

การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้ขับขี่ยานพาหนะในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

เจษฎา คำผอง^{1*} ณธายุ ขวพัฒน์โยธา²

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น^{1*}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม²

อีเมล : jetsada.ku@rmuti.ac.th^{1*}

วันที่รับบทความ 10 มีนาคม 2568

วันแก้ไขบทความ 22 เมษายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 8 พฤษภาคม 2568

บทคัดย่อ

เข็มขัดนิรภัยเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ช่วยปกป้องความรุนแรงขณะเกิดอุบัติเหตุทางถนนและทำให้ร่างของผู้ขับและผู้โดยสารไม่หลุดออกนอกยานพาหนะ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาปัจจัยอิทธิพลและการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจสอบพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัย โดยติดตั้งกล้องวงจรปิดในช่องจราจรขาเข้าเมืองขอนแก่น ทั้งหมด 4 จุด (N=1,264 ตัวอย่าง) มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบ Chi-Square และวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ และใช้ YOLO ในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ในการจำแนกรูปและตรวจสอบความถูกต้องโดย Confusion Matrix ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้าน สถานะ ประเภทรถ ช่วงเวลา และจุดติดตั้งมีความสัมพันธ์ต่อการใช้เข็มขัดนิรภัยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผู้ขับขี่ยานพาหนะที่ขับขี่ในช่วงวันหยุดมีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยเป็น 1.753 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาขับขี่ในวันธรรมดา ที่ระดับนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และทิศทางการเข้าเมืองมีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัย ($p < 0.05$) นอกจากนี้จากการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์การตรวจจับพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยในยานพาหนะพบว่ามีความแม่นยำร้อยละ 83 และ ค่า F1-score ร้อยละ 81 ผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้จะนำไปสู่การสร้างนโยบายและเทคโนโลยีในการส่งเสริมการใช้เข็มขัดนิรภัยของยานพาหนะขณะขับขี่ เพื่อเป็นการสนับสนุนความปลอดภัยทางถนนและลดอัตราการบาดเจ็บและเสียชีวิตต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : เข็มขัดนิรภัย ความปลอดภัยบนท้องถนน ปัญญาประดิษฐ์ พฤติกรรมของผู้ขับขี่ โมเดล YOLO



Analysis of Seatbelt Usage Behaviors of Vehicle Drivers in Muang District, Khon Kaen Province, Using Artificial Intelligence Technology

Jetsada Kumphong^{1*} Nathayu Chawapattanayotha²

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan
Khon Kaen Campus ^{1*}

Faculty of Industrial Technology, Nakhonphanom University²

E – mail : Jetsada.ku@rmuti.ac.th ^{1*}

Received 10 March 2025

Revised 22 April 2025

Accepted 8 May 2025

Abstract

Wearing a seatbelt is one of the most effective ways to reduce injuries and fatalities in road accidents. Despite its proven benefits, many drivers and passengers still fail to use seatbelts consistently. This study explores the factors that influence seatbelt usage and develops an artificial intelligence (AI) system to monitor compliance in urban areas of Khon Kaen Province, Thailand. To gather data, surveillance cameras were placed at four key entry points into the city, capturing footage of drivers and passengers (N=1,264 observations). Statistical methods, including Chi-square tests and logistic regression, were used to identify key factors affecting seatbelt use. Additionally, an AI model based on the You Only Look Once (YOLO) algorithm was trained to automatically detect seatbelt usage in real-time. The model's accuracy was assessed using a Confusion Matrix, measuring key performance metrics such as True Positive Rate (TPR), True Negative Rate (TNR), Precision, Recall, and F1-score. The results showed that factors such as driver status, vehicle type, time of day, and monitoring location significantly influenced seatbelt use ($p < 0.05$). Notably, drivers were 1.753 times more likely to wear seatbelts on weekends than on weekdays ($p < 0.05$). The direction in which a vehicle entered the city also played a role in seatbelt compliance ($p < 0.05$). The AI system demonstrated strong performance, achieving an overall accuracy of 83% and an F1-score of 81%. These findings highlight the potential of AI technology in promoting safer driving behaviors. By integrating AI-driven monitoring with public safety initiatives, this research offers valuable insights for policymakers and urban planners looking to improve seatbelt compliance and enhance road safety for all.

Keywords: Seatbelt, Road safety, Artificial intelligence, Driver behaviour, YOLO model

1. บทนำ

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้ให้ความสำคัญในเรื่องอุบัติเหตุทางท้องถนนในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เนื่องจากประชาชนในประเทศกลุ่มนี้มีพฤติกรรมเสี่ยงในการขับขี่หลายประการ ได้แก่ การใช้ความเร็วสูงในการขับยานพาหนะ ไม่สวมหมวกนิรภัย ผู้ขับขี่อยู่ภายใต้อิทธิพลของแอลกอฮอล์ และผู้ขับขี่และผู้โดยสารไม่ใช้เข็มขัดนิรภัย เป็นต้น ประเทศไทยติดอันดับ 1 ใน 10 ของประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงที่สุด แม้ว่าสาเหตุสำคัญเกิดจากผู้ขับขี่ใช้ความเร็วที่ไม่ปลอดภัย แต่ผู้ขับขี่มีแนวโน้มที่จะเสียชีวิตหรือบาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุเนื่องจากไม่ได้ใช้เข็มขัดนิรภัย ส่งผลให้รัฐบาลได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับการใช้เข็มขัดนิรภัย แต่ผู้ขับขี่มีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยเพียงร้อยละ 58 และผู้โดยสารเบาะข้างผู้ขับขี่มีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยร้อยละ 40 เท่านั้น (World Health Organization, 2018; Se et al., 2023) แม้ว่าจะมีความพยายามในการปรับปรุงมาตรการความปลอดภัยทางถนน แต่ประเทศไทยยังคงเผชิญกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณทางแยกของเมืองใหญ่ ซึ่งเป็นการรวมตัวกันของการจราจรที่ซับซ้อนและความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของการเกิดอุบัติเหตุ (Tippayanate et al., 2024)

