

Avaliação de qualidade de vídeo sobre uma rede IP usando métricas objetivas

Dante Coaquira Begazo, Demóstenes Zegarra Rodríguez e Miguel Arjona Ramírez

Resumo—Existe uma ampla gama de serviços de telecomunicações que transmitem voz, vídeo e dados através de complexas redes de transmissão sendo que em alguns casos o serviço não tem uma qualidade aceitável pelo usuário final. Este trabalho apresenta de uma maneira prática de como um serviço de vídeo em uma rede IP pode ser afetado por condições adversas na rede, principalmente nos casos de perda de pacotes, atrasos e variação de atrasos. Para a realização dos testes foi montado um cenário de emulação de rede isolado, no qual são parametrizadas diferentes condições de rede, originando diferentes qualidades de vídeo observadas pelo usuário que utiliza um serviço de vídeo streaming.

Palavras-Chave—Qualidade de Vídeo, Métricas Objetivas de Vídeo, FR, PSNR, SSIM, VQM.

Abstract—There is a wide range of telecommunications services to transmit voice, video and data through complex networks of transmission and in some cases the service has not an acceptable quality by the end user. This work presents in a practical way as a video service in an IP network can be affected by adverse conditions on the network, mainly in cases of packet loss, point-to-point delay and delay variation. For the development of the tests was mounted on a scenario of emulation of isolated network, in which there are parameterized different conditions of network, causing different qualities of video observed by the user that uses a service of streaming video.

Keywords—Video Quality, Objective Video Metrics, FR, PSNR, SSIM, VQM.

I. INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade de vídeo é realizada por métricas objetivas e subjetivas. As métricas subjetivas são baseadas na percepção humana. As métricas objetivas são baseadas em modelos matemáticos para estimar a média das opiniões dos usuários. As métricas objetivas podem ser classificadas de acordo com a disponibilidade do vídeo original, que é considerado livre de distorção ou de alta qualidade: FR (Full Reference) Referência Completa [2], RR (Reduced Reference) Referência Reduzida [2] e os NR (No-Reference) Sem Referência [2]. O modelo de avaliação de vídeo no presente artigo é do tipo FR [3], porque utilizamos duas entradas (vídeo original e vídeo degradado) para obter a qualidade de vídeo observada pelo usuário (observador). Para comparar o vídeo original e o vídeo degradado utilizamos as métricas objetivas: PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) Relação Sinal Ruído de Pico [4] [5] [6], SSIM (Structural Similarity Index) Índice de Similaridade Estrutural [4] [5] [6] e VQM (Video Quality Measure) Medição de Qualidade de Vídeo [4] [6].

A. Métrica Objetiva PSNR

A métrica PSNR, chamada de Relação Sinal Ruído de Pico define a relação entre a máxima energia possível de um sinal e o ruído que afeta a representação do sinal, é representada pela seguinte equação:

$$PSNR = 10 * \log_{10} \frac{MaxErr^2 * l * a}{\sum_{i=0}^{l,a} (x_{ij} - y_{ij})^2} \quad (1)$$

onde $MaxErr$ é o máximo valor absoluto possível da diferença dos componentes de cor, l – largura do vídeo, a – altura do vídeo.

B. Métrica Objetiva SSIM

A métrica SSIM, chamada de Índice de Similaridade Estrutural é calculada em várias janelas x e y de tamanho comum $N * N$ é representada na seguinte equação:

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (2)$$

onde μ_x e μ_y é a média de x e y , σ_x^2 e σ_y^2 é a variância de x e y , σ_{xy} é a covariância de x e y , c_1 e c_2 são variáveis que estabilizam a divisão com o denominador pico.

$$\begin{aligned} c_1 &= (k_1 L)^2 \\ c_2 &= (k_2 L)^2 \end{aligned} \quad (3)$$

L é a gama dinâmica dos valores dos pixels $L = 2^{\#bits/pixel} - 1$, $k_1 = 0.01$ e $k_2 = 0.03$.

