

Histoire des systèmes ADAS : des systèmes mécaniques aux véhicules pilotés par logiciel

Les précédents articles de cette série traitaient de l'évolution des systèmes ADAS. Dans ce troisième et dernier article, nous examinons la détection de somnolence et la surveillance du conducteur, facteurs clés pour les véhicules 100% autonomes. Nous passons également en revue le remplacement des rétroviseurs et la vision périphérique à 360 degrés. Enfin, nous abordons les développements futurs, notamment la réalité augmentée et la réalité virtuelle, ainsi que les véhicules définis par logiciel.

Détection de somnolence et surveillance du conducteur

De nombreux systèmes ADAS étaient initialement des systèmes mécaniques, et les premiers efforts pour lutter contre la somnolence des conducteurs ne faisaient pas exception. Les bandes rugueuses sur le bord de la route généraient des vibrations mécaniques pour alerter le conducteur s'il déviait de sa voie. Cette solution simple, bien que peu élégante, a permis de réduire le nombre d'accidents causés par la somnolence des conducteurs. (NHTSA, 1998).

Un [rapport](#) de 1998, publié par l'administration de la sécurité routière américaine (NHTSA), aborde le sujet de la somnolence au volant, et documente les outils contemporains utilisés pour mesurer la somnolence au volant, tant en laboratoire qu'à l'intérieur des véhicules. Des signaux physiologiques ont d'abord été utilisés pour détecter la somnolence, mais cette approche ne fonctionnait que dans un environnement de laboratoire car elle nécessitait l'étude et l'étalonnage des sujets individuels. Le rapport indiquait également que des approches embarquées étaient à l'étude, notamment la surveillance du degré de fermeture des yeux, les capteurs de direction, et le suivi de trajectoire (NHTSA, 1998). Toutefois, compte tenu des limites des technologies disponibles, ces systèmes n'étaient alors disponibles que dans les véhicules commerciaux. (Dinges, 1995).

Le capteur d'angle de braquage, qui mesure l'angle et la vitesse de rotation du volant, a été l'un des premiers outils électroniques de détection de somnolence, dont des versions commerciales ont été mises sur le marché au début des années 2000. La somnolence du conducteur peut être estimée de manière fiable si les informations du capteur sont combinées à celles de la caméra et aux données de vitesse et de stabilité (tangage et lacet), puis traitées par un algorithme. Au cours de la phase initiale de chaque trajet, ce type de système étalonne le comportement du conducteur afin d'établir une base de référence de comportement, qui sert ensuite à comparer les changements observés ultérieurement dans le comportement du conducteur en question. En général, ces systèmes fonctionnent mieux à des vitesses autoroutières, parce qu'ils mesurent des changements infimes dans le comportement de la direction. La conduite en ville, qui implique des changements de direction et de vitesse fréquents, rend les algorithmes moins fiables. Nombreux sont ceux qui considèrent Bosch comme le leader technologique dans ce domaine - leur [page produit](#) fournit des détails sur leur solution. À terme, les véhicules autonomes, qui ne nécessitent pas la présence d'un conducteur, rendront ces systèmes superflus.

Une solution adaptée à la fois aux véhicules classiques et aux véhicules autonomes vient de voir le jour : le système de surveillance du conducteur (DMS pour Driver Monitoring System). Il a été développé à la fin des années 90, mais n'était pas prêt pour la production jusqu'en 2020. Ce système utilise une combinaison de caméra, de vision industrielle et de traitement informatique, pour surveiller le visage et les yeux du conducteur et vérifier qu'il reste bien concentré sur la route. Si l'approche peut sembler

simple, les algorithmes mis en œuvre sont assez complexes. Cet [article de EE Times](#) fournit plus de détails sur le DMS et démystifie certains mythes à son sujet. (Barnden, 2021).

D'ici 2024, tous les nouveaux véhicules devront être équipés du système DMS pour obtenir les meilleures notes aux tests de sécurité Euro NCAP. Plusieurs solutions propriétaires, allant de l'entrée de gamme aux versions premium, sont désormais disponibles. Cela pose un problème aux équipementiers car le marché de ce système est très sensible aux coûts, et les clients sont peu enclins à payer un supplément pour ce genre de fonctionnalité.