เข็มขัดนิรภัยเป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่รถยนต์ทุกคันต้องถูกติดตั้งจากโรงงานผลิตรถเพื่อลดความรุนแรงให้แก่ผู้ขับขี่และผู้โดยสารในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุทางถนนระหว่างยานพาหนะ ผลการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้เข็มขัดนิรภัยในประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าสามารถลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางรถยนต์ได้ถึงร้อยละ 34 และเมื่อพิจารณาในเรื่องของความเสี่ยงพบว่าผู้ที่ไม่ใช้เข็มขัดนิรภัยมีความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางรถยนต์มากกว่าผู้ที่ใช้เข็มขัดถึง 1.52 เท่า (กันวีร์ กันธิรัฐพงศ์, 2556) สาเหตุหลัก 5 ประการที่ส่งผลให้ผู้ขับขี่และผู้โดยสารไม่ใช้เข็มขัดนิรภัย ได้แก่ การเดินทางในระยะที่ใกล้มากเกินไปได้ขับออกสู่ถนนในความเร็วสูงและมีเหตุให้ขึ้นรถบ่อย ลืมใช้เข็มขัดนิรภัย และความรู้สึกอึดอัดและไม่สบายที่จะใช้เข็มขัดนิรภัย (มูลนิธิไทยโรดส์, 2554) ปัจจุบันยังปรากฏให้เห็นอุบัติเหตุที่ผู้ขับขี่หรือผู้โดยสารร่วงหล่นออกจากตัวรถเนื่องจากไม่ใช้เข็มขัดนิรภัย รัฐบาลได้ออกนโยบายสำหรับการกระตุ้นให้ใช้เข็มขัดนิรภัยอย่างต่อเนื่อง พร้อมกับการกำหนดกฎหมายในประเทศไทยสำหรับการบังคับให้ยานพาหนะมากกว่าสามล้อทุกประเภทต้องติดตั้งเข็มขัดนิรภัย รวมถึงข้อบังคับที่ผู้ขับขี่และผู้โดยสารต้องใช้เข็มขัดนิรภัยในระหว่างการเดินทาง หากผู้ขับขี่และผู้โดยสารไม่ใช้เข็มขัดนิรภัยขณะขับขี่จะถือว่าผิดกฎหมายตามพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2538 และถูกปรับรายละไม่เกิน 500 บาท (นิรุจน์ สมศรี, 2561; สุรพงษ์ ผานาค และกรวิภา น้อยเชียง, 2563) ซึ่งการตรวจจับเข็มขัดนิรภัยที่ถูกนำมาใช้เป็นส่วนใหญ่ คือ การตรวจจับด้วยมือเป็นหลัก (Manual methods) แต่การตรวจจับด้วยวิธีดังกล่าวยังคงมีข้อจำกัดและต้นทุนสูง จึงนำไปสู่การนำเทคโนโลยีการมองเห็นผ่านระบบคอมพิวเตอร์โดยการจดจำภาพมาปรับใช้เพื่อตรวจจับพฤติกรรมของผู้ขับขี่และลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางรถยนต์ (Tianshu et al, 2019) ยกตัวอย่างเช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์ You Only Look Once (YOLO) ที่มีความรวดเร็ว เรียบง่าย และมีความสามารถในการคาดการณ์และจำแนกวัตถุได้ (Faisal et al., 2021)

ปัจจุบันทั้งประเทศไทยและต่างประเทศมีการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) สำหรับตรวจจับพฤติกรรมของผู้ใช้รถและถนน โดยมีเป้าหมายเพื่อลดอุบัติเหตุและอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนน และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจสำหรับตรวจจับพฤติกรรมที่มีความเสี่ยง ยกตัวอย่างเช่น การตรวจจับพฤติกรรมของผู้ไม่สวมหมวกนิรภัยในระหว่างการเดินทางบนท้องถนน โดยใช้กล้องวงจรปิด (CCTV) ทำงานร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อแยกประเภทของพฤติกรรมการสวมหมวกนิรภัย (Kumphong & Chawapattanayotha, 2024; Li et al., 2024) ในประเทศจีนได้มีการนำเทคโนโลยีตรวจจับวัตถุผ่านเซ็นเซอร์ XILINK เพื่อตรวจจับการใช้เข็มขัดนิรภัย (Tianshu et al., 2019) ในงานวิจัยของอินเดียมีการเสนอให้ติดตั้งกล้องภายในห้องโดยสารของผู้ขับขี่ เพื่อตรวจสอบว่าเข็มขัดนิรภัยของผู้ขับขี่รัดแน่นหรือไม่ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ You Only Look Once (YOLO) สำหรับตรวจจับมุมและการตรวจจับเข็มขัดนิรภัย (Upadhyay

et al., 2023) ในประเทศตุรกีก็พัฒนาระบบการจำแนกรูปตรวจจับผู้ไม่ใช้เข็มขัดนิรภัยขณะขับขี่ยานพาหนะเช่นกัน (Elihos et al., 2018; Ozbaran & Tasgin, 2019) อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยยังขาดงานวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับการตรวจจับพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้ขับขี่และผู้โดยสารในยานพาหนะ ในการศึกษาที่มุ่งหวังที่จะพัฒนาการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อตรวจจับพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยในบริเวณทางแยกของเมืองใหญ่ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางและนโยบายสำหรับการพัฒนาระบบความปลอดภัยลดอัตราการเสียชีวิต และลดอุบัติเหตุทางท้องถนนของประเทศไทยต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยอิทธิพลการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้ขับขี่รถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

