

การจำแนกรายการอาหารและตรวจจับส่วนประกอบจากรูปภาพอาหาร

ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

FOOD LIST CATEGORIZATION AND INGREDIENT DETECTION FROM FOOD IMAGES THROUGH DEEP LEARNING TECHNIQUES

รังสรรค์ มั่นสมานะชัย¹

ดร.ธนภัทร พังคะจิตร²

บทคัดย่อ

โภชนาการมีความสำคัญมากและ ส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์ จากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ทำให้สามารถแยกแยะเมนูอาหารและส่วนประกอบอาหารได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามความหลากหลายของส่วนประกอบอาหารในแต่ละท้องถิ่นถือเป็นอุปสรรคที่ทำให้ต้องสอนแบบจำลองให้รู้จักรูปแบบของส่วนประกอบอาหารเหล่านั้น งานนี้จึงนำเสนอแบบจำลองสำหรับจำแนกรายการอาหาร พร้อมตรวจจับส่วนประกอบจากรูปภาพอาหารด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ทำให้การประมาณสารอาหารและแคลอรีที่ร่างกายได้รับแม่นยำมากยิ่งขึ้น งานนี้ได้สร้างแบบจำลองโดยใช้เทคนิค YOLOv4 ซึ่งให้ความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุที่ค่อนข้างสูง และสร้างชุดข้อมูลภาพเมนูอาหารซึ่งระบุถึงส่วนประกอบที่ปรากฏในรูปภาพอาหาร สำหรับผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองพบว่า ให้ความแม่นยำที่สูงมากสำหรับชุดข้อมูลที่มีเมนูอาหารและส่วนประกอบอาหารจำนวนน้อย ในขณะที่ให้ความแม่นยำลดลงอย่างมากเมื่อเพิ่มจำนวนเมนูและส่วนประกอบ โดยเกิดจากจำนวนภาพของส่วนประกอบบางชนิดที่มีน้อยและมีขนาดเล็กมากในภาพอาหาร ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องของแบบจำลอง จึงจำเป็นต้องปรับชุดข้อมูลเรียนรู้ให้มีจำนวนภาพที่ใกล้เคียงกันสำหรับส่วนประกอบอาหารทุกชนิดรวมถึงขนาดของส่วนประกอบอาหารที่ต้องมีขนาดค่อนข้างใหญ่ในภาพอาหาร

คำสำคัญ: รายการอาหาร, การเรียนรู้เชิงลึก, แคลอรี, คอมพิวเตอร์วิทัศน์, ส่วนประกอบของอาหาร

¹นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่

²ปริกษาสารนิพนธ์หลัก

ABSTRACT

Adequate nutrition is an important factor for human beings' healthy life. The advancement of computer visions leads to efficiently classify food categories and ingredients from food images. According to the variety of ingredients in different regions, the model requires more training on food images containing those ingredients. This work proposes a model for categorizing food images and also detecting ingredients using deep learning techniques. These promote the accurate prediction on the approximated amount of nutrition and calories absorbed through the human body. In this work, the model was built from the YOLOv4 technique which provides high accuracy for detecting objects in images. In addition, a dataset of food images and their ingredients' locations are constructed. The experimental results showed that our model provided high accuracy on the dataset with a small number of food categories and ingredients. Contrastingly on a dataset with a large number of categories, the obtained accuracy reduces dramatically with the reason of insufficient occurrence and the small size of ingredients in food images. To further improve the performance of a model, a dataset training is needed to be formulated by using sufficient occurrence and size for every ingredient in food images.

