



Résumé :

L'urbanisation rapide et l'augmentation de la population au cours des dernières décennies ont accru les besoins de mobilité et de transport. La demande de mobilité dans les villes et les régions avoisinantes continuera de croître rapidement, entraînant une augmentation du nombre de véhicules sur la route. D'autre part, les réseaux urbains et autoroutiers sont limités et ne peuvent répondre adéquatement aux besoins de mobilité. Cette inadéquation des infrastructures routières entraîne de graves problèmes de circulation (par exemple, embouteillages, accidents, ...), faisant de la gestion du trafic un vrai défi. Pour assurer une gestion efficace du trafic, les villes et les autorités de transport se s'orientent de plus en plus vers les systèmes de transport intelligents (STI). Les STI sont des systèmes qui utilisent les technologies de l'information et de la communication pour fournir des services de transport innovants permettant de rendre la mobilité plus sûre, plus efficace et plus durable. Par conséquent, assurer la qualité des services de transport est devenu une nécessité afin d'atteindre les objectifs escomptés. Dernièrement, les STI étant de plus en plus axés sur les données, les approches d'intelligence artificielle (IA) sont ainsi considérées comme élément clé pour le développement des nouvelles générations des STI.

Dans cette thèse, nous visons à étudier comment l'intelligence artificielle (IA) peut aider à améliorer la qualité des services de gestion du trafic et de sécurité routière. Tout d'abord, nous commençons par modéliser une nouvelle approche pour prédire les flux de trafic de manière sécurisée, plus fiable que les méthodes traditionnelles, en combinant les algorithmes de Deep Learning avec l'apprentissage fédéré et la confidentialité différentielle locale. Le concept est de former un modèle qui peut prévoir le trafic de plusieurs stations tout en empêchant les clients de divulguer des informations privées. Notre framework a été mis en œuvre et testé sur l'ensemble de données PeMS, un ensemble de données réelles sur le trafic routier en Californie. Dans la deuxième partie de cette thèse, nous présentons un effort pour analyser les facteurs influençant la gravité des accidents avec différentes conditions environnementales, y compris l'analyse météorologique, temporelle, spatiale et routière. Nous avons adopté des algorithmes d'amplification de gradient avec la technique de valeur de Shapley pour comprendre la sortie du modèle. Cette étude a été évaluée sur un ensemble de données publiques de millions de cas d'accidents de la route aux États-Unis. Dans le dernier chapitre de la thèse, nous proposons des systèmes d'aide à la signalisation routière développés pour aider les conducteurs à reconnaître les panneaux de signalisation et à prendre des décisions sûres. Ces systèmes extraient principalement le texte et les informations des panneaux de signalisation et des panneaux de guidage sur l'autoroute marocaine. De plus, pour remédier au manque de données pour la détection de texte arabe dans les panneaux de signalisation routière, nous avons collecté un nouvel ensemble de données polyvalent nommé ASAYAR sur l'autoroute marocaine. L'ensemble de données est conçu pour la recherche sur la compréhension des scènes de trafic et contient une variété de scénarios de trafic, y compris le jour et la nuit et différentes conditions météorologiques. Nos résultats suggèrent un moyen significatif d'améliorer la qualité du service de transport.

Mots clés : L'autoroute et la Qualité de Service, Système de Transport Intelligent, Flux de Trafic, Sécurité Routières, Détection de Panneaux de Signalisation Routière, Intelligence Artificielle



IMPROVING SERVICE QUALITY IN HIGHWAY TRANSPORTATION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED APPROACHES

Abstract :

The rapid urbanization and the increase in population in recent decades have increased the need for mobility and transportation. The demand for mobility in cities and surrounding areas will continue to grow fast, leading to more vehicles on the road. On the other hand, urban and highway networks are limited and cannot adequately satisfy the needs of mobility. This inadequacy of road infrastructure leads to serious traffic problems (e.g., congestion, accidents, ...), making traffic management a challenging task. To ensure effective traffic management, cities and transport authorities are turning their attention toward Intelligent Transportation Systems (ITS). ITS are systems that use information and communication technologies to provide innovative transportation services that make mobility safer, more efficient, and more sustainable. Consequently, ensuring the quality of transportation services has become a necessity to achieve the ITS goals. Lately, as the ITS have become more data-driven, Artificial Intelligence (AI) approaches have become a key enabler for next-generation ITS.

In this thesis, we aim to study how can Artificial Intelligence (AI) help in improving the quality of traffic management and traffic safety services. First, we start by modeling a new approach to predicting traffic flow in a secure way, which is more reliable than traditional methods, by combining Deep Learning algorithms with Federated learning and Local differential privacy. The concept is to train a model that can forecast traffic from multiple stations while preventing clients from leaking private information. Our framework was implemented and tested on the PeMS dataset, a real-world data set of highway traffic in California. In the second part of this thesis, we present an effort to analyze the factors influencing the severity of accidents with different environmental conditions, including weather, time, spatial, and road analysis. We have adopted gradient boosting algorithms with the Shapley value technique to understand the model's output. This study was evaluated on a public dataset of millions-cases of car traffic accidents in the United States. In the last chapter of the thesis, we propose traffic sign assist systems developed to support drivers in recognizing traffic signs and making safe decisions. These systems mainly extract text and information from traffic signs and guide panels on the Moroccan highway. Furthermore, to address the lack of data for Arabic text detection in traffic panels, we collected a new multipurpose dataset named ASAYAR from the Moroccan highway. The dataset is designed for research on traffic scene understanding and contains a variety of traffic scenarios, including day and night and different weather conditions. Our findings suggest a significant way to improve the quality of transportation service.

Keywords: Highway and Quality of Service, Intelligent Transportation Systems, Traffic Flow, Road Safety, Road Sign Detection, Artificial Intelligence.