

Planejamento de Infraestruturas Veiculares no padrão IEEE WAVE

Aleciano Ferreira Lobo Júnior^{1,2,3}

¹Mestrando em Ciências da Computação (UFPE)

²MoDCS Research Group

³Membro estudantil do IEEE e SBC

Orientador: Paulo Romero Martins Maciel

Roteiro

- 1 Contextualização
- 2 Padrão IEEE WAVE
- 3 Problema
- 4 Metodologia
 - Cenário
 - Escopo do modelo
 - Simulação
- 5 Estudo de caso
 - Resultados
- 6 Trabalhos Futuros

Contextualização

- Em todo o mundo, o trânsito representa uma das situações mais estressantes no dia a dia das pessoas.
- Dados apontam os acidentes de trânsito como uma das principais causas de morte.
- Com um mundo cada vez mais conectado e com maior número de veículos nas ruas, faz sentido imaginar o uso da computação para tornar melhor a vida de motoristas e pedestres.

Contextualização

- As redes veiculares, denominadas VANETs (do inglês, *Vehicular Ad-Hoc Networks*), são formadas por veículos, pontos de acesso, pedestres e sensores.
- Os sistemas ITS (do inglês, *Intelligent Transportation System*) se aproveitam das VANETs oferecendo soluções para diversas questões.
- Segurança, eficiência energética, administração de tráfego e entretenimento e são os principais focos de trabalho.
- Vários projetos nos Estados Unidos, Europa e Japão já trabalham com sistemas, equipamentos e aplicações voltadas para esta área.

Padrão IEEE WAVE

- *Wireless Access for Vehicular Environments* é um padrão do IEEE que especifica a pilha de protocolos para prover conectividade em ambientes veiculares.
- Na camada física utiliza o padrão IEEE 802.11p (baseado no 802.11a).
- *Drafts* publicados em 2010 e 2013.

Padrão IEEE WAVE

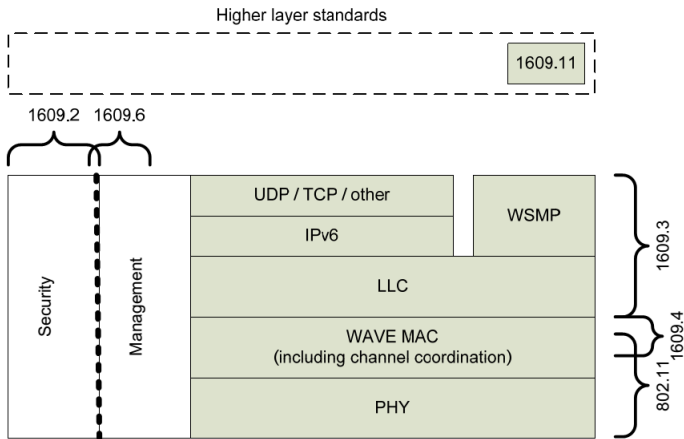


Figura : Pilha do padrão WAVE.

Problema

- O ambiente veicular é desafiador para a indústria e academia:
 - ▶ As redes tem comunicação volátil e estão sujeitas a diversas densidades veiculares ao longo de um mesmo dia.
 - ▶ Particularidades de cada ambiente como postes, prédios e túneis tornam difícil o desenvolvimento dos equipamentos de rádio.
 - ▶ Algumas aplicações são sensíveis ao tempo, com isso, o atraso no envio de uma informação representa um risco de vida e de bens.

Problema

- Como dimensionar infraestruturas de comunicação veicular sabendo que diversos fatores influem na qualidade e que esta dependerá de cada tipo de ambiente?

Metodologia

- Cenário base
- Modelos analíticos
- Simulação

Metodologia

Cenário base

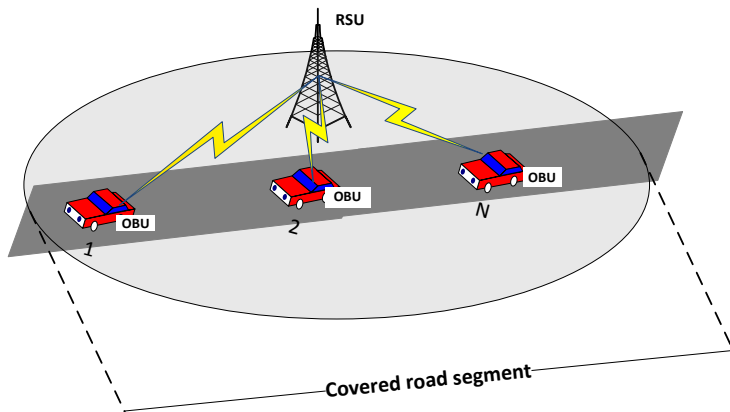
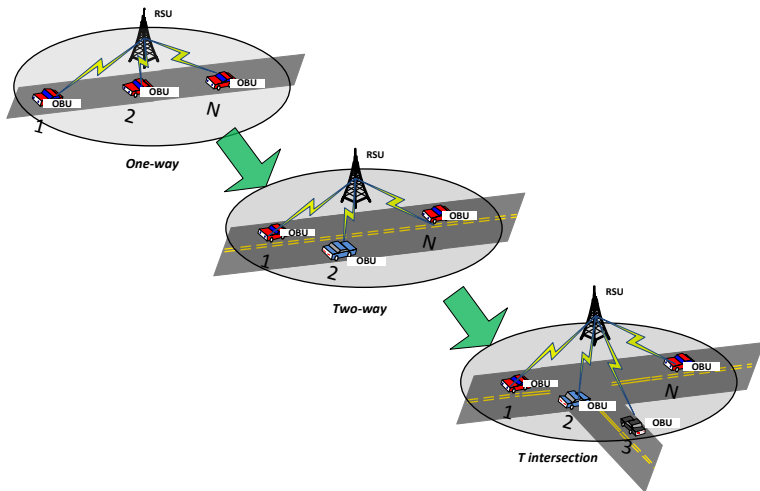


