



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mme (elle). SEFRIOUI Boujemaa Kaoutar

Soutiendra : le 14/05/2022 à 11h

Lieu : Centre Polyvalent des Etudes Doctorales (Amphi 2)

Une thèse intitulée:

Road Safety Development Using Artificial Intelligence Based Approaches

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

Spécialité : Informatique

Devant le jury composé comme suit :

| | NOM ET PRENOM | GRADE | ETABLISSEMENT |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---|
| Président | Pr LAMRINI Mohamed | PES | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès |
| Directeur de thèse | Pr FARDOUSSE Khalid | PH | Faculté Chariaa - Fès |
| Co-directeur de thèse | Pr BERRADA Ismail | PH | Université Mohammed VI Polytechnique - Ben Guérir |
| Rapporteurs | Pr AL ACHHAB Mohamed | PES | ENSA-Tétouan |
| | Pr EL KAMILI Mohamed | PES | Ecole Supérieure de Technologie – Casablanca |
| | Pr GHENNIQUI Hicham | PH | Faculté des Sciences et Techniques - Fès |
| Membres | Pr CHERKAOUI MALKI Mohammed Ouçamah | PES | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès |
| | Pr ZINEDINE Ahmed | PES | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès |
| Invités | Pr BOURZEIX François | Directeur Pôle AI | Fondation MAScIR-UM6P |
| | Pr BOUHOUTE Afaf | PA | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès |

Résumé :

Partout dans le monde, les accidents de la circulation deviennent des événements quotidiens, causant des milliers de morts et de blessés graves. Ces phénomènes ont également des impacts importants sur le bien-être, la santé et la croissance économique, en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire. Par conséquent, la sécurité routière restera toujours une priorité de développement essentielle pour les autorités, les industries et les chercheurs. Compte tenu des innombrables sources de données et composants des environnements de circulation, la sécurité routière peut être gérée à l'aide de diverses approches basées sur les données. 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 ITS 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. Les Systèmes Avancés d'Aide à la Conduite (ADAS) sont une mise en œuvre importante des STI embarqués. Ils contribuent à la sécurité des réseaux routiers en assistant le conducteur via de multiples solutions telles que l'assistance de voie, la détection des passages piétons, l'évitement des collisions, le contrôle de la vitesse, la détection de la somnolence du conducteur et la reconnaissance des panneaux de signalisation. Malheureusement, il existe encore un important déficit de recherche dans lequel l'application des technologies STI doit être orientée vers l'élaboration de plans d'action significatifs en matière de sécurité routière. Cela peut utilement aider les autorités à répondre aux défis dynamiques et dangereux du réseau routier. Les ADAS, en particulier, ont une autre limitation encore importante qui est liée à la détection en temps réel des panneaux de trafic basés sur du texte arabe. Ainsi, l'application de l'ADAS dans les régions arabes reste restreinte, ce qui ralentit par conséquent les enquêtes basées sur les panneaux de signalisation pour améliorer la sécurité des transports.

Dans cette thèse de doctorat, nous visons à relever les défis susmentionnés via deux contributions principales. Tout d'abord, nous introduisons un Framework de recommandation automatisé de bout en bout pour la sécurité routière. Il est conçu pour recommander des actions de sécurité routière appropriées pour faire face au danger potentiel d'accidents de la circulation, en tenant compte des changements dynamiques et contextuels du réseau routier. Ceci est réalisé via une architecture basée sur l'Intelligence Artificielle (IA) à trois couches. La première couche est responsable du prétraitement des données à l'aide de diverses techniques (par exemple, imputation des données manquantes, échantillonnage, ingénierie des caractéristiques). La deuxième couche analyse les données prétraitées en construisant des modèles de prédiction robustes, entraînés à l'aide d'algorithmes de base d'apprentissage automatique (ML) et d'apprentissage profond (DL). Ces modèles servent à prédire les causes des risques d'accidents de la circulation à plusieurs niveaux (par exemple, l'occurrence d'un accident, niveau de gravité de l'accident, type de collision). La troisième couche permet de recommander les actions significatives pour gérer les facteurs de risque prédits dans la couche précédente. Cette dernière couche est conçue pour construire un système de recommandation permettant de définir une approche apprenante de mise en relation des facteurs de risque d'accidents de la circulation et des actions de sécurité routière appropriées. Notre Framework a été mis en œuvre et validé à l'aide de deux ensembles de données réelles sur les accidents de la circulation au Maroc et en France. Les expérimentations menées prouvent l'éligibilité de l'adoption de notre Framework comme outil pour aider les acteurs de la sécurité routière à automatiser et renforcer efficacement le processus de prise de décision de leurs plans d'action.

