

Vehicular Networks

Pedro Silva, Ricardo Leal, and Frederico Pinto

University of Minho, Department of Informatics, 4710-057 Braga, Portugal
e-mail: {a78434,a75411,a73639}@alunos.uminho.pt

Resumo Este trabalho que nos foi proposto no contexto da unidade curricular de Redes de Computadores visa estudar o conceito de redes de veiculos. Para apresentar o assunto fazemos uma introdução ao tema e posteriormente iremos falar sobre a rede em si (VANET), aplicações que a rede permite utilizar e por fim, como este tipo de redes ainda é alvo de investigação, iremos falar sobre um caso de investigação efetuado sobre a rede.

1 Introdução

Atualmente as tecnologias estão presentes em quase tudo o que fazemos no dia-a-dia. Contudo esse poder tecnológico pode ser aplicado de maneira a que nós, condutores/passageiros de transportes possamos ter mais segurança e ao mesmo tempo mais informação enquanto fazemos uma viagem. Para isso foram desenvolvidas as redes de veiculos, permitindo estabelecer uma ligação entre veiculos/infraestruturas que permite a troca de informação que poderá salvar vidas.

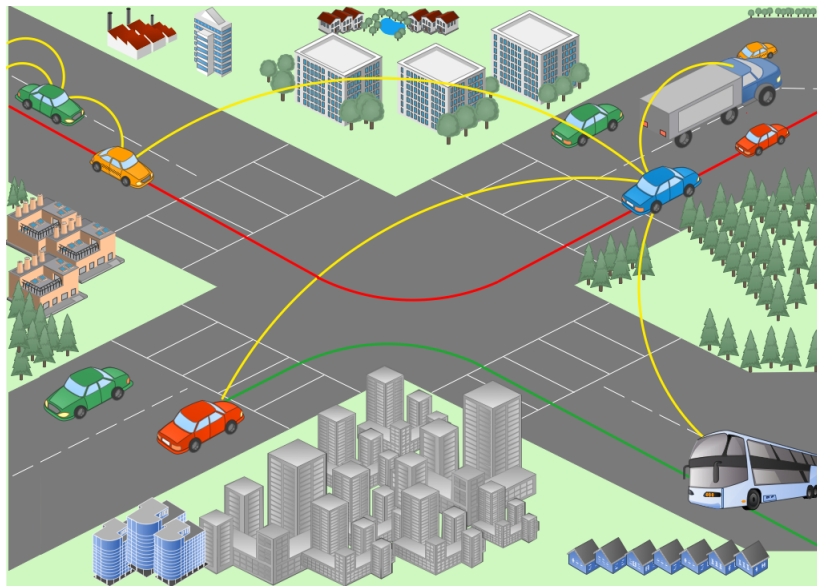


Figura 1. Figura demonstrativa da rede.

2 Vehicular Networks

2.1 Vehicular ad hoc networks

Uma possível abordagem consiste na utilização de redes VANET. Derivadas das redes MANET(mobile ad hoc networks)(1), consideram cada veículo como um nodo móvel e, dado que cada veículo está limitado pelas características da estrada onde circula, tendo informação sobre a topologia do espaço que o rodeia, é possível prever a sua posição futura e agir em conformidade. Consoante os eventos que se vão desenrolando ao longo do percurso, são então enviadas mensagens de, por exemplo, aviso, emergência ou informação para auxiliar o condutor.

2.1.1 Arquitetura Descreveremos então os vários constituintes deste sistema.

2.1.1.1 Domínios

As entidades que participam das VANETs podem ser divididas em elementos de três domínios:

- *Domínio móvel*: composto pelos veículos que circulam na faixa de rodagem e por aparelhos portáteis, como aparelhos pessoais de navegação e smartphones;
- *Domínio das infraestruturas*: formado por infraestruturas da beira da estrada, tipicamente referidas como **RSUs**(roadside infrastructure units), tais como os semáforos e os sinais de mensagem variável, e por centros de gestão de tráfego e de gestão de veículos;
- *Domínio genérico*: constituído por infraestruturas de Internet e infraestruturas privadas.

