



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr **ZAHRAOUI Yassine**
Soutiendra : le Samedi 20/05/2023 à 10H00
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :
**Artificial intelligence and data visualization approaches for road safety
improvement**

En vue d'obtenir le **Doctorat**
FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication
Spécialité : Informatique

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr ZINEDINE Ahmed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr AL ACHHAB Mohammed	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Tétouan	PES	Rapporteur & Examineur
Pr EL KAMILI Mohamed	Ecole Supérieure de Technologie, Casablanca	PES	Rapporteur & Examineur
Pr BERRADA Mohammed	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr FARDOUSSE Khalid	Faculté Chariaa, Fès	PH	Examineur
Pr EL YADARI Mourad	ENSAM, Rabat	PES	Examineur
Pr LAMRINI Mohamed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse
Pr BERRADA Ismail	Université Mohammed VI Polytechnique – Ben Guerir	PH	Co-directeur de thèse



Résumé :

La sécurité routière est une des principales priorités dans beaucoup de pays. Les gouvernements, les experts et les entreprises privées investissent dans des technologies qui ont pour objectif de réduire le nombre de blessures et de décès causées par les accidents de la route. Afin de développer une solution efficace, aussi bien pour améliorer le réseau routier actuel que pour renforcer la sécurité globale des conducteurs et des piétons, les acteurs du transport doivent analyser l'historique des accidents pour en déterminer les causes principales et prendre la meilleure décision. Malheureusement, nous ne disposons pas de suffisamment de techniques et d'outils efficaces pour traiter des quantités massives de données. En effet, l'analyse des ensembles de données relatives aux accidents de la route demande beaucoup de temps et d'efforts. Les Systèmes de Transport Intelligents (STI) sont l'un des sujets les plus étudiés pour améliorer la sécurité routière et l'expérience de conduite. En règle générale, les STI fournissent des solutions multidisciplinaires qui peuvent être liées aux véhicules, aux usagers de la route (par exemple, conducteur, piéton, passager, etc.), aux infrastructures, à la gestion du trafic (par exemple, embouteillage, conduite à basse vitesse, transports en commun) et bien d'autres. Malheureusement, les technologies STI doivent faire face à des problèmes d'une grande complexité technique. L'expansion technologique du secteur (drones, véhicules autonomes en site propre ou dans un environnement multi-utilisateurs), la variété des métiers adressés, les contraintes environnementales et sociétales augmentent encore cette complexité. Face à ces défis, les solutions doivent être mises en œuvre dans des délais toujours plus courts, avec une qualité de service accrue, tout en optimisant les coûts.

Dans cette thèse de doctorat, nous visons à répondre aux défis mentionnés ci-dessus via deux contributions principales. Premièrement, nous introduisons une nouvelle approche du profilage du comportement du conducteur, qui, contrairement aux approches existantes qui utilisent les données de conduite pour classer le conducteur dans des profils existants tels que conducteur agressif, conducteur à risque, la nôtre vise à générer des profils de conducteur uniques et représentatifs. On considère que le profil du conducteur contient des informations statiques (préférences du conducteur) et des informations dynamiques (comportement de conduite). Afin de capturer le comportement dynamique du conducteur, nous avons défini le graphe du profil du conducteur et un graphe de transition d'état qui représente le comportement du conducteur, et qui sera construit automatiquement en utilisant les données du conducteur. Afin de créer les états du graphe (états de conduite) par l'utilisation d'approches basées sur le clustering en utilisant deux techniques de clustering : Le Map Matching pour classer les données GPS et le K-Means pour classer les données du bus CAN.\

Quant à notre deuxième contribution dans cette thèse de doctorat, nous introduisons la conception et le développement d'un prototype de visualisation du trafic basé sur un SIG web. Des données de trafic provenant de la plateforme ouverte de données publiques françaises ont été utilisées et traitées. Le prototype basé sur le tableau de bord intègre des attributs de trafic permettant de mesurer les accidents de la circulation, par différents styles de visualisation combinant deux variables visuelles ainsi qu'une capacité d'exploration dynamique des données grâce au filtrage des données et à de multiples agrégats temporels et spatiaux. Ces fonctionnalités sont intégrées dans une interface utilisateur interactive permettant une vue d'ensemble des données, ainsi qu'une exploration multidimensionnelle des données de trafic, pour aider les experts du domaine dans leurs tâches d'analyse visuelle. La capacité du prototype développé à explorer spatialement et temporellement les accidents de la circulation est démontrée dans la thèse. Le prototype développé est présenté comme un exemple de visualisation puissant et fonctionnel des données de trafic, qui peut être appliqué à d'autres pays.

Mots clés : Développement de la Sécurité Routière, Intelligence Artificielle, Systèmes de Transport Intelligents, Systèmes et outils de visualisation, Tableau de bord des données, Visualisation des données, Carte interactive, Transport, Accident de véhicule.



ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DATA VISUALIZATION APPROACHES FOR ROAD SAFETY IMPROVEMENT

Abstract :

Road safety is a high priority in many countries. Governments, experts and private companies are investing in technologies that aim to reduce the number of injuries and deaths caused by road accidents. In order to develop an effective solution, both for improving the current road network and for enhancing the overall safety of drivers and pedestrians, transportation actors need to analyze the accident history to determine the main causes and make the best decision. Unfortunately, we do not have enough powerful techniques and tools to handle massive amounts of data. In fact, analysing road accident datasets requires a lot of time and effort. Intelligent Transportation Systems (ITS) are one of the most studied topics to improve road safety and driving experience. In general, ITS provide multidisciplinary solutions that can be related to vehicles, road users (e.g., driver, pedestrian, passenger, etc.), infrastructure, traffic management (e.g., congestion, low-speed driving, public transportation) and many others. Unfortunately, ITS technologies have to deal with problems of high technical complexity. The technological expansion of the sector (drones, autonomous vehicles on their own site or in a multi-user environment), the variety of activities covered, and environmental and societal constraints further increase this complexity. Faced with these challenges, solutions must be implemented in ever shorter timeframes, with an increased quality of service, while optimizing costs.\\

In this PhD thesis, we aim to address the above mentioned challenges through two main contributions. First, we introduce a new approach to driver behavior profiling, which, unlike existing approaches that use driving data to classify the driver into existing profiles such as aggressive driver, risky driver, our approach targets to generate unique and representative driver profiles. We consider that the driver profile contains static information (driver preferences) and dynamic information (driving behavior). In order to capture the dynamic behavior of the driver, we defined the driver profile graph and a state transition graph that represents the driver's behavior, which will be constructed automatically using the driver data. We create the states of the graph (driving states) by using clustering based approaches using two clustering techniques: Map Matching to classify GPS data and K-Means to classify CAN bus data.\\

The second contribution of this PhD thesis is the design and development of a web GIS based traffic visualization prototype. Traffic data from the French open public data platform were used and processed. The prototype based on the dashboard integrates traffic attributes to measure traffic accidents, by different visualization styles combining two visual variables as well as a dynamic data exploration capability through data filtering and multiple temporal and spatial aggregations. These functionalities are integrated in an interactive user interface that allows an overview of the data, as well as a multidimensional exploration of the traffic data, to assist domain experts in their visual analysis tasks. The ability of the developed prototype to spatially and temporally explore traffic accidents is demonstrated in the thesis. The developed prototype is presented as an example of a powerful and functional visualization of traffic data, which can be applied to other countries.

Key Words : Road Safety Development, Artificial Intelligence, Intelligent Transportation Systems, Visualization Systems and Tools, Data dashboard, Data Visualization, Interactive map, Transportation, Vehicle Accident,