

การสำรวจสภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนโดยใช้ระบบ Object Detection

Inspection of Road Surface Damage Using Object Detection System

อัครพงษ์ เทพแก้ว^{1,*}, โชติกาญจน์ ราชกรม^{2,*}, ทิวากร บุญมาลา³, พาวัญญู นราทนประเสริฐ⁴, และ ธนพล สุริยะ⁵

^{1,2,3,4,5} สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่

*Corresponding author; E-mail address: chotikan@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบตรวจสอบสภาพความชำรุดของผิวถนนโดยใช้เทคนิคการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ควบคู่กับระบบตอบกลับผ่านไลน์แชทบอท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบและรายงานความเสียหายของผิวถนน ระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ (1) การพัฒนาตัวแบบการรู้จำภาพสำหรับการตรวจจับสภาพความชำรุดของผิวถนน โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างอัลกอริทึม YOLOv5 และ YOLOv8 ซึ่งได้ฝึกสอนด้วยชุดข้อมูลภาพถ่ายผิวถนนจำนวน 790 ภาพ ที่จำแนกออกเป็นสามประเภทของความเสียหาย ได้แก่ รอยปะซ่อมหลุมบ่อ และรอยแตกกว้าง ผลการวิจัยพบว่า YOLOv8 มีประสิทธิภาพเหนือกว่า YOLOv5 ทั้งในด้านความเร็วในการฝึกสอนและความถูกต้องแม่นยำ โดย YOLOv8 มีค่า Mean Average Precision (mAP) เท่ากับ 0.827 ซึ่งสูงกว่าค่าของ YOLOv5 ที่อยู่ที่ 0.747 (2) การนำตัวแบบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในระบบไลน์แชทบอท โดยเปิดให้ผู้ใช้สามารถส่งภาพถ่ายของผิวถนนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์และตอบกลับผลการตรวจจับประเภทของความเสียหายพร้อมข้อความแจ้งเตือน

ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถลดระยะเวลาและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการตรวจสอบสภาพถนนโดยเจ้าหน้าที่ภาคสนาม อีกทั้งยังช่วยให้สามารถประเมินความเสียหายของผิวถนนได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานของถนนอย่างเป็นระบบ

คำสำคัญ: การตรวจจับวัตถุ, YOLO, การตรวจจับสภาพผิวถนน, แชทบอท, ความชำรุดเสียหายของผิวถนน

Abstract

This research presents a road surface condition detection system using Object Detection, with automated responses provided through a LINE chatbot. The proposed system consists of two main components.

The first component focuses on developing a model for image recognition of road surface damage conditions by comparing the performance of models trained with the YOLOv5 and YOLOv8 algorithms. The model is trained using a dataset of 790 road surface images, categorized into three types of damage: patched areas, potholes, and cracks. The best-performing model is selected for system implementation.

During the training process, it was found that YOLOv8 required less training time compared to YOLOv5. In terms of accuracy, the YOLOv8-trained model achieved a mean Average

Precision (mAP) of 0.827, outperforming the YOLOv5 model, which obtained a mAP of 0.747.

The second component involves deploying the best-performing model into a LINE chatbot. Users can upload road surface images, and the system will analyze the image, returning an annotated version that highlights the damage type along with a textual response specifying the type of road surface damage. This approach helps reduce the time and personnel required for manual road surface condition inspections, enhancing the efficiency of road maintenance operations.

Keywords: Object Detection, YOLO, Road Surface Damage Detection, Chatbot, Road Surface Damage

1. บทนำ

ถนน คือระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานหลักที่สำคัญสำหรับประเทศไทย ทั้งการจราจรขนส่ง การขนส่งสินค้า ก่อให้เกิดการพัฒนา ระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานของประเทศ ทั้งนี้ผิวถนน (Pavement) เป็นวัสดุผิวทางหลักที่รองรับการถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากพาหนะลงสู่ชั้นคันทาง นอกจากนี้ผิวถนนยังมีบทบาทสำคัญต่อความปลอดภัยในการขับขี่ ทั้งนี้ผิวถนนได้ถูกออกแบบตามคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ สภาพแวดล้อม น้ำหนักบรรทุก และอายุการใช้งาน (Design Period) ซึ่งโดยทั่วไปจะออกแบบไว้ 20 ปี [1] อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไปหลังจากที่ถนนได้ถูกเปิดให้บริการ มักพบว่าผิวถนนเกิดความชำรุดเสียหาย เช่น มีรอยแตกกว้าง (Cracking) เป็นหลุมบ่อ (Potholes) หลุดตัวเป็นร่องตามล้อพาหนะ (Rutting) ส่งผลกระทบต่อการเดินทาง ความปลอดภัยของผู้ใช้เส้นทางและเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวัน

การสร้างระบบจัดการในการประเมินสภาพผิวถนนและสำรวจความชำรุดเสียหายผิวถนน จึงเป็นหนึ่งในแนวทางการพัฒนาเครื่องมือที่สำคัญในการช่วยประเมินสภาพความเสียหายและความชำรุดบนผิวถนน ซึ่งช่วยประเมิน และรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของความชำรุดเสียหายบนผิวถนน ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์ วางแผน การบำรุงรักษาและซ่อมแซม และเลือกวิธีการในการซ่อมแซมได้อย่างเหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ โดยนำเทคโนโลยีรู้จำความชำรุดเสียหายของผิวถนนเข้ามาช่วยในการรู้จำความชำรุดเสียหายของผิวถนนจากภาพถ่าย ด้วยการเลือกอัลกอริทึมที่เหมาะสมในการฝึกสอน ตัวแบบรู้จำความชำรุดเสียหายของผิวถนน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสม ได้แก่ จำนวนชุดข้อมูลภาพถ่ายผิวถนนที่ใช้ในการฝึกสอน ตัวแบบ เวลาที่ใช้ในการฝึกสอน ตัวแบบและความถูกต้องแม่นยำของตัวแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานจริงในระบบไลน์แชทบอท ด้วยการพัฒนาตัวแบบในการรู้จำภาพ สภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนซึ่งได้จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบที่ฝึกสอน