C. Métrica Objetiva VQM

A métrica VQM, chamada de Medição de Qualidade de Vídeo é desenvolvida usando o vídeo original e o vídeo processado como entradas e é computada calibrando o vídeo amostrado, extraindo as características de qualidade, calculando os parâmetros de qualidade e usando a combinação linear de parâmetros calculados nos passos anteriores.

II. METODOLOGIA

A base de dados utilizada no artigo foi obtida do VQEG (Video Quality Experts Group) [7]. Os vídeos são denominados de SRC alguns dos quais são comprimidos usando MPEG-2 para taxas de compressão diferentes, as características do vídeo são descritas (número de quadros por segundo, resolução, taxa de bit, espaço de cor e bits por pixel) para realizar testes. O VQEG tem ferramentas de processamento de imagens como conversores de formato, que podem ser descarregados livremente.

Para realizar os testes se montou um cenário de rede totalmente controlado, ou seja, sem nenhum tráfego de dado adicional que possa influenciar nas avaliações realizadas. Este cenário de teste esta composto de 3 PC's, como pode ser observado na Fig. 1, onde a PC-A atua como um servidor Web. O PC-B emula um canal de transmissão, sendo aqui configurados diferentes cenários de rede baseados principalmente nos fatores de degradação da rede: perda de pacotes e atraso ponto a ponto. O PC-C é um usuário que utiliza o servidor Web para descarregar arquivos de vídeo e onde também roda os softwares de avaliação objetiva de qualidade de vídeo e softwares de gravação e edição de vídeo.

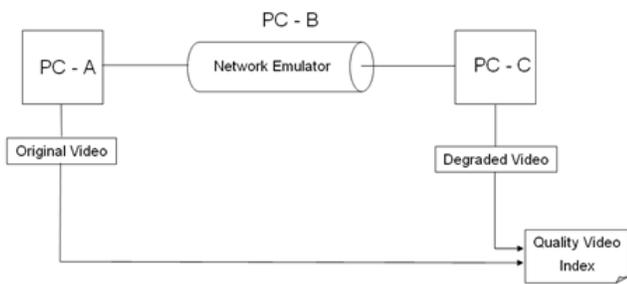


Fig. 1. Cenário de teste para um modelo FR.

O modelo de avaliação de vídeo empregado neste trabalho é do tipo full reference, pois para a determinação da qualidade do vídeo observado pelo usuário são utilizadas duas entradas: o arquivo de vídeo original e o arquivo de vídeo degradado.

Os softwares que rodam em cada um dos PC's são descritos a seguir: Apache Web Server [8], software livre para administração de servidores web onde, para o cenário descrito, são alocados os arquivos de vídeos que serão visualizados pelo usuário. NISTNET [9], emulador de rede, onde pode-se configurar os fatores de degradação da rede como: probabilidade de perda de pacote, atraso ponto a ponto, variação de atraso, largura de banda. Adicionalmente funciona como um roteador. NETEM [10], software emulador de rede, onde pode-se configurar os fatores de degradação da rede como: probabilidade de perda de pacotes e atraso. CamStudio [11], software de gravação de vídeo, onde a gravação é realizada em tela cheia. VídeoPad Vídeo Editor [12], já que a realização dos testes é realizado de forma manual e por não contar com uma sincronização exata, os vídeos são tratados com a finalidade de

ter a mesma duração. MSU Video Quality Measurement Tool [13], é uma ferramenta para determinar qualidade de vídeo. Suporta diferentes formatos de vídeo com entrada como: avi, avs, yuv, bmp, mov, wmv, mp4, mpeg, flv e outras.

É importante ressaltar que o cenário foi montado em base de softwares livres, sendo um cenário de fácil reprodução.

Os vídeos utilizados no artigo tem uma duração de 11.6 segundos, com uma taxa de quadros de 25 quadros/segundo, o que nos dá um valor de 290 quadros, com resolução de 1024x576 e com uma taxa de transferência de 3072kbps.

III. RESULTADOS

Pode-se determinar segundo a TABELA I que existem perdas em nosso sistema, mesmo que não apresente alterações nos fatores de degradação da rede IP implementada, com valores de 0 para perda de pacotes e para atraso.

