

N° d'ordre : .../2016

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et Informatique

THÈSE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT

En : INFORMATIQUE

Spécialité : Programmation et Systèmes

par

Zouina DOUKHA

Intitulée

VANETs: Les réseaux inter véhiculaires

Soutenue le .././2016, devant le Jury composé de :

Prof. Nadjib BADACHE	USTHB	Président
Prof. Samira MOUSSAOUI	USTHB	Directrice de thèse
Prof. Sherali ZEADALLY	UKY	Codirecteur
Dr. Mohamed AISSANI	EMP	Examineur
Dr. Fayçal BOUYAKOUB	USTHB	Examineur
Dr. Nadia NOUALI	CERIST	Examinatrice
Dr. Nasreddine LAGRAA	UATL	Examineur

Résumé

La sécurité routière est une préoccupation majeure des autorités à travers le monde. Elle requiert des mesures strictes en termes d'infrastructures routières, de qualité des véhicules et du respect du code de la route. Malgré les efforts déployés en vue de diminuer les accidents de la routes, ils continuent à cueillir des centaines de milliers de morts et de blessés au niveau mondial. Les réseaux véhiculaires possèdent un potentiel important pouvant réduire considérablement les dangers de la route voir les éliminer. Dans ce contexte, la dissémination est un outil indispensable pour propager en temps réel des informations utiles sur le trafic routier. Ce travail couvre deux types de dissémination: la dissémination d'alertes et le beaconing. L'objectif de la dissémination d'alertes est de propager une information urgente, générée suite à un constat de danger potentiel, à travers un ensemble de véhicules roulant dans la direction du danger. Dans ce contexte, notre contribution consiste en une étude détaillée des techniques proposées dans la littérature dans laquelle nous avons mis l'accent sur les difficultés de réaliser un compromis entre les exigences d'une telle application en termes d'efficacité et de délais réduits et l'environnement sévère tant du point de vue du site de déploiement que de la technologie de communication offerte. Ainsi, à l'issue de cette étude, une classification des différents protocoles de dissémination d'alerte est proposée ainsi que trois protocoles UUB, UB et DGcast.

Comme nous l'avons déjà mentionné, le beaconing constitue la seconde partie de notre travail. Le beaconing est une technique utilisée dans les systèmes sans fil pour collecter des informations sur le voisinage. C'est un service de couche liaison et consiste en un échange périodique de messages courts appelés beacons, contenant des informations d'état (position, vitesse, direction, etc.). L'information ainsi disséminée, permet à chaque nœud (véhicule) d'être avisé de l'existence de ses voisins et de leurs status, ce qui lui permet aussi de construire une carte de topologie de son environnement. Ces informations de position peuvent être exploitées par les couches supérieures, notamment par les applications de sécurité routière, dans le transfert des données. Parallèlement, le beaconing est largement proposé comme un outil pour la prévention contre les accidents en fournissant des informations temps réel sur l'état de la conduite des véhicules voisins. A travers notre étude, nous avons proposé une classification des solutions existantes et nous avons proposé une stratégie de découverte de voisinage où l'envoi des beacons dépend de la localisation géographique des nœuds. L'approche que nous proposons est basée sur la segmentation de la route en segments égaux et sur la synchronisation des transmissions des beacons. Le principe de base de ce protocole est que si deux nœuds transmettent leurs beacons simultanément, ils doivent être suffisamment loin l'un de l'autre. Ainsi, les collisions ne peuvent pas se produire puisque les émetteurs issus de segments différents sont suffisamment éloignés les uns des autres. Le protocole proposé améliore le standard en termes d'efficacité en consommation de la bande passante, de pourcentage de reconnaissance des noeuds voisins et de pertinence de l'information.

Abstract

Road safety is one of major concerns for governments around the world. It requires strict measures in terms of road infrastructure, vehicles' quality and compliance with traffic rules. In spite of tremendous efforts to decrease hazards, hundreds of thousands deaths and injuries are recorded worldwide. Vehicular networks have the potential to improve significantly safety on roads. In this context, dissemination is a key tool to forward useful information in timely manner. Our work covers two aspects of dissemination: alert dissemination and beaconing. The goal of alert dissemination is to spread urgent information, generated in reaction to a sensed danger, within a set of vehicles that are running towards the danger. Accordingly, we studied the dissemination techniques in the literature and we highlighted the challenging compromise between such applications' requirements in terms of efficiency and delays, and, the severe environment from the point of view of deployment sites and existent technology. Thus, a classification of alert dissemination protocols is issued from this study, based on the way relay nodes are selected for multi-hop message forwarding. Consequently, we proposed three dissemination protocols namely UUB, UB and DGcast.

