FRAMEWORK FOR ANALYSIS OF HIT-AND-RUN ROAD TRAFFIC CRASHES

ALOK NIKHIL JHA

TRANSPORTATION RESEARCH AND INJURY PREVENTION CENTER

INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI

AUGUST 2023

FRAMEWORK FOR ANALYSIS OF HIT-AND-RUN ROAD TRAFFIC CRASHES

by

ALOK NIKHIL JHA

TRANSPORTATION RESEARCH AND INJURY PREVENTION CENTER

Submitted

In fulfilment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy

to the

Indian Institute of Technology Delhi

August 2023

CERTIFICATE

This is to certify that the thesis titled "Framework for Analysis of Hit-and-run Road Traffic Crashes" being submitted by Alok Nikhil Jha to the Indian Institute of Technology Delhi for the award of the degree of Doctor of Philosophy is a record of the original bonafide research work carried out by him under our guidance. The thesis work, in our opinion, has reached the requisite standard fulfilling the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. The results contained in the thesis have not been submitted in part or full to any other University or Institute for the award of any degree or diploma.

Dr. Niladri Chatterjee
Professor
Department of Mathematics
Indian Institute of Technology Delhi
New Delhi – 110016

Dr. Geetam Tiwari
Professor
Transport Research (TRIP) Center
Indian Institute of Technology Delhi
New Delhi – 110016

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deepest gratitude to my Research Supervisors, Prof. Niladri Chatterjee (Soumitra Dutta Chair Professor in Artificial Intelligence and Professor, Dept. of Mathematics, School of IT, School of AI at IIT Delhi) and Prof. Geetam Tiwari (Professor & Head, TRIP Center, at IIT Delhi), for providing me with the invaluable opportunity to pursue this research work under their guidance. Their belief in me and the freedom they offered me to find my path were crucial to my success as an independent researcher. I am grateful for their guidance and methodology that helped me throughout this journey. Additionally, I would like to thank Sh. Mahesh Ji for his administrative support.

I want to thank Prof. Aparna Mehra, who guided me toward going for a PhD to channel my research ideas. I am indebted to my friends and colleagues who made this journey easier and more enjoyable. My three musketeers, Abhijeet Parmar, Ajay Kumar, and Sachin Kumar, provided invaluable insights and criticisms that helped me approach the problem more clearly. I am also grateful to my classmates and friends who supported and motivated me in various ways, including Varun, Kulbhushan, Dhaka, Richa, Aditya, Krishna, Priyanka, and Swati. I am thankful to Neelam for her encouragement and to Pooja for suggestions and inputs.

I am deeply indebted to my family, especially my parents, for their unwavering support and encouragement. I want to thank my mother Smt. Poonam Jha and father Sh. Kanti Dhar Jha and my sisters Archana, Vandana, and Usha, for their continuous motivation. My brother Nitish and brother-in-law Sh. Vishnu Kant Jha also deserves my gratitude for their discussions on various research trends. Additionally, I am thankful to my brother-in-law Dr. Pravin Choudhary, who provided valuable guidance and input. I am also thankful to IIIT Delhi for its support. Finally, I dedicate my research to my nephew, Chandrachur, who died in a hit-and-run crash at a young age.

I could not have completed this work without the support and help of all the individuals mentioned above, as well as the blessings of the almighty.

Alok Nikhil Jha

ABSTRACT

Transportation is crucial for the development of any country, and road transportation plays a significant role among all the modes of transportation. One of the most common challenges in transportation is safety, and road safety is of utmost importance due to the high number of fatalities, injuries, and property damage resulting from road crashes. The UN General Assembly Decade of Action for Road Safety 2021-2030 aims to prevent at least 50% of road traffic deaths and injuries by 2030, and hit-and-run crashes pose a significant challenge to achieving this goal. Hit-and-run crashes are dangerous because the responsible vehicles leave the crash location without reporting the incident or helping the victims. This significantly increases the risks of severe injuries and fatalities due to emergency assistance delays. Despite hit-and-run being designated as criminal offence, these crashes are common, and the analysis of such incidents is challenging due to the unavailability of information about the impacting vehicles and difficult to analyze and address this.

