

Thèse CIFRE Groupe PSA - Université de Lorraine

DESCRIPTION DU SUJET DE THESE

TITRE DU SUJET :

Contribution à la spécification et démonstration de sûreté du véhicule autonome, basées sur les situations et scénarios d'usage

DEVELOPPEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Les problématiques posées par la conception d'un véhicule autonome sont nombreuses. En premier lieu, se pose la question de la sécurité des êtres vivants (des passagers, des piétons, des autres conducteurs, des animaux errants...) et l'intégrité de l'environnement.

Dans une démarche d'ingénierie traditionnelle (d'un véhicule avec un conducteur), le concepteur se soucie peu des déviations de comportement des usagers de la voie publique (autres véhicules, piétons...) ou des êtres vivants du milieu naturel, que le véhicule peut rencontrer sur la route ou de l'environnement en général. Le constructeur transfère la responsabilité de commande du véhicule au conducteur (« external measures » de sécurité dans l'ISO 26262). La validation des exigences de sûreté revient alors essentiellement à démontrer que les défaillances du véhicule ne peuvent pas engendrer de phénomènes redoutés critiques (Hazardous Events with ASIL D). La thèse de Pierre Mauborgne, menée au sein de PSA Groupe en collaboration avec l'Université de Lorraine (UL), a permis de proposer des méthodes pour spécifier et définir l'architecture fonctionnelle sûre d'un véhicule. Ces propositions ont été testées sur une étude de cas concernant l'accélération intempestive.

Dans le cadre de l'ingénierie d'un véhicule autonome (Hellestrand 2013), la démonstration de sûreté et la certification du véhicule deviennent critiques : la responsabilité de commande du véhicule revient en tout ou partie (selon le niveau d'autonomie) au constructeur qui doit démontrer des performances de sûreté au moins égales à celles de la commande humaine. Actuellement peu de travaux traitent directement de ce sujet (Van Dijke et al. 2012) (Kalra & Paddock 2014) (Koopman & Wagner 2016), même si de nombreuses études portent sur la sûreté liée à une technologie spécifique (ADAS) ou sur des stratégies de tests sur route (Godoy, J. et al. 2015). L'ingénierie d'un Véhicule Autonome nécessite des développements spécifiques en (1) perception (capteurs ...), traitement du signal (fusion de données...), et communications entre objets connectés (Benenson et al. 2008) (LeLann (LeLann 2015), (2) apprentissage et supervision (techniques d'Intelligence Artificielle) (Alsayed et al. 2014), et (3) commande du Véhicule Autonome et facteurs humains (Da Lio et al. 2015). Dans leur article, Wood et al. (Wood et al. 2012) rappellent les niveaux d'autonomie d'un Véhicule Autonome : 0 Non-Automated ; 1 Automation-Assisted ; 2 Monitored Automation ; 3 Conditional Automation ; 4 Full Automation.

La problématique de sûreté ne se limite plus à l'étude des défaillances du Véhicule Autonome mais s'étend aussi aux :

- déviations des situations opérationnelles non prévues ou non prescrites (par exemple, nouveaux objets, changements de comportement - ou comportements non prévus - des autres véhicules ...),
- transitions entre situations opérationnelles,
- performances insuffisantes de fonctions du Véhicule Autonome sous certaines conditions extrêmes ou sous la combinaison de facteurs externes défavorables, non prévue.

L'environnement est difficile à définir lors de l'ingénierie du Véhicule Autonome et doit être considéré comme ayant un comportement potentiellement chaotique pour les organes de perception et interprétation du Véhicule Autonome, qui peut se retrouver dans des situations non reconnues, non apprises, pour lesquelles il devra soit solliciter le co-driver, soit développer en temps réel une stratégie respectant les contraintes de sûreté (selon le niveau d'autonomie). L'explosion combinatoire des situations potentiellement chaotiques rend l'exhaustivité des tests (essais physiques) difficilement concevables de façon expérimentale (Kalra & Paddock 2014), bien que certains constructeurs aient choisi cette solution dans un cadre réel (Google) ou en simulation-émulation (BMW). Il devient nécessaire d'explorer l'univers des situations critiques avec d'autres stratégies, et notamment par la simulation. Le principal challenge scientifique consiste donc à spécifier et à démontrer la sûreté du Véhicule Autonome (Godoy et al. 2015).

