

Modelagem Cross-Layer de Perdas de Pacotes Sobre Perdas de PSNR em rede IEEE 802.11ac

Cross-Layer Modeling of Packet Losses Over PSNR in IEEE 802.11ac Network

DOI:10.34117/bjdv7n3-689

Recebimento dos originais: 25/02/2021

Aceitação para publicação: 25/03/2021

Edemir Marcus Carvalho de Matos

Mestre

Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, Pará
E-mail: edemir.matos@gmail.com

João Victor Costa Carmona

Doutor

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
ALAMEDA TRÊS N° 61, ACESSO VIA PASSAGEM SÃO JOÃO - BENGUI
E-mail: victorjcc@gmail.com

Iury da Silva Batalha

Doutor

Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, Pará
E-mail: iurybatalha@gmail.com

Jasmine Priscyla Leite de Araujo

Doutora

Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, Pará
E-mail: jasmine.araujo2018@gmail.com

Fabício José Brito Barros

Doutor

Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, Pará
E-mail: fjbbrito@gmail.com

RESUMO

Neste artigo é apresentado o comportamento da perda de qualidade de vídeo com resolução espacial de 3840x2160 pixel codificados em H.264/AVC e transmitidos pela rede sem fio no padrão IEEE 802.11ac. Para o estudo são realizadas transmissões em ambiente real, onde métricas de QoS (Quality of Service) e QoE (Quality of Experience) são extraídas para proposição da modelagem. Técnicas de regressão linear são utilizadas nos dados medidos, onde a partir da porcentagem de perda de pacote é estimado a perda de PSNR (Peak Signal-to-Noise). O valor de RMSE (Root Mean Square Error) e o Desvio Padrão do Erro (DPE) são calculados para avaliar o desempenho da proposta, e foram

encontrados valores inferiores a 2,5 dB para ambas as métricas de desempenho. Validando a proposta.

Palavras-chave: QoE, QoS, Cross-Layer, 802.11ac, Modelagem, Vídeo digital.

ABSTRACT

In this paper the quality loss behavior of video with spatial resolution of 3840x2160 pixels coded in H.264/AVC and transmitted by wireless network in IEEE 802.11ac standard is presented. For the study, transmissions are performed in a real environment, where QoS (Quality of Service) and QoE (Quality of Experience) metrics are extracted for modeling proposition. Linear regression techniques are used on the measured data, where from the packet loss percentage the PSNR (Peak Signal-to-Noise) loss is estimated. The Root Mean Square Error (RMSE) value and the Standard Error Deviation (SPD) are calculated to evaluate the performance of the proposal, and values of less than 2.5 dB were found for both performance metrics. Validating the proposal.

Keywords: QoE, QoS, Cross-Layer, 802.11ac, Modeling, Digital Video.

1 INTRODUÇÃO

O fluxo de informação multimídia que trafega na rede é enorme e tende a aumentar ainda mais, visto que o número de assinantes de plataformas de streaming de vídeos aumentou em 34% globalmente no ano de 2018 [1]. Dessa forma, necessita-se de tecnologias de acesso que suportem a esta demanda, uma vez que os vídeos que trafegam sobre a rede hoje são, em sua maioria, de altas e ultra-resoluções o que faz demandar um desempenho melhor da rede de maneira que seja oferecido um serviço de qualidade para o usuário. Esse desempenho pode ser avaliado tanto com métricas de QoS quanto de QoE. As métricas de QoS mais utilizadas são a perda de pacotes, jitter e delay as quais são correlacionadas com as de QoE: *Mean Opinion Score (MOS)* e *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)* [2].

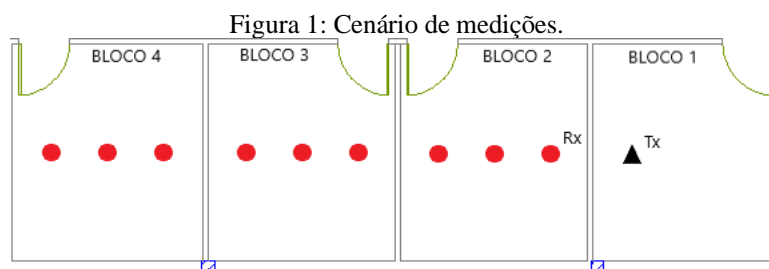
Em [3] é apresentada a avaliação da qualidade de vídeos em altas e ultra-resoluções em transmissões via rede Wi-Fi, utilizando a métrica de PSNR em função da perda de pacotes, esta última foi obtida através de simulações. A partir dos dados obtidos os autores desenvolvem uma estimativa da perda média de PSNR em detrimento da perda de pacotes. Comparando com dados reais, o modelo proposto apresentou valores satisfatórios de RMSE e DPE, 2,32 dB e 2,2 dB, respectivamente. Em [4] os autores avaliam o desempenho da qualidade de vídeo 2K e 4K em um ambiente sem fio *indoor* no padrão IEEE 802.11 b/g com tráfego concorrente.