TABELA I. MÉDIAS DAS MÉTRICAS

Perda de Pacotes (%)	Atraso (ms)	Y PSNR Média	Y SSIM Média	Y VQM Média
0	0	22.12219	0.81124	6.05202
0	1	22.12219	0.81124	6.05208
0	2	22.12219	0.81124	6.05207
0	3	22.12244	0.81108	6.05227
0	4	22.12219	0.81124	6.05209
0	5	22.12222	0.81125	6.05198
0	6	22.12218	0.81125	6.05204
0	7	22.12219	0.81125	6.05205
0	8	22.12217	0.81123	6.0521
1	0	22.11998	0.81117	6.05331
2	0	22.12219	0.81124	6.05207
3	0	22.1222	0.81125	6.05202
4	0	22.12208	0.81121	6.05225
5	0	22.12219	0.81124	6.05205
6	0	22.12221	0.81125	6.05203
7	0	22.12222	0.81125	6.05201

A TABELA I representa a medição do quadro (frame) 0, na comparação do vídeo original com o vídeo degradado para as diferentes métricas objetivas, especificamente para o componente de luminância Y. Os valores das médias para quadros iguais são 100 para a métrica PSNR, 1 para a métrica SSIM e 0 para métrica VQM. No caso das métricas PSNR e SSIM valores altos são melhores, e para a métrica VQM valores baixos são melhores.

Na Fig. 3 é apresentado o resultado que utiliza a métrica PSNR para a componente de luminância Y. As cores para PSNR são apresentadas em ordem crescente: vermelho, amarelo, verde, azul e preto, a maior valor da média da PSNR, menor é a diferença.



Fig. 2. Imagem do vídeo original.

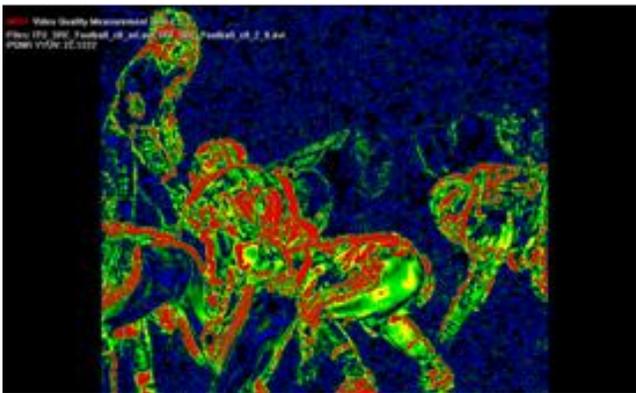


Fig. 3. Imagem resultado da comparação utilizando a métrica PSNR.

Na Fig. 4. é apresentado o resultado que utiliza a métrica SSIM para a componente de luminância Y, onde as áreas com maior brilho correspondem à maior diferença.

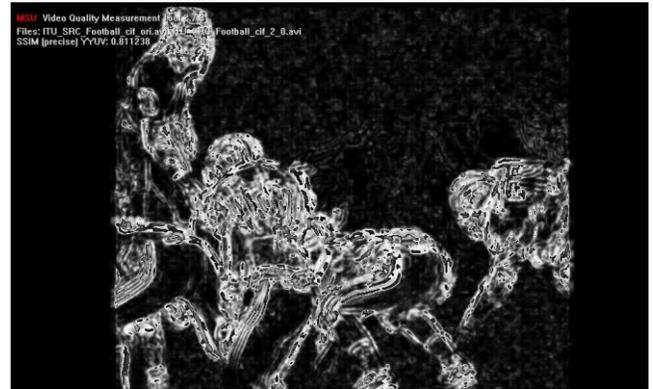


Fig. 4. Imagem resultado da comparação utilizando a métrica SSIM.

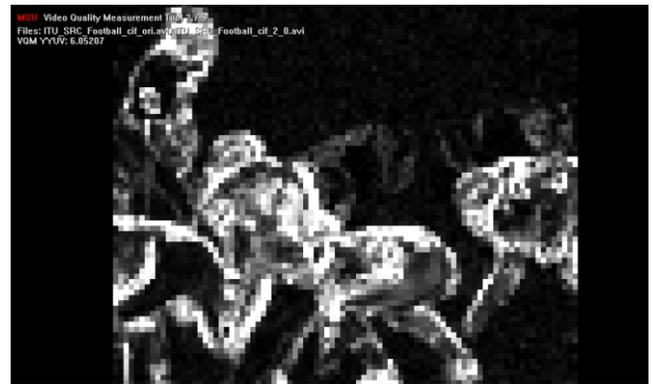


Fig. 5. Imagem resultado da comparação utilizando a métrica VQM.