Keywords: Food categories, Deep learning, Calories, Computer vision, ingredients

บทนำ

ปัจจุบันการรักษาสุขภาพด้วยการกำหนดการรับประทานอาหารเป็นการป้องกันที่ดีกว่าเกิดปัญหาขึ้นมาแล้วทำการรักษา ด้วยเทคโนโลยีเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกในปัจจุบันมีความก้าวหน้าในหลายๆด้านเช่น ด้าน Convolutional Neural Network (CNN)[3] สามารถนำมาแยกแยะวัตถุออกจากภาพได้อย่างแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น ในงานวิจัยจึงสนใจการทำเทคนิคนี้นำมาแยกอาหารและส่วนประกอบอาหารออกจากภาพเพื่อจำแนกชื่ออาหารหรือชื่อส่วนประกอบอาหารในภาพที่เราถ่ายภาพ โดยมีงานวิจัย Calorie Estimation System Using Object Detection by Deep Learning Technique[4] ชุดข้อมูลเป็นอาหารอินเดียและใช้เทคโนโลยี Yolo V3[5] มาสร้างแบบจำลองและให้ค่า Mean Average Precision(mAP) 90.92 จึงมีความสนใจจะนำเทคนิคนี้มาใช้และ แก้ไขปัญหาความหลากหลายของอาหารในเมนูเดียวกันแต่มีการใส่ส่วนประกอบอาหารในแต่ละเมนูที่แตกต่างกัน เช่น ข้าวผัดกุ้ง ข้าวผัดหมู หรือ ข้าวผัดรวมมิตร โดยแบบจำลองในวิจัยนี้จะตรวจสอบส่วนประกอบเมนูด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองในการตรวจจับเมนูอาหารให้แม่นยำมากขึ้น ด้วยการเพิ่มเทคนิคตรวจจับวัตถุดิบที่เห็นในภาพ เพื่อช่วยจำแนกและตัดสินใจว่าเป็นอาหารเมนูอะไรด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ในการสร้างแบบจำลองสำหรับเรียนรู้ภาพเมนูอาหาร และวัตถุดิบในอาหาร โดยมีการทำงานแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก รวบรวมภาพอาหารจากรายการเมนูอาหารที่รวบรวมมาได้ด้วยวิธีการ web scarping จาก internet ขั้นตอนที่สอง นำรูปภาพที่ได้นำมา Masking ที่รูปอาหารหรือวัตถุดิบที่เราต้องการ ขั้นตอนที่ 3 นำเข้า Platform YOLOv4 Darknet เพื่อสร้างแบบจำลองและนำไปใช้งานต่อไป ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ทำให้สามารถบอกจำนวนแคลอรี และวัตถุดิบหลักของอาหารจากภาพถ่ายได้

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองในการตรวจจับเมนูอาหารให้แม่นยำมากขึ้น ด้วยการตรวจจับเมนูอาหารและวัตถุดิบในภาพ เพื่อวัดประมาณแคลอรี

ขอบเขตของการวิจัย

1. การรวบรวมรูปภาพอาหารเพื่อจัดทำ model.
2. การตรวจจับเมนูอาหารไทย จำนวน 8 เมนู ข้าวกระเพราหมู ข้าวผัดกุ้ง ข้าวคะน้าหมูกรอบ เป็นต้น และวัตถุดิบ 76 ชนิดเช่น ถั่วงอก ไข่ดาว แครอท ผักชี ต้นหอม เป็นต้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยเป็นเครื่องมือในการกำหนดอาหาร
2. ช่วยในการบริหารการบริโภค

