

BENTERKI Abdelmoudjib

Curriculum Vitae



PARCOURS ACADÉMIQUE

- DEPUIS 2017 **Doctorat (Soutenance prévue juillet 2020)**
Génie Électrique
Université de Paris Sud
Sujet de thèse : Estimation des intentions des usagers de la route pour le véhicule autonome
Directeurs de thèse : Moussa Boukhnifer et Choubeila Maaoui
- 2016–2017 **Master 2 recherche en Ingénierie Électrique, Électronique et Informatique Industrielle**
Spécialité Ingénierie des Systèmes Humain-Machine
UFR Scifa, Université de Lorraine, Metz, France.
Major de promotion
Stage recherche : Estimation des paramètres physiologiques sans contact à partir d'une webcam
Responsable de stage: Maaoui Choubeila
- 2015–2016 **Master 2 recherche en Automatique**
Département de Génie Électrique
École Nationale Polytechnique, Algérie
- 2010–2015 **Ingénieur d'état en Automatique**
Département de Génie Électrique
École Nationale Polytechnique, Algérie
- 2010 **Baccalauréat Mathématiques**
Lycée Bachir Biskri, Biskra, Algérie
Mention Très bien

EXPÉRIENCES PROFESSIONNELLES

DEPUIS OCTOBRE 2017 (SOUTENANCE PRÉVUE JUILLET 2020)
Institut VEDECOM/ ESTACA Paris-Saclay/ LCOMS, Université de Lorraine
Doctorant Chercheur

Doctorat Financé par l'institut VEDECOM en collaboration avec ESTACA et l'université de Lorraine dans le cadre du programme VEH o8, Véhicule à conduite déléguée.

JANVIER 2020 – AVRIL 2020

ESTACA Paris-Saclay
Chargé d'enseignement

Module de Système d'exploitation en temps réel CMA (2ème année Ingénieur)/**32h**
Module de Commande en temps réel TP (4ème année Ingénieur)/**32h**

FÉVRIER 2019 – AVRIL 2019

ESTACA Paris-Saclay
Chargé d'enseignement

Module de Commande en temps réel TP (4ème année Ingénieur)/**32h**
Module d'Algorithmique et Programmation TP (2ème année Ingénieur)/**24h**

“Estimation des paramètres physiologiques sans contact à partir d’une webcam : Saturation en oxygène.”

ACTIVITÉS D’ENSEIGNEMENT

Mon expérience d’enseignement a été principalement effectuée à l’École Supérieure des Techniques Aéronautiques et de Construction Automobile (ESTACA-Paris Saclay) en qualité d’enseignant vacataire. Dans ce cadre, j’ai participé au cours des années 2018/2019 et 2019/2020, à un ensemble de modules d’enseignement de l’algorithmique et programmation, système d’exploitation en temps réel et commande en temps réel pour les élèves ingénieurs de quatrième et de deuxième année. Le détail de ces interventions est donné ci-dessous.

| Module | Intervention | Public | Volume horaire |
|---------------------------------------|--------------|----------------------|----------------|
| Systèmes d’exploitation en temps réel | CMA/TD | 4ème année ingénieur | 32h |
| Commande en temps réel | TP | 4ème année ingénieur | 64h |
| Algorithmique et programmation | TP | 2ème année ingénieur | 24h |

Système d’exploitation en temps réel

L’objectif de ce cours est de fournir aux étudiants des compétences en utilisation des systèmes d’exploitation en temps réel (RTOS). Ce cours se divise en quatre parties:

- Notions générales sur les systèmes temps réel, systèmes embarqués, systèmes d’exploitation en temps réel.
- Analyse théorique de l’ordonnancement temps réel avec quelques exercices d’application.
- Synchronisation et la gestion de la concurrence des tâches.
- Communication entre les tâches.

Commande en temps réel

Le but de ce TP est de donner aux étudiants la connaissance des composants et des outils permettant de réaliser un environnement pour concevoir les systèmes contenant de la logique de commande. Nous avons utilisé l’outil STATEFLOW de Math Works pour programmer et simuler le fonctionnement de quelques systèmes séquentiels. Le but est de modéliser un système sous forme de graphes, de le simuler sur STATEFLOW, et d’évaluer les différentes stratégies de commande. Nous avons validé sur quelques exemples comme le système d’alarme, moteur de ventilateur, système de trois vérins en cycle ABC.

