



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr **ALIKA Rachid**

Soutiendra : le Samedi 16/11/2024 à 10H00

Lieu : **FSDM – Département de Géologie**

Une thèse intitulée :

« Modélisation et commande des véhicules autonomes par l'intégration de l'intelligence artificielle »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication**

Spécialité : **Génie Électrique**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr BOUMHIDI Ismail	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr LAGRAT Ismail	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Kénitra	PES	Rapporteur & Examineur
Pr ARJDAL El HANAFI	Faculté des Sciences, Agadir	MCH	Rapporteur & Examineur
Pr CHALH Zakaria	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr CHAIBI Noredine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	MCH	Examineur
Pr EL YAQOUTI Mustapha	Faculté des Sciences, Agadir	MCH	Examineur
Pr TISSIR El Houssaine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse
Pr MELLOULI El Mehdi	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	MCH	Co-Directeur de thèse



Résumé :

Ces travaux de recherche portent sur la modélisation et la commande des véhicules autonomes en intégrant l'intelligence artificielle.

Nous avons effectué une recherche approfondie dans la littérature sur la modélisation, la commande et la planification des trajectoires des véhicules autonomes, aussi nous avons étudié l'intégration de l'intelligence artificielle à notre système afin d'améliorer ces performances, et après avoir encadré la problématique dans ce domaine, plusieurs contributions ont été faites.

Dans ce travail, nous proposons plusieurs approches de contrôle des dynamiques de véhicule autonome, et nous proposons aussi l'intégration de l'intelligence artificielle dans ces approches utilisées. La commande des dynamiques latérale et longitudinale séparément ont été réalisées, puis la commande des dynamiques couplées latérales et longitudinales a été fait.

Dans la première idée, nous avons utilisé le contrôle par mode glissant super-twisting basé sur les réseaux des neurones et l'algorithme d'optimisation par essaim de particules (PSO) pour contrôler les dynamiques latérales de véhicule autonome.

La deuxième idée qui a été utilisée pour contrôler les dynamiques longitudinales par contrôle mode glissant super-twisting basé sur la logique floue et comparé à un contrôle par mode glissant non singulier terminal basé sur un réseau de neurones.

Dans la troisième idée, nous avons utilisé la commande prédictive à base d'un modèle (MPC) basé sur la logique floue et l'algorithme d'optimisation par essaim de particules (PSO) afin de contrôler les dynamiques couplées longitudinale et latérale de véhicule autonome.

Enfin dans la quatrième idée, nous avons réalisé un prototype de véhicule autonome équipé d'un régulateur de vitesse adaptatif. Un contrôle par mode glissant super-twisting (STSMC) et un contrôle par mode glissant non singulier terminal (NTSMC) basé sur un réseau de neurones appliqué au système de régulateur de vitesse adaptatif. Le prototype a été testé à l'aide d'un capteur à ultrasons pour mesurer la distance entre les deux automobiles, et d'une carte Arduino comme microcontrôleur pour mettre en œuvre notre programme, et de quatre moteurs à courant continu comme actionneurs pour déplacer ou arrêter notre véhicule hôte.

Les approches des commandes développés ont été traité par le code MATLAB. Les résultats de simulation satisfaisants mettent en évidence l'efficacité et la robustesse des contrôleurs utilisés, ainsi que les améliorations considérables par rapport à la littérature.

Mots clés :

Véhicule autonome, Dynamique latérale, Dynamique longitudinale, Dynamique couplées latérale et longitudinale, Contrôle par mode glissant, Contrôle par mode glissant de type Super-Twisting, Contrôle par mode glissant terminal, Contrôle par mode glissant terminal non singulier, Commande prédictive à base d'un modèle, Intelligence artificielle, Réseau de neurone, logique floue, optimisation des essais de particules, régulateur de vitesse adaptatif, Arduino, ultrasons capteur, moteur à courant continu.



MODELING AND CONTROL OF AUTONOMOUS VEHICLES BY THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract:

This research focuses on the modeling and control of autonomous vehicles by the integration of artificial intelligence.

We have carried out an in-depth literature search on the modeling, control and trajectory planning of autonomous vehicles, and we have also studied the integration of artificial intelligence into our system in order to improve this performance, and after framing the problem in this field, several contributions have been made.

In this work, we propose several approaches to controlling autonomous vehicle dynamics, and we also propose the integration of artificial intelligence into these approaches used. The control of lateral and longitudinal dynamics separately were carried out, then the control of coupled lateral and longitudinal dynamics was done.

In the first idea, we used super-twisting sliding mode control based on neural networks and the particle swarm optimization (PSO) algorithm to control the lateral dynamics of autonomous vehicles.

The second idea used fuzzy logic-based super-twisting sliding mode control to control longitudinal dynamics, compared with neural network-based terminal non-singular sliding mode control.

In the third idea, we used model predictive control (MPC) based on fuzzy logic and the particle swarm optimization (PSO) algorithm to control the coupled longitudinal and lateral dynamics of an autonomous vehicle.

Finally, in the fourth idea, we produced a prototype autonomous vehicle equipped with an adaptive cruise control. Super twisting sliding mode control (STSMC) and non-singular terminal sliding mode control (NTSMC) based on a neural network applied to the adaptive cruise control system. The prototype was tested using an ultrasonic sensor to measure the distance between the two cars, an Arduino board as microcontroller to implement our program, and four DC motors as actuators to move or stop our host vehicle.

The control approaches developed were processed using MATLAB code. The satisfactory simulation results highlight the efficiency and robustness of the controllers used, as well as the considerable improvements over the literature.

Key Words:

Autonomous vehicle, Dynamic Lateral, Dynamic Longitudinal, Coupled Lateral and Longitudinal Dynamics, Sliding Mode Controller, SMC, Super Twisting Sliding Mode Controller, STSMC, Terminal Sliding mode Controller, TSMC, Non-singular Terminal Sliding Mode Controller, NTSMC, Model predictive control, MPC, Artificial Intelligence, Neural Network, Fuzzy Logic, Particle swarm optimization, PSO, Adaptive Cruise Control, ACC, Arduino, Ultrasonic sensor, DC motor.