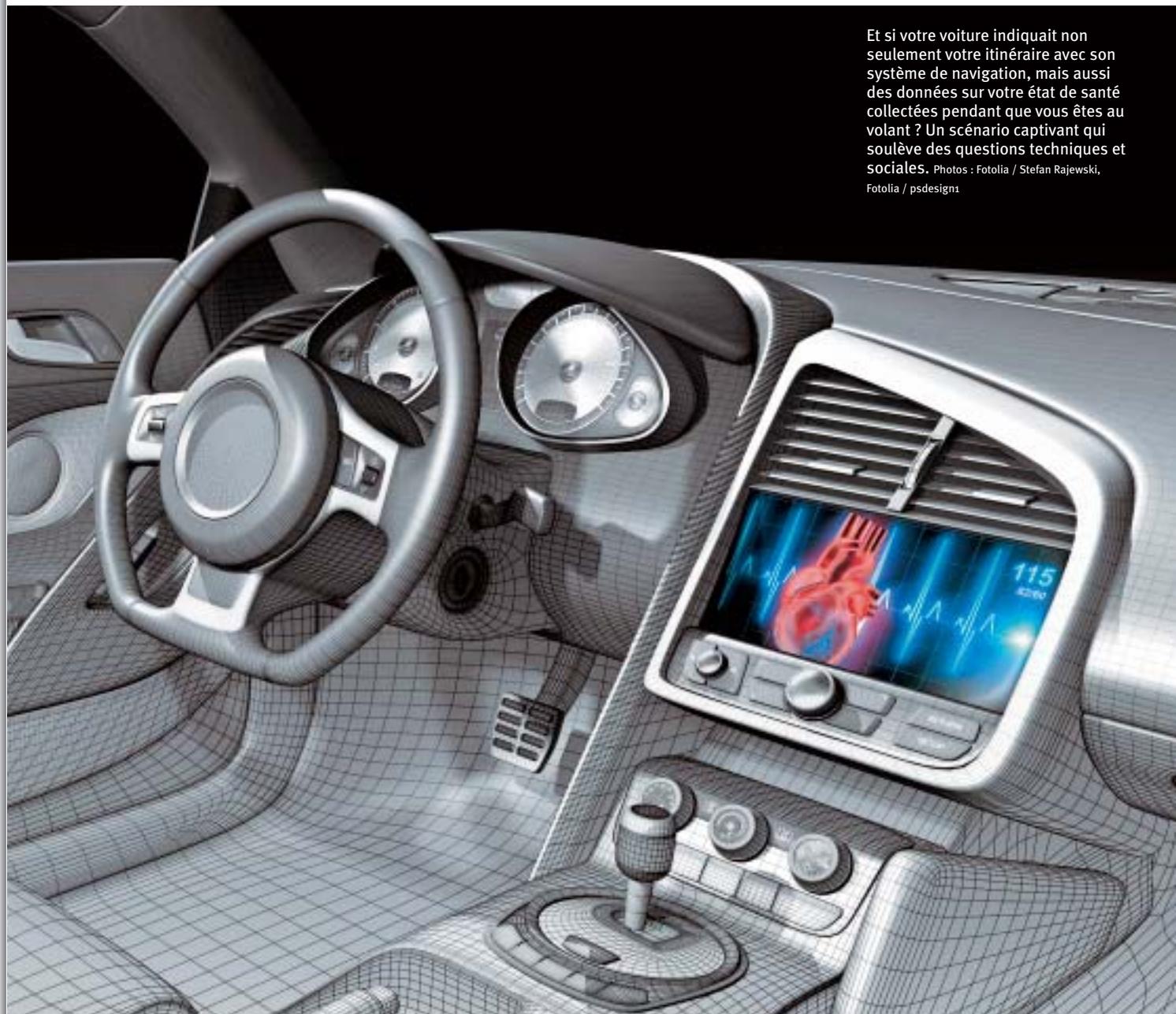


Génie biomédical et automobile : ce que la machine apprend sur ses occupants

Un conducteur sous haute surveillance

Les voitures modernes collectent une multitude de données sur leur propre fonctionnement et leur environnement. Mais jusqu'à présent le facteur « Conducteur » reste une grande inconnue pour l'ordinateur de bord. Le génie biomédical va quelque peu changer la donne et répondre à de nombreuses questions.

