

จักรกฤษณ์ สุพธานุรักษ์ : การวิเคราะห์ภาพด้วยโยโลและการประมาณกระแสจราจรในเขตเมืองโดยวิธีค่าความเป็นศูนย์กลางจากการค้นกลาง (YOLO-Based Image Analysis and Traffic Flow Estimation in Urban Area Using Betweenness Centrality)  
อาจารย์ที่ปรึกษา: ศาสตราจารย์ ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห, 72 หน้า

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์วิทัศน์, ทฤษฎีกราฟจากหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง

อุบัติเหตุทางถนนเป็นสาเหตุหลักของการบาดเจ็บและการเสียชีวิตที่เกิดขึ้นทั่วโลก เฉกเช่นเดียวกับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่ติดการติดอันดับอุบัติเหตุทางถนนที่ร้ายแรงที่สุดเป็นเวลาหลายปี โดยอยู่ในลำดับที่ 8 ในปี พ.ศ. 2561 รถโดยสารสองแถวที่พัฒนามาจากระบบดัดแปลงนั้นเป็นหนึ่งในยานยนต์สาธารณะที่เมื่อเกิดอุบัติเหตุแล้ว มักจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงต่อชีวิตของผู้โดยสาร เนื่องจากรถสองแถวนั้นปราศจากอุปกรณ์นิรภัยต่าง ๆ เช่น เข็มขัดนิรภัย ถุงลมนิรภัย รวมไปถึงการบรรทุกผู้โดยสารเกินอัตราและปล่อยให้มีการห้อยโหนเป็นต้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะจัดการกับปัญหาดังกล่าว โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกร่วมกับภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิดจราจรหรือ CCTV (Closed-Circuit Television) ที่มีอยู่ทั่วไปตามท้องถนน มาเก็บข้อมูลจราจร จำแนกประเภทรถสี่ล้อ (Passenger Cars) และนำมาจำแนกรถสองแถวโดยสารปกติ (PTPT – Public Pickup Trucks) ออกจากรถสองแถวบรรทุกผู้โดยสารเกินอัตรา (Overcrowded PTPT) เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุ

เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของรถโดยสารสองแถวและการบรรทุกผู้โดยสารนั้น มีลักษณะจำเพาะเจาะจง จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกใหม่ขึ้นมา เพื่อใช้ในการจำแนกรถโดยสารทั้งสองแบบออกจากกัน โดยในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ใช้ YOLOv5 ซึ่งเป็นโมเดลสำหรับตรวจจับวัตถุที่สนใจที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในเวลาานั้น (State-of-the-art object detection) เป็นตัวต้นแบบในการพัฒนา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดข้อมูล (dataset) ขึ้นมาเพื่อพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่สามารถตรวจจับการบรรทุกเกินอัตราของรถสองแถวได้ โดยโมเดลดังกล่าวนี้ให้ค่าเฉลี่ยของความแม่นยำ (mean average precision – mAP) ที่ 95.1% และใช้เวลาประมวลผลภาพ (inference time) ที่ 33 เฟรมต่อวินาที บนหน่วยประมวลผลกราฟิกส์ (Graphics Processing Unit – GPU) การศึกษานี้ได้สร้างประโยชน์ต่าง ๆ ได้แก่ การพัฒนาชุดข้อมูลภาพรถโดยสารสองแถวแบบปกติและแบบเกินอัตรา การพัฒนากรอบแนวทางการปรับค่าที่เหมาะสมที่สุดของโมเดลต่าง ๆ สำหรับงานจำแนกวัตถุ นอกจากนี้ โมเดลที่เหมาะสมที่สุดที่ได้รับการคัดเลือกนั้นมีแนวโน้มในการนำไปใช้บนคอมพิวเตอร์ที่เป็นส่วนหนึ่งของศูนย์ควบคุมจราจร เพื่อช่วยแจ้งเตือนตำรวจจราจรหาก

ตรวจพบการฝ่าฝืนบรรทุกผู้โดยสารท้ายโหนเกินอัตรา อันจะเป็นการช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุที่ร้ายแรงถึงแก่ชีวิต

อย่างไรก็ดี ข้อมูลปริมาณจราจรจากกล้อง CCTV ที่จำแนกรถสี่ล้อและรถสองแถวโดยสารสาธารณะที่จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (input data) สำหรับการทำนายปริมาณจราจรในขั้นต่อไปนั้น ได้ถูกทดแทนด้วยข้อมูลปริมาณจราจรจากเซนเซอร์ที่ได้จากจุดสำรวจของกรมทางหลวงเนื่องจากข้อจำกัดบางประการ เช่น งานก่อสร้างและบำรุงทางทำให้มีการรื้อถอนกล้องหลายจุด โดยงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีทางเลือกใหม่ที่ง่ายและประหยัดในการทำนายปริมาณกระแสจราจร (traffic flow) โดยใช้ทฤษฎีกราฟและค่าระหว่างกลาง (Betweenness Centrality – BC) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้เวลาน้อยกว่าและสิ้นเปลืองน้อยกว่าวิธีต่าง ๆ ที่ใช้คาดคะเนปริมาณกระแสจราจรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งโดยมากมักเป็นกระบวนการที่ใช้เวลานานและมีราคาสูง