ด้วยอัลกอริทึม YOLOv5 และ YOLOv8 จากนั้นเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดมาใช้จริงในระบบไลน์แชทบอท โดยผู้ใช้ส่งภาพผิวถนน และระบบจะคอยส่งภาพประเภทของความชำรุดเสียหายของผิวถนนกลับมาให้ผู้ใช้งานพร้อมระบุประเภทความชำรุดเสียหายของผิวถนน ผ่านทางข้อความตอบกลับผู้ใช้ ทั้งนี้เพื่อใช้ลดระยะเวลาและขั้นตอนในการตรวจสอบความชำรุดเสียหายของผิวถนนเบื้องต้น สามารถประเมินความเสียหาย และสามารถเลือกวิธีการซ่อมบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสมและทันเวลาที่

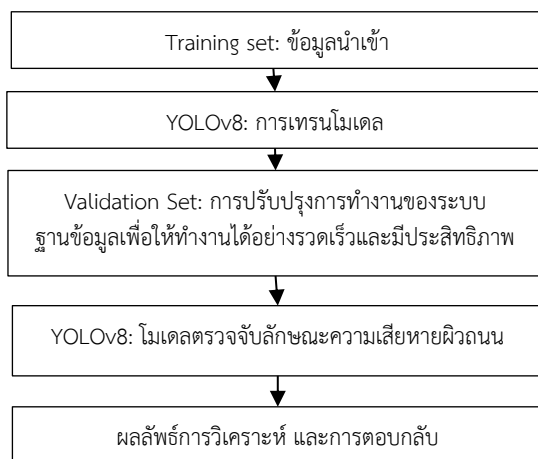
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 YOLOv5 Algorithm

YOLOv5 คือเทคโนโลยีการตรวจจับวัตถุแบบเรียลไทม์ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุจากกล้องวิดีโอ โดยเทคโนโลยีนี้มีการติดตั้งในรถยนต์ไร้คนขับของ Tesla ไปจนถึงร้านค้าปลีกของ Amazon โดย YOLO ("You Only Look Once") หมายถึง technology การตรวจจับ barcode บนฉลากวัตถุตามเวลาที่เกิดขึ้นจริง ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งเวอร์ชันใหม่ V5 นี้เขียนด้วยนวัตกรรม PyTorch ซึ่งข้อดีของนวัตกรรมนี้คือมีความเร็ว 140 เฟรมต่อวินาที โดยมีความแม่นยำและมีขนาดเล็กกว่า YOLOv4 ถึง 90% ซึ่งนั่นหมายความว่าสามารถนำไปฝังหรือประยุกต์กับอุปกรณ์ขนาดเล็กได้ดีกว่า [2]

2.2 YOLOv8 Algorithm

YOLOv8 เป็นเทคโนโลยีตรวจจับวัตถุตามเวลาที่เกิดขึ้นจริงที่มีประสิทธิภาพ [2] ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการตรวจจับข้อมูลภาพ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตรวจจับเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากลักษณะข้อมูลรูปภาพแบบหลายรูปแบบจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้และตรวจจับเป้าหมายได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น และสามารถจำแนกภาพตามเป้าหมายที่ค้นพบ โดยมีกระบวนการขั้นตอนในการฝึกฝนโปรแกรมดังนี้



รูปที่ 1 ลักษณะรูปแบบการทำงาน YOLOv8

2.3 การตรวจจับวัตถุ

การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) คือ เทคโนโลยีในทางคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยหลักการที่เกี่ยวกับ Computer Vision และ Image Processing ซึ่งใช้เทคโนโลยี AI ในการตรวจจับวัตถุชนิดที่กำหนด เช่น มนุษย์ รถยนต์ อาคาร ที่อยู่ในรูปภาพ หรือวิดีโอ ระบบ Object Detection การตรวจจับวัตถุในรูปภาพ สามารถเจาะลึกลงไปได้อีกหลายแขนง เช่น การทำ Face Detection ตรวจจับหน้าคน Pedestrian Detection ตรวจจับ

คนเดินถนน สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เช่น ใช้ในงานรักษาความปลอดภัยและรถยนต์ไร้คนขับ เป็นต้น [3]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 รูปแบบความเสียหายของผิวถนน

ความชำรุดเสียหายของผิวถนน เกิดจากสาเหตุและปัจจัยหลายประการ ทั้งในด้านอายุการใช้งาน ประมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Annual Average Daily Traffic: AADT) ลักษณะภูมิอากาศ ตลอดจนถึงปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปี ลักษณะการเคลื่อนตัวของชั้นดิน ตลอดจนถึงปัจจัยอื่น ๆ ล้วนส่งผลกระทบต่อความเสียหายบนผิวถนนที่เกิดขึ้น [4] ซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษารูปแบบความเสียหายของผิวถนน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย

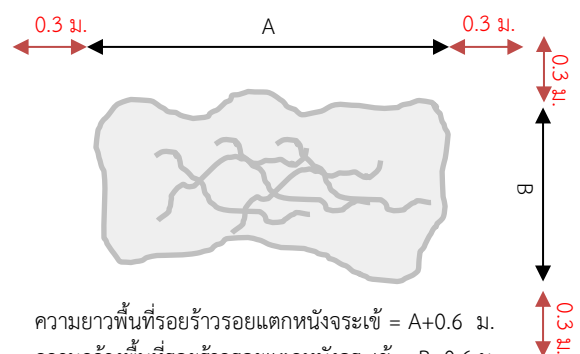
1) รอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Crack)

