id)
                dict_prof[track.track_id][0] = ['female']

            cv2.rectangle(frame, (int(bbox[0]), int(bbox[1])),
(int(bbox[2]), int(bbox[3])),colors[str(track.gender)], 2)
            cv2.putText(frame, str(track.track_id),(int(bbox[0]),
int(bbox[1])+30),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 5e-3 * 200, (0,255,0),3)
            cv2.putText(frame, str(track.gender),(int(bbox[0]),
int(bbox[1])+70),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 5e-3 * 200, (0,255,0),3)

        frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_RGB2BGR) #change to
BGR for showing with OpenCV
#_____________________________________________ FRAME RATE things
        t_fps.append(time.time())
        fps = 1/(t_fps[1]-t_fps[0])
        t_fps.pop(0)
        cv2.putText(frame, 'FPS :
{:.2f}'.format(fps),(5,20),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 5e-3 * 100,
(0,0,255),2)
        out.write(frame) if video_record else None # write frame if
record to file
        if send_to_GUI:
            frame = cv2.resize(frame,(416,416))
            gst_out.write(frame)
            print('FPS : {:.2f}'.format(fps))
        else:
            cv2.imshow('', frame)


        if (id_stay != id_stay_old) and FLAGScsv:   # save csv if
people in frame have changed
            csv_obj.save_event(id_stay)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
                break

            id_stay_old = id_stay

        out.release() if video_record else None
        gst_out.release() if send_to_GUI else None
        video_capture.release()
        cv2.destroyAllWindows()
        if FLAGScsv:
            csv_obj.save_profile(dict_prof)

if __name__ == '__main__':
    try:
        main(YOLO())
    except:
        # don't stop
        raise

#_____MAIN detect image function from other file _____
    def detect_image(self, image,filename='',boxes_only=False):
        start = timer()

        if self.model_image_size != (None, None):

            boxed_image = letterbox_image(image,
tuple(reversed(self.model_image_size)))
        else:
            new_image_size = (image.width - (image.width % 32),
                              image.height - (image.height % 32))
            boxed_image = letterbox_image(image, new_image_size)
        image_data = np.array(boxed_image, dtype='float32')

        #print(image_data.shape)
        image_data /= 255.
        image_data = np.expand_dims(image_data, 0)  # Add batch
dimension.

        out_boxes, out_scores, out_classes = self.sess.run(
            [self.boxes, self.scores, self.classes],
            feed_dict={
                self.yolo_model.input: image_data,
                self.input_image_shape: [image.shape[0],
image.shape[1]],
                K.learning_phase(): 0
            })

        if boxes_only == True:
            return_boxes_gen = []
            return_classes_gen = []

            return_boxes_dev = []
            return_classes_dev = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            for i, c in reversed(list(enumerate(out_classes))):
                predicted_class = self.class_names[c]
                if (predicted_class == 'male') or (predicted_class
== 'female'):
                    box = out_boxes[i]
                    # score = out_scores[i]
                    x = int(box[1])
                    y = int(box[0])
                    w = int(box[3]-box[1])
                    h = int(box[2]-box[0])
                    if x < 0 :
                        w = w + x
                        x = 0
                    if y < 0 :
                        h = h + y
                        y = 0
                    return_boxes_gen.append([x,y,w,h])
                    return_classes_gen.append(predicted_class)

                else:
                    box = out_boxes[i]
                    # score = out_scores[i]
                    x = int(box[1])
                    y = int(box[0])
                    w = int(box[3]-box[1])
                    h = int(box[2]-box[0])
                    if x < 0 :
                        w = w + x
                        x = 0
                    if y < 0 :
                        h = h + y
                        y = 0
                    return_boxes_dev.append([x,y,w,h])
                    return_classes_dev.append(predicted_class)

            return
[return_boxes_gen,return_classes_gen],[return_boxes_dev,return_class
es_dev]