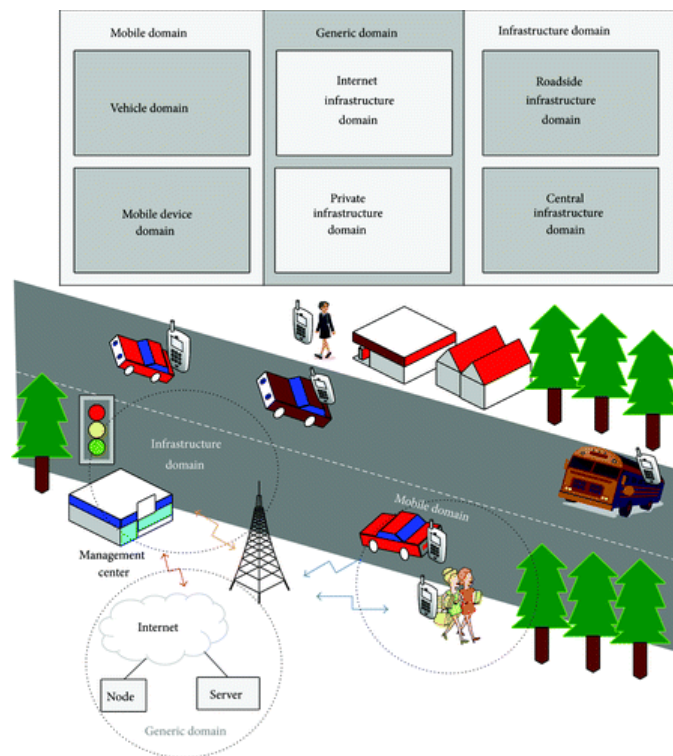


Figura 2. Ilustração das várias entidades no sistema VANETs

2.1.1.2 Comunicação

É possível agrupar as formas de comunicação das VANETs em quatro categorias:

In-vehicle communication - responsável por tratar as questões do próprio veículo, como medir a sua performance, por exemplo, em termos de consumo de energia; detetar a fadiga e o cansaço do condutor, promovendo tanto a segurança do próprio condutor como daqueles que o rodeiam;

Vehicle-to-vehicle (V2V) communication - permite a troca de informação entre veículos, sendo possível o envio de mensagens de aviso; regular o espaçamento de veículos em vias paralelas e controlar a distância de segurança entre veículos;

Vehicle-to-road infrastructure (V2I) communication - tendo as infraestruturas a capacidade de monitorizar o meio envolvente, são capazes de fornecer informação em tempo real ao veículo relativa ao estado do tráfego, às condições ambientais e ao estado do pavimento;

Vehicle-to-broadband cloud (V2B) communication - permite aos veículos comunicarem por redes sem fio, podendo a *cloud* conter mais informação relativa ao tráfego, fornecendo assistência ativa ao condutor e facilitar o rastreio do próprio veículo.

