

ระบบตรวจจับและแจ้งเตือนอุบัติเหตุโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

ACCIDENT DETECTION AND NOTIFICATION SYSTEM USING DEEP LEARNING TECHNIQUE

พรพนม นันทะเสน* และพนมขวัญ ริยะมงคล

Pornpanom Nanthasen* and Panomkhawn Riyamongkol

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเปราะบางบนถนน ได้แก่ ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ซึ่งในประเทศไทยมีสถิติการเสียชีวิตเกินกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั้งหมด โดยใช้ YOLOv5 ในการพัฒนาระบบให้สามารถตรวจสอบวัตถุในภาพได้ว่าเป็นบุคคลหรือรถจักรยานยนต์ที่เกิดอุบัติเหตุหรือไม่ และทำการเปรียบเทียบผลการตรวจจับอุบัติเหตุที่ได้จาก YOLOv5 โมเดลต่าง ๆ เพื่อเลือกใช้โมเดลที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นทำการพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุด้วยภาษา Python ร่วมกับ LINE Notify API (Line Notify Application Programming Interface) เพื่อให้ระบบมีความสามารถในการส่งรูปภาพและข้อความแจ้งเตือนไปยังกลุ่มบุคคลผ่านแอปพลิเคชัน Line ในกรณีที่มีการตรวจพบว่ามีอุบัติเหตุทางถนนเกิดขึ้น ผลการวิจัยพบว่า YOLOv5x มีความสามารถในการตรวจจับอุบัติเหตุร้อยละ 93.21 ซึ่งดีที่สุดเมื่อเทียบกับผลที่ได้จากโมเดลอื่น และระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งรูปภาพพร้อมข้อความสั้นที่ระบุจำนวนรถจักรยานยนต์และจำนวนบุคคลที่ประสบอุบัติเหตุได้สำเร็จร้อยละ 100 งานวิจัยนี้จึงอาจเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางถนนอัจฉริยะ ที่ช่วยให้เจ้าหน้าที่กู้ภัย เจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือผู้เกี่ยวข้อง ได้รับข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุทางถนนได้อย่างรวดเร็ว และสามารถประเมินสถานการณ์จากรูปภาพหรือข้อความที่ได้รับ เพื่อเตรียมความพร้อมทั้งด้านทีมช่วยเหลือและอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นเพิ่มเติม ทำให้สามารถช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุได้อย่างทันท่วงที

คำสำคัญ: ระบบตรวจจับอุบัติเหตุทางถนน ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุทางถนน การเรียนรู้เชิงลึก

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000

Faculty of Engineering, Naresuan University, Muang Phitsanulok District, Phitsanulok Province 65000

*corresponding author e-mail: pornpanomn64@nu.ac.th

Received: 20 April 2023; Revised: 22 June 2023; Accepted: 4 July 2023

DOI: <https://doi.org/10.14456/lsej.2023.26>

Abstract

This study aimed to develop an accident detection and notification system for road accidents related to vulnerable groups on the road, such as motorcyclists, who account for 80% of all road fatalities in Thailand. YOLOv5 is used to develop a system where objects in the image can be detected, whether a person or a motorcycle involved in an accident. The comparison of accident detection results obtained with different YOLOv5 models led to the selection of the most suitable model. Then, the notification system was developed in Python language along with LINE Notify API (Line Notify Application Programming Interface) for sending images and notifications to groups of people through the Line application when the system detects a road accident. The results show that YOLOv5x has the best performance in accident detection with 93.21% compared to the results of other models. Moreover, the developed system was 100 percent successful in sending images along with a short message indicating the number of motorcycles and the number of people involved in the accident. This intelligent accident detection and notification system can detect accidents immediately by alerting rescue workers, police officers or other parties. The information about road accidents, including images or messages, can help evaluate the situation and promptly prepare the rescue team and the necessary equipment, leading to immediate assistance to accident victims.

Keywords: Road accident detection system, Road accident notification system, Deep learning

บทนำ

จากสถิติขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) พบว่ามีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกประมาณ 1.3 ล้านคนต่อปี และเกินกว่าครึ่งเกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ใช้เปราะบางบนถนน (Vulnerable Road Users: VRUs) ได้แก่ คนเดินเท้า ผู้ใช้รถจักรยาน และผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (World Health Organization, 2022) ส่วนสถิติประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2554 – 2563 มีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสะสม 206,589 คน (เฉลี่ยปีละประมาณ 20,600 คน หรือ วันละ 58 คน) นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ต้องรักษาในโรงพยาบาลเนื่องจากบาดเจ็บรุนแรง ปีละประมาณ 150,000-200,000 คน ซึ่งร้อยละ 4.6 มีความพิการร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจกล่าวได้ว่า มีผู้ที่ประสบอุบัติเหตุทางถนนแล้วทำให้พิการปีละประมาณ 7,000-13,000 คน (Thanaphong, 2021) ส่วนในปี พ.ศ. 2564 และปี พ.ศ. 2565 มีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนจำนวน 13,621 คน และ 14,976 คน ตามลำดับ มีผู้บาดเจ็บ

จำนวน 883,332 คน และ 926,575 คน ตามลำดับ โดยกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั้งหมด เป็นผู้ใช้รถจักรยานยนต์ (Thai Road Safety Culture, 2023)