Figura : Cenário básico do modelo.

Metodologia

Cenário flexibilizado



Metodologia

Escopo do modelo

- Equações de forma fechada incluindo parâmetros de mobilidade veicular e de rede.
- Velocidade média, densidade veicular, taxa de chegada, taxa de bits por aplicação, taxa de bits da RSU, tamanho do pacote e etc.
- Trabalhos relacionados se restringem a um dos escopos citados.
- Não é um modelo de tempo real! Mas o planejamento permite que estes tipos de sistemas sejam implantados.

Metodologia

Escopo do modelo

- A base matemática vem de um modelo de filas $M/M/k$.
- K é equivalente a quantidade de canais WAVE estudados.
$$k = 1$$
- Os parâmetros de rede e mobilidade são inseridos nas fórmulas fechadas do modelo $M/M/1$.

Tabela : Variáveis

Símbolo	Uso
λ_c	Taxa agregada do canal [<i>bps</i>]
λ_v	Taxa de requisições por veículo [<i>bps/veículo</i>]
μ	Taxa de transmissão da RSU [<i>bps</i>]
ρ	Utilização do canal
β	Taxa de chegada [<i>veículo/s</i>]
τ	Densidade de comunicação [<i>bps/m</i>]
N	Quantidade de veículos
D	Diâmetro coberto pela RSU [<i>metros</i>]

Metodologia

Variáveis (cont.)

Tabela : Variáveis

Símbolo	Uso
α	Densidade veicular [<i>veículo/metro</i>]
P_s	Tamanho do pacote [B]
R	Tempo de residência [s]
V	Velocidade média [m/s]
T_f	Tempo médio na fila [ms]
T_s	Tempo médio no sistema [ms]

Metodologia

Simulação (em andamento)

- Modelo de simulação equivalente ao modelo analítico.
- Permite a sintonia fina de alguns parâmetros e o comportamento do sistema durante o experimento.
- Estão sendo utilizados simuladores de mobilidade veicular e de rede.

Metodologia

Simulação (em andamento)

- **SUMO** como simulador de mobilidade veicular.
- **OMNeT++** como simulador de rede.
- Sincronia entre os simuladores durante a simulação.

Metodologia

Simulação (em andamento)

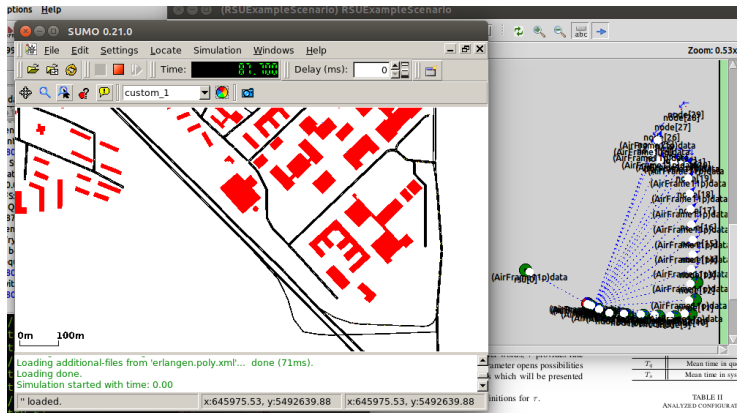


Figura : SUMO (esquerda), OMNeT++ (direita).

Metodologia

Simulação (em andamento)

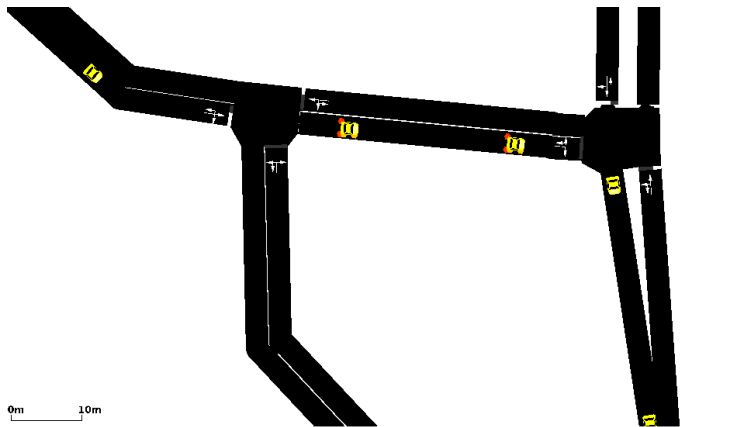


Figura : Veículos no simulador de mobilidade SUMO.

Cenário estudado

Interseção urbana

- Foram utilizadas as fórmulas fechadas para o estudo dos parâmetros do modelo.
- Algumas restrições foram estabelecidas e os parâmetros resultantes foram observados.
- Consideramos os veículos enviando dados periódicos de posicionamento, velocidade, direção para a RSU (*beaconing service*). Taxa de requisição = 27 Kbps.

Cenário estudado

Interseção urbana

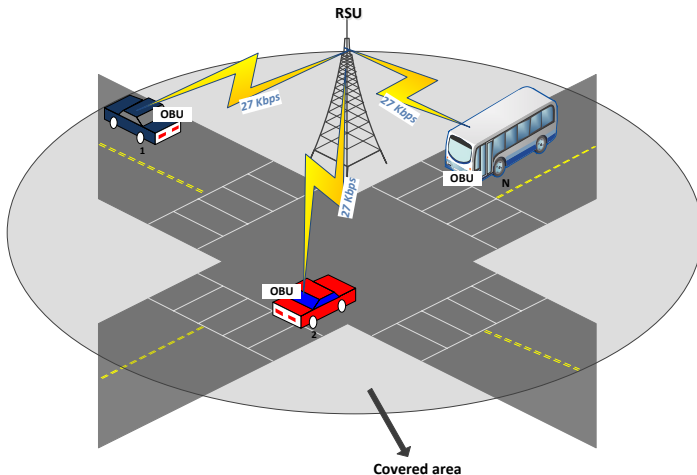


Figura : Interseção urbana.

Cenário estudado

Resultados

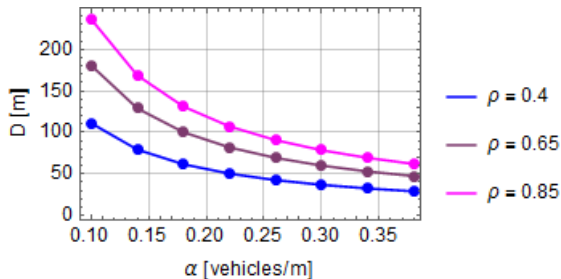


Figura : Raio da RSU em função da densidade veicular e utilização.

Cenário estudado

Resultados

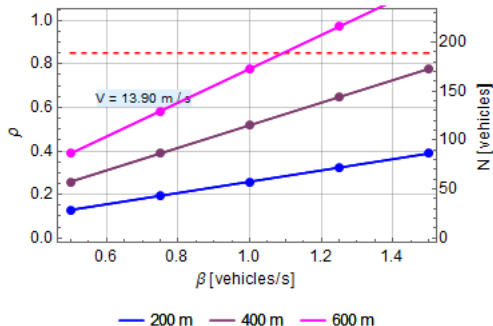


Figura : Variação da taxa de chegada de veículos para cada valor de raio da RSU.

Avaliação de Desempenho

Resultados

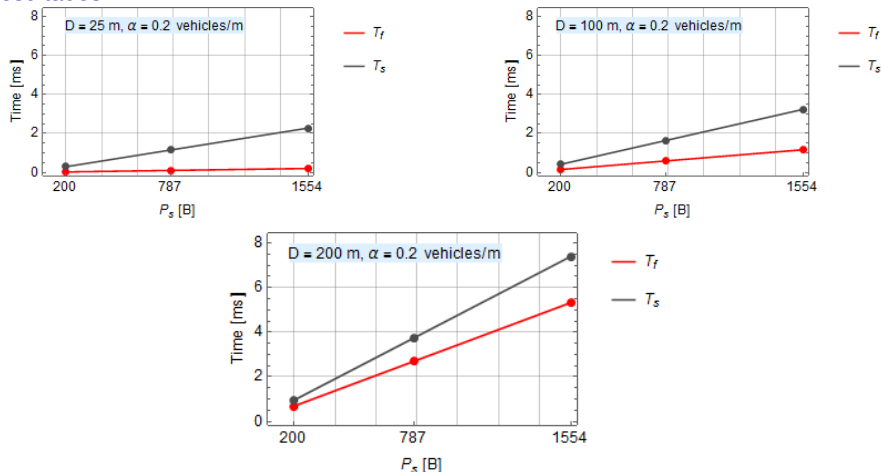


Figura : Obtendo o tempo total no sistema e o tempo total na fila por meio da variação do tamanho de pacote e comprimento de estrada coberto.

Trabalhos Futuros

- Expandir modelo analítico para considerar ruídos e interferências no sinal.
- Concluir modelo de simulação.
- Consolidar em um modelo de Redes de Petri Estocásticas.
- Aquisição de equipamentos sem fio para realização de experimentos.

Trabalhos Futuros

Equipamentos



Obrigado

aflj@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~aflj