

Avaliação de performance da comunicação de dados entre veículos baseados em 802.11p aplicada a um sistema de baixo custo

Alceu Rosa Neto

Pontificia Universidade Catolica de Campinas
Grupo de Eficiência Energética - Gestão de Redes e
Serviços
Campinas - SP, Brasil

Lia Toledo Moreira Mota

Pontificia Universidade Catolica de Campinas
Grupo de Eficiência Energética - Gestão de Redes e
Serviços
Campinas - SP, Brasil

Abstract — Os sistemas veiculares, tanto autônomos quanto aqueles com assistência avançada ao motorista, contém o limitante de sensoriamento baseado em “visada direta” (imagem, radares e líderes), onde esta característica limita a operação destes sistemas na detecção de objetos em posicionamento obstruído. Uma solução proposta é a utilização da tecnologia de comunicação Veículo com Veículo (V2x) para mitigar esta limitação. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de baixo custo e um arranjo experimental para se avaliar a performance deste sistema utilizando uma célula WI-FI baseado na tecnologia 802.11p. Através da variação passagem do veículo por esta célula com variadas velocidades, obteve-se um conjunto de dados de posicionamento GPS, velocidade do veículo, níveis de potência e qualidade de sinal na recepção do veículo, obtendo-se parâmetros para determinar um índice de desempenho para este subsistema.

Keywords — *Intelligent Transportation Systems; Wireless Access in a Vehicular Environment; Vehicular Ad hoc Network;*

I. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e do desenvolvimento industrial mundial, o trânsito está ficando cada mais denso, aumentando a probabilidade de acidentes [1]. Estes acidentes de trânsito mataram 1,25 milhão de pessoas no mundo em 2013 e feriram mais de 50 milhões, somente no Brasil a taxa de mortes por 100.000 habitantes é de 23,4, bem maior os 9,2 observados em países de alta renda [2], sendo a quarta pior das americas conforme apresenta o Gráfico 1.



Gráfico 1 - Taxa de mortalidade no trânsito (por 100.000 habitantes) Fonte: Autor, adaptado de WHO (2018)

Múltiplos fatores influenciam taxa de acidentes, sendo a maioria devido a erro humano. Pesquisas na área de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) vem aplicando o conceito de Veículos Automatizados e Conectados (CAV) para resolver problemas como congestionamentos e acidentes, minimizando o erro humano no transito e salvando vidas. A aplicação deste conceito é um dos principais desafios no desenvolvimento de cidades inteligentes [3].

Veículo para tudo (V2X) utiliza a última geração de tecnologia de informação e comunicação para interconectar veículos com veículos (V2V), veículos com infra-estrutura (V2I), veículos com pedestre (V2P) e veículos com rede / nuvem (V2N / V2C). Esta tecnologia não só oferece suporte aos veículos para a obtenção de informações como para auxiliar nas tecnologias de condução automatizada, portanto contribui para a construção de um sistema de transporte inteligente e promove o desenvolvimento de novas formas de iteração dos automóveis e serviços de transporte, melhorando da eficiência do tráfego, reduzindo os índices de poluição e reduzindo a incidência de acidentes[5].

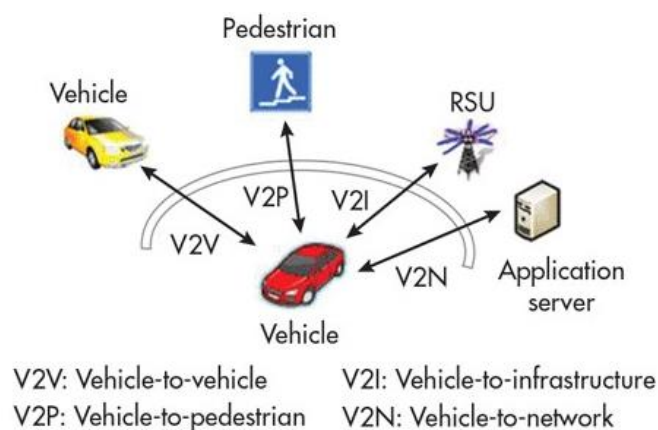


Figura 2 - Conjunto Básico de Aplicações ITS
Fonte: Autor, adaptado de Seo, et al. (2016)

Para este veículo prover os benefícios que vão além daqueles oferecidos pelos sensores de bordo regulares, como antever

potenciais riscos, faz-se necessário estabelecer uma troca de informações entre os elementos do sistema de transporte como infra-estrutura, pedestres e mesmos outros veículos. Para estabelecer esta conexão, deve-se garantir uma padronização do protocolo de comunicação, baixa latência e segurança de dados [4].