#_____TRAIN function from other file
def __main():
    ann_paths = glob.glob('../dataset/annotations/*.txt')
    log_dir = 'logs/000/'
    classes_path = 'model_data/classes.txt'
    anchors_path = 'model_data/yolo_anchors.txt'
    class_names = get_classes(classes_path)
    num_classes = len(class_names)
    anchors = get_anchors(anchors_path)
    input_shape = (416,416) # hw
    model = create_model(input_shape, anchors,
num_classes,freeze_body=2,weights_path='model_data/yolov3-
spp_weights.h5')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    logging =
TensorBoard(log_dir=log_dir)#my_callback()#TensorBoard(log_dir=log_d
ir)
    logging2 = my_callback()

    checkpoint = ModelCheckpoint(log_dir + 'ep{epoch:03d}-
loss{loss:.3f}-val_loss{val_loss:.3f}.h5',
        monitor='val_loss', save_weights_only=True,
save_best_only=False, period=1)
    reduce_lr = ReduceLROnPlateau(monitor='val_loss', factor=0.1,
patience=3, verbose=1)
    early_stopping = EarlyStopping(monitor='val_loss', min_delta=0,
patience=10, verbose=1)
    val_split = 0.2 # validation set ratio

    im_names = [os.path.basename(x).replace('txt','jpg') for x in
ann_paths]

    lines = []
    for x in ann_paths:
        with open(x) as f:
            lines.append(f.read().replace('\n',' '))


    lines,im_names=shuffle(lines,im_names,random_state=0)

    assert len(lines) == len(im_names) # check if number of ann ==
imgs
    """
    if not <condition>:
        raise AssertionError()
    """
    num_val = int(len(lines)*val_split)
    num_train = len(lines) - num_val

    model.compile(optimizer=Adam(lr=1e-3), loss={
        # use custom yolo_loss
        'yolo_loss': lambda y_true, y_pred: y_pred})

    batch_size = 32
    print('Train on {} samples, val on {} samples, with batch size
{}.'.format(num_train, num_val, batch_size))

model.fit_generator(data_generator_wrapper(lines[:num_train],im_name
s[:num_train], batch_size, input_shape, anchors, num_classes),
            steps_per_epoch=max(1, num_train//batch_size),

validation_data=data_generator_wrapper(lines[num_train:],im_names[nu
m_train:], batch_size, input_shape, anchors, num_classes),
            validation_steps=max(1, num_val//batch_size),
            epochs=50,
            initial_epoch=0,
            verbose=2,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            callbacks=[logging,logging2, checkpoint])
    model.save_weights(log_dir + 'trained_weights_stage_1.h5')

    print('[ INFO ] Unfreeze and continue training')

    for i in range(len(model.layers)):
        model.layers[i].trainable = True
    model.compile(optimizer=Adam(lr=1e-4), loss={'yolo_loss': lambda
y_true, y_pred: y_pred}) # recompile to apply the change
    print('Unfreeze all of the layers.')

    batch_size = 8
    print('Train on {} samples, val on {} samples, with batch size
{}.'.format(num_train, num_val, batch_size))
    model.fit_generator(data_generator_wrapper(lines[:num_train],
im_names[:num_train],batch_size, input_shape, anchors, num_classes),
        steps_per_epoch=max(1, num_train//batch_size),

validation_data=data_generator_wrapper(lines[num_train:],im_names[nu
m_train:], batch_size, input_shape, anchors, num_classes),
        validation_steps=max(1, num_val//batch_size),
        epochs=100,
        initial_epoch=50,
        verbose=2,
        callbacks=[logging, logging2,checkpoint, reduce_lr,
early_stopping])
    model.save_weights(log_dir + 'trained_weights_final.h5')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ภาษาไพธอน (Python)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import PIL
from tkinter import *
from PIL import Image,ImageTk
import cv2
import tkinter as tk
import sys
import csv
import numpy as np
import webbrowser
import datetime
import time
import requests
import os
import argparse
global t1

parser = argparse.ArgumentParser(description= 'Note GUI')
parser.add_argument('--no_vid',action='store_true',default = False)
args = parser.parse_args()

#title
window = tk.Tk()
window.configure(background="black")
window.title("People Counting System")
window.geometry("1366x768")
#window.resizable(0,0)

#background
video1 = tk.PhotoImage(file = "newbg.png")
label = tk.Label(window, image=video1, bd="0")
label.place(relx=0.5, rely=0.5, anchor=CENTER)

#databasenow
my_data1 = np.genfromtxt('2019-02-24_prof.csv', delimiter=','
,dtype='U20')
unique,counts = np.unique(my_data1[:,1],return_counts=True)
counter1 = {'male':0,'female':0}
counter1.update(dict(zip(unique,counts)))