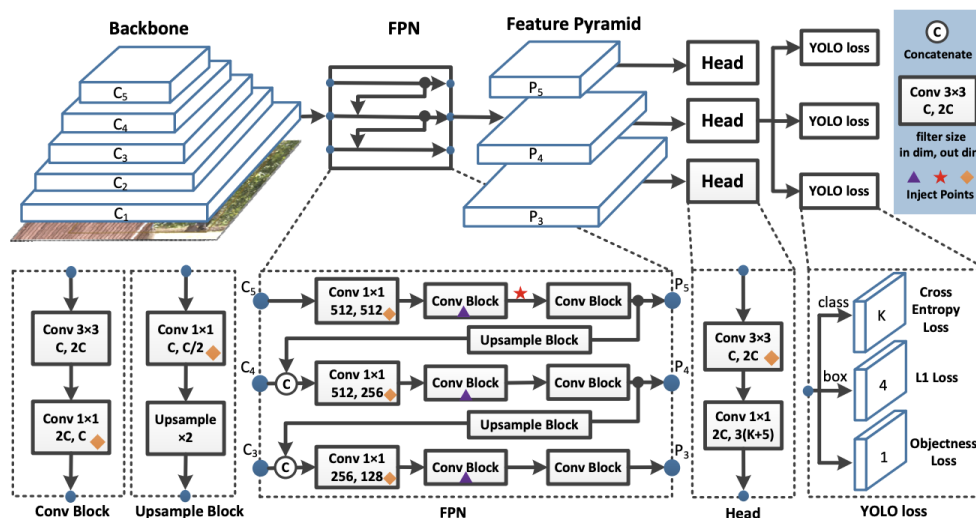
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยนี้เป็นวิธีการนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมติดตามปริมาณแคลอรี และสารอาหารจากภาพอาหาร ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยจำเป็นต้องศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายการต่อไปนี้

1. Convolutional neural network (CNN) YOLOv4

Darknet Yolo จัดว่าเป็นเทคนิคการตรวจจับวัตถุในภาพ (Modern Convolutional Detection) ซึ่งเป็นโอเพนซอร์สสำหรับงานปัญญาประดิษฐ์แบบโครงข่ายประสาท (Neural Network) ที่พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C++ และสามารถทำงานบนหน่วยประมวลผล CUDA [11] ของ GPU Card ได้เป็นอย่างดี เพื่อเพิ่มความเร็วการทำงานอย่างมหาศาลของแอปพลิเคชันเหมาะมากกับการประมวลผลภาพแบบ Real Time ภาพจากกล้องหรือวิดีโอ ซึ่งจัดว่าเป็น Engine ดีที่สุดในเรื่องความเร็วต่อความแม่นยำในยุคปัจจุบัน

โครงสร้าง Yolo แต่ละเวอร์ชัน จะมีโครงสร้าง Convolution Box ที่แตกต่างกันและโดยทั่วไป Yolo จะทำการ Fix ขนาดของภาพกับ Model ภาพในฐานข้อมูล การคำนวณแต่ละรูปแบบของ Convolution Box ทั้งนี้โครงสร้าง Convolution Neural Network สำหรับ Yolo ก็เป็นเพียงการนำเอา Neural Network แบบใดๆ เช่น Feed Forward หรือ Back propagation มาต่อออกจาก Convolution Kernel นั้นเอง ซึ่งจะปรากฏเป็นลักษณะของ Learning Rule ที่ต่างกันแทน



ภาพที่ 1 YoloV4 Architecture

YOLOv4 ทำงานอยู่บนสถาปัตยกรรม CSPDarknet53 ซึ่งพัฒนาด้วยภาษา C ทำให้เข้าถึงสถาปัตยกรรมของ GPU และ CPU ได้อย่างเต็มที่จึงทำให้มีความเร็วและความแม่นยำที่สูง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

