

Avis de Soutenance

Madame EMILIE DUBUISSON

Sciences du Mouvement Humain - MRS

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Visualiser la tournabilité : un tournant pour les ADAS

Travaux dirigés par Monsieur Stéphane VIOLETT et Monsieur Antoine MORICE

Soutenance prévue le **mercredi 01 juillet 2026** à 10h00

Lieu : Institut des Sciences du Mouvement (UMR 7287), 163 Av. de Luminy, 13009 Marseille -Salle : Amphithéâtre Jacques Paillard

Composition du jury proposé

M. Stéphane VIOLETT	Directeur de recherche	Aix Marseille Université	Directeur de thèse
M. Antoine MORICE	Maître de conférences	Aix Marseille Université	Co-directeur de thèse
M. Ludovic SEIFERT	Professeur des universités	Université de Rouen Normandie	Rapporteur
M. Régis LOBJOIS	Chargé de recherche	Laboratoire PICS-L - Université Gustave Eiffel	Rapporteur
Mme Indira THOUVENIN	Professeure des universités	UTC Compiègne	Examinatrice

Mots-clés : Conception d'Interfaces Écologiques (EID), Système Avancé d'Aide à la Conduite (ADAS), Manoeuvrabilité, Réalité Étendue (XR), Affordance, Ingénierie cognitive

Résumé :

La négociation d'un passage étroit grâce à un virage serré préalable constitue une tâche exigeante pour les conducteurs. Cette manœuvre requiert de tenir compte de la manœuvrabilité du véhicule pour choisir une trajectoire adaptée et limiter les risques de dommages matériels. Ce travail de doctorat s'inscrit dans les préceptes de la Conception d'Interfaces Écologiques (EID) et propose un parcours de recherche original en quatre étapes pour concevoir un système avancé d'aide à la conduite (ADAS) dédié à cette manœuvre : (i) analyse des contraintes ; (ii) modélisation des processus perceptivo-moteurs liés à ces contraintes ; (iii) conception d'interfaces visuelles d'assistance soutenant ces processus ; et (iv) évaluation de leurs bénéfices. Je soutiens la thèse selon laquelle la négociation de ces manœuvres repose d'abord sur la perception par les conducteurs d'une affordance de « tournabilité » (i.e., la possibilité pour un véhicule de tourner dans un passage étroit compte tenu de sa manœuvrabilité), dont la formalisation est inédite. Je défends ensuite l'idée que cette affordance peut être représentée dans une interface, permettant de concevoir un ADAS qui soutient à la fois la prise de décision et la régulation du virage. Cette thèse est étayée par trois études menées en réalité virtuelle. Les deux premières évaluent, lors de virages orthogonaux, le bénéfice d'interfaces configurables (i.e., assemblage géométrique de plusieurs variables en 2D) et conformes (contenu intégré en 3D à l'environnement). La troisième examine les processus perceptivo-moteurs dans des scénarii plus complexes impliquant la combinaison de virages. Les résultats apportent plusieurs contributions nouvelles. La perception de la tournabilité se structure selon deux dimensions : la courbure, modélisée par le rapport entre la courbure requise pour franchir le passage étroit et la courbure maximale du véhicule, et la marge de sécurité lors du franchissement, quantifiée par un score spécifique. Les conducteurs perçoivent la tournabilité de manière approximative. Les interfaces d'assistance conçues améliorent la prise de décision et la régulation des virages, les interfaces configurables étant plus efficaces que les conformes. Enfin, dans les scénarii combinant plusieurs virages, la perception de la tournabilité repose sur un traitement séquentiel ou imbriqué, dépendant de l'organisation spatiale des virages. D'un point de vue fondamental, ces travaux confirment le rôle central de la perception des affordances en conduite automobile. Pour les industriels, ces travaux soulignent l'importance d'intégrer les facteurs humains dans la conception des ADAS, notamment les processus perceptivo-moteurs. Les perspectives concernent l'intégration de plusieurs dimensions de contraintes dans les modèles basés sur les affordances, le développement d'interfaces adaptatives capables de se déclencher et de représenter dynamiquement la tournabilité selon le contexte, et le choix des dispositifs de visualisation (Head-Down Display, Head-Up Display, AR glass).

Summary:

Driving through a narrow alleyway after a sharp turn is a challenging task for drivers. This maneuver requires taking the vehicle's maneuverability into account to choose an appropriate trajectory and limit the risk of material damage. This thesis builds on the principles of Ecological Interface Design (EID) and proposes an original four-step research approach to design an advanced driver-assistance system (ADAS) dedicated to this maneuver: (i) constraint analysis; (ii) modeling of perceptual-motor processes associated with these constraints; (iii) design of visual assistance interfaces supporting these processes; and (iv) evaluation of their benefits. I argue that the ability to perform these maneuvers depends primarily on drivers' perception of an affordance of "turnability" (i.e., the possibility for a vehicle to turn within a narrow alleyway given its maneuverability), which is a novel formalization. I further defend that this affordance can be represented within an interface, enabling the design of an ADAS that supports both decision-making and turn regulation. This thesis is supported by three studies conducted in virtual reality. The first two evaluate, during orthogonal turns, the benefits of configural interfaces (i.e., a geometric integration of multiple 2D variables) and conformal interfaces (i.e., 3D content integrated within the environment). The third study examines perceptual-motor processes in more complex scenarios involving combinations of turns. The results provide several new contributions. The perception of turnability is structured along two dimensions: curvature, modeled by the ratio between the curvature required to drive through the narrow alleyway and the vehicle's maximum curvature, and the safety margin during maneuver, quantified by a specific score. Drivers perceive turnability approximately. The designed assistance interfaces improve both decision-making and turn regulation, with configural interfaces proving more effective than conformal ones. Finally, in scenarios involving multiple turns, the perception of turnability relies on sequential or nested processing, depending on the spatial configuration of the turns. From a fundamental perspective, this work confirms the central role of affordance perception in driving. For industry, these work highlights the importance of integrating human factors into ADAS design, particularly perceptual-motor processes. Future directions include integrating multiple constraint dimensions into affordance-based models, developing adaptive interfaces capable of being triggered and dynamically representing turnability based on context, and choosing appropriate visualization devices (Head-Down Display, Head-Up Display, AR glasses).