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี AI (Artificial Intelligence) หรือปัญญาประดิษฐ์ มาพัฒนาให้เกิดเป็นนวัตกรรมใหม่ ๆ มากมาย เช่น ระบบการรู้จำเสียงพูดอัตโนมัติ (Automatic Speech Recognition: ASR) ระบบบอทสำหรับรับส่งข้อความแทนมนุษย์ (Messaging Bots) ระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) และระบบการซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ (automated stock trading) เป็นต้น มีการนำเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) ซึ่งเป็นเทคโนโลยี ai ที่ประกอบด้วยโครงข่ายประสาทเทียมมากกว่าสามชั้นมาใช้ในการด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (computer vision) ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการรู้จำและแปลความหมายภาพดิจิทัลหรือวิดีโอได้ และมีการนำไปประยุกต์ใช้หลากหลายด้าน เช่น แอปพลิเคชันที่ใช้ในการติดแท็กภาพถ่ายในโซเชียลมีเดีย การถ่ายภาพรังสีวิทยาในการแพทย์ และรถยนต์ขับเคลื่อนด้วยตนเองในอุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นต้น (IBM Cloud Education, 2020)

You Only Look Once (YOLO) เป็นอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุ ได้รับแนวคิดจาก GoogleNet ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) จากความพิเศษของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network, CNN) ทำให้สามารถแบ่งภาพออกเป็นส่วน ๆ พร้อมกับทำนายขอบเขตและความน่าจะเป็นของแต่ละส่วน กรอบล้อมวัตถุจะถูกกำหนดตามความน่าจะเป็นที่คาดการณ์ไว้ (Morera et al., 2020) โดย YOLOv4 ได้เปิดตัวในปี 2020 เมื่อเทียบกับ YOLOv3 แล้วมีการปรับปรุงความแม่นยำเฉลี่ย (Mean Average Precision: mAP) ขึ้นร้อยละ 10 และมีค่าความเร็วในหน่วยเฟรมต่อวินาที (Frame Per Second: FPS) เพิ่มขึ้นร้อยละ 12 (Wang et al., 2021) ส่วน YOLOv5 ได้ถูกพัฒนาต่อจาก YOLOv4 โดยจากผลทดสอบการนำไปใช้ด้านความปลอดภัยของอากาศยานแบบไร้คนขับ (unmanned aerial vehicles: UAVs) เพื่อค้นหาจุดลงจอดที่ปลอดภัย พบว่า เมื่อพิจารณาในด้านความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุแล้ว YOLOv5 มีประสิทธิภาพดีกว่า YOLOv4 และ YOLOv3 แต่มีความเร็วในการตรวจจับวัตถุช้ากว่าเล็กน้อย (Upesh & Hossein, 2022)

แชทบอท เป็นระบบคอมพิวเตอร์สนทนาอัจฉริยะที่ออกแบบมาเพื่อเลียนแบบการสนทนาของมนุษย์สำหรับให้คำแนะนำและการสนับสนุนออนไลน์แบบอัตโนมัติ จึงถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่าง ๆ (Guendalina et al., 2022) และในปัจจุบันแอปพลิเคชัน Line มีการขยายตัวสูงมากขึ้น เนื่องจากเป็นมากกว่าแอปพลิเคชันที่ใช้ในการสนทนา และมีความสามารถในการใช้งานหลากหลายด้าน อีกทั้งยังช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารในช่วงการระบาดของโรค COVID-19 ในประเทศไทยจึงมีจำนวนผู้ใช้งานมากกว่า 50 ล้านราย ซึ่งมากกว่า 2 ใน 3 ของประชากรในประเทศ (Tangsiri, 2021) ในช่วงที่ผ่านมา (ระหว่าง กรกฎาคม 2563 ถึง กรกฎาคม 2564) มีผู้ใช้งาน Line Open Chat เพิ่มขึ้น 38% มีกลุ่มสนทนาเพิ่มขึ้น 92% มีจำนวนบัญชี Line Official

Account ใหม่ที่เป็นกลุ่มธุรกิจ SMEs มากกว่า 50% (Thanadkit, 2021) และจากสถิติการใช้งานแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียสำหรับการส่งข้อความแล้ว พบว่า Line เป็นแพลตฟอร์มสำหรับส่งข้อความที่ได้รับความนิยมขึ้นชอบและมีการใช้งานมากที่สุดในประเทศไทย (Simon, 2023)

