

**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ
FES**



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

M^{me(elle)} : **BOUHOUTE Afaf**

Soutiendra : **le 27/10/2018** à **10 H** Lieu : **Centre de conférences**

une thèse intitulée :

Driver Behavior Modeling: Applications For Driving Safety Assessment And Drivers Fingerprinting

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

Spécialité : Informatique

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr. EL AMRANI EL IDRISSEI Najiba	PES	FST- Fès
Directeur de thèse	Pr. OMARI Lahcen	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Co-directeur de thèse	Pr. BERRADA Ismail	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Rapporteurs	Pr. ZEMMARI Akka	PES	Université de Bordeaux - France
	Pr. CHENNIQUI Hicham	PH	FST- Fès
	Pr. AL ACHHAB Mohammed	PH	ENSA - Tétouan
Membres	Pr. RAIS Noureddine	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr. BENNANI DOSSE Saad	PES	ENSA - Fès

Résumé :

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication et leur contribution à l'informatisation de la voiture ont révolutionné la façon d'étudier le comportement des conducteurs automobiles. L'analyse des données recueillies par les voitures permet d'étudier le comportement des conducteurs dans des situations réelles, d'analyser leurs habitudes ainsi que la performance de leur conduite. Elle constitue ainsi un moyen important pour améliorer la sécurité et le confort des conducteurs. Afin d'analyser le comportement des conducteurs, de nombreuses approches analytiques et méthodologies ont été proposées qui diffèrent en termes des objectifs visés ainsi que des outils utilisés. Dans ce travail de thèse, nous étudions l'application des méthodes formelles reconnues en informatique fondamentale à la modélisation et l'analyse du comportement du conducteur. Notre objectif est de fournir un cadre solide et global pour l'analyse du comportement du conducteur, en se basant sur des données naturalistes de conduite. Les contributions proposées portent sur les différentes étapes du processus d'analyse des données, principalement celles du pré-traitement, de la modélisation et de l'analyse. Dans notre première contribution, nous proposons l'abstraction numérique, sur le domaine des intervalles, comme méthode de réduction des données de conduite. Le but de cette abstraction est de transformer les valeurs collectées en intervalles, ce qui permet d'ignorer les valeurs non pertinentes à l'analyse. La deuxième contribution consiste à utiliser (1) les modèles graphiques, notamment les automates probabilistes et les graphes étiquetés comme outils de modélisation du comportement du conducteur, et (2) un algorithme d'apprentissage par renforcement pour la construction des modèles. Le choix des modèles graphiques est justifié d'une part par la puissance représentative des modèles graphiques, et d'autre part, par les analyses approfondies pouvant être effectuées à base de ces modèles. Nous proposons ainsi, dans nos dernières contributions, deux analyses: la première consiste à utiliser la vérification de modèles (*model checking*) pour une vérification formelle de la conformité du comportement du conducteur aux exigences du code de la route; alors que dans la deuxième nous utilisons l'appariement des graphes (*graph matching*) pour étudier la similarité des comportements des conducteurs. L'applicabilité des deux analyses est démontrée en utilisant des data sets de conduite publiques. Les résultats obtenus révèlent l'intérêt des deux approches pour l'amélioration des analyses des traces du comportement des conducteurs.

Mots clés : Comportement du conducteur, modèles graphiques probabilistes, analyse des données de conduite, vérification, model checking, similarité des conducteurs, graph matching, graph edit distance.

DRIVER BEHAVIOR MODELING: APPLICATIONS FOR DRIVING SAFETY ASSESSMENT AND DRIVER FINGERPRINTING

Abstract :

The recent computerization of cars, together with the development of sensor technologies and car communication devices have revolutionized the way researchers and analysts deal with driving behavior. Driving behavior analytics have thus emerged as an important means of improving driving safety and drivers comfort. Depending on the analysis's goals, different mathematical and statistical models have been used and numerous analytics approaches have emerged consequently. Generally, these analytics solutions process data generated by vehicles, solely or combined with road data, and transform it into valuable information to gain a better understanding of drivers behavior. In this PhD thesis, we investigate the application of some well-known approaches in driver behavior modeling and analysis. We aim to provide a holistic framework for driver behavior analysis based on automotive sensors data (such as speed, acceleration, steering angle, etc.). Our contributions relate to different steps involved in the data analysis process, mainly those of preprocessing, modeling and analysis. As a very first step, to prepare the driving data for analysis, abstraction using the interval domain is proposed. This abstraction transforms the measurements into a form of intervals, ignoring thus irrelevant details from instantaneous measurements. Then, we propose two graphical models to represent driving behavior, which are probabilistic hybrid automata (PRHIOA) and attributed directed graphs (ADG). In fact, probabilistic graphical models provide a helpful framework for modeling driving behavior: the language of graphs facilitates the representation of the relationships within the driver, vehicle, environment system, while the probability allows the representation of uncertainty. Besides their representative power, the models proposed have allowed us to perform profound analyses using formal verification and graph matching techniques. The models are combined with a machine-learning algorithm, based on the learning automata algorithm, to build personalized models of the drivers behavior. Finally, based on these models, two analyses are proposed: the first analysis uses model checking of the automaton model of the driver to verify the compliance of his driving with the road rules; while the second uses graph matching theory to compute the similarity between the behavior of different drivers. Obtained results reveal the potential of the two approaches in improving the analysis of driver behavior logs.

Key Words: Driving behavior, probabilistic graphical models, driving data analysis, driving safety verification, drivers similarity, model checking, graph-based analysis