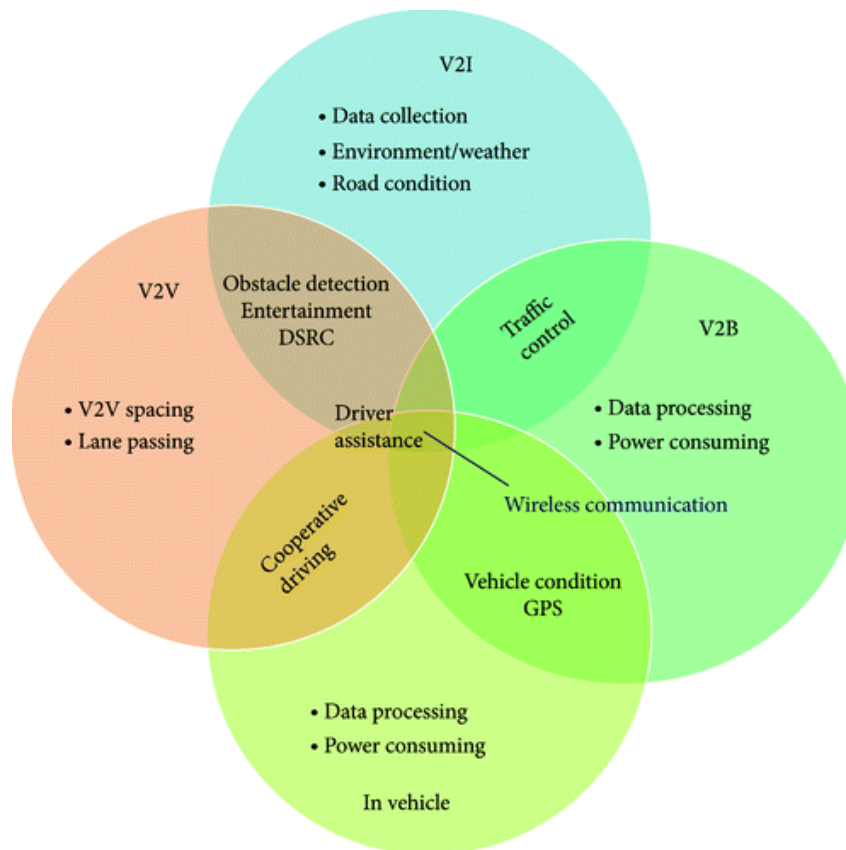


Figura 3. Diagrama que retrata os pontos essenciais das várias formas de comunicação.

2.1.1.3 Protocolos e Interfaces VANETs

A forma como a arquitetura das redes VANET é implementada costuma variar, portanto, os seus protocolos e interfaces também são diferentes. Podemos, no entanto, destacar:

- **DSRC** - *dedicated short-range communication*, especialmente projetado para automóveis;
- IEEE 802.11p, que traz *wireless access in vehicular environments* (WAVE), de modo a suportar aplicações de segurança nas VANETs;
- IPv6, TCP e UDP, utilizados nas aplicações não relacionadas com segurança;
- entre outros...(3).

Safety applications	Nonsafety Applications
Transport and network layer IEEE 1609.3	Transport layer TCP/UDP
Security IEEE 1609.2	Network layer IPv6
LLC sublayer IEEE 802.2	
MAC sublayer extension IEEE 1609.4	
MAC sublayer PHY layer	IEEE 802.11p

Figura 4. *Layered architecture* para DSRC.

2.1.2 Segurança Como este sistema é implementado baseado em trocas de informação, levantam-se as questões da privacidade dos dados transmitidos e da segurança, dado ser necessário prevenir contra utentes maliciosos que abusem da rede para o seu próprio benefício, sendo questões como estas desafios na implementação das VANETs, tratando-se então de alvo de estudo por investigadores desta área (4) (5). Procura-se então garantir (6):

1. **Confidencialidade** nos dados partilhados;
2. **Autenticidade** da identidade dos nodos na rede;
3. **Disponibilidade e funcionalidade** da rede assegurada em todos os momentos, por forma a evitar problemas na transferência de dados;
4. **Integridade**, i.e., assegurar que as mensagens enviadas através da rede não sejam corrompidas;
5. **Irretratabilidade**, permitindo a deteção de ações maliciosas;
6. **Privacidade** das informações dos condutores.

2.2 Aplicações

O principal intuito das aplicações nas redes de veículos é a segurança dos condutores e passageiros, minimizando os acidentes e melhorando as condições de tráfego. Para isto as aplicações fornecem aos condutores/passageiros informações úteis sobre limites de velocidade, condições meteorológicas, acidentes e tráfego em tempo real. Hoje em dia, apesar das aplicações de segurança serem as mais importantes, existem também aplicações de entretenimento, aplicações que permitem ligações à Internet através da própria rede veicular! É de salientar que estes diferentes tipos de aplicação têm também diferentes prioridades na rede, tendo as aplicações de segurança sempre alta prioridade!

	Application name	Application information				
		Communication	Messaging type	Message period	Latency	Other requirements
1	Emergency Electronic Brake Lights	Ad hoc V2V	Event-triggered, time-limited broadcast	100 ms	100 ms	Range: 300 m, high priority
2	Slow Vehicle Warning	Ad hoc V2V	Periodic permanent broadcast	500 ms	100 ms	High priority
3	Intersection Collision Warning	Ad hoc, infrastructure V2V, V2I	Periodic permanent broadcast	100 ms	100 ms	Accurate positioning on a digital map, high priority
4	Hazardous Location Warning	Ad hoc, infrastructure I2V, V2V	Event-triggered time-limited GeoCast	100 ms	100 ms	High priority
5	Traffic Signal Violation Warning	Ad hoc, infrastructure I2V	Event-triggered time-limited broadcast	100 ms	100 ms	Range: 250 m, High priority
6	Pre-Crash Sensing	Ad hoc V2V	Periodic broadcast, unicast	100 ms	50 ms	Range: 50 m, high/mid priority for beaconing/unicast
7	Lane Change Warning	Ad hoc V2V	Periodic broadcast	100 ms	100 ms	Relative positioning accuracy: < 2 m; range: 150 m
8	Cooperative Forward Collision Warning	Ad hoc V2V	Periodic, event-triggered broadcast, unicast	100 ms	100 ms	Relative positioning accuracy: < 1 m; range: 150 m
9	Intersection Management	Infrastructure, ad hoc V2I, V2V	Periodic broadcast, unicast	1000 ms	500 ms	Positioning accuracy: < 5 m
10	Limited Access and Detour Warning	Infrastructure, I2V, other broadcast network	Periodic Broadcast	100 ms	500 ms	Mid/low priority
11	Cooperative Adaptive Cruise Control	Ad hoc V2V	Unicast broadcast	500 ms	100 m	Mid priority
12	Electronic Toll Collect	Infrastructure, ad hoc V2I, cellular	Periodic broadcast, unicast	1000 ms	200 ms	CEN DSRC
13	Remote Diagnosis/JIT Repair Warning	Infrastructure, ad hoc V2I, V2V, cellular	Unicast, broadcast, event-triggered	N/A	500 ms	Internet access Service availability
14	Media Download	Infrastructure, cellular, other broadcast network	Unicast, broadcast, on-demand	N/A	500 ms	Internet access Digital rights management
15	Map Download/Update	Infrastructure, ad hoc V2I, V2V, cellular, other broadcast network	Unicast, broadcast, on-demand	1000 ms	500 ms	Internet access Digital rights management Service availability
16	Ecological Drive Assistance	Infrastructure, ad hoc V2I, V2V, cellular	Unicast, broadcast, on-demand	1000 ms	500 ms	Internet access Service availability

Figura 5. Exemplos de aplicações e as suas características.(7)

2.3 Investigação

Projetando o futuro nas Redes Veiculares, têm sido desenvolvidos a nível nacional diversos projetos de investigação. Um desses projetos, DRIVE-IN (Distributed Routing and Infotainment through Vehicular Inter-Networking), surgiu através de programas de incentivo da Fundação para a Ciência e Tecnologia em parceria com diversas empresas entre elas NDrive. Resultou da cooperação entre a Universidade do Porto, Universidade de Aveiro and

Carnegie Mellon University e tem sido desenvolvida por diversos estudante/investigadores com conhecimento nas áreas necessárias e referidas no trabalho.

DRIVE-IN - Distributed Routing and Infotainment through Vehicular Inter-Networking



Start date: 2009 **End Date:** 2012
PIs: Michel Ferreira (FCUP), Ozan Tonguz (CMU)

Dual Degree Ph.D. Students: Hugo Conceição (Electrical and Computer Engineering), Mate Boban (Electrical and Computer Engineering), Rui Meireles (Computer Science), Alexandre Igo (Engineering and Public Policy), Romeu Monteiro (Electrical and Computer Engineering), João Nogueira (Electrical and Computer Engineering)

Teams: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Instituto de Telecomunicações (IT), Universidade de Aveiro (UA), Carnegie Mellon University (CMU)

Companies: NDrive, Geolink, RadiTaxis, IMTT
url: <http://drive-in.cmuportugal.org>

Abstract:

The goal of DRIVE-IN project is to investigate how vehicle-to-vehicle communication can improve the user experience and the overall efficiency of vehicle and road utilization. As positioning devices, sensing technologies and wireless interfaces become standard commodities, all sorts of vehicles such as cars, buses and trucks will soon be able to operate in a networked fashion, sharing vital information ranging from traffic congestion data to accident alarm signals and making navigation and safety decisions based on the messages they receive from neighboring nodes. In addition, vehicle-to-vehicle communications open a myriad of new applications, including location-based information dissemination, vehicle-based social networking and distributed interactive games. So far, in most applications navigation and communication are viewed as separate capabilities with little or no relationship to each other. Clearly, vehicle mobility and node density can vary dramatically depending on the road network and daily traffic patterns, and, consequently, wireless network connectivity between vehicles is extremely dynamic and highly correlated with the position of the vehicles and the physical characteristics of the road. It is thus important to explore how one can exploit the interplay between realtime navigation and wireless communication to achieve stable and efficient traffic and information flows.

DRIVE-IN addresses both foundations and applications of inter-vehicle communication. Concepts, methodologies and technologies developed in the three main research thrusts: Geo-optimized VANET protocols, intelligent and collaborative car routing, and VANET applications and services, shall fertilize horizontal activities covering realistic large-scale simulation and massive real-life experiments in urban environments.

Some of the outcomes of the project:

Testbed with a fleet of 500 taxis, where carPC installed on each taxi, using 3G links for communication
Creation of two startups: [Veniam Works](#) and Virtual Traffic Lights
Two patents

Figura 6. Detalhes sobre o Projeto

Este sistema faz uso de câmaras para suportar o sistema de apoio de ultrapassagem (overtaking assistance system) que permite ao utilizar aceder em tempo real a transmissões de vídeo de outros utilizadores da Rede. Como o investigador Michel Ferreira (FCUP) referiu: “We were able to understand the speed in real-time transmissions between cars, namely video transmissions.”. Outra componente mais focada para Táxis, permite fazer o uso coletivo dos sensores dos veículos para providenciar informações do tráfico melhorando a eficiência e mobilidade dos utilizadores. (8)(9)

3 Conclusão

Neste trabalho começamos por explicar a rede veicular e a sua arquitetura, como funciona a comunicação dentro da rede, os protocolos e Interfaces VANETs por fim falamos da segurança. Posteriormente falamos sobre as aplicações e uma investigação (DRIVE-IN) que fazem com que a rede seja na nossa opinião, uma rede muito útil no nosso dia-a-dia. Mas nem tudo é bom, a nível de infraestruturas este tipo de rede é muito dispendioso, o que faz com que o seu crescimento seja lento. Para o Ser Humano a deslocação, de um ponto para outro, rápido e eficientemente é uma base para o quotidiano e qualquer tecnologia que ajude na proteção dessa deslocação é uma mais valia!

Bibliografia

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicular_ad_hoc_network
- [2] Wenshuang Liang, Zhuorong Li, Hongyang Zhang, Shenling Wang, Rongfang Bie.: Vehicular Ad Hoc Networks: Architectures, Research Issues, Methodologies, Challenges, and Trends
- [3] Samira Harrabi, Ines Ben Jaffar, Khaled Ghedira.: VANETs Networking Protocols: An Analytical Study
- [4] Andreas Tomandl, Hannes Federrath, Florian Scheuer.: VANET privacy by “Defending and Attacking”
- [5] Rashmi Mishra, Akhilesh Singh, Rakesh Kumar.: VANET Security: Issues, Challenges and Solutions
- [6] Douglas de Paula, Francielle Fiore, Higor Bichelli, Marcelo Machado.: VANETs - Redes Veiculares
- [7] Roberto Brignolo and Stefano Cosenza.: Vehicular Communication Systems: Enabling Technologies, Applications, and Future Outlook on Intelligent Transportation
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=Esh1EjgBQaI>
- [9] <http://www.cmuportugal.org/tiercontent.aspx?id=4526>