ผู้วิจัยได้เสนอการนำ BC มาประยุกต์ใช้ร่วมกับดัชนีการจราจรติดขัดหรือ TCI (Traffic Congestion Index) โดยอาศัยข้อมูลจราจรของ Google เพื่อใช้ทำนายกระแสจราจร งานวิจัยนี้ใช้โครงข่ายถนนของเขตเทศบาลนครนครราชสีมาเป็นกรณีศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่ผู้วิจัยนำเสนอนี้ โดยผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสจราจรจากการทำนายกับค่า TCI นั้นสูงกว่า 0.58 นั้นแสดงว่าวิธีที่ผู้วิจัยนำเสนอสามารถใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของการจราจรในแต่ละช่วงถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุปแล้ว การศึกษานี้มีส่วนสร้างประโยชน์ทั้งในด้านความปลอดภัยทางการจราจรและการทำนายกระแสจราจร และผู้วิจัยหวังว่าการศึกษานี้จะส่งผลกระทบต่อวงการลดอุบัติเหตุทางถนนรวมถึงการพัฒนาการบริหารงานจราจรให้ดียิ่งขึ้น

สาขาวิชา วิศวกรรมขนส่ง  
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

PANUWAT WISUTWATTANASAK : YOLO-BASED IMAGE ANALYSIS AND TRAFFIC  
FLOW ESTIMATION IN URBAN AREA USING BETWEENNESS CENTRALITY.

THESIS ADVISOR: PROF. VATANAVONGS RATANAVARAHA, Ph.D., 72 PP.

Keyword: Convolutional Neural Networks, Centrality Graph Theory

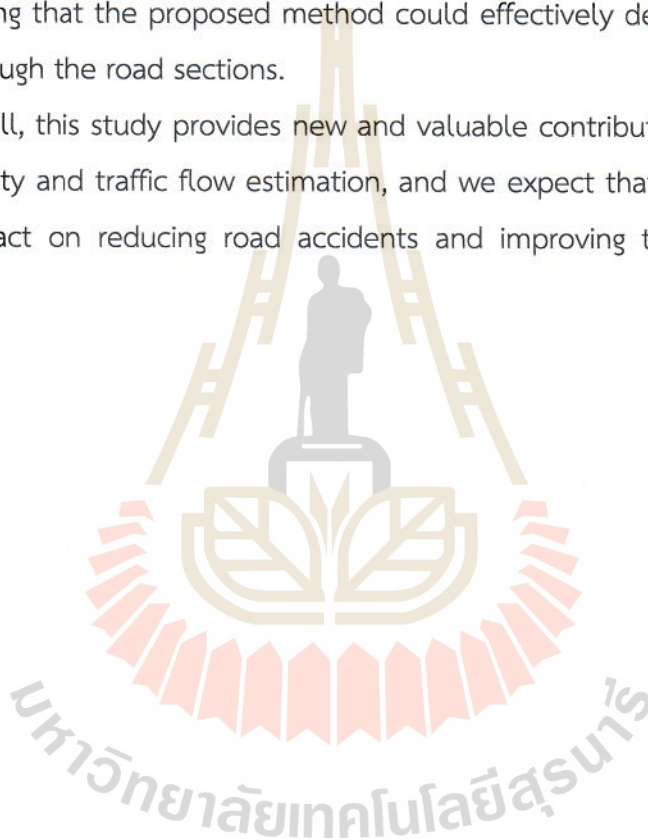
Road accidents are a significant cause of death and injury worldwide, and Thailand is no exception. It has been on the World Health Organization's list of deadliest roads for several years, ranking eighth in 2018. Among all road fatalities, pickup trucks converted into public transportation vehicles are found to be the most problematic, as they often lack proper passenger safety measures and frequently carry excessive passengers. To address this issue, this study proposes the use of deep learning techniques and existing closed-circuit television (CCTV) traffic cameras to classify overloaded public transport pickup trucks (PTPT) and help reduce accidents.

As the characteristics of PTPT vehicles and their passenger occupancy are unique, it is necessary to develop a new model to accurately identify these vehicles. In this study, various state-of-the-art object detection YOLOv5 (You Only Look Once) models were investigated, and a custom dataset was created to obtain the optimal overcrowded detection model. The results showed that the YOLOv5L model yielded the best performance with a mean average precision (mAP) of 95.1% and an inference time of 33 frames per second (FPS) on a GPU. This study contributes to the field by making the custom dataset available and by providing insights into the optimization of the object detection models. The selected model is expected to be deployed on traffic control computers to alert the police of passenger-overloading violations and help reduce traffic-related fatalities.

In addition to the PTPT classification, passenger cars are also classified and counted for use in the traffic estimation task. However, the data gathering through CCTV has been replaced by the data obtained from sensors installed by the Department of Highways. This change was implemented due to certain limitations associated with the absence of multiple CCTVs during road construction. This study further presents an introduction to a straightforward and cost-effective method that


utilizes graph theory and betweenness centrality (BC) for estimating traffic flow. Current methods for measuring traffic volume are often time-consuming and expensive, so this study proposes a shorter and less costly approach. The proposed method integrates BC and the traffic congestion index (TCI) based on Google traffic data to estimate traffic flow. A case study was conducted in the road network of central Nakhon Ratchasima, Thailand, to evaluate the effectiveness of the proposed method. The results showed that the correlation between the estimated traffic volume and the TCI was higher than 0.58, indicating that the proposed method could effectively describe the movement of traffic through the road sections.

Overall, this study provides new and valuable contributions to both the field of traffic safety and traffic flow estimation, and we expect that our work will have a positive impact on reducing road accidents and improving traffic management in Thailand.



School of Transportation Engineering  
Academic Year 2022

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

Co-Advisor's Signature.....