

IMPACTS ET ENJEUX DES FUTURS VÉHICULES AUTONOMES POUR LA VUE ET L'AUDITION : LE POINT DE VUE DES INGÉNIEURS.

Les systèmes d'aide à la conduite ADAS (Advanced Driving Assistance Systems) sont en pleine évolution. Ils sont actuellement présents dans des véhicules de plusieurs constructeurs automobiles. L'objectif majeur d'un système ADAS est préventif. Il permet d'éviter un accident ou une situation dangereuse, et le cas échéant, d'en minimiser les conséquences. Un système ADAS englobe un ensemble d'expertises : la mécanique, l'électricité, l'électronique et le contrôle-commande autour de fonctionnalités visuelles et auditives.

Ces fonctionnalités sont souvent classées en deux catégories :

- Celles destinées à surveiller le conducteur (son état, sa santé), mesurer sa vigilance et améliorer son confort ;
- Celles destinées à améliorer la perception qu'a le conducteur de son environnement extérieur, pour respecter le code de la route et éviter la collision avec les obstacles. Ces dernières fonctionnalités servent aussi à rendre le véhicule intelligent voire autonome.

Par **ALTRAN**

Le secteur de l'automobile fait face à une véritable révolution, à la fois technologique et sociétale. En 2035, près de 10% des véhicules devraient être autonomes et la croissance du nombre de données dans les véhicules est fulgurante. Les voitures sont devenues des mines d'informations sur le conducteur, son environnement de conduite, la voiture elle-même, et tous les périphériques connectés (smartphones, tablettes...). Certains constructeurs ont collecté jusqu'à 25 giga-octets de données à partir d'un véhicule hybride.

L'intelligence artificielle et la connectivité sont donc devenues des enjeux majeurs en matière de R&D et de défis technologiques. Les indéniables avancées qui rendent l'automobile plus connectée et plus intelligente posent la question de la place de l'humain dans cette révolution. Comment maintenir l'équilibre entre la technologie et l'humain ? De quelle façon nos sens visuels et auditifs, combinés avec les technologies visant à les augmenter, peuvent-ils contribuer à améliorer notre confort et notre sécurité ? Un certain nombre de notions relatives à la voiture intelligente, et bientôt autonome, permettent de répondre à ces interrogations.

BIOGRAPHIE DES EXPERTS

Emna Ben Sedrine est ingénieure de l'École Nationale d'Ingénieurs de Tunis. Elle est devenue Docteur de l'École Normale Supérieure de Cachan en Électronique-Électrotechnique-Automatique en 2014. Sa thèse porte sur la commande des machines électriques à grand nombre de phases en mode dégradé.

Elle a rejoint la société Altran en 2014. Depuis 2017, elle est responsable scientifique du programme « Mobilité connectée terrestre » au sein d'Altran Research France.

Mohamed Ibn Kheder est ingénieur de l'École Nationale des Sciences de l'informatique (ENSI-Tunisie). Il a obtenu son doctorat de l'Institut Mines-Telecom, Telecom SudParis en 2014. Sa thèse porte sur la vidéo de surveillance des personnes.

Il a rejoint la société Altran en 2015. Il est actuellement chef d'un projet de recherche portant sur le développement des fonctions de perception extérieure pour un véhicule autonome.

LES AVANÇÉES TECHNOLOGIQUES DES SYSTÈMES ADAS

Assistance au freinage, contrôle de la vitesse et de la trajectoire, aide au stationnement... Les systèmes ADAS ont un rôle croissant dans les véhicules d'aujourd'hui. De nouvelles fonctionnalités apparaissent comme l'aide à la perception visuelle de l'environnement extérieur (détection des piétons et panneaux) et la détection de la fatigue et de la somnolence du conducteur.

Poursuivant un même objectif — alerter le conducteur et l'aider à être plus attentif — les systèmes ADAS proposent deux types de fonctionnalités, à l'intérieur ou à l'extérieur du véhicule. À l'intérieur, l'objectif est de proposer des services ou de surveiller le conducteur (santé, identité biométrique, etc.).

