

Améliorer la sécurité et le confort à l'intérieur des automobiles avec de nouvelles solutions de détection.

Andreas Pellkofer, ingénieur d'applications produit, et Gopal Karnam, architecte système, Analog Devices

Les techniques de détection actuellement mises en œuvre dans l'habitacle des véhicules automobiles évoluent rapidement, de nombreuses applications utilisant une combinaison de capteurs et d'algorithmes intelligents afin de répondre à deux tendances majeures. Tout d'abord, les réglementations visant à améliorer la sécurité des passagers sont en cours de concrétisation. En Europe, les normes Euro NCAP et CE imposent dès 2022 l'utilisation de systèmes de surveillance du conducteur (DMS — *Driver Monitoring Systems*), tandis qu'outre-Atlantique, l'agence américaine de sécurité des transports NTSB (*National Transportation Safety Board*) recommande leur utilisation à bord des voitures semi-autonomes. Un système capable de détecter la présence des mains sur le volant (HOD — *Hands On/Off*) est d'ores et déjà obligatoire, conformément au Règlement n° 79 de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies relatif aux systèmes d'aide au maintien sur la voie (LKAS — *Lane Keeping Assist Systems*). De même, les systèmes de détection de la présence d'enfants deviendront obligatoires aux États-Unis d'ici à 2022. Grâce à cet arsenal législatif, les fonctions de surveillance du conducteur (DMS) et de détection des occupants feront bientôt partie intégrante des plateformes d'aide à la conduite de niveaux L2+ et supérieurs.

La deuxième tendance concerne l'amélioration du confort des passagers avec, par exemple, la détection des émotions. Les équipementiers (OEM) considèrent qu'il s'agit d'un facteur différenciateur et des technologies novatrices seront utilisées pour répondre à cette exigence émergente.

Système de surveillance du conducteur : un atout majeur pour réduire le nombre de victimes de la route dans l'UE

Sécurité

Selon les calculs du Conseil européen pour la sécurité des transports (ETSC — *European Transport Safety Council*), 51 personnes par million d'habitants de l'UE ont été victimes d'un accident de la route en 2019, dans 95 % des cas en raison d'une défaillance du conducteur : erreur de conduite, distraction, somnolence, stress ou fatigue⁽¹⁾. Pour sa part, la Commission européenne a annoncé un ensemble d'initiatives en faveur de la sécurité des transports dans le but de « réduire de 50 % le nombre de décès et de blessés graves sur les routes d'ici à 2030, l'objectif étant la Vision Zéro d'ici à 2050 »⁽²⁾.

Aujourd'hui, les systèmes de surveillance du conducteur (DMS) fonctionnent en association avec d'autres systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS — *Advanced Driver Assist System*). À titre d'exemple, un système d'aide au maintien sur la voie LKAS est généralement associé à un système HOD pour vérifier que les mains du conducteur reposent bien sur le volant — le cas échéant, ce système invitera le conducteur à reprendre le contrôle de son véhicule. Les systèmes DMS offrent par ailleurs de nouvelles fonctionnalités pour détecter l'état de santé du conducteur et vérifier que son niveau d'attention est adapté à la conduite d'une automobile.

L'introduction de technologies de surveillance des signes vitaux (VSM — *Vital Signs Monitoring*) telles que les électrocardiogrammes (ECG) ou l'activité électrodermale (impédance cutanée) permet de détecter l'état de santé ou le niveau de stress du conducteur, et ainsi d'éviter des problèmes potentiels avant qu'ils ne surviennent. Par exemple, si le système VSM détecte que le conducteur est incapable de maîtriser son véhicule pour cause de somnolence ou de fatigue, le système ADAS peut amener le véhicule dans un état sûr en le ralentissant, en le dirigeant vers la BAU ou en l'arrêtant.

Confort

Aujourd'hui plus que jamais, il est important d'assurer une expérience optimale au conducteur et à ses passagers. Mais si cette démarche permet aux constructeurs d'innover en améliorant leur

image de marque et en fidélisant leurs clients, les attentes croissantes des particuliers obligent les équipementiers à ajouter des fonctions permettant de maximiser cette expérience. La personnalisation et les interfaces homme-machine (IHM) avancées (véhicules intuitifs) s'imposent comme des éléments clés de l'expérience utilisateur. Les équipementiers peuvent améliorer leur image en proposant des options de confort hors pair, qu'il s'agisse de la climatisation automatique ou du réglage de l'éclairage ambiant en fonction de l'humeur et de l'état mental du conducteur. Les interfaces homme-machine sans contact permettent au conducteur d'interagir avec son véhicule sans lever les mains du volant. Parallèlement aux systèmes à commande vocale, les systèmes de surveillance du conducteur les plus précis font appel à des technologies de suivi oculaire pour combler leur retard sur les interfaces tactiles traditionnelles. En bref, la différenciation et la fidélisation des clients impliquent une amélioration de l'expérience de conduite.