คือความเสียหายของผิวถนนรูปแบบหนึ่ง เป็นลักษณะการแตกร้าว (Cracks) ซึ่งมีสภาพเป็นตารางคล้ายหนังจระเข้หรือลวดตาข่าย สาเหตุที่พบส่วนมากเกิดจากมีความชื้นในชั้นโครงสร้างทางมีปริมาณสูง ทำให้ความสามารถรับน้ำหนักลดลงเมื่อน้ำหนักบรรทุกทุกผ่าน และสภาพของชั้นทางเกิดจากการที่ก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งจะส่งผลให้ผิวถนนเกิดความเสียหายเนื่องจากการทรุดตัวของวัสดุชั้นทาง และวัสดุที่ก่อสร้างไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมีรูปแบบความเสียหายดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะความเสียหายชนิดรอยแตกหนังจระเข้ ถนนสันติธรรม

ในการวัดพื้นที่ความเสียหายสามารถทำการวัดได้โดยการวัดความเสียหายชนิดรอยแตกหนังจระเข้เพิ่มความยาวอีกข้างละ 30 เซนติเมตร จากความแตกร้าวที่เกิดขึ้นทั้งความยาวและความกว้าง ดังแสดงในรูปที่ 3



ความยาวพื้นที่รอยร้าวรอยแตกหนังจระเข้ = $A + 0.6$ ม.

ความกว้างพื้นที่รอยร้าวรอยแตกหนังจระเข้ = $B + 0.6$ ม.

พื้นที่ความเสียหาย = $(A + 0.6) \times (B + 0.6)$ (ตร.ม.)

รูปที่ 3 วิธีวัดความเสียหายชนิดรอยแตกหนังจระเข้

ที่มา : กรมทางหลวงชนบท, 2555

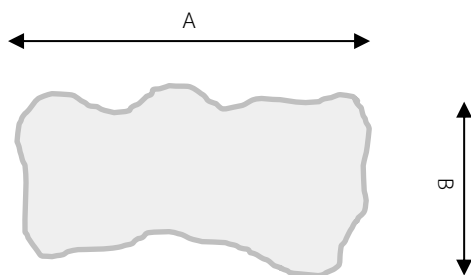
2) รอยปะซ่อม (Patching)

เป็นความเสียหายที่เกิดจากการบิดตัวเปลี่ยนลักษณะจากรูปเดิม โดยมีสาเหตุจากการซ่อมแซมผิวทางตามแนววางท่อหรือระบบสาธารณูปโภค โดยการบดอัดวัสดุถมหลุมที่ขุดไม่ได้คุณภาพ การซ่อมบำรุงรักษาโดยวิธีการปะซ่อมผิวทางและการขุดซ่อมผิวทางเกิดการเสียรูป หรือเกิดจากการซ่อมที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กรมทางหลวงชนบทกำหนด ซึ่งมีรูปแบบความเสียหายดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะความเสียหายชนิดรอยปะซ่อม (Patching) ถนนเทพารักษ์

ในการวัดพื้นที่ความเสียหายแบบรอยปะซ่อมที่เสียหาย สามารถทำการวัดโดยไม่ต้องวัดออกจากพื้นที่เสียหาย ซึ่งวิธีการคำนวณพื้นที่ความเสียหายดังแสดงในรูปที่ 5



ความยาวพื้นที่รอยร้าวรอยปะซ่อม = A ม.
ความกว้างพื้นที่รอยร้าวรอยปะซ่อม = B ม.
พื้นที่ความเสียหาย = AxB (ตร.ม)

รูปที่ 5 วิธีวัดความเสียหายชนิดรอยปะซ่อม (Patching)

ที่มา : กรมทางหลวงชนบท, 2555

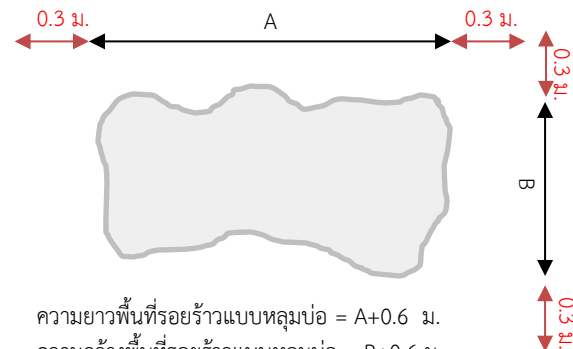
3) แบบหลุมบ่อ (Potholes)

เป็นความเสียหายรูปแบบหนึ่งของความเสียหายในลักษณะการหลุดร่อน (Disintegration) แต่มีลักษณะเกิดเป็นหลุมบ่อคล้ายถ้วย สาเหตุจากโครงสร้างผิวทางและโครงสร้างพื้นทางไม่แข็งแรงเพียงพอ วัสดุที่นำมาก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน หรืออาจเกิดจากการระบายน้ำในชั้นผิวทางไม่ดีพอ หรืออาจเกิดจากการที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักสัญจรผ่านมากเกินไปจนเกินกว่ามาตรฐานชั้นทางกำหนด ซึ่งมีรูปแบบความเสียหายดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะความเสียหายชนิดหลุมบ่อ (Potholes) ถนนราชดำริ

ในการวัดความเสียหายแบบหลุมบ่อ สำหรับบริเวณที่เกิดหลุมบ่อเป็นบริเวณต่อเนื่องกันและมีระยะห่างระหว่างหลุมบ่อน้อยกว่า 30 เซนติเมตรให้ดำเนินการวัดความเสียหายห่างจากบริเวณที่เกิดต่อเนื่องออกไปไม่น้อยกว่าข้างละ 30 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 7



ความยาวพื้นที่รอยร้าวแบบหลุมบ่อ = A+0.6 ม.
ความกว้างพื้นที่รอยร้าวแบบหลุมบ่อ = B+0.6 ม.
พื้นที่ความเสียหาย = (A+60)×(B+60) (ตร.ม.)

