

ALGORITMOS DE ROTEAMENTO EM REDES AD-HOC VEICULARES

Igor do Valle Souza (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Elvio João Leonardo (Orientador), e-mail: ra107873@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Tecnológicas /Maringá, PR.

Ciências Exatas e da Terra / Ciência da Computação / Teleinformática

Palavras-chave: VANET, roteamento, protocolos.

Resumo:

As redes Ad-Hoc Veiculares (VANETs) são um subconjunto das redes Ad-Hoc móveis (Mobile Ad-Hoc Networks, MANETS) e consistem na criação espontânea de uma rede sem fio para troca de dados de duas maneiras: veículo-para-veículo (V2V) e veículo-infraestrutura (V2I). A troca de dados realizada através destas duas formas é capaz de, entre outras coisas, reduzir acidentes de trânsito através da transmissão de mensagens de emergência antecipadamente entre os veículos. Entretanto, devido à alta mobilidade, conectividade escassa, obstáculos à beira da estrada e escassez de unidades de beira de estrada, as ligações entre os veículos estão sujeitas a desconexões frequentes, tornando crucial o roteamento nestas redes. Desta forma, este projeto traz estudos sobre algoritmos de roteamento em VANETs e reúne informações relevantes sobre diferentes protocolos de roteamento para estas redes.

Introdução

As redes Ad-Hoc Veiculares (VANETs) são um subconjunto das redes Ad-Hoc móveis (Mobile Ad-Hoc Networks, MANETS) e tratam-se de uma rede sem fio para troca de dados entre veículos de duas formas. A primeira ocorre de veículo para veículo (V2V), através de OBUs (On-Board Unit), dispositivos de comunicação montados em veículos que permitem as comunicações dedicadas de curto alcance [2]. A segunda, ocorre entre veículo e infraestrutura (V2I), sendo esta infraestrutura uma unidade de beira de estrada (Road Side Unit, RSU), um transceptor DSRC (Dedicated Short Range Communications), que é montado ao longo de uma estrada calçada e é responsável por trocar dados com OBUs em sua zona de comunicação [2].

As VANETs são muito importantes para sistemas de transporte inteligente (Intelligent Transport Systems, ITS), pois são capazes de gerar diferentes tipos de dados de tráfego úteis para motoristas, que podem receber informações a respeito das condições das estradas, informações de segurança, alertas de pessoas desaparecidas, sugestões de velocidade do veículo, entre outras coisas. Então, as VANETs são capazes de aumentar a segurança no trânsito em diferentes ambientes, sendo a tecnologia chave para permitir a aplicação de ITS em cidades inteligentes [1].

Entretanto, um grande problema enfrentado por VANETs é a desconexão frequente com dos enlaces de comunicação, devido a obstáculos na estrada, alta mobilidade e mudanças topológicas da rede frequentes. Considerando estes desafios e limitações para a implementação real das VANETs, este trabalho apresenta uma revisão sistemática sobre alguns protocolos de roteamento para a arquitetura VANET visando reunir estudos relevantes e auxiliar pesquisadores interessados no tema.

Materiais e Métodos

Para a realização deste trabalho, inicialmente foram definidos parâmetros e ferramentas a serem utilizadas de modo a facilitar a revisão de literatura ao longo do projeto. Definiu-se o protocolo e os parâmetros de pesquisa para a revisão, utilizando a base de dados do IEEE Xplore Digital Library e as palavras-chave: “VANETs”, “Routing” e “Protocols”. Utilizou-se ainda uma filtragem por data de publicação dentro dos artigos de acesso livre da base de dados IEEE Xplore, selecionando apenas os artigos publicados a partir de 2018, buscando estudos primários sobre os algoritmos de roteamento de VANETs, isto é, estudos que caracterizam uma determinada tecnologia em contextos específicos, tais como estudos experimentais e os estudos de caso. Estudos secundários, realizados para determinar estado da arte foram excluídos, bem como outras revisões sistemáticas.