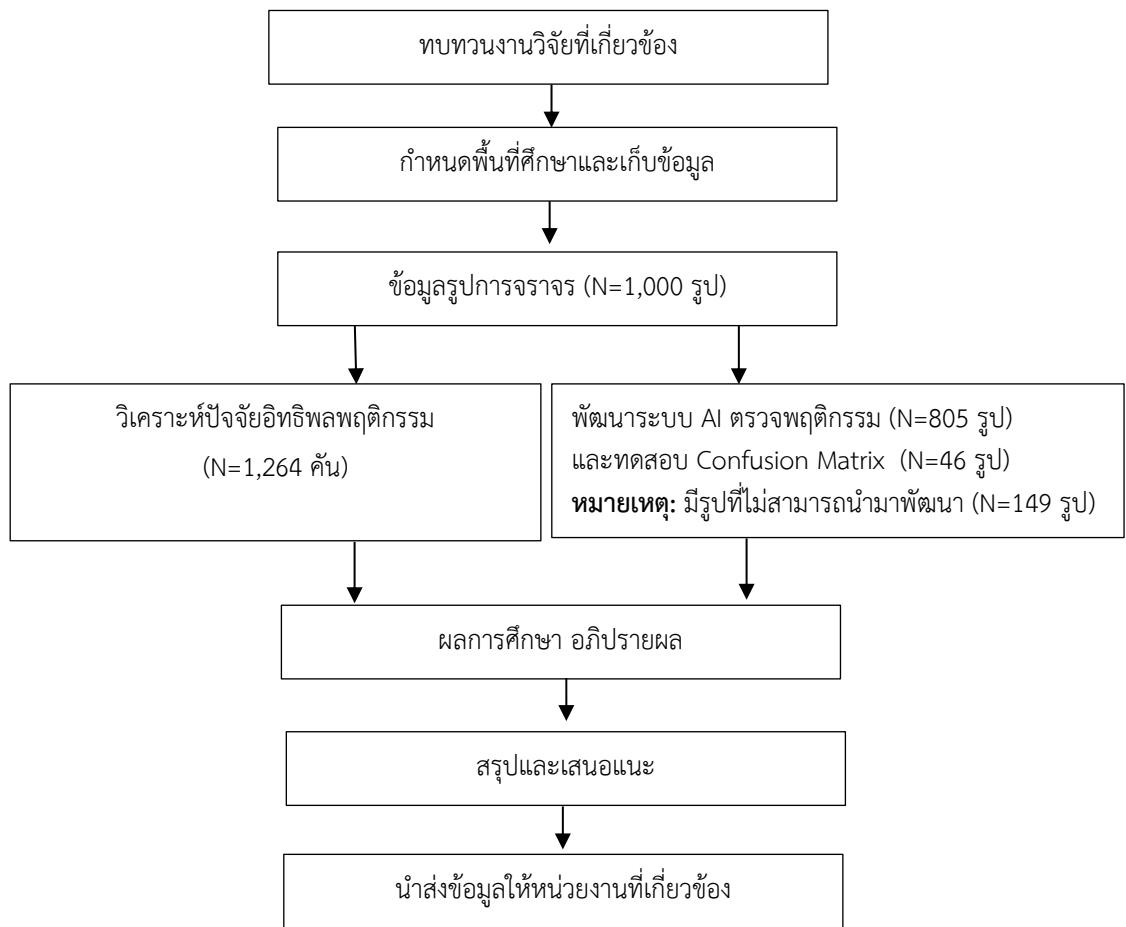
2.2 พัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจจับพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้ขับขี่รถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

3. วิธีการวิจัย

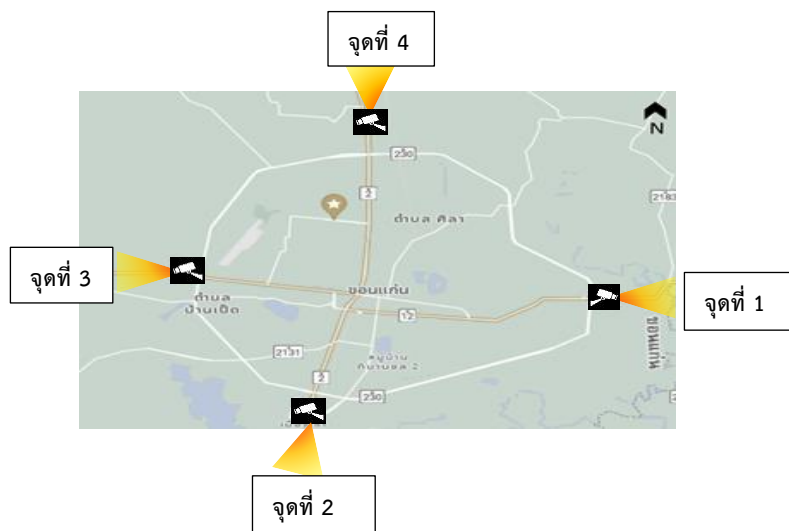
การศึกษานี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเป็นภาพรวมของการศึกษารั้งนี้ เพื่อให้ทราบถึงวิธีดำเนินการศึกษาหรือขั้นตอนการศึกษากำหนดกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือวัดผลของกลุ่มตัวอย่าง การสำรวจข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างพร้อมทั้งการอภิปรายผลการศึกษาและการสรุป และข้อเสนอแนะ นอกจากนั้นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกนำเสนอให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปจัดทำแผนงานเกี่ยวกับงานป้องกันอุบัติเหตุทางถนนในจังหวัดขอนแก่น

3.1 พื้นที่ศึกษา

จังหวัดขอนแก่นมีความสำคัญในฐานะศูนย์กลางการขนส่งที่คึกคักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีเครือข่ายถนนที่กว้างขวางและรูปแบบการจราจรที่หลากหลาย จึงทำให้พื้นที่นี้ประสบกับสภาพการจราจรที่หลากหลาย ครอบคลุมตั้งแต่ถนนในเมืองที่แออัดไปจนถึงทางหลวงในชนบทที่แผ่กิ่งก้านสาขา จังหวัดขอนแก่นเป็นจังหวัดที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาอุบัติเหตุบนท้องถนน เนื่องจากเป็นจังหวัดขนาดใหญ่ มีประชากรจำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (Tippayanate et al., 2024) พื้นที่เขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีลักษณะของถนนทางเลี้ยวเมืองหนึ่งชั้นโดยรอบและมีถนนสายหลักตัดมุ่งตรงเข้าสู่พื้นที่ใจกลางเมือง ในการศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งกล้องวงจรปิด (CCTV) ในพื้นที่ 4 จุด ประกอบด้วย จุดที่ 1 ขาเข้าเมืองจากเทศบาลตำบลบึงเนียม ถนนศรีจันทร์ จุดที่ 2 ขาเข้าเมืองจากจังหวัดนครราชสีมา จุดที่ 3 ขาเข้าจากเทศบาลตำบลบ้านเป็ด ถนนมะลิวัลย์ และจุดที่ 4 ขาเข้าเมืองจากจังหวัดอุดรธานี ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 2 พื้นที่ติดตั้งกล้องวงจรปิดบริเวณทางแยกอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