รูปที่ 7 วิธีวัดความเสียหายชนิดหลุมบ่อ (Potholes)

ที่มา : กรมทางหลวงชนบท, 2555

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการตรวจจับวัตถุ

ในด้านการสร้างระบบการนับยานพาหนะ ได้มีการศึกษาวิจัยด้านการตรวจจับวัตถุเพื่อพัฒนาระบบการตรวจจับพาหนะในการจราจรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [5] ได้ศึกษากระบวนการนับยานพาหนะแยกตามประเภทสำหรับวิดิทัศน์จราจรหลายมุมมอง โดยพัฒนาระบบนับแยกประเภทยานพาหนะจากวิดิทัศน์บันทึกภาพของกล้องจราจร ซึ่งระบบจะประกอบด้วย object detection และ object tracking จากการทดสอบจะพบว่า YOLOX ทำประสิทธิภาพได้ดีกว่า YOLOv3 มากถึง 26.80% สำหรับชุดข้อมูลภาพมุมข้าง และ 8.34% สำหรับกรณีมุมมองเนื่องจาก YOLOX มีการแยกส่วนของ head ออกเป็น box classification และ box regression ซึ่งมีส่วนช่วยเพิ่มความแม่นยำมากขึ้น

อัฐพงศ์ สังข์เพชร และ วีระ สะอึ้ง [6] ได้ศึกษาถึงระบบตรวจนับยานพาหนะและจำแนกประเภทของยานพาหนะ ที่ใช้หลักโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) อย่าง YOLOv8 เป็นอัลกอริทึมในการตรวจจับ โดยมีการสร้างชุดข้อมูลของยานพาหนะในประเทศไทยเพื่อใช้ในการฝึกฝนระบบตรวจจับยานพาหนะ ให้สามารถตรวจจับและจำแนกยานพาหนะได้ทั้งหมด 11 ประเภท และทำการเปรียบเทียบการทำงานร่วมกับระบบ

ติดตามวัตถุที่สามารถติดตามวัตถุหลาย ๆ วัตถุในภาพได้ดี ByteTrack และ BotSORT เพื่อศึกษาและเลือกใช้การทำงานร่วมกันของระบบตรวจจับยานวัตถุและระบบติดตามวัตถุที่มีประสิทธิภาพในงานติดตามยานพาหนะ จากการศึกษาวิจัย พบว่าระบบสามารถตรวจจับยานพาหนะได้ทั้ง 11 ประเภท มีระดับความแม่นยำเฉลี่ยในการนับจำนวน ยานพาหนะที่ค่อนข้างแม่นยำ อยู่ที่ประมาณ 90 เปอร์เซนต์และมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์(MAPE) ในการจำแนกประเภทของยานพาหนะทุกประเภทอยู่ที่ประมาณ 51 เปอร์เซนต์

2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายของผิวถนน

โอโธธ วงศ์ปราโมทย์ [7] ได้ศึกษาถึง การสำรวจสภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนในพื้นที่ท้องที่การบริหารส่วนตำบลพลูตาหลวง เป็นการสำรวจความชำรุดเสียหายผิวถนนด้วยการสำรวจเบื้องต้นด้วยสายตา ผลการศึกษาพบว่า สภาพความเสียหายของผิวถนนจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดจากการสำรวจ สอดคล้องกับลำดับสภาพความเสียหายที่ดำเนินการสำรวจเบื้องต้นด้วยสายตา ดังนั้นวิธีการประเมินสภาพความเสียหายจากระดับคะแนนความเสียหาย ที่มีแนวโน้มที่จะนำไปสู่การพัฒนาการประเมินความชำรุดเสียหายของผิวถนนอย่างเป็นระบบในระดับโครงการและระดับโครงข่ายถนน ควรพิจารณาร่วมกับข้อมูลด้านปริมาณจราจรและงบประมาณเพื่อให้การจัดลำดับความจำเป็นเร่งด่วนในการซ่อมบำรุงผิวถนนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบแชทบอท

Meng-Han, T., Hao-Yung, C., Yi-Lin, C., Heng-Kuang, S., Pei-Yi, L., & Ching-Wen, H. [8] ได้พัฒนาแชทบอทเพื่อแจ้งเตือนภัยธรรมชาติในประเทศไต้หวัน เช่น แผ่นดินไหว พายุไต้ฝุ่น และฝนตกหนัก ซึ่งมักเกิดขึ้นบ่อยครั้งและส่งผลกระทบต่อคนข้างมาก โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถ ช่วยผู้มีอำนาจตัดสินใจและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในการดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติเพื่อสนับสนุนการ ตัดสินใจและแจ้งเตือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในพื้นที่ผ่านแอปพลิเคชัน อีกทั้งยังสามารถ กำหนดการใช้งานแบบอัตโนมัติตามเงื่อนไขการเปิดใช้งาน ช่วยลดต้นทุนด้านแรงงานและเวลาสำหรับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย โดยเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังนำระบบนี้มาใช้แสดงให้เห็นว่า สามารถใช้เวลาเฉลยเฉลี่ย 55.8 นาที จากภัยพิบัติทั้ง 3 ประเภท

ในด้านประสิทธิภาพของแชทบอท Caldarini, G., Jaf, S., & McGarry, K. [9] ได้สำรวจผลงานและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง กับแชทบอท แล้วทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานของรูปแบบภาษา การประยุกต์ใช้งาน ชุดข้อมูลที่ใช้ และเฟรมเวิร์ก พบว่า ด้านการประเมินประสิทธิภาพของแชทบอทมีข้อจำกัดสำคัญอย่างน้อย 2 ข้อ ได้แก่ ประการแรก คือ ไม่มีกรอบงานทั่วไปสำหรับการประเมินการทำงานแชทบอท แม้ว่าจะมี การใช้ตัวชี้วัดบางตัวกันอย่างแพร่หลาย แต่ก็ไม่มีเมตริกเฉพาะหรือชุดเมตริกเฉพาะที่ใช้อ้างอิง และประการที่สอง คือ ขาดวิธีการประเมินอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ ซึ่งไม่มีผู้ใด สามารถประเมินในด้านคุณภาพของบทสนทนาได้อย่างเต็มที่ จึงมีการประเมินโดยมนุษย์ซึ่งมี ค่าใช้จ่ายและใช้เวลานาน