จากข้อมูลข้างต้น ด้วยสถิติจำนวนผู้เสียชีวิตและผู้พิการเนื่องจากอุบัติเหตุทางถนนทั้งในประเทศไทยและทั่วโลกที่มีจำนวนมาก อุบัติเหตุทางถนนจึงถือเป็นภัยสาธารณะที่ร้ายแรงและเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก มีหลายหน่วยงานได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหานี้ โดยเฉพาะสมัชชาใหญ่แห่งสหประชาชาติ (The United Nations General Assembly) ซึ่งเป็นองค์กรระดับโลก ได้ตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะลดจำนวนผู้เสียชีวิตและการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนนลงครึ่งหนึ่งภายในปี 2573 (World Health Organization, 2022) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้ YOLOv5 ซึ่งเป็นเทคโนโลยี AI ที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมาใช้ในการพัฒนาระบบตรวจจับการเกิดอุบัติเหตุทางถนน โดยมุ่งเน้นการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นกลุ่มเปราะบางบนถนนและมีสถิติการเสียชีวิตสูงกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทย และพัฒนาระบบแจ้งเตือนด้วยแชทบอทร่วมกับแอปพลิเคชัน Line ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มสำหรับส่งข้อความที่ได้รับความนิยมขึ้นชอบและมีการใช้งานมากที่สุดในประเทศไทย โดยมีความคาดหวังว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะสามารถตรวจจับอุบัติเหตุทางถนนและส่งข้อมูลแจ้งเตือนให้กับเจ้าหน้าที่ตำรวจ เจ้าหน้าที่กู้ภัย หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นเพิ่มเติม และเดินทางไปยังจุดเกิดเหตุเพื่อช่วยเหลือหรือปฐมพยาบาลผู้ประสบอุบัติเหตุได้อย่างทันท่วงที

วิธีดำเนินการวิจัย

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่ ระบบตรวจจับอุบัติเหตุและระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุ โดยเมื่อมีการรับภาพเข้ามาในระบบ ระบบตรวจจับอุบัติเหตุที่พัฒนาโดยใช้ YOLOv5 จะทำการจำแนกและตรวจสอบแต่ละวัตถุที่พบในภาพว่าเป็นบุคคลหรือรถจักรยานยนต์ที่เกิดอุบัติเหตุหรือไม่ และหากพบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ระบบแจ้งเตือนอุบัติเหตุที่พัฒนาโดยใช้ภาษา Python ร่วมกับ LINE Notify API (Line Notify Application Programming Interface) จะทำการส่งรูปภาพและข้อความสั้น ๆ เพื่อแจ้งเตือนไปยังกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องผ่านแอปพลิเคชัน Line โดยกลไกการทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 1 (Figure 1)

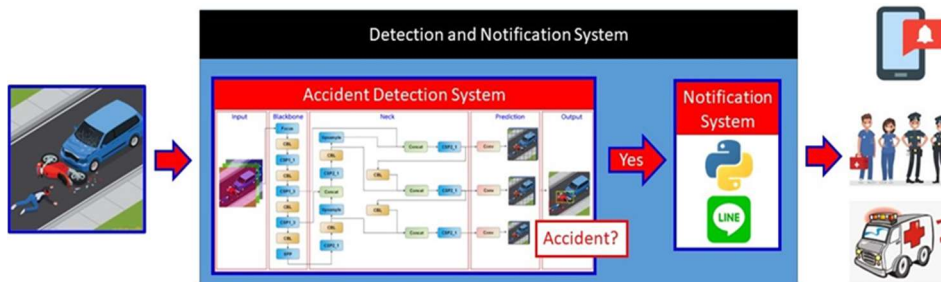


Figure 1 Mechanism

การพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนอุบัติเหตุในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบตามลำดับขั้นตอนโดยเริ่มจากการจัดเตรียมข้อมูลรูปภาพ การพัฒนาระบบตรวจจับอุบัติเหตุ และการพัฒนาระบบการแจ้งเตือน ดังแสดงในภาพที่ 2 (Figure 2)

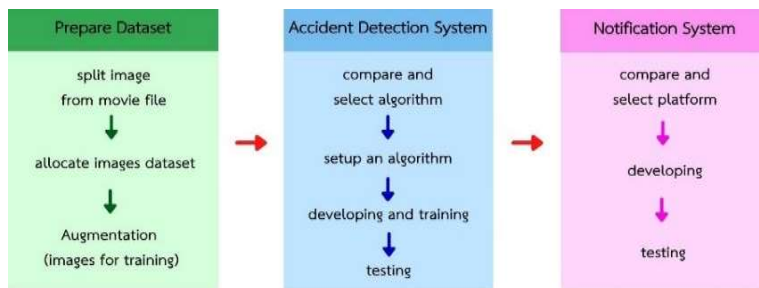


Figure 2 System Development Process

ในการจัดเตรียมข้อมูลรูปภาพ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ภาพเคลื่อนไหวหรือคลิปวิดีโอ (video clip) ที่มีการเกิดอุบัติเหตุทางถนน จากเทศบาลนครเชียงใหม่และเทศบาลนครนครสวรรค์ จากนั้นผู้วิจัยได้นำคลิปวิดีโอซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหวมาแยกเป็นเฟรมภาพนิ่ง ทำให้มีเฟรมภาพที่เกิดอุบัติเหตุทั้งหมดจำนวน 1,400 ภาพ และเพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนชุดข้อมูลภาพที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีความหลากหลาย และการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงใช้แพลตฟอร์ม Roboflow ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ในการแบ่งเป็นชุดข้อมูลภาพแบบสุ่ม เพื่อใช้ในการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ (training) ตรวจสอบความถูกต้อง (validation) และทดสอบระบบ (testing) ในอัตราส่วนร้อยละ 70, 20 และ 10 ตามลำดับ และสร้างชุดข้อมูลเพิ่มเติม (augmentation) จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 เท่า ด้วยเทคนิคต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) โดยภาพที่ได้จากแพลตฟอร์ม Roboflow มีจำนวนทั้งสิ้น 15,120 ภาพ ได้แก่ จำนวนภาพสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง (validation) และทดสอบระบบ (testing) มีจำนวนเท่าเดิม คือ 280 และ 140 ตามลำดับ ส่วนภาพที่ใช้สอนระบบให้เกิดการเรียนรู้มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 15 เท่า ซึ่งจากเดิมมีอยู่ 980 ภาพ เพิ่มขึ้นเป็น 14,700 ภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2 (Table 2)

