

การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบริการลูกค้าโดยใช้การวิเคราะห์จาก
กล้องวงจรปิด



พุดิพงศ์ จันทร์แจ่ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การวิเคราะห์ธุรกิจและวิทยาการข้อมูล)

คณะสถิติประยุกต์

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

2563

การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบริการลูกค้าโดยใช้การวิเคราะห์จาก

กล้องวงจรปิด

พุดิพงษ์ จันทร์แจ่ม

คณะสถิติประยุกต์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพล พงษ์เพชร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การวิเคราะห์ธุรกิจและวิทยาการข้อมูล)

..... ประธานกรรมการ
(ดร.ธนชาติย์ ฤทธิ์บำรุง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพล พงษ์เพชร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ รัฐกาญจน์)

..... กรรมการ
(ดร.รัฐศิลป์ รานอกภาณุวัชร)

..... คนบดี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ ลีอนาม)

____ / ____ / ____

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบริการลูกค้าโดยใช้การวิเคราะห์จากกล้องวงจรปิด
ชื่อผู้เขียน	พุดมพิงศ์ จันทร์แจ่ม
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การวิเคราะห์ธุรกิจและวิทยาการข้อมูล)
ปีการศึกษา	2563

การประเมินประสิทธิภาพกระบวนการบริการลูกค้าของร้านอาหารประเภททั่วไป (Casual Dining) มีหลายส่วนซึ่งหนึ่งในนั้นคือการประเมินความรวดเร็วในการบริการโดยจะวัดจากระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการในแต่ละช่วงของการบริการ หากทำการประเมินด้วยมนุษย์ในวิธีต่าง ๆ เช่น ใช้เครื่องจับเวลามีโอกาสเกิดความคาดเคลื่อนได้ ซึ่งในปัจจุบันระบบตรวจจับวัตถุด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีความแม่นยำสูง รวมถึงร้านอาหารโดยทั่วไปมีการติดตั้งกล้องวงจรปิดมากขึ้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับเทคนิคการตรวจจับการให้บริการของพนักงาน งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงระบบการประเมินระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการจากพนักงานทั้งหมด 3 ช่วง ได้แก่ การต้อนรับ (Greeting) รับออเดอร์ (Order) และเสิร์ฟอาหาร (Serve) จากการฝึกแบบจำลองในการตรวจจับการเข้าออกของพนักงานผ่านกล้องวงจรปิดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก YOLOv4 ผ่านไลบรารี Darknet ซึ่งมีค่า Average IoU เท่ากับ 71.86% และ mAP เท่ากับ 96.56% ผลลัพธ์จากการประเมินข้อมูลวิดีโอ 3 สาขา พบว่าเวลารอเฉลี่ยการต้อนรับกับการรับออเดอร์ไม่เกิน 1 นาที และเสิร์ฟอาหารภายใน 3 นาที โดยสาขา A, B และ C ในแต่ละช่วงการบริการมีจำนวนการบริการเกิดขึ้นต่อวันเท่ากับ 71 ครั้ง, 105 ครั้ง และ 72 ครั้ง ตามลำดับ สาขา A จากทั้ง 3 สถานะมีเพียงแค่ 1 ครั้งเท่านั้นของสถานะรับออเดอร์ที่อยู่ในระดับไม่พึงพอใจส่วนที่เหลืออยู่ระดับพึงพอใจทั้งหมด สาขา B ในการต้อนรับจาก 105 ครั้ง อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ 6 ครั้ง ไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก 1 ครั้ง สาขา C มีเพียงอย่างละ 1 ครั้งในการรับต้อนรับและรับออเดอร์ที่ตกอยู่ในระดับไม่พึงพอใจ แม้ว่าการบริการจะมีครั้งที่ไม่อยู่ในระดับพึงพอใจแต่ว่าเป็นจำนวนที่น้อยมาก และครั้งดังกล่าวเกิดขึ้นในช่วงของเวลาที่มีอาหารที่มีจำนวนคนมาใช้บริการเป็นจำนวนมาก

ABSTRACT

Title of Thesis	Using Video Analytic to Improve Customer Service Process Efficiency
Author	Puttipong Chanchaem
Degree	Master of Science (Business Analytics and Data Science)
Year	2020

There are many ways to evaluate the customers' service processes efficiency of the casual dining restaurant. One of which is the service speed measured by the amount of time a customer spends waiting for service during each service period. Currently, the object detection system based on deep learning techniques is constantly evolving and high accuracy. In general, restaurants are equipped with more CCTV to apply that information to the employee's service detection techniques. This research aims to develop and improve customer service by monitoring the waiting period. A customer's waiting period can be classified into three: greeting, order, and serving period. The monitoring will be trained using a model from the Darknet library to detect an employee who enters and exits each table from CCTV. The testing data results reveal that the mAP is 96.56%, and the average IoU is 71.86%. Results from the three-branch video data assessment showed that the average wait time for greeting and order was not more than 1 minute and serve within 3 minutes. Branch A of all three periods has only one time in order period at the level of dissatisfaction, the rest of the satisfaction level. Branch B has

six times as dissatisfaction and one time as very dissatisfaction in greeting period.

Branch C has only one time in greeting and order that a level of dissatisfaction.

Although the service in some period is not satisfactory, it very rarely happens. The

times that do not fall into the satisfaction level arise during meal times that there

are many customers.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบริการลูกค้าโดยใช้การวิเคราะห์จากกล้องวงจรปิด สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.วรพล พงษ์เพชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนช่วยให้คำชี้แนะเพื่อนำไปแก้ไขในข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เพื่อให้วิทยานิพนธ์ออกมาถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อีกทั้งยังให้กำลังใจแก่ผู้เขียนในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดเวลาในช่วงการวิจัยแต่ละกระบวนการ ผู้เขียนรู้สึกทราบบ้างในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.ธนชาติย์ ฤทธิ์บำรุง ซึ่งเป็นประธานกรรมการ ผศ.ดร.เอกรัฐ รัฐกาญจน์ และดร.รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติม รวมถึงช่วยพิจารณาและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้เขียน รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

จากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ผู้เขียนขอขอบคุณความสำเร็จให้แก่ครอบครัวของผู้เขียน ตลอดจนคณาจารย์ทั้งหมดที่คอยประสิทธิ์ประสาทความรู้ รวมถึงนักวิจัยทุกท่านที่เขียนทั้งหนังสือและบทความให้ศึกษาเพิ่มองค์ความรู้ จนทำให้ผู้เขียนทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

พุดิพงษ์ จันทร์แจ่ม

กรกฎาคม 2564

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 นิยามศัพท์.....	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การเรียนรู้เชิงลึก.....	6
2.2 คอนโวลูชัน (Convolution).....	7
2.3 ระบบตรวจจับวัตถุ	8
2.3.1 R-CNN.....	9
2.3.2 Fast R-CNN กับ Faster R-CNN	10
2.3.3 YOLO (You Only Look Once).....	12
2.3.4 การวัดผล	13
2.4 คุณภาพของการบริการ.....	16

2.5 ความคาดหวังของลูกค้าต่อระดับการให้บริการ.....	17
2.6 ความคาดหวังของลูกค้าที่มีต่อประสบการณ์การรอในร้านอาหาร.....	17
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	23
3.1 รูปแบบของงานวิจัย.....	23
3.2 ขอบเขตการประเมินประสิทธิภาพร้านอาหาร.....	23
3.3 ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบตรวจจับวัตถุ.....	25
3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection).....	25
3.3.2 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation).....	25
3.3.3 การสร้างแบบจำลอง (Model Training).....	27
3.3.4 การประเมินผล (Model Evaluation).....	28
3.4 การนำตัวแบบไปใช้งาน.....	28
3.4.1 กระบวนการเขียนโปรแกรมเพื่อนำตัวแบบมาใช้.....	28
3.4.2 การประมวลผลระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยการบริการ.....	29
3.5 เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของพนักงาน.....	30
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	31
4.1 ผลการฝึกแบบจำลองด้วย YOLOv4.....	31
4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการ.....	32
4.3 ความแม่นยำในการใช้งาน.....	37
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	38
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	38
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	39
5.3 ข้อจำกัดของระบบในงานวิจัย.....	39
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	39

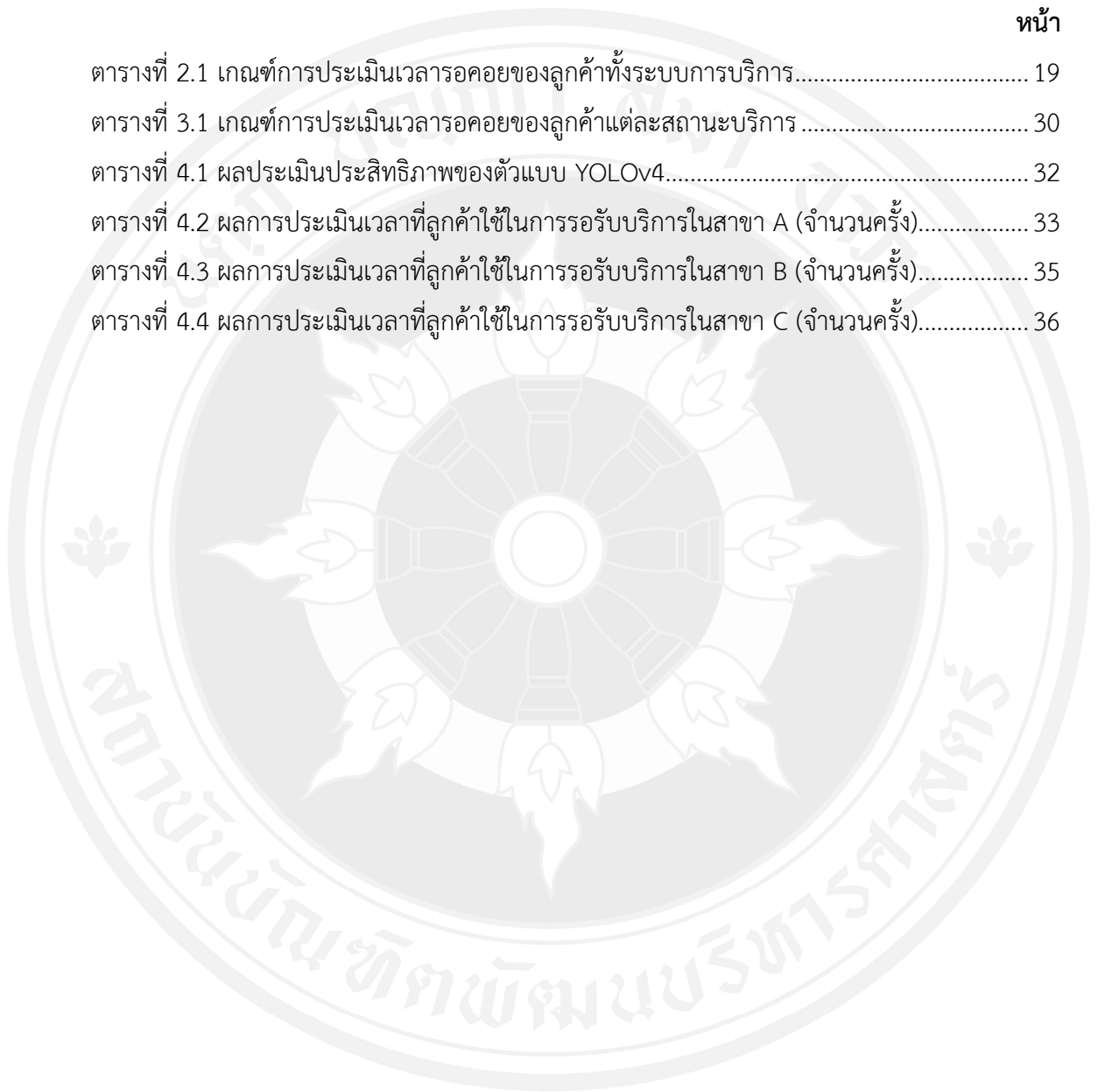
บรรณานุกรม..... 40

ประวัติผู้เขียน..... 43



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินเวลารอคอยของลูกค้าทั้งระบบการบริการ.....	19
ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินเวลารอคอยของลูกค้าแต่ละสถานะบริการ	30
ตารางที่ 4.1 ผลประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ YOLOv4.....	32
ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการในสาขา A (จำนวนครั้ง).....	33
ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการในสาขา B (จำนวนครั้ง).....	35
ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการในสาขา C (จำนวนครั้ง).....	36



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลเป็นเมทริกซ์ที่ได้จากภาพที่ใช้และเมทริกซ์ตัวกรองค่า.....	7
ภาพที่ 2.2 การทำงานของตัวกรองค่าเพื่อที่จะนำไปสร้างเมทริกซ์ใหม่ที่เล็กลง (Feature Map).....	8
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการทำคอนโวลูชันให้กลายเป็น Feature Map ของภาพขาวดำ	8
ภาพที่ 2.4 สถาปัตยกรรมการตรวจจับวัตถุ.....	9
ภาพที่ 2.5 กระบวนการทำงาน R-CNN	10
ภาพที่ 2.6 กระบวนการทำงาน Fast R-CNN.....	11
ภาพที่ 2.7 กระบวนการทำงาน Faster R-CNN	11
ภาพที่ 2.8 กระบวนการทำงาน YOLO.....	12
ภาพที่ 2.9 สถาปัตยกรรมอัลกอริทึม YOLO.....	13
ภาพที่ 2.10 การคำนวณค่า IoU จากพื้นที่ทับซ้อนของกรอบล้อมวัตถุ.....	14
ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการทับซ้อนในแต่ละค่าของ IoU	14
ภาพที่ 2.12 กำหนดเป็น TP เมื่อค่า IoU > 0.5 และมีการทำนาย Class ที่ถูกต้อง	15
ภาพที่ 2.13 กำหนดเป็น FP เมื่อค่า IoU < 0.5	16
ภาพที่ 2.14 กำหนดเป็น FN เมื่อค่า IoU > 0.5 แต่มีการทำนาย Class ผิด.....	16
ภาพที่ 2.15 การแจ้งเตือนถูกสร้างขึ้นสำหรับวัตถุที่ถูกทิ้งและน่าสงสัยบนหน้าจอตัวควบคุมกล้องวงจรปิด.....	20
ภาพที่ 2.16 ผลลัพธ์จากการทดสอบบน Pascal VOC 2007 (Person 68.6%, Horse 77.5%)	21
ภาพที่ 2.17 ผลลัพธ์จากการทดสอบบน Pascal VOC 2012 (Person 64.2%, Dog 80.3%, Horse 72.2%).....	21
ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงการทำงานทั้งหมดของระบบ	24
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างการกำกับขอบเขตและกำหนดประเภทของวัตถุด้วย LabelImg	26
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการตัดวิดีโอให้เหลือมุมมองเป็นรายโต๊ะ	28
ภาพที่ 4.1 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการทั้ง 3 สถานะบริการในสาขา A.....	33
ภาพที่ 4.2 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการทั้ง 3 สถานะบริการในสาขา B.....	34
ภาพที่ 4.3 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการทั้ง 3 สถานะบริการในสาขา C.....	36

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันธุรกิจทางด้านร้านอาหารมีการแข่งขันกันสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องมาจากมีการเจริญเติบโตของธุรกิจอยู่ตลอดเวลา รวมถึงการเข้ามาของรายใหม่และการรุกเพิ่มสาขาของรายเดิม ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นคุณภาพของด้านอาหารและด้านบริการเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าให้ได้มากที่สุด คุณภาพของการบริการสามารถรับรู้ได้จากลูกค้า ซึ่งผู้ประกอบการที่ให้ความสำคัญในด้านนี้มักจะประสบความสำเร็จในระยะยาว เนื่องจากความพึงพอใจของลูกค้าจะทำให้เกิดความภักดีกับผู้ใช้บริการและจะสามารถทำกำไรในธุรกิจร้านอาหารในระยะยาวได้อย่างต่อเนื่อง (Baker, Parasuraman, Grewal, & Voss, 2002; Stevens, Knutson, & Patton, 1995)