Algorithmique et programmation

L’objectif de ce TP est de fournir une expérience solide en programmation orientée objet. Les séances de TP permettent une expérience pratique de programmation en langage Java sur des plateformes de robot Mindstorms NXT. Les robots sont constitués d’une brique contenant un microcontrôleur, de capteurs et de servo-moteurs qui se branchent sur la brique. Il est demandé à chaque groupe d’étudiants de programmer le robot afin d’explorer un labyrinthe pour trouver le trésor, enregistrer le plan de labyrinthe et de retourner par le chemin le plus court.

ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Mes travaux de recherche se situent principalement dans le domaine l'intelligence artificielle pour différentes applications: Estimation des paramètres physiologiques et les véhicules autonomes. Dans les paragraphes suivants je vais décrire mes activités de recherche pendant mon stage recherche et ma thèse de doctorat.

Activités de recherche pendant mon master recherche

Pendant mon master recherche, j'ai eu l'occasion de travailler sur l'estimation des paramètres physiologiques sans contact à partir d'une webcam au sein du laboratoire LCOMS, Université de Lorraine, Metz.

J'ai effectué mon stage de master recherche d'études au sein du département SCAIM du laboratoire LCOMS. Durant ce stage, un prototype du système sans contact pour mesurer la saturation en oxygène (SpO_2) a été développé. Le système proposé permet de surveiller la SpO_2 à distance sans nécessiter de toucher le corps du patient. Le système proposé permettra la télésurveillance automatique dans les hôpitaux, à domicile, au travail, en temps réel, des personnes atteintes de maladies chroniques, des personnes âgées et des personnes à haut risque médical.

Dans ce travail de recherche Nous avons essayé de concevoir une méthode de mesure sans contact pour mesurer la SpO_2 . À l'aide d'une caméra et une Kinect, nous avons enregistré les flux vidéo sous deux formats (RGB et infrarouge) pour extraire les signaux photopléthysmographique (PPG). Les mesures de SpO_2 sont calculées à partir des composantes continues et discrètes des signaux PPG. Nous avons constaté que le contrôle de la source de lumière était essentiel pour un suivi précis de SpO_2 avec la méthode sans contact.

Les résultats mesurés selon la méthode proposée étaient satisfaisantes en forme mais pas en précision avec ceux obtenus en utilisant le dispositif de référence de SpO_2 . Notre étude pourrait potentiellement offrir une solution peu coûteuse pour les personnes qui souhaitent suivre leur SpO_2 avec d'autres paramètres physiologiques essentiels dans des conditions de vie normales sans porter d'appareils. Il reste beaucoup de travail sur ce sujet pour atteindre une bonne précision et pour remplacer d'une manière définitif les instruments de mesure en contact avec le corps.

Mots clés: *mesure sans contact, estimation de la saturation en oxygène, photopléthysmographie, traitement d'images, traitement du signal.*

Activités de recherche pendant ma thèse de doctorat

L'objectif principal de mon travail de thèse concerne l'estimation des intentions des usagers de la route pour le véhicule autonome.

Les humains sont difficiles à modéliser et à prédire car ils sont irrationnels. En outre, aucun humain n'est semblable à un autre, ce qui signifie que les actions possibles sont presque infinies dans tous les scénarios. Au volant, il est presque toujours nécessaire de savoir ce que les voitures environnantes ont l'intention de faire afin d'assurer un contrôle sûr et optimisé du véhicule. Prenons l'exemple illustré à la Fig. 1 : si la voiture arrière sur la voie de gauche (Ego) a l'intention de prendre la sortie sur sa droite, elle doit prédire comment les autres voitures se comporteront afin de se diriger en toute sécurité vers la sortie, si c'est même possible du point de vue de la sécurité. En raison de l'irrationalité de l'être humain et des récents succès remportés dans le domaine de l'intelligence artificielle. Mon travail de thèse adopte une approche de prédiction basée sur les données.

L'objectif de ce travail de recherche est de voir dans quelle mesure l'intention d'un conducteur humain et le mouvement du véhicule en général peuvent être prédits grâce à des méthodes basées sur l'apprentissage. Dans ce cadre, nous avons développé une méthode de prédiction de trajectoire à partir d'un véhicule autonome, basé sur les réseaux de neurones artificiels (ANN) et les réseaux de neurones récurrents profonds du type LSTM (Long Short-Term Memory). Nous proposons un nouveau modèle hybride qui combine la classification des manœuvres et la prédiction de trajectoire (Fig. 2). Dans ce travail, on s'intéresse aux situations de changement de voie sur autoroute.