Applications

Un large éventail d'applications bénéficie de capacités de détection à l'intérieur de l'habitacle, comme le montrent les figures 1 et 2.

Les systèmes de surveillance du conducteur répondent aux exigences de la législation grâce à des fonctionnalités telles que la détection des mains (HOD) ; à ce titre, ils seront montés en série à bord des véhicules de prochaines générations.

Autre fonction émergente, la surveillance des signes vitaux répond non seulement aux besoins des conducteurs dont la santé est fragile, mais également à la tendance au vieillissement de la population, en surveillant la santé du conducteur, son niveau de stress ou de bien-être, ainsi que son aptitude à la conduite.

Pour sa part, l'authentification biométrique permet de personnaliser l'expérience de conduite, par exemple en enregistrant la position du siège et du volant ou en mémorisant les paramètres du système d'infodivertissement, tout en contribuant à la sécurité grâce à sa capacité d'authentification du conducteur.



Figure 1. Exemples d'applications des capteurs d'habitacle.

La détection des occupants constitue également une application essentielle pour la sécurité. En cas d'enfermement accidentel d'un passager à l'intérieur du véhicule, le conducteur est immédiatement averti et peut connaître le nombre et l'âge des personnes bloquées à bord. Si ces données sont associées au système d'appel d'urgence eCall, les secouristes disposeront de précieuses informations avant d'arriver sur le lieu de l'accident.

La possibilité de détecter la présence d'enfants représente un cas particulier d'utilisation de la détection des occupants, et deviendra prochainement obligatoire (en fonction des régions).

L'interface homme-machine évoluée et la commande gestuelle permettent également d'enrichir l'expérience de l'utilisateur (figure 2). Au lieu de rechercher un bouton sur le tableau de bord, un geste suffit pour exécuter une action aussi simple que changer de station de radio.



Advanced HMI and Gesture Control

Figure 2. Interface homme-machine (IHM).

Utiliser ces applications de manière optimale ?

En les examinant de plus près, que ce soit du point de vue de leur position physique (voir figure 3), de leur fonction (confort ou sécurité) ou de la mission qu'elles doivent accomplir, il apparaît qu'une seule et même solution de détection ne peut prendre en charge la totalité de ces applications. Il est impératif de « fusionner » les données recueillies par les capteurs selon différents modes de détection. La combinaison des applications dédiées à la sécurité et au confort doit être envisagée ; dans cette optique, plusieurs technologies doivent être associées et exploitées ensemble afin de répondre aux attentes croissantes des utilisateurs sur le double plan de la sécurité et du confort à bord.

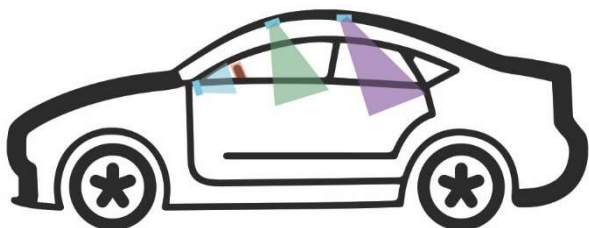


Figure 3. Emplacement des capteurs dans l'habitacle.

Technologies

Calcul de la distance par mesure du temps de vol (ToF)

Les caméras utilisant le principe de calcul de la distance par mesure du [temps de vol](#) (ToF — *Time of Flight*) peuvent être utilisées pour prendre en charge plusieurs applications décrites précédemment en fournissant à la fois des images et des données de profondeur.

Une caméra ToF logée dans le tableau de bord ou au plafond du véhicule peut être utilisée pour surveiller le conducteur, par exemple en suivant le mouvement de ses yeux. La technologie ToF est déjà employée en production par des équipementiers de premier plan pour les fonctions d'interface homme-machine avancées et de contrôle gestuel, le plafond étant l'emplacement idéal. En outre, la technologie de mesure du temps de vol constitue une excellente solution pour détecter la présence d'un enfant, mais également la position de son corps. À cet effet, le capteur sera placé à un endroit différent pour assurer une visibilité intégrale de la banquette arrière, comme le montre la figure 3 (en violet).