Ce système est maintenant étendu à la surveillance des autres occupants du véhicule. Le système de surveillance des occupants (OMS pour Occupant Monitoring System) est aussi une fonction de confort et de praticité. Les conducteurs peuvent modifier certains paramètres du véhicule en s'appuyant sur les capacités de reconnaissance gestuelle ou faciale du système. Les applications d'appels vidéo ou de réseaux sociaux, et aussi les dispositifs de sécurité, peuvent également utiliser l'OMS, par exemple pour détecter si un enfant a été laissé sans surveillance dans un véhicule, ou encore pour désactiver automatiquement les airbags des sièges vides. Les fonctions de sécurité peuvent utiliser l'OMS pour l'enregistrement vidéo.

Le matériel et l'optique du DMS et de l'OMS sont différents dans la mesure où le DMS utilise généralement l'imagerie proche infrarouge avec un global shutter, alors que l'OMS utilise en général un rolling shutter et la lumière visible. De nombreux équipementiers cherchent à combiner DMS et OMS en DOMS (système de surveillance du conducteur et des occupants) pour réduire les coûts et réaliser des économies d'échelle.



Figure 1. Solution OMS, photo reproduite avec l'autorisation de [Business Wire](#)

Une solution DOMS économique fait appel à des capteurs d'image haute performance **onsemi**. Cette nouvelle solution permet d'utiliser un même capteur d'images rolling shutter pour le DMS et l'OMS. Quand ils sont installés séparément, le DMS est généralement monté sur la colonne de direction ou le tableau de bord, tandis que l'OMS est plutôt installé au-dessus du rétroviseur ou sur les montants. Les solutions DOMS combinées sont en général installées dans le rétroviseur intérieur.

Vision périphérique à 360 degrés et substitut aux rétroviseurs

Les caméras périphérique utilisent la lumière visible, et sont disposées à l'extérieur du véhicule pour améliorer la visibilité du conducteur lors des manœuvres de recul ou de stationnement. Il y a généralement quatre caméras : une à l'avant, une à l'arrière, et une de chaque côté du véhicule. Ces caméras à objectif grand angle créent une image « fish eye » de l'environnement. Des algorithmes de traitement d'images combinent ensuite les images des quatre caméras, et affiche le résultat sur un écran au tableau de bord. Cette fonction dite Omniview (ou vue à 360 degrés) émule une caméra qui se trouverait au-dessus du véhicule. L'Infiniti EX35 de 2007 a été le premier véhicule à être équipé d'un système de vision périphérique à 360 degrés.



Figure 2. Exemple de système de vision panoramique, avec l'autorisation d'[ExtremeTech](#)

Un système de vision périphérique à 360 degrés utilisé en combinaison avec des capteurs à ultrasons, est très efficace pour prévenir les collisions avec d'autres véhicules ou des piétons pendant les manœuvres de stationnement. Outre le stationnement, les caméras latérales peuvent aussi remplacer les rétroviseurs latéraux traditionnels. Les caméras sont beaucoup moins encombrantes que les rétroviseurs, ce qui se traduit par des véhicules plus aérodynamiques et donc plus économes en énergie.

L'adoption des systèmes de rétrovision à caméra est plus lente que celle de la vision périphérique (Howard, 2014) car de nombreux conducteurs préfèrent encore les rétroviseurs latéraux classiques et, dans de nombreux pays, des rétroviseurs classiques sont exigés en renfort des caméras.

Véhicule défini par logiciel

Le terme « véhicule défini par logiciel » est désormais utilisé pour traduire l'évolution considérable de la conception des véhicules ces dix dernières années. La puissance de calcul nécessaire pour prendre en charge le grand nombre de capteurs présents dans les véhicules autonomes est à l'origine de changements importants dans la manière dont les systèmes de véhicules sont déployés et gérés.