Na Fig. 5. é apresentado o resultado que utiliza a métrica VQM para a componente de luminância Y, onde os blocos com maior brilho correspondem à maior diferença.

As diferentes métricas objetivas apresentam médias com muitas diferenças. A que obteve melhor resultado ocorre quanto menores forem a perda de pacotes e o atraso. A qualidade de vídeo é menor, conforme os resultados mostrados na Fig. 6 e na Fig. 7. O fator de degradação de atraso apresenta uma maior influência no resultado de qualidade de vídeo. O gráfico da métrica VQM na Fig. 8 é interpretado diferentemente nas outras métricas, ou seja, enquanto esta aumenta com o aumento de número de quadros as outras diminuem.

Pode-se determinar segundo as Fig. 6, Fig.7 e Fig. 8 que o fator de degradação de perda de pacotes, nas métricas utilizadas, não apresenta variação significativa já que o intervalo de transmissão do sinal do vídeo foi de curta duração.

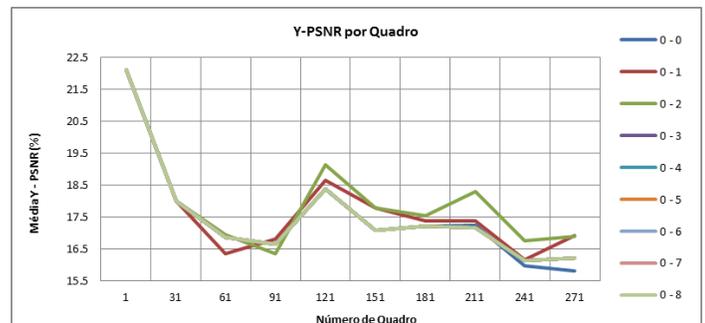


Fig. 6. Gráficos da métrica PSNR por número de quadro.

IV. CONCLUSÕES

Nós chegamos na conclusão de que a qualidade de vídeo é afetada diretamente pelos fatores de degradação de rede como o atraso e a perda de pacotes, com uma maior influência do primeiro, as diferentes métricas utilizadas são ferramentas que ajudam a estabelecer uma melhora no serviço de vídeo numa rede IP. A rede IP implementada apresenta perdas na transmissão mesmo sem fazer as alterações dos fatores de degradação de perda de pacotes e de atraso. O fator de degradação de perda de pacotes, não apresenta variação significativa já que o sinal de vídeo utilizado foi de curta duração.

Em trabalhos futuros temos como objetivo fazer a avaliação usando métricas subjetivas e acrescentar o número de fatores de degradação.

REFERÊNCIAS

- [1] F. Xue, V. Markovski and L. Trajkovic, Packet Loss in Video Transfers over IP Networks, IEEE Conference on Circuits and Systems, vol. 2, pp. 345-348, May 2001.
- [2] Y. Tian and M. Zhu, Analysis and Modelling of No-Reference Video Quality Assessment, IEEE Conference on Computer and Automation Engineering, pp. 108-112, March 2009.
- [3] Z. Wang, H. R. Sheikh and A. C. Bovik, Objective Video Quality Assessment, The Handbook of Video Databases: Design and Applications, ch. 41, pp. 1041-1078, September 2003.
- [4] S. Pasqualini, F. Fioretti, A. Andreoli and P. Pierleoni, Comparison of H.264/AVC, H.264 with AIF, and AVS based on different video quality metrics. IEEE Conference on Telecommunications, pp. 190-195, May 2009.
- [5] A. Horé and D. Ziou, Image quality metrics: PSNR vs. SSIM, IEEE Conference on Pattern Recognition, pp. 2366-2369, August 2010.
- [6] M. Vranjes, S. Rimac-Drlje and K. Grgic. Locally Averaged PSNR as a Simple Objective Video Quality Metric, IEEE Conference ELMAR, vol. 1, pp. 17-20, September 2008.
- [7] Video Quality Experts Group, <http://www.its.bldrdoc.gov/vqeg>
- [8] The Apache Software Foundation, <http://www.apache.org>
- [9] National Institute of Standards and Technology, <http://www-x.antd.nist.gov/nistnet>
- [10] Linux Fundantion, <http://www.linuxfundantion.org/collaborate/>
- [11] CamStudio Open Source, <http://www.camstudio.org>
- [12] NCH Software, <http://www.nchsoftware.com/videopad>
- [13] Graphics & Media Lab (Video Group), http://compression.ru/video/quality_measure