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการเกี่ยวกับการตรวจสอบสภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนโดยใช้ระบบ Object Detection ซึ่งเป็นระบบการตรวจจับวัตถุโดยการรวบรวมรูปภาพหรือวิดีโอ ที่ได้จากการสำรวจบริเวณพื้นผิวถนนถนนขอยสันติธรรม ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วย พื้นผิวถนนถนนขอยสันติธรรม ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วย ถนนสันติธรรม ถนนมรกต ถนน

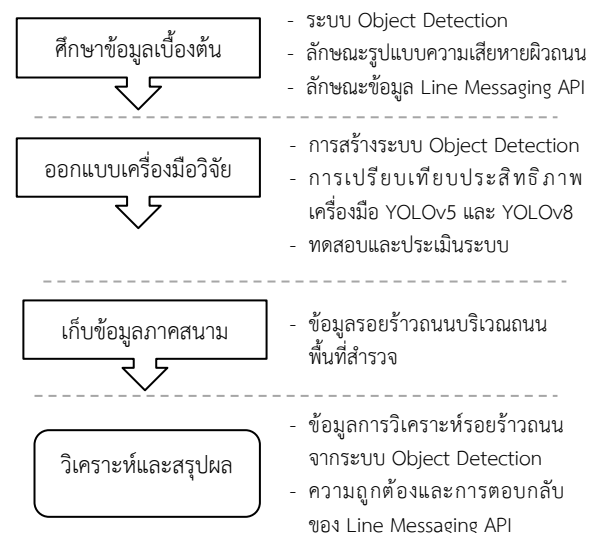
หัสดีเสวี ถนนสันติสุข ถนนช้างเผือก ถนนเจริญสุข ถนนเทพารักษ์ และถนนราชดำริ ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวอย่างถนนศึกษาแบบบรรยายในโครงการวิจัย

รูปที่ 8 ตัวอย่างถนนศึกษาแบบบรรยายในโครงการวิจัย

ผลจากการสำรวจรูปแบบความเสียหายของผิวถนนที่เกิดขึ้น พบว่า ปัญหาส่วนใหญ่เกิดความเสียหายลักษณะ 3 รูปแบบ ประกอบด้วย รอยแตกหนึ่งจะเข้า รอยปะซ่อม (Patching) และความเสียหายชนิดหลุมบ่อ (Potholes) ผู้วิจัยจึงทำการกำหนดขอบเขตพื้นที่การศึกษาและรูปแบบความเสียหายของผิวถนนที่ทำการศึกษาเป็นจำนวน 3 รูปแบบหลักที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษา และวางแผนขั้นตอนการศึกษางานวิจัยโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 9

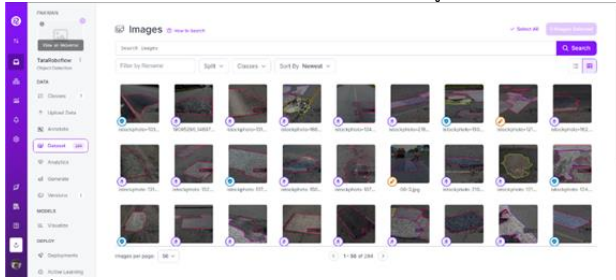


รูปที่ 9 ขั้นตอนการศึกษางานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

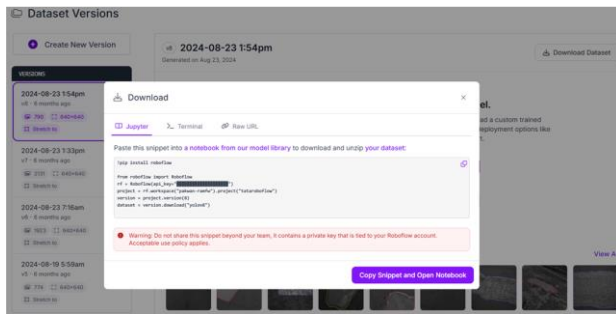
ในขั้นตอนแรก ผู้วิจัยทำการศึกษารูปแบบความเสียหายของถนนเบื้องต้น โดยมุ่งเน้นพิจารณาปัญหาหลักของถนนในพื้นที่ศึกษาที่เกิดขึ้นจริง 3 รูปแบบ ได้แก่ ลักษณะความเสียหายแบบรอยแตกหนึ่งจะเข้า (Alligator Crack) รอยปะซ่อม (Patching) และแบบหลุมบ่อ (Potholes) โดยหลังจากกำหนดรูปแบบความเสียหายที่ทำการศึกษาแล้ว ในขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยทำการศึกษาระบบ Object Detection โดยโปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย Roboflow, Ngrok, YOLOV5, YOLOV8, Google

Colab ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการสร้างฐานข้อมูลภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนป้อนเข้าไปในโปรแกรม Roboflow ดังแสดงในรูปที่ 10

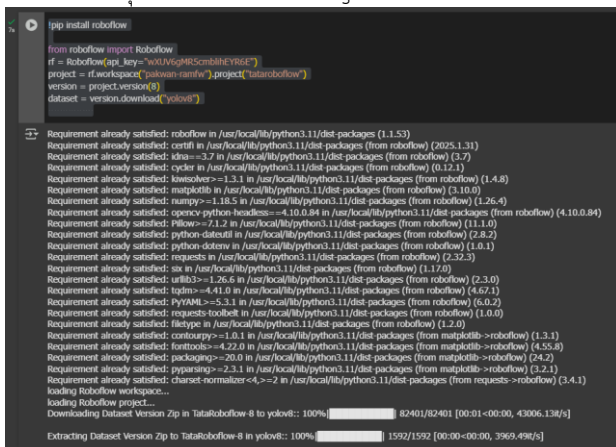


รูปที่ 10 ชุดข้อมูลรูปภาพป้อนเข้าไปเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม Roboflow

หลังจากการตั้งค่าและกำหนดชุดข้อมูลภาพแล้ว ทำการสร้างชุดโค้ดอัตโนมัติผ่านโปรแกรม Google Colab ดังแสดงในรูปที่ 11 และ 12 หลังจากนั้นทำการเทรนโมเดล กับโปรแกรม YOLOv5, YOLOv8 เพื่อทำการเปรียบเทียบ และคัดเลือกระบบที่จะนำมาใช้ในการศึกษาวิจัย

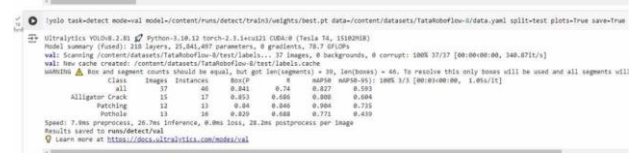


รูปที่ 11 ขั้นตอนการ Download Dataset และ Copy โค้ด Dataset เพื่อใช้ในการสร้างชุดโค้ดผ่านโปรแกรม Google Colab



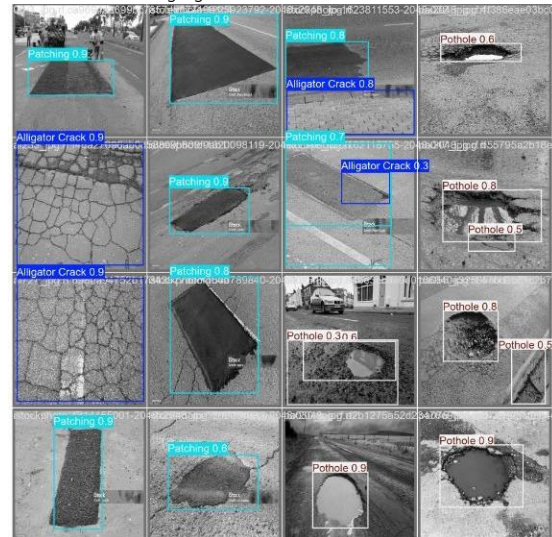
รูปที่ 12 การวางโค้ด Dataset ใน Google Colab

ทำการรันโค้ดโปรแกรม YOLOV5 และ YOLOV8 เพื่อให้ได้ไฟล์ที่ผ่านการ train มาแล้วจึงนำรูปภาพที่ได้จากการสำรวจสภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนมาทดสอบโปรแกรม เพื่อสามารถแยกประเภทของสภาพความชำรุดเสียหายและแม่นยำได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการประเมินระบบโดยการตรวจสอบแก้ไขโปรแกรมที่พัฒนา แล้วมาทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดและทำการแก้ไขโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 13



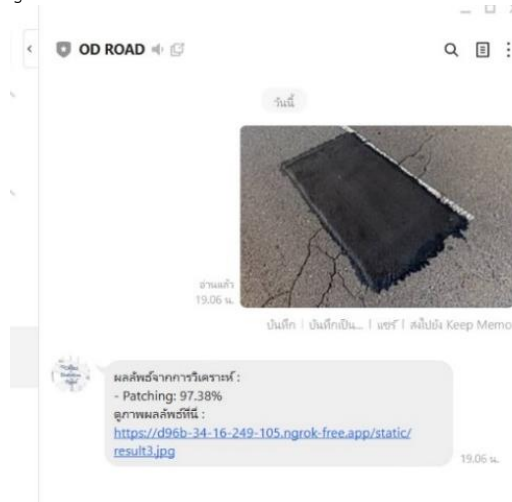
รูปที่ 13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินระบบ

หลังจากได้ผลการประเมินระบบที่สมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยจะทำการทดสอบระบบ และทดลองใช้ระบบจริงกับถนนขอยสันติธรรม ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 14 เพื่อทำการวิเคราะห์ผลและประเมินคุณภาพระบบ โดยการทำโปรแกรมที่สมบูรณ์ไปทดสอบ เพื่อประเมินคุณภาพของการพัฒนาโปรแกรม และพัฒนาระบบต่อไป Line Messaging API ในลำดับต่อไป



รูปที่ 14 ผลลัพธ์การทดลองระบบของถนนขอยสันติธรรม ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

หลังจากทดสอบประสิทธิภาพระบบ Object Detection ทำการสร้าง URL สำหรับ webhook เพื่อเชื่อมต่อกับ LINE Official Account Manager และทดลองใช้ระบบเพื่อเชื่อมต่อกับ webhook ในลำดับต่อไป



รูปที่ 15 ผลลัพธ์การทดลอง webhook เพื่อเชื่อมต่อกับ LINE Official Account

4. การวิเคราะห์และผลการศึกษา

4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องมือ YOLOv5 และ YOLOv8 ในการทำนายผิวถนนตัวแบบ

ผลลัพธ์จากการฝึกสอนตัวแบบ YOLOv5 และ YOLOv8 ด้วยชุดข้อมูลฝึกสอนและทดสอบภาพความเสียหายของผิวถนน 790 ภาพ แบ่งเป็น 3 คลาส คลาสละ 264 รูป บนกูเกิลโคลแล็บ (Google Colabs) ฝึกสอนโดยใช้ T4 GPU อธิบายได้ว่าตัวแบบ YOLOv5 ใช้เวลาฝึกสอนตัวแบบ 1 ชม. 42 นาที และใช้หน่วยความจำของเครื่อง 52.1 MB ได้ค่า mAP เท่ากับ 0.747 และ YOLOv8 ใช้เวลาฝึกสอนตัวแบบ 1 ชม. 32 นาที ใช้หน่วยความจำของเครื่อง 52 MB ได้ค่า mAP เท่ากับ 0.827 แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบ YOLOv8 ที่เลือกใช้คือ YOLOv8 ให้ค่าเฉลี่ยของการตรวจจับวัตถุ (mAP) เท่ากับ 0.827 ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของการตรวจจับวัตถุ (mAP) มากกว่า 0.80 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์จากการฝึกสอนตัวแบบ YOLOv5 และ YOLOv8