L'architecture traditionnelle des véhicules s'appuyait jusqu'ici sur un réseau central CAN ou LIN pour connecter les modules. Néanmoins, les sous-systèmes des véhicules devenant plus complexes et nécessitant une informatique centralisée, les contrôleurs de domaine sont progressivement remplacés. Par exemple, un contrôleur ADAS dédié doit combiner les entrées des capteurs, traiter les données, et envoyer des instructions aux multiples systèmes de sécurité. L'augmentation des débits de données nécessite aussi des protocoles de transfert de données plus rapides. À terme, l'informatique centralisée

va devenir la norme, compte tenu du volume de données à traiter pour la conduite autonome (Morris, 2021).

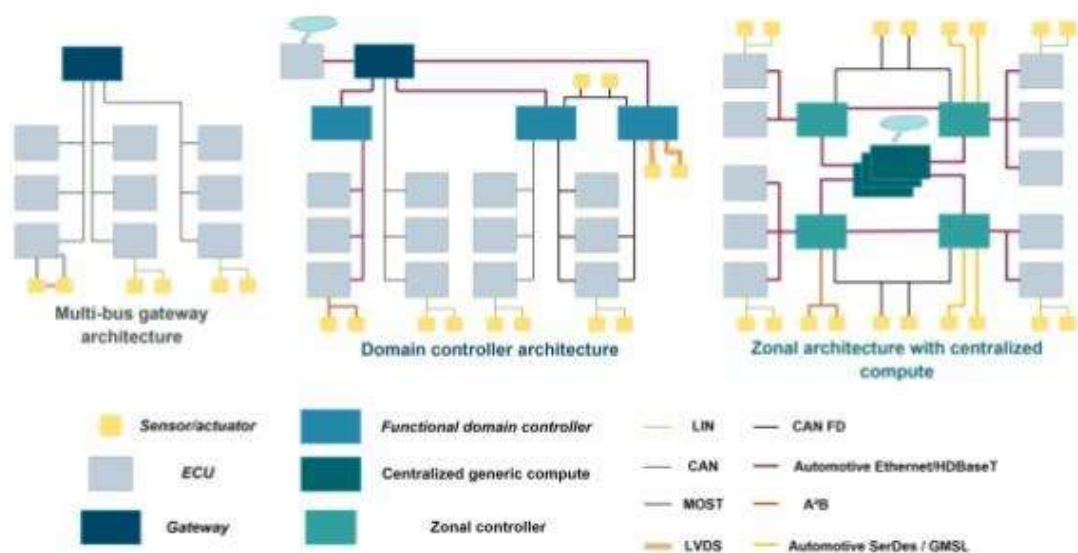


Figure 3. Évolution de l'architecture des véhicules : à gauche, le système original ; au milieu, le style moderne avec des contrôleurs de domaine ; à droite, l'informatique centralisée (Photo avec l'autorisation de EE Times et Siemens Digital)

Comme pour les téléphones portables, les consommateurs exigent davantage de fonctionnalités numériques et comptent voir progresser la valeur à long terme grâce à des mises à jour logicielles. Les équipementiers sont séduits par l'idée des mises à jour logicielles, pour la mise en œuvre de nouvelles fonctionnalités et la correction de bogues par voie hertzienne (OTA pour Over-The-Air). Le modèle OTA permet également de générer de nouvelles sources de revenus grâce à des services et des abonnements.

L'ampleur de ce mouvement a conduit certaines entreprises automobiles à se redéfinir comme des entreprises de logiciel, et non plus comme des entreprises automobiles. Tesla a débuté en tant qu'entreprise technologique en 2003, avant de produire son premier Roadster en 2008 (Reed, 2020).

Réalité virtuelle et réalité augmentée

La réalité virtuelle (VR), la réalité augmentée (AR) et le Web 3.0, communément appelés métavers, suscitent également beaucoup d'intérêt. Il y a déjà des véhicules sur la route qui disposent d'un affichage tête haute (HUD pour Head-Up Display). Ce type d'affichage permettra de superposer toujours plus de contenu numérique sous forme de réalité augmentée pour le conducteur - par exemple, une projection de navigation en 3D.

Dans certains futurs véhicules autonomes de niveau 5, les pare-brises pourraient même être remplacés par des parois opaques équipées d'écrans géants à l'intérieur, permettant de présenter aux conducteurs une vue 100% virtuelle. Une vision fascinante de Nissan est présentée [ici](#).