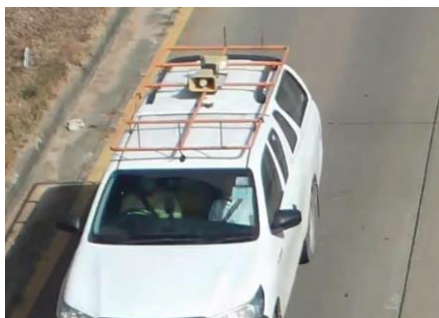
3.2 กลุ่มประชากร ขนาดตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมาย คือ ประชาชนที่ขับยานพาหนะผ่านเข้าเมืองขอนแก่นจาก 4 จุดที่กำหนดไว้ จากการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้เข็มขัดนิรภัย ได้มีการเลือกขนาดตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) โดยกำหนดจำนวนตัวอย่างไว้ที่ 1,000 รูป จากจำนวนยานพาหนะ 1,264 คัน เพื่อเปรียบเทียบการใช้เข็มขัดนิรภัยจากผู้ขับยานพาหนะทั้ง 4 จุด

3.3 วิธีเก็บข้อมูลรูป

กล้องวงจรปิด CCTV ถูกนำมาใช้เพื่อเก็บข้อมูลในสถานการณ์การจราจร โดยอุปกรณ์ดังกล่าวถูกติดตั้งที่ความสูง 6 - 10 เมตรจากระดับถนน ทำมุม 45 องศากับผนังติดตั้งตัวกล้อง และสามารถบันทึกวิดีโอในมุมที่สามารถใช้วิเคราะห์รูปที่หลากหลาย

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน พ.ศ. 2566 โดยกำหนดช่วงเวลาที่ประชาชนทั่วไปใช้ถนนมากที่สุด คือ ช่วงเวลา 07.00 - 16.00 น. เพื่อความชัดเจนและสามารถสังเกตการใช้เข็มขัดนิรภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ปัจจัยอิทธิพลพฤติกรรม

ในการศึกษานี้ได้แบ่งตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่ม ตัวแปรตาม ได้แก่ การใช้เข็มขัดนิรภัย และตัวแปรต้น ได้แก่ สถานะ ประเภทรถ ช่วงเวลา และจุดติดตั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1

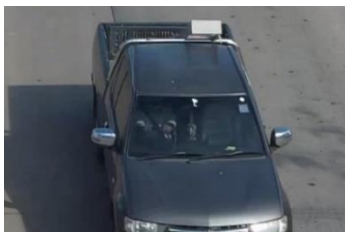
จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา และวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ได้แก่ การใช้เข็มขัดนิรภัย สถานะ ประเภทของรถ ช่วงวัน และจุดติดตั้ง เพื่อแสดงผลในรูปแบบของความถี่ และร้อยละ ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์โคสแควร์ และการถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression) ทำการหาความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($P < 0.05$) (ธานินทร์ ศิลปจารุ, 2560; กัลยา วานิชย์บัญชา, 2554; กัลยา วานิชย์บัญชา, 2555)

3.3 การพัฒนาระบบ AI ตรวจรูปและทดสอบ

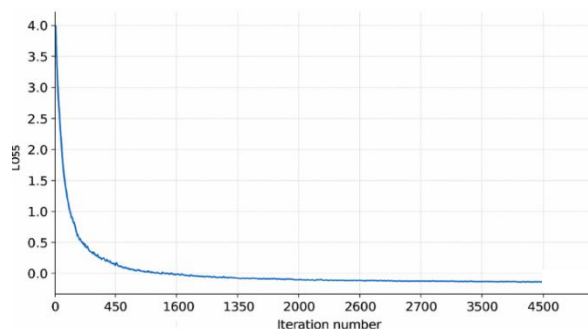
จากรูปทั้งหมดจำนวน 1,000 รูป ผู้วิจัยได้พัฒนา AI เข้ากับระบบกล้อง CCTV นำข้อมูลชุดรูปของผู้ขับขี่ยานพาหนะ 4 ล้อขึ้นไปที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจำนวน 805 รูป โดยมีรูปที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้จำนวน 195 รูป เข้ามาฝึกเครื่องเรียนรู้ด้วยโปรแกรม Yolo มีการฝึกทั้งหมด 4,500 รอบ (ในการฝึกเครื่องเรียนรู้จากรูป 805 รูป มีการแบ่งชุดข้อมูลภาพ Training Set ร้อยละ 80 และ Test Set ร้อยละ 20 โดย Yolo Version 4 ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 จากนั้นเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องโดยหลัก Confusion Matrix จำนวน 46 รูป และวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ (Kumphong & Chawapattanayotha, 2024; Dhinnabutra et al., 2025)

ตารางที่ 1 ตัวแปร

ตัวแปรตาม	รหัส/ความหมาย	เอกสารอ้างอิง
การใช้เข็มขัดนิรภัย (Y)	1= ใช่ 0= ไม่ใช่	Shaaban K. and Abdelwarith K. 2020
ตัวแปรต้น	รหัส/ความหมาย	เอกสารอ้างอิง
สถานะ (X1)	1= ผู้ขับ 0= ผู้โดยสารเบาะหน้า	มูลนิธิไทยโรดส์. 2554
ประเภทของรถ (X2)	1= รถเก๋ง 2= รถกระบะ 3= รถโดยสารประจำทาง 4= รถบรรทุกทุกหลัก 0= อื่นๆ	
ช่วงวัน (X3)	1= วันหยุด (เสาร์ – อาทิตย์) 0= วันธรรมดา (จันทร์ – ศุกร์)	
จุดติดตั้ง (X4)	1= จุดที่ 1 2= จุดที่ 2 3= จุดที่ 3 4= จุดที่ 4	Vallibhakara S A. et al. 2018



