



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr **LAMOUIK Imad**

Soutiendra : le **Samedi 27/05/2023 à 15H00**

Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

Toward a Better Driving Experience: A Machine Learning and Model Predictive Control Approach

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	Gra de	Qualité
Pr NFAOUI El Habib	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr EL FALLAHI Abdellah	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Tétouan	PES	Rapporteur & Examineur
Pr TAIRI Hamid	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr AGHOUTANE Badraddine	Faculté des Sciences, Meknès	PH	Rapporteur & Examineur
Pr GUALOUS Hamid	Université de Caen Normandie, France	PES	Examineur
Pr RIFFI Jamal	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Examineur
Pr MAHRAZ Mohamed Adnane	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Examineur
Pr SABRI My Abdelouahed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Co-directeur de thèse
Pr YAHYAOUY Ali	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

Le contrôle de la circulation est, depuis le siècle dernier, à l'épicentre de l'intérêt des chercheurs, encouragé par le besoin émergent d'apporter des améliorations à l'expérience de conduite, à la réduction des embouteillages et à l'élimination des accidents de la circulation.

Et en raison de l'augmentation de la puissance de calcul et des progrès technologiques, il est devenu possible de développer des solutions de contrôle plus robustes capables de gérer diverses tâches complexes de trafic qui étaient autrement loin de la portée des systèmes de conduite autonomes. Les embouteillages sont connus pour entraîner des trajets plus longs et plus de pollution, ainsi, en offrant une solution de routage optimale, nous visons à améliorer l'expérience de conduite. Par conséquent, dans cette thèse, nous avons commencé par considérer l'acheminement optimal du trafic comme une solution au problème de congestion du trafic puisqu'il est devenu une gêne quotidienne pour les conducteurs dans la plupart des villes modernes.

De plus, afin d'atteindre une autonomie totale, une stratégie de routage fiable et rapide est nécessaire pour calculer les chemins optimaux, mais les algorithmes statiques et centralisés existants ont d'énormes limites qui les empêchent de résoudre le problème de la congestion, surtout si l'on considère la taille des villes modernes et le volume du trafic quotidien.

Par conséquent, le premier système proposé tire parti des avancées de l'intelligence artificielle, en particulier des réseaux de neurones profonds, pour former des modèles capables d'acheminer le trafic à travers des grilles de trafic dynamiques. La seconde utilise la puissance du Q-routing combinée au clustering Spectral pour offrir une solution de routage plus évolutive qui peut être utilisée dans les grands réseaux de trafic. Par conséquent, les systèmes de routage proposés sont capables d'un routage efficace qui optimise l'utilisation des ressources et minimise la longueur moyenne du trajet, le temps de trajet et la consommation de carburant du véhicule.

Deuxièmement, nous avons abordé le problème du dépassement des véhicules, comme l'une des manœuvres les plus dangereuses effectuées par les conducteurs et aussi l'une des manœuvres les plus difficiles pour les systèmes autonomes, qui entraîne d'innombrables accidents mortels chaque année. En particulier, comment évaluer la sécurité du dépassement efficace et fiable d'un véhicule de tête sur une route à deux voies. Cependant, peu de tentatives réalistes dans ce domaine ont été faites dans la littérature pour apporter des solutions pratiques sans connaissance préalable de l'état de l'environnement et des simplifications des modèles de véhicules. Ces simplifications de modèles rendent de nombreuses solutions proposées dans la littérature inutilisable dans des scénarios réels. Et compte tenu des dangers qui peuvent découler d'un dépassement défectueux et du risque important d'accidents de véhicules lors de manœuvres à grande vitesse.

Par conséquent, nous avons proposé une architecture basée sur un modèle de contrôle prédictif qui produit capable d'effectuer un dépassement en toute sécurité d'un véhicule de tête en présence de trafic conflictuel. Le système peut estimer avec précision la sécurité de démarrage d'un dépassement du véhicule en plus du contrôle du véhicule pendant la manœuvre qui garantit un dépassement sans collision en utilisant un modèle complet et réaliste de la dynamique du véhicule. Le système s'appuie sur une représentation dynamique de la dynamique du véhicule ainsi que des forces des pneus pour produire un modèle fidèle de l'interaction du véhicule avec la route résultant en une conduite robuste et sûre. Le système utilise une approche de vision stéréoscopique et des techniques d'apprentissage automatique, principalement Yolo et Deepsort, pour recueillir des informations sur l'environnement telles que la largeur de la voie, le centre de la voie et la distance par rapport aux véhicules voisins.

Mots clés : Autonomous vehicle, Vehicle overtaking, Traffic safety, Congestion, Traffic control, Optimal routing, Traffic Routing



TOWARD A BETTER DRIVING EXPERIENCE: A MACHINE LEARNING AND MODEL PREDICTIVE CONTROL APPROACH

Abstract :

Traffic control has been, since the last century, at the epicenter of interest from researchers around the world, encouraged by the emerging need to produce improvements to the driving experience, reduction of congestion, and elimination of traffic accidents. And due to the increase in computing power and technological advancement, it has become possible to develop more robust control solutions capable of handling various complex traffic tasks that were otherwise far from the reach of autonomous driving systems.

Traffic congestion is known to cause longer commutes and more pollution; thus, by offering an optimal routing solution, we aim to improve the driving experience. Therefore, in this thesis, we began by considering optimal traffic routing as a solution to the problem of traffic congestion since it has become a daily annoyance for drivers in most modern cities. Moreover, in order to achieve full autonomy, a reliable and fast routing strategy is necessary to calculate optimal paths. Yet, existing static and centralized algorithms have huge limitations preventing them from solving the congestion problem, especially considering the size of modern cities and the volume of daily traffic.

Therefore, the first proposed system leverages the advancements in artificial intelligence, especially deep neural networks, to train models capable of routing traffic through dynamic traffic grids. The second uses the power of Q-routing combined with Spectral clustering to offer a more scalable routing solution that can be used in large traffic grids. Consequently, the proposed routing systems are capable of efficient routing that optimizes resource utilization and minimizes average trip length, travel time, and vehicle fuel consumption.

Secondly, we addressed the problem of overtaking as one of the most dangerous maneuvers performed by drivers and one of the most challenging maneuvers for autonomous systems, resulting in countless fatal accidents each year. Especially the task of evaluating the safety of passing a leading vehicle efficiently and reliably on a two-lane road. However, few realistic attempts in this field have been made in the literature to provide practical solutions without prior knowledge of the state of the environment and simplifications of vehicle models. These model simplifications make many of the proposed solutions in the literature unusable in real scenarios. And considering the dangers that can arise from performing a defective overtake and the substantial risk of vehicle crashes during high-speed maneuvers.

Therefore, we proposed an architecture based on model predictive control capable of performing a safe overtake of a leading vehicle in the presence of conflicting traffic. The system can accurately estimate the safety of starting a vehicle overtake in addition to vehicle control during the maneuver that guarantees a collision-free overtake using a complete and realistic model of the vehicle's dynamics. The system relies on a dynamic representation of the vehicle's dynamics as well as tire forces to produce a faithful model of the vehicle's interaction with the road resulting in robust and safe driving. The system uses a stereoscopic vision approach and machine-learning techniques, mainly Yolo and Deepsort, to gather information about the environment, such as lane width, lane center, and distance from neighboring vehicles.

Key Words : Autonomous vehicle ,Vehicle overtaking ,Traffic safety ,Congestion ,Traffic control,Optimal routing, Traffic Routing