

Ed SMAER

Sujet de thèse 2013

Laboratoire : LPEM - groupe Instrumentation (UMR 8213)

Établissement de rattachement : ESPCI / UPMC / CNRS

Directeur de thèse et section CNU ou CNRS : Stéphane Holé / 63^{ème} section

Codirection et section CNU et CNRS : Emmanuel Géron et Thierry Ditchi - 63^{ème} section

Titre de la thèse : Étude et réalisation d'un système coopératif pour le positionnement d'un véhicule sur sa voie

Collaborations dans le cadre de la thèse : Néant

Rattachement à un programme : Néant

Le sujet peut être publié sur le site web de l'EDSMAE : OUI / ~~NON~~ rayer la mention inutile.

Résumé du sujet

Le LPEM étudie un dispositif visant à réduire le nombre d'accidents par sortie de route en fournissant au conducteur ou au système d'aide à la conduite la position du véhicule sur sa voie. Diverses approches sont actuellement explorées dans le monde mais elles présentent des inconvénients ou des limitations fortes du fait de leur sensibilité aux perturbations climatiques ou environnementales.

Un premier dispositif utilisant le magnétisme a été étudié au LPEM et a montré de très bonnes performances de positionnement. Cependant, son implantation sur les routes s'est avérée problématique.

Le second dispositif étudié actuellement au LPEM permet également de faire coopérer un véhicule et l'infrastructure sur laquelle il roule, en utilisant une interaction électromagnétique entre la route et le véhicule. Des transpondeurs de surface intégrés dans les bandes blanches de la chaussée "communiquent" avec le véhicule. Cette étude a fait l'objet d'une première thèse qui s'achève en 2013. Les premiers résultats montrent un positionnement suffisamment précis du véhicule en environnement de laboratoire contrôlé et peu perturbé.

Durant la thèse proposée, il faudra améliorer les traitements des signaux pour étendre la gamme de distance. Il sera ensuite nécessaire de tester la réponse du système en présence d'eau sur la chaussée ou en fonction des revêtements possibles. Il faudra notamment développer une nouvelle antenne dans le transpondeur possédant une bande passante plus large pour tenir compte de ces paramètres. Le système devra ensuite être validé en conditions réelles, c'est-à-dire embarqué à bord d'un véhicule. Il faudra pour cela développer une électronique hyperfréquence à intégrer dans le prototype, équiper un véhicule de test et effectuer des mesures sur route pour valider le système complet.

mots clefs : automobile, électromagnétisme, hyperfréquence, RFID, électronique numérique, systèmes, traitement des signaux

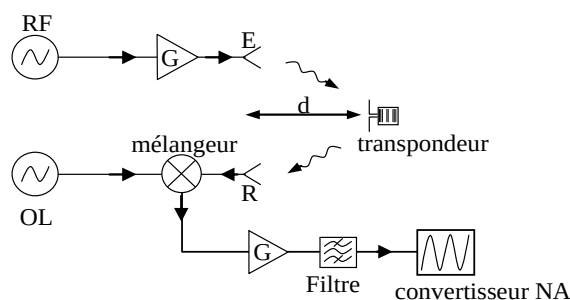
Sujet développé

Les accidents par sortie de route représentent selon les statistiques 30% à 40% des sinistres. Les sorties de route peuvent être provoquées par des erreurs humaines telles que l'endormissement du conducteur ou une vitesse excessive, ou par des problèmes techniques comme un défaut d'adhérence. C'est pour cette raison qu'un important effort de recherche est fait afin d'étudier des systèmes visant à déterminer précisément la position latérale du véhicule sur la route dans le but d'avertir le conducteur ou d'agir sur la direction ou le freinage afin de corriger automatiquement la trajectoire.

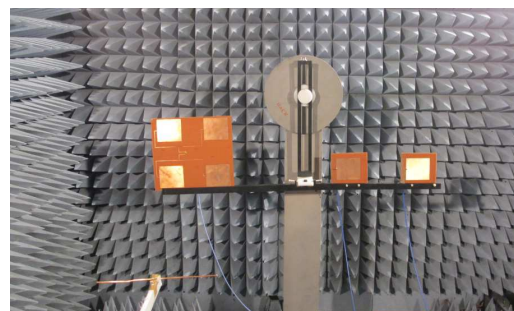
Diverses approches ont été explorées dans le monde, par exemple en utilisant des systèmes vidéo ou GPS. Elles présentent des inconvénients ou des limitations fortes du fait de leur sensibilité à certaines perturbations, comme le brouillard, la neige, les arbres, les tunnels, ou encore l'eau.