Grâce aux perfectionnements dont bénéficie la technologie de détection d'images, la télémétrie par calcul du temps de vol s'impose comme la méthode idéale pour mesurer la profondeur en raison de son faible encombrement, de sa large dynamique de détection et de ses performances opérationnelles, même en cas d'ensoleillement direct. L'association de la fonction de mesure de la distance haute résolution et d'images moyenne résolution (luminosité active en 2D insensible à la lumière ambiante) est une caractéristique propre à la technologie ToF. Le capteur ToF d'Analog

Devices présente la résolution la plus élevée du marché (1 Mpixel), ce qui permet d'élargir le champ de vision des caméras. Bien que de nombreuses applications de vision puissent fonctionner avec des caméras 2D, les informations 3D (profondeur) apportent un niveau supplémentaire de robustesse ce qui, dans le cas des applications de confort, améliore l'expérience des passagers. En ce qui concerne les applications de sécurité, c'est le facteur de différenciation numéro 1.

Compte tenu de leur multiplicité, les caméras installées dans l'habitacle pour répondre aux différents cas d'utilisation doivent être dotées d'une capacité d'annulation des interférences afin de minimiser les erreurs de calcul de la profondeur. Ce challenge doit être résolu au niveau système, une problématique qu'ADI traite activement en associant intelligemment des éléments matériels et logiciels.

S'agissant de l'authentification biométrique, la télémétrie ToF apporte une solution très sûre qui empêche de « tromper » le système, contrairement à d'autres approches.

Dans le domaine du calcul de la distance par mesure du temps de vol, ADI propose le capteur ToF [ADSD3100](#), des pilotes laser ([ADSD3000](#)) et des régulateurs de puissance ([ADP5071](#)).

Technologie C2B (Car Camera Bus)

Pour connecter plusieurs caméras, qu'il s'agisse d'imageurs 2D ou de capteurs ToF 3D, ADI propose une technologie dédiée au secteur automobile : peu onéreuse, la technologie [Car Camera Bus \(C²B™\)](#) permet de transporter des données pesant jusqu'à 2 mégapixels, ainsi que les informations de contrôle fournies par des caméras installées à l'intérieur ou à l'extérieur du véhicule.

Mesure d'impédance

ADI propose plusieurs solutions de surveillance des signes vitaux (VSM), et collabore étroitement avec des éditeurs de logiciels pour fournir une solution complète intégrant des fonctions telles que la variabilité de la fréquence cardiaque ou la mesure du stress. Avec son frontal analogique [AD5941W](#), ADI propose une solution intégrée capable à la fois de surveiller la position des mains sur le volant (HOD) et de mesurer l'activité électrodermale (EDA).

La mesure d'impédance représente une solution fiable et robuste pour détecter non seulement la présence des mains sur le volant, mais également leur emprise — ce qui est un paramètre capital — et même leur emplacement. Les informations relatives à l'activité électrodermale permettent de détecter le niveau de stress du conducteur. ADI a acquis une riche expertise dans le cadre de sa collaboration avec différents partenaires industriels. Le convertisseur d'impédance de haute précision [AD5933](#) est actuellement utilisé dans les voitures pour détecter la présence des mains sur le volant, tandis qu'un unique frontal [AD5941W](#) pilote plusieurs zones HOD.

Électrocardiogramme

En associant ses circuits de mesure d'impédance à un amplificateur haute précision pour électrocardiogrammes [AD8232W](#), ADI propose une solution complète de surveillance des signes vitaux composée de seulement deux circuits. Ensemble, les fonctions ECG et EDA surveillent l'état de santé du conducteur, l'électrocardiogramme pouvant également être utilisé pour l'authentification biométrique.

Conclusion

L'industrie automobile adopte actuellement des applications de détection avancée dont l'installation à l'intérieur de l'habitacle permet d'améliorer la sécurité du conducteur et de ses passagers. Les particuliers sont friands d'innovations qui améliorent leur expérience et permettent de personnaliser certaines caractéristiques de confort à bord. La fusion des données transmises par les capteurs est indispensable pour former des solutions d'assistance au conducteur de niveaux L2+/L3 alliant précision et robustesse. ADI dispose de solides atouts pour répondre aux besoins de détection de ce marché, ainsi que pour satisfaire aux exigences des particuliers en s'appuyant sur un écosystème de partenaires matériels et logiciels qui fournissent des algorithmes de calcul de la distance par mesure du temps de vol ToF (contrôle gestuel, suivi oculaire, etc.) et de surveillance des signes vitaux (analyse ECG, par exemple).

Références

¹ [*Road Deaths in the European Union — Latest Data*](#), Conseil européen pour la sécurité des transports (ETSC).

² [*European Commission Announces Major Package of Transport Safety Initiatives*](#), Conseil européen pour la sécurité des transports (ETSC), 18 décembre 2020.

analog.com/automotive.