Et si votre voiture indiquait non seulement votre itinéraire avec son système de navigation, mais aussi des données sur votre état de santé collectées pendant que vous êtes au volant ? Un scénario captivant qui soulève des questions techniques et sociales. Photos : Fotolia / Stefan Rajewski, Fotolia / psdesign1



Prenons pour commencer un exemple provocant. Et si l'ordinateur de votre voiture ne déverrouillait l'allumage qu'après vous avoir fait passer un alcootest pour être sûr que vous ne mettrez personne en danger ? Des systèmes de ce genre conçus pour éviter que des conducteurs ne prennent le volant en état d'ébriété sont déjà utilisés aux États-Unis, dans les pays nordiques et aux Pays-Bas.

Il n'est pas rare de rencontrer des automobilistes de plus en plus réticents face à une telle exigence. Cet exemple illustre néanmoins une approche technique qui, bien qu'elle poursuive des objectifs complètement différents, semble intéressante. Une voiture pourrait non seulement collecter des informations sur son état technique ou son environnement, mais également générer des données « médicales » sur son conducteur. Pour le secteur de l'automobile, il s'agit d'un domaine d'activité encore tout nouveau. Les constructeurs s'efforcent depuis longtemps d'améliorer la sécurité et le confort à l'aide de divers systèmes d'assistance qui détectent des défaillances techniques ou des particularités dans le style de conduite à l'aide de capteurs embarqués. Il est également possible de déduire à partir de ces données et dans certaines limites, l'état physique du conducteur et dans quelle mesure la technologie pourrait l'assister. La direction est-elle correcte, par exemple ? Montre-t-elle des écarts ou des mouvements saccadés ? Déjà, certaines voitures particulières affichent de série un signal d'av-

Confort et autres concepts pour systèmes d'assistance : les grands constructeurs automobiles s'intéressent également au bien-être physique du conducteur. Photo : Daimler



tissement sur l'écran du tableau de bord ou corrigeant immédiatement et automatiquement les écarts détectés.

Des expériences sont réalisées depuis un certain temps pour entrer un peu plus dans l'intimité du conducteur, presque autant qu'un médecin peut le faire avec les moyens modernes du génie biomédical. Des caméras ont d'abord été braquées sur les yeux du conducteur pour contrôler la direction de son regard et son niveau de fatigue. Pas encore assez intime ? Aujourd'hui, une voiture est capable de mesurer son pouls ou l'oxygénéation de son sang, de générer son électrocardiogramme ou même de calculer sa glycémie. Il n'est pas encore question d'applications de série, mais de faisabilité et de prototypes. En tous cas, un premier pas a été franchi.

Ces efforts peuvent être ciblés dans le domaine de l'assistance. Si le conducteur est stressé, l'ordinateur peut baisser le volume de la musique ou désactiver la réception des appels sur son téléphone mobile dans des situations délicates. Autre cas de figure : si le conducteur perd conscience pendant un court laps de temps et qu'il risque de perdre le contrôle de son véhicule, le système de bord pourrait détecter cette situation d'urgence et ordonner à un pilote automatique de mettre la voiture en sécurité à l'arrêt sur le bord de la route. À terme, il est également envisageable de soumettre le conducteur à une sorte de bilan de santé et, si nécessaire, de lui suggérer de consulter un médecin. Mais revenons d'abord aux capteurs et aux données qui sont aujourd'hui disponibles. L'équipe de chercheurs munichoise dirigée par le professeur Tim Lüth a été l'une des premières en Allemagne à s'intéresser à la possibilité et aux moyens d'enregistrer des données vitales à bord d'une voiture à l'aide

de capteurs du commerce. En collaboration avec BMW, elle a intégré au volant des capteurs munis d'un calculateur pour évaluer le stress du conducteur à partir de la conductance de la peau, la fréquence cardiaque et la saturation en oxygène du sang qui indiquent l'état du système circulatoire d'une personne à un moment donné.