รูปที่ 4 ตัวอย่างการแปลงจากไฟล์รูปเป็นไฟล์ txt. ก่อนการฝึกการเรียนรู้



รูปที่ 5 การฝึกการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์

การทดสอบความถูกต้องวิเคราะห์โดยหลัก Confusion Matrix การวิจัยในการพัฒนาการตรวจจับหรือจำแนกรูปต่าง ๆ จะได้รับการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยหลักการ Confusion Matrix โดยที่ True Positive (TP) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกว่าเป็นสิ่งที่กำลังสนใจ True Negative (TN) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกว่าเป็นสิ่งที่ไม่ได้สนใจ False Positive (FP) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดมาเป็นสิ่งที่กำลังสนใจ False Negative (FN) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดมาเป็นสิ่งที่ไม่ได้สนใจ และค่าความแม่นยำในการจำแนกประเภทข้อมูลสามารถวิเคราะห์ได้ละเอียดดังตารางที่ 2 (เจษฎา คำผอง และ รุจชัย อึ้งอารุณยะวี, 2568: Kumphonng & Chawapattanayotha, 2024; Dhinnabutra et al., 2025)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงหลักการ Confusion Matrix

Predicted / actual	Positive (Seat belt)	Negative (Non-Seat belt)
Positive (Seat belt)	TP	FP
Negative (Non-Seat belt)	FN	TN

ตารางที่ 3 รายละเอียดการวิเคราะห์

รายการตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	การคำนวณ
ค่า True Positive Rate (TPR)	$TP/TP+FN$
ค่า True Negative Rate (TNR)	$TN/FP+TN$
ค่า Precision	$TP/TP+FP$
ค่า Recall	$TP/TP+FN$
ค่า F1-score	$2 \times \text{Precision} \times \text{Recall} / (\text{Precision} + \text{Recall})$
ค่า Accuracy	$(TP+TN) / (TP+FN+FP+TN)$

4. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเชิงสถิติศาสตร์ของข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้ขับขี่และผู้โดยสารในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จากจุดติดตั้งทั้ง 4 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 ขาเข้าเมืองจากเทศบาลตำบลบึงเนียม ถนนศรีจันทร์ จุดที่ 2 ขาเข้าเมืองจากจังหวัดนครราชสีมา จุดที่ 3 ขาเข้าเมืองจากเทศบาลตำบลบ้านเปิดถนนมะลิวัลย์ และจุดที่ 4 ขาเข้าเมืองจากจังหวัดอุดรธานี มีรายละเอียดดังนี้

ผลจากการวิเคราะห์สัดส่วนของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยจากตัวอย่างผู้ขับขี่รถยนต์ทั้งหมด 1,264 คัน มีจำนวนตัวอย่างแสดงร้อยละของแต่จุดโดยมีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัย ดังแสดงในรูปที่ 6 พบว่า จุดที่ 1 ขาเข้าเมืองจากเทศบาลตำบลบึงเนียม ถนนศรีจันทร์ ร้อยละ 37.3 จุดที่ 2 ขาเข้าเมืองจากจังหวัดนครราชสีมา ร้อยละ 33.2 จุดที่ 3 ขาเข้าเมืองจากเทศบาลตำบลบ้านเปิด ถนนมะลิวัลย์ ร้อยละ 16.0 และจุดที่ 4 ขาเข้าเมืองจากจังหวัดอุดรธานี เป็นจุดที่พบการใช้เข็มขัดมากที่สุด ร้อยละ 52.1 ซึ่งมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัย

ในพื้นที่ศึกษามีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยในประเภทยานพาหนะชนิดต่าง ๆ ดังรายละเอียดในรูปที่ 7 ได้แก่ รถเก๋ง ร้อยละ 37.4 ซึ่งเป็นประเภทที่ผู้ขับขี่มีการใช้เข็มขัดนิรภัยมากที่สุด รองลงมาคือรถกระบะ ร้อยละ 33.0 รถประเภทอื่นๆ ร้อยละ 27.2 รถโดยสารประจำทาง ร้อยละ 26.7 และรถบรรทุกหกล้อ ร้อยละ 18.2 ซึ่งมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ มีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้ขับร้อยละ 31.4 และผู้โดยสารเบาะหน้าข้างคนขับ ร้อยละ 39.6 ซึ่งมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงประเภทยานพาหนะที่ผู้ขับขี่ใช้เข็มขัดนิรภัย

ตารางที่ 4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เข็มขัดนิรภัยและตัวแปรอื่น ๆ (N=1,264 คน)

	ใช้เข็มขัดนิรภัย (%)		รวม		p-value
	ใช้	ไม่ใช่	N	%	
สถานะ					< 0.05*
ผู้ขับ	31.4	68.6	986	78.0	
ผู้โดยสารเบาะหน้าข้างคนขับ	39.6	60.4	278	22.0	
ประเภทยานพาหนะ					< 0.05*
รถเก๋ง	37.4	62.6	414	32.8	
รถกระบะ	33.0	67.0	655	51.8	
รถโดยสารประจำทาง	26.7	73.3	15	1.2	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	ใช้เข็มขัดนิรภัย (%)		รวม		<i>p</i> -value
	ใช้	ไม่ใช้	N	%	
สถานะ					< 0.05*
รถบรรทุกหกล้อ	18.2	81.8	44	3.5	
อื่นๆ	27.2	72.8	136	10.8	
ช่วงเวลา					< 0.05*
วันธรรมดา	31.5	68.5	906	71.7	
วันหยุด	37.7	62.3	358	28.3	
จุดติดตั้งกล้อง					< 0.001**
จุดที่ 1	37.3	62.7	244	19.3	
จุดที่ 2	33.2	66.8	368	29.1	
จุดที่ 3	16.0	84.0	393	31.1	
จุดที่ 4	52.1	47.9	259	20.5	
รวม	33.2	66.8			