Table 1 Image Data Augmentation

Number	Augmentation Techniques	Setting
1	Grayscale	25%
2	Hue	Between -25° and +25°
3	Saturation	Between -25% and +25%
4	Brightness	Between -25% and +25%
5	Exposure	Between -25% and +25%
6	Blur	Up to 1 pixel
7	Noise	Up to 5% of pixels

Table 2 Dataset Allocation

Number	Purposes	Percentage	Number of Images	Roboflow Results
1	Training	70	980	14,700
2	Validation	20	280	280
3	Testing	10	140	140
Total		100	1,400	15,120

ในการเปรียบเทียบและเลือกใช้อัลกอริทึมนั้น จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ พบว่า ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ YOLOv3, SSD และ Faster R-CNN ในการตรวจจับยานพาหนะ อัลกอริทึม YOLOv3 มีข้อดีอยู่ 2 ประการ ได้แก่ มีการคาดการณ์กรอบวัตถุและความน่าจะเป็นในครั้งเดียว และกระบวนการตรวจจับภาพทั้งหมดเสร็จสิ้นในเครือข่ายเดียว ทำให้ YOLOv3 มีความเร็วกว่า Faster R-CNN และ SSD (Rendi & Mohammad, 2022) และจากผลทดสอบการนำไปใช้ด้านความปลอดภัยของอากาศยานแบบไร้คนขับ (unmanned aerial vehicles: UAVs) เพื่อค้นหาจุดลงจอดที่ปลอดภัย เมื่อพิจารณาในด้านความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุแล้ว YOLOv5 มีประสิทธิภาพดีกว่า YOLOv4 และ YOLOv3 แต่มีความเร็วในการตรวจจับวัตถุช้ากว่าเล็กน้อย (Upesh & Hossein, 2022) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ YOLOv5 อัลกอริทึมที่พัฒนาจาก YOLOv3 และ YOLOv4 ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่มีค่า Latency ที่ต่ำและเหมาะกับการใช้งานแบบ realtime (Rendi & Mohammad, 2022) โดยโครงสร้างของ YOLOv5 แสดงดังภาพที่ 3 (Figure 3) และโครงสร้างของ YOLOv5 โมเดลต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 4 (Figure 4)

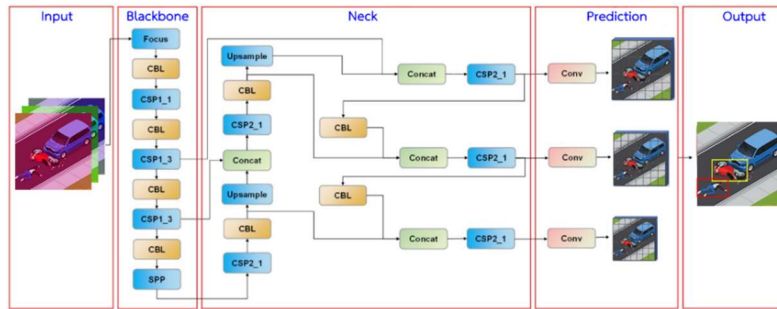


Figure 3 YOLOv5 Structure

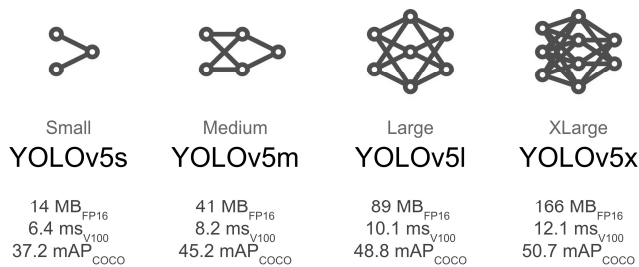


Figure 4 YOLOv5 models

ในการพัฒนาระบบตรวจจับอุบัติเหตุและสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้จำ (training) ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งประเภทของวัตถุในภาพเป็น 2 คลาส (class) ได้แก่ 1) บุคคลที่ประสบอุบัติเหตุ และ 2) รถจักรยานยนต์ที่ประสบอุบัติเหตุ และเพื่อให้ระบบมีการรู้จำที่ดีที่สุดจึงเขียนคำสั่งการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้จำที่ 200 รอบ (200 epoch) ให้กับ YOLOv5 ในทุก ๆ โมเดล และระบุค่า batch size ตามค่าที่ YOLOv5 แนะนำ ดังแสดงในตารางที่ 3 (Table 3)

Table 3 Parameter for Training

No.	model	Weights	Epoch	Batch Size
1	YOLOv5s	YOLOv5s.pt	200	64
2	YOLOv5m	YOLOv5m.pt	200	40
3	YOLOv5l	YOLOv5l.pt	200	12
4	YOLOv5x	YOLOv5x.pt	200	6

ในการพัฒนาระบบการแจ้งเตือนอุบัติเหตุ ผู้วิจัยทำการสืบค้นข้อมูลสถิติจำนวนผู้ใช้แพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียในประเทศไทย พบว่า แอปพลิเคชัน Line เป็นแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียสำหรับส่งข้อความที่มีการใช้งานและได้รับความนิยมมากที่สุด โดยมีสถิติการใช้งานและความชื่นชอบ ร้อยละ 90.7 และ 16.1 ตามลำดับ มากกว่า Facebook Messenger ที่มีการใช้งานเป็นอันดับที่ 2 โดยมีสถิติการใช้งานและความชื่นชอบ ร้อยละ 80.8 และ 5.9 ตามลำดับ (Simon, 2023) ดังแสดงในตารางที่ 4 (Table 4)

Table 4 Comparison of Social Media Messaging Platforms

Number	Platform	Most Used (%)	Favorite (%)
1	Line	90.7	16.1
2	Facebook Messenger	80.8	5.9
3	Instagram	66.4	8.6
4	Telegram	15.3	0.3
5	Imessage	14.7	0.2
6	Whatsapp	12.8	< 0.1
7	Discord	11.9	0.9
8	Linkedin	9.8	< 0.1
9	Skype	9.6	< 0.1
10	Wechat	8.9	< 0.1
11	Snapchat	8.5	< 0.1

จากผลทางสถิติในตารางที่ 4 (Table 4) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แอปพลิเคชัน Line เป็นแพลตฟอร์มในการส่งข้อความแจ้งเตือน แล้วดำเนินการพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรมคำสั่งเชื่อมต่อกับ Line Notify API เพื่อให้ระบบสามารถส่งการแจ้งเตือนด้วยรูปภาพและข้อความที่ระบุจำนวนรถจักรยานยนต์และจำนวนผู้ประสบอุบัติเหตุผ่านแอปพลิเคชัน Line ได้ จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบแจ้งเตือนโดยใช้ภาพที่แบ่งไว้สำหรับทดสอบการทำงานของระบบ จำนวน 140 ภาพ แล้วคิดคำนวณเป็นค่าร้อยละจากจำนวนครั้งที่ระบบสามารถส่งข้อมูลได้สำเร็จ

ผลการวิจัย

จากการป้อนคำสั่งในการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ที่ 200 รอบ (200 epoch) ให้กับ YOLOv5 ในทุก ๆ โมเดล พบว่า แต่ละโมเดลใช้จำนวนรอบในการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง 142-146 รอบ (epoch) แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการสอนระบบไม่เท่ากัน โดยโมเดลที่ยิ่งมีขนาดใหญ่ หรือมีความซับซ้อนของโครงข่ายประสาทเทียมที่มากขึ้น ก็ยังต้องใช้เวลาในการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ที่มากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น YOLOv5x จึงใช้เวลาในการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้จำนวนที่สุด โดยใช้เวลา 38.127 ชั่วโมง รองลงมาคือ YOLOv5l YOLOv5m และ YOLOv5s โดยใช้เวลา 18.487 12.169 และ 11.180 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5 (Table 5)

Table 5 Training Result

No.	model	Time (hr)	Stopping Epoch	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95
1	YOLOv5s	11.180	144	0.937	0.909	0.937	0.64
2	YOLOv5m	12.169	142	0.950	0.912	0.951	0.655
3	YOLOv5l	18.487	146	0.970	0.911	0.950	0.655
4	YOLOv5x	38.127	142	0.973	0.912	0.947	0.657

ในการทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนโปรแกรมคำสั่งให้ระบบ ตีกรอบล้อมรอบวัตถุที่มีการเกิดอุบัติเหตุ ได้แก่ บุคคลที่ประสบอุบัติเหตุ ตีกรอบล้อมรอบด้วยเส้นสีแดง และรถจักรยานยนต์ที่ประสบอุบัติเหตุ ตีกรอบล้อมรอบด้วยเส้นสีเหลือง แล้วบันทึกข้อมูลเป็นจำนวน ภาพตามผลการทำงานของระบบ ได้แก่ 1) จำนวนภาพที่ระบบสามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ครบถ้วน 2) จำนวนภาพที่ระบบสามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้แต่ไม่ครบถ้วน 3) จำนวนภาพที่มีการเกิดอุบัติเหตุ แต่ระบบตรวจหาไม่พบ และ 4) จำนวนภาพที่ระบบตรวจจับอุบัติเหตุผิดพลาด โดยตัวอย่างของภาพ ในกรณีต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 5 (Figure 5) และเมื่อทำการทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุกับ YOLOv5 โมเดลต่าง ๆ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 6 (Table 6)

