



Université des Sciences et de la Technologie Houari

Boumediene U.S.T.H.B

Faculté de Génie Électrique et d'Informatique

Département d'Informatique

Université Paris Descartes

École Doctorale d'Informatique, Télécommunications et Électronique

THESE EN COTUTELLE

Présentée pour l'obtention du grade de :

DOCTORAT

Spécialité : Informatique Mobile

Réalisée Par :

Mme. BENAIDJA AMIRA

Sujet

**Echange d'informations en temps réel dans les
réseaux de véhicules**

Soutenue publiquement le : 05 Septembre 2016, devant le jury composé de :

Pr N. BADACHE

Pr S. MOUSSAOUI

Pr F. NAÏT-ABDESSELAM

Pr P. LORENZ

Pr A. SERHOURCHNI

Dr S. BITAM

Dr F. BOUYAKOUB

Président

Directrice de thèse

Co-directeur de thèse

Rapporteur

Examineur

Rapporteur

Invité

2015-2016

RÉSUMÉ

Les réseaux véhiculaires, connus sous le terme VANETs, sont des réseaux impliquant des communications entre deux ou plusieurs véhicules et éventuellement une communication avec des éléments d'infrastructure sur la route. Récemment, le concept de systèmes de transport intelligents (STI) a connu beaucoup d'intérêt. Les STI sont des systèmes utilisant les nouvelles technologies de communication sans fil appliquées au domaine du transport pour améliorer la sécurité routière, la logistique et les services d'information. Des défis majeurs ont besoin cependant d'être abordés pour offrir une communication sur la route sécurisée et fiable dans des environnements anonymes et quelquefois hostiles à la communication. Comme dans tout système de communication, les réseaux véhiculaires doivent opérer en respectant des contraintes en termes de qualité de service. Ces contraintes sont d'autant plus strictes quand il s'agit de fournir des services de sécurité sur la route.

Ce projet vise à développer des techniques de communication véhiculaires pour le transfert des informations de manière fiable entre véhicules roulant à grande vitesse tout en contrôlant la surcharge du réseau. Ces techniques visent la prise en compte des contraintes temporelles sur les délais de transfert afin d'envisager leur utilisation dans des applications critiques telle que la sécurité sur la route.

Pour ce faire, cette thèse propose d'abord un protocole optimal de dissémination de messages d'urgence pour les VANETs. Il est basé sur une stratégie de diffusion qui exploite les véhicules sur la direction opposée afin d'accélérer la dissémination du message d'urgence tout en réduisant le nombre de transmissions. Ainsi, et dans le but d'assurer une dissémination fiable et à faible surcoût, une technique de retransmission périodique intelligente permettant l'adaptation du protocole proposé à différentes densités du trafic routier est proposée.

Dans un second volet, ce projet propose une approche hybride de dissémination de messages d'urgence qui combine alternativement les avantages des deux principales approches de dissémination existantes (Sender-oriented et Receiver-oriented dont notre première proposition fait partie) afin de garantir une transmission fiable des alertes tout en réduisant les délais. Les approches Receiver-Oriented qui sont les plus adaptées pour les applications de sécurité dans les VANETs peuvent minimiser la latence et les limitations des approches Sender-Oriented. Mais, ils doivent aussi mieux exploiter les apports des messages hello (beacons) échangés dans la technologie IEEE802.11p. Ainsi, et dans le but de surmonter les limites des approches de retransmissions périodiques et celles de relais- multiples afin d'assurer des échanges fiables de messages de sécurité tout en réduisant la surcharge de la bande passante, nous introduisons un nouveau mécanisme DR/BDR (Designated Relay/Backup Designated Relay). Le BDR, dans ce mécanisme, doit remplacer le DR et assurer sa tâche quand il détecte, à travers les beacons colorés échangés, l'échec de ce dernier dans la dissémination du message d'urgence.

Mots-clés : VANETs, applications de sécurité, messages d'urgence, délai, fiabilité, IEEE802.11p, approche hybride, mécanisme DR/BDR.

ABSTRACT

Vehicular Ad hoc NETWORKS (VANETs) have gained considerable attention in the past few years due to their promising applications such as safety warning, transport efficiency or mobile infotainment. Avoiding accidents and traffic jams are two main immediate benefits of vehicular networks. For instance, most drivers would like to receive real-time alerts about accidents happening at a short distance in front of their vehicles since these accidents could lead to collision chains involving tens of vehicles. Also, the ability to receive an alert about a potential traffic jam would allow drivers to take alternate routes, saving both time and fuel. In both cases, warning messages should be broadcasted to all vehicles traveling over a geographical area, and need to be delivered with high reliability, low delay and low overhead. It is therefore important to develop a reliable and efficient safety information dissemination protocol in vehicular networks. Due to the vehicle mobility and lossy wireless channel, highly reliable, scalable and fast multi-hop broadcast protocol is very challenging to design. A number of solutions have been proposed in the past few years. However, the tradeoff between reliability and efficiency in such solutions needs to be carefully considered.

This thesis presents an optimal protocol for the broadcast of safety messages in VANETs. Optimality, in terms of delay and transmission count, is achieved using a broadcast strategy that exploits opposite vehicles. To carry out reliable and efficient broadcast coordination, intelligent periodic rebroadcasts, which effectively adapt our protocol to sparse and dense networks, are proposed. Simulations are conducted and results are presented to show that it has a better performance over existing competing protocols.

As a second contribution, we propose an alternative Receiver-Sender approach that combines advantages of the two existing dissemination approaches (Sender-oriented and Receiver-oriented to which our first proposal belongs) to ensure low latency and high reliability. The proposal can use any sender or receiver oriented protocol but the same selected one is used during all the dissemination process. In order to overcome the unreliability and broadcast overhead generated by periodic rebroadcasts and multiple relays schemes, we introduce a DR/BDR (Designated Relay/Backup Designated Relay) mechanism where the BDR has to replace the DR when detecting, from exchanged colored beacons, its failure in informing concerned vehicles.

Keywords– VANETs, safety applications, warning messages, delay, reliability, hybrid alternative Receiver-Sender approach, IEEE802.11p, colored DR/BDR mechanism.

Table des matières

Liste des figures	VII
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des acronymes.....	IX

Chapitre 1.

Introduction générale 1

1.1. Contexte et problématique	3
1.2. Contribution de la thèse	5
1.3. Plan de la thèse.....	6

Chapitre 2.

Dissémination de messages d'urgence..... 7

2.1. Introduction.....	8
2.2. Introduction à la dissémination	9
2.2.1. Les types de la dissémination	11
A. Dissémination pour des applications de confort	12
B. Dissémination de messages d'urgence.....	13
2.3. Solutions proposées pour la dissémination de messages d'urgence	17
2.4. Synthèse.....	20
2.5. Conclusion	22

Chapitre 3.

OAG : un protocole de dissémination de messages d'urgence dans les VANETs.....23

3.1. Introduction.....	24
3.2. Environnement et hypothèses	26
3.3. Principes de base du protocole OAG	27

3.4. Description du protocole OAG	30
3.4.1. Cas de la fragmentation du réseau	33
3.4.2. Mise à jour dynamique de la période $\Delta\theta$ du relais	36
3.4.3. La communication indirecte entre les relais	38
3.4.4. Les cas du véhicule intermédiaire et le comportement de OAG	40
3.4.5. Les cas de dépassement (overtake)	51
3.4.6. La périodicité dynamique du véhicule initiateur	53
3.4.7. Fonctionnement globale et Algorithme de OAG	55
3.5. L'adaptabilité de notre protocole aux routes unidirectionnelles	64
3.6. Evaluation des performances	64
3.6.1. Environnement de simulation	65
3.6.2. Résultats et interprétation	66
3.6.3. Synthèse	74
3.7. Conclusion	75

Chapitre 4.

RSDB : Approche hybride de dissémination de messages d'urgence dans les VANETs	77
4.1. Introduction	78
4.2. DSRC et IEEE802.11P (WAVE)	79
4.3. Approche RSDB 'Hybrid alternative Receiver-Sender approach with a colored DR/BDR mechanism'	83
4.3.1. Environnement et hypothèses	84
4.3.2. L'approche hybride alternative Récepteur-Emetteur 'Hybrid alternative Receiver-Sender approach'	85
4.3.3. Le mécanisme DR/BDR coloré 'Colored DR/BDR mechanism'	87
4.4. Evaluation des performances	92
4.4.1. Paramètres de simulation	92
4.4.2. Résultats de simulation	93
4.5. Conclusion	97

Chapitre 5. Conclusions et Perspectives.....98

5.1. Conclusions	99
5.2. Perspectives	100
Liste des Références	102
Annexe Formules mathématiques du protocole OAG (chapitre3)	106