The second part of our study deals with beaconing which is a link layer neighborhood discovery service in wireless networks. It consists in periodic exchange of short messages containing status information (position, speed, direction, etc.). In addition, beaconing in VANETs can serve to safety applications in providing topology information to the nodes and piggybacking additional information to ensure its reception. Besides, since beacons are sent periodically, beaconing is widely proposed as a tool for accident avoidance by providing status information about vehicles such as abnormal driving. Through this thesis, we studied several papers in the literature and proposed a classification of beaconing strategies. Most of the existing strategies propose adaptive solutions to decrease the channel load regarding the network parameters such as density and emergency of the situation. We noticed that the existing strategies decrease overhead but collisions can occur due to the randomness of beacon sending over the network. This observation leads us to propose an organizing strategy based on Space Division Multiple Access technique (SDMA), where beacon sending depends on vehicles' location. Thus, the road is segmented into equal segments. In each segment, only one vehicle can send its beacon in a given time t . Vehicles located in different segments are far enough from each other to avoid collisions between their messages. The proposed beaconing protocol outperforms the standard in terms of bandwidth consumption efficiency, neighborhood awareness and accuracy of information.

Keywords.

Vehicular ad hoc networks, Safety, Data dissemination, Beaconing, SDMA.

Contents

Résumé	i
Abstract	iii
Acknowledgement	v
1 Introduction	1
1.1 Introduction	1
1.2 Overview	1
1.2.1 Standards and Technologies	2
1.2.2 Intelligent transportation Systems	4
1.2.3 VANETs safety applications	5
1.3 Motivation and contribution of this study	7
1.4 Thesis Organization	9
2 Study of alert dissemination in VANETs	11
2.1 Introduction	11
2.2 Challenges of dissemination in VANETS	11
2.3 Message dissemination techniques	13
2.3.1 Parameters and Metrics	13
2.3.2 Broadcast problems	15
2.4 Classification of V2V safety dissemination protocols	15
2.4.1 Topology-based protocols	16
2.4.2 Beacon-based protocols	17
2.4.3 Probabilistic protocols	18
2.4.4 Time-based protocols	19
2.4.5 Cluster-based protocols	21
2.4.6 contention-based protocols	22
2.5 Intersection as a special environment	23
2.6 Summary of dissemination protocols	23
2.7 Techniques to enhance robustness to transmission failures	31
2.8 Conclusion	32
3 Dissemination protocols	33
3.1 Introduction	33
3.2 Assumptions	33
3.3 Using unicast for alert dissemination	34
3.3.1 Contribution of UUB and UB protocols	34
3.3.2 UUB Protocol design	34

3.3.3	UB protocol: A variant of UUB	35
3.3.4	Message form and algorithms	36
3.4	DGcast protocol	37
3.4.1	Contribution of this work	37
3.4.2	Protocol design	37
3.4.3	Simulation study	39
3.5	Analysis, conclusion and future work	43
4	Study of beaconing in VANETs	45
4.1	Introduction	45
4.2	Beaconing approaches in the literature	46
4.2.1	Adaptive beaconing	46
4.2.2	Organizing approaches	47
4.2.3	Hybrid approaches	48
4.3	Summary of beaconing approaches	48
4.4	Conclusion	50
5	A SDMA-Based protocol	51
5.1	Introduction	51
5.2	Motivation and Contribution of this work	51
5.3	The proposed neighborhood discovery service	53
5.3.1	Assumptions	53
5.3.2	Description of the proposed strategy	53
5.3.3	Description of the environment	54
5.4	Packet format and Algorithms	57
5.4.1	Packet format	57
5.4.2	Algorithms	58
5.5	Extension of the proposed strategy: Load balancing SDMA-Based protocol	59
5.5.1	Overview	60
5.5.2	The load balancing technique	61
5.5.3	Organizing vehicles sending along the corresponding CCHI	62
5.5.4	Synchronization	63
5.6	Simulation study	64
5.6.1	Simulation scenario and configuration	64
5.6.2	Preliminary simulations	64
5.6.3	Measurement and interpretation	66
5.6.4	Measurement and interpretation: Extended work	70
5.7	Conclusion and future work	73
6	Conclusion	75
6.1	Summary of our contributions	76
6.2	Extensions of the work	76
6.3	Future challenges	76
6.4	Future work	77