Pre Trained Model	เวลาฝึกสอนตัวแบบ	Memory Usage (MB)	mAP @IoU =0.5
YOLOv5	1 ชม. 42 นาที	52.1	0.747
YOLOv8	1 ชม. 32 นาที	52.0	0.827

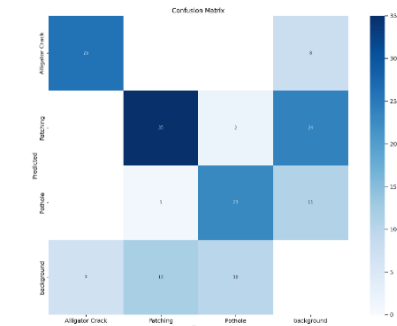
ในด้านการเปรียบเทียบการทดสอบตัวแบบ YOLOv5 และ YOLOv8 โดยชุดข้อมูลตรวจสอบ (Test) พบว่าในตัวแบบ YOLOv5 ได้คะแนนในการรู้จำภาพ Alligator Crack ได้ดีที่สุด โดยมีค่าคลาส mAP เท่ากับ 0.821 และรู้จำภาพ Pothole ได้แย่ที่สุด โดยมีค่าคลาส mAP เท่ากับ 0.698 ซึ่งมี mAP เฉลี่ยของทุกคลาสเท่ากับ 0.747 และตัวแบบ YOLOv8 ได้คะแนนในการรู้จำภาพ Patching ได้ดีที่สุด โดยมีค่าคลาส mAP เท่ากับ 0.904 และได้คะแนนในการรู้จำภาพ Pothole ต่ำที่สุด โดยมีค่าคลาส AP เท่ากับ 0.771 และมีค่า mAP เฉลี่ยของทุกคลาสเท่ากับ 0.827 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการทดสอบตัวแบบ YOLOv5 และ YOLOv8

Classes	mAP (Average Precision)	
	YOLOv5	YOLOv8
Alligator Crack	0.821	0.808
Patching	0.723	0.904
Pothole	0.698	0.771

4.2 ผลประเมินความแม่นยำของระบบ

จากข้อมูลภาพเมทริกซ์ความสับสน (Confusion- Matrix) ของ YOLOv8 ในชุดข้อมูล ตรวจสอบ (Test) ที่ค่าความมั่นใจเท่ากับ 25 สรุปได้ว่า คลาสที่มีความแม่นยำในการตรวจจับสูง ได้แก่ Patching แต่ในบางคลาสยังคงมีความสับสนในการตรวจจับ ได้แก่ Alligator Crack และ Pothole และมีการตรวจจับพื้นหลังของภาพผิดเป็น Alligator Crack ดังแสดงในรูปที่ 16

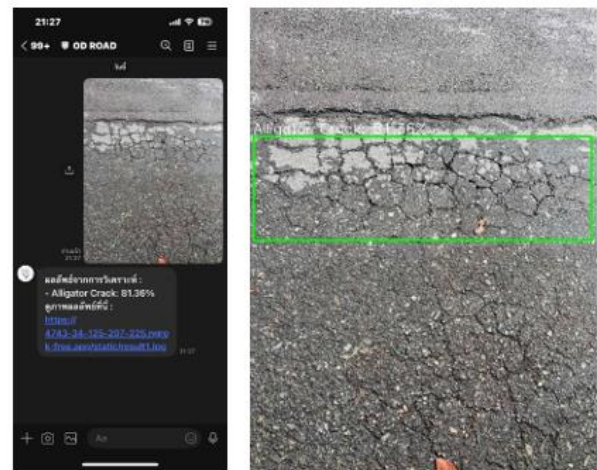


รูปที่ 16 Confusion Matrix YOLOv8 ชุดข้อมูลตรวจสอบค่าความมั่นใจ

4.3 ผลการวิเคราะห์รอยร้าวถนนจากระบบ Object Detection

จากการเลือกตัวแบบที่ได้จากการฝึกสอนตัวแบบด้วย YOLOv8 เป็นตัวแบบที่ใช้จริงในไลน์ แชนบอทเนื่องจากขนาดของตัวแบบที่เล็กและประสิทธิภาพความถูกต้องมีมากกว่าตัวแบบจาก YOLOv8 จากนั้นจึงเริ่มพัฒนาเอพีไอโดยใช้ Flask ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คหลักในการพัฒนา เอพีไอ เพื่อเชื่อมต่อกับ บริการของไลน์ต่อไป โดยภาพรวมของการใช้งานระบบ มีดังนี้

- 1) เพิ่มไลน์แชนบอทเป็นเพื่อนผ่านทางคิวอาร์โค้ด
- 2) ผู้ใช้ส่งภาพผิวถนนให้แชทบอทประมวลผล จากนั้นรอการตอบกลับจากไลน์แชนบอทและระบบจะทำการประมวลผลภาพผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ผิวถนนกลับมาให้ผู้ใช้งาน ดูแสดงในรูปที่ 17



รูปที่ 17 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการวิเคราะห์รูปความเสียหายประเภทรอยแตกหนึ่งจระเข้ (ผิวถนนสันติธรรม อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่) ทั้งนี้จากผลการตอบกลับ จะถูกนำมาใช้ประกอบกับแบบฟอร์มคู่มือการตรวจสอบและประเมินความเสียหายของผิวถนนในลำดับต่อไป