เมื่อลูกค้าตัดสินใจเข้าใช้บริการในร้านหนึ่ง ๆ จะมีความคาดหวังกับการบริการที่จะเกิดขึ้น เช่น ระยะเวลาที่ต้องรอคอย ผู้ประกอบการร้านอาหารจึงต้องประเมินความคาดหวังของลูกค้าและแปรเปลี่ยนมาเป็นข้อกำหนดต่อการบริการภายในร้านอย่างเหมาะสม หากกำลังการผลิตไม่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าจะทำให้ลูกค้าต้องเริ่มต้นจากการรอคิวในระบบนั้นซึ่งจะทำให้ลูกค้ารับรู้ถึงความสามารถของร้านที่ไม่เพียงพอ (Corsten & Stuhlmann, 1998) การเริ่มต้นที่ไม่ดีอาจส่งผลเสียต่อการประเมินของลูกค้าในบริการที่ตามมาในลำดับถัดไป ดังนั้นการกำหนดและประเมินเวลารอคอยของลูกค้าในแต่ละจุดบริการจึงมีความสำคัญและเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการพัฒนาระบบบริการในระยะยาว

การรอคอยเพื่อเข้ารับบริการของลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญในการบริการ ไม่มีลูกค้าคนไหนที่รู้สึกพึงพอใจหากต้องใช้เวลาในการรอนานเกินไป โดยการยอมรับเวลาในการรอคอยของลูกค้าแต่ละคนแตกต่างกันไปซึ่งยังรวมถึงตามแต่ละประเภทของร้านอาหารอีกด้วย เช่น ลูกค้าคาดหวังที่จะใช้เวลาในการรอคอยน้อยกว่าร้านอาหารประเภทจานด่วน (Fast Food) แต่จะมีความอดทนที่สูงกว่าเมื่อต้องรอในร้านอาหารประเภท Casual Dining โดยในระบบการดำเนินงานของร้านอาหารจะมีหลายช่วงในการดำเนินงาน ในแต่ละช่วงของการบริการลูกค้าจะให้ความสำคัญในการรอแตกต่างกัน โดยทั่วไป

สถานะภายในระบบของการให้บริการมีดังต่อไปนี้ 1) arriving 2) greeting 3) seating 4) ordering 5) serving 6) receiving the check และ 7) paying ซึ่งผู้ประกอบการจำเป็นต้องเรียงลำดับความสำคัญให้เป็นไปตามมาตรฐานที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ร้านอาหารบริการด่วนพยายามลดเวลาการรอคอยเพื่อเข้าสู่อาหารน้อยกว่า 1 นาที และรอคอยในการรับอาหารน้อยกว่า 3 นาที (Davis, 1991; Hueter & Swart, 1998)

โดยการประเมินเวลาในการรอคอยของลูกค้าแต่ละช่วงของการดำเนินการควรมีมาตรฐานและไม่เกิดความคลาดเคลื่อน โดยทั่วไปจะทำการประเมินประสิทธิภาพในด้านนี้ได้สองวิธีการ คือ 1) ทำการสังเกตและจดบันทึกซึ่งใช้ทรัพยากรมนุษย์และเวลาเป็นจำนวนมาก อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนระหว่างการวัดได้ เช่น จะเกิดความคลาดเคลื่อนทั้งจากสายตาและจากการใช้อุปกรณ์ในการวัด เป็นต้น 2) นำอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูล Timestamp ที่มีความสะดวกและแม่นยำมาติดตั้งตามจุดที่ให้บริการแต่ต้องมีการลงทุนเพิ่มเติม โดยการพัฒนาระบบในครั้งนี้คำนึงถึงการไม่เพิ่มกระบวนการภายในระบบการบริการเดิมและใช้งบประมาณในการพัฒนาระบบน้อยที่สุดเพื่อประหยัดต้นทุนให้กับร้านอาหาร โดยร้านอาหารส่วนใหญ่จะมีการติดตั้งโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV : Closed Circuit Television) เพื่อรักษาความปลอดภัย หรือตรวจสอบการทำงานของพนักงานภายในร้านการใช้โทรทัศน์วงจรปิดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาเลือกใช้

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) ได้มีการพัฒนาอย่างก้าวหน้าและรวดเร็ว อีกทั้งยังมีความสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับทั้งภาพและวิดีโอได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพ จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่มีให้นำเทคโนโลยีด้านนี้มาใช้ในการตรวจวัดคุณภาพการให้บริการของพนักงานในร้านอาหาร ซึ่งจากเงื่อนไขและปัญหาในการตรวจวัดคุณภาพที่มีในปัจจุบันจึงได้นำระบบตรวจจับวัตถุ (Object Detection) มาช่วยในการวิเคราะห์และนำข้อมูลดังกล่าวมาประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยระบบดังกล่าวเป็นระบบที่ใช้ในการระบุวัตถุที่ปรากฏอยู่ในภาพหรือวิดีโอ สามารถตรวจจับการทำงานของพนักงานได้ โดยจะมีการประยุกต์ใช้กับเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ซึ่งใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution Neural Networks) เพื่อใช้ในการสกัดคุณลักษณะที่สำคัญ (Feature Extraction) แล้วนำไปช่วยในการสร้างโมเดลที่ประสิทธิภาพสูงในการทำนายและตรวจจับวัตถุภายในวิดีโอ

โดยงานวิจัยนี้ต้องการที่จะนำเสนอแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบโดยใช้อัลกอริทึม YOLO เพื่อจัดเก็บเวลาในการรอคอยของลูกค้าจากการตรวจจับเวลาการเข้ามาให้บริการของพนักงานในแต่ละโต๊ะ และประเมินมาตรฐานทางด้านบริการภายในร้านอาหารทั้งหมด 3 ช่วงของการบริการจากวิดีโอภายในร้าน อีกทั้งสามารถช่วยลดภาระและการเกิดความคลาดเคลื่อนจากทรัพยากรมนุษย์ รวมถึงต้นทุนในการสร้างระบบโดยการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่แล้วมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้เห็นถึงปัญหาหรือข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเข้าให้บริการของพนักงานและนำมาตรวจสอบเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอพนักงานในแต่ละช่วงของการบริการ
2. เพื่อศึกษาระบบการตรวจจับวัตถุและเกณฑ์เวลาที่เหมาะสมในการรอของลูกค้าแต่ละช่วงของการบริการ
3. พัฒนาระบบตรวจจับเวลาในการเข้าให้บริการของพนักงานเพื่อนำไปประเมินคุณภาพการบริการจากเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการจากพนักงานด้วยเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมกับร้านอาหารประเภท Casual Dining

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอพนักงานในแต่ละช่วงของการบริการและประเมินคุณภาพการบริการในร้านอาหารประเภท Casual Dining มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้เป็นวิดีโอจากสาขาร้านอาหารประเภท Casual Dining ที่มีการติดตั้งกล้อง CCTV ที่ความคมชัด 1.3 ล้านพิกเซล และ 2 ล้านพิกเซล ซึ่งมีค่า FPS (Frame Per Second) เท่ากับ 30
2. ใช้ข้อมูลวิดีโอจากกล้อง CCTV ที่เห็นโต๊ะให้บริการลูกค้าภายในร้านเท่านั้น ทั้งหมด 18 สาขา
3. โดยข้อมูลจากทั้ง 18 สาขาที่นำมาศึกษาและฝึกแบบจำลองตามวัตถุประสงค์จะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2563 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563
4. ชุดข้อมูลที่ใช้ พัฒนาเพื่อตรวจจับวัตถุ 1 ชนิด คือ พนักงานภายในร้านที่ใส่เครื่องแบบของร้านในการทำงาน
5. ในการวัดประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน จะตรวจวัดจากเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอพนักงานในแต่ละช่วงของการบริการทั้งหมด 3 ช่วง ดังต่อไปนี้ 1) รอพนักงานเข้ามาให้บริการครั้งแรกตั้งแต่นั้นโต๊ะ 2) รอพนักงานเข้ามารับออเดอร์ครั้งแรก 3) รอพนักงานเข้ามาเสิร์ฟอาหารครั้งแรก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเพิ่มความสะดวกและแม่นยำมากขึ้นในการประเมินคุณภาพการบริการจากเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการจากพนักงานโดยการนำเข้าสู่ข้อมูลดังกล่าวผ่านระบบตรวจจับวัตถุที่นำคอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์
2. ลดค่าใช้จ่ายในการวางระบบต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลรวมถึงประหยัดทรัพยากรมนุษย์ที่ใช้เข้ามาประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานทั้งจากการดูผ่านกล้องวงจรปิดหรือสุมเข้าไปดูตามสาขา
3. นำข้อมูลเชิงลึกที่ได้จากการศึกษาเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการจากพนักงานและการเข้าให้บริการของพนักงานในแต่ละสาขามาวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบและทำการวางมาตรการปรับปรุงแก้ไขต่อไปในอนาคตเพื่อตอบสนองความคาดหวังลูกค้าให้ได้มากที่สุด

1.5 นิยามศัพท์

1. Casual Dining หมายถึง ร้านอาหารที่มีราคาเหมาะสมไม่สูงเกินไป มักให้บริการในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย การให้บริการจะเป็นในรูปแบบของการมารับรายการอาหารที่โต๊ะจากบริการ โดยจะมีเมนูให้เลือกที่หลากหลาย โดยอาหารจะมีการปรุงขึ้นใหม่ตามสั่ง
2. Fast Food หมายถึง ร้านอาหารจานด่วน ลักษณะการให้บริการของร้านอาหารประเภทนี้จะเป็นแบบบริการตัวเองโดยส่วนใหญ่ โดยจะมีเคาน์เตอร์สำหรับซื้ออาหาร ชำระเงิน และรอรับอาหารที่ทำอย่างรวดเร็ว
3. Computer Vision หมายถึง การนำระบบคอมพิวเตอร์มาฝึกสอนเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อข้อมูลภาพและวิดีโอได้อย่างเหมาะสม
4. Deep Learning หมายถึง ระบบของซอฟต์แวร์ในคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานภายในคล้ายคลึงกับระบบโครงข่ายประสาทในมนุษย์
5. Convolution Neural Networks หมายถึง โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ซึ่งเป็นชนิดหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียม
6. FPS (Frame Per Second) หมายถึง การแสดงผลจำนวนภาพต่อ 1 วินาที ภายในวิดีโอ
7. Precision หมายถึง ค่าที่แสดงถึงผลลัพธ์ของความแม่นยำ
8. Recall หมายถึง ค่าความถูกต้องที่พิจารณาจากค่าที่โมเดลทำนายว่าถูกและพิจารณาว่าถูก เทียบกับค่าที่พิจารณาว่าถูกแต่โมเดลทำนายว่าถูกและผิด
9. F1-Score หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ Precision และ Recall

10. Class หมายถึง ประเภทหรือชนิดที่สนใจนำไปฝึกสอนตัวแบบ
11. Iterations หมายถึง จำนวนครั้งที่ทำการฝึกสอนซ้ำในระบบจากชุดข้อมูล



บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง “การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบริการลูกค้าโดยใช้การวิเคราะห์จากกล้องวงจรปิด” ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- 2.1 การเรียนรู้เชิงลึก
- 2.2 คอนโวลูชัน (Convolution)
- 2.3 ระบบตรวจจับวัตถุ
- 2.4 คุณภาพของการบริการ
- 2.5 ความคาดหวังของลูกค้าต่อระดับการให้บริการ
- 2.6 ความคาดหวังของลูกค้าที่มีต่อประสบการณ์รอนในร้านอาหาร
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้เชิงลึก

กระบวนการหรือวิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานคล้ายคลึงกับการทำงานของเครือข่ายสมองในมนุษย์ โดยกระบวนการดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) โดยอัลกอริทึมของ Deep Learning ได้สร้างและพัฒนาจากการนำโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) หลาย Layer มาต่อเข้าด้วยกัน โดยจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ชั้นของการรับข้อมูล (Input Layer) 2) ชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นแรกสุดและสุดท้าย (Hidden Layer) และ 3) ชั้นผลลัพธ์ของการประมวลผล (Output Layer) โดย Hidden Layer นั้นมีองค์ประกอบของเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำหน้าที่ในการประมวลผลที่ได้รับมาจาก Input Layer โดยจะมีการถ่วงค่าน้ำหนัก (Weight), ความเอนเอียง (Bias) และการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Activation Function) โดยในทุกๆ ชั้นของ Hidden Layer จะเป็นอิสระจากกัน หากมีการนำเข้าข้อมูลเป็นจำนวนมาก ก็จะทำให้มีการสกัดคุณลักษณะ (Feature) ที่มีความชัดเจนและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

2.2 คอนโวลูชัน (Convolution)

กระบวนการสำคัญที่จำเป็นกับการทำระบบตรวจจับวัตถุคือ คอนโวลูชันซึ่งเป็นกระบวนการที่จะทำการสกัดเอาคุณลักษณะสำคัญออกมาจากภาพที่อยู่ในชุดข้อมูลทดสอบ จะใช้ค่าพิกเซลที่ได้มาจากการมองของกล้องโดยทั่วไปซึ่งจะมีทั้งหมด 3 แชนแนล ได้แก่ สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยในแต่ละช่องจะแทนค่าด้วยตัวเลขเพื่อบอกลักษณะของสีรวมถึงความเข้มของสีนั้น ๆ จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ไล่ลำดับจากอ่อนสุดไปจนถึงเข้มที่สุด ซึ่งการเก็บค่าตัวเลขของสีนั้นจะคำนวณและจัดเก็บดังตัวอย่างภาพที่ 2.1

1	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	0	1	1	0			
0	1	1	0	0			

(ก)

(ข)

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลเป็นเมทริกซ์ที่ได้จากภาพที่ใช้และเมทริกซ์ตัวกรองค่า

โดยในแต่ละภาพจะมีการเก็บชุดข้อมูลของตัวเลขบนเมทริกซ์ที่แตกต่างกัน จากภาพที่ 2.2 (ก) เป็นภาพพิกเซลขนาด 5×5 ซึ่งได้จากภาพขาวดำ โดย 0 หมายถึงพิกเซลนั้นเป็นสีขาว และ 1 หมายถึงพิกเซลนั้นเป็นสีดำ โดยภาพที่ 2.2 (ข) จะเป็นชุดเมทริกซ์ที่เป็นตัวกรองเพื่อใช้สำหรับเก็บให้มีขนาดที่เล็กลง จะเรียกว่าตัวกรองค่า (Filter), เคอเนล (Kernel) หรือเรียกอีกอย่างว่าตัวตรวจจับคุณลักษณะสำคัญ (Feature Detector)

1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	0	0
0 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	1	0
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

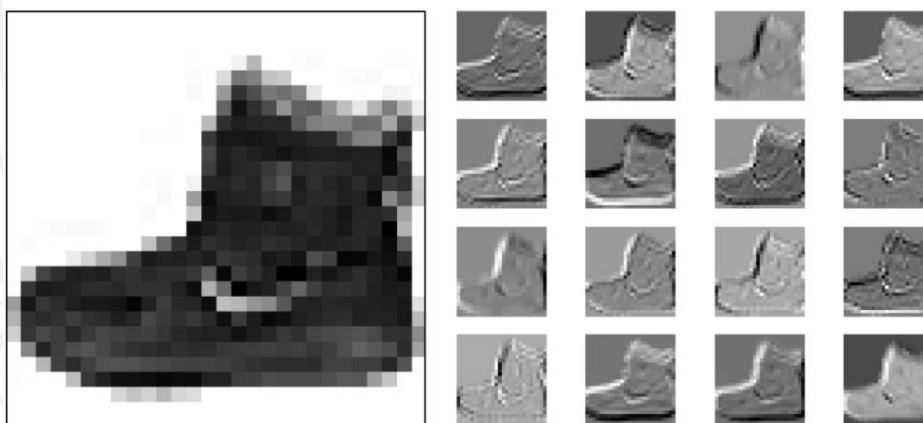
(ก)

4		

(ข)

ภาพที่ 2.2 การทำงานของตัวกรองค่าเพื่อที่จะนำไปสร้างเมทริกซ์ใหม่ที่เล็กลง (Feature Map)

การทำงานของตัวกรองค่าของเมทริกซ์จะมีรูปแบบเคลื่อนที่ไปทั่วภาพทั้งหมดและคูณค่าเพื่อนำไปเก็บไว้ในเมทริกซ์ชุดใหม่ ซึ่งจะเรียกเมทริกซ์ชุดใหม่ว่าคอนโวลิวชัน (Convolved Feature) หรือเรียกอีกชื่อว่าฟีเจอร์แมพ (Feature Map) โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการกรองเป็นไปดังตัวอย่างภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการทำคอนโวลูชันให้กลายเป็น Feature Map ของภาพขาคำ