Les systèmes basés sur la coopération véhicule-infrastructure peuvent par contre permettre d'atteindre l'objectif désiré. Le LPEM a ainsi développé un dispositif utilisant le magnétisme qui a montré de très bonnes performances de positionnement. Le magnétisme est bien adapté pour cette application puisqu'il est insensible aux perturbations environnementales. Le système comporte un dispositif embarqué dans le véhicule capable de détecter les marqueurs déposés sur la chaussée sous la forme d'une bande magnétique. Néanmoins, le champ magnétique décroît rapidement comme le cube de la distance à la source, il est donc nécessaire de déposer cette bande sur l'axe central de la chaussée ce qui, de nuit, risque de tromper le conducteur à cause du pouvoir réfléchissant de la bande, différent de celui du revêtement routier.

Un second dispositif est actuellement étudié au LPEM permettant également de faire coopérer un véhicule et l'infrastructure sur laquelle il roule, en utilisant une interaction électromagnétique entre la route et le véhicule [1, 2]. Ce système est composé de transpondeurs passifs fins, intégrables dans les bandes blanches latérales et d'un dispositif embarqué dans le véhicule en interaction avec eux. L'interaction utilisée est cette fois de type hyperfréquence. Comme le montre la Figure ci-dessous, le dispositif embarqué contient une antenne d'émission et de réception, positionnées dans un même plan. Une source UHF génère un signal de fréquence variable. L'onde est émise en direction du transpondeur disposé sur la route puis réfléchi par celui-ci. La fréquence de l'onde reçue par le récepteur est abaissée dans un mélangeur. Le signal BF amplifié et filtré est numérisé, traité puis analysé pour en extraire la distance parcourue. Un filtre à onde de surface (SAW) intégré dans le transpondeur "marque" le signal qui s'y réfléchit, ce qui permet d'améliorer l'analyse du signal.



Dispositif expérimental.



Mesures en chambre anéchoïque

Cette étude a fait l'objet d'une première thèse qui s'achève en 2013. Les résultats montrent un positionnement suffisamment précis du capteur par rapport à la position des transpondeurs dans un environnement de laboratoire contrôlé et peu perturbé.

La thèse proposée ici est la poursuite de cette recherche.

Les algorithmes développés permettent de déterminer le positionnement du véhicule à la longueur d'onde prêt. D'autres algorithmes ont été imaginés et validé théoriquement pour étendre la gamme de distance. Ceux-ci ont été partiellement mis en œuvre et expérimentés. La première étape de la thèse consistera donc à valider ces nouveaux algorithmes par des expériences supplémentaires en environnement contrôlé.

L'eau et la neige déposée sur la route ou le revêtement de la chaussée peuvent modifier les caractéristiques des transpondeurs. Certains éléments, comme l'antenne intégrée, nécessitent donc une adaptation tenant compte des conditions climatiques pouvant régner sur les infrastructures routières. La seconde étape de la thèse devra donc valider le système en réalisant une étude exhaustive en fonction des paramètres environnementaux.

Par la suite, il faudra réaliser une tête hyperfréquence d'émission-réception plus compacte que l'appareillage de laboratoire utilisé jusque là, un dispositif d'acquisition des signaux et enfin développer une unité de traitement numérique.

Finalement, pour valider le prototype, le système devra être intégré dans un véhicule afin de procéder à des campagnes de mesures sur route par tout temps en partenariat avec un industriel.

La validation jusqu'au prototype final permettra une mise en œuvre industrielle avec, à la clef, de nombreuses vies sauvées.

[1] N. Houdali, T. Ditchi, E. Géron, J. Lucas and S. Holé, *Road-vehicle cooperation for lateral guidance*, PIERS 2013, Taipei, march 2013

[2] N. Houdali, T. Ditchi, E. Géron, J. Lucas and S. Holé, *Système coopératif Infrastructure - véhicule d'assistance à la conduite*, 18èmes Journées Nationales Microondes, Paris, Mai 2013