Este trabalho visa modelar a perda de qualidade de vídeo a partir de métricas QoS sob a rede *IEEE 802.11ac* em ambiente realista de transmissão de vídeos. Os resultados experimentais para três vídeos são expostos e avaliados a partir de métricas de desempenho.

2 METODOLOGIA E ANÁLISE DAS MÉTRICAS

A metodologia adotada neste trabalho foram realizar transmissões de três vídeos diferentes em 4K (3840x2160 *pixel*), codificados com o *CODEC H.264/AVC*. Todos os vídeos possuem: 500 *Frames* a 50 FPS. São codificados com o mesmo *Quantization Parameter* (QP) de valor 32, fazendo com que se mantenha a mesma qualidade. Os vídeos são transmitidos pela rede de comunicação sem fio no padrão *IEEE 802.11ac*, em ambiente real.

O cenário escolhido foi o bloco de salas de aulas do Laboratório de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará, ilustrado na Fig.1, sem qualquer tipo de tráfego concorrente na rede. O receptor R_x (Ponto vermelho) foi posicionado em cada ponto vermelho representado na figura, realizando dez transmissões por vídeo em cada ponto. Enquanto o transmissor T_x (Triângulo preto) se manteve em posição fixa. A perda de pacotes é mensurada para analisar e realizar a proposição de modelagem de previsão de perda de qualidade do vídeo. A métrica de qualidade de vídeo utilizada para realizar tal previsão foi a *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) [4].



Quanto às configurações para as medições, utilizou-se o protocolo UDP (*User Datagram Protocol*), para enviar pacotes de 1024 *bytes* na frequência de 5,2 *GHz*, com o transmissor e o receptor posicionados a um metro e meio de altura, com suas antenas com polarização V-V. Ademais, foram utilizados dois notebooks, um servidor e outro cliente e para a transmissão e extração das métricas (PSNR e perda de pacotes) utilizando o *framework EVALVID* [5].

3 RESULTADOS

Para mensurar a degradação do vídeo, são obtidos os valores de perda de PSNR, dados pela Eq. (1).

$$LPSNR = PSNR_{ref} - PSNR_{recebido} \quad (1)$$

Os valores de PSNR sem perdas são representados por $PSNR_{ref}$ e $PSNR_{recebido}$ são os com perdas decorrentes da degradação do canal.

A regressão linear é aplicada aos dados medidos e a Eq. (2), é a proposta de modelagem.

$$L_{video} = a + b \cdot \log_{10}(PP); X \leq PP \leq Y \quad (2)$$

L_{video} é a estimativa de perda de qualidade de vídeo (em dB), a e b são os coeficientes de perda inicial e de angulação da curva, respectivamente, PP é a perda percentual de pacotes, enquanto X e Y são os limites da equação.

A partir da regressão realizada nos dados de cada um dos três vídeos transmitidos separadamente, foram obtidos diferentes coeficientes (a e b) para cada vídeo. Os modelos estão expressos pelas Equações (3), (4) e (5). Para taxas de perda de pacotes inferiores aos limites mínimos de cada modelo, é retornada pelas equações valores de perda de PSNR negativos, o que foi inferido que para taxas de perda menores que esses percentuais não geram perdas de qualidade significativas. O limite superior se deve ao fato de o conjunto de dados coletados terem sido o máximo de perda de pacotes obtido para cada vídeo.

$$L_{crowd} = 0,53 + 8,43 \cdot \log_{10}(PP); 0,9\% \leq PP \leq 63\% \quad (3)$$

$$L_{park} = 1,87 + 7,07 \cdot \log_{10}(PP); 0,6\% \leq PP \leq 64\% \quad (4)$$

$$L_{duck} = 2,67 + 5,27 \cdot \log_{10}(PP); 0,3\% \leq PP \leq 70\% \quad (5)$$

Para avaliar os modelos propostos foram calculadas métricas de desempenho: o RMSE e o DPE. Para o modelo *Crowd*, descrito pela Eq. (3), observado na Fig. 2, apresentou o RMSE de 2,19 dB e DPE de 2,47 dB, para perdas de pacotes entre 0,9% e 63%. Para o modelo *Park*, descrito pela Eq. (4), na Fig. 3 apresentou RMSE de 2,51 dB e DPE de 2,53 dB, para perdas entre 0,6% e 64%. Para o modelo *Duck*, descrito pela Eq.