#counter
male = tk.Label(text = str('  Male  :
'+str(counter1['male'])),font=("DS Snowfall",
20),anchor='center',width = 12, height = 2, bd = 2,
bg="#FFFFE0",fg="blue").place(relx=0.5, rely=0.2, anchor=CENTER)
female = tk.Label(text = str('Female  :
'+str(counter1['female'])),font=("DS Snowfall", 20),
anchor='center',width = 12, height = 2, bd = 2,
bg="#FFFFE0",fg="#FF1493").place(relx=0.5, rely=0.3,anchor=CENTER)

#tableloop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
label = tk.Label(text="   ID\tGender\t   Device\t",font=("DS
Snowfall", 12),width = 25,height = 2,bg="#FFE4C4", bd=0 ,anchor='w',
fg="#FF6347").place(relx=0.05, rely=0.0005)

for l in range(0,len(my_data1)):
  label = tk.Label(text= '
'+str(my_data1[l,0])+'\t'+str(my_data1[l,1])+'\t
'+str(my_data1[l,2]),font=("S Snowfall", 12),anchor='w',width =
25,height = 2,bg="#FFFFE0", bd=0 ,
fg="#737373").place(relx=0.05,rely=0.045+0.045*l)

#linkweb
def callback(event):
    webbrowser.open_new('http://'+IP+'')

link = Label(window, text="Website", font=("DS Snowfall", 14),width
= 14, height = 2,bd=1,bg="#FFFFE0",fg="#FF6347",
anchor='center',cursor="hand2")
link.place(relx=0.885, rely=0.00001)
link.bind("<Button-1>", callback)

############################
IP='34.80.222.147'
profile=str(time.strftime('%Y-%m-%d_prof.csv',time.localtime()))
############################


#refreshbotton
def callback1():
    print('[ INFO ] Downloading csv file')

    url=(str(time.strftime('http://'+IP+'/csv/%Y-%m-
%d',time.localtime())+'_prof.csv'))
    response = requests.get(url)
    with open(os.path.join("C:/Users/Note/Desktop/gui", profile),
'wb') as f:
        f.write(response.content)

    my_data0 = np.genfromtxt(profile, delimiter=',' ,dtype='U20')
    my_data1 = my_data0[-20:-1]
    unique,counts = np.unique(my_data1[:,1],return_counts=True)
    counter1 = {'male':0,'female':0}
    counter1.update(dict(zip(unique,counts)))
    label = tk.Label(text="   ID\tGender\t   Device\t",font=("DS
Snowfall", 12),width = 25,height = 2,bg="#FFE4C4", bd=0 ,anchor='w',
fg="#FF6347").place(relx=0.05, rely=0.0005)
    male = tk.Label(text = str('  Male   :
'+str(counter1['male'])),font=("DS Snowfall",
20),anchor='center',width = 12, height = 2, bd = 2,
bg="#FFFFE0",fg="blue").place(relx=0.5, rely=0.2, anchor=CENTER)
    female = tk.Label(text = str('Female  :
'+str(counter1['female'])),font=("DS Snowfall", 20),
anchor='center',width = 12, height = 2, bd = 2,
bg="#FFFFE0",fg="#FF1493").place(relx=0.5, rely=0.3,anchor=CENTER)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for l in range(0,len(my_data1)):
        label = tk.Label(text= '
'+str(my_data1[l,0])+'\t'+str(my_data1[l,1])+'\t
'+str(my_data1[l,2]),font=("S Snowfall", 12),anchor='w',width =
25,height = 2,bg="#FFFFE0", bd=0 ,
fg="#737373").place(relx=0.05,rely=0.045+0.045*l)

def callback_quit(event):
    window.destroy()


link1 = Label(window, text="Refresh", font=("DS Snowfall", 14),width
= 14, height = 2,bd=1,bg="#FFFFE0",fg="#FF6347",
anchor='center',cursor="hand2")
link1.place(relx=0.885, rely=0.06)
link1.bind("<Button-1>", callback1)


linkq = Label(window, text="Quit", font=("DS Snowfall", 14),width =
14, height = 2,bd=1,bg="#FFFFE0",fg="#FF6347",
anchor='center',cursor="hand2")
linkq.place(relx=0.885, rely=0.115)
linkq.bind("<Button-1>", callback_quit)