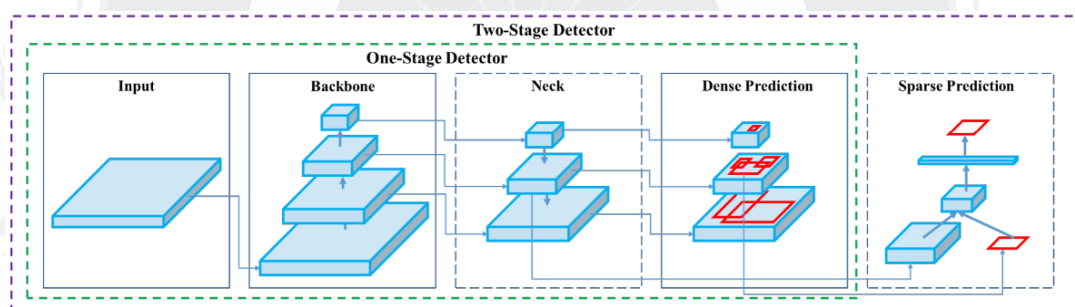
2.3 ระบบตรวจจับวัตถุ

การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) เป็นการตรวจจับและระบุวัตถุภายในภาพหนึ่งหรือวิดีโอซึ่งทำการวิเคราะห์ผ่านคอมพิวเตอร์ ในยุคปัจจุบันด้วยความทันสมัยของเทคโนโลยีที่มากขึ้นทำให้มีการหันมาเลือกใช้เทคนิคที่ใช้ Deep Learning เพื่อให้รวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่ง

กระบวนการของการตรวจจับจะเริ่มจากการนำเข้าข้อมูล และทำการดึงเอาคุณลักษณะที่สำคัญของชุดข้อมูลฝึกฝนมาประมวลผลเพื่อนำไปแยกประเภทของวัตถุนั้นแล้วก็ทำนายผลลัพธ์สุดท้ายออกมาว่าจัดอยู่ใน Class ชนิดใด โดยเทคนิคที่ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุจะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1) One-Stage Object Detection จะมีจุดเด่นในเรื่องของความเร็วที่ใช้ในการประมวลผล ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนารุ่นใหม่ออกมาขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเพิ่มความแม่นยำที่สูงมากและสามารถนำไปใช้งานจริงได้ เช่น YOLO, YOLOv2, YOLOv3, YOLOv4 และ SSD (Single Shot multi-Box Detector) ซึ่งในส่วนของอัลกอริทึมตระกูล YOLO ก็ได้มีการพัฒนารุ่น tiny ซึ่งมีความรวดเร็วที่เพิ่มขึ้นกว่าตัวแบบดั้งเดิมในแต่ละเวอร์ชัน แต่จะให้ความแม่นยำลดลงตามไปด้วย

2) Two-Stage Object Detection เป็นกระบวนการแรก ๆ ที่ได้มีการใช้และเป็นที่ยอมรับก่อนที่ One-Stage จะถูกคิดค้นขึ้นมา โดยจะใช้ Region Proposal ซึ่งจะมีจุดเด่นในเรื่องของความแม่นยำที่สูงแต่จะไม่รวดเร็วเนื่องจากมีกระบวนการทำงานหลายขั้นตอน เช่น R-CNN, Fast R-CNN และ Faster R-CNN



ภาพที่ 2.4 สถาปัตยกรรมการตรวจจับวัตถุ

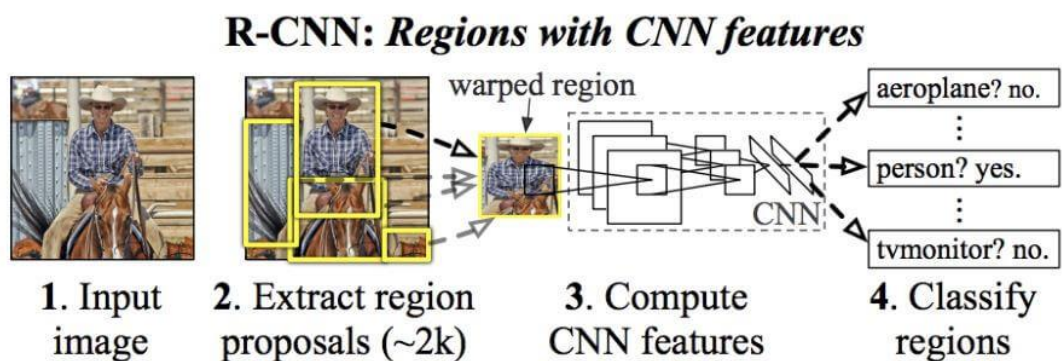
2.3.1 R-CNN

โดย R-CNN เป็นหนึ่งในตัวแรกของ Deep Learning ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุและเป็นตัวอย่างของเครื่องจักรที่ตรวจจับด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) ใช้ R-CNN เป็นตัวตรวจจับวัตถุที่ต้องใช้อัลกอริทึม เช่น Selective Search หรือเทียบเท่าเพื่อเป็นตัวเลือกในการสร้างขอบเขตที่อาจมีวัตถุอยู่ในจุดนั้น ๆ (Girshick, Donahue, Darrell, & Malik, 2014) โดยการนำ Region Proposal จำนวนประมาณ 2,000 แปลงเป็นกรอบขอบเขต

2) จากนั้นนำเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม โดย CNN ทำการจำแนกประเภทคุณลักษณะ และเลเยอร์ต่าง ๆ

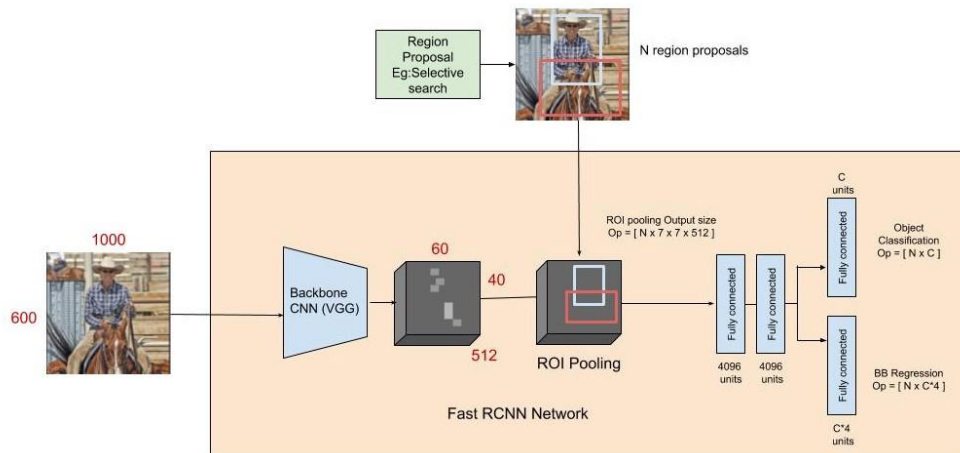
โดยผลลัพธ์ที่ออกมาจะประกอบไปด้วยคุณลักษณะที่ดึงออกมาได้จากภาพหรือวิดีโอและ feature ที่แยกออกมาแล้วนั้นจะถูกนำไปเข้า SVM เพื่อทำการจำแนกประเภท โดยปัญหาในวิธีการมาตรฐานของ R-CNN นั้นคือประมวลผลซ้ำไม่ได้เป็นเครื่องมือในการตรวจจับวัตถุแบบครบวงจรที่สมบูรณ์



ภาพที่ 2.5 กระบวนการทำงาน R-CNN

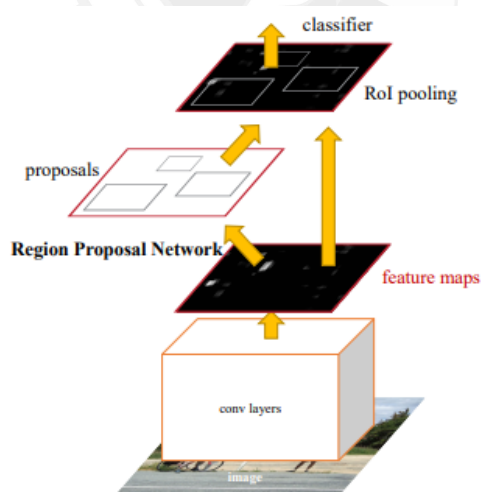
2.3.2 Fast R-CNN กับ Faster R-CNN

จากนั้นจึงได้มีการพัฒนา Fast R-CNN (Girshick, 2015) ทำให้ R-CNN กลายเป็นเครื่องมือในการตรวจจับวัตถุที่ใช้ Deep Learning แบบ End-To-End ด้วยการกำจัดข้อกำหนดการค้นหาโดยการแทนที่ข้อจำกัดส่วนนั้นด้วยการใช้ Region Proposal Network (RPN) ซึ่งมีหน้าที่ในการสกัดคุณลักษณะที่มีความน่าจะเป็นว่าเป็นวัตถุที่มาจาก Feature Map และทำการเปลี่ยนจากการนำคุณลักษณะที่แยกออกมาได้จากรูปภาพนำเข้า SVM เป็นการต่อเติมโครงข่ายประสาทเทียมแทนที่ โดยยังมีปัญหาในเรื่องของความเร็วซึ่งสามารถรองรับได้เพียง 5 FPS บน GPU



ภาพที่ 2.6 กระบวนการทำงาน Fast R-CNN

หลังจากนั้นไม่นานก็มีการพัฒนา Faster R-CNN โดยแนวคิดหลักคือการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมมารวมเข้ากับ Selective Search ซึ่งได้มีการสร้าง Anchor Box จำนวนหนึ่ง เนื่องจากการนำโครงข่ายประสาทเทียมมากำหนดหรือทาย จำนวน Region และ RPN จะทำการทายตำแหน่งและขนาดของ Anchor Box รวมถึงความน่าจะเป็นที่จะเป็นกรอบล้อมวัตถุ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดจะแยกการทำงานออกจากกันและทำไปทีละขั้นตอน โดยการพัฒนาในครั้งนี้ทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่าเมื่อทำการเทียบกับ R-CNN (Ren, He, Girshick, & Sun, 2017)

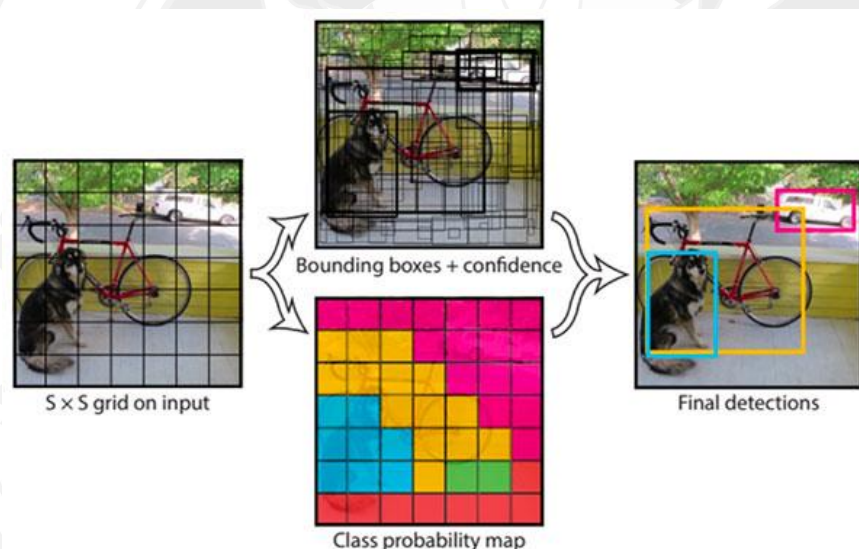


ภาพที่ 2.7 กระบวนการทำงาน Faster R-CNN

2.3.3 YOLO (You Only Look Once)

ในขณะที่ R-CNNs มีแนวโน้มที่จะแม่นยำมากขึ้นแต่ก็เกิดปัญหาที่ใหญ่ที่สุดในตระกูล R-CNN คือเรื่องของความเร็ว เพื่อที่จะช่วยเพิ่มความเร็วของเครื่องตรวจจับวัตถุและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับ R-CNNs จึงได้มีการพัฒนางานที่มีการทำงานของระบบเป็น One-Stage Object Detection

โดยอัลกอริทึมที่มีการพัฒนาขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพของความเร็วมีชื่อว่า YOLO (Girshick, 2015) เป็นอัลกอริทึมสำหรับการตรวจจับวัตถุจัดอยู่ในประเภท One-Stage Object Detection ซึ่งมีแนวคิดในการมองปัญหาทั้งหมดเป็นปัญหาเดียวในรูปของการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) ในการทำนายขอบเขตของกล่อง (Bounding Box) ที่ล้อมวัตถุในภาพและความน่าจะเป็นของวัตถุที่อยู่ในกรอบนั้นออกมาพร้อมกันทีเดียว ทำให้มีจุดเด่นในเรื่องของความรวดเร็วมากกว่าอัลกอริทึมอื่น ๆ



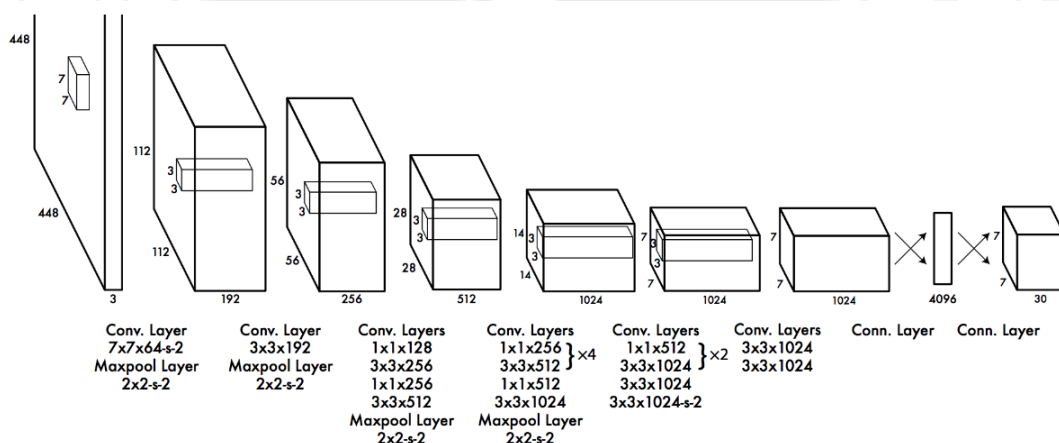
ภาพที่ 2.8 กระบวนการทำงาน YOLO

โดยขั้นตอนในการทำงานของ YOLO เริ่มจากการแบ่งรูปภาพที่จะวิเคราะห์ออกมาเป็น เซลล์กริด (Grid Cell) ขนาด $S \times S$ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ $S = 7$ และในแต่ละ Grid Cell สามารถทำนายประเภทของภาพได้แค่ชนิดเดียวเท่านั้น โดยจะใช้ Bounding Box ในการทำนายเป็นจำนวนเท่ากับ 2 ($B = 2$) จากนั้นจะคำนวณความน่าจะเป็นว่าเป็นประเภทใดจากทั้งหมด C ประเภท

ขอบเขตของกล่องที่ทำกรการทำนายได้นั้น จะมีค่าพารามิเตอร์ คือ (p, x, y, a, b) โดย (x, y) แทน (พิกัดจุดกึ่งกลางความกว้างของขอบเขตกล่องในแนวแกน x , พิกัดจุดกึ่งกลางความสูงของขอบเขตกล่องในแนวแกน y), (a, b) แทน (ความกว้างของขอบเขตกล่อง, ความสูงของขอบเขตกล่อง)

และ p แทน ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ที่ขอบเขตกล่องตรวจจับและทำนายวัตถุหนึ่งใน C ประเภทที่สนใจ โดยจะมีค่าระหว่าง $0 \leq p \leq 1$ และจะใช้ค่า $p > 0.5$ เท่านั้น จึงจะสามารถอธิบายได้ว่าในขอบเขตของกล่องนั้นมีวัตถุชนิดใดชนิดหนึ่งอยู่จากทั้งหมดที่สนใจ