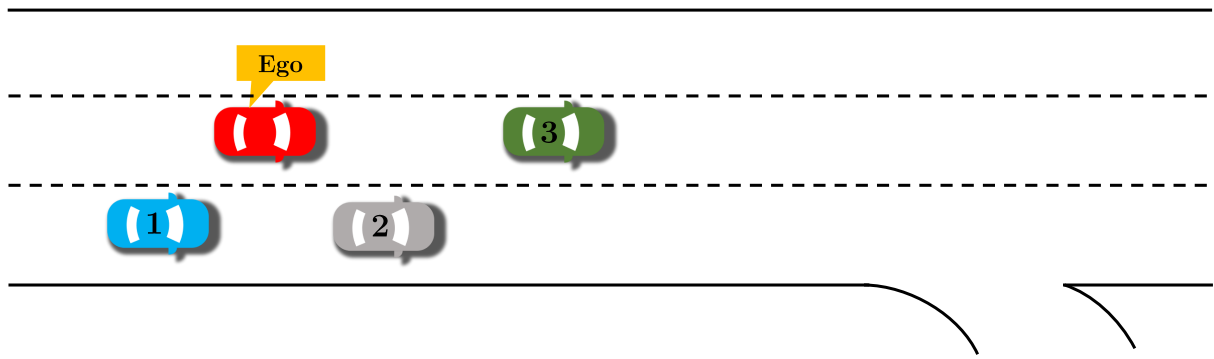


Figure 1: Un exemple d'un scénario possible sur une autoroute.

Cette approche opère en deux étapes distinctes :

- **Apprentissage** : observer les véhicules dans l'environnement pour identifier et construire des modèles des mouvements typiques. On utilise les données NGSIM (Next Génération Simulation) pour l'entraînement du modèle.
- **Prédiction** : utiliser les modèles appris pour prédire l'état futur de chaque véhicule.

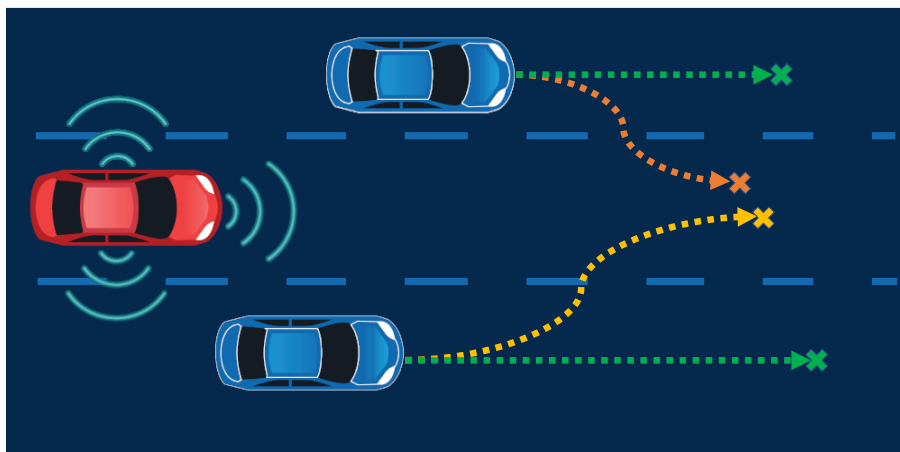


Figure 2: Représentation d'une scène de conduite : Classification des manœuvres et prédiction de la trajectoire à partir d'un véhicule autonome

Le système est divisé en deux parties principales: la classification des manœuvres et la prédiction de trajectoire. Dans la partie de classification des manœuvres, la manœuvre de conduite du véhicule cible est estimée par le biais de réseaux neuronaux artificiels. À cette fin, un ANN est alimenté par les caractéristiques mesurées du véhicule, qui sont censées être disponibles à partir du système de perception qui utilise les données des capteurs embarqués du véhicule. La partie de prédiction prend les résultats de la classification avec l'historique des positions pour prédire la nouvelle position du véhicule. Par conséquent, si nous connaissons la manœuvre précise effectuée par le conducteur, le modèle de prédiction générerait la trajectoire qui se superpose à la manœuvre effectuée.