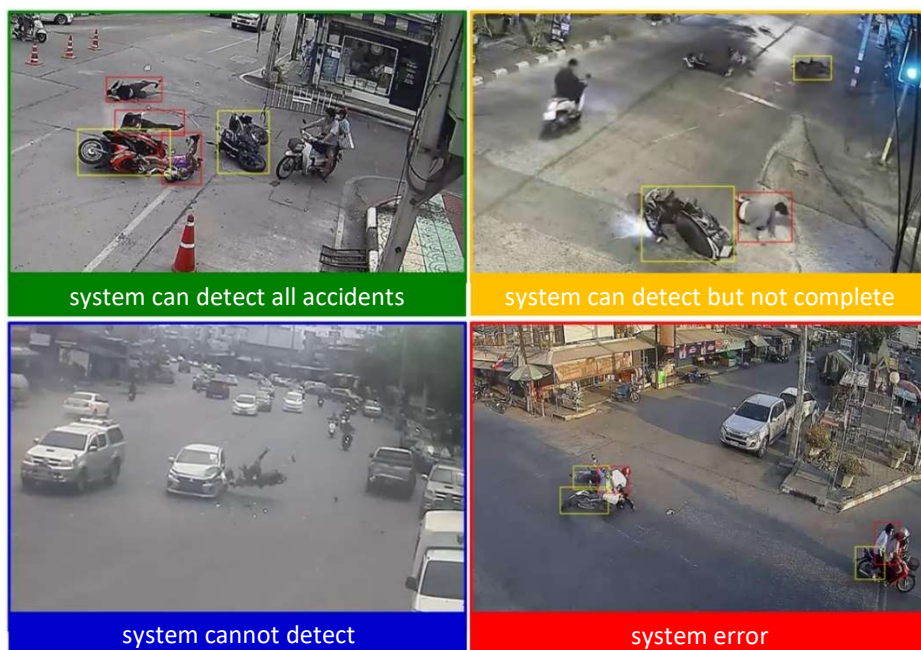


Figure 5 Accident detection system result

Table 6 Accident detection system testing results

Number	Testing Results	Percentage and Number of Images			
		YOLOv5 S	YOLOv5 M	YOLOv5 L	YOLOv5 X
1	The number of images that the system can detect all accidents	65.71% (92)	72.86% (102)	74.29% (104)	78.57% (110)
2	The number of images that the system can detect but does not complete	19.29% (27)	15.00% (21)	16.43% (23)	12.86% (18)
3	The number of images that the system was unable to detect an accident	6.43% (9)	6.43% (9)	5.00% (7)	4.29% (6)
4	The number of images that the accident detection system errors	8.57% (12)	5.71% (8)	4.29% (6)	4.29% (6)
Ability to detect accidents (No.1 + No.2)		85.00% (119)	87.86% (123)	90.72% (127)	91.43% (128)

จากข้อมูลในตารางที่ 6 (Table 6) เป็นผลจากการนำภาพที่แบ่งไว้สำหรับการทดสอบระบบจำนวน 140 ภาพ มาทำการทดสอบกับ YOLOv5 โมเดลต่าง ๆ และแสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ โดยระบุจำนวนภาพที่ตรวจพบไว้ในวงเล็บ เช่น ในลำดับที่ 1 จำนวนภาพที่ระบบสามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ครบถ้วน YOLOv5x สามารถตรวจจับได้มากที่สุด หรือคิดเป็นร้อยละ 78.57 (110 รูปภาพ) เป็นต้น และหากพิจารณาด้านความสามารถในการตรวจจับอุบัติเหตุเป็นหลัก (รวมเฉพาะ ลำดับที่ 1 สามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ครบถ้วน และ ลำดับที่ 2. สามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้แต่ไม่ครบถ้วน) พบว่า YOLOv5x สามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ถูกต้องมากที่สุด คือ 128 ภาพ หรือคิดเป็นร้อยละ 91.43 รองลงมาคือ YOLOv5l, YOLOv5m และ YOLOv5s โดยสามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ 127, 123 และ 119 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 90.72, 87.86 และ 85.00 ตามลำดับ และเมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 6 (Table 6) ในลำดับที่ 2. ตรวจจับอุบัติเหตุได้ไม่ครบถ้วน 3. ตรวจไม่พบการเกิดอุบัติเหตุ และ 4. ตรวจจับอุบัติเหตุผิดพลาด ซึ่งเป็นจำนวนรูปภาพที่บ่งบอกถึงความไม่สมบูรณ์หรือข้อผิดพลาดของระบบ มาจัดทำเป็นตารางโดยพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยที่มีผลกับการทำงานของระบบมากที่สุดคือ ภาพที่ทดสอบเกิดขึ้นในช่วงที่มีแสงน้อย ค่าเฉลี่ย 15.75 ภาพ หรือคิดเป็นร้อยละ 41.45 รองลงมาคือ ไม่สามารถหาสาเหตุได้ เช่น สภาวะแสงปกติและไม่มีการซ้อนทับกันของวัตถุ ระบบตรวจพบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ทั้งที่ไม่มีวัตถุใดในภาพแสดงให้เห็นว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเลย เป็นต้น โดยมีค่าเฉลี่ย 11.25 ภาพ หรือคิดเป็นร้อยละ 28.95 และสุดท้าย คือ มีการซ้อนทับกันของหลาย ๆ วัตถุ ทำให้ระบบ

ตรวจจับอุบัติเหตุทำงานผิดพลาด โดยมีค่าเฉลี่ย 11.00 หรือคิดเป็นร้อยละ 28.95 ดังแสดงในตารางที่ 7 (Table 7)