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, **ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์สำหรับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เข็มขัดนิรภัย พบว่ามีตัวแปรทั้งหมด 2 ตัวแปร ได้แก่ สถานะและช่วงเวลา มีความสัมพันธ์กับการใช้เข็มขัดนิรภัย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า ผู้ขับขี่มีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยน้อยกว่าผู้โดยสารเบาะหน้าข้างคนขับ นอกจากนี้ ผู้ใช้ยานพาหนะที่ขับในช่วงวันหยุดมีอัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยเป็น 1.753 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาขับในวันธรรมดา ที่ระดับนัยสำคัญ (ดังแสดงในตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แบบจำลองถดถอยโลจิสติกส์ของการใช้เข็มขัดนิรภัย (N=1,264 คัน)

ตัวแปร	Category /Unit	Coef.	<i>p</i> -value	Odd ratio	95% C.I. for EXP(B)	
					Lower	Upper
สถานะ	ผู้โดยสารฯ			1.000		
	ผู้ขับ	-0.382	<0.05*	0.708	0.518	0.901
ช่วงเวลา	วันธรรมดา			1.000		
	วันหยุด	0.304	<0.05*	1.356	1.048	1.753
ค่าคงที่		-0.493	<0.001**			
ρ^2		0.013				
-2LL		1595.597				

* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, **ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001

จากตารางที่ 6 ผลการศึกษาข้อมูลรูป 805 รูปมาฝึกโดยเครื่องเรียนรู้รูปของพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัย โดยผู้วิจัยได้จำแนกข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้ขับขี่ที่ใช้เข็มขัดนิรภัยและผู้ขับขี่ที่ไม่ใช้เข็มขัดนิรภัย และการทดสอบ Confusion Matrix พบว่าโปรแกรมมีความถูกต้องร้อยละ 83, ค่า True Positive Rate (TPR) ร้อยละ 91, ค่า True Negative Rate (TNR) ร้อยละ 78, ค่า Precision ร้อยละ 89, ค่า Recall ร้อยละ 74 และค่า F1-score ร้อยละ 81 ดังแสดงในรูปที่ 8 และตารางที่ 7



รูปที่ 8 ตัวอย่างการตรวจจับการใช้เข็มขัดนิรภัย

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ Confusion Matrix (N=46 รูป)

Predicted / actual	Seat belt	Non- Seat belt
Seat belt	17	6
Non- Seat belt	2	21

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์รายการ Performance metrics

รายการตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	ค่าผลลัพธ์
ค่า True Positive Rate (TPR)	0.91
ค่า True Negative Rate (TNR)	0.78
ค่า Precision	0.89
ค่า Recall	0.74
ค่า F1-score	0.81
ค่า Accuracy	0.83

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาของประเทศไทยมีการประเมินความตระหนักในความปลอดภัยในการเดินทางและการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้โดยสารรถโดยสารสาธารณะกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาดังกล่าวบ่งชี้ว่าระดับพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยมีความสัมพันธ์กับอายุ รายได้ และทัศนคติการตระหนักรู้ถึงประโยชน์ นอกจากนี้ ประสิทธิภาพการเกิดอุบัติเหตุที่รุนแรงมีความสัมพันธ์กับการใช้เข็มขัดนิรภัยเช่นกัน (ขจรศักดิ์, จันทร์พานิชย์และคณะ, 2552; นิรุตติ์ สมศรี, 2561; Vallibhakara et al., 2018) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ได้พบว่าประเภทยานพาหนะมีความสัมพันธ์กับการใช้เข็มขัดนิรภัยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน พบว่าร่างมนุษย์ที่กระเด็นออกจากตัวรถมักเป็นผู้ไม่คาดใช้เข็มขัดนิรภัย ทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ (สุรพงษ์ ผานาคและกรวิภา น้อยเชียง, 2563)

พฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยเป็นพฤติกรรมที่น่าสนใจแต่ยากในการจัดการในประเด็นการบังคับใช้กฎหมาย ซึ่งมีการศึกษาสะท้อนปัญหาการนำพระราชบัญญัติจราจรทางบก (ฉบับที่ 5) ว่าด้วยการใช้เข็มขัดนิรภัยไปปฏิบัติ โดยดำเนินการศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่าการบังคับใช้กฎหมายมีประเด็นการขาดแคลน อัตรากำลังเจ้าหน้าที่ตำรวจ และเครื่องมือที่ทันสมัยในการตรวจจับ เป็นต้น (ชาติชาย โปสินธิติ, 2541)

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้เสนอแนะระบบการจำแนกรูปพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยในยานพาหนะอย่างถูกต้องโดยการใช้เทคนิคขั้นสูงของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถ จำแนกได้อย่างถูกต้องจากลักษณะของรูป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่มีการนำเทคนิคการวิเคราะห์รูป ตรวจสอบลักษณะของผู้ขับขี่ยานพาหนะภายในตัวรถ (Kashevnik et al., 2020; Upadhyay et al., 2023) ซึ่งมีความแตกต่างจากงานวิจัยที่มีเป้าหมายในการจำแนกรูปพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยจากนอกตัวรถ ซึ่งรูปที่ตรวจจับหรือจำแนกได้จะถูกนำไปใช้ร่วมกับการบังคับใช้กฎหมาย

งานวิจัยนี้มุ่งหวังเพื่อศึกษาปัจจัยอิทธิพลและการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจจับพฤติกรรม การใช้เข็มขัดนิรภัยในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยกำหนดพื้นที่ศึกษาในการเก็บข้อมูลทั้งหมด 4 จุด จากการศึกษพบว่า สถานะ ผู้โดยสารเบาะหน้าข้างคนขับ ประเภทรถ ช่วงเวลา และจุดติดตั้ง มีความสัมพันธ์กับการ ใช้เข็มขัดนิรภัยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้การศึกษานี้พบว่าผู้โดยสารเบาะหน้าข้างคนขับมีอัตราการ ใช้เข็มขัดนิรภัยมากกว่าผู้ขับ และผู้ขับรถเก๋งมีอัตราการ ใช้เข็มขัดนิรภัยมากกว่ายานพาหนะประเภทอื่น ๆ ซึ่งผู้ ใช้ยานพาหนะที่ขับขึ้นในช่วงวันหยุดมีอัตราการ ใช้เข็มขัดนิรภัยเป็น 1.753 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาขับขึ้นในวัน ธรรมดา ที่ระดับนัยสำคัญและจากการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์สำหรับการตรวจจับพฤติกรรม การใช้เข็มขัดนิรภัยใน ยานพาหนะพบว่ามีค่าความแม่นยำร้อยละ 83 (ค่า True Positive Rate (TPR) ร้อยละ 91, ค่า True Negative Rate (TNR) ร้อยละ 78, ค่า Precision ร้อยละ 89, ค่า Recall ร้อยละ 74 และค่า F1-score ร้อยละ 81) (Gu et al., 2024; Khamparia & Singh, 2025; Özmen et al., 2024)

