

Sujet de thèse - VEDECOM

Projet VEDECOM	Directeur ou co-encadrant VEDECOM	Partenaire(s) Académique(s) envisagé(s)	Partenaire(s) Industriel(s)
VEH08	Vincent Judalet vincent.judalet@vedecom.fr	ESTACA	
Statut VEDECOM du(es) Partenaire(s) académique(s)	Statut VEDECOM du(es) Partenaire(s) industriel(s)	Co-financement ?	Organisme co-financeur
Membre		non	
Titre de la thèse		Ecole Doctorale envisagée	Directeur(s) de thèse
<i>Estimation des intentions des usagers de la route pour le véhicule autonome.</i>		EOBE (Université Paris Saclay)	Moussa Boukhniher moussa.boukhniher@estaca.fr

DESCRIPTION DU TRAVAIL DE RECHERCHE

CONTEXTE & ÉTAT DE L'ART

L'arrivée des véhicules autonomes sur nos routes est annoncée pour les prochaines années. Pour circuler, ces véhicules devront partager la route avec les autres usagers (autres véhicules, piétons, vélos).

Afin de pouvoir naviguer de façon fiable et sécurisée sur son itinéraire, un véhicule autonome doit en permanence pouvoir planifier sa trajectoire à court et moyen termes (quelques secondes). Cette planification prend en compte les différents éléments qui constituent l'environnement du véhicule : l'infrastructure (position des voies, type de marquage, limitations de vitesse, etc.), les obstacles (autres véhicules, piéton, obstacles fixes) et les conditions environnementales (pluie, brouillard). Pour cela, le véhicule dispose de plusieurs capteurs qui permettent aux algorithmes de perception de reconstruire l'environnement proche de la voiture.

Cependant, quand les obstacles sont mobiles (autres véhicules, piétons), il ne suffit pas de connaître leurs positions actuelles, mais il faut également anticiper leurs trajectoires futures, afin de prévenir tout risque de collision avec la trajectoire planifiée par le véhicule autonome. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir prédire les intentions des autres usagers.

Les algorithmes de prédictions de trajectoires se déroulent généralement en deux étapes [1] :

- Dans un premier temps, il s'agit de reconstruire les trajectoires passées des différents obstacles (que nous appellerons cibles) et d'estimer leur dynamique actuelle, en s'appuyant sur les données précédentes de localisation issues des algorithmes de perception.
- Ensuite, en fonction des trajectoires passées, les futures trajectoires seront générées, soit par extrapolation de l'état actuel de la dynamique, [2, 3], soit sur une classification de la manœuvre en cours à partir d'une liste finie de manœuvres possibles [4, 5, 6]. Certains algorithmes permettent de prendre en compte les interactions mutuelles entre les différents usagers de la route [7, 8].

La classification de la manœuvre peut se faire sur la base d'approches probabilistes, en modélisant différentes manœuvres réalisables sous la forme de procédés gaussiens puis en estimant leurs vraisemblances. Une autre voie consiste à mettre en œuvre des techniques d'apprentissage automatique supervisés [9, 10] tels les réseaux de neurones, les analyses statistiques ou l'utilisation de modèles de Markov cachés.

En particulier, lors la conférence sur l'Intelligence Artificielle organisée par VeDeCom, Gordon Cheng a montré l'intérêt des représentations sémantiques pour des applications d'estimation d'intention [11].

Ce sujet de thèse propose d'explorer différentes approches pour l'estimation des trajectoires et des intentions des autres usagers de la route, en s'intéressant dans un premier temps aux véhicules 4 roues (voitures).

OBJECTIFS

L'objectif de cette thèse est de proposer et de développer une méthode d'estimation des intentions des utilisateurs de la route à partir des informations disponibles dans un véhicule autonome. L'étude se concentrera dans un premier temps sur les véhicules légers (voitures). Les méthodes développées pourront par la suite être étendues aux autres types de véhicules (poids-lourd, deux roues) et aux piétons.

La littérature scientifique explore plusieurs méthodes pour l'estimation des intentions des autres véhicules [1]. Une des premières tâches du candidat sera d'étudier ces différentes méthodes et de se familiariser avec leurs principes théoriques. Cette étape permettra de dégager les cas d'usages et les scénarios intéressants pour cette étude.

Pour la reconstruction des trajectoires passées d'une cible, le candidat pourra s'inspirer sur les travaux initiés au sein de l'institut sur le suivi des cibles et l'estimation de leur dynamique. En particulier, un observateur probabiliste multi-modèles, basé sur l'approche IMM (Interacting Multiple Models) [12, 13], fournit des informations sur l'état des cibles et leur dynamique (vitesse, accélération, rayon de courbure) en se basant sur une variété de modèles physique pour chacune des cibles [14, 15]. Cette approche sera adaptée aux cas d'étude identifiés, et validée à partir de données expérimentales.