This thesis presents a framework to predict hit-and-run crash-causing vehicles and fills the research gap about incomplete crash database due to unknown vehicles of hit-and-run crashes. Identifying unknown vehicles involved in hit-and-run crashes improves the quality of road crash data, and crucial timings and potential impacting vehicles and victims' portfolios are also studied. The framework is based on machine learning techniques, and its results are validated and verified through temporal trends, observations, and statistics. The results show that the possible hit-and-run vehicles predicted through machine learning models are synchronous to observations during that period. Other findings on vulnerable timings and days of fatal hit-and-run crashes are similar to some established research in the area. The methodology is highly scalable and capable of completing a crash database, thereby identifying useful information previously ignored. The thesis explores the impact of hit-and-run crashes and proposes mechanisms to minimize them, which can help achieve the UN's ambitious targets for road safety. The proposed framework can serve as a basis for future research and road safety planning, highlighting the importance of addressing hit-and-run crashes to improve road safety.

सारांश

किसी भी देश के विकास के लिए परिवहन महत्वपूर्ण है और परिवहन के सभी साधनों में सड़क परिवहन एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। परिवहन में सबसे आम चुनौतियों में से एक सुरक्षा है, और सड़क दुर्घटनाओं के परिणामस्वरूप होने वाली मौतों, चोटों और संपत्ति की क्षति की उच्च संख्या के कारण सड़क सुरक्षा अत्यंत महत्वपूर्ण है। सड़क सुरक्षा के लिए संयुक्त राष्ट्र महासभा की कार्रवाई दशक 2021-2030 का लक्ष्य 2030 तक कम से कम 50% सड़क यातायात मौतों और चोटों को रोकना है, और हिट-एंड-रन दुर्घटनाएं इस लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए एक महत्वपूर्ण चुनौती पेश करती हैं। हिट-एंड-रन दुर्घटनाएँ खतरनाक होती हैं क्योंकि जिम्मेदार वाहन घटना की रिपोर्ट किए बिना या पीड़ितों की मदद किए बिना दुर्घटना स्थल छोड़ देते हैं। इससे आपातकालीन सहायता में देरी के कारण गंभीर चोटों और मृत्यु का जोखिम काफी बढ़ जाता है। हिट-एंड-रन को आपराधिक अपराध के रूप में नामित किए जाने के बावजूद, ये दुर्घटनाएं आम हैं, और प्रभावित करने वाले वाहनों के बारे में जानकारी की अनुपलब्धता और इसका विश्लेषण करना और इसका समाधान करना मुश्किल होने के कारण ऐसी घटनाओं का विश्लेषण चुनौतीपूर्ण है।

यह थीसिस हिट-एंड-रन दुर्घटना का कारण बनने वाले वाहनों की भविष्यवाणी करने के लिए एक रूपरेखा प्रस्तुत करती है और हिट-एंड-रन दुर्घटनाओं के अज्ञात वाहनों के कारण अपूर्ण दुर्घटना डेटाबेस के बारे में शोध अंतर को भरती है। हिट-एंड-रन दुर्घटनाओं में शामिल अज्ञात वाहनों की पहचान करने से सड़क दुर्घटना डेटा की गुणवत्ता में सुधार होता है, और महत्वपूर्ण समय और संभावित प्रभावित करने वाले वाहनों और पीड़ितों के पोर्टफोलियो का भी अध्ययन किया जाता है। रूपरेखा मशीन लर्निंग तकनीकों पर आधारित है, और इसके परिणामों को अस्थायी रुझानों, टिप्पणियों और आंकड़ों के माध्यम से मान्य और सत्यापित किया जाता है। परिणाम बताते हैं कि मशीन लर्निंग मॉडल के माध्यम से संभावित हिट-एंड-रन वाहनों की भविष्यवाणी उस अवधि के दौरान टिप्पणियों के अनुरूप है। घातक हिट-एंड-रन दुर्घटनाओं के संवेदनशील समय और दिनों पर अन्य निष्कर्ष क्षेत्र में कुछ स्थापित शोध के समान हैं। कार्यप्रणाली अत्यधिक स्केलेबल है और क्रैश डेटाबेस को पूरा करने में सक्षम है, जिससे पहले नजरअंदाज की गई उपयोगी जानकारी की पहचान की जा सकती है। थीसिस हिट-एंड-रन दुर्घटनाओं के प्रभाव की पड़ताल करती है और उन्हें कम करने के लिए तंत्र का प्रस्ताव करती है, जो सड़क सुरक्षा के लिए संयुक्त राष्ट्र के महत्वाकांक्षी लक्ष्यों को प्राप्त करने में मदद कर सकती है। प्रस्तावित रूपरेखा भविष्य के अनुसंधान और सड़क सुरक्षा योजना के लिए आधार के रूप में काम कर सकती है, जो सड़क सुरक्षा में सुधार के लिए हिट-एंड-रन दुर्घटनाओं को संबोधित करने के महत्व पर प्रकाश डालती है।

TABLE OF CONTENTS

LIST OF FIGURES

LIST OF TABLES