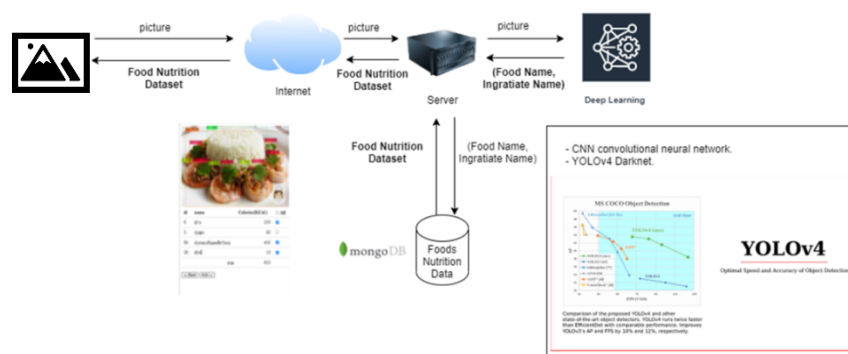
นพรัตน์ มาน้อย อ่ำพล บุญจินดา และ ชูพันธุ์ รัตนโกศา(2019) งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันค้นหาสูตรการทำอาหารจากภาพวัตถุดิบด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกซึ่งผู้ใช้งานสามารถแบ่งปันสูตรการทำอาหารและสามารถใช้อุปกรณ์พกพาถ่ายภาพวัตถุดิบที่ผู้ใช้มีอยู่แล้วในครัว รวมถึงทดสอบแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น และโครงข่ายประสาทเทียมการเรียนรู้เชิงลึกที่มีการใช้อัลกอริทึม YOLO ผ่านไลบรารี Darknet สำหรับการสร้างแบบจำลอง โดยจำวัตถุดิบจำนวน 20 ประเภท ด้วยภาพประเภทละ 100 ภาพ ได้ค่า Precision, Recall และ F1-Score อยู่ที่ 0.96, 0.98 และ 0.97 ตามลำดับ

Calorie Estimation System Using Object Detection by Deep Learning Technique
(2020) [4] งานวิจัยนี้ทำการพัฒนา mobile application ด้วย YOLOv3 โดยเจ้าของการวิจัยนำข้อมูลตัวอย่างเป็นอาหารอินเดีย และกำหนดอาหาร ข้าว, โรตีส, sabji, daal, puri และ Gulab jamun ผลของงานวิจัยนี้ค่า mAP ของ CNN model เท่ากับ 86.89 ส่วน YOLO [v3] ทำการฝึกข้อมูลเองจะได้เท่ากับ 81.00

Food Calorie Measurement Using Deep Learning Neural Network (2015) [6] การวิจัยนี้กำหนดชุดข้อมูล 3,000 ภาพและมีสภาพแสงที่ต่างกัน กล้องที่มีคุณภาพที่แตกต่างกัน มุมการถ่ายภาพที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยอาหาร 30 ประเภทและ แบ่งการเทรน 50% ผลลัพธ์จากการวิจัยนี้การใช้ Deep Neural Network algorithm เป็นวิธีการที่ดีที่สุด

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมติดตามปริมาณแคลอรี และสารอาหารจากภาพอาหาร ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) โดยมีแนวทางการวิจัยดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงขบวนการทำงานตรวจจับแคตลอรี

1) การเตรียมข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลอง

ขอบเขตงานวิจัยต้องการสร้างแบบจำลองเพื่อจำภาพอาหารและวัตถุดิบประกอบอาหาร โดยได้นำภาพของอาหารจาก google search engine และ Instagram เมนูละประมาณ 100 ภาพ

1.1 ดำเนินการเตรียมข้อมูลรายการอาหารเบื้องต้นลงในเอกสาร excel เช่น ข้าวผัดหมู, ข้าวผัดกุ้ง เป็นต้น

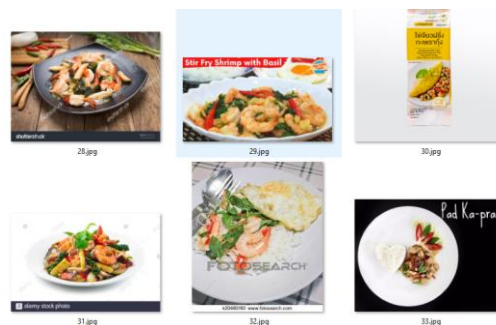
1.2 ดึงภาพจากโลกอินเทอร์เน็ต 1 เมนูประมาณ 100 ภาพ โดยใช้ Python.