À partir de la trajectoire passée et de la dynamique actuelle d'un véhicule cible, il s'agira ensuite d'anticiper sa trajectoire probable pendant les prochaines secondes. Pour cela, il s'agit d'identifier la manœuvre initié par la cible (par exemple, changement de voie, insertion, freinage). Deux approches pourront être explorées :

- Des méthodes déterministes probabilistes basées sur la modélisation bayésienne des manœuvres réalisables par la cible. La génération des trajectoires possibles pourra s'inspirer des algorithmes de planification pour l'ego-véhicules développées au sein de VeDeCom.
- Une approche basée sur l'apprentissage automatique, basée sur une représentation sémantique des manœuvres. Cette approche nécessitera la génération d'une base de données incluant une variété de scènes (autoroute, intersections, insertions) avec différents types d'acteurs

Finalement à partir de la base de données générée, la reconstruction des trajectoires réalisées par les véhicules peut permettre d'identifier des caractéristiques (pattern) propres à certains conducteurs, afin de classifier le comportement du conducteur. La reconnaissance de pattern peut être effectuée au moyen de divers algorithmes d'apprentissage automatique tels les réseaux de neurones.

Ce travail comporte donc une forte composante expérimentale avec des campagnes de mesure sur les véhicules d'essai VeDeCom. Les essais de validation permettront la génération d'une base de données, permettant la mise en œuvre et la validation des méthodes d'apprentissage.

PROFIL DU CANDIDAT(E) RECHERCHÉ

DIPLÔME:

- Master en traitement du signal / intelligence artificielle

COMPETENCES:

- Méthodes d'apprentissage automatique
- Méthodes d'estimation et filtrage probabiliste (Kalman)
- Une expérience dans le domaine du véhicule autonome serait un plus

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Lefèvre, S., Vasquez, D., & Laugier, C. (2014). A survey on motion prediction and risk assessment for intelligent vehicles. *Robomech Journal*, 1(1), 1.
2. Ammoun, S., & Nashashibi, F. (2009, August). Real time trajectory prediction for collision risk estimation between vehicles. In *Intelligent Computer Communication and Processing, 2009. ICCP 2009. IEEE 5th International Conference on* (pp. 417-422). IEEE.
3. Althoff, M., & Mergel, A. (2011). Comparison of Markov chain abstraction and Monte Carlo simulation for the safety assessment of autonomous cars. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(4), 1237-1247.
4. Tay, C. (2009). *Analysis of dynamic scenes: Application to driving assistance* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG).
5. Tran, Q., & Firl, J. (2014, June). Online maneuver recognition and multimodal trajectory prediction for intersection assistance using non-parametric regression. In *2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium Proceedings* (pp. 918-923). IEEE.
6. Buzan, D., Sclaroff, S., & Kollios, G. (2004, August). Extraction and clustering of motion trajectories in video. In *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on* (Vol. 2, pp. 521-524). IEEE.
7. Käfer, E., Hermes, C., Wöhler, C., Ritter, H., & Kummert, F. (2010, May). Recognition of situation classes at road intersections. In *Robotics and Automation (ICRA), 2010 IEEE International Conference on* (pp. 3960-3965). IEEE.
8. Brand, M., Oliver, N., & Pentland, A. (1997, June). Coupled hidden Markov models for complex action recognition. In *Computer vision and pattern recognition, 1997. proceedings., 1997 IEEE computer society conference on* (pp. 994-999). IEEE.
9. Murphey, Y. L., Milton, R., & Kiliaris, L. (2009, March). Driver's style classification using jerk analysis. In *Computational Intelligence in Vehicles and Vehicular Systems, 2009. CIVVS'09. IEEE Workshop on* (pp. 23-28). IEEE.
10. Ouali, T., Shah, N., Kim, B., Fuente, D., & Gao, B. (2016). *Driving Style Identification Algorithm with Real-World Data Based on Statistical Approach* (No. 2016-01-1422). SAE Technical Paper.
11. Bentivegna, D. C., Atkeson, C. G., & Cheng, G. (2004). Learning tasks from observation and practice. *Robotics and Autonomous Systems*, 47(2), 163-169.
12. Ndjeng, A. N., Gruyer, D., & Glaser, S. (2009, October). New likelihood updating for the IMM approach application to outdoor vehicles localization. In *2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 1223-1228). IEEE.
13. Judalet, V., Glaser, S., Gruyer, D., & Mammar, S. (2015). IMM-based sensor fault detection and identification for a drive-by-wire vehicle. *IFAC-PapersOnLine*, 48(21), 1158-1164.
14. Schubert, R., Richter, E., & Wanielik, G. (2008, June). Comparison and evaluation of advanced motion models for vehicle tracking. In *Information Fusion, 2008 11th International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
15. Lin, C. F., Ulsoy, A. G., & LeBlanc, D. J. (2000). Vehicle dynamics and external disturbance estimation for vehicle path prediction. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 8(3), 508-518.