#webcamera
print('[ INFO ] Video will receive from '+IP)

class gstream_handler():
    def recheck(self):
        self.cap_cvobj = cv2.VideoCapture('tcpclientsrc host='+IP+'
port=6007 ! decodebin ! videoconvert ! appsink sync=false')
if not args.no_vid:
    gst_obj = gstream_handler()
    gst_obj.recheck()


noinput=cv2.imread('noinput.jpg')
window.bind('<Escape>', lambda e: window.quit())
lmain = Label(window)
lmain.place(relx=0.725, rely=0.28,anchor = 'center')


#counter
male = tk.Label(text = str('  Male   :
'+str(counter1['male'])),font=("DS Snowfall",
20),anchor='center',width = 12, height = 2, bd = 2,
bg="#FFFFE0",fg="blue").place(relx=0.5, rely=0.2, anchor=CENTER)
female = tk.Label(text = str('Female  :
'+str(counter1['female'])),font=("DS Snowfall", 20),
anchor='center',width = 12, height = 2, bd = 2,
bg="#FFFFE0",fg="#FF1493").place(relx=0.5, rely=0.3,anchor=CENTER)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#tableloop

label = tk.Label(text="    ID\tGender\t    Device\t",font=("DS
Snowfall", 12),width = 25,height = 2,bg="#FFE4C4", bd=0 ,anchor='w',
fg="#FF6347").place(relx=0.05, rely=0.0005)


for l in range(0,len(my_data1)):
    label = tk.Label(text= '
'+str(my_data1[l,0])+'\t'+str(my_data1[l,1])+'\t
'+str(my_data1[l,2]),font=("S Snowfall", 12),anchor='w',width =
25,height = 2,bg="#FFFFE0", bd=0 ,
fg="#737373").place(relx=0.05,rely=0.045+0.045*l)


def show_frame():
    global t1

    if not args.no_vid :
        ret,frame = gst_obj.cap_cvobj.read()
        if not ret:
            frame = noinput
            print('[ INFO ] No input')

            gst_obj.recheck()



        frame=cv2.resize(frame,(416,416))

        frame = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGBA)
        img = PIL.Image.fromarray(frame)
        imgtk = ImageTk.PhotoImage(image=img)
    else:
        img = PIL.Image.fromarray(noinput)
        imgtk = ImageTk.PhotoImage(image=img)

    if time.time() - t1 >= 5 :
        callback1()
        print('[ INFO ] Refreshing every 5 sec')
        t1=time.time()
    lmain.imgtk = imgtk
    lmain.configure(image=imgtk)
    lmain.after(10, show_frame)


def start_time():
    global t1
    t1 = time.time()
start_time()
show_frame()
window.mainloop()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ส่วนแสดงผลหน้าเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแสดงผลหน้าเว็บไซต์หลัก

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>People Counting</title>
</head>

      <link rel="stylesheet" href="css/a.css">
    <script src="js/jquery.min.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="js/highcharts.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="js/exporting.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="js/export-data.js" type="text/javascript"></script>

<body>

  <div id="header"><h1 id="headname">Custom counting and tracking
for in-store data collection</h1></div>
<div>
<p id="daa">Date <input type="date"  name="da" id="da">

  <input  id="ee" type="button" value="Event" onclick="Ni()"/>
 <input id="pp" type="button" value="Profile" onclick="fullName()"/>


  <a href="fin.html">Today</a></p>
  <div id ="to"><p id="male"></p> <p id ="female"></p></div>


</div>

<div>
     <div id="ti"> <div id="chart1"></div></div>
      <div>
     <div id="compare"> <div id="container"></div></div>
     <div id="compare1"> <div id="container1"></div></div>
      </div>


</div>

  <script type="text/javascript">

    function fullName() {

        var date = new Date($('#da').val());
    var dd = date.getDate();
    var mm = date.getMonth() + 1;
    var yyyy = date.getFullYear();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    var d = [];

    if (dd < 10){
        dd = '0' + dd
    }

    if (mm < 10){
        mm = '0' + mm
    }

        var filename = 'csv/' + yyyy + '-' + mm + '-' + dd
+'_'+'prof'+ '.csv'
        var day =  yyyy + '-' + mm + '-' + dd ;

    $(document).ready(function() {
    $.ajax({
        type: "GET",
        url: filename,
        dataType: "text",
        success: function(data) {processData(data);}
     });
});

function processData(allText) {
    var allTextLines = allText.split(/\r\n|\n/);
//var headers = allTextLines[0].split(',');
    var lines = [];
    var li=[];

    for (var i=0; i<allTextLines.length; i++) {
        var data = allTextLines[i].split(',');
        if (data.length == 3){

            var tarr = [];
            for (var j=0; j<3; j++) {
                tarr.push(data[j]);
            }
            lines.push(tarr[2]);
            li.push(tarr[1]);
        }

    }
        var ma=[];
        var fe=[];

        var nono=[];
        var lap=[];
        var boo=[];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        var pho=[];
        var tab=[];
        var oth=[];

        var nono_g=[];
        var lap_g=[];
        var boo_g=[];
        var pho_g=[];
        var tab_g=[];
        var oth_g=[];
        for(k=0;k<li.length;k++){
            if(li[k]=="male"){
                ma+=1;
            }
            else if(li[k]=="female"){
                fe+=1;
            }
        }

        document.getElementById("male").innerHTML = "Male="+
ma.length;
        document.getElementById("female").innerHTML = "Female="
+fe.length;

  //gender


    for(k=0;k<lines.length;k++){
        if(lines[k]=="[]"&&li[k]=="male"){

            nono+=1;

        }
        else if(lines[k]=="['laptop']"&&li[k]=="male"){

            lap+=1;

        }
        else if(lines[k]=="['book']"&&li[k]=="male"){

            boo+=1;

        }

        else if(lines[k]=="['phone']"&&li[k]=="male"){

            pho+=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        else if(lines[k]=="['tablet']"&&li[k]=="male"){
            tab+=1;
        }
        else  if(lines[k]=="[]"&&li[k]=="female"){
            nono_g+=1;
        }
         else if(lines[k]=="['laptop']"&&li[k]=="female"){
            lap_g+=1;
        }
        else if(lines[k]=="['book']"&&li[k]=="female"){
            boo_g+=1;
        }
        else if(lines[k]=="['phone']"&&li[k]=="female"){
            pho_g+=1;
        }
        else if(lines[k]=="['tablet']"&&li[k]=="female"){
            tab_g+=1;
        }
    }

    var mob;
    var mog;

    var nothing = nono.length+nono_g.length;
    var laptop_total = lap.length+lap_g.length;
    var book_total = boo.length+boo_g.length;
    var phone_total =pho.length+pho_g.length;
    var tablet_total=tab.length+tab_g.length;
    var morethan = mob+mog;

    mob=ma.length-nono.length-lap.length-boo.length-pho.length-
tab.length;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   mog=fe.length-nono_g.length-lap_g.length-boo_g.length-
pho_g.length-tab_g.length;

//document.getElementById("mo_b").innerHTML = ma.length-nono.length-
lap.length-boo.length-pho.length-tab.length;
//document.getElementById("mo_g").innerHTML = fe.length-
nono_g.length-lap_g.length-boo_g.length-pho_g.length-tab_g.length;

 //device
//find value
    Highcharts.chart('container', {
    chart: {
        backgroundColor: '#FFFFFF',
        plotBorderWidth: null,
        plotShadow: false,
        type: 'column'
    },
    title: {
        text: 'The number of people per gender daily in the coffee
shop   '+ day,
        style: { color: 'black' }
    },
    tooltip: {
        pointFormat: '{series.name}: <b> {point.y} </b>'
    },
     xAxis: {
        categories: [ 'No device', 'laptop', 'book', 'phone',
'tablet','More than one'],
        crosshair: true

    },
  plotOptions: {
        column: {
            pointPadding: 0.2,
            borderWidth: 0
        }
    },
    series: [{
        name: 'male',
        color: '#86cbf9',
        data: [nono.length, lap.length, boo.length,
pho.length,tab.length,mob]
    }, {
        name: 'female',
        color: '#f986c6' ,
        data: [nono_g.length, lap_g.length, boo_g.length,
pho_g.length,tab_g.length,mog]
    }]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
});