1.3 ทำการคัดกรองรูปว่าเหมาะสำหรับการนำมาทำแบบจำลองหรือไม่ การคัดรูปภาพออกมี 2 ประเภท

1.3.1 รูปที่ซ้ำกัน

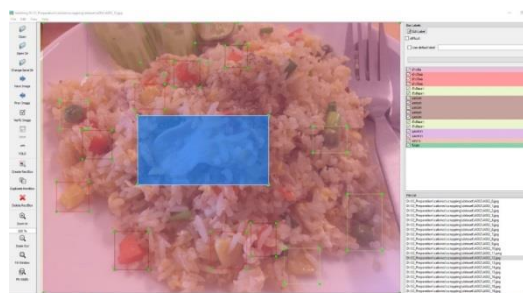
1.3.2 รูปที่ไม่น่าจะเกี่ยวข้อง หรือ พิจารณาแล้วไม่สมควรมนำมาเป็นตัวอย่าง อย่างใน

ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างภาพเพื่อนำมาเทรน

1.4 ทำการ Masking Label ด้วยโปรแกรม LabelImg



ภาพที่ 4 ทำการ Masking

1.4.1 การทำ Masking ให้เราเลือกทำการติกรอบอาหาร และติกรอบวัตถุที่อยู่ในสิ่งที่เราสนใจและมีข้อมูลสารอาหาร โดยพยายามติกรอบให้ครอบคลุมมากที่สุด ดังภาพที่ 4

1.4.2 ในขั้นตอน Label ให้กับ class จะทำการ Label กับวัตถุที่เราตัดสินใจเข้าไปด้วย เพื่อสุดท้ายเราจะสามารถใช้ข้อมูลนี้เข้ามาแยกความแตกต่างของอาหารที่หลากหลายได้ เช่น ข้าวผัดหมู ข้าวผัดกุ้ง ข้าวผัดทะเล

2) การสร้างและฝึกแบบจำลอง

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Darknet framework สำหรับการสร้างแบบจำลอง ที่มีการใช้ YOLO ในการค้นหาชื่ออาหาร และชื่อวัตถุดิบ โดยนำภาพของวัตถุดิบทั้งหมดออกเป็นภาพสำหรับการฝึก 80% และภาพสำหรับการทดสอบ 20%

2.1 เตรียมข้อมูลรูปเพื่อนำมา train 80% และ test 20% ตามลำดับ

2.2 ปรับ parameter ใน yolov4-obj.cfg

- batch = 64
- Subdivision = 8
- max_batches = 6000
- steps = 4800, 5400
- classes = 84
- filters = $(84 + 5) \times 3$

2.3 การสร้างและฝึกแบบจำลอง โดยใช้ darknet detector train <ไฟล์ข้อมูล> <ไฟล์ปรับแต่ง> <ไฟล์ค่าน้ำหนักเริ่มต้น>

2.4 Darknet มีฟังก์ชันในการทดสอบ โดยการใช้คำสั่ง darknet detector test <ไฟล์ข้อมูล> <ไฟล์ปรับแต่ง> <ไฟล์ค่าน้ำหนักที่ต้องการให้แบบจำลอง> เมื่อเรียกใช้คำสั่งนี้ มันจะแสดงค่าความเชื่อมั่นของวัตถุที่ตรวจพบ มากไปกว่านั้นมันยังแสดงภาพที่ส่งไปตรวจสอบ พร้อมการติกรอบ และเขียนฉลากกำกับวัตถุที่ค้นพบให้อีกด้วย

3) การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

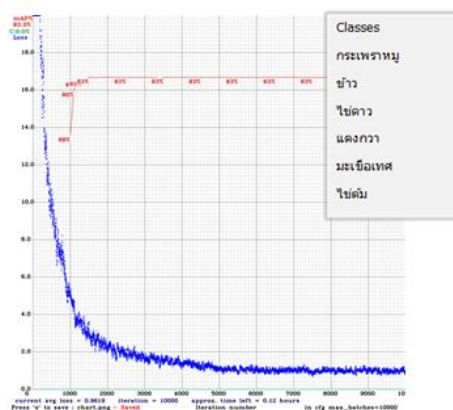
การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับการจัดหมวดหมู่นั้น ตามปกติมีค่าที่พิจารณาอยู่ 4 ค่าได้แก่ (1) True Positive (TP) จำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่กำลัง