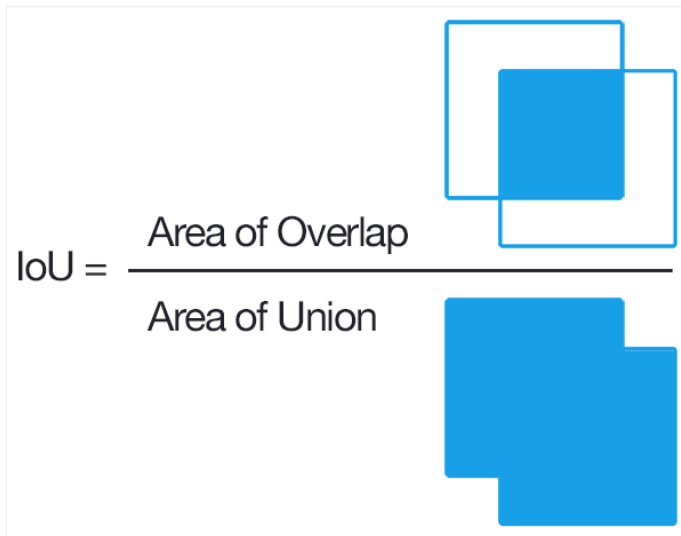
อัลกอริทึมดังกล่าวเป็นที่นิยมและได้รับการพัฒนาออกมาหลากหลายเวอร์ชัน จนปัจจุบันในปี 2020 ได้พัฒนามาถึง YOLOv4 (Bochkovskiy, Wang, & Liao, 2020) ซึ่งได้พัฒนาต่อยอดมาจาก YOLOv3 (Redmon & Farhadi, 2018) เทคนิคที่เพิ่มเติมเข้ามาได้แก่ Weighted-Residual-Connections (WRC), Cross-Stage-Partial-connections (CSP), Cross mini-Batch Normalization (CmBN), Self-adversarial-training (SAT) และ Mish-activation ทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในเรื่องความแม่นยำ



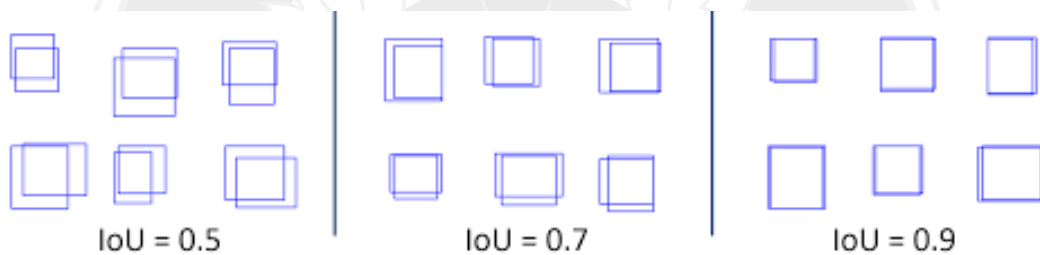
ภาพที่ 2.9 สถาปัตยกรรมอัลกอริทึม YOLO

2.3.4 การวัดผล

การวัดประสิทธิภาพของตัวแบบที่เป็นที่นิยมในการทำ Object Detection คือ Intersection over Union (IoU) โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่เป็น Intersection ของ 2 Bounding Box ทหารด้วยพื้นที่รวมของกรอบล้อมวัตถุทั้งสอง ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ดัชนี Jaccard ที่เป็นวิธีในการหาเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ทับซ้อนกันระหว่างผลเฉลย (Ground Truth) กับผลที่ได้จากการทำนาย (Predict) จะเป็นดังภาพที่ 2.10 ซึ่งเกณฑ์การประเมินผลของค่าดังกล่าวจะต้องคำนวณผลออกมาได้มากกว่า 0.5 ถึงจะยอมรับประสิทธิภาพของตัวแบบได้ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.10 การคำนวณค่า IoU จากพื้นที่ทับซ้อนของกรอบล้อมวัตถุ



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการทับซ้อนในแต่ละค่าของ IoU

โดยการคำนวณค่า IoU จะคำนวณกับชุดข้อมูลทดสอบทั้งหมดแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่า IoU เพื่อวิเคราะห์ว่าตัวแบบมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้จริงหรือไม่ ซึ่งหากค่าไม่เกิน 0.5 จำเป็นต้องทำการปรับปรุงเพิ่มเติมต่อไป โดยสามารถคำนวณดังสมการที่ 2.1

$$IoU = \frac{\text{Intersection}}{\text{Union}} = \frac{\#TP}{\#TP + \#FP + \#FN} \quad (2-1)$$

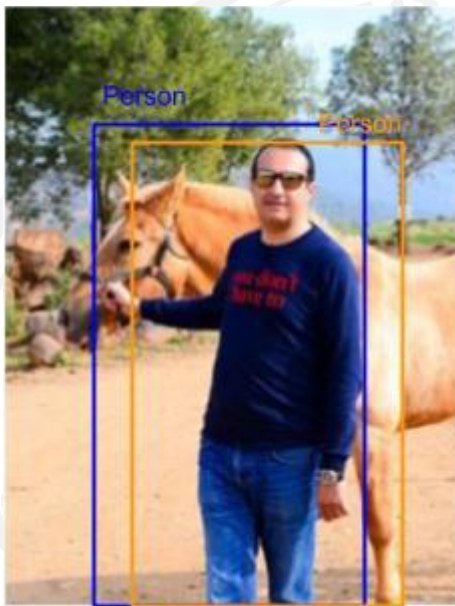
ตัวชี้วัดประสิทธิภาพโมเดลตรวจจับวัตถุอีกค่าที่จะประเมินควบคู่กันคือค่า mean Average Precision (mAP) จะคำนวณจากค่าเฉลี่ยของความแม่นยำ (Precision) และความลึก (Recall) ของวัตถุในรูปที่สนใจ ซึ่งเป็นดังสมการที่ 2.2 และสมการที่ 2.3 ตามลำดับ

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2-2)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2-3)$$

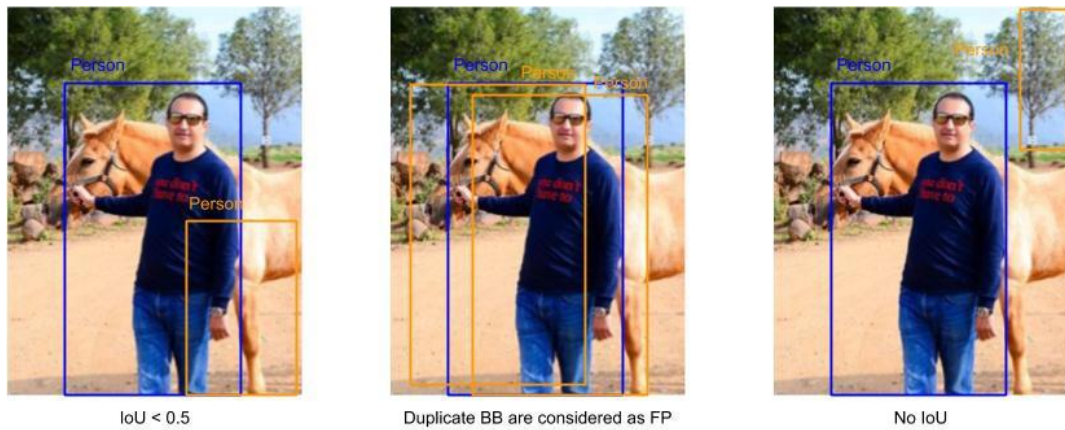
โดยตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณในสมการที่ 2.1, สมการที่ 2.2 และสมการที่ 2.3 อธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) True Positive (TP) หมายถึง วัตถุที่โมเดลทำนายว่าจริง และคนบอกว่ามันจริง โดยจะกำหนดเป็น TP เมื่อภาพที่พิจารณามีค่า IoU มากกว่า 0.5 และโมเดลทำนายชนิดของวัตถุถูกต้องดังภาพที่ 2.12



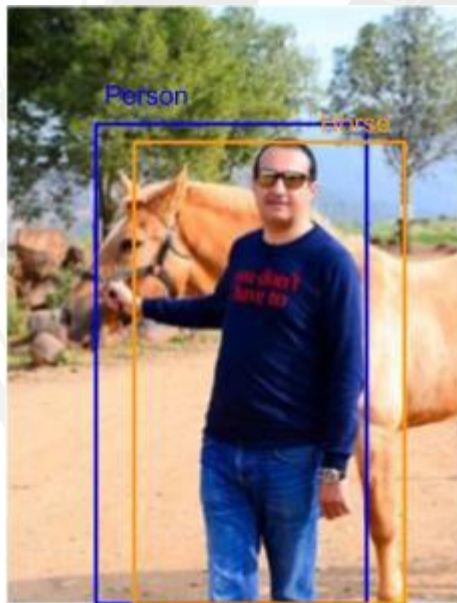
ภาพที่ 2.12 กำหนดเป็น TP เมื่อค่า IoU > 0.5 และมีการทำนาย Class ที่ถูกต้อง

- 2) True Negative (TN) หมายถึง วัตถุที่โมเดลทำนายว่าไม่จริง และคนบอกว่าไม่จริง
- 3) False Positive (FP) หมายถึง วัตถุที่โมเดลทำนายว่าจริง แต่คนบอกว่าไม่จริง โดยจะกำหนดเป็น FP เมื่อภาพที่พิจารณามีค่า IoU น้อยกว่า 0.5 ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 กำหนดเป็น FP เมื่อค่า IoU < 0.5

4) False Negative (FN) หมายถึง วัตถุที่โมเดลทำนายว่าไม่จริง แต่คนบอกว่าจริง โดยจะกำหนดเป็น FN เมื่อภาพที่พิจารณามีค่า IoU มากกว่า 0.5 และโมเดลทำนายชนิดของวัตถุไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 2.14 กำหนดเป็น FN เมื่อค่า IoU > 0.5 แต่มีการทำนาย Class ผิด

2.4 คุณภาพของการบริการ

Parasuraman, Zeithaml, and Berry (1985) นิยามคุณภาพของการบริการว่าเป็นความแตกต่างระหว่างความคาดหวังของลูกค้าในการบริการกับการรับรู้การบริการที่ได้รับ โดยคุณภาพของ

การบริการจะรับรู้และประเมินจากลูกค้าระหว่างที่อยู่ในกระบวนการจัดส่งการบริการ ลูกค้าจะพึงพอใจเมื่อสิ่งที่ได้รับนั้นเกินกว่าความคาดหวังที่มี ลูกค้าจะตัดสินคุณภาพการบริการจากหลายมุมมอง เช่น ความน่าเชื่อถือ การตอบสนอง ความเชื่อมั่น การเอาใจใส่ และความชัดเจน จากมุมมองต่าง ๆ ผู้วิจัยจะสนใจในส่วนของเวลาที่ลูกค้ารอรับบริการซึ่งมีความสัมพันธ์โดยกับกำลังการผลิตภายในร้าน โดยการรอคอยที่นานเกินไปเนื่องจากการขาดกำลังการผลิตจะส่งผลให้ลูกค้าไม่พอและลูกค้าที่ไม่พึงพอใจนั้นอาจมีโอกาที่จะเดินออกจากแถวรอรับบริการหรือออกจากร้านก่อนที่จะได้รับการเสิร์ฟอาหารจานแรก

2.5 ความคาดหวังของลูกค้าต่อระดับการให้บริการ

ความคาดหวังของลูกค้าเริ่มตั้งต้นตั้งแต่ก่อนเข้ารับบริการจากทางร้านอาหาร ดังนั้นการระบุความคาดหวังของลูกค้าในการให้บริการจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้การบริการมีคุณภาพ การรับรู้ของลูกค้าต่อบริการที่ดีจะเอื้อต่อความได้เปรียบเชิงกลยุทธ์ของร้านอาหาร

อย่างไรก็ตามความคาดหวังของลูกค้าเป็นสิ่งที่ซับซ้อนและพลึงในเชิงการบริการ (Harvey, 1998) ลูกค้าที่ได้รับการบริการที่มีคุณภาพสูงนั้นจะทำให้ลูกค้ามีความคาดหวังที่จะได้รับการบริการในระดับนี้ต่อไปเรื่อย ๆ (Garfein, 1987) ร้านอาหารจึงควรส่งมอบระดับการบริการที่สามารถมั่นใจได้ว่าจะมอบการบริการระดับนี้ได้ในทุกครั้งเพื่อผลประโยชน์ในระยะยาว Walsh (2000) พบว่าในธุรกิจร้านอาหารและโรงแรมลูกค้าจะจดจำการบริการที่ดีและไม่ดีเป็นพิเศษผ่านการบริการพื้นฐาน ซึ่งการที่ร้านอาหารสร้างการบริการพิเศษนอกเหนือปกติอาจทำให้สูญเสียงบประมาณหรือความพยายามโดยสูญเปล่า

2.6 ความคาดหวังของลูกค้าที่มีต่อประสบการณ์การรอในร้านอาหาร

เมื่อลูกค้าเข้ารับบริการจากทางร้านจะมีความคาดหวังในใจที่จะนำไปสู่ความพึงพอใจกับตัวบุคคล (Taylor, 1994) เป้าหมายของผู้จัดการร้านจึงเป็นการมอบการบริการที่อยู่ในระดับยอมรับได้ของลูกค้า แต่ก็ไม่มีระดับความพึงพอใจของลูกค้าที่แน่นอน อย่างไรก็ตามความพึงพอใจของลูกค้ามักจะขึ้นอยู่กับบริบทของการดำเนินงานการบริการด้วย สำหรับร้านอาหารที่หิวหาลูกค้าอาจไม่ค่อยพอใจหากรอนานไปหรือเร็วไป เนื่องจากต้องการที่จะศึกษาเมนูและตัดสินใจหรืออาจไม่พอใจที่รอนานเกินไป (Davis, Aquilano, & Chase, 2003) การรอเป็น 0 นาทีจึงอาจไม่ได้เป็นการบริการที่ดีที่สุดสำหรับลูกค้า ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญในการระบุเกณฑ์การให้บริการที่เจาะจงในแต่ละช่วงของ

การบริการเพื่อจัดการระบบบริการให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า โดยผลลัพธ์ตัวแปรในการรอนั้นจะขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์ด้วย (Davis & Maggard, 1990)

ลูกค้าจะให้ความสำคัญกับการรอคอยในแต่ละช่วงของการบริการแตกต่างกันไปตามแต่ละประเภทของร้านอาหาร Davis and Maggard (1990) พบว่าร้านอาหารประเภท Fast-Food ลูกค้าจะให้ความสำคัญกับเวลาในการรอคอยเริ่มต้นมากกว่าการบริการในลำดับถัดมา โดยในขั้นแรกจะเป็นการรอคิวเพื่อเข้ารับบริการสั่งอาหาร ลำดับต่อมาเป็นการรอรับอาหาร Zhao, Lau, and Lam (2002) พบว่าระยะเวลาในการรอคอยมีความพึงพอใจของลูกค้า ผลลัพธ์ดังกล่าวยังพิสูจน์ได้ว่าการรอคอยในสถานที่และช่วงบริการที่เจาะจงจะสามารถยอมรับการรอได้ 3 ระดับ ได้แก่ พอพอใจ ไม่พึงพอใจ และไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก (Hwang & Lambert, 2006) โดยนิยามได้ดังนี้

- 1) พึงพอใจ หมายถึง เวลาในการรอที่ยอมรับได้และลูกค้าพึงพอใจอย่างมากที่จะรอรับบริการ
- 2) ไม่พึงพอใจ หมายถึง เวลาในการรอคอยไม่เป็นที่ยอมรับและลูกค้าเริ่มอารมณ์เสียกับการรอคอยแต่อย่างไรก็ตามพฤติกรรมของลูกค้าไม่ได้รับอิทธิพลจากการรอคอย
- 3) ไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก หมายถึง จำนวนเวลาการรอคอยที่ลูกค้ารู้สึกโกรธมากและจะทำการโทรหาผู้จัดการร้านหรือตัดสินใจออกจากสถานที่การบริการไปเลย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาและทบทวนในทฤษฎี และแนวคิดต่าง ๆ ของการประเมินประสิทธิภาพการบริการของร้านอาหารประเภท Casual Dining ทำให้ทราบถึงกระบวนการที่เหมาะสมในการนำไปประเมินใช้จริงกับร้านอาหาร และได้นำระบบการตรวจจับวัดคุณภาพวิเคราะห์จับเวลาของการบริการ จึงได้ทำการศึกษางานวิจัยที่ผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ได้ศึกษาเพื่อนำมาพิจารณาเพิ่มในส่วนของเทคนิคในการตรวจจับวัด และเกณฑ์ที่ใช้วัดเวลาการรอคอยของลูกค้าที่เหมาะสมเพื่อที่จะช่วยให้การพัฒนาตัวแบบให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