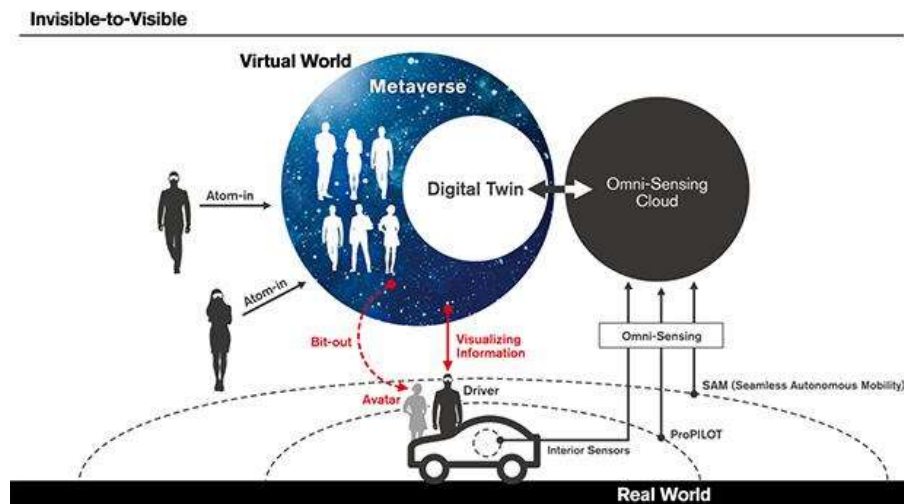


Figure 4. Invisible-to-Visible, avec l'autorisation de [Nissan](#)

Conclusion

Cette série a débuté par un examen du régulateur de vitesse mécanique (le Speedostat) avant de retracer l'évolution des systèmes ADAS, des implémentations mécaniques aux implémentations électriques, en passant par les véhicules définis par logiciel, jusqu'à la conduite entièrement autonome.

L'industrie automobile est en train de subir une incroyable transformation. Si ces nouveaux paradigmes sont passionnants, on les appréciera mieux après avoir passé en revue l'histoire fascinante des systèmes que nous avons rêvé de voir dans nos véhicules.

En tant que leader du marché de l'automobile et de l'ADAS, **onsemi** espère que vous avez apprécié ces articles. Pour en savoir plus sur nos offres ADAS, veuillez consulter notre page de solutions sur <https://www.onsemi.com/solutions/automotive/adas>.

Références

- Barnden, C. (2021, 13 mai). *Démystifier les systèmes de surveillance du conducteur*. Source : EE Times : <https://www.eetimes.com/busting-myths-of-driver-monitoring-systems/>
- Dinges, D. (1995). Aperçu sur la somnolence et les accidents. *J. Sleep Res.* 4, Suppl. 2, 4-14. Source : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2869.1995.tb00220.x>
- Howard, B. (18 juillet 2014). *Que sont les caméras de vision périphérique à 360 degrés, et pourquoi sont-elles plus performantes que nécessaire ?* Deuxième partie. Source : Extreme Tech : <https://www.extremetech.com/extreme/186160-what-are-surround-view-cameras-and-why-are-they-better-than-they-need-to-be/2>
- Morris, B. (29 mars 2021). *EE Times*. Source : E/E Architecture Considerations for AV Development (Considérations d'architecture électronique pour véhicules autonomes) : <https://www.eetimes.com/e-e-architecture-considerations-for-av-development/>
- NHTSA. (1998). *Somnolence au volant et accidents de voiture*. n/a : n/a . Source : <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/1661>, 30 novembre 2021
- Reed, E. (5 octobre 2020). *Histoire de Tesla : Chronologie et faits*. Source : TheStreet : <https://www.thestreet.com/technology/history-of-tesla-15088992>
- Inconnu. (1er décembre 2021). *Invisible-à-Visible (I2V)*. Source : Nissan Motor Corporation : <https://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/i2v.html>
- Inconnu. (1er décembre 2021). *Véhicules définis par logiciel - Une évolution industrielle à venir*. Source : Deloitte : <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/consumer-business/articles/software-defined-cars-industrial-revolution-on-the-arrow.html>