Table 7 Comparison the factor of results

Number	Factor	YOLOv5 Model				Result	
		s	m	l	x	Average	(%)
1	The test image was taken in low light	22	15	13	13	15.75	41.45
2	Overlap of multiple objects within the image	11	10	12	11	11.00	28.95
3	Other or Unknow	15	13	11	6	11.25	29.60
Total		48	38	36	30	38	100.00

ผู้วิจัยได้ดำเนินการแยกภาพที่ไม่มีการเกิดอุบัติเหตุจากวิดีโอคลิป จำนวน 140 ภาพ (เท่ากับจำนวนภาพที่มีการเกิดอุบัติเหตุที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของระบบ) จากนั้นทำการทดสอบกับ YOLOv5x ซึ่งมีผลการทดสอบที่ดีกว่าโมเดลอื่น ๆ พบว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง (ไม่แสดงผลว่ามีการเกิดอุบัติเหตุ) จำนวน 133 ภาพ และระบบทำงานผิดพลาด (แสดงผลว่ามีการเกิดอุบัติเหตุ) จำนวน 7 ภาพ จากนั้นบันทึกผลรวมกับผลที่ได้จากการทดสอบก่อนหน้านี้ด้วย Confusion Matrix พบว่า ระบบที่พัฒนาโดยใช้ YOLOv5x มีความสามารถในการตรวจจับอุบัติเหตุเฉลี่ยร้อยละ 93.21 ดังแสดงในภาพที่ 6 (Figure 6)

	image of accidents 140 images	image without accidents 140 images
found accidents	128	7
no accidents were found	12	133
		261 (93.21%)

Figure 6 Confusion Matrix

ในการทดสอบการส่งข้อความแจ้งเตือน ผู้วิจัยทำการทดสอบกับ YOLOv5x ซึ่งเป็นโมเดลที่มีความสามารถในการตรวจจับอุบัติเหตุได้ถูกต้องมากที่สุด พบว่า ระบบสามารถส่งรูปภาพและข้อความระบุจำนวนวัตถุที่ประสบอุบัติเหตุได้ตรงตามผลที่ได้จากการตรวจจับอุบัติเหตุ ดังแสดงในภาพที่ 7 (Figure 7) โดยระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนสำเร็จจำนวน 134 ครั้ง จากจำนวนภาพที่ระบบ

ตรวจพบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นและต้องส่งข้อความทั้งหมด 134 ภาพ หรืออาจกล่าวได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งข้อความได้สำเร็จร้อยละ 100 ดังแสดงในตารางที่ 8 (Table 8)

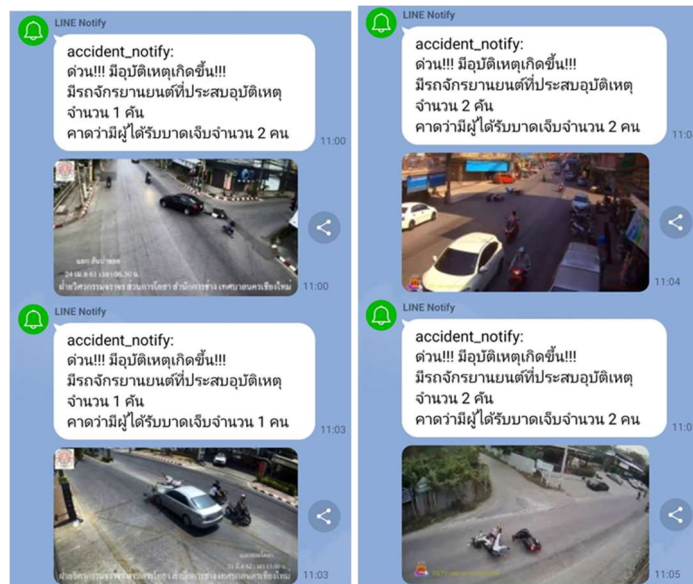


Figure 7 Line Notification Message

Table 8 Accident notification system testing results

Number	Platform	Number of detected images	Must be send	Sending completed
1	The number of images that the system can detect all accidents	110	110	110
2	The number of images that the system can detect but does not complete	18	18	18
3	The number of images that the system was unable to detect an accident	6	-	-
4	The number of images that the accident detection system errors	6	6	6
Total		140	134	134

อภิปรายผล

ในการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนอุบัติเหตุครั้งนี้ พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นด้วย YOLOv5x สามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้สูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยใน Confusion Matrix คิดเป็นร้อยละ 93.21 และระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนได้ตรงตามที่ระบบตรวจจับอุบัติเหตุตรวจพบ คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ระบบแจ้งเตือนที่พัฒนาด้วย Line Notify API สามารถทำการแจ้งเตือนได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่เกิดข้อผิดพลาดเลย ดังนั้น ในการพัฒนาต่อยอดจึงควรให้ความสำคัญกับความถูกต้องในการตรวจจับอุบัติเหตุเป็นหลัก ซึ่งชุดข้อมูลภาพที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากเพียง 2 หน่วยงาน หากมีภาพจากหน่วยงานอื่นหรือจังหวัดอื่นเพิ่มเติม จะทำให้มีชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกระบบให้เกิดการรู้จำมากขึ้น มีความหลากหลายทางด้านสภาพถนนและรูปแบบลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ระบบตรวจจับอุบัติเหตุสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้ระบบตรวจจับอุบัติเหตุได้ไม่ครบถ้วน ตรวจไม่พบการเกิดอุบัติเหตุ และตรวจจับอุบัติเหตุผิดพลาด ในงานวิจัยนี้ พบว่า ปัจจัยที่ทำให้ระบบเกิดข้อผิดพลาดมากที่สุด คือ การตรวจจับภาพที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีแสงน้อย คิดเป็นร้อยละ 41.45 เนื่องจากภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย ทำให้กล้องวงจรปิดมีความสามารถในการเก็บรายละเอียดของวัตถุได้น้อย อีกทั้งยังมีสัญญาณรบกวน แสงรบกวน แสงสะท้อน และคอนทราสต์ไม่ดี (Winston & Tejas, 2021)