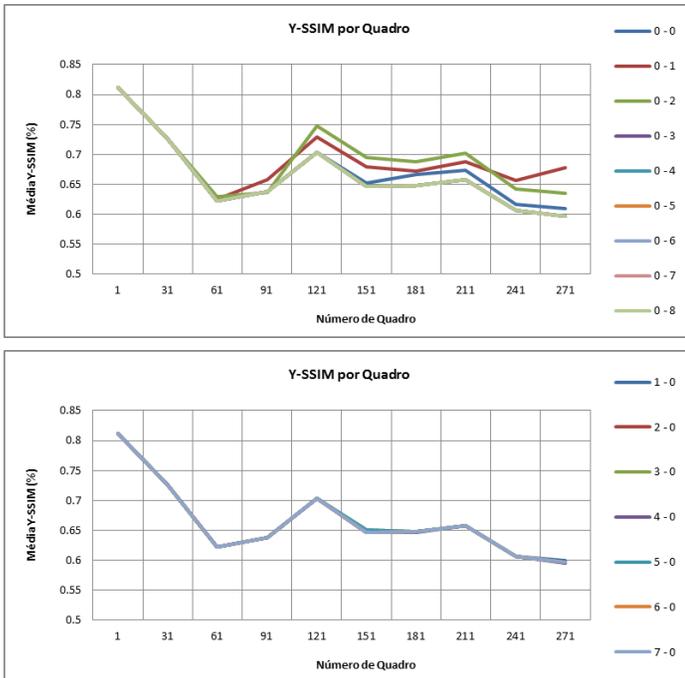


Fig. 7. Gráficos da métrica SSIM por número de quadro.

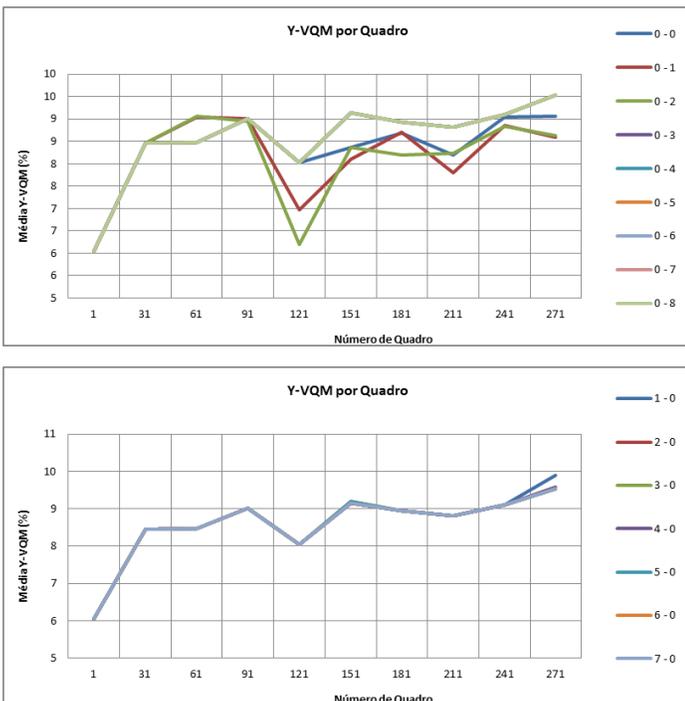


Fig 8. Gráficos da métrica VQM por número de quadro.