Toutefois, les capteurs conçus pour des équipements médicaux semblaient mal se prêter à ce genre d'utilisation car le confort du patient a été relativement négligé au cours de leur développement. Là où un tas de câbles ou des capteurs simplement collés étaient jugés comme acceptables, ils seraient absolument impensables pour des produits préventifs à bord d'une voiture, car ils perturberaient le conducteur. « Le développement de capteurs propres à l'automobile implique toutefois un énorme investissement », explique Lorenzo D'Angelo, qui a collaboré au projet jusqu'en 2010 à l'Université technologique de Munich. Il ne s'agit pas du tout d'une question de coûts. « Nous nous sommes décidés pour une solution intermédiaire, un capteur disponible dans le commerce en version OEM combiné à un capteur au stade de prototype, qui ensemble nous ont fourni des résultats satisfaisants », déclare Lorenzo D'Angelo.

Les mesures ont été prises par deux anneaux métalliques qui étaient en contact avec la peau du conducteur tout autour du volant, et un capteur sur le rayon du volant près de l'avertisseur, à l'endroit où repose le pouce. « Nous voulions avoir le maximum de possibilités d'enregistrer des données », explique le chercheur, « car le conducteur laisse au moins une main en permanence sur le volant. » Les résultats ont été positifs. Mais il est possible d'obtenir des informations sur l'état du conducteur autrement

Mots-clés

- Alcootest obligatoire avant de prendre le volant
- Fréquence cardiaque, électrocardiogramme, conductance de la peau
- Détection du stress
- Équipements médicaux et ordinateur de bord
- Perspectives



Steffen Leonhardt, professeur à l'Université technique de Rhénanie-Westphalie d'Aix-la-Chapelle (RWTH), étudie les appareils de mesure sans fil. Avec le vieillissement de la population, de plus en plus d'objets de notre quotidien devront bientôt être équipés de capteurs – y compris les sièges de nos voitures.

Photo : RWTH Aix-la-Chapelle

qu'en prenant des mesures avec un nombre plus ou moins élevé de capteurs du commerce. Par exemple, dans le cadre du projet Insite, mené sous l'égide de Daimler, une équipe du Centre de recherche en informatique (FZI) de Karlsruhe a utilisé des tissus conducteurs dans un véhicule, dans un sous-projet visant à générer l'électroencéphalogramme du conducteur à partir de son siège. L'objectif a été atteint. Sur autoroute, le système a reconnu jusqu'à 95 % des battements cardiaques indiqués en parallèle par un équipement médical classique.

« L'avantage de cette démarche est que les électrodes ECG textiles peuvent s'adapter à la silhouette, et comme de nombreux composants du siège sont déjà en textile, l'intégration à terme des capteurs sera plus facile », explique Stephan Heuer qui a dirigé le sous-projet Insite jusqu'à son terme en 2010. Il est depuis devenu responsable du département « Systèmes embarqués et technologie des capteurs » au Centre de recherche en informatique (FZI) de Karlsruhe, et dirige l'unité Technologie de l'information médicale où il poursuit ses recherches dans cette discipline.

L'ECG capacitif intégré au siège auto a le même objectif que les capteurs dans le volant. « Il s'agit de détecter un état de stress et de fatigue chez le conducteur », explique Stephan Heuer. Les capteurs intégrés au tissu sont selon lui une « méthode de mesure géniale ». Le conducteur ne les ressent pas, il n'a ni besoin de se déshabiller, ni de porter des électrodes sur lui. Il prend place et l'électronique fait le reste. D'après Stephan Heuer, il peut même porter plusieurs couches de tee-shirts et de pulls. Seuls les tissus qui se chargent fortement en électricité et une mauvaise posture du conducteur pourraient poser problème. Hormis ces contraintes, les mesures prises avec des capteurs textiles s'effectuent correctement.

Grâce aux données GPS et aux valeurs d'accélération et de mouvements directionnels qui sont fournies par les voitures modernes, il est même possible d'évaluer la qualité de la mesure.

