

Algoritmo de *handover* ciente de Qualidade de Experiência e Qualidade de Serviço em redes veiculares heterogêneas

Iago Medeiros¹, Lucas Pacheco¹, Denis Rosário¹, Jéferson Nobre², Eduardo Cerqueira¹

¹ Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA – Brasil

² Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS – Brasil

{iago.medeiros, lucas.pacheco}@itec.ufpa.br, {denis, cerqueira}@ufpa.br

jcnobre@unisinossinos.br

Resumo. Este artigo apresenta um algoritmo de *handover* ciente de Qualidade de Experiência (QoE) e Qualidade de Serviço (QoS) em redes veiculares de cenário heterogêneo e sua avaliação de desempenho, em que mostra resultados melhores com um menor custo de *handover*. O algoritmo considera QoE e QoS como métricas de entrada para o Analytic Hierarchy Process (AHP) determinar o *handover*, melhorando assim o QoE final dos vídeos transmitidos.

1. Introdução

De acordo com estudos da [Cisco 2016], estima-se que em 2021 o consumo de vídeo ocupará 82% do total de conteúdo trafegado na Internet, já sendo um dos maiores gargalos da rede atualmente. Além disso, os usuários estão mais exigentes, impondo um nível de Qualidade de Experiência (QoE) cada vez mais alta. Quando os dispositivos conectados são os próprios veículos, existem alguns problemas inerentes desse cenário.

Um problema recorrente em redes veiculares é a mobilidade, onde a entrega de vídeo se torna comprometida enquanto que o *handover* para o dispositivo (UE - *user equipment*) precisa ser feito de forma transparente (ou seja, sem que o usuário perceba a troca de torres ou degradação de QoE). Além disso, a heterogeneidade das estações rádio-base (ERBs) também dificulta o processo devido as suas características distintas, tais como potência de transmissão e área de cobertura. Todo *handover* acarreta em uma alta carga de sinalização para as ERBs envolvidas e sua execução deve ser cuidadosamente executada. Portanto, existe uma necessidade de se ter um equilíbrio entre o número de *handover* realizados com o QoE fornecido para obter um bom desempenho.

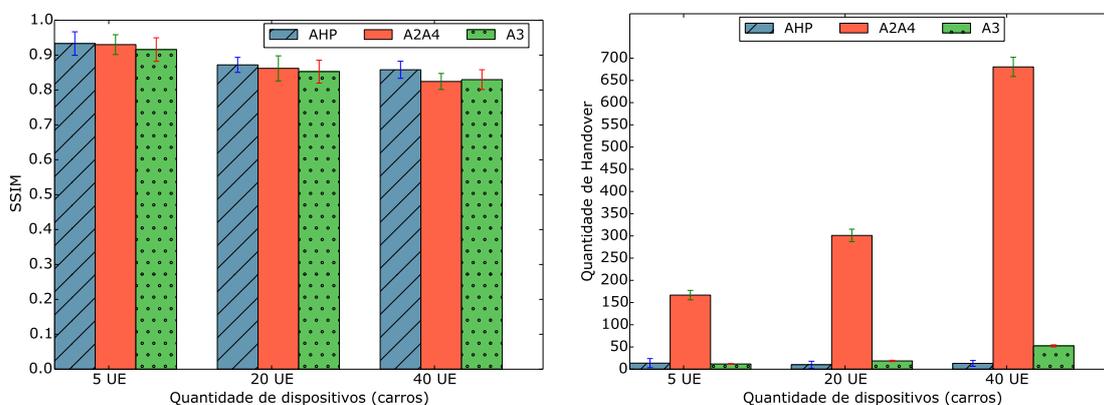
Este artigo apresenta um algoritmo ciente de QoE e Qualidade de Serviço (QoS) para realizar *handover* em redes veiculares heterogêneas. O algoritmo proposto considera o Analytic Hierarchy Process (AHP) para escolha da antena que o dispositivo deve se conectar, com base em multi-critérios (potência de sinal, QoE, QoS). Desta forma, o algoritmo decide se um determinado UE deve ou não realizar o *handover*. Com base em resultados de simulação, a proposta apresentou uma decisão mais eficiente em um cenário pequeno, em termos de diminuição de quantidade de *handover*, mantendo, ou até em alguns casos, melhorando o QoE dos vídeos entregues aos usuários.

2. *Handover* ciente de QoE e QoS eficiente em custos

O algoritmo proposto considera três características das ERBs para tomada de decisão sobre o *handover*. (i) A potência de sinal leva em consideração a qualidade do sinal

transmitido pela antena. (ii) O *Mean Opinion Score* (MOS) preditivo, que é uma forma de medição de QoE onde atribui-se um resultado numérico para cada vídeo transmitido. (iii) A taxa de entrega de pacotes (TEP), que é um fator de QoS. Todos estes fatores são critérios de avaliação usados no AHP, que estima o quanto um fator é mais importante que outro, e serve para quantizar as diferentes ERBs disponíveis para o veículo realizar *handover*, caso seu QoE esteja baixo. Para fomento da técnica do AHP, a ordem de importância atribuída foi MOS é 2 vezes mais importante que potência do sinal, que por sua vez é 2 vezes mais importante que TEP.

Foram realizadas simulações no NS-3.27 em um cenário com 14 antenas LTE e uma quantidade de veículos (UE) variando em 5, 20 ou 40. Os carros locomovem-se no cenário de simulação com velocidade variando entre 0 m/s a 45 m/s, onde cada um requisita um vídeo do servidor 10 segundos (s) após a simulação e até 20s antes do final da simulação. 28 nós fixos consomem um tráfego de dados paralelo em todas as ERBs, para congestioná-las e deixar o cenário mais realista. A composição geográfica das antenas foi de 7 macrocélulas distantes 500 metros entre si, com outras 7 microcélulas próximas. Foram usados 30 simulações para garantir um intervalo de confiança de 95%. Foram testados um algoritmo puramente por potência de sinal (A2A4), outro com potência mais um *time to trigger* e histerese (A3), além do algoritmo de *handover* proposto. A Figura 1a mostra o SSIM (qualidade do vídeo final transmitido) nos 3 cenários distintos onde quanto mais próximo de valor 1, melhor o vídeo entregue. Figura 1b mostra a Quantidade de *Handover* nos mesmos 3 cenários, em que é preferível ter um valor bem baixo. O AHP consegue entregar o vídeo com uma qualidade igual (cenário para 5 carros) ou até mesmo superior (cenário com 20 e 40 carros) aos concorrentes e realizando menos *handover*.



(a) SSIM para os 3 algoritmos

(b) Quantidade de HO para os 3 algoritmos

Figura 1. Resultados de Simulação

3. Conclusão

Este trabalho apresentou um algoritmo mais eficiente em termos de *handover* e ciente de QoE e QoS. Tal feito permite uma menor carga de sinalização para a rede, e proporciona melhor entrega de conteúdo para os veículos consumidores em um cenário heterogêneo.

References

Cisco (2016). Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2015–2020. Technical report, Tech Report.