พิจารณา (2) True Negative (TN) จำนวนที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่ไม่ได้พิจารณา (3) False Negative (FN) จำนวนที่ทำนายผิดเป็นคลาสที่ไม่ได้กำลังพิจารณา ซึ่งบทวิจัยนี้จะกำหนดเมนูอาหาร 6, 12, 84 classes ตามลำดับ เพื่อทำการวัดผล

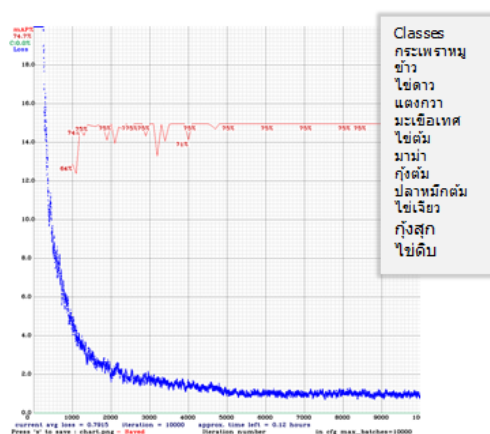
ผลการวิจัย

1.ผลการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของแบบจำลอง

ในการวัดประสิทธิภาพจะเริ่มจากการใช้จำนวน class น้อยๆ จาก 1 menu แล้วมาวัดผลด้วยกราฟ