L'équipe de chercheurs de Karlsruhe ne compte pas en rester là. « Nous voulons interpréter les valeurs mesurées jusqu'au point de pouvoir tirer des conclusions sûres sur l'état cognitif et émotionnel du conducteur, à partir de son électrocardiogramme », explique Stephan Heuer. La variabilité du rythme cardiaque est un bon indicateur qui change selon que la situation



Des composants permettant une mesure capacitive de l'électrocardiogramme sont intégrés au dossier de ce siège. Photo : Ford

est calme ou stressante. Dans la mesure où « le conducteur » peut être un homme ou une femme, jeune ou âgé, ou très différent d'un individu à l'autre, les scientifiques qui s'intéressent à la modélisation du conducteur ont encore énormément de travail.

Les chercheurs allemands pensent toutefois déjà à l'avenir. Stephan Heuer trouve que des systèmes à caméra ont un charme particulier, et peut-être même lorsqu'ils sont couplés à d'autres capteurs. Ils offrent des informations plus précises sur la posture corporelle du conducteur et ouvrent de nouvelles perspectives pour les mesures sans contact. « Il suffit de penser à l'application iPad de Philips qui permet de filmer un visage, de percevoir l'irrigation sanguine et à partir de là de calculer le rythme cardiaque. » Et Stephan Heuer de s'enthousiasmer pour ces nouveaux dispositifs : « Nous pourrions intégrer les données de fréquence cardiaque dans notre modélisation de conducteur et donc améliorer l'interprétation de l'ensemble des informations. »

Il admet néanmoins que cela n'est pour l'instant qu'un concept. Aucun système commercialisable ne peut aujourd'hui rendre compte réellement de l'état de santé d'un automobiliste.

Il reste que des équipements médicaux classiques et donc autorisés pour être utilisés dans une voiture peuvent avoir un intérêt, comme le montre un exemple chez Ford, où une équipe de projet cherche à appliquer des procédés biomédicaux à l'automobile. « Nous devons permettre au conducteur d'embarquer ses propres appareils médicaux et exploiter leurs fonctions, à l'aide de l'ordinateur de bord », explique Rainer Vogt, responsable du département Environnement & Santé de Ford Forschungszentrum Aachen GmbH. Un prototype a été développé dans ce sens en coopération avec Medtronic, un

» Informations complémentaires

Pour en savoir plus sur les capteurs intégrés au volant :
www.idw-online.de/de/news449105

À propos du projet Smart Senior qui reprend divers scénarios d'assistance à la vie autonome, et parmi eux les mesures réalisées dans le véhicule :
www1.smart-senior.de

Vous y trouverez également une courte vidéo sur le fonctionnement de l'assistant d'arrêt d'urgence.

À propos de l'utilisation de tissus conducteurs dans le projet Insite :
www.insitex.de

fabricant d'appareils médicaux aux États-Unis. Il affiche et lit les résultats d'une mesure de glycémie avec un capteur intégré à l'écran de bord. La lecture passe par la plateforme Sync, un système piloté par commande vocale, qui ne servait en premier lieu qu'à diffuser des données multimédias. Le concept a été étendu à l'utilisation d'un équipement médical et l'application ne se limite pas au conducteur puisqu'un enfant diabétique assis à l'arrière peut également être connecté.

Les développements en informatique sont également intéressants. « Nous pensons ici à des plateformes de coaching en santé sur Internet qui prodiguent des conseils de prévention et de guérison. En tant que constructeur automobile, nous nous intéressons à l'entrée d'Internet et du cloud dans la voiture, et aux questions de santé que cela soulève », affirme Rainer Vogt. La plate-forme américaine Welldoc.com a d'ailleurs été intégrée à « Sync ». Le conducteur se connecte en indiquant son nom et retrouve toutes les applications qu'il utilise également sur son smartphone.

Ford n'écarte pas pour autant la possibilité de prendre des mesures vitales à l'aide d'appareils intégrés au véhicule. « Nous observons du coup les technologies médicales classiques pour savoir ce qui est faisable et utile pour nos clients », explique Rainer Vogt. En plus de la tension artérielle, l'electrocardiogramme, la glycémie et la résistance cutanée, il cite également l'electro-encéphalogramme. « Nous comparons pour cela différentes méthodes, mais, bien sûr, il n'est pas facile de les faire fonctionner sans contact et sans défaillance. » Le développement de capteurs « maison » par un constructeur automobile aurait selon lui trop d'implications. Il est toutefois important de bien comprendre les équipements médicaux pour pouvoir définir leurs conditions d'utilisation dans la voiture.