Le système proposé a été validé expérimentalement avec des données réelles. Dans nos expériences, nous avons utilisé le démonstrateur VEDECOM comme véhicule d'essai. Ce démonstrateur est un véhicule automatisé basé sur la plateforme Renault ZOE équipé d'un radar longue portée (Continental ARS 408), d'un Lidar (Velodyne VLP-16), d'un GPS RTK et d'une caméra de Mobileye (Fig. 3). Nous avons collecté les données de test de conduite sur les pistes d'essai de Satory à Versailles, France. Pendant la conduite, le véhicule d'essai collecte les mesures des capteurs pour les scénarios de changement de voie avec une vitesse moyenne de 22 m / s.

L'évaluation a été réalisée en deux étapes. Tout d'abord, nous évaluons le modèle de classification pour tester la performance de la détection des manœuvres. Ensuite, nous évaluons le modèle de prédiction pour un horizon de 5 s, puis nous comparons les trajectoires prédites et réelles. Les résultats des tests de prédiction de la position et de



Figure 3: Démonstrateur VEDECOM : capteurs installés et plate-forme matérielle interne.

classification des manœuvres sont présentés dans la Fig. 4. Comme le montre cette figure, le modèle de classification des manœuvres est capable de détecter avec précision les changements de voies ($\text{Recall} = 1$) en moyenne 2,2 s avant le dépassement du marquage de route. Concernant la prédiction de trajectoire, les résultats de la prédiction sont très similaires à la réalité du terrain. Les erreurs RMS des positions latérales et longitudinales sont respectivement de 0,30 m et 3,1 m. Les résultats de la validation démontrent l'efficacité du modèle hybride proposé. L'apprentissage en utilisant les données NGSIM prouve également que notre modèle peut prédire les positions futures d'un véhicule dans différents scénarios de conduite.

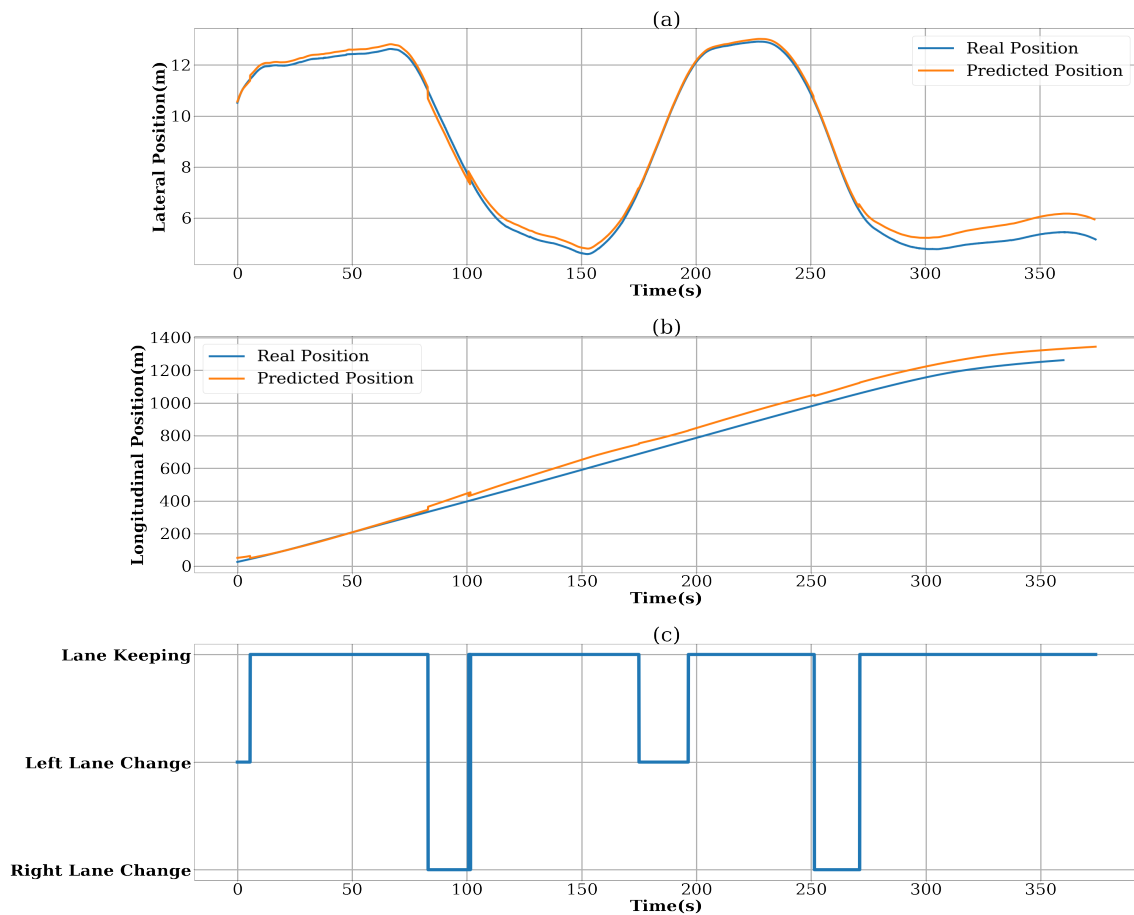


Figure 4: Prédiction de la trajectoire du démonstrateur VEDECOM : (a) et (b) représentent respectivement la trajectoire longitudinale et latérale prédite et réelle. (c) représente les résultats de la classification.

Mots clés: Véhicule autonome, estimation des intentions, prédiction de trajectoire, classification des manœuvres, intelligence artificielle.

PUBLICATIONS INTERNATIONALES

Journal international avec comité de lecture

A. Benterki, M. Boukhnifer, V. Judalet, C. Maaoui, "Artificial Intelligence for Vehicle Behavior Anticipation: Hybrid Approach based on Maneuver Classification and Trajectory Prediction Hybrid Model". *IEEE Access Journal* (IF=4.098), publié le 20 mars 2020.

Conférences internationales avec comité de lecture

A. Benterki, V. Judalet, C. Maaoui, M. Boukhnifer "Long-Term Prediction Of Vehicle Trajectory Using Recurrent Neural Networks." *the 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IES) (IECON'2019)*, October 14-17, Lisbonne, Portugal.

A. Benterki, M. Boukhnifer, V. Judalet, C. Maaoui "Prediction of Surrounding Vehicles Lane Change Intention Using Machine Learning". *The 10th IEEE International Conference on. Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2019)*, September 18-21, Metz, France.

A. Benterki, V. Judalet, M. Boukhnifer, C. Maaoui "Multi-Model and Learning-Based Framework for Real-Time Trajectory Prediction". *28th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED'2020)*, June 16-19, Saint Raphaël, France (Soumis).

Séminaires

- Présentation des travaux de recherche aux séminaires de l'institut VEDECOM avec la participation des différents partenaires industriels (PSA, Renault, Valeo et Continental).
- Conférences scientifiques annuelles de VEDECOM "Smart Mobility and Intelligent Vehicle (SMIV)" (27 novembre 2018, 12 novembre 2019).
- Journée des doctorants de VEDECOM (27 novembre 2018, 21 octobre 2019).
- Journée des doctorants de l'ESTACA (13 juin 2019).

COMPÉTENCE LINGUISTIQUE

FRANÇAIS Bilingue

ANGLAIS Niveau courant

ARABE Langue maternelle

COMPÉTENCE TECHNIQUES

Intelligence Artificielle

Réseau de Neurones (Simple, Récurrent(LSTM, GRU), Convolutionnels), Deep Learning, Clustering, et Analyse de données.

Véhicules Autonomes

Prédiction des intentions, perception et fusion des données , localisation et planification de trajectoire.

Automatique

Asservissement, commandes avancées, régulation, identification et optimisation.

Langage de programmation

Python, C, C++, C#, Java, SQL, RTMaps, Matlab et Simulink.

Électronique embarquée

Carte de développement (Nvidia jetson, Raspberry Pi, Arduino), traitement d'image (OpenCV, Camera, Kinect, et camera infrarouge) et intégration et calibration des capteurs.

RÉFÉRENCES

Dr. Moussa Boukhnifer

POSTE Maître de Conférences HDR
EMPLOYEUR Université de Lorraine
EMAIL moussa.boukhnifer@univ-lorraine.fr
TEL +33 (0)3.72.74.87.26

Pr. Choubeila Maaoui

POSTE Professeur des universités
EMPLOYEUR Université de Lorraine
EMAIL maaoui.choubeila@univ-lorraine.fr
TEL +33 (0)3.87.54.73.02

Dr. Vincent Judalet

POSTE Enseignant Chercheur
EMPLOYEUR ESTACA Paris-Saclay
EMAIL vincent.judalet@vedecom.fr
TEL +33 (0)1.76.52.12.04

COORDONNÉES PERSONNELLES



+33 769 36 67 77



abdelmoudjib.benterki@vedecom.fr



<https://www.benterki.me>