Resultados e Discussão

Através das pesquisas realizadas foi possível perceber que uma das principais preocupações dos pesquisadores a respeito das VANETs é em aumentar sua eficiência e encontrar protocolos capazes de, cada vez mais, melhorar parâmetros como: taxa de perda de pacotes (Packet Discard Rate, PDR), atraso de transmissão, entrega de pacotes, escolha de nós de encaminhamento, qualidade e alcance das conexões, o uso de dados, e também os custos de comunicação. Com isso, foram listados dez protocolos com diferentes abordagens para o roteamento VANETs:

1. O Time Stable Geocast é um protocolo que calcula árvores de caminho mais curto da origem ao destino de uma mensagem, com base na velocidade, na posição e direção de viagem dos veículos. Além disso, caso no momento da entrega da mensagem não haja nós dentro da região de destino, este protocolo é capaz de guardar os pacotes por um tempo pré-determinado, até que existam nós capazes de entregar a mensagem. Este protocolo superou outros de geocast, isto é, onde a entrega de pacotes ao destino depende de sua posição geográfica.
2. O QFRG (Quality of Forwarding-based reliable geographic routing) é um protocolo capaz de determinar uma melhor rota com base na qualidade do encaminhamento (Quality of Forwarding, QoF) e confiabilidade do link. O QoF leva em consideração o custo de transmissão, a taxa de entrega de pacotes e o efeito das posições relativas do enlace no desempenho da rede, enquanto a confiabilidade do enlace está associada ao tempo de vida deste, calculada a partir das velocidades dos nós. O QFRG apresenta um bom atraso médio e alta taxa de entrega de pacotes.

3. O RA-NDN (Roadside Unit Assisted of Named Data Network) é um protocolo que utiliza rede de dados nomeados (Named Data Network, NDN), e uma RSU capaz de operar individualmente sem depender de uma conexão com o data center, se concentrando na entrega de mensagens de interesse ou de dados com base nos conteúdos dessas mensagens. Os veículos solicitam dados e, caso os dados solicitados estejam armazenados nas RSUs, estas enviam respostas aos nós solicitantes. Ao comparar o RA-NDN a outros que utilizam NDN, ele apresenta um bom tempo total de disseminação e uma taxa de transferência satisfatória.
4. O KMRP (K-Means algorithm with Continuous Hopfield Network and Maximum Stable Set Problem) é um protocolo de agrupamento o qual seleciona chefes de agrupamento (Cluster Heads, CHs) e realiza a alocação dos veículos nos grupos adequados com base nas confiabilidades dos enlaces, que são determinadas a partir de parâmetros como buffer livre, velocidade do veículo e grau do nó para selecionar novos CHs. O KMRP é capaz de reduzir o congestionamento do tráfego, melhorar a taxa de entrega, diminuir o atraso de transmissão e melhorar a estabilidade dos grupos quando comparado a outros protocolos semelhantes.
5. Com o objetivo de reduzir a sobrecarga de dados e de melhorar a taxa de entrega, o protocolo RGoV (Reliable Group of Vehicles) permite a comunicação apenas entre nós considerados confiáveis, de acordo com suas posições geográficas e disponibilidade. Isso reduz nós desnecessários, pois delimita uma zona trilateral com o auxílio de GPS (Global Positioning System) e seleciona e agrupa nós com maior probabilidade de transmitirem pacotes de forma bem-sucedida. Isso elimina nós irrelevantes e forma agrupamentos. Este protocolo melhora o desempenho da rede de forma eficaz em comparação com outros protocolos semelhantes.
6. O roteamento com base em rádio cognitivo (CR) para utilização de mais canais de comunicação para estabelecer compartilhamento de dados entre veículos é capaz de diminuir o problema da escassez de espectro. O protocolo 2HMO-HHO (2-Hop routing algorithm based on the Multi-Objective Harris Hawks Optimization) faz uso de rádio cognitivo e faz a transmissão de pacotes através de encaminhadores de dois saltos, que encontram dois vizinhos ideais por vez até que a mensagem de origem chegue ao destino com sucesso. A taxa de transferência, taxa de entrega de pacotes e o atraso deste protocolo são promissores.
7. O protocolo EProMRP (enhanced probabilistic multimetric routing protocol), utilizado para roteamento em VANETs consiste na realização de diversas simulações para diferentes condições e cenários, formando uma base de dados. Com isso, o algoritmo do protocolo realiza um cálculo probabilístico para definir os melhores saltos de encaminhamento, estimando as posições atuais dos nós com base em informações anteriores. Com isso, este protocolo apresenta desempenho satisfatório ao ser comparado com propostas semelhantes em termos de perdas de pacotes e atraso transmissão, para diferentes densidades de veículos.
8. O PreNCCR (prediction and network coding for content retrieval) é um protocolo elaborado para melhorar a confiabilidade da transmissão de dados através de um algoritmo de previsão de conectividade do veículo com base em dados históricos