Hwang and Lambert (2006) ได้ทำการศึกษาเรื่องการระบุเวลาการรอคอยที่สามารถยอมรับได้ของลูกค้าในระบบร้านอาหารที่มีหลายสถานะการบริการ เพื่อที่จะให้ผู้จัดการร้านอาหารมีข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับเวลารอที่ยอมรับได้สำหรับลูกค้า โดยผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาการรอจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขั้นตอนของกระบวนการให้บริการและระดับความคาดหวังของผู้ตอบแบบสอบถามด้วย โดยจะแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจ ไม่พึงพอใจ และไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินเวลารอคอยของลูกค้าทั้งระบบการบริการ

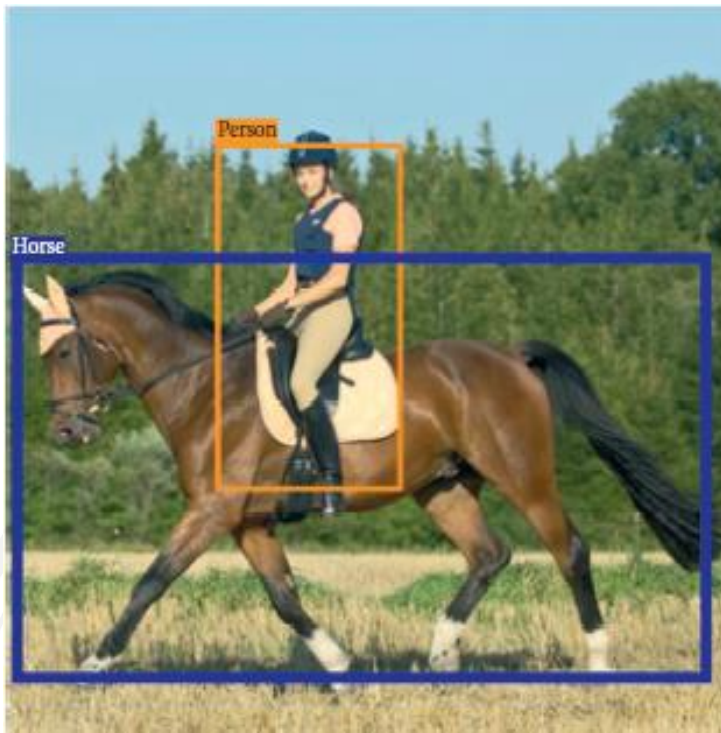
ช่วงการบริการ	ระดับความพึงพอใจ		
	พึงพอใจ (นาทีก)	ไม่พึงพอใจ (นาทีก)	ไม่พึงพอใจเป็น อย่างมาก (นาทีก)
รอต้อนรับ	2.57044	5.2807	8.5222
รอที่นั่ง	16.2500	28.0187	39.3918
รอสั่งอาหาร	4.0400	8.0741	12.6736
รออาหารเสิร์ฟ	15.3321	23.7193	34.3793
รอเรียกเก็บเงิน	4.8848	9.4889	14.6549
รอรับใบเสร็จ	4.3843	8.4740	13.7958

Agarwal et al. (2018) ได้ศึกษาพบว่าอัตราการก่อการร้ายและอาชญากรรมทั่วโลกมีจำนวนที่เพิ่มสูงขึ้น การที่มีการเฝ้าระวังจากกล้องวงจรปิดจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับในยุคปัจจุบัน โดยการเฝ้าระวังพร้อมกับการตรวจจับและติดตามพฤติกรรมของคนภายในบริเวณนั้นเป็นสิ่งสำคัญ การที่จะติดตามในมนุษย์ได้นั้นมีความยุ่งยากเนื่องจากมีลักษณะเคลื่อนไหวแบบสุ่มทำให้ยากต่อการติดตามและจัดประเภทของกิจกรรมรวมถึงจำแนกพฤติกรรมที่น่าสงสัย ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาระบบขึ้นเพื่อลดภาระของงานที่ต้องคอยเฝ้ากล้องวงจรปิดโดยการสร้างการตรวจจับวัตถุ จะมีการแจ้งเตือนในระบบเมื่อมีคนทิ้งวัตถุลงพื้น โดยกระบวนการวิเคราะห์จะเริ่มจากการลบพื้นหลังเพื่อให้ได้ภาพเบื้องต้น และมีการคำนวณระยะห่างระหว่างพิกเซลจากนั้นใช้เกณฑ์ตามพื้นที่เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างบุคคลและวัตถุ วัตถุจะถูกติดตามต่อไปตามเวลาที่ตั้งไว้ก่อนหน้านั้นซึ่งจะช่วยให้ระบบทำการตัดสินใจได้ว่าวัตถุนั้นถูกละทิ้งจากคนที่ทิ้งวัตถุหรือไม่ ตัวระบบสามารถนำไปใช้ในสถานที่ที่ต้องการวินิจฉัยและตรวจสอบความปลอดภัย โดยมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในสถานที่ที่มีกิจกรรมหรือผู้คนเป็นจำนวนมาก เช่น สนามบิน สถานีรถไฟฟ้าในทางออกและทางเข้า ตู้กดเงินสดและที่สาธารณะต่าง ๆ

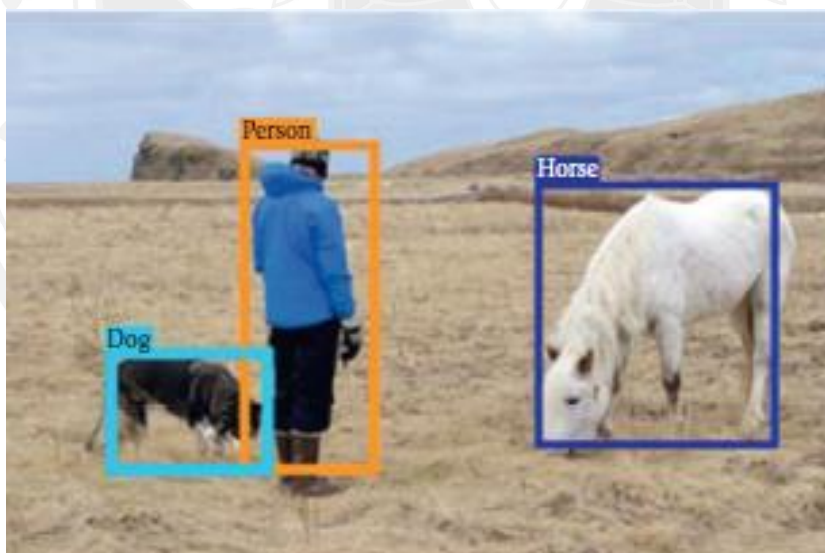


ภาพที่ 2.15 การแจ้งเตือนถูกสร้างขึ้นสำหรับวัตถุที่ถูกทิ้งและนำส่งสียบบนหน้าจอตว์ควบคุมกล้องวงจรปิด

Ahmad et al. (2020) ได้ศึกษาเรื่องการตรวจจับวัตถุผ่านการปรับเปลี่ยนเครือข่ายประสาทเทียมด้วยอัลกอริทึม YOLO ซึ่งการตรวจจับวัตถุมีความสำเร็จในปัจจุบันเป็นอย่างมากแต่ก็ยังมีความท้าทายมากเช่นกันในเรื่องของความเร็วและความแม่นยำ โดยวัตถุประสงค์เพื่อนำโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ YOLOv1 ที่ได้รับการแก้ไขปรับเปลี่ยน โดยรูปแบบเครือข่ายประสาทเทียมใหม่นั้นได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีต่อไปนี้ ประการแรกมีการปรับเปลี่ยน Loss Function ใหม่ให้มีความยืดหยุ่นและเหมาะสมกว่าในการเพิ่มประสิทธิภาพ ประการที่สองมีการเพิ่ม Spatial Pyramid Pooling Layer และประการสุดท้ายมีการเพิ่มตัวแบบเริ่มต้นด้วย Convolution Kernel ขนาด 1×1 ซึ่งช่วยลดจำนวนน้ำหนักในพารามิเตอร์ของ Layer ซึ่งจากการทดสอบกับ Pascal VOC ชุดข้อมูล 2007/2012 พบว่าวิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น



ภาพที่ 2.16 ผลลัพธ์จากการทดสอบบน Pascal VOC 2007 (Person 68.6%, Horse 77.5%)



ภาพที่ 2.17 ผลลัพธ์จากการทดสอบบน Pascal VOC 2012 (Person 64.2%, Dog 80.3%, Horse 72.2%)

Fang, Wang, and Ren (2020) ได้ทำการศึกษาวิธีการตรวจจับวัตถุแบบเรียลไทม์สำหรับสภาพแวดล้อมที่จำกัดด้วยอัลกอริทึม Tinier-YOLO ซึ่ง Deep Neural Networks (DNNs) มักจะ

ทำงานบนอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์และมีหน่วยความจำที่สูง ซึ่งด้วยข้อจำกัดในส่วนของอุปกรณ์ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ และ Tiny-YOLO-V3 เป็นรุ่นที่มีขนาดเล็กสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่ฝังมาพร้อมกับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องได้ วัตถุประสงค์ของการวิจัยต้องการนำตัวแบบดังกล่าวมาย่อขนาดให้เล็กลงมากยิ่งขึ้นโดยยังคงความแม่นยำในการตรวจจับที่ดียิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพเมื่อใช้กับข้อมูลแบบเรียลไทม์ ประสิทธิภาพการตรวจจับวัตถุได้รับการปรับปรุงใน Tinier-YOLO โดยใช้ Passthrough Layer ที่มีการผสมใน Map Feature จาก Layer ด้านหน้าเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ละเอียดซึ่งสามารถให้ตัวแบบ Tinier-YOLO มีขนาด 8.9 MB ซึ่งเล็กกว่า Tiny-YOLO-V3 เกือบ 4 เท่า เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับข้อมูลเรียลไทม์ Jetson TX1 ผลลัพธ์มีค่าเท่ากับ 25 FPS และค่า mAP เท่ากับ 65.7 % ในข้อมูล PASCAL และเท่ากับ 34.0 % บนชุดข้อมูล COCO



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของพนักงานภายในร้านอาหารประเภท Casual Dining ผ่านกล้อง CCTV ด้วยการจับเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยการบริการจากการตรวจจับวัตถุด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งเนื้อหาประกอบไปด้วย

- 3.1 รูปแบบของงานวิจัย
- 3.2 ขอบเขตการประเมินประสิทธิภาพร้านอาหาร
- 3.3 ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบตรวจจับวัตถุ
- 3.4 การนำตัวแบบไปใช้งาน
- 3.5 เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของพนักงาน

3.1 รูปแบบของงานวิจัย

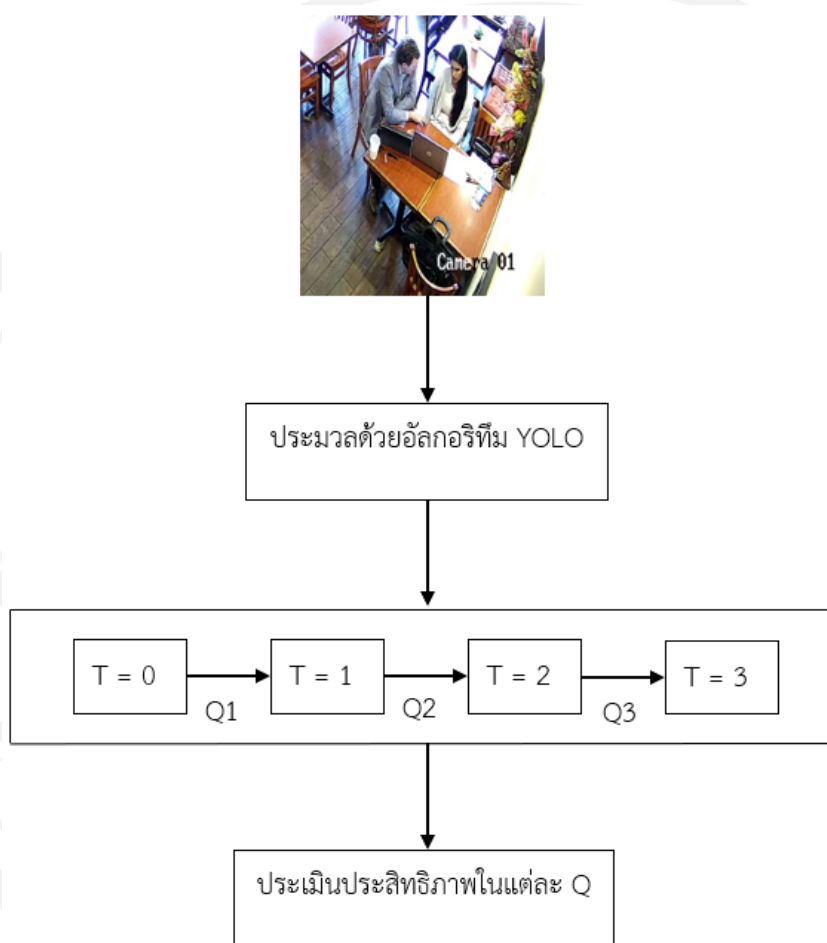
การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพัฒนาระบบตรวจจับวัตถุมาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพของการบริการ โดยจะทำการสำรวจเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยแต่ละช่วงของการดำเนินงานบริการของพนักงานในร้านอาหารประเภท Casual Dining

เพื่อหาแนวทางในการจับเวลาที่ลูกค้ารอคอยแล้วนำผลลัพธ์แต่ละสถานะบริการไปทำการประเมินกับเกณฑ์เวลามาตรฐานว่าปล่อยให้ลูกค้ารอนานเกินกว่าที่กำหนดหรือไม่ และสถานะใดที่เกิดเหตุการณ์เช่นนั้นขึ้นก็จะต้องทำการหาสาเหตุและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เกิดมาตรฐานต่อการบริการในด้านของความรวดเร็วสูงสุด

3.2 ขอบเขตการประเมินประสิทธิภาพร้านอาหาร

ขอบเขตของสาขาร้านอาหารประเภท Casual Dining ที่จะนำมาศึกษาในงานวิจัยด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่ไม่สามารถกำหนดวันและสาขาได้เอง จึงได้มีการใช้ข้อมูลวิดีโอจากกล้อง CCTV ของสาขาในกรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งหมด 3 สาขา และในแต่ละสาขาจะเก็บข้อมูลทั้งหมด 1 วัน

ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับเวลา (Temporal) หากวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งวันจะสามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่างครอบคลุม โดยจะคำนวณเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรพนักงานในแต่ละช่วงของการบริการทั้งหมด 3 ช่วง ดังต่อไปนี้ 1) รพนักงานเข้ามาให้บริการครั้งแรกตั้งแต่นั่งโต๊ะ 2) รพนักงานเข้ามารับออเดอร์ครั้งแรก 3) รพนักงานเข้ามาเสิร์ฟอาหารครั้งแรก



ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงการทำงานทั้งหมดของระบบ

จากภาพที่ 3.1 จะกำหนดตัวแปรของการกระบวนการดังต่อไปนี้

$T = 0$ คือ เวลาเริ่มต้นที่มีลูกค้ามานั่งที่โต๊ะอาหาร

$T = 1$ คือ เวลาที่มีการตรวจจับการเข้ามาให้บริการครั้งแรกที่โต๊ะของพนักงาน

$T = 2$ คือ เวลาที่มีการเข้ารับออเดอร์ในครั้งแรกของพนักงานที่โต๊ะ

$T = 3$ คือ เวลาที่มีการมาเสิร์ฟอาหารในครั้งแรกของพนักงานที่โต๊ะ

$Q = 1$ คือ ระยะเวลาที่ลูกค้ารอการเข้ามาให้บริการครั้งแรกของพนักงาน

$Q = 2$ คือ ระยะเวลาที่ลูกค้ารอตั้งแต่พนักงานออกจากโต๊ะไปครั้งล่าสุดจนกระทั่งมีการเข้ามารับออเดอร์เป็นครั้งแรก

$Q = 3$ คือ ระยะเวลาที่ลูกค้ารอตั้งแต่พนักงานออกจากโต๊ะเมื่อทำการรับออเดอร์เสร็จสิ้นจนมีการมาเสิร์ฟอาหารเป็นครั้งแรก