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบ 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ระบบตรวจจับอุบัติเหตุ และระบบแจ้งเตือน โดยมีผลการทดสอบระบบ ดังนี้

ระบบตรวจจับอุบัติเหตุ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบการตรวจจับอุบัติเหตุ พบว่า YOLOv5x สามารถตรวจจับอุบัติเหตุได้ถูกต้องมากที่สุด 128 ภาพ หรือคิดเป็นร้อยละ 91.43 รองลงมาคือ YOLOv5l (127 ภาพ หรือร้อยละ 90.72), YOLOv5m (123 ภาพ หรือร้อยละ 87.86) และ YOLOv5s (119 ภาพ หรือร้อยละ 85.00) ตามลำดับ และช่วงเวลาที่มืดมีแสงน้อยถือเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบตรวจจับอุบัติเหตุลดลง คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 41.45 ของจำนวนภาพที่ระบบตรวจจับอุบัติเหตุผิดพลาดทั้งหมด

จากการนำระบบที่พัฒนาโดยใช้ YOLOv5x มาทำการทดสอบกับภาพที่ไม่มีอุบัติเหตุเพิ่มเติม เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบระบบด้วยภาพที่มีการเกิดอุบัติเหตุ แล้วบันทึกผลลงใน Confusion Matrix พบว่า ระบบมีความสามารถในการตรวจจับอุบัติเหตุ เฉลี่ยร้อยละ 93.21

ระบบการแจ้งเตือนอุบัติเหตุ พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนได้ครบถ้วนตามที่ตรวจจับได้ และสามารถส่งข้อความได้สำเร็จร้อยละ 100

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ทุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาและสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ดร.ชูชาติ หฤไชยะศักดิ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน ดร.จิราพร พุกสุข และ ดร.จิรารัตน์ เอี่ยมสะอาด ที่กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และมีความสำคัญ ต่อการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนอุบัติเหตุครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ NU Vision Lab ที่เป็นแหล่งเรียนรู้และพัฒนาทักษะด้านการประมวลผลภาพ และขอขอบพระคุณเทศบาลนครเชียงใหม่และเทศบาลนครนครสวรรค์ที่ให้ความอนุเคราะห์ภาพการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสำหรับการใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Guendalina C, Sardar J, Kenneth MG. A literature survey of recent advances in chatbot. *Information* 2022;13(1):41.
- IBM Cloud Education. What is artificial intelligence (AI). 2020. Available at: <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>. Accessed March 1, 2022.
- Morera A, Sanchez A, Moreno BA, Sappa DA, and Velez J F. SSD vs. YOLO for Detection of outdoor urban advertising panels under multiple variabilities. *Sensors* 2020;20(16):4587.
- Rendi N, Mohammad I. Comparative analysis of deep learning models for vehicle detection. *Journal of Systems Engineering and Information Technology* 2022;1(1):27-32.
- Simon K. Digital thailand. 2023. Available at: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-thailand>. Accessed March 3, 2023.
- Tangsiri. Announcing the number of users reaching 50 million, the 10th anniversary of LINE Thailand. 2021. Available at: <https://brandinside.asia/line-thailand-10-yrs>. Accessed March 2, 2022.
- Thai Road Safety Culture. Road Accident Statistics in Thailand. 2023. Available at: <https://www.thairsc.com/data-compare>. Accessed March 2, 2023.
- Thanadkit C. 10 years of Line Thailand. 2021. Available at: <https://thestandard.co/line-thailand-user-and-new-features>. Accessed March 1, 2022.
- Thanaphong J. Road accidents "the silent danger" that are still dangerous and challenging management. *Journal of Emergency Medicine of Thailand* 2021;1(1):71-76.
- Upesh N, Hossein E. Comparing YOLOv3, YOLOv4 and YOLOv5 for autonomous landing spot detection in Faulty UAVs. *Sensors* 2022;22(2):1-15.
- Wang Z, Wu Y, Yang L, Thirunavukarasu A, Evison C, Zhao Y. Fast personal protective equipment detection for real construction sites using deep learning approaches. *Sensors* 2021;21(10):1-22.

- Winston C, Tejas S. Exploring low-light object detection techniques. 2021. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2107.14382.pdf>. Accessed March 12, 2022.
- World Health Organization. Road traffic injuries. 2022. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>. Accessed March 1, 2022.