    Highcharts.chart('container', {
    chart: {
        backgroundColor: '#FFFFFF',
        plotBorderWidth: null,
        plotShadow: false,
        type: 'pie'
    },
    title: {
        text: 'Using device daily in the coffee shop   '+ day,
        style: { color: '#000000' }
    },
    tooltip: {
        pointFormat: '{series.name}: <b>{point.percentage:.1f}%</b>'
    },
    plotOptions: {
        pie: {
            allowPointSelect: true,
            cursor: 'pointer',
            dataLabels: {
                enabled: false
            },
            showInLegend: true
        }
    },
    series: [{
        name: 'Brands',
        colorByPoint: true,
        data: [ {
            name: 'no device',
            y: nothing
        }, {
            name: 'laptop',
            y: laptop_total
        },{
            name: 'book',
            y: book_total
        },{
            name: 'phone',
            y: phone_total
        },{
            name: 'tablet',
            y: tablet_total
        },{
            name: 'more than',
            y: mog+mob
        }]
    }]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
});
}

}

</script>

<script type="text/javascript">

        function Ni(){
   var date = new Date($('#da').val());
    var dd = date.getDate();
    var mm = date.getMonth() + 1;
    var yyyy = date.getFullYear();
    var d = [];

    if (dd < 10){
        dd = '0' + dd
    }

    if (mm < 10){
        mm = '0' + mm
    }

 var ymd = [];
    var c = [];
    var d = [];
    var a =[];
    var p = [];


        var filename = 'csv/' + yyyy + '-' + mm + '-' + dd
+'_'+'evets'+'.csv'

         var day =  yyyy + '-' + mm + '-' + dd ;


   var jqxhr = $.get(filename, function(data) {


         var lines = data.split('\n');
        lines = lines.slice(0, -1)

        $.each(lines, function(lineNo, line) {
            var items = line.split(/[\s,:/]+/);

          if(items[6]==""){
            items[6]=parseInt("0");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }
             else {
              items[6]=items[6].split('-').length;
             }

              if(items[7]=="[]"){
              items[7]=parseInt("0");
            }
             else {
              items[7]=items[7].split('-').length;
             }


              d.push([Date.UTC(items[0], items[1]-1, items[2], items[3],
items[4], items[5]),items[6]]);
              a.push([Date.UTC(items[0], items[1]-1, items[2], items[3],
items[4], items[5]),items[7]]); // people now = in - out
              p.push([Date.UTC(items[0], items[1]-1, items[2], items[3],
items[4], items[5]),items[7]+items[6]]); // people now = in - out


        })


 //END VAR jqxhr

     Highcharts.chart('chart1', {

        chart: {
            style: {
                fontFamily: 'sans-serif',
            },
            renderTo: 'chart',
            zoomType: 'x',
            panning: true,
            panKey: 'shift',
            type: 'line',
            backgroundColor: '#9b7f6e'
        },

        title: {
            text: 'Number of people in the coffee shop   '+ day,
            style: { color: 'black' }
        },
        subtitle: {
            text: 'Click and drag to zoom in. Hold down shift key to
pan.',
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        style: { color: '#000000' }
    },

    xAxis: {

        labels: { style: { color: '#000000' } },

        type: "datetime",

        dateTimeLabelFormats: {

            month: '%e. %b',
            year: '%Y'
        },
        title: {
            text: 'Datetime',
            style: { color: '#000000' }
        }
    },


    yAxis: {
        labels: { style: { color: '#000000' } },
        title: {

            text: ''
        }
    },

    tooltip: {
        borderColor: '#BABABA',

    },

    plotOptions: {
        spline: {
            marker: {
                enabled: true
            }
        }
    },

    series: [{
        showInLegend: true,
        name: 'female',
        data: a,
        step:true,
        color: '#FF0000'
    },
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
           showInLegend: true,
            name: 'male',
            data: d,
            step:true,
            color: '#0720fa'
        },
        {
            showInLegend: true,
            name: 'total',
            data: p,
            step:true,
            color: '#88fa07'
        }]
    });
      });

 //END VAR option

}

 </script>

</body>
</html>
```

ส่วนเว็บไซต์แสดงข้อมูลปัจจุบัน

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
      <title></title>
</head>
      <link rel="stylesheet" href="css/a.css">
      <script src="js/jquery.min.js"
type="text/javascript"></script>
    <script src="js/highcharts.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="js/exporting.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="js/export-data.js" type="text/javascript"></script>

     <meta http-equiv="refresh" content="15"/>

 <script type="text/javascript">

       setTimeout(function(){
   window.location.reload(1);
}, 15000);
   </script>
    <script type="text/javascript">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    var date = new Date();
    var dd = date.getDate();
    var mm = date.getMonth() + 1;
    var yyyy = date.getFullYear();
    var d = [];

    if (dd < 10) {
        dd = '0' + dd
    }

    if (mm < 10) {
        mm = '0' + mm
    }

 var ymd = [];
    var c = [];
    var d = [];
    var a =[];
    var p = [];
        var filename = 'csv/' + yyyy + '-' + mm + '-' + dd
+'_'+'evets'+'.csv'
         var day =  yyyy + '-' + mm + '-' + dd ;
         var jqxhr = $.get(filename, function(data) {
         var lines = data.split('\n');
        lines = lines.slice(0, -1)
        $.each(lines, function(lineNo, line) {
          var items = line.split(/[\s,:/]+/);

         if(items[6]=="[]"){
          items[6]=parseInt("0");
         }
          else {
          items[6]=items[6].split('-').length;
          }
          if(items[7]=="[]"){
          items[7]=parseInt("0");
         }
          else {
          items[7]=items[7].split('-').length;
          }
          d.push([Date.UTC(items[0], items[1] - 1, items[2],
items[3], items[4], items[5]),items[6]]);
          a.push([Date.UTC(items[0], items[1] - 1, items[2],
items[3], items[4], items[5]),items[7]]); // people now = in - out
          p.push([Date.UTC(items[0], items[1] - 1, items[2],
items[3], items[4], items[5]),items[7]+items[6]]); // people now =
in - out
        })
    // END VAR jqxhr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Highcharts.chart('chart1', {

    chart: {
        style: {
            fontFamily: 'sans-serif',
        },
        renderTo: 'chart',
        zoomType: 'x',
        panning: true,
        panKey: 'shift',
        // defaultSeriesType: 'line',
        type: 'line',
        backgroundColor: '#9b7f6e'
    },
    title: {
        text: 'Number of people in the coffee shop   '+ day,
        style: { color: 'white' }
    },
    subtitle: {
        text: 'Click and drag to zoom in. Hold down shift key to
pan.',
        style: { color: '#BABABA' }
    },
    xAxis: {

        labels: { style: { color: '#000000' } },

        type: "datetime",

        dateTimeLabelFormats: {

            month: '%e. %b',
            year: '%Y'
        },
        title: {
            text: 'Datetime',
            style: { color: '#000000' }
        }
    },
    yAxis: {
        labels: { style: { color: '#000000' } },
        title: {

            text: ''
        }
    },

    tooltip: {
        borderColor: '#000000',
      //  headerFormat: '<b>inthe : {point.y}</b><br>',
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            // pointFormat: '{point.x:%H:%M:%S}'

        },

        plotOptions: {
            spline: {
                marker: {
                    enabled: true
                }
            }
        },

        series: [{
            showInLegend: true,
            name: 'female',
            data: a,
            step:true,
            color: '#FF0000'
        },
        {
           showInLegend: true,
            name: 'male',
            data: d,
            step:true,
            color: '#0720fa'
        },
        {
            showInLegend: true,
            name: 'total',
            data: p,
            step:true,
            color: '#88fa07'
        }]
    });
      });

    // END VAR options
    </script>

    <script type="text/javascript">
        setTimeout(function(){
   window.location.reload(1);
}, 15000);

        // refresh 15 second
    </script>
<body>
       <div id="chart1" style="width: 1500px; height: 600px; margin:
0 auto "></div>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
</body>
</html>
```

ส่วนตกแต่งหน้าเว็บไซต์

```
html body {

      background-color:  #564646 ;
}
#header {

      width: 100%;
      height: 100px;
      margin: 0 auto;
      background-color: #fbeee6;
}

#headname  {margin: 0;
      padding: 30px 0 0 0;
      height: 60px;
      display: block;
      text-indent: - 10000px;
      text-align: center;
      color: #560706 ;

}

#daa{
      color:  #560706 ;
      font-size:20px;
}

#da{
      width: 130px;
      height: 30px;
    box-sizing: border-box;
    border: 2px solid #ccc;
    border-radius: 4px;
    font-size: 16px;

}

#pp{
       background-color: #560706;
    border-radius: 12px;
    color: white;
    padding: 15px 32px;
    text-align: center;
    text-decoration: none;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    display: inline-block;
    font-size: 16px;
    margin: 4px 2px;
    cursor: pointer;
}
#ee{
    background-color: #560706;
    border-radius: 12px;
    color: white;
    padding: 15px 32px;
    text-align: center;
    text-decoration: none;
    display: inline-block;
    font-size: 16px;
    margin: 4px 2px;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] "Using Topological Data Analysis to Understand the Behavior of Convolutional Neural Networks," https://www.ayasdi.com/blog/artificial-intelligence/using-topological-data-analysis-understand-behavior-convolutional-neural-networks/.

[2] He, Kaiming and Zhang, Xiangyu and Ren, Shaoqing and Sun, Jian, *Deep Residual Learning for Image Recognition,* IEEE, 2016.

[3] "Simple object tracking with OpenCV," https://www.pyimagesearch.com/2018/07/23/simple-object-tracking-with-opencv/.

[4] Erik Bochinski and Volker Eiselein and Thomas Sikora, *High-Speed Tracking-by-Detection Without Using Image Information,* Lecce, Italy: IEEE AVSS 2017, 2017.

[5] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, "H.264 : Advanced video coding for generic audiovisual services," https://www.itu.int/rec/T-REC-H.264.

[6] I. E. T. F. (IETF), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications,* RFC Editor, 2003.

[7] N. Dufresne, "Gstreamer," https://gstreamer.freedesktop.org/.

[8] H. Schulzrinne, A. Rao, R. Lanphier, *Real Time Streaming Protocol (RTSP),* RFC Editor, 1998.

[9] "Motion JPEG," https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_JPEG.

[10] Joseph Redmon and Ali Farhadi, *YOLOv3: An Incremental Improvement,* arXiv, 2018.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] Ren, Shaoqing and He, Kaiming and Girshick, Ross and Sun, Jian, *Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks,* IEEE, 2017.

[12] "CONAN on TBS," https://youtu.be/f5d8pVg3Qtg .

[13] "picamera," https://www.aliexpress.com/item/Free-Shipping-5MP-New-Raspberry-pi-2-Camera-Module-Board-REV-1-3-5MP-Webcam-Video/32522482332.html.

[14] "Raspberry Pi Foundation," https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/.

[15] A. Kuznetsova, H. Rom, N. Alldrin, J. Uijlings, I. Krasin, J. Pont-Tuset, S. Kamali, S. Popov, M. Malloci, T. Duerig, and V. Ferrari, *The Open Images Dataset V4: Unified image classification, object detection, and visual relationship detection at scale,* arXiv, 2018.

[16] M. Everingham, L. Van Gool, C. K. I. Williams, J. Winn, and, *The PASCAL Visual Object Classes Challenge,* researchgate, 2007.

[17] Liu, Wei and Anguelov, Dragomir and Erhan, Dumitru and Szegedy, Christian and Reed, Scott and Fu, Cheng-Yang and Berg, Alexander C., "SSD: Single Shot MultiBox Detector," *Lecture Notes in Computer Science,* pp. 21-37, 2016.

[18] S. Gidaris and N. Komodakis, *Object detection via a multiregion & semantic segmentation-aware CNN model,* CoRR,, 2015.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

[19] Redmon, Joseph and Divvala, Santosh and Girshick, Ross and Farhadi, Ali, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," *IEEE,* 2016.

[20] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks," *arXiv,* 2015.

[21] R. B. Girshick, "Fast R-CNN," *CoRR,* 2015.

[22] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik, *Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation,* IEEE, 2014.

[23] J. Dong, Q. Chen, S. Yan, and A. Yuille., *Towards unified object detection and semantic segmentation.,* ECCV, 2014.

[24] B. Hariharan, P. Arbelaez, R. Girshick, and J. Malik., *Simultaneous detection and segmentation.,* ECCV, 2014.

[25] A. C. AB, "AXIS People Counter," https://www.axis.com/en-us/products/axis-people-counter.

[26] N. Hernández, M. Ocaña, J. M. Alonso and E. Kim, *WiFi-based indoor localization and tracking of a moving device,* IEEE, 2015.

[27] "stereo counting camera," https://www.vivotek.com/website/sc8131/#views:view=jplist-grid-view.

[28] "Person countiong with thermal camera," https://www.irisys.net.

[29] S. Ren, K. He, R. B. Girshick, X. Zhang, and J. Sun, "Object detection networks on convolutional feature maps," *CoRR,* 2015.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้