Au moins deux verrous scientifiques seront traités :

- les situations rencontrées par un système autonome n'étant pas prévisibles et devant l'explosion combinatoire de ces situations réelles, comment générer un échantillon fini de situations (représentatif de différentes classes de situations contenues dans un profil de missions) et l'exploiter pour évaluer la sûreté de chaque classe de situations
- les évaluations de sûreté de chaque classe de situations étant entachées d'incertitude (échantillonnage de l'ensemble des situations et scénarios possibles), comment modéliser les incertitudes et composer ces évaluations dans une métrique représentant le niveau de confiance que l'on peut accorder dans la sûreté du VA ?

Ce travail de thèse entend apporter des contributions théoriques et méthodologiques sur la spécification et la démonstration de sûreté d'un VA. L'hypothèse de recherche est qu'une approche globale, basée sur les situations et scénarios d'usage et sur la simulation est nécessaire pour redonner une cohérence à l'ensemble des travaux spécialisés, mais partiels, existant déjà aujourd'hui.

PROFIL DU CANDIDAT RECHERCHE :

Le candidat recherché est titulaire d'un Master recherche et/ou ingénieur généraliste, en **Sûreté de fonctionnement**, Automatique, Mécatronique, ayant des connaissances affirmées en Sûreté de Fonctionnement. Des connaissances complémentaires en ingénierie système et modélisation système seraient appréciées.

DATE LIMITE DE CANDIDATURE : 1 juin 2017

LIEU : Le candidat sera situé géographiquement sur les sites de PSA à Vélizy et dans les locaux du CRAN (Centre de Recherche en Automatique de Nancy UMR CNRS 7039) à Vandoeuvre-les-Nancy.

ENCADRANTS DE LA THESE ET CONTACTS :

Eric LEVRAT Pr Université de Lorraine-CRAN, eric.levrat@univ-lorraine.fr

Eric BONJOUR Pr Université de Lorraine-ERPI, eric.bonjour@univ-lorraine.fr

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Alsayed, Z. et al., 2014. Intelligent vehicles : integration and issues, RFIA 2014 – Dix-neuvième congrès national sur la Reconnaissance de Formes et l'Intelligence Artificielle, 30 juin au 4 juillet 2014 à Rouen.

Benenson, R. et al., 2008. Towards urban driverless vehicles, *Int. J. Vehicle Autonomous Systems*, Vol. 6, Nos. 1/2, 2008, pp. 5-23.

Da Lio, M., F. Biral, E. Bertolazzi, M. Galvani, P. Bosetti, D. Windridge, A. Saroldi, and F.T., 2015. Artificial Co-Drivers as a Universal Enabling Technology for Future Intelligent Vehicles and Transportation Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(1), pp.244–263.

Godoy, J. et al., 2015. A driverless vehicle demonstration on motorways and in urban environments. *Transport*, 30(3), pp.253–263.

Hellestrand, G.R., 2013. Engineering safe autonomous mobile systems of systems using specification (model) based systems architecture engineering. In *2013 IEEE International Systems Conference (SysCon)*. pp. 599–605.

Kalra, N. & Paddock, S.M., 2014. *Driving to Safety*, Available at: http://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1478.html.

Koopman, P. & Wagner, M., 2016. Challenges in Autonomous Vehicle Testing and Validation. In *SAE World Congress*.

LeLann, G., 2015. Safety in Vehicular Networks-On the Inevitability of Short-Range Directional Communications Safety in Vehicular Networks — On the Inevitability of Short-Range Directional Communications.

Mauborgne, P. 2016. Vers une ingénierie de systèmes sûrs de fonctionnement basée sur les modèles en conception innovante ", Université de Lorraine. Soutenue le 03 mai 2016. Thèse de doctorat en Génie des Systèmes Industriels (GSI).

Van Dijke, J. et al., 2012. Certification of Automated Transport Systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, pp.3461–3470.

Wood, S. et al., 2012. The Potential Regulatory Challenges of Increasingly Autonomous Motor Vehicles. *Santa Clara Law Review*, 52(4), p.1423.