e de um design de roteamento de múltiplos caminhos, baseado na localização geográfica e em redes de dados nomeados. Calcula-se a probabilidade de cada veículo de encaminhamento entregar de forma bem-sucedida o sinal, bem como de se conectar com os outros veículos. Com isso, este protocolo é capaz de selecionar nós de encaminhamento confiáveis e, conseqüentemente, possui um bom funcionamento em ambientes de veículos dinâmicos e não confiáveis.

9. O CSRP-TDA (channel state routing protocol, trust-based distributed authentication) trata-se da junção de um CSRP e um TDA para melhorar a confiabilidade na comunicação VANET, de modo que o CSRP é capaz de selecionar vizinhos ótimos de acordo com as energias das e qualidades de sinal das unidades de bordo destes veículos, bem como de melhorar as taxas de comunicação dos veículos e reduzir o atraso. O TDA é responsável por administrar a segurança para comunicações V2V e V2I com o uso de mensagens com hash e a ajuda de um servidor global de confiança, que emite certificados de confiança e garante a seleção de veículos legítimos para transmissão de pacotes. A integração destes dois métodos é capaz de, segundo [10], melhorar a taxa de comunicação, reduzindo a perda de pacotes, diminuir atraso de transmissão e ainda melhora a segurança de comunicação, em comparação com os protocolos ICWS e CMAP.
10. O protocolo MPANN (memetic Pareto artificial neural network) faz o uso de um algoritmo baseado em Machine Learning (ML) inteligente, de modo a identificar os melhores veículos para próximo salto dentro de suas faixas de transmissão. Neste algoritmo são utilizados para o ML, um conjunto de dados capturados durante cenários urbanos simulados e, com isso, os veículos tomam decisões de encaminhamento com base em previsões. Este protocolo apresenta boa probabilidade de entrega de pacotes, baixos atrasos e perdas para diferentes densidades de veículos, quando comparado aos GPSR (Greedy Perimeter Stateless Routing) e 3MRP (Multimedia Multimetric MapAware Routing Protocol).

Conclusões

Através da realização deste estudo, foi possível concluir que existem diversos protocolos os quais trabalham com diferentes abordagens em VANETs. No entanto em boa parte das vezes, os protocolos abordam problemas parecidos, buscando solucionar desafios e viabilizar a implementação real das VANETs.

Neste trabalho são abordados diferentes protocolos de roteamento para VANETs com o intuito de juntar diferentes abordagens e dar uma base a pesquisadores a respeito de como está o estado da arte deste assunto. A aplicação das redes ad hoc veiculares em cidades inteligentes parece ser algo bastante promissor, capaz de contribuir consideravelmente para a melhoria de tráfego em diferentes situações e ambientes.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro, à UEM pela infraestrutura e ao Prof. Dr. Elvio J. Leonardo, orientador do projeto, pela oportunidade, apoio e orientação.

Referências

- [1] GALLEGO-TERCERO, Luis R.; MENCHACA-MENDEZ, Rolando; RIVERO-ANGELES, Mario E.; MENCHACA-MENDEZ, Ricardo. Efficient Time-Stable Geocast Routing in Delay-Tolerant Vehicular Ad-Hoc Networks. *Ieee Access*, [S.L.], v. 8, p. 171034-171048, 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- [2] LIU, Lei; CHEN, Chen; WANG, Bin; ZHOU, Yang; PEI, Qingqi. An Efficient and Reliable QoF Routing for Urban VANETs With Backbone Nodes. *Ieee Access*, [S.L.], v. 7, p. 38273-38286, 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers.