

Forum THNS 2012 – Shanghai

Le progrès des études sur la synergie entre les automobiles et les routes

WU Zhizhou, Centre de recherche sur le système de transport intelligent, Université de Tongji

Cet article présente les recherches effectuées par l'Université de Tongji et les évolutions au sujet du système des véhicules connectés, durant ces dernières années. Il est principalement divisé en 5 parties : La première est une présentation sur le véhicule connecté et l'apport d'internet ; la deuxième concerne la structure du système expérimental de véhicule connecté ; la troisième décrit la plate-forme expérimentale de l'Université de Tongji ; la quatrième concerne la recherche d'applications en milieu urbain ; la cinquième est consacrée aux remarques, aux recommandations, et à la conclusion et perspectives.

La présentation du véhicule connecté

Aujourd'hui, il existe de nombreux termes anglais pour décrire l'internet de la mobilité (Mobility Internet), le réseau de véhicules connectés (Connected Vehicle Network), l'Internet des véhicules (Internet of Vehicles) et l'Internet des objets (Internet of Things). Durant la période de développement des systèmes de transport intelligents (STI), l'Internet des véhicules a été considéré comme la référence de l'Internet des objets et le transport intelligent a été considéré comme l'exemple clé de la ville intelligente.

Le véhicule connecté s'inscrit dans le système d'infrastructure des véhicules coopératifs (CVIS ou Cooperative Vehicle Infrastructure System). C'est un système coopératif entre le véhicule et l'infrastructure routière. Dans le passé, il avait pour nom, aux Etats-Unis, VII (Vehicle Infrastructure Integration ou l'intégration de l'infrastructure des véhicules). Maintenant il est appelé le véhicule connecté (Connected Vehicle).

比较点	车联网	车路协同
英文表示	<i>Mobility Internet/</i> Connected Vehicular Network/ Internet of Vehicles/ Web of Vehicles/ Vehicle Enable Network/ Vehicles to Any	<i>Cooperative Vehicle Infrastructure</i> System/ Vehicle Infrastructure Integration/ Connected Vehicle
一般定义	车辆上的电子标签通过RFID等识别技术, 实现在信息网络平台上对所有车辆的属性信息和静、动态信息进行提取与有效利用, 并根据不同的功能需求对所有车辆的运行状态进行有效的监管和提供综合服务	运用交通工程、无线通信、自动控制等技术, 实现人-车-路及环境之间信息交互, 使交通达到安全、通畅和环保及效率化
		

Figure 1 la comparaison entre l'Internet des véhicules et le système coopératif de véhicules I

Qu'est-ce que l'Internet des véhicules? Il consiste à fournir une étiquette électronique à une voiture pour permettre à cette voiture de communiquer avec le poste de contrôle du réseau routier et à une plateforme d'identification.

Qu'est-ce que le véhicule connecté? C'est une application des STI. Elle fait appel à des technologies de la communication et au contrôle automatique pour réaliser les échanges de données entre "personne"- "voiture"- "route". Son objectif final est d'améliorer la sécurité, la fluidité du trafic, la protection de l'environnement et l'efficacité, autrement dit, le développement durable.

比较点	车联网	车路协同
信息中心	需要信息中转中心	可有可无
应用侧重	侧重于管理 车辆跟踪 周边信息服务 车队监管 物流运输 娱乐终端 车辆防盗	侧重于服务 (安全应用) 交叉口碰撞避免 前方碰撞警告 超车换道辅助 紧急事件广播辅助 VIP车辆协调控制 车队协调通行
可靠性要求	中	高 (涉及安全应用)
发展问题	普及度、信息安全、标准制定	
共同发展趋势	车路联网与协同	

Figure 2 la comparaison entre l'Internet des véhicules et le système coopératif de véhicules

Nous pouvons donner une explication plus concrète :

L'Internet des véhicules décrit un système, fonctionnant avec une étiquette électronique et un réseau de communication, conçu autour de la technologie coopérative, permettant à chaque élément du système de transport (voiture, conducteur, éléments de signalisation) de coopérer activement afin d'augmenter la sécurité et d'optimiser la conduite. Le terme « véhicule connecté » concerne la communication privée du véhicule. Dans l'univers de l'internet du véhicule, une voiture est un nœud de réseau alors que les véhicules connectés et l'infrastructure disposent d'un réseau radio dédié. .

Sur le plan des technologies, l'internet des véhicules fait appel aux technologies RFID, au positionnement GPS et à la technologie de communication mobile. Le véhicule connecté fait, en

outre, appel à la technologie de l'aide à la conduite et d'identification des comportements de conduite.

Les deux notions reposent sur une plateforme. Dans l'internet des véhicules, il s'agit du centre de contrôle de la circulation. Le concept du véhicule connecté attache une grande importance à la sécurité, avec des applications concernant, par exemple, l'évitement de la collision au franchissement des carrefours, la prévention de la collision frontale, l'aide aux chauffeurs quand ils veulent dépasser ou changer de files, la diffusion des urgences par radio...

比较点	车联网	车路协同
主要通信方式	RFID (Radio Frequency Identification)、GPRS、3G、4G	DSRC (Dedicated Short Range Communications)、4G
主要组网形式	中继转发	车用自组织网络VANET (Vehicular Ad-hoc NETWORK)、中继转发
关键技术	传感器技术 RFID技术 无线传输技术 GPS定位技术 移动通信技术 车载网络终端技术 语音技术 云计算及服务端整合技术 互联网技术	传感器技术 DSRC技术 精确 GPS定位技术 信号控制技术 决策支持技术 智能车辆技术 驾驶行为识别 车辆轨迹级数据
传输距离要求	较长距离 远距离通信的电信 (Telecommunications)	短程 主要使用DSRC进行信息交互
对延迟要求	低 (可允许数秒)	高 (100ms)

Figure 3 la comparaison entre Internet des véhicules et le véhicule connecté III

L'internet des véhicules est, en fait, l'élément de base du véhicule connecté. Dans la figure ci-dessous, nous pouvons voir que les voitures peuvent communiquer entre elles et qu'elles peuvent transmettre des informations aux équipements installés dans les infrastructures routières aussi bien qu'en recevoir de ces dernières.

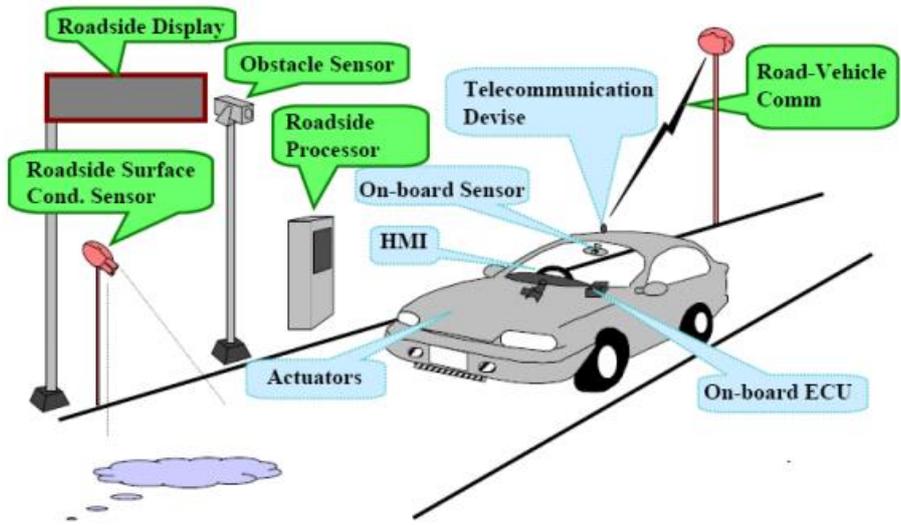


Figure 4 Internet des véhicules et le véhicule connecté

Structure type du système expérimental du véhicule connecté

Un des éléments du système du véhicule connecté est une *unité embarquée*, qui permet d'échanger des informations et recevoir des services d'information ; un autre élément est la *structure de bord de route*, le *centre de traitement de bord de route*, qui peut réaliser l'accès des informations, assurer la convergence des informations et ses transmissions ; il y a aussi une structure physique, le *centre de contrôle*.

Le *réseau de communication* est important. Il permet d'établir les liens nécessaires au transfert d'informations entre les véhicules, les structures de bord de route et le centre de contrôle.



主要由车载单元、路侧单元、控制中心三大部分组成，车载单元与路侧单元之间的信息交互主要使用DSRC技术，外场设备与控制中心主要使用3G技术。

Figure 5 la structure matérielle de la plate-forme expérimental du système du véhicule connecté

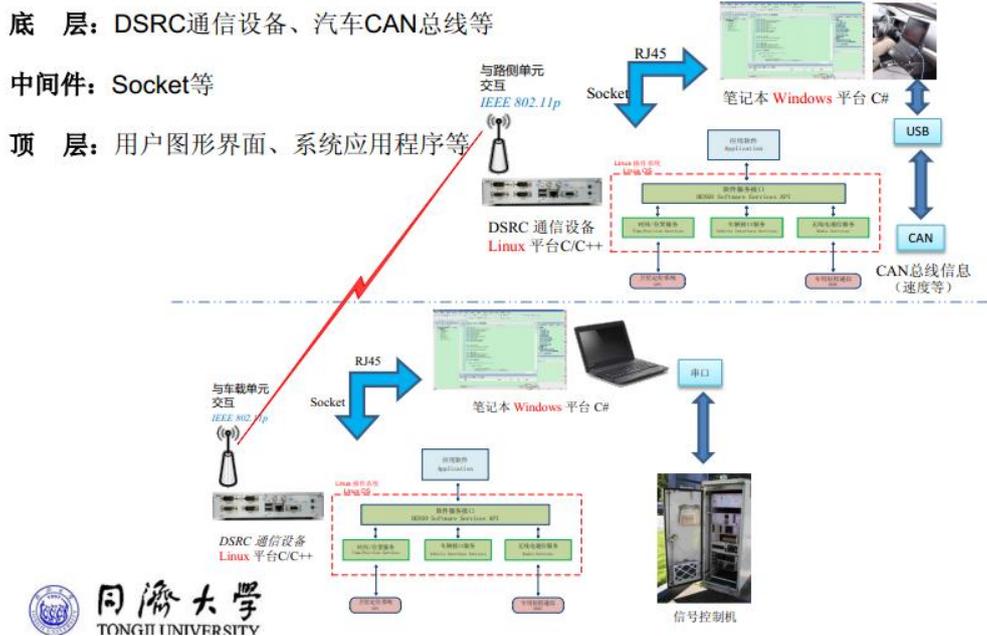


Figure 6 la structure logicielle pour l'expérimentation du système du véhicule connecté

La plateforme expérimentale de l'Université de Tongji

La figure 7 décrit la plate-forme d'essai de CVIS de l'Université de Tongji qui a été développée dans « le projet 985 ». Cette plate-forme dispose de plusieurs applications :

- la première est l'évitement de la collision aux carrefours ;
- la deuxième, l'aide aux conducteurs lorsqu'ils souhaitent changer de file et que la visibilité est mauvaise ;
- la troisième, la diffusion des urgences par radio et sur écran.

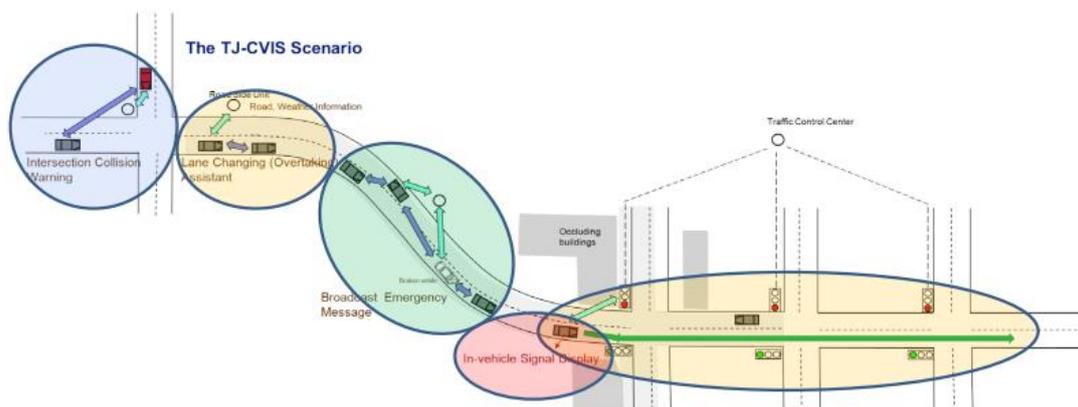


Figure 7 La plate-forme d'essai de CVIS de l'Université de Tongji

La figure 8 illustre l'application « évitement de la collision aux carrefours ». Il s'agit de carrefours sans signalisation. Nous avons réalisé le test au carrefour de la porte du campus Jiading de l'Université de Tongji,



Figure 8 : l'évitement de la collision dans le carrefour (application sécurité)

La diffusion des urgences par radio : quelques tests ont été réalisés pour montrer comment une voiture pourra envoyer des informations aux autres voitures proches dans le contexte du système d'Internet des véhicules, c'est-à-dire, la relation de l'un-à-plusieurs, de plusieurs-à-un, d'un-à-un. Par exemple, dans la figure 9 ci-dessous, nous simulons une voiture qui a eu un accident et cherchons comment les automobilistes qui sont à proximité vont en être informés. Nous réalisons des tests sur la fiabilité de la communication, sur l'efficacité de la transmission des données et sur le volume de la transmission.

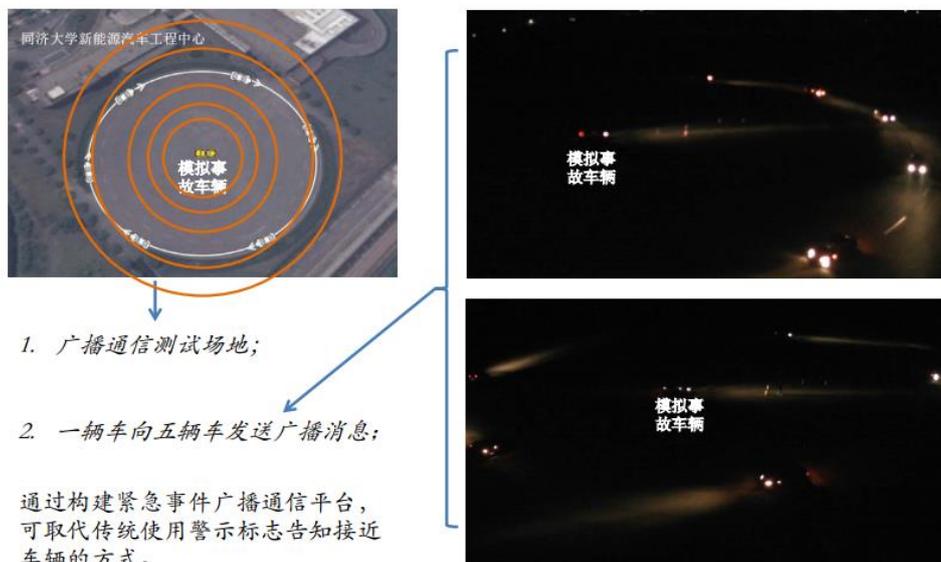


Figure 9 la diffusion des urgences par radio (application sécurité)

La figure 10 montre la plate-forme de communication multi-voitures qui est testée sur l'application sécurité et efficacité dans la ville de Taicang avec cinq voitures.



Figure 10 La plate-forme de communication multi-véhicules (application efficacité et sécurité)

Un autre point, si l'information de sécurité est affichée sur l'écran du terminal de bord, il faut s'assurer qu'elle est bien adaptée au chauffeur. Donc, il faut analyser les réactions du chauffeur pendant le processus de conduite, par exemple la dilatation des pupilles, avec des données fournies par les équipements de capture installés dans la voiture.



Figure 11 l'analyse des réactions du chauffeur dans le contexte du système du véhicule connecté (application sécurité)

Dans l'application concernant l'information pour changement de file : si le conducteur change de file, il ne sait peut-être pas s'il y a un véhicule dans le sens opposé, qui a également fait une demande de changement de file. Comment les conducteurs peuvent-ils parvenir à un accord tacite ? Des tests ont été réalisés sur le campus.



Figure 12 l'aide au conducteur quand il veut changer de file (application sécurité et efficacité)

Nous faisons un pré-test sur la fiabilité et la stabilité de la transmission des données du transport en temps réel sur une voie intérieure du campus pour collecter des informations holographiquement et en temps réel. La figure 13 illustre le scénario de test.



Figure 13 la perception des informations holographiques de transport dans le contexte du système du véhicule connecté

Nous avons aussi réalisé un test sur la priorité liée à l'urgence : les véhicules de pompiers, les ambulances bénéficient d'une priorité absolue. Ils se signalent actuellement par une sirène. Avec ce système de véhicule connecté, leur sera-t-il possible de donner un signal pendant leur déplacement

pour modifier les feux de circulation et demander la priorité ? En outre, nous avons fait quelques tests réels sur la transmission des informations des données vidéo sans fil dans le carrefour.



Figure 14 le test du contrôle du signal prioritaire aux carrefours et de la transmission des données sans fil (application de l'efficacité)

La recherche d'applications dans le trafic urbain

Voici quelques scénarios et tests sur lesquels nous travaillons :

- Application du secours d'urgence dans le contexte du système du véhicule connecté : en cas d'accident informer très rapidement le véhicule sanitaire (ambulance) et lui donner la priorité ; lui permettre de communiquer avec le centre hospitalier pour qu'il puisse fournir un diagnostic en ligne.(illustration, figure 15).

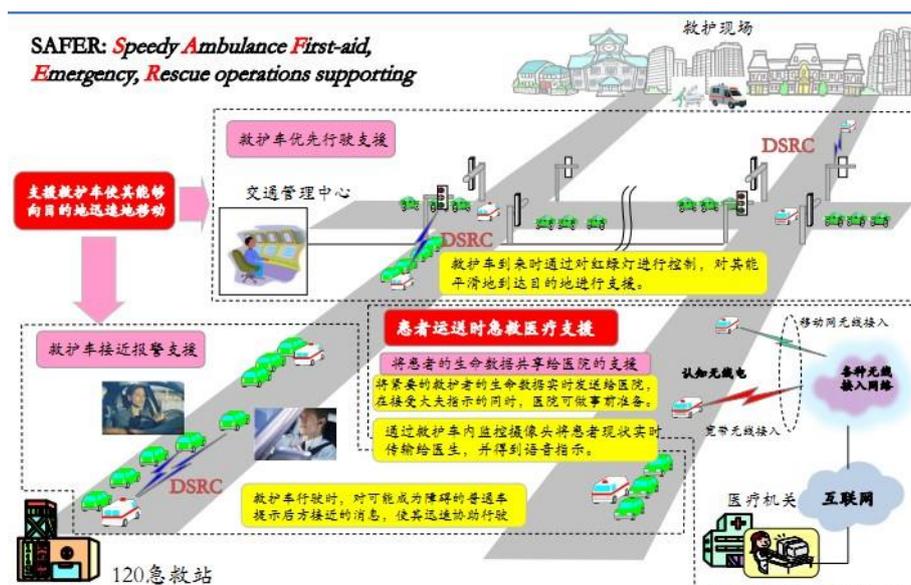


Figure 15 La conception du secours d'urgence dans le contexte du véhicule connecté

Pour ce test, nous utilisons quelques unités embarquées. La voiture peut recevoir les conditions de circulation qui sont diffusées par le centre de contrôle en temps réel pour déterminer la position de l'ambulance et de la voiture. Le système pourra montrer et diffuser cette position grâce à l'utilisation de la communication entre les voitures.

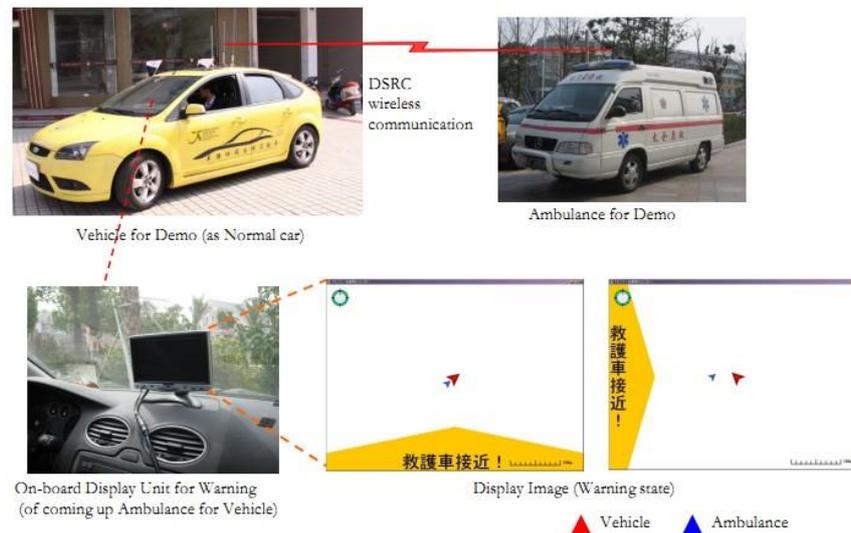


Figure 16 le test du secours d'urgence dans le contexte du système du véhicule connecté

- Le changement de file, la priorité aux carrefours, la priorité du véhicule VIP et l'évitement de la collision dans le contexte du système du véhicule connecté

En mars 2012, nous avons fait le deuxième test relatif à la sécurité et l'efficacité de la conduite dans des conditions réelles. Il comportait quatre séquences :

- l'aide au changement de file : par exemple, s'il y a un véhicule d'urgence qui veut changer de file et que la voiture qui le précède souhaite également changer de file, le système envoie à cette dernière un signal pour la prévenir de l'arrivée de la voiture d'urgence, ce qui permettra au chauffeur de modifier son intention.
- L'évitement de la collision aux carrefours sans signalisation : les chauffeurs peuvent communiquer avant d'arriver au carrefour
- la priorité du véhicule VIP, sur la route
- La priorité au feu, c'est-à-dire, le changement des feux quand le véhicule VIP approche.



Figure 17 4 scènes de test

1) l'installation et le débogage des équipements de l'unité de bord de route



Figure 18 l'installation et le débogage des équipements de l'unité de bord de route

2) l'aide au changement de file

Le véhicule VIP veut dépasser la voiture qui le précède alors que le chauffeur de cette dernière met son clignotant et se prépare à changer de file. Le véhicule VIP envoie un signal d'avertissement ; le chauffeur de la voiture qui le précède annule le clignotant quand il reçoit le message ; dès lors, le véhicule VIP peut la dépasser en maintenant sa vitesse et sa direction initiales

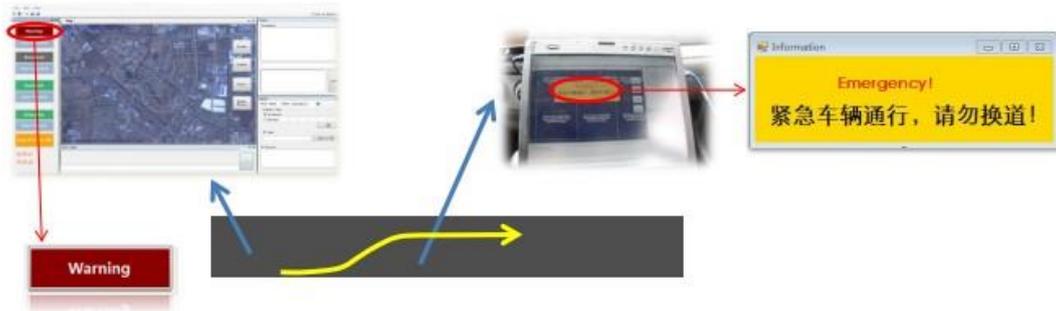


Figure 19 la scène du test de l'aide du changement de la voie

3) l'évitement de la collision au carrefour

Le chauffeur du véhicule VIP conduit la voiture de nord au sud dans la rue Changchun jusqu'au milieu de la route de test, le système diffuse automatiquement aux autres voitures le message de l'approche du véhicule VIP ; quand d'autres voitures reçoivent le message d'avertissement, leurs chauffeurs vont arrêter leur voiture pour laisser le véhicule VIP passer en priorité.

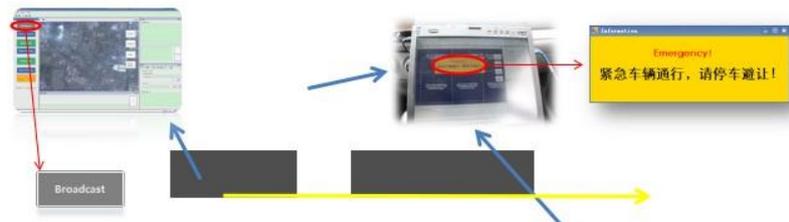


Figure 20 le test de l'évitement de la collision dans le carrefour

4) L'accès prioritaire du véhicule VIP dans la route principale

Le chauffeur du véhicule VIP conduit la voiture de nord au sud dans la rue Changchun jusqu'à l'église chrétienne et la porte de l'école secondaire de la ville de Taicang. Le système diffuse manuellement le message d'avertissement du véhicule VIP. Quand d'autres voitures reçoivent le message d'avertissement, leurs chauffeurs vont laisser le véhicule VIP passer en priorité.



Figure 21 la scène du test du l'accès prioritaire du véhicule VIP dans la route principale

5) le signal prioritaire du véhicule VIP

Le chauffeur du véhicule VIP conduit la voiture du nord au sud de la rue Changchun jusqu'au carrefour de la route Xianfu-Changchun et de la route Xinhua-Changchun. Le système envoie un message automatiquement aux autres voitures pour permettre aux véhicules VIP de passer en priorité ; simultanément il va informer le véhicule VIP qu'il dispose de la priorité.

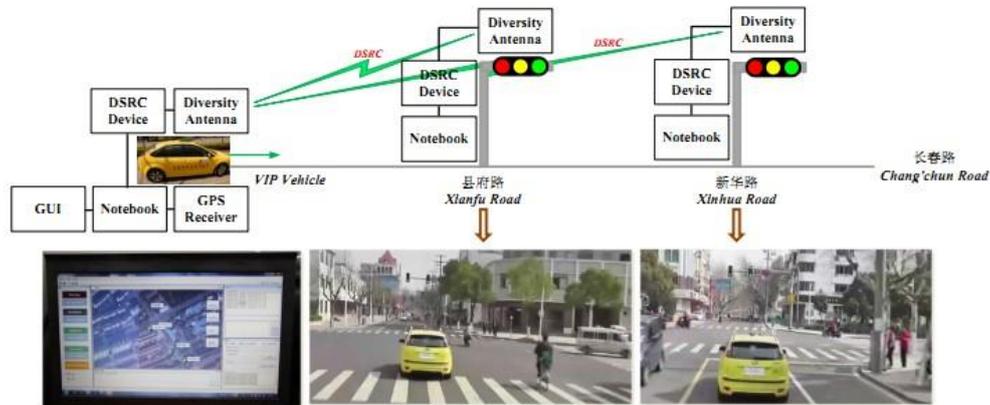


Figure 22 la scène du test du signal prioritaire du véhicule VIP

Conclusion et perspectives

Le système de l'Internet des véhicules et du véhicule connecté ont la même finalité : répondre aux trois impératifs du transport que sont la sécurité, l'efficacité, l'économie d'énergie et la protection de l'environnement.

Dans le système de l'Internet des véhicules, la voiture est considérée comme un objet qui est enregistré sur un réseau ; l'objectif du système est de permettre la collaboration entre la voiture et la route. Le système de l'Internet des véhicules attache une grande importance à la gestion et au contrôle.

Par contre, le système du véhicule connecté met l'accent sur les services qui contribuent à améliorer la sécurité et l'efficacité. On peut envisager que, dans le contexte du système du véhicule connecté, les voitures de prochaine génération pourront percevoir holographiquement la situation du réseau de transport. De plus, les systèmes de transport intelligents de prochaine génération permettront aux voitures de coopérer, et offriront des plateformes d'aide à la décision, ce qui constituera une révolution dans le monde de la gestion du trafic urbain et interurbain.

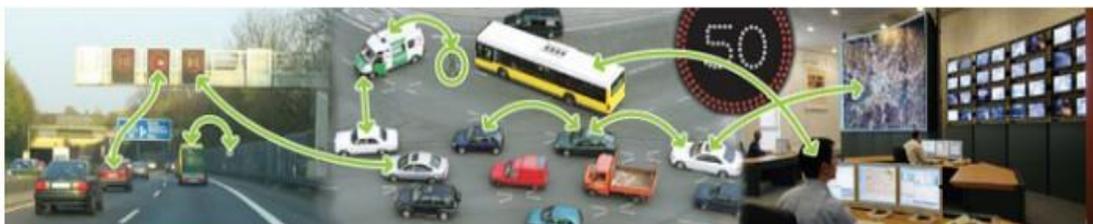


Figure 23 le système du transport du routier intelligents dans le contexte du système du véhicule connecté

La prochaine étape de la phase actuelle de recherche est dédiée à la poursuite des tests dans des sites fonctionnant en temps réel. Les prochains tests auront lieu fin mars 2013 et certains seront réalisés avec des bus.

Nous espérons que des véhicules connectés pourront bientôt être industrialisés. Les Universités et centres de recherche réalisent des prototypes. Les autorités politiques définissent des priorités. Les industriels doivent être informés et formés. Notre Forum sur le Transport à Haut Niveau de Service peut y aider.

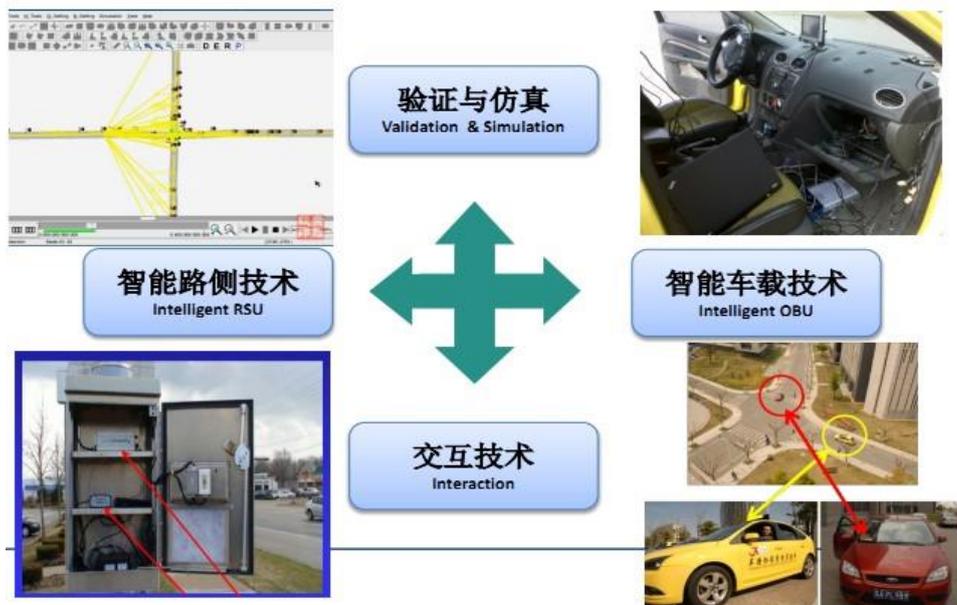


Figure 24 la recherche sur le système du véhicule connecté

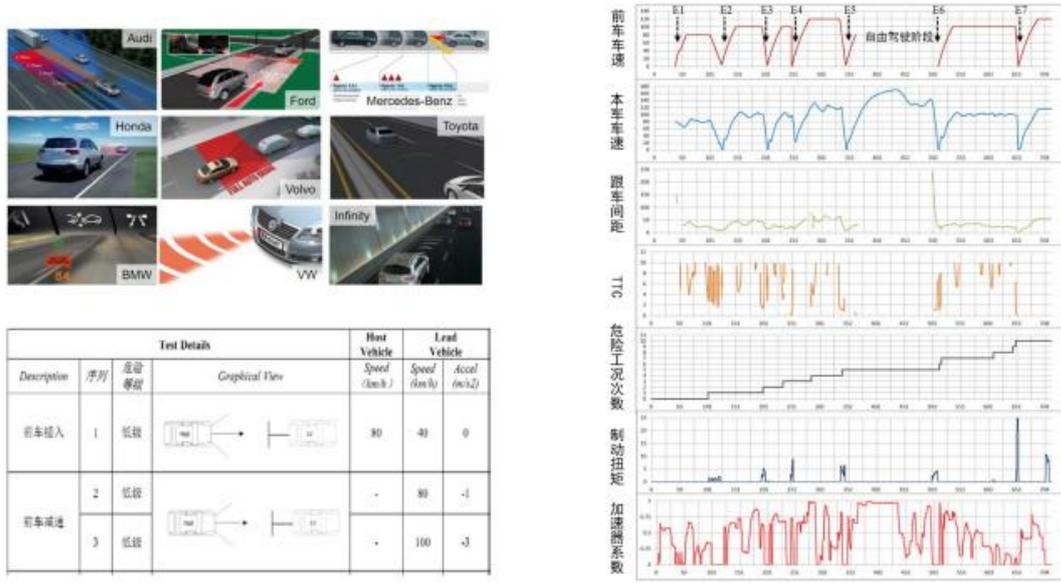


Figure 25 le test des données

产(I)	形成应用产业，推广应用技术
学(U)	引领技术创新，占领核心技术制高点
研(R)	技术转化与产品样机研制，产业化的奠基石
政(G)	制定发展规划，推动车路协同技术发展

Figure 26 L'alliance stratégique du développement des technologies du véhicule connecté chinois