Quant à notre deuxième contribution dans cette thèse de doctorat, nous introduisons un nouvel ensemble de données open-source multi-tâches pour la détection de panneaux de signalisation en texte arabe, nommé ATTICA. Ce dernier a été collecté à partir d'images open-source sur internet, rassemblant différents types de panneaux de signalisation et de direction. Les échantillons de l'ensemble de données sont assez difficiles en termes de diversité des signes, d'arrière-plans complexes, de faible résolution, etc. Cela a été ciblé pour permettre la construction de détecteurs robustes capables de gérer les défis de vision par ordinateur du monde réel dans les environnements de circulation. ATTICA comprend un total de 1215 échantillons, 3173 boîtes de panneaux de direction, 870 boîtes de panneaux de signalisation et 7293 boîtes de texte en arabe. L'ensemble est divisé en deux sous-ensembles de données principaux. ATTICA-Sign est un sous-ensemble de données qui contient des annotations de panneaux de signalisation et de direction. Il introduit cinq catégories, à savoir, panneau de signalisation, panneau de direction, autre-panneau, panneau-ajout et point-km. ATTICA-Text est un deuxième sous-ensemble de données qui contient des annotations textuelles des panneaux de signalisation/direction textuels. Ces annotations sont classées en deux catégories principales, les catégories de niveau ligne (ligne lisible et ligne illisible) et les catégories de niveau mot (mot arabe, chiffre arabe, caractère spécial, chiffre latin, unité latine). L'utilité d'ATTICA a été étudiée par une série d'expériences liées à la détection des panneaux de signalisation/direction et à la détection de texte arabe, en utilisant une ligne de base d'architectures, fondées sur le Réseau de Neurones à Convolutions (CNN). Nos découvertes montrent des résultats prometteurs qui peuvent certainement améliorer et personnaliser l'application de l'ADAS dans les régions Arabes.

Mots clés : Développement de la Sécurité Routière, Intelligence Artificielle, Systèmes de Transport Intelligents, Systèmes de Recommandation, Actions de Sécurité Routière, Systèmes d'Aide à la Conduite, Panneaux de Signalisation, Panneaux de Direction Textuels, Réseaux de Neurones Artificiels.

ROAD SAFETY DEVELOPMENT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED APPROACHES

Abstract :

Around the world, traffic accidents are becoming routine daily events, causing thousands of deaths and severe injuries. These phenomena have also relevant impacts on the well-being, health and economic growth, especially in low and middle-income countries. Therefore, road safety will consistently remain a critical development priority for authorities, industries and researchers. Considering the countless data sources and components of the traffic environments, road safety can be handled using various data-driven approaches. Intelligent Transportation Systems (ITS) are one of the top-list investigated subjects toward enhancing road safety and the driving experience as well. Generally, ITS provide multidisciplinary solutions that can be related to vehicles, road users (e.g., driver, pedestrian, passenger, etc), infrastructure, traffic management (e.g., congestion, driving low, public transportation) and many others. Advanced Driving Assistance Systems (ADAS) are a significant implementation of in-vehicle ITS. They contribute to the road networks' safety by assisting the driver via multiple solutions such as lane assistance, pedestrian crossing detection, collision avoidance, speed control, driver drowsiness detection and traffic signs recognition.

Unfortunately, there is still a major research gap where the application of the ITS technologies need to be directed towards developing significant road safety action-plans. This can interestingly help authorities to respond to the dynamic and hazardous challenges of the road network. ADAS, in particular, have another yet salient limitation that is related to real-time Arabic text-based traffic panels detection. Thus, the application of ADAS in Arab regions remains restricted which consequently slow the traffic signs based investigations for improving the travelling security.

In this PHD thesis, we aim to address the aforementioned challenges via two main contributions. First, we introduce an end-to-end automatized recommendation framework for road safety. It is designed to recommend appropriate road safety actions to handle potential traffic accidents danger, by taking into account the dynamic and contextual changes of the road-network. This is achieved via a three layered Artificial Intelligence (AI) based architecture. The first layer is responsible for data preprocessing using various techniques (e.g., missing data imputation, sampling, features engineering). The second layer analyses the preprocessed data by building robust prediction models, trained using a baseline of Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL) algorithms. These models serve in predicting traffic accidents risk causalities at multiple levels (e.g., accident occurrence, accident severity level, collision type). The third layer allows recommending the significant actions for handling the predicted risk factors in the previous layer. This last layer is designed for building a recommendation system allowing to define a learnable linking approach of the traffic accidents risk factors and the appropriate road safety actions. Our framework was implemented and validated using two real world traffic accidents datasets of Morocco and France. The conducted experiments prove the eligibility of adopting our framework as a tool for helping road safety actors to efficiently automatize and reinforce their action-plans decision-making process.

As for our second contribution in this PHD thesis, we introduce a new multi-task open-source dataset for Arabic-text based traffic panels detection, named ATTICA. This last was collected from open-source images on the internet, gathering various types of traffic panels and signs. The dataset's samples are quite challenging in terms of signs diversity, complex backgrounds, low resolution, etc. This was targeted to allow building robust detectors capable of handling the real-world computer vision challenges in traffic environments. ATTICA includes a total of 1215 samples, 3173 traffic panel boxes, 870 traffic sign boxes and 7293 Arabic text boxes. The set is divided into two major sub-datasets. ATTICA-Sign is a sub-dataset that contains annotations of traffic panels and signs. It introduces five categories, namely, traffic panel, traffic sign, other-sign, add-panel and km-point. ATTICA-Text is a second sub-dataset that holds text annotations of the text-based traffic panels/signs. These annotations are classified into two main categories, Line-level categories (Readable line and Unreadable line) and Word-level categories (Arabic word, Arabix digit, Special character, Latin digit, Latin unit). The utility of ATTICA was investigated by a series of experiments that are related to traffic signs/panels detection and Arabic text detection, using a baseline of Convolutions Neural Network (CNN) based architectures. Our findings show promising results that can definitely improve and personalize the application of ADAS in ARAB regions.

Key Words: Road Safety development, Artificial Intelligence, Intelligent Transportation Systems, Recommendation Systems, Road Safety actions, Driving Assistance Systems, Traffic Sign, Text-based Traffic Panel, Artificial Neural Networks.