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรมีการเพิ่มตัวแปรอิสระสำหรับการศึกษาในอนาคต ปัจจัยต่าง ๆ อาทิ ช่วงเวลา อายุ เพศ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการตระหนักรู้ในการใช้เข็มขัดนิรภัย หรือศึกษาในปัจจัยด้านจิตวิทยาจราจรที่ใช้กัน อย่างแพร่หลาย (Nambulee et al., 2019; Shaaban & Abdelwarith, 2020)

6.2 ควรมีการศึกษาและเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในถนนสายรองและสายย่อยของเมืองขอนแก่น เพื่อเปรียบเทียบ อัตราการใช้เข็มขัดนิรภัยเพื่อนำข้อมูลไปพัฒนาเป็นมาตรการหรือนโยบายเพื่อความปลอดภัยทางถนนได้อย่าง หลากหลาย เช่น ตัวอย่างมาตรการป้ายประชาสัมพันธ์การสร้างความรู้ความตระหนักรู้ของการใช้เข็มขัดนิรภัย ที่ติดตั้งบน ถนนสายหลักก่อนเข้าสู่เมือง ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 ตัวอย่างการสร้างความรู้ความตระหนักรู้ของการใช้เข็มขัดนิรภัย

6.3 ควรมีเครื่องมือหรือวิธีการศึกษาในข้อจำกัดหรืออุปสรรคของการศึกษารุ่นนี้ อาทิ การใช้กล้องคุณภาพสูงในการมองเห็นภายในยานพาหนะที่ติดฟิล์มรถที่มืดและผู้ขับขี่ที่ใช้เสื้อที่มีลวดลายหลากหลาย ซึ่งการศึกษารุ่นนี้ได้พบตัวอย่างที่ถูกตัดออกเนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์รูปได้ ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตัวอย่างอุปสรรคในการเก็บข้อมูล

6.4 ควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ของความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งระบบตรวจจับเมื่อมีการนำเอาไปใช้จริง เพื่อบ่งชี้ความคุ้มค่าเชิงด้านเศรษฐศาสตร์การเงิน (Daowadueng & Kumphong, 2022)

6.5 ควรมีการระบุรายละเอียดในการตั้งค่า YOLO เช่น Model version, Learning rate, Anchor boxes เป็นต้น

6.6 ควรมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับงานวิจัยอื่นที่ใช้ YOLO หรือวิธีอื่น ๆ สำหรับการตรวจพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัย เพื่อแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้ดีกว่าหรือด้อยกว่าอย่างไร

7. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ดำเนินวิจัยภายใต้โครงการ “การสร้างโปรแกรม AI โดยใช้กล้องวงจรปิดเพื่อระบุพฤติกรรมเสี่ยงในการขับขี่ (HEC-02-66-006)” และบทความนี้ขออุทิศให้แก่พี่ชายของข้าพเจ้านายวุฒิเดช คำพอง ที่ได้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน

เอกสารอ้างอิง

- กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์.(2556). *คาดเข็มขัดนิรภัยของคนไทยทำไมต้องเข้ม*. มูลนิธิไทยโรดส์.
<http://www.tarc.or.th/research/74>
- กัลยา วานิชย์บัญชา.(2554). *การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows*. กรุงเทพฯ; ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัลยา วานิชย์บัญชา.(2555). *สถิติสำหรับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ; ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขจรศักดิ์ จันทร์พาณิชย์ นงนุช ตันติธรรม วันรุ่ง แสนแก้ว ฐิติมา ชันธสิน วรลักษ์ณ์ วีระสุวรรณ และพีรพล ชูส่งแสง. (2552). *การประเมินความตระหนักในความปลอดภัยในการเดินทางและการใช้เข็มขัดนิรภัยของผู้โดยสารรถโดยสารสาธารณะ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- เจษฎา คำพอง และ รุจชัย อึ้งอารุณยะวี. (2568). การพัฒนาแพลตฟอร์มโครงข่ายกล้องอัจฉริยะด้วยโปรแกรม Pineapple สำหรับระบบกล้องวงจรปิดของตำรวจภูธรภาค 4. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ*, 6(14), A1–10. <https://sc01.tci-thaijo.org/index.php/dtaj/article/view/240982>
- เจษฎา คำพอง และ อินิดา บัณฑิตวรรณ. (2564). การศึกษาจุดอันตราย: กรณีศึกษาถนนศรีจันทร์ในเขต พื้นที่เทศบาลนครขอนแก่นประเทศไทย. *วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 11(3), 332-346.