(5), visto na Fig. 4 apresentou 2, 24 dB de RMSE e DPE de 2, 22 dB, para perdas de pacote entre 0,3% e 70%.

Figura 2: Modelo proposto para *Crowd*.

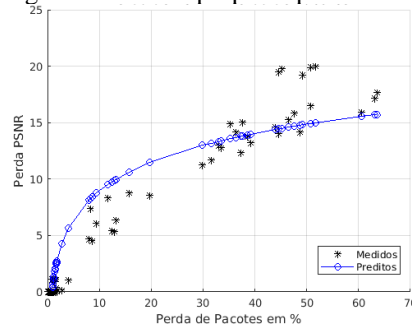


Figura 3: Modelo proposto para *Park*.

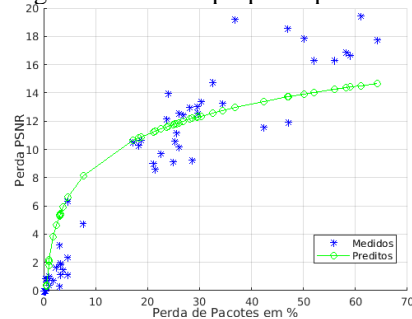
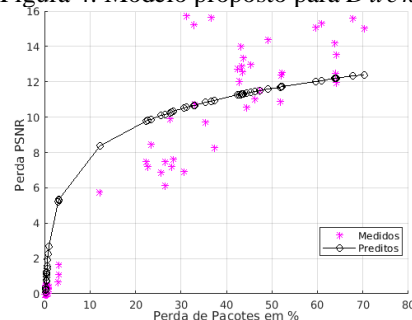


Figura 4: Modelo proposto para *Duck*.



4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados experimentais é demonstrado que os modelos de predição de qualidade de vídeo apresentam desempenho satisfatório. Expondo que realizar a modelagem de perda de PSNR em detrimento da taxa de perda de pacotes em ambientes sem fio é um campo de pesquisa promissor. Logo, os modelos propostos tornam-se ferramentas de grande utilidade para quantificar através de métricas de QoS as degradações no vídeo recebido. Foi observado que os vídeos codificados com QP e GOP fixos, resultam em perdas distintas, consequentemente gerando modelos diferentes a partir das regressões realizadas. Também é observado que pequenas taxas de variações de perdas

de pacotes não geram grandes perdas nos vídeos em 4K. Três modelos são apresentados e conclui-se que é preciso considerar a avaliação das características do vídeo (Informações Temporais e Espaciais) para futuras modelagens com objetivo de generalizar tal proposta.

REFERÊNCIAS

- [1] CISCO.: ‘Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017– 2022’ *Cisco Visual Networking Index*, 2018.
- [2] Y. Chen, K. Wu and Q. Zhang, ‘From QoS to QoE: A Tutorial on Video Quality Assessment,’ in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 2, pp. 1126-1165, Secondquarter 2015. doi: 10.1109/COMST.2014.2363139
- [3] J. V. Carmona and E. M. de Matos and B. S. Castro, “Video Loss Prediction Model in Wireless Networks,” in *PLoS One*, Mar. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0212407>
- [4] Freire, F. S. ; Carmona, J. V. C. ; Seixas, L. D. ; Valente Junior, W. M. ; Kuribayashi, H. ; Matos, E. M. C. “Avaliação de Desempenho de Transmissões de Vídeo 2K e 4K sobre Redes Sem Fio em um Cenário Indoor”, in *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.7,p. 42954-42968, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n7-058>
- [5] B. P. Bondzulich, B. Z. Pavlovic, V. S. Petrovic and M. S. Andric, “Performance of Peak Signal-to-Noise Ratio Quality Assessment in Video Streaming With Packet Losses,” in *Electronics Letters*, vol. 52, no. 6, pp. 454-456, 17 3 2016. doi: 10.1049/el.2015.3784
- [6] EVALVID, “A Video Quality Evaluation Tool-set. 2019”, Disponível em: <http://www2.tkn.tu-berlin.de/research/evalvid/fw.html>. Acesso em: 02 jun. 2019