À l'extérieur, il s'agit d'aider le conducteur à respecter le code de la route en détectant l'ensemble des obstacles statiques et dynamiques présents sur la route, comme les panneaux, les feux de signalisation, les marquages au sol, les piétons. Il convient cependant de rester prudent car toutes ces applications et fonctionnalités dotées d'intelligence artificielle ne peuvent remplacer nos propres sens et notre capacité cognitive à détecter et interpréter les sons et les images.

Ces systèmes ont d'ailleurs un impact direct sur nos capacités perceptives et cognitives. Tout comme les smartphones et les ordinateurs, ils diminuent nos réflexes et favorisent la dépendance à l'intelligence artificielle. Par ailleurs, ils ne sont pas infaillibles : le taux de fausses détections n'est



« Ces applications et fonctionnalités dotées d'intelligence artificielle ne peuvent remplacer nos propres sens et notre capacité cognitive à détecter et interpréter les sons et les images »

pas anodin, et l'amélioration de la fiabilité de l'information détectée et transmise au conducteur est un enjeu majeur pour les recherches actuelles.

ENDORMISSEMENT ET SYSTÈME DE SURVEILLANCE DE L'ATTENTION VISUELLE : QUELLES RECHERCHES AUTOUR DE LA DÉTECTION DU REGARD ?

Les recherches scientifiques sur la surveillance de la santé d'un conducteur au sein de son véhicule continuent à se diversifier et s'inspirent principalement des études médicales. Dans l'un des projets de recherche Altran « *Eyes and head tracking* », la surveillance de l'attention est assurée par le suivi des mouvements de la tête et des yeux du conducteur via une caméra à distance. La détection de la fatigue et de la somnolence sont assurées soit par traitement d'images des mouvements des yeux ou de la bouche du conducteur,

soit par la fréquence de clignement de ses paupières. La somnolence est également détectée — sans contact — par la mesure de signaux physiologiques comme la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire captés par une caméra placée à l'intérieur de l'habitacle.

COMMENT AMÉLIORER LA CAPACITÉ DE PERCEPTION DU VÉHICULE ?

Les systèmes d'aide à la perception de l'environnement extérieur sont déjà présents dans les voitures avec conducteur, pour assister celui-ci dans la détection des obstacles. Dans le cas des véhicules autonomes, la perception extérieure est cruciale pour que le véhicule puisse comprendre son environnement et naviguer de manière autonome et sûre dans un trafic réel, sans l'intervention de l'être humain.

Un ensemble de caméras et de capteurs positionnés dans le véhicule permet d'analyser l'environnement en construisant un modèle de perception. Ce dernier est mis à jour régulièrement via la réception des données en temps réel. Une représentation de l'environnement extérieur pourrait être projetée sur le pare-brise ou sur un écran du tableau de bord, en marquant les objets détectés afin d'aider le conducteur à mieux les percevoir. Ceci contribue à renforcer la sécurité et pourrait aussi être utile pour les personnes ayant un problème visuel ou auditif. Une alerte sonore pourrait également être envisagée pour signaler au conducteur la présence d'un obstacle. Notons toutefois que la performance de la perception assurée par le système risque d'être impactée par les conditions météorologiques.

Récemment, le *Deep Learning* a été mis à contribution dans les fonctionnalités d'aide à la perception de l'environnement extérieur, notamment pour la détection des piétons et la reconnaissance de texte sur les panneaux de direction. La reconnaissance de ces panneaux, sur un ensemble de données de test

« Un ensemble de caméras et de capteurs positionnés dans le véhicule permet d'analyser l'environnement en construisant un modèle de perception »

GTSRB³ composée de 12 630 images, peut atteindre un taux de reconnaissance correcte égal à 99,8%⁴.

La recherche porte également sur les communications V2X (Véhicule à Véhicule ou Véhicule à Infrastructure), toujours dans l'objectif d'assister le conducteur dans sa vision de l'environnement extérieur, pour lui permettre notamment de détecter les feux tricolores et l'informer du temps restant avant le changement de couleur du feu.

Certains constructeurs automobiles s'intéressent aussi au développement de la vision nocturne embarquée pour réduire le nombre d'accidents. Pour naviguer dans l'obscurité, les véhicules autonomes, en test chez certains constructeurs, utilisent

des cartes 3D haute résolution avec des informations sur la topographie de la route, les marquages routiers, la géographie et l'environnement extérieur. D'autres constructeurs développent de nouveaux types de détecteurs qui constituent « les yeux » des véhicules et confèrent à la voiture une vision périphérique de 360°.