- ชาติชาย โทสินธิติ. (2541). ปัญหาการนำพระราชบัญญัติจราจรทางบก (ฉบับที่ 5) ว่าด้วยการคาดเข็มขัดนิรภัยไปปฏิบัติ : กรณีศึกษาจังหวัดเชียงใหม่. รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2560). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนสามัญปิเศษเนสอาร์แอนดีดี.
- นิรุทธิ์ สมศรี. (2561). นโยบายส่งเสริมความปลอดภัยในรถโดยสารสาธารณะ: กรณีศึกษาการคาดเข็มขัดนิรภัยของผู้โดยสาร รถโดยสารสาธารณะในเขตสถานีขนส่งผู้โดยสารกรุงเทพมหานคร. *The Journal of Pacific Institute of Management Science (Humanities and Social Science)*, 4(2), 15-30.
- มูลนิธิไทยโรดส์. (2554). อัตราการคาดเข็มขัดนิรภัยของผู้ใช้รถยนต์ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553 (No. 191633). มูลนิธิไทยโรดส์.
- สุรพงษ์ ฝานาค และ กรวิกา น้อยเชียง. (2563). การสอบสวนการบาดเจ็บและเสียชีวิตกรณีรถตู้ชนรถพ่วง อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น วันที่ 15 พฤษภาคม 2562. *วารสารสำนักงานสาธารณสุข จังหวัดขอนแก่น*, 2(2), 281-295.
- Dhinnabutra B. Kumphong J. Dhinnabutra P and Phurimsak C . (2025). Hi-Tech Plant Leaf Classification Using Artificial Intelligence (AI). *Science Essence Journal*, 41(1), 12–23. Retrieved from <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/sej/article/view/16568>
- Daowadueng P. and Kumphong J. (2022). Capital Investment Analysis for the Product of a Startup Company Case Study: Detection Program for Traffic Light Violations. *Journal of Management Science Chiangrai Rajabhat University*, 17(2), 163-186.
- Elihos A. Alkan B. Balci B. and Artan Y. (2018). Comparison of image classification and object detection for passenger seat belt violation detection using NIR & RGB surveillance camera images. In *2018 15th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*, pp. 1-6). IEEE.
- Faisal, M. M., Mohammed, M. S., Abduljabar, A. M., Abdhussain, S. H., Mahmmod, B. M., Khan, W., & Hussain, A. (2021). Object Detection and Distance Measurement using AI. In *Proceedings - International Conference on Developments in eSystems Engineering, DeSE* (Vol. 2021-December, pp. 559–565). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/DESE54285.2021.9719469>
- Gu X. Lu Z. Ren J. and Zhang Q. (2024). *Seat belt detection using gated Bi-LSTM with part-to-whole attention on diagonally sampled patches*. *Expert Systems with Applications*. 252: 123784.
- Kashevnik A. Ali A. Lashkov I. and Shilov N. (2020). Seat belt fastness detection based on image analysis from vehicle in-cabin camera. In *2020 26th Conference of Open Innovations Association (FRUCT)*, pp. 143-150). IEEE.
- Khamparia A. and Singh C. (2025). Advanced Safety Systems: Seat Belt and Occupancy Detection using Attention Spiking Neural Networks. *International Journal on Engineering Artificial Intelligence Management, Decision Support, and Policies*, 2(1), 1-13.

- Kumphong J. and Chawapattanayotha N. (2024). Developing A CCTV-AI System with The Capability to Accurately Detect and Recognize Individuals Who Are Wearing Helmets, Specifically Targeting Riders and Passengers. *Industrial Technology Journal Surindra Rajabhat University*, 9(2), 210-224.
- Li H. Wu D. Zhang W. and Xiao C. (2024). YOLO-PL: Helmet wearing detection algorithm based on improved YOLOv4. *Digital Signal Processing*, 144, 104283.
- Nambulee W. Jomnonkwao S. Siridhara, S. and Ratanavaraha V. (2019). Modelling of seat belt use intention for intercity buses based on health belief model. *Transportmetrica A: transport science*, 15(2), 944-962.
- Ozbaran, Y. and Tasgin S. (2019). Using cameras of automatic number plate recognition system for seat belt enforcement a case study of Sanliurfa (Turkey). *Policing: An International Journal*, 42(4), 688-700.
- Özmen M. M. Eylence M. and Aksoy B. (2024). Control of seat belts of vehicle drivers while driving with an unmanned aerial vehicle with artificial intelligence. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 8(3), 451-458.
- Se, C., Champahom, T., Wisutwattanasak, P. et al. Temporal instability and differences in injury severity between restrained and unrestrained drivers in speeding-related crashes. *Sci Rep* 13, 9756 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36906-7>
- Shaaban K. and Abdelwarith K. (2020). Understanding the association between cell phone use while driving and seat belt noncompliance in Qatar using logit models. *Journal of Transportation Safety & Security*, 12(2), 292-308.
- Tianshu, W., Zhijia, Z., Zhanning, L., Yunpeng, L., & Shixian, W. (2019). Detection and Implementation of Driver's Seatbelt Based on FPGA. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1229). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1229/1/012075>
- Tippayanate, N., Impool, T., Sujayanont, P., Muttitanon, W., Chemin, Y., & Som-ard, J. (2024). Temporal Analysis of Road Traffic Accidents at Major Intersections in Khon Kaen Province, Thailand: A Time Series Investigation from 2012 to 2021. *International Journal of Geoinformatics*, 20(7), 43–58. <https://doi.org/10.52939/ijg.v20i7.3403>
- Upadhyay, A., Sutrave, B., & Singh, A. (2023). Real time seatbelt detection using YOLO deep learning model. In *2023 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science, SCEECs 2023*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/SCEECs57921.2023.10063114>
- Vallibhakara S A. Plitponkarnpim A. Suriyawongpaisal P. and Thakkinstian A. (2018). The nationwide surveillance of seat belt usage and encouraging factors of increasing the seat belt rate in Thailand: A road safety survey. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 101(6), 809-819.
- World Health Organization. Global Status Report on Road Safety (2018). *Global Status Report on Road Safety 2018*. 2018; 2:227-249.



คุณค่าทางวิชาการ

บทความนี้นำไปสู่การพัฒนาวัตรกรรมระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจจับพฤติกรรมการใช้เข็มขัดนิรภัยเพื่อใช้ร่วมกับการบังคับใช้กฎหมาย ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้แก่เจ้าหน้าที่ตำรวจ อีกทั้งระบบดังกล่าวยังสามารถทำงานร่วมกันกับระบบ Police ticket management (PTM) อีกด้วย นอกจากนี้ระบบสามารถทำงานร่วมกับแพลตฟอร์มโครงข่ายกล้องอัจฉริยะด้วยโปรแกรม Pineapple สำหรับระบบกล้องวงจรปิดของตำรวจภูธรภาค 4 ซึ่งข้อมูลผลการศึกษานี้จะนำเสนอต่อหน่วยงานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อนำไปพัฒนาเป็นนโยบายที่เกี่ยวกับความปลอดภัยทางถนนของจังหวัดขอนแก่นและพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป