สุนิตา สม: แนวทางการขับเคลื่อนข้อมูลความปลอดภัยของรถจักรยานยนต์: การประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึกในการพยากรณ์ความรุนแรงของการบาดเจ็บ (A DATA-DRIVEN APPROACH TO MOTORCYCLE SAFETY: APPLYING MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING TO INJURY SEVERITY PREDICTION)
อาจารย์ที่ปรึกษา: ศาสตราจารย์ ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห, 195 หน้า.

คำสำคัญ: ความรุนแรงของอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์/ปัญญาประดิษฐ์/การเรียนรู้เชิงลึก/ปัญญาประดิษฐ์ที่อธิบายได้/Random Forest/โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน/SHapley Additive exPlanations

อุบัติเหตุรถจักรยานยนต์เป็นปัญหาด้านสาธารณสุข และความปลอดภัยทางถนนที่ดำเนินมาอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย ซึ่งผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์เป็นกลุ่มที่มีสัดส่วนการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนมากที่สุด วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งพัฒนาความเข้าใจทั้งในเชิงระเบียบวิธี และเชิงประจักษ์เกี่ยวกับความรุนแรงของการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ ผ่านการศึกษา 4 ส่วนที่เชื่อมโยงกัน โดยบูรณาการเทคนิคอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบมีผู้สอน การเรียนรู้เชิงลึก และปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถอธิบายได้ งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลอุบัติเหตุระดับประเทศจากระบบบริหารจัดการข้อมูลอุบัติเหตุทางหลวงของประเทศไทย (HAIMS) มาใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับความแม่นยำในการพยากรณ์ ความสามารถในการตีความ และความเชื่อมโยงเชิงนโยบายของแบบจำลองความปลอดภัยของรถจักรยานยนต์ในบริบทของประเทศกำลังพัฒนา

การศึกษาที่ 1 ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการเปรียบเทียบอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบมีผู้สอน 4 รูปแบบ ได้แก่ Decision Tree, K-Nearest Neighbor, Naïve Bayes และ Random Forest(RF) กับแบบจำลองทางสถิติแบบดั้งเดิม โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุในช่วงปี 2563–2565 ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลอง Random Forest ให้ประสิทธิภาพการทำนายที่ดีที่สุด (AUC = 0.726) และเมื่อใช้เทคนิค SHapley Additive exPlanations (SHAP) พบว่า สภาพเวลากลางคืน อุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถบรรทุกขนาดใหญ่ เกาะกลางแบบกดร่อง และถนนสองช่องจราจร เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความรุนแรงของการบาดเจ็บ

การศึกษาเรื่องที่ 2 เป็นการประยุกต์ใช้กรอบการวิเคราะห์ Random Forest–SHAP เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างพื้นที่เมือง–ชนบท และช่วงเวลา กลางวัน–กลางคืน ผลการศึกษาพบว่าความมืด รถบรรทุกขนาดใหญ่ และเกาะกลางแบบกดร่อง เป็นปัจจัยส่งเสริมหรือเพิ่มความรุนแรงของอุบัติเหตุ ในขณะที่เกาะกลางแบบมีกำแพงกั้น การชนเฉี่ยวด้านข้าง และสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่าง

เพียงพอจะสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ

การศึกษาเรื่องที่ 3 เป็นการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันสำหรับทางโค้ง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างแบบสามชั้นให้ประสิทธิภาพดีที่สุด (accuracy = 0.634) เมื่อเทียบกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่ลึกกว่า และแบบจำลองดั้งเดิม การวิเคราะห์ด้วย SHAP ชี้ว่าการมีรถบรรทุกขนาดใหญ่เข้ามาเกี่ยวข้อง การชนแบบประสานงา เกาะกลางแบบกดร่อง การขับขี่ด้วยความเร็วสูง และความมืด เป็นปัจจัยหลัก และจะทวีความอันตรายเพิ่มมากขึ้นเมื่อนำปัจจัยเหล่านี้มารวมกัน เช่น รถบรรทุกวิ่งในเวลากลางคืน เกิดการชนแบบประสานงาบนถนนที่มีเกาะกลาง

การศึกษาเรื่องที่ 4 เสนอแบบจำลองผสม (hybrid model) ที่สามารถอธิบายได้ ระหว่าง Random Forest และ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน สำหรับการพยากรณ์ความรุนแรงของอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ในช่วงปี 2559–2566 แบบจำลองผสมนี้ (ร้อยละ 85 จาก CNN และ ร้อยละ 15 จาก RF) ให้ค่าความแม่นยำสูงสุด (accuracy = 58.9%) และค่าการตรวจพบ (recall = 69.9%) ซึ่งเหนือกว่าแบบจำลองเดี่ยวและ Binary Logistic Regression การตีความด้วย SHAP เน้นให้เห็นว่าแสงสว่างในเวลากลางคืน การจัดช่องจราจร ความโค้งของถนน ความเร็วในการขับขี่ และการดื่มแอลกอฮอล์ เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดความรุนแรงของอุบัติเหตุ

จากการศึกษาทั้งหมดที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนี้เป็นการยกระดับขอบเขตทางระเบียบวิธีของการสร้างแบบจำลองความรุนแรงของอุบัติเหตุ โดยเติมเต็มช่องว่างในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ “ความแม่นยำในการทำนาย” และ “ความสามารถในการอธิบายแบบจำลอง” ที่มีมาอย่างยาวนาน ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนามาตรการความปลอดภัยของรถจักรยานยนต์ที่อ้างอิงตามหลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์ เช่น การปรับปรุงระบบไฟฟ้าส่องสว่างในเวลากลางคืน การจัดการความเร็วที่เหมาะสมตามลักษณะทางกายภาพของถนน การออกแบบเกาะกลางถนนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และการฝึกอบรมผู้ขับขี่แบบมุ่งเป้าเฉพาะกลุ่ม ทั้งนี้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้พัฒนาโครงสร้างกรอบการวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ครอบคลุม และสามารถอธิบายได้ สำหรับการวิเคราะห์ความรุนแรงของอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ ซึ่งมีส่วนสำคัญทั้งต่อการพัฒนาทางทฤษฎี และการกำหนดนโยบายเชิงปฏิบัติในงานวิจัยด้านความปลอดภัยทางการคมนาคม

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2568 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

SONITA SUM: A DATA-DRIVEN APPROACH TO MOTORCYCLE SAFETY: APPLYING MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING TO INJURY SEVERITY PREDICTION. THESIS ADVISOR: VATANAVONGS RATANAVARAHA, Ph.D. 195 PP.

Keyword: Motorcycle crash severity/Machine learning/Deep learning/Explainable artificial intelligence/Random Forest/Convolutional Neural Network/SHapley Additive exPlanations

Motorcycle crashes constitute a persistent public health and transportation safety challenge in Thailand, where motorcyclists account for the majority of road traffic fatalities. This dissertation advances methodological and empirical understanding of motorcycle crash injury severity through four interrelated studies that integrate supervised learning, deep learning, and explainable artificial intelligence (AI) techniques. Drawing upon nationwide crash data from the Thailand Highway Accident Information Management System (HAIMS), the research collectively seeks to enhance predictive accuracy, interpretability, and policy relevance in motorcycle safety modeling within a developing-country context.

The first study of this dissertation compares four supervised learning algorithms—Decision Tree, K-Nearest Neighbor, Naïve Bayes, and Random Forest—against traditional statistical models using 2020–2022 crash data. The Random Forest model exhibited the best predictive performance (AUC = 0.726) and, through SHapley Additive exPlanations (SHAP), identified nighttime conditions, large-truck involvement, depressed medians, and two-lane roads as major contributors to severe injuries. The second study applies the Random Forest–SHAP framework to examine urban–rural and day–night variations, confirming that darkness, large trucks, and depressed medians increase severity, while barrier medians, side-swipe crashes, and well-lit environments reduce risk. The third study develops a Convolutional Neural Network (CNN) model for curved roadways, demonstrating superior performance of a three-layer architecture (accuracy = 0.634) over deeper CNNs and conventional models. SHAP analysis highlights large-truck involvement, head-on collisions, depressed medians, speeding,

and dark conditions as dominant factors, with hazardous combinations such as trucks operating in darkness and head-on collisions across all median types. Lastly, the fourth study introduces an explainable hybrid Random Forest–Convolutional Neural Network (RF-CNN) model for single-motorcycle crash severity prediction (2016–2023). The hybrid ensemble (85% CNN, 15% RF) achieved the highest accuracy (58.9%) and recall (69.9%), outperforming standalone models and Binary Logistic Regression, while SHAP interpretation emphasized nighttime lighting, lane configuration, curvature, speeding, and alcohol use as key determinants of severity.

Collectively, the four studies advance the methodological frontier of crash severity modeling by bridging the persistent gap between predictive performance and model interpretability. The empirical findings provide a robust foundation for developing evidence-based motorcycle safety interventions, including enhanced nighttime illumination, geometry-specific speed management, improved median design, and targeted rider training programs. Overall, this dissertation establishes a comprehensive, explainable machine learning framework for motorcycle crash severity analysis, contributing to both theoretical advancement and practical policymaking in transportation safety research.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Transportation Engineering
Academic Year 2025

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Co-advisor's Signature .....