VOITURE AUTONOME ET PROBLÉMATIQUE DE LA « VALIDATION » : QUEL RÔLE POUR LE CONDUCTEUR ?

La Convention de Vienne régulant la circulation routière depuis 1968 a été révisée le 23 mars 2016. Dorénavant, les systèmes de conduite automatisée seront explicitement autorisés sur les routes, à condition qu'ils soient conformes aux règlements des Nations Unies sur les véhicules, ou qu'ils puissent être contrôlés voire désactivés par le conducteur⁵. Les avancées technologiques de l'industrie sur le véhicule autonome visent à rendre le véhicule capable de prendre intégralement le contrôle sur la conduite, en prenant les bonnes décisions en fonction des situations.

Le conducteur devra toutefois toujours être en mesure de désactiver le mode autonome pour reprendre le contrôle du véhicule, notamment en cas de dysfonctionnement d'un des systèmes (capteurs, caméras, processeurs, etc.). La décision d'activer et de désactiver le mode

Communication véhicule à infrastructure



« véhicule autonome » doit être prise par le conducteur.

En conclusion, la question qui se pose aujourd'hui sur les véhicules de demain est de savoir si ces services, de plus en plus sophistiqués, nous rendent réellement service. Augmentent-ils le confort et la sécurité au sein du véhicule ou contribuent-ils à réduire l'activité de nos propres processus perceptifs et cognitifs ?

Malgré les différents avantages que peut apporter le véhicule autonome, entre autre la réduction des accidents dus aux facteurs humains, certains défis demeurent. Les voitures autonomes ne peuvent pas encore obéir aux signaux des agents de police. D'autres enjeux sont et seront de mieux en mieux pris en compte dans

la phase de conception de ce type de véhicules : piratage informatique des voitures connectées, responsabilité juridique en cas d'accident, surcoût d'un véhicule autonome par rapport à son équivalent « non autonome ».

La recherche de solutions « sur-mesure » aux besoins du conducteur et de la société est nécessaire pour lever les freins et inciter les automobilistes à céder le contrôle de leur voiture. _____

QUI EST ALTRAN ?

Leader mondial du conseil en Ingénierie et Services R&D, Altran propose à ses clients d'innover autrement en les aidant à développer ou en développant pour eux les produits et les services de demain. Altran les accompagne sur l'intégralité de la chaîne de valeur du cycle de vie d'un projet, de l'idée à l'industrialisation. Altran intervient depuis plus de 30 ans auprès de nombreux secteurs : aérospatiale, automobile, défense, énergie, ferroviaire, finance, sciences de la vie, télécoms, etc. En matière de véhicule autonome, Altran accompagne ses clients en proposant une offre complète fondée sur plusieurs expertises :

- Validation et vérification de tous les composants, de bout en bout.
- Prototyping et développement fonctionnel des processus de données issues des capteurs.
- Développement des fonctions de conduite.
- Méthodes, processus et évaluation de sécurité fonctionnelle.

Altran s'appuie à la fois sur ses centres d'expertises mondiaux (ADAS, Ingénierie Systèmes et Sécurité fonctionnelle, Analytique, Cyber sécurité, etc.), et sur un écosystème de partenaires tels que Jaguar Land Rover, Moveo, EMG ou DELL EMC.

1 • Reuters. (s.d.). <https://www.usinenouvelle.com/article/les-voitures-sans-conducteur-pourraient-representer-10-du-marche-d-ici-2035.N306611>.

2 • Bonnafont, C. (s.d.). http://www.huffingtonpost.fr/christian-bonnafont/big-data-et-industrie-automobile_b_5771284.html.

3 • Stallkamp, J., Schlipsing, M., Salmen, J., & Igel, C. (2012). Man vs. computer: Benchmarking machine learning algorithms for traffic sign recognition. *Neural Networks*.

4 • Haloi, M. (2016). Traffic Sign Classification Using Deep Inception Based Convolutional Networks. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV 2016)*.

5 • <https://www.legipermis.com/voiture-autonome/voiture-autonome.html>. (s.d.).