Dans le cadre d'un projet de mesure d'electrocardiogramme, Ford collabore avec l'équipe de recherche du professeur Steffen Leonhardt de l'Université technique de Rhénanie-Westphalie d'Aix-la-Chapelle (RWTH) pour développer un siège équipé de capteurs de mesure. Un siège similaire conçu par la chaire de technologie d'informations médicales (MedIT) de l'Institut Helmholtz pour la technologie biomédicale à Aix-la-Chapelle fait l'objet d'un banc d'essai. Le système fournit des données exploitables sur plus de 90 % du temps passé au volant.

« Il n'est pas question pour nous d'établir des diagnostics, sur des arythmies, par exemple », souligne Rainer Vogt. Cette tâche incombe toujours au médecin. « Nous voulons utiliser ce type d'informations pour mieux assister le conducteur, en cas de besoin. »

Pour Steffen Leonhardt, lui-même ingénieur et médecin de formation, cette collaboration avec le constructeur automobile est une digression intéressante : « Notre angle de vision est tout à fait différent. Dans vingt ans, la génération du baby-boom prendra sa retraite et aura de multiples affections. Pour collecter des données sur la santé de ces personnes, nous devrons utiliser de nombreux objets du quotidien, comme le siège des toilettes, le lit, la chaise, une table d'examen ou même un siège auto. » Ses travaux portent avant tout sur des techniques de mesure sans contact, l'utilisation de capteurs ou de caméras et le calcul des données sur place.

Les résultats du projet Ford sont « très encourageants, mais pas encore exploitables pour une production en série ». Et de continuer : « tant que nous ne pourrons pas dire

précisément pourquoi notre système pose problème lorsque quelqu'un porte un pantalon en polyester, tout pronostic dans le temps pour une production de série serait prématuré ».

Interrogés sur les perspectives concrètes des applications liées à la santé dans l'automobile, tous les experts restent circonspects. Chez Ford, Rainer Vogt est convaincu que le sujet va susciter beaucoup plus d'intérêt dans les cinq à dix prochaines années en raison de l'évolution démographique. « Nous devons proposer à terme la connexion des systèmes mobiles avec la voiture. » Et qu'en est-il du génie biomédical à bord du véhicule ? « Comme cela suppose un processus industriel plus long, on doit l'envisager plus sûrement à l'horizon d'une décennie », déclare Rainer Vogt. Stephan Heuer estime que la détection du stress, en tant que fonction d'assistance, a de grandes chances « de devenir un business case sur le segment Premium ».

■ Birgit Oppermann

birgit oppermann@konradin.de

Des capteurs intégrés au volant

Deux anneaux métalliques intégrés au volant déterminent la conductance cutanée, un capteur sous le pouce collecte des informations sur l'état de santé du conducteur. Des chercheurs munichois ont choisi cette approche en collaboration avec BMW, leur partenaire industriel. Le capteur du pouce émet des rayons infrarouges et une lumière rouge sur la peau pour déterminer son taux de réflexion. Il déduit alors la fréquence cardiaque et la quantité d'oxygène dans le sang. Le calculateur, également intégré au volant, envoie ses données par radio à l'ordinateur de bord. « Sur une courte distance, cela ne pose pas de problème », rappelle Lorenzo D'Angelo. Le système fournit des données de façon fiable et stable aussi longtemps que la main tient le volant. C'est d'ailleurs sur la base de cette réflexion que le volant l'a emporté sur l'autre solution envisagée : le pommeau du levier de vitesse, qui se trouve bien moins souvent en contact avec la peau.



Plusieurs conducteurs du groupe cible des plus de 50 ans ont effectué des tests sur route avec le système. Les retours spontanés sont positifs. Toute contrainte générée par ce type de système a été rejetée. Photo : Université technologique de Munich