II. REVISÃO DA LITERATURA

Vários trabalhos com o objetivo de aumentar a segurança no trânsito e mitigar os engarrafamentos estão sendo propostos, no entanto, para empregar essas tecnologias, é necessário avaliar sua capacidade de transmissão de dados na arquitetura estabelecida. Embora haja desenvolvimento contínuo de soluções implementadas em dispositivos reais, questões como o custo e a variedade limitada de dispositivos comerciais contribuem para o fato de que a maioria dos estudos considera apenas simulações. Um pequeno número de trabalhos avalia o desempenho do padrão IEEE 802.11p em cenários reais. Além disso, há a questão de como os simuladores atuam em mimetizar o mundo real [6].

A. Desenvolvimento do sistema

A utilização de sistemas embarcados na indústria automobilística já está consolidada, porém o avanço de aplicações utilizando estas tecnologias exigem uma capacidade de processamento e memória cada vez maiores. A utilização de Single Board Computers (SBCs) se mostra como uma solução rápida e de baixo custo para implementação de protótipos e provas de conceito.

A fim de avaliar a latência de comunicação em um estudo de dados distribuída e descentralizada, utilizou-se dispositivos Raspberry Pi Zero W como parâmetro de comparação do tempo de criptografia com um servidor, devido às semelhanças computacionais entre este sistema e os sistemas embarcados comerciais. Além disso, também utilizou-se o Raspberry Pi 3 Model B com o propósito de facilitar a consulta de registros de veículos criptografados por meio de consultas SQL (Structured Query Language). Os registros dos veículos são armazenados em um banco de dados no ambiente de nuvem através da tecnologia V2X [7].

Em outra publicação, descreve-se técnicas que permitem aos veículos coletar informações locais e reportá-las via comunicações veículo-infraestrutura, exclui-se dados maliciosos através de canais assinados. Foi utilizado a biblioteca RELIC em um dispositivo Raspberry Pi. Neste trabalho, pode-se demonstrar um ataque forjando uma assinatura de grupo válida sem usando uma chave secreta. [8].

Outro projeto proposto foi para determinar com mais precisão a viabilidade de usar o padrão 802.11n em sistemas de comunicação veicular, propondo um processo para avaliar o desempenho de propagação dos padrões 802.11n e 802.11p. Os resultados mostraram que para os resultados práticos existe uma alta atenuação (acima de 16%) em comparação com as simulações usando os mesmos padrões. Para esta tarefa, utilizou-se uma placa reduzida Raspberry PI 3, com sistema operacional Linux Rasbian e Python que foi responsável por processar as informações adquiridas, formatar, enviar e receber

informação através da rede e finalmente enviar alarmes ou alertas ao motorista sobre possíveis riscos [9].

B. Performance do Sistema

No que tange a validação dos sistemas, investigar a distância com equipamentos reais, este trabalho verificando-se o desempenho obtido por unidades reais a bordo e à beira da estrada é então comparado aos apresentados pelo simulador NS-3. Adotou-se três métricas principais são avaliadas: o alcance máximo, taxa de entrega de pacotes (PDR), e tempo de inter-recepção de pacotes (PIR). A influência de diferentes modulações definidas no IEEE 802.11p em de diferentes níveis de mobilidade são analisadas [6].

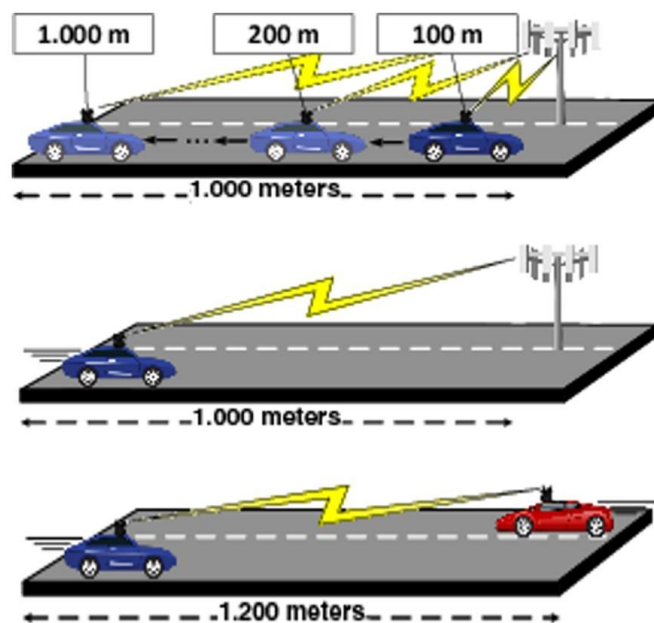


Figura 2 – Cenários de avaliação de performance
Fonte: Autor, adaptado de Almeida et al (2018)

Para avaliar os desafios e os detalhes do projeto do LTE V2X, comparando-se o desempenho do LTE-V2X e do IEEE 802.11p. Foi apresentado cenários típicos urbanos e de vias expressas. Estes cenários de avaliação são compostos de velocidade absoluta de 140km/h e 70km/h. Apenas o tráfego periódico é considerado é a simulação do nível do sistema, os períodos de geração de mensagens são definidos como 100ms. Considerando a sobrecarga de segurança, o tamanho da mensagem é assumido como uma mensagem de 300 bytes seguida por quatro mensagens de 190 bytes. O PRR (Packet Reception Ratio) médio é selecionado como a métrica de desempenho para mostrar a confiabilidade e o alcance efetivo da comunicação [10].

A comunicação V2X em ambientes off-road sobre múltiplos veículos autônomos, foi avaliada aplicando-se três cenários diferentes: os dois agentes de teste são estáticos em locais diferentes no campus, um agente é estático e o outro está se movendo em locais diferentes no campus e o terceiro onde ambos os agentes de teste estão se movendo em locais diferentes

no campus. Vários experimentos foram realizados para cada esquema de comunicação. Os resultados obtidos comprovam a estabilidade dos esquemas propostos, além do alto desempenho em conexão 4G, em termos de eficiência, em comparação com a conexão WiFi [11].

III. METODOLOGIA

A. Desenvolvimento OBU/RSU

A placa reduzida Raspberry Pi 3 computador com sistema operacional Linux OpenWRT e Python como linguagem de programação será usado. Isso será responsável por processar as informações adquiridas, formatar, enviar e receber informação através da rede e finalmente enviar alarmes ou alertas ao motorista sobre possíveis riscos. Também é necessário um receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Uma interface bluetooth e uma outra CAN devem ser previstas para o futuro a fim de interfacear a rede veicular interna. Já a comunicação sem fio, a comunicação será feita usando o módulo 802.11a/g, integrado no Raspberry Pi 3 no Banda de 5,4 GHz. A topologia de rede será Ad-Hoc.

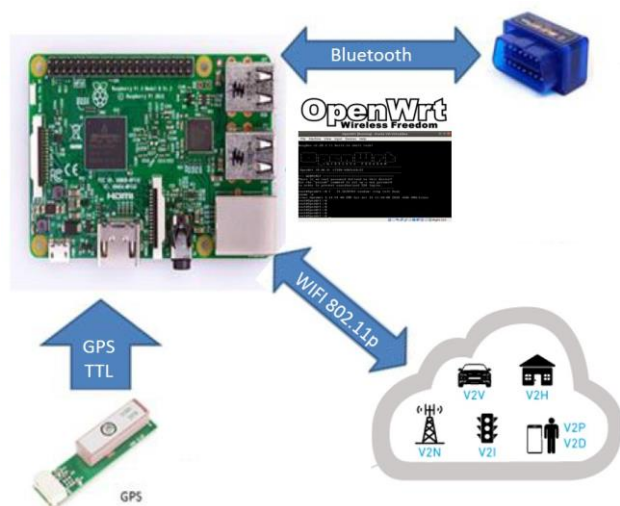


Figura 3 – Diagrama do protótipo de teste
Fonte: Autor, adaptado de Carceres et al (2019)

Os BSMs incluem as coordenadas geográficas do nó (obtidas por meio do GPS a cada 200 ms), sua velocidade atual, um registro de data e hora e outras informações do veículo. Os BSMs são enviados a cada 50 ms e os BSMs têm 1.500 B de comprimento..

B. Cenário de Teste e Medição

A fim de determinar o comportamento da conexão, serão utilizados três cenários de teste. O primeiro determina o alcance máximo do dispositivo onde o RSU está posicionado em um ponto fixo e o OBU, igualmente estático, se posiciona-se a cada 100 metros e se distancia do RSU até atingir 1000 metros entre os objetos. O segundo cenário, tem por objetivo verificar a performance com velocidades moderadas do veículo trafegando a 20 km / h, 50 km / h e 80 km / h, comunicando-se com um RSU

fixo, iniciando a 1 km do RSU e transmitindo continuamente BSMs para ele. Já último cenário tem por objetivo verificar o efeito de velocidades mais altas. Dois veículos que se movem em direções opostas, um em direção ao outro, partindo de extremidades opostas da estrada ao mesmo tempo e com a mesma velocidade, produzindo velocidades relativas de até 160 km / h [6].



Figura 4 - Pista para levantamento experimental
Fonte: Autor, adaptado de Google Maps (2018)

Para coletar os dados, o nó RSU armazena o registro de data e hora e as coordenadas geográficas que o OBU envia. O mesmo ocorre com as informações enviadas pelo próprio OBU. Os outliers são removidos das medidas de PDR e PIR cujas diferenças em relação à média foram maiores que dois desvios padrão.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Pretende-se determinar nos resultados experimentais, que embora divergentes de Almeida et al, devido às especificações de potência de saída, perfil de antena e sensibilidade do receptor, tenham uma correlação estatística aceitável devido ao mesmo perfil de cenário de teste e características do protocolo.

AGRADECIMENTOS

A PUC Campinas

REFERENCIAS

- [1] Palmeira, Priscila Copeland, dos Santos, Marcos Pereira. Jun. 2015. "SURVEY EM REDES VEICULARES USANDO O MIXIM SOBRE OOMNET++." Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas p. 47 – 56
- [2] WHO, World Health Organization. 2018. "World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals." 100.
- [3] Kokuti, Andras, Ahmed Hussein, Pablo Marín-Plaza, Arturo de la Escalera, e Fernando García. 2017. "V2X communications architecture

- for off-road autonomous vehicles." IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES), 27-28 de Junho.
- [4] Euro-NCAP. 2017. Euro NCAP 2025 Roadmap - Version 4. Leuven, Belgium: European New
- [5] Wang, Jian; Shao, Yameng; Ge, Yuming; Yu, Rundong. 2019. "A Survey of Vehicle to Everything (V2X) Testing." *Sensors* 19, no. 2: 334.
- [6] Almeida T.T., De Gomes L.C., Ortiz F.M., Junior J.G.R., Costa L.H.M.K. (2018); IEEE 802.11p Performance Evaluation: Simulations vs. Real Experiments, IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC, 2018-November , art. no. 8569676 , pp. 3840-3845.
- [7] D. Ulybyshev, A. Alsalem, B. Bhargava, S. Savvides, G. Mani, and L. Ben-Othmane, "Secure data communication in autonomous v2x systems," in IEEE ICOT, 2018. Accepted, in-press
- [8] K. Emura, T. Hayashi, "Road-to-vehicle Communications with Time-dependent Anonymity: A Lightweight Construction and Its Experimental Results", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 67, no. 2, pp. 1582-1597, 2018.
- [9] Edgar Ian Murillo ; Hector Enrique Poveda ; Kang-Hyun Jo ; Danilo Cáceres Hernández; Evaluation of IEEE 802.11n and IEEE 802.11p Based on Vehicle to Vehicle Communications
- [10] Li Zhao ; Jiayi Fang ; Jinling Hu ; Yuanyuan Li ; Lin Lin ; Yan Shi ; Chenxin Li; The Performance Comparison of LTE-V2X and IEEE 802.11p, 2018 IEEE 87th Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2018, pp 1 - 5, IEEE Conferences
- [11] A. Kokuti, A. Hussein, P. Marin-Plaza, A. de la Escalera, F. Garcia, "V2x communications architecture for off-road autonomous vehicles", IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES2017), pp. 69-74, 2017.
- [12] Seo, Hanbyul, Ki-Dong Lee, Shinpei Yasukawa, Ying Peng, e Philippe Sartori. 2016. "LTE evolution for vehicle-to-everything services." *IEEE Communications Magazine*, 23 de June: 22 - 28. doi: 10.1109/MCOM.2016.7497762.
- [13] D. Cáceres, E. Murillo, H. Poveda, K. Jo "Evaluation of IEEE 802.11n and IEEE 802.11p based on Vehicle to Vehicle Communications", *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 422-427 (2019).