3.3 ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบตรวจจับวัตถุ

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ข้อมูลที่ได้นำมาใช้เริ่มต้นเป็นไฟล์วิดีโอที่มีการบันทึกจากกล้อง CCTV โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ไฟล์วิดีโอนามสกุล mp4
- 2) ความคมชัด 1.3 ล้านพิกเซล และ 2 ล้านพิกเซล
- 3) มีค่าอัตราภาพต่อวินาทีหรือ FPS (Frame Per Second) เท่ากับ 30
- 4) ข้อมูลของสาขาที่นำมาพัฒนาตัวแบบจะใช้ทั้งหมด 15 สาขา อยู่ในกรุงเทพมหานคร

ทั้งหมด

หลังจากนั้นไปทำการแปลงข้อมูลเนื่องจากข้อมูลที่มีเป็นไฟล์วิดีโอจึงต้องทำการแปลงเป็นไฟล์รูปภาพเพื่อใช้ในการนำไป Train ตัวแบบ โดยจากคุณสมบัติข้อมูลที่มีค่า FPS เท่ากับ 30 ได้ทำการเขียนโปรแกรมด้วย Python เพื่อทำการแปลงวิดีโอเป็นไฟล์ภาพนามสกุล jpg โดยกำหนดจัดเก็บภาพทุก 1 วินาทีของวิดีโอ

โดยภาพที่จะนำไปใช้ฝึกสอนตัวแบบนำมาจากวิดีโอจากกล้อง CCTV ของร้านอาหารทั้งหมด 15 สาขา จะทำการจัดเตรียมทั้งหมด 2 ประเภท คือ รูปภาพขนาดเต็ม (มุมกว้าง) ตามต้นฉบับของวิดีโอ และรูปภาพขนาดเล็ก (มุมแคบ) เป็นภาพที่ผ่านการตัดต่อวิดีโอให้เหลือแค่ขอบเขตในโต๊ะบริการเท่านั้น โดยทั้งหมดได้จากการแคปภาพนิ่งออกมาที่ 1 FPS

3.3.2 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

- 1) การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleansing)

เมื่อทำการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลรูปภาพที่ได้จากวิดีโอเรียบร้อยแล้ว จะทำการทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleansing) เนื่องจากรูปภาพที่ได้จากการแปลงผ่านวิดีโอมีข้อมูลที่ไม่จำเป็นต่อกระบวนการลำดับถัดไปจึงต้องทำการเอาออกจากชุดข้อมูล เช่น รูปภาพซ้ำกัน รูปภาพที่ไม่มีพนักงานอยู่ ได้ผลลัพธ์ทั้งหมดจำนวนทั้งหมด 2,010 ภาพ แบ่งออกเป็นรูปภาพขนาดเต็ม (มุมกว้าง) ตามต้นฉบับของวิดีโอ และรูปภาพขนาดเล็ก (มุมแคบ) ประเภทละ 1,005 ภาพ (1,005 ภาพ \times 2

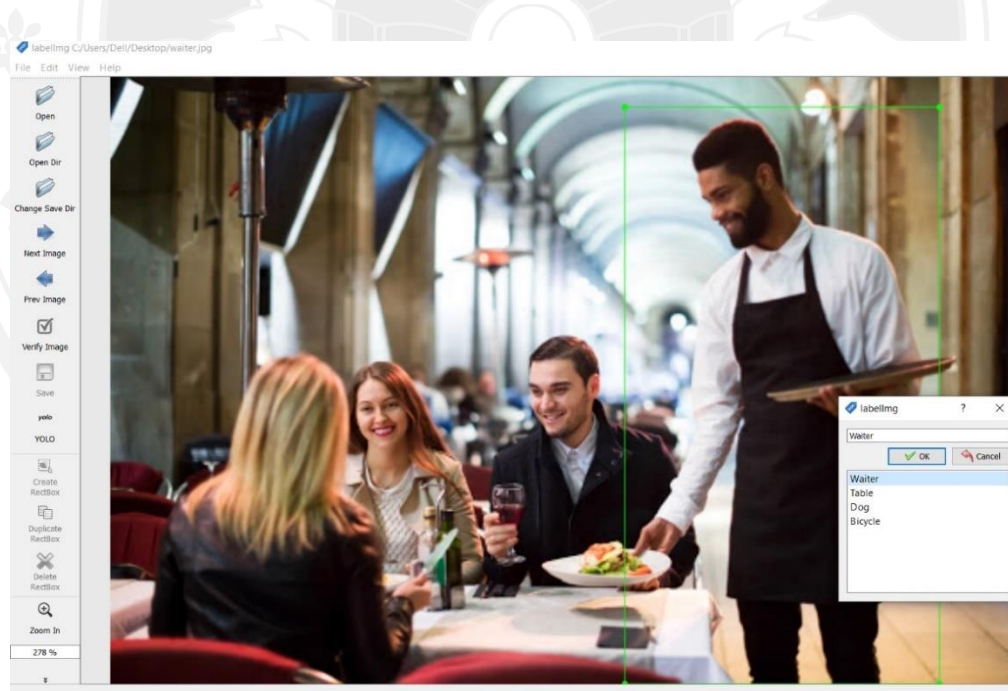
ประเภท = 2,010 ภาพ) และจากภาพทั้ง 2 ประเภท แต่ละประเภทจะประกอบด้วยรูปภาพทั้ง 15 สาขา สาขาละ 67 ภาพ ($15 \text{ สาขา} \times 67 \text{ ภาพ} \times 2 \text{ ประเภท} = 2,010 \text{ ภาพ}$)

2) การแบ่งชุดข้อมูล (Splitting Data)

ทำการแบ่งสัดส่วนของข้อมูลเพื่อนำไปใช้ฝึกสอนตัวแบบ โดยจะแบ่งออกเป็นชุดข้อมูลฝึกสอน (Training) กับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการสุ่ม ทำการแบ่งข้อมูลเป็น Training และ Testing ในอัตราส่วน 80:20 ซึ่งคำนวณเป็นจำนวน 1,608 ภาพ และ 402 ภาพ ตามลำดับ

3) การกำกับประเภทของวัตถุบนรูปภาพ (Image Annotations)

ในขั้นตอนนี้จะทำการกำกับประเภทของวัตถุกับชุดข้อมูล Training เพื่อที่จะนำไปฝึกสอนตัวแบบในการตรวจจับวัตถุ โดยจะทำการระบุขอบเขตของประเภทที่สนใจที่อยู่ภายในรูปภาพ เพื่อที่จะทำให้ระบบค้นหาคุณลักษณะที่สำคัญในขอบเขตนั้น ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลสำคัญสำหรับการฝึกสอนตัวแบบดังต่อไปนี้ 1) ชื่อของประเภทวัตถุที่สนใจ 2) พิกัดแกน x และ y ของตำแหน่งที่ทำการกำกับไว้ (Bounding Box) ซึ่งจะถูกรสร้างออกมาเป็นไฟล์ txt โดยในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องลากกรอบขอบเขตด้วยมือทีละภาพจนครบ 1,608 ภาพ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานในการทำ



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างการกำกับขอบเขตและกำหนดประเภทของวัตถุด้วย LabelImg

ขั้นตอนนี้ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากจะส่งผลต่อประสิทธิภาพต่อตัวแบบในการตรวจจับวัตถุ เนื่องจากการฝึกสอนตัวแบบนี้จะดึงเอาคุณลักษณะที่สำคัญภายในขอบเขตภาพมาใช้งาน ดังนั้นการกำหนดขอบเขตของวัตถุที่สนใจภายในแต่ละภาพอย่างแม่นยำและคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจะทำให้สามารถป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้เมื่อนำไปใช้งานจริง โดยการที่ทำการอย่างแม่นยำนั้นต้องคำนึงถึงการไม่กำหนดขอบเขตไปกินพื้นที่ส่วนอื่นมากเกินไป และหากมีภาพที่ไม่เต็มทั้งตัวควรที่จะเพิ่มรูปภาพประเภทนั้นเข้าไปให้สม่ำเสมอกับแบบเต็มตัวด้วย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทำ Bounding Box นั้นมีให้เลือกมากมายโดยไม่ส่งผลถึงประสิทธิภาพในการฝึกสอนตัวแบบ ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องมือ Labelimg โดยกำหนดวัตถุที่สนใจ 1 ประเภท เท่านั้นคือพนักงานที่ทำหน้าที่บริการลูกค้าในแต่ละโต๊ะของร้านอาหารเพื่อที่จะเก็บเวลาขณะพนักงานเข้ามาให้บริการและเวลาที่เดินออกไปเมื่อทำการบริการเสร็จสิ้น

3.3.3 การสร้างแบบจำลอง (Model Training)

ในงานวิจัยได้เลือกใช้การตรวจจับวัตถุด้วยอัลกอริทึม YOLOv4 ที่นำเทคนิค Deep Learning มาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีความแม่นยำและความรวดเร็วในการตรวจจับ โดยจะทำการฝึกสอนแบบจำลองบนโครงข่ายประสาทเทียมดาร์กเน็ต เนื่องจาก YOLO ได้รับการพัฒนามาจากระบบดาร์กเน็ตซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คสำหรับการสอนปัญญาประดิษฐ์ด้วยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม

ในส่วนของการ Train Model เพื่อลดเวลาในการฝึกแบบจำลองจะใช้เทคนิค Transfer Learning บน YOLOv4 โดยจะใช้ Pre-Trained ของ AlexeyAB เป็นตัวแบบตั้งต้น ซึ่งได้ผ่านการฝึกสอนกับชุดข้อมูล MS COCO และ ImageNet มาแล้ว ซึ่งนำเข้าข้อมูลผ่านการปรับรูปภาพเป็นการแสดงออกเป็นสีในรูปแบบอาร์จีบี (RGB) ขนาด (448, 448, 3) และข้อมูลนำออก (Output Tensor) มีขนาด $(S, S, B \times 5 + C) = (7, 7, 1 \times 5 + 1)$ โดย S แทน grid cell, B แทน Bounding Box, C แทน จำนวนประเภทของพนักงาน ซึ่งในงานวิจัยนี้มีเท่ากับ 1 ดังรูปที่ 3 จากนั้นทำการตั้งค่าพารามิเตอร์กับชุดข้อมูลของผู้วิจัยดังต่อไปนี้ Batch Size = 64, Subdivisions = 16, Input Resolution = 416 x 416, Number of Filters = 18, Number of Class = 1

โดยการฝึกแบบจำลองได้เลือกทำบน Google Colab เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงมากเมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยสเปคที่เลือกใช้ คือ การ์ดจอ Tesla P100 และ Memory ขนาด 16 GB ซึ่งมีการเปิดให้ใช้งานฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย จากนั้นทำการ Train โดยใช้ไลบรารี Darknet ซึ่งถูกพัฒนามาจากภาษา C โดย AlexeyAB และสามารถใช้งานร่วมกับ CUDA ได้อีกด้วย

โดยเมื่อทำการฝึกสอนแบบจำลองแล้วนั้นการที่จะหาจุดสิ้นสุดของการฝึกสอนจะต้องดูค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดในการตรวจจับวัตถุ (Average Loss) และจำนวนครั้งในการฝึกสอน (Iterations) ซึ่งค่า Average Loss จะมีค่าลดลงตามจำนวนครั้งที่ทำการฝึกสอนที่เพิ่มมากขึ้น จะทำ

การหยุดการฝึกสอนเมื่อค่า Average Loss ไม่มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญอีกต่อไป ซึ่งการฝึกสอนดังกล่าวใช้เวลาเป็นจำนวนมากไม่สามารถจะนั่งเฝ้าการเปลี่ยนแปลงของค่าได้ตลอดเวลา ทำการแก้ปัญหาโดยการใช้ Early Stopping ในการหยุด

3.3.4 การประเมินผล (Model Evaluation)

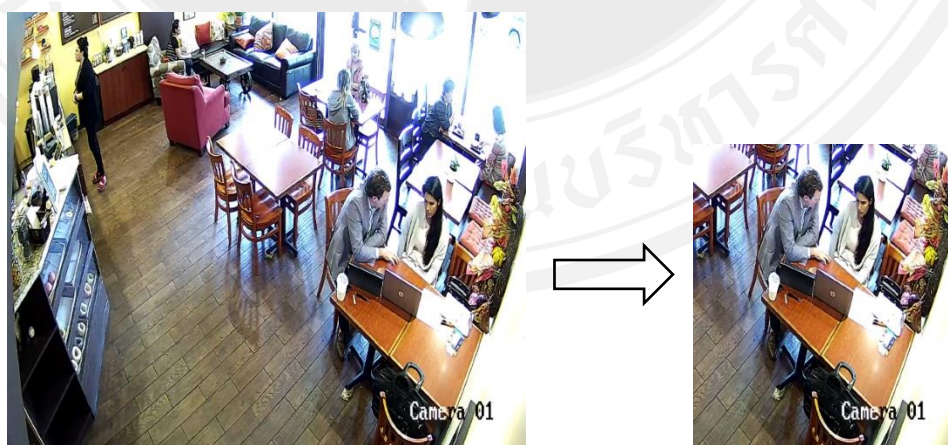
เมื่อทำการฝึกสอนแบบจำลองในการตรวจจับด้วยอัลกอริทึม YOLOv4 เรียบร้อยแล้วจะนำมาประเมินประสิทธิภาพตาม หัวข้อ 2.2.4 ซึ่งจะเป็นการคำนวณหาค่า average ของ Intersection over Union (IoU), mean Average Precision (mAP), ความแม่นยำ (Precision) และความถี่ (Recall) ของชุดข้อมูลทดสอบ

3.4 การนำตัวแบบไปใช้งาน

3.4.1 กระบวนการเขียนโปรแกรมเพื่อนำตัวแบบมาใช้

จากที่ได้ฝึกสอนตัวแบบให้สามารถตรวจจับพนักงานภายในร้านอาหารที่กำหนดได้แล้ว จะนำไปใช้งานจริงกับข้อมูลวิดีโอที่ได้จากกล้อง CCTV เพื่อที่จะคำนวณเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรับบริการในแต่ละสถานะการบริการ โดยจะคำนวณทั้งหมด 3 สถานะ ซึ่งขั้นตอนการทำงานเป็นดังต่อไปนี้

- 1) ตัดวิดีโอแยกออกมาประมวลผลเป็นรายโต๊ะ เพื่อให้จัดเก็บเวลาเข้าและออกของพนักงานแต่ละโต๊ะได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากข้อมูลวิดีโอได้จากกล้องที่มีการบันทึกภาพเป็นมุมกว้าง
- 2) นำตัวแบบที่ได้จากการฝึกมาเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อยอดด้วยภาษา Python โดยกำหนดว่าเมื่อมีการตรวจจับพนักงานเข้ามาในบริเวณโต๊ะบริการแล้วจะมีการบันทึกเวลาดังกล่าว



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการตัดวิดีโอให้เหลือมุมกล้องเป็นรายโต๊ะ

3) หลังจากทำการวิเคราะห์หจจนจบวิดีโอ เวลาที่บันทึกได้ออกมาจะเป็นวินาทีโดยปัญหาสำคัญคือการระบุให้ได้ว่าการตรวจจับครั้งไหนเป็นการเข้ามาบริการที่โต๊ะนั้นจริง ๆ เนื่องจากภายในร้านอาหารมีพนักงานเดินผ่านกล้องไปมาตลอดเวลา ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้ทำการแก้ปัญหาโดยการกำหนดว่าเวลาที่บันทึกออกมาได้หากมีความต่อเนื่องของการตรวจจับพนักงานเกิน 4 วินาทีขึ้นไปจะกำหนดให้เป็นการเข้ามาบริการ หรือในอีกความหมายหนึ่งคือพนักงานยืนอยู่ในมุมกล้องแคบรายโต๊ะเป็นเวลามากกว่า 4 วินาทีขึ้นไป

3.4.2 การประมวลผลระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยการบริการ

เมื่อนำตัวแบบไปตรวจจับพนักงานผ่านกล้องวงจรปิดเรียบร้อยแล้วนั้นจะได้ผลลัพธ์ของเวลาที่ตรวจจับได้ โดยจะนำมาระบุจุดเริ่มต้นของการเข้าบริการและจุดสิ้นสุดของการบริการแต่ละครั้ง เพื่อที่สามารถนำมาคำนวณต่อว่าแต่ละช่วงของการบริการลูกค้าแต่ละโต๊ะใช้เวลาในการรอคอยมากน้อยเพียงใด โดยจะทำการประมวลผลทั้งหมด 3 ช่วงการบริการด้วยกัน โดยได้นำข้อมูลการขาย (POS : Point of Sale) มาประมวลผลร่วมด้วยเพื่อช่วยในการระบุการบริการได้แม่นยำมากขึ้น โดยมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1) รอพนักงานเข้ามาให้บริการครั้งแรกตั้งแต่นั่งโต๊ะ (Q1)

โดยเวลาเริ่มต้นที่ลูกค้านั่งที่โต๊ะจะได้จากการบันทึกเวลาจากการตัดวิดีโอรายโต๊ะ และเมื่อมีการตรวจจับพนักงานเข้ามาครั้งแรก ซึ่งการเข้ามาบริการจะตรวจสอบจากการยืนบริการที่โต๊ะมากกว่า 4 วินาที และหลังจากนั้นจะเอาเวลาเข้ามาบริการคำนวณส่วนต่างกับเวลาเริ่มต้นที่ลูกค้ามานั่ง จะได้เวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการใน Q1

2) รอพนักงานเข้ามารับออเดอร์เป็นครั้งแรก (Q2)

หลังจากที่มีพนักงานเข้ามาบริการเป็นครั้งแรกที่โต๊ะ หลังจากนั้นจะมีการมาเข้ามาบริการเสริมต่าง ๆ เช่น เติมน้ำ ขายสินค้าที่นอกเหนือจากอาหาร ขายบัตรสมาชิก เป็นต้น ซึ่งจะทำการกรองออกทั้งหมด โดยจะนำข้อมูลการขาย (Point of Sale : POS) มาช่วยกำกับโดยจะนำข้อมูลเวลาที่มีการส่งออเดอร์เข้าระบบซึ่งจะเป็นเวลาที่กดสั่งไปแล้ว โดยการตรวจสอบว่าการเข้ามาบริการครั้งแรกของพนักงานเป็นการมารับออเดอร์ จะดูเวลาที่ตรวจจับได้ก่อนที่จะมีการส่งออเดอร์เข้าระบบกำหนดเป็นเวลาที่พนักงานเข้ามารับออเดอร์ แล้วทำการคำนวณระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอดด้วยการนำไปหาส่วนต่างกับเวลาที่พนักงานเข้ามาบริการลำดับก่อนหน้า

3) รอพนักงานเข้ามาเสิร์ฟอาหาร (Q3)

เมื่อพนักงานที่เข้ามารับออเดอร์ออกจากพื้นที่บริการจะให้เวลานั้นเป็นเวลาเริ่มต้น แล้วเมื่อพนักงานเข้ามาบริการครั้งถัดไปจะให้เป็นเวลาสิ้นสุด และจะมาคำนวณเวลาส่วนต่างเพื่อใช้เป็น

ระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอ ซึ่งจะทำให้การคำนวณส่วนต่างของการรอไปจนถึงเวลาครึ่งหนึ่งของการใช้บริการของลูกค้าในโต๊ะนั้น ๆ

3.5 เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของพนักงาน

โดยหลังจากวิเคราะห์ระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอทั้ง 3 สถานการณ์บริการเรียบร้อยแล้วจะนำไปประเมินว่าแต่ละสถานะประสิทธิภาพอยู่ในช่วงระดับใด ซึ่งจะเทียบกับเกณฑ์ที่ใช้กับร้านอาหารประเภท Casual Dining เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลวิดีโอที่ใช้ในการศึกษา

Hwang and Lambert (2006) วิจัยเรื่อง “Customers’ Identification of Acceptable Waiting Times in a Multi-Stage Restaurant System” ได้แบ่งความพึงพอใจของลูกค้าออกเป็น 3 ประเภท คือ พึงพอใจ ไม่พึงพอใจ และไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก สรุปผลได้ว่าเกณฑ์ที่ใช้วัดความพึงพอใจในการรอคอยของลูกค้าเป็นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินเวลารอคอยของลูกค้าแต่ละสถานะบริการ

ช่วงการบริการ	ระดับความพึงพอใจ		
	พึงพอใจ (นาที)	ไม่พึงพอใจ (นาที)	ไม่พึงพอใจเป็น อย่างมาก (นาที)
รอพนักงานเข้ามาให้บริการครั้งแรก (Q1)	2.34	5.16	8.31
รอพนักงานรับออเดอร์ (Q2)	4.02	8.04	12.40
รอพนักงานเสิร์ฟอาหาร (Q3)	15.19	23.41	34.22

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการศึกษาวิจัยการตรวจจับการทำงานของพนักงานภายในร้านอาหารประเภท Casual Dining ผ่านกล้องวงจรปิดด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึกนั้นมีผลการทดลองประกอบไปด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- 4.1) ผลการฝึกแบบจำลองด้วย YOLOv4
- 4.2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการ
- 4.3) ความแม่นยำในการใช้งาน

4.1 ผลการฝึกแบบจำลองด้วย YOLOv4

จากการฝึกแบบจำลองในหัวข้อ 3.3.3 ด้วยอัลกอริทึม YOLOv4 โดยการใช้ Pre-Trained ของ AlexeyAB เป็นตัวแบบตั้งต้น ซึ่งได้ผ่านการฝึกสอนกับชุดข้อมูล MS COCO และ ImageNet มาแล้ว ซึ่งจะใช้ภาพพนักงานภายในร้านอาหารที่เป็นประเภทของวัตถุที่สนใจทั้งหมด 1,608 ภาพ จากการฝึกแบบจำลองด้วยหน่วยประมวลผลของ Google Colab โดยรอบของการสอนตัวแบบจะใช้ Early Stopping ในการหยุดการสอนเมื่อค่า Average Loss ไม่มีการลดลงแล้ว

โดยค่า Average IoU เป็นการวัดประสิทธิภาพในการตรวจจับวัตถุที่สนใจภายในภาพจากผลเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ทับซ้อนกันของ 2 ขอบเขตกล่องหารด้วยพื้นที่รวมของกรอบทั้งสอง หรือก็คือหลักในการหาเปอร์เซ็นต์ที่ทับซ้อนกันระหว่าง ผลเฉลย (Ground Truth) และผลจากการทำนายของตัวแบบ (Prediction) ซึ่งผลลัพธ์ออกมาได้ 71.86% มีค่ามากกว่า 50% จึงยอมรับได้

ค่า mean Average Precision (mAP) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1 ซึ่งเป็นการหาค่าเฉลี่ยของความแม่นยำ (Precision) และความลึก (Recall) ของวัตถุประเภทที่สนใจในรูปนั้น ๆ โดยจะคำนวณเฉพาะรูปที่มีขอบเขตกล่องที่มีค่า IoU > 0.5 ซึ่งผลลัพธ์จากการคำนวณได้ค่า mAP = 0.96 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพของตัวแบบในการตรวจจับกับชุดข้อมูลทดสอบ และค่า Precision = 0.88, Recall = 0.96 และ F1 = 0.92

อย่างไรก็ตามเมื่อนำตัวแบบที่ได้ไปใช้จริงกับวิดีโอกล้องวงจรปิด แสงสว่างและพื้นหลังของภาพรวมถึงความคมชัดของกล้องนั้นมีผลต่อความแม่นยำในการตรวจจับพนักงาน โดยผลลัพธ์ของตัวแบบได้จากข้อมูลที่มีความคมชัด 1.3 ล้านพิกเซล และ 2 ล้านพิกเซล

ตารางที่ 4.1 ผลประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ YOLOv4

Performance	YOLOv4
Precision	0.88
Recall	0.96
F1-score	0.92
Average IoU	71.86%
mAP@0.50	0.96

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการ

จากการฝึกแบบจำลองกับชุดข้อมูลภาพพนักงานภายในร้านอาหารประเภท Casual Dining ตัวแบบที่ได้มีประสิทธิภาพสูงและสามารถนำไปใช้งานจริงได้ ผู้วิจัยจึงนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการจากการคำนวณเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยในแต่ละสถานะบริการ ซึ่งจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ได้รับมาใช้เพียงแค่ 3 สาขา จึงจะทำการวิเคราะห์ในแต่ละสาขาอย่างละ 1 วัน ซึ่งข้อมูลที่เป็นเวลาการวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งวันจะสามารถสะท้อนถึงประสิทธิภาพได้อย่างครอบคลุม โดยจะสมมติชื่อสาขาทั้ง 3 สาขา ได้แก่ สาขา A, สาขา B, และสาขา C หลังจากคำนวณเวลาที่ลูกค้ารอคอยการรับบริการในแต่ละสาขาเรียบร้อยแล้วจะนำไปประเมินประสิทธิภาพกับตารางที่ 3.1 ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพมีผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

1) ผลการประเมินประสิทธิภาพของการบริการในสาขา A

การบริการที่เกิดขึ้นในสาขา A ของวันที่นำข้อมูลจากกล้อง CCTV มาวิเคราะห์จำนวน 1 วัน นั้นมีการบริการทั้งหมด 71 ครั้ง ในแต่ละสถานะบริการ หรืออีกความหมายหนึ่งคือในวันดังกล่าวมีลูกค้าเข้ามารับประทานอาหารในสาขา A จำนวน 71 ใบเสร็จ ผลการวิเคราะห์เวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยแสดงผลในภาพที่ 4.1 ในสถานการณ์ต้อนรับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการรอคอยเท่ากับ 14 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจเนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่า 2 นาที 34 วินาที ในการรับออเดอร์ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 24 วินาที ใช้เวลาน้อยกว่า 4 นาที 2 วินาที จึงจัดอยู่ในระดับพึงพอใจ และการเสิร์ฟอาหารใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 148 วินาที หรือ 2 นาที 28 วินาที จัดอยู่ในระดับพึงพอใจเนื่องจากไม่เกิน 15 นาที 19

วินาที แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยทั้ง 3 สถานะ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจทั้งหมดซึ่งเป็นระดับดีที่สุดแสดงถึงประสิทธิภาพในการให้บริการที่รวดเร็ว รวมถึงการจัดการที่ดีของผู้จัดการร้าน แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าแต่ละรายโต๊ะผ่านเกณฑ์ทั้งหมดเนื่องจากต้องวิเคราะห์รายโต๊ะด้วยเพื่อความชัดเจนและแม่นยำยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.1 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการทั้ง 3 สถานะบริการในสาขา A

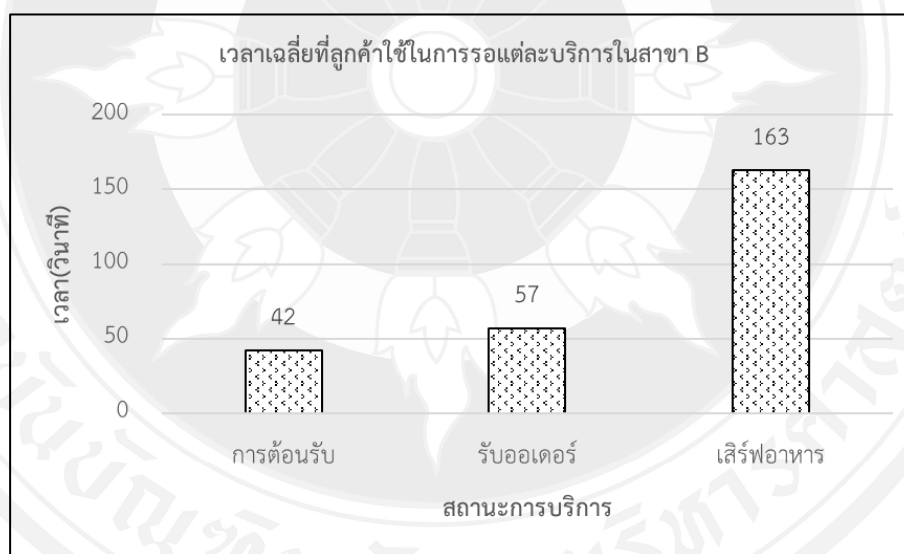
จากนั้นจึงมาวิเคราะห์รายโต๊ะในสาขา A โดยผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งมีการบริการเกิดขึ้นในแต่ละสถานะเป็นจำนวน 71 ครั้ง โดยสถานะการต้อนรับและเสิร์ฟอาหารทั้ง 71 ครั้งอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด คิดเป็น 100 % และสถานะรับออเดอร์อยู่ในระดับพึงพอใจ 70 ครั้ง คิดเป็น 98.59% และมีเพียง 1 ครั้ง คิดเป็น 1.41% ที่อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ จำเป็นต้องไปตรวจสอบบริการครั้งดังกล่าวว่ามีปัญหาอะไรเกิดขึ้น ซึ่งตรวจพบว่าเป็นช่วงเวลากลางวันที่มีการเข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ทำให้พนักงานเข้าให้บริการได้ไม่ทันตามเวลาที่อยู่ในระดับพึงพอใจ

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการในสาขา A (จำนวนครั้ง)

สาขา	สถานะบริการ	พึงพอใจ (ครั้ง)	ไม่พึงพอใจ (ครั้ง)	ไม่พึงพอใจเป็น อย่างมาก (ครั้ง)
A	การต้อนรับ	71 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	รับออเดอร์	70 (98.59%)	1 (1.41%)	0 (0%)
	เสิร์ฟอาหาร	71 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของการบริการในสาขา B

การบริการที่เกิดขึ้นในสาขา B ของวันที่นำข้อมูลจากกล้อง CCTV มาวิเคราะห์จำนวน 1 วัน นั้นมีการบริการทั้งหมด 105 ครั้ง ในแต่ละสถานะบริการ หรืออีกความหมายหนึ่งคือในวันดังกล่าวมีลูกค้าเข้ามารับประทานอาหารเช้าในสาขา B จำนวน 105 ใบเสร็จ ผลการวิเคราะห์เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยแสดงผลในภาพที่ 4.2 ในสถานะบริการของการต้อนรับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการรอคอยเท่ากับ 42 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจเนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่า 2 นาที 34 วินาที ในการรับออเดอร์ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 57 วินาที ใช้เวลาน้อยกว่า 4 นาที 2 วินาที จึงจัดอยู่ในระดับพึงพอใจ และการเสิร์ฟอาหารเช้าใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 163 วินาที หรือ 2 นาที 43 วินาที จัดอยู่ในระดับพึงพอใจเนื่องจากไม่เกิน 15 นาที 19 วินาที แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยทั้ง 3 สถานะ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจทั้งหมดซึ่งเป็นระดับที่ดีที่สุดแสดงถึงประสิทธิภาพในการให้บริการที่รวดเร็ว การจัดการที่ดีของผู้จัดการร้าน แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าแต่ละรายโต๊ะผ่านเกณฑ์ทั้งหมดเนื่องจากต้องวิเคราะห์รายโต๊ะด้วยเพื่อความชัดเจนและแม่นยำยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.2 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการทั้ง 3 สถานะบริการในสาขา B

จากนั้นจึงมาวิเคราะห์รายโต๊ะในสาขา B โดยผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งมีการบริการเกิดขึ้นในแต่ละสถานะเป็นจำนวน 105 ครั้ง โดยสถานการณ์ต้อนรับอยู่ในระดับพึงพอใจ 98 ครั้ง หรือคิดเป็น 93.34% และ 6 ครั้ง อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ คิดเป็น 5.71% ที่เหลืออีก 1 ครั้ง หรือคิดเป็น 0.95% ตกอยู่ในระดับไม่พึงพอใจเป็นอย่างมากซึ่งเป็นระดับที่อันตรายไม่ควรปล่อยให้เกิดขึ้น

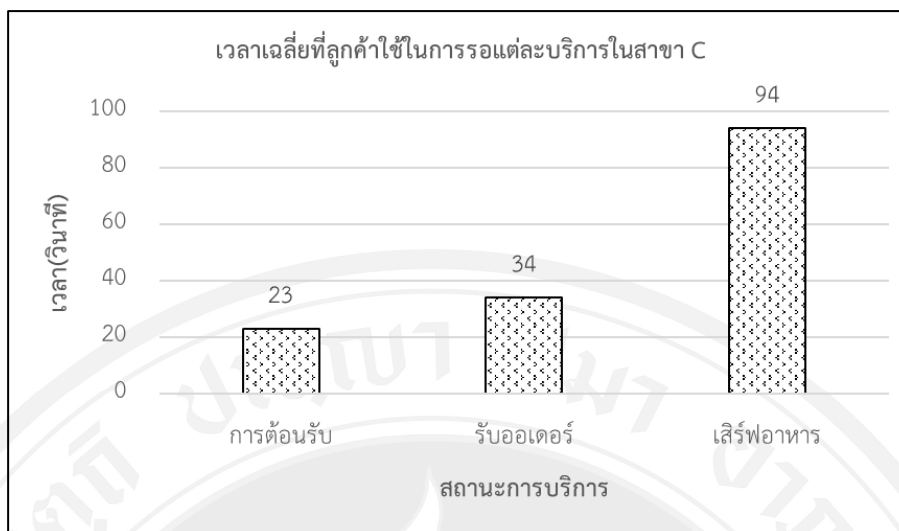
เนื่องจากบริการที่ตกอยู่ในระดับนี้ลูกค้ามีเกณฑ์ที่จะตัดสินใจเดินออกจากร้านและไม่รับบริการต่อซึ่งทำให้ร้านอาหารเสียลูกค้ารวมถึงชื่อเสียงในระยะยาว ส่วนสถานะรับออเดอร์อยู่ในระดับพึงพอใจ 102 ครั้ง คิดเป็น 97.14% และมีอีก 3 ครั้ง คิดเป็น 2.86% ที่อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ ส่วนสถานะเสิร์ฟอาหารอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด 105 ครั้ง คิดเป็น 100% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการอาหารภายในครัวรวมถึงพนักงานที่เพียงพอต่อการบริการเสิร์ฟอาหารที่รวดเร็ว

