

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE ÉCOLE SUPÉRIEURE EN
INFORMATIQUE -08 MAI 1945- SIDI BEL ABBÈS



MÉMOIRE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER
FILIÈRE : INFORMATIQUE
SPÉCIALITÉ : INGENIÈRIE DES SYSTÈMES INFORMATIQUE
(ISI)
THÈME

Deep Reinforcement Learning for Autonomous Driving

Présenté par :
HAMMA Rahma
BOUMARAF Malak

Soutenu le 25 juin 2023, Devant le jury composé de :

Dr. Belkacem KHALDI	ESI-SBA	- Président
Dr. Rabab BOUSMAHA	ESI-SBA	- Examineur
Pr. Sidi Mohammed BENSLIMANE	ESI-SBA	- Encadrant
Dr. Mohamed Walid ATTAOUI	SnT-Luxembourg	- Co-encadrant

Année universitaire : 2022/2023

ACKNOWLEDGMENTS

Alhamdulillah, We thank almighty **ALLAH** who has always been with us and helped us throughout our journey.

We would like to express our sincere appreciation and deep gratitude to the following people who contributed to this project:

To our dear families for the support they provided us and the resources they deployed to implement this project well.

To **Pr. Sidi Mohammed BENSLIMANE**, Our school principal, for making this thesis possible. and for his valuable assistance during these six months,

Special thanks to **Dr. Mohamed Walid ATTAOUI**, our cheerful supervisor, for his generous guidance, expertise and compassion during the realization of this work.

We also thank **Dr. Amar Djamel Bensaber, Oumeyma Basma Hadjazi**, the operating service within our school and its employees for the efforts they made to ensure good conditions and facilitating our work environment.

To **Dr. Alaa Eddine Belfedhal** and all our teachers who, through their scientific and educational commitment during these five years, have been a source of inspiration for us.

May everyone who has helped us in any way find here the expression of our deepest thanks.

Rahma & Malak.

ABSTRACT

Intelligent transportation systems (ITS) and artificial intelligence (AI) are spurring us to pave the way for the widespread adoption of autonomous vehicles (AVs), which have led to the emergence of smart roads, mobility comfort, and improved traffic safety.

Many new artificial intelligence-based technologies are being used to perform important functions such as decision making, motion planning, scene understanding, vehicle control, and social behavior.

A highly intelligent decision-making system that can handle complex road geometry and effectively follow routing information has become a valuable welcome asset to the world. This paper emphasizes deep reinforcement learning-based methods; which enable complex policies to be learned in high dimensional environments, as opposed to traditional planar techniques that have been widely researched in the past.

The DRL algorithms used so far find solutions to the four main problems of autonomous driving, in our thesis we highlight the current challenges and point to possible future research directions.

Keywords: Autonomous Driving, Reinforcement learning, Deep Q-Networks, Machine Learning, Artificial Intelligence, Deep Learning.

ملخص

تعمل أنظمة النقل الذكية والذكاء الاصطناعي ، على تمهيد الطريق لاعتماد واسع النطاق للمركبات ذاتية القيادة ، مما أدى إلى ظهور طرق ذكية وراحة في التنقل وتحسين السلامة المرورية.

يتم استخدام العديد من التقنيات الجديدة القائمة على الذكاء الاصطناعي لأداء وظائف مهمة مثل صنع القرار وتخطيط الحركة وفهم المشهد والتحكم في السيارة والسلوك الاجتماعي.

أصبح نظام اتخاذ القرار الذكي للغاية الذي يمكنه التعامل مع هندسة الطرق المعقدة ومتابعة معلومات التوجيه بشكل فعال من الأصول المرحب بها للعالم. تؤكد هذه الورقة على أساليب التعلم المعزز العميق. التي تمكن من تعلم السياسات المعقدة في بيئات عالية الأبعاد ، على عكس التقنيات التقليدية المستوية التي تم البحث عنها على نطاق واسع في الماضي.

تعمل خوارزميات DRL المستخدمة حتى الآن على إيجاد حلول للمشكلات الأربعة الرئيسية للقيادة الذاتية ، وفي أطر وحتنا نسلط الضوء على التحديات الحالية ونشير إلى اتجاهات البحث المستقبلية المحتملة.

كلمات مفتاحية: تخطيط المشاريع، تخطيط موارد المؤسسات، نظام المعلومات، الرقابة الإدارية، التنفيذ. القيادة الذاتية ، التعلم المعزز ، شبكات Q العميقة ، التعلم الآلي ، الذكاء الاصطناعي ، التعلم العميق.

Résumé

Les systèmes de transport intelligents (ITS) et l'intelligence artificielle (IA) nous incitent à ouvrir la voie à l'adoption généralisée des véhicules autonomes (VA), qui ont conduit à l'émergence de routes intelligentes, au confort de la mobilité et à l'amélioration de la sécurité routière.

De nombreuses nouvelles technologies basées sur l'intelligence artificielle sont utilisées pour exécuter des fonctions importantes telles que la prise de décision, la planification des mouvements, la compréhension des scènes, le contrôle des véhicules et le comportement social.

Un système de prise de décision hautement intelligent capable de gérer une géométrie routière complexe et de suivre efficacement les informations d'itinéraire est devenu un atout précieux et bienvenu dans le monde. Cet article met l'accent sur les méthodes basées sur l'apprentissage par renforcement profond ; qui permettent d'apprendre des politiques complexes dans des environnements de haute dimension, par opposition aux techniques planaires traditionnelles qui ont fait l'objet de nombreuses recherches dans le passé.

Les algorithmes DRL utilisés jusqu'à présent trouvent des solutions aux quatre principaux problèmes de la conduite autonome. Dans notre thèse, nous mettons en évidence les défis actuels et indiquons de possibles directions de recherche futures.

Mots-Clés: : Conduite autonome, Apprentissage par renforcement, Réseaux Q profonds, Apprentissage automatique, Intelligence artificielle, Apprentissage en profondeur.

Acronyms

- **DRL:** Deep Reinforcement Learning
- **RL:** Reinforcement Learning
- **CF:** Car-Following
- **LC:** Lane-Changing
- **LQR:** Linear Quadratic Regulator
- **DDPG:** Deep Determined Policy Gradient
- **ML:** Machine Learning
- **MCTS:** Monte Carlo Tree Search
- **LRP:** Layer-wise Relevance Propagation

- **DL:** Deep Learning
- **ANN:** Artificial Neural Network
- **CNN:** Convolutional Neural Network
- **RNN:** Recurrent Neural Network
- **LSTM:** Long Short-Term Memory
- **MDP:** Markov Decision Processes
- **TD3:** Temporal Difference
- **AD:** Autonomous Driving
- **AV:** Autonomous Vehicle
- **DNN:** Deep neural network
- **SAC:** Soft Actor-Critic