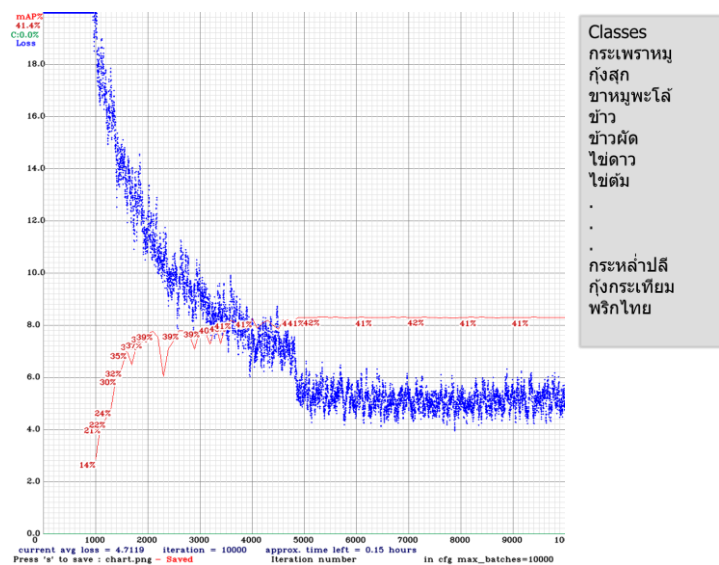


ภาพที่ 5 ประสิทธิภาพจากการสร้างโมเดล 6 Classes

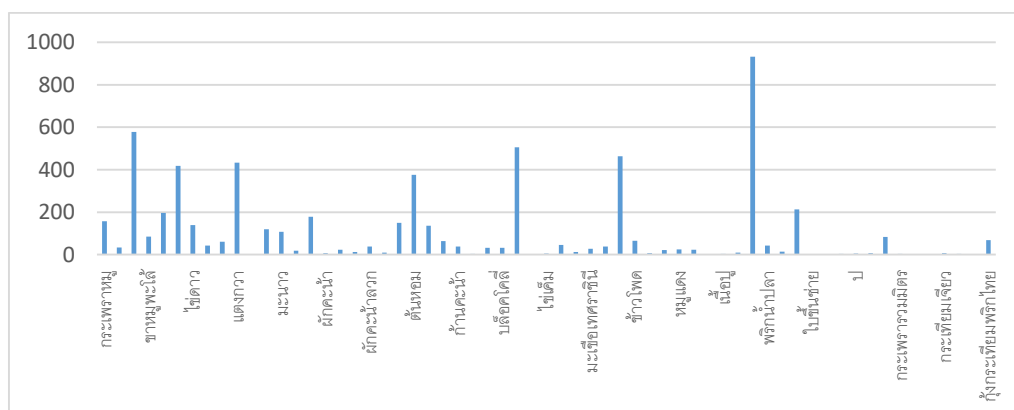


ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพจากการสร้างโมเดล 12 Classes

เพิ่มเมนูให้มากขึ้นและ จำนวน class ก็มากขึ้นตามด้วยเมื่อนำเมนูอาหารมาพิจารณามากขึ้น จะมีจำนวน class วัตถุดิบในแต่ละเมนูมากขึ้นตามไปด้วย แต่รูป class ที่เป็นวัตถุดิบนั้นๆ มีจำนวนน้อยจึงทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ออกได้ไม่ดี เช่น เมนูข้าวผัด มีวัตถุดิบในภาพ เป็น ข้าวผัด กุ้ง แดงกวาง ต้นหอม ไข่เค็ม ซึ่ง ไข่เค็มนี้ถูกเพิ่มเข้าไปในตาราง class แต่จำนวนรูปที่มีไข่เค็มนั้นน้อยเกินไป เป็นต้น จึงเกิดผลลัพธ์ที่ทำให้ได้ค่า mAP ต่ำลงและมีค่า Loss สูงขึ้นกว่าตัวอย่างก่อนหน้านี้



ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพจากการสร้างโมเดล 84 Classes



ภาพที่ 8 แผนภูมิจำนวนส่วนประกอบที่ทำการ Label

ผลการทดลอง (ต่อ)

ผลการทดลองการใช้ input ภาพจากขนาด resolution ของภาพในขนาดต่างๆกัน จากตารางที่ 1 แบบจำลองสามารถรองรับ input ภาพหลายขนาด

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของขนาดภาพต่างๆ

Place	เมนู	input(pixel)	Result
อารีย์	ข้าวผัด	4000x3000	TRUE
		2000x1500	TRUE
		1000x750	TRUE
		500x375	TRUE
		250x188	TRUE
		125x94	FALSE
ช่อง นนทบุรี	ข้าวผัด กุ้ง	4000x3000	TRUE
		2000x1500	TRUE
		1000x750	TRUE
		500x375	TRUE
		250x188	TRUE
		125x94	FALSE
บางใหญ่	ข้าวผัด กุ้ง	4000x3000	TRUE
		2000x1500	TRUE
		1000x750	TRUE
		500x375	TRUE
		250x188	TRUE
		125x94	FALSE

ผลลัพธ์ของการถ่ายรูปขนาดอาหารในสัดส่วนต่างๆ ที่คิดว่าจะมีผลต่อการตรวจจับ
รูปภาพอาหาร

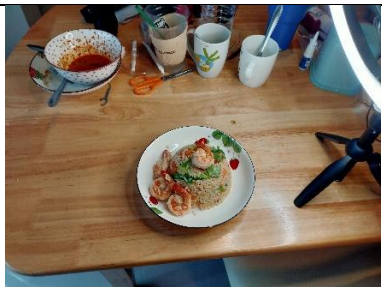


ภาพที่ 9 สัดส่วนของอาหารต่อขนาดภาพ (38%)

เนื่องจากขนาดภาพตั้งต้น 4000 x 3000 pixels ขนาดภาพจะเท่ากับ 12 megapixel ส่วน
รูปอาหารวัดได้ 2300 x 2000 จะมีขนาดเท่ากับ 4.6 megapixel ฉะนั้นสัดส่วนจะเท่ากับ 38% ดังใน
ภาพที่ 9