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการในสาขา B (จำนวนครั้ง)

สาขา	สถานะบริการ	พึงพอใจ (ครั้ง)	ไม่พึงพอใจ (ครั้ง)	ไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก (ครั้ง)
B	การต้อนรับ	98 (93.34%)	6 (5.71%)	1 (0.95%)
	รับออเดอร์	102 (97.14%)	3 (2.86%)	0 (0%)
	เสิร์ฟอาหาร	105 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

3) ผลการประเมินประสิทธิภาพของการบริการในสาขา C

การบริการที่เกิดขึ้นในสาขา C ของวันที่นำข้อมูลจากกล้อง CCTV มาวิเคราะห์จำนวน 1 วัน นั้นมีการบริการทั้งหมด 72 ครั้ง ในแต่ละสถานะบริการ หรืออีกความหมายหนึ่งคือในวันดังกล่าวมีลูกค้าเข้ามารับประทานอาหารในสาขา C จำนวน 72 ใบเสร็จ ผลการวิเคราะห์เวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยแสดงผลในภาพที่ 4.3 โดยสถานะบริการของการต้อนรับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการรอคอยเท่ากับ 23 วินาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจเนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่า 2 นาที 34 วินาที ในการรับออเดอร์ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 34 วินาที ใช้เวลาน้อยกว่า 4 นาที 2 วินาที จึงจัดอยู่ในระดับพึงพอใจ และการเสิร์ฟอาหารใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 94 วินาที หรือ 1 นาที 34 วินาที จัดอยู่ในระดับพึงพอใจเนื่องจากไม่เกิน 15 นาที 19 วินาที แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยทั้ง 3 สถานะ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจทั้งหมดซึ่งเป็นระดับดีที่สุดแสดงถึงประสิทธิภาพในการให้บริการที่รวดเร็ว การจัดการที่ดีของผู้จัดการร้าน แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าแต่ละรายโต๊ะผ่านเกณฑ์ทั้งหมดเนื่องจากต้องวิเคราะห์รายโต๊ะด้วยเพื่อความชัดเจนและแม่นยำยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.3 เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการทั้ง 3 สถานะบริการในสาขา C

จากนั้นจึงมาวิเคราะห์รายโต๊ะในสาขา C โดยผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งมีการบริการเกิดขึ้นในแต่ละสถานะเป็นจำนวน 72 ครั้ง โดยสถานการณ์ต้อนรับอยู่ในระดับพึงพอใจ 71 ครั้ง หรือคิดเป็น 98.61% และ 1 ครั้ง อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ คิดเป็น 1.39% ส่วนสถานะรับออเดอร์อยู่ในระดับพึงพอใจ 71 ครั้ง คิดเป็น 98.61% และมีอีก 1 ครั้ง คิดเป็น 1.39% ที่อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ ส่วนสถานะเสิร์ฟอาหารอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด 71 ครั้ง คิดเป็น 100% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการอาหารภายในครัวรวมถึงพนักงานที่เพียงพอต่อการบริการเสิร์ฟอาหารที่รวดเร็ว ซึ่ง 1 ครั้งที่อยู่ในระดับไม่พึงพอใจของสถานการณ์ต้อนรับกับรับออเดอร์ เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีลูกค้ามาใช้บริการสูงสุดคือช่วงมื่อกลางวันและมื่อเย็น ซึ่งควรมีการพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้การบริการทั้งหมดอยู่ในระดับพึงพอใจเพื่อตอบสนองแก่ลูกค้าได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินเวลาที่ใช้ในการรอรับบริการในสาขา C (จำนวนครั้ง)

สาขา	สถานะบริการ	พึงพอใจ (ครั้ง)	ไม่พึงพอใจ (ครั้ง)	ไม่พึงพอใจเป็น อย่างมาก (ครั้ง)
C	การต้อนรับ	71 (98.61%)	1 (1.39%)	0 (0%)
	รับออเดอร์	71 (98.61%)	1 (1.39%)	0 (0%)
	เสิร์ฟอาหาร	71 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

จากการสรุปผลข้างต้นพบว่าครั้งที่มีการประเมินอยู่ในระดับไม่พึงพอใจและไม่พึงพอใจเป็นอย่างมากนั้นเกิดอยู่ในช่วงกลางวันจนถึงเย็นซึ่งเป็นเวลาที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้พนักงานให้บริการได้ไม่ทั่วถึงตามเวลาที่กำหนด ในส่วนการเสิร์ฟอาหารอยู่ในระดับดีมากเนื่องจากในทุกสาขาที่วิเคราะห์ตกอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงการจัดเตรียมอาหารในครัวที่รวดเร็วรวมถึงพนักงานที่เตรียมตัวเสิร์ฟด้วย

ในรูปที่ 4 ทำการคำนวณเวลารอเฉลี่ยในแต่ละสถานะของการบริการทั้ง 3 สาขา โดยนำเวลารอในแต่ละสถานะของสาขา A ทั้ง 71 ครั้ง สาขา B 105 ครั้ง และสาขา C 72 ครั้ง มาคำนวณเพื่อดูเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอรับบริการเฉลี่ย พบว่าการต้อนรับกับการรับออเดอร์นั้นมีเวลารอเฉลี่ยไม่เกิน 1 นาที และเสิร์ฟอาหารภายใน 3 นาทีเท่านั้นโดยหากนำไปประเมินกับตารางที่ 1 พบว่าทุกสถานะของทุกสาขาจะอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด

4.3 ความแม่นยำในการใช้งาน

โดยตัวแบบและกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์เวลาที่ลูกค้ารอรับบริการจากพนักงานแต่ละสถานะได้นำมาประเมินความแม่นยำในการจับเวลาจากความคลาดเคลื่อนของเวลาที่เกิดขึ้นจริงโดยทดสอบกับจำนวนครั้งบริการ 10 % ของจากทั้งหมด 3 สาขา คิดเป็น 25 ครั้ง จากทั้งหมด 248 ครั้ง พบว่าในสถานะการต้อนรับมีความคลาดเคลื่อนในการจับเวลาเฉลี่ย 0.32 วินาที รับออเดอร์ 0.56 วินาที และเสิร์ฟอาหาร 35.67 วินาที ซึ่งพบว่าใน 2 บริการแรกมีความแม่นยำสูงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 วินาที แต่ในส่วนของสถานะเสิร์ฟอาหารมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงซึ่งต้องพัฒนาเพิ่มเติมในสถานะนี้ต่อไปในอนาคต

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

โดยงานวิจัยเล่มนี้ได้ทำการพัฒนาระบบประเมินประสิทธิภาพของการบริการในร้านอาหารประเภท Casual Dining โดยประเมินจากระยะเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยการรับบริการทั้งหมด 3 สถานะ โดยใช้ระบบตรวจจับวัตถุมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดความแม่นยำและใช้งบประมาณน้อยที่สุดเนื่องจากนำข้อมูลที่มีการเก็บบันทึกอยู่แล้วมาใช้งาน ซึ่งสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบการประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของพนักงาน จากการฝึกสอนแบบจำลองตัวแบบ YOLOv4 มีประสิทธิภาพที่แม่นยำมากโดยมีค่า Average IoU = 71.86%, mAP = 96.56%, Precision = 0.88, Recall = 0.96 และ F1-score = 0.92 ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณเวลารอของลูกค้าจริงได้จากการเข้ามาให้บริการในแต่ละครั้ง

จากการประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการทั้ง 3 สถานะบริการของ 3 สาขา ในสาขา A จากการบริการที่เกิดขึ้นจำนวน 71 ครั้ง ในสถานการณ์ต้อนรับและเสิร์ฟอาหารอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด มีเพียง 1 ครั้ง ในสถานะรับออเดอร์ที่อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ ในสาขา B มีการบริการเกิดขึ้นทั้งหมด 105 ครั้ง พบว่าสถานการณ์ต้อนรับมี 6 ครั้ง อยู่ในระดับไม่พึงพอใจและ 1 ครั้ง อยู่ในระดับไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก ส่วนการรับออเดอร์มีจำนวน 3 ครั้ง อยู่ในระดับไม่พึงพอใจ ส่วนการเสิร์ฟอาหารอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด และสาขา C มีจำนวนการบริการทั้งหมด 71 ครั้ง ในสถานการณ์ต้อนรับและรับออเดอร์อยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด และมี 1 ครั้ง ในสถานะเสิร์ฟอาหารอยู่ในระดับไม่พึงพอใจ

เมื่อนำแต่ละสาขามาคำนวณเวลาเฉลี่ยในแต่ละสถานะมีค่าดังต่อไปนี้ โดยเรียงลำดับสาขา A B และ C ในสถานะต้อนรับเท่ากับ 14 วินาที, 42 วินาที และ 23 วินาที ในสถานะรับออเดอร์เท่ากับ

24 วินาที, 57 วินาที และ 34 วินาที ในสถานะเสิร์ฟอาหารเท่ากับ 148 วินาที, 163 วินาที และ 94 วินาที

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการทั้ง 3 สถานะบริการของ 3 สาขา พบว่าการที่มีสถานะบริการตกอยู่ในระดับไม่พึงพอใจและไม่พึงพอใจเป็นอย่างมาก ซึ่งเมื่อไปดูที่ข้อมูลที่จัดเก็บออกมาจากระบบตรวจจับนั้นเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวันหรือช่วงตอนเย็นที่เป็นช่วงเวลารับประทานอาหารซึ่งลูกค้าจะมาใช้บริการในเวลาดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ซึ่งควรจะมีการจัดการบริหารสัดส่วนพนักงานให้เพียงพอเพื่อให้ทุกสถานะอยู่ในระดับพึงพอใจทั้งหมด โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินเวลาสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของแต่ละประเภทร้านอาหารที่นำไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการบริการสูงสุด

5.3 ข้อจำกัดของระบบในงานวิจัย

โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการฝึกฝนตัวแบบกับวัตถุที่สนใจ 1 ชนิดเท่านั้น ซึ่งเป็นพนักงานในร้านอาหารดังกล่าวที่มีเครื่องแต่งกายประจำร้านอาหาร จึงทำให้ไม่สามารถนำตัวแบบไปใช้กับร้านอาหารอื่นได้ และการประเมินประสิทธิภาพสามารถทำได้รายโต๊ะเท่านั้นโดยจำเป็นต้องตัดวิดีโอออกเป็นรายโต๊ะก่อนซึ่งต้องเป็นโต๊ะแยกที่ไม่ไปติดกับพื้นที่อื่น เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบไปตรวจจับบริการของพนักงานโต๊ะอื่นแทนซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ถูกต้อง

5.4 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ได้ความแม่นยำของสถานะต้อนรับกับสถานะรับออเดอร์มีความแม่นยำมากโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่ถึง 1 วินาที โดยแนวทางในการพัฒนาเพื่อความแม่นยำที่มากขึ้นในสถานะการบริการเสิร์ฟอาหารควรมีการเพิ่มประเภทในการตรวจจับเข้าไปเพิ่มเติมและตรวจวัดความคลาดเคลื่อนในการจับเวลาก่อนนำไปใช้จริง เพื่อที่จะสามารถทำการแยกประเภทดังกล่าวในการบริการของพนักงานได้อัตโนมัติจากการตรวจจับและวิเคราะห์เวลาที่ลูกค้าใช้ในการรอคอยผ่านวิดีโอได้ดียิ่งขึ้น และควรเลือกใช้เกณฑ์ในการประเมินเวลาที่ลูกค้าใช้ในการรับบริการตามประเภทของร้านอาหารที่ทำการประเมิน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด

บรรณานุกรม

- Agarwal, P., Kahlon, S. S., Bisht, N., Dash, P., Ahuja, S., & Goyal, A. (2018). *Abandoned object detection and tracking using cctv camera*. Paper presented at the Information and Communication Technology for Sustainable Development, Singapore.
- Ahmad, T., Ma, Y., Yahya, M., Ahmad, B., Nazir, S., & Haq, A. u. (2020). Object detection through modified YOLO neural network. *Scientific Programming 2020, 2020*. doi:10.1155/2020/8403262
- Baker, J., Parasuraman, A., Grewal, D., & Voss, G. B. (2002). The influence of multiple store environment cues on perceived merchandise value and patronage intentions. *Journal of Marketing, 66*(2), 120-141. doi:10.1509/jmkg.66.2.120.18470
- Bochkovskiy, A., Wang, C.-Y., & Liao, H.-Y. M. (2020). Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. *arXiv preprint arXiv:2004.10934*.
- Corsten, H., & Stuhlmann, S. (1998). Capacity management in service organisations. *Technovation, 18*(3), 163-178. doi:10.1016/S0166-4972(97)90121-8
- Davis, M. M. (1991). How long should a customer wait for service? *Decision Sciences, 22*(2), 421-434. doi:10.1111/j.1540-5915.1991.tb00356.x
- Davis, M. M., Aquilano, N. J., & Chase, R. B. (2003). *Fundamentals of operations management*: McGraw-Hill/Irwin.
- Davis, M. M., & Maggard, M. J. (1990). An analysis of customer satisfaction with waiting times in a two-stage service process. *Journal of Operations Management, 9*(3), 324-334. doi:10.1016/0272-6963(90)90158-A
- Fang, W., Wang, L., & Ren, P. (2020). Tinier-YOLO: A real-time object detection method for constrained environments. *IEEE Access, 8*, 1935-1944. doi:10.1109/ACCESS.2019.2961959
- Garfein, R. T. (1987). Evaluating the impact of customer service delivery systems. *Journal of Services Marketing, 1*(2), 19-25. doi:10.1108/eb024704
- Girshick, R. (2015, 7-13 Dec. 2015). *Fast R-CNN*. Paper presented at the 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV).

- Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., & Malik, J. (2014, 23-28 June 2014). *Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation*. Paper presented at the 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.
- Harvey, J. (1998). Service quality: a tutorial. *Journal of Operations Management*, *16*(5), 583-597. doi:10.1016/S0272-6963(97)00026-0
- Hueter, J., & Swart, W. (1998). An integrated labor-management system for taco bell. *Interfaces*, *28*(1), 75-91. doi:10.1287/inte.28.1.75
- Hwang, J., & Lambert, C. U. (2006). Customers' identification of acceptable waiting times in a multi-stage restaurant system. *Journal of Foodservice Business Research*, *8*(1), 3-16. doi:10.1300/J369v08n01_02
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, *49*(4), 41-50. doi:10.1177/002224298504900403
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). Yolov3: An incremental improvement. *arXiv preprint arXiv:1804.02767*.
- Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2017). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *39*(6), 1137-1149. doi:10.1109/TPAMI.2016.2577031
- Stevens, P., Knutson, B., & Patton, M. (1995). Dineserv: A tool for measuring service quality in restaurants. *The Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, *36*(2), 5-60. doi:10.1016/0010-8804(95)93844-K
- Taylor, S. (1994). Waiting for service: The relationship between delays and evaluations of service. *Journal of Marketing*, *58*(2), 56. doi:10.1177/002224299405800205
- Walsh, K. (2000). A service conundrum. *The Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, *41*(5), 40-50. doi:10.1016/S0010-8804(01)80004-5
- Zhao, X., Lau, R. S. M., & Lam, K. (2002). Optimizing the service configuration with the least total cost approach. *International Journal of Service Industry Management*, *13*(4), 348-361. doi:10.1108/09564230210445050



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายพุฒิพงศ์ จันทร์แจ่ม
ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2560