5. สรุปผลการศึกษา

5.1 ประสิทธิภาพเครื่องมือ YOLOv5 และ YOLOv8 ในการทำนายผิวถนน

ตัวแบบ YOLOv8 ใช้เวลาในการฝึกสอนน้อยกว่า YOLOv5 และ มีขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพมากกว่าตัวแบบที่ฝึกสอนด้วย YOLOv5 โดยการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบวัดจากค่า mAP ซึ่งตัวแบบที่ฝึกสอนโดย YOLOv5 และ YOLOv8 ได้ค่า mAP เท่ากับ 0.747 และ 0.827 ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า YOLOv8 มีความแม่นยำในการตรวจจับความเสียหายของผิวถนนสูงกว่า YOLOv5 โดยพิจารณาจากค่า mAP (mean Average Precision) ซึ่งใช้วัดความถูกต้องของโมเดลในการ

จำแนกประเภทความเสียหาย โดย YOLOv8 มีค่า mAP สูงกว่า YOLOv5 ถึง 0.087 (0.827 เทียบกับ 0.747)

ความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกรณีการตรวจจบบรอยปะซ่อม (Patching) ซึ่ง YOLOv8 สามารถระบุได้อย่างแม่นยำกว่าชัดเจน ทั้งนี้ สาเหตุหลักมาจากความสามารถของ YOLOv8 ที่ได้รับการพัฒนามากขึ้นในด้านโครงสร้างพื้นฐานของระบบที่ช่วยให้การประมวลผลภาพมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถจับตำแหน่งความเสียหายที่มีรูปร่างไม่แน่นอนหรือขนาดเล็กได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ความแม่นยำของระบบ ในการทำนายผิวถนนตัวแบบ

ระบบในการทำนายผิวถนนตัวแบบ มีความแม่นยำในการตรวจจบบรอยได้แก่ Patching แต่ในบางคลาสยังคงมีความสับสนในการตรวจจบบรอย ได้แก่ Alligator Crack และ Pothole

5.3 ระบบการตอบกลับ และการจำแนกรูปภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนของระบบ

ไลน์แชทบอทสามารถจำแนกรูปภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนทั้ง 3 ประเภทได้ดี และในส่วนของระบบไลน์แชทบอทสามารถส่งภาพประเภทของความชำรุดเสียหายของผิวถนนกลับมาให้ผู้ใช้งานพร้อมบอกประเภทความชำรุดเสียหายของผิวถนนได้ผ่านทางข้อความตอบกลับผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง

จะเห็นได้ว่า จากการพัฒนาระบบการสำรวจสภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนโดยใช้ระบบ Object Detection นอกจากจะช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบความชำรุดเสียหายของถนนแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างเครื่องมือเพื่อช่วยประเมินความเสียหายเบื้องต้น เพื่อลดระยะเวลาในการตรวจสอบ และเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานตรวจสอบความชำรุดเสียหายของผิวถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา พบว่า YOLOv8 เป็นอัลกอริธึมที่ได้รับการพัฒนา และให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่า YOLOv5 โดยเฉพาะในกรณีของการตรวจจบบรอยปะซ่อม YOLOv8 สามารถตรวจจบบรอยได้แม่นยำยิ่งขึ้น อันเป็นผลจากการปรับปรุงโครงสร้างภายในของโมเดลให้มีความสามารถในการเรียนรู้ที่ลึกขึ้น และครอบคลุมมากขึ้น

ด้วยเหตุนี้ ในการนำผลวิจัยไปใช้จริง จึงแนะนำให้เลือกใช้อัลกอริธึม YOLOv8 แทน YOLOv5 โดยเฉพาะในงานตรวจสอบผิวถนนผ่านระบบตอบกลับอัตโนมัติ แชทบอท ที่ซึ่งมีข้อจำกัดด้านทรัพยากร และต้องการผลการประมวลผลที่รวดเร็วและแม่นยำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่เปิดโอกาส และให้ความร่วมมือและสถานที่ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือและงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] อโศธร วงศ์ปราโมทย์. (2556). กรณีศึกษาการสำรวจสภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลพลูตาหลวง โครงการงานเทคโนโลยีการก่อสร้างและโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- [2] ชนิษเนตร เมธาเกียรติกุล. YOLO v5 มันคืออะไร?. [ออนไลน์] 2565. [สืบค้นวันที่ 16 มีนาคม 2568]. จาก <https://www.tinpa.or.th/>
- [3] Surapong Kanoktipsatharporn. Object Detection คืออะไร บทความสอน AI ตรวจจบบวัตถุ TensorFlow.js หลักการทำ Object Detection การตรวจจบบวัตถุในรูปภาพจากโมเดลสำเร็จรูป COCO-SSD - tfjs ep.8. [ออนไลน์] 2563. [สืบค้นวันที่ 16 มีนาคม 2568]. จาก <https://www.bualabs.com/>
- [4] กรมทางหลวงชนบท. (2555). คู่มือบำรุงปกติ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม.
- [5] วิสุกร คันอินทร์. (2565). ระบบการนับยานพาหนะแยกตามประเภทสำหรับวิดีทัศน์จราจรหลายมุมมอง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [6] อัฐพงศ์ สังข์เพ็ชร และวีระ สะอึ้ง. (2564). ระบบตรวจนับยานพาหนะและจำแนกประเภทของยานพาหนะ
- [7] อโศธร วงศ์ปราโมทย์. (2565). กรณีศึกษาการสำรวจสภาพความชำรุดเสียหายของผิวถนนในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลพลูตาหลวง
- [8] Meng-Han, T., Hao-Yung, C., Yi-Lin, C., Heng-Kuang, S., Pei-Yi, L., & Ching-Wen, H. (2021). Fast Personal Protective Equipment Detection for Real Construction Sites Using Deep Learning Approaches. Sensors.
- [9] Caldarini, G., Jaf, S., & McGarry, K. (2565). A literature survey of recent advances in Chatbots. Information