ตารางที่ 2 ตารางแสดงสัดส่วนอาหารต่อขนาดภาพ

Picture	Ratio	ผลของการตรวจจับ
	38%	True

	19%	พบข้าวผัด กุ้ง
	10%	ตรวจได้เฉพาะกุ้ง
	4%	ไม่พบเลย

สรุป

งานวิจัยนี้เสนอการจำแนกรายการอาหารและการตรวจจับวัตถุผิดปกติในรายการอาหารโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ส่งผลให้สามารถคำนวณแคลอรีในอาหารได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากการดึงข้อมูลรูปภาพรายการอาหารที่พบบ่อยในประเทศไทย แล้วนำมาทำการระบุตำแหน่งของวัตถุผิดปกติในอาหาร หลังจากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้เทคนิค YOLO v4 (Darkness framework) ผลการทดลองบนข้อมูลชุดทดสอบพบว่า แบบจำลองให้ความแม่นยำมากสำหรับรายการอาหารและวัตถุผิดปกติจำนวนน้อย แต่ให้ความแม่นยำลดลงสำหรับรายการและวัตถุผิดปกติที่เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าแบบจำลองให้ความแม่นยำสูงในการทำนายรายการอาหาร ณ สถานที่ต่าง ๆ กัน เมื่อรูปภาพมีความละเอียดสูง (ตั้งแต่ 250x188 pixel เป็นต้นไป) รวมถึง

แบบจำลองสามารถตรวจจับรายการอาหารและวัตถุดิบเด่น ๆ บนภาพอาหารที่มีสัดส่วนประมาณ 20% ของภาพที่มีความละเอียดสูงได้

งานที่จะทำต่อในอนาคต

เทรนแบบจำลองให้รองรับเมนูอาหารไทย ต่างประเทศ และวัตถุดิบให้มากขึ้น เพิ่มความเร็วให้กับระบบในการจับชื่อเมนูและวัตถุดิบ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมอนามัยสำนักโภชนาการ [online]. Retrieved from

http://nutrition.anamai.moph.go.th/ewt_news.php?nid=492

ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย (2018) [online]. Retrieved from

http://nutrition.anamai.moph.go.th/images/files/nutritive_values_of_thai_foods.pdf

ภาษาต่างประเทศ

Ashu Gulati , Rahul Samant , Tushar Tank , Aniket , Aditya (2020). *Calorie Estimation System*

Using Object Detection by Deep Learning Technique. Retrieved from

<https://sersc.org/journals/index.php/IJFGCN/article/download/28731/16007/>

Convolutional neural network (CNN). Retrieved from

https://en.wikipedia.org/wiki/Convolutional_neural_network

Joseph Redmon, and Ali Farhadi. (2011). *YOLOv3: An Incremental Improvement*. Retrieved from

<https://pjreddie.com/darknet/yolo/>

Parisa Pouladzadeh, Pallavi Kuhad, Sri Vijay Bharat Peddi, Abdulsalam Yassine, and Shervin

Shirmohammadi. (2016). *Food Calorie Measurement Using Deep Learning Neural Network*.

Samrat Sahoo, and Jacob Solawetz. (2020). *How to Train YOLOR on a Custom Dataset*.

Retrieved from <https://blog.roboflow.com/train-yolor-on-a-custom-dataset/>

Joseph Redmon. (2012). *YOLO: Real-Time Object Detection*. Retrieved from

<https://pjreddie.com/darknet/yolo/>, 1 Aug 2021.

Benny Cheung. (2018). *YOLO for Real-Time Food Detection*. Retrieved 1 Aug 2021 from

<http://bennychung.github.io/yolo-for-real-time-food-detection>.

Darknet Yolo. (2021). Retrieved from <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>, 1.

CUDA, R. (2021). Retrieved 1 Aug 2021 from <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>.