

Aprimoramento de um sistema de avaliação da qualidade de um vídeo

Proposta para Trabalho de Conclusão do
Curso de Engenharia de Computação, apre-
sentado à UTFPR como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro de
Computação.

**Curitiba
2010**

Evandro Sirichuk de Souza

**Aprimoramento, agrupamento e revisão de
ferramentas de auxílio à avaliação subjetiva de vídeos**

Proposta para Trabalho de Conclusão do
Curso de Engenharia de Computação, apre-
sentado à UTFPR como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro de
Computação.

Orientador:

Keiko Veronica Ono Fonseca

keikoveronicaono@gmail.com

Curitiba

2010

LISTA DE FIGURAS

- 1 Diagrama da área de cobertura das diferentes tecnologias de rede sem fio.(KIOSKEA, 2010) p. 14

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LCD	Laboratório de Comunicação de Dados
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> (Ambiente Integrado de Desenvolvimento)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
IP	<i>Internet Protocol</i> (Protocolo da Internet)
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i> (Protocolo de Televisão da Internet)
PSNR	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (Pico de relação sinal/ruído)
RMSE	<i>Root Mean Square of the Error</i> (Raiz média quadrática do erro)
FR	<i>Full Reference</i> (Referência Total)
RR	<i>Reduced Reference</i> (Referência Reduzida)
NR	<i>No Reference</i> (Sem Referência)
ITU	<i>International Telecommunication Union</i> (União de telecomunicação internacional)
VQEG	<i>Video Quality Expert Group</i> (Grupo especialista em qualidade de vídeo)
SDTV	<i>Standart Definition Television</i> (Televisão de definição padrão)
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i> (Rede local sem fio)

LISTA DE SÍMBOLOS

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	p. 8
1.1	Palavras-Chave	p. 9
1.2	Objetivo Geral	p. 9
1.3	Objetivos Específicos	p. 9
2	METODOLOGIA	p. 10
2.1	Fundamentos	p. 10
2.1.1	Fundamentos metodológicos da avaliação, utilizando métricas sub- jetivas e objetivas, da qualidade de imagem/vídeo	p. 11
2.1.2	Normas vigentes e literatura atual sobre métricas de avaliação . .	p. 11
2.1.3	Técnicas e algoritmos de compressão de vídeo	p. 12
2.1.4	Vídeo digital e seus artefatos	p. 12
2.1.5	Efeitos de distorções/ruídos e impacto visual	p. 13
2.1.6	Tecnologias e protocolos de rede sem fio	p. 13
2.2	Tecnologias	p. 14
3	RECURSOS DE <i>HARDWARE</i> E SOFTWARE	p. 15
3.1	Recursos de <i>Hardware</i>	p. 15
3.2	Recursos de <i>Software</i>	p. 15
3.3	Viabilidade	p. 15
4	CONTEXTO	p. 16
5	CONCLUSÕES	p. 17

1 INTRODUÇÃO

Vídeos e imagens digitais estão sujeitos a uma grande variedade de distorções e ruídos durante a aquisição, processamento, compressão, armazenamento, transmissão e a reprodução. Qualquer um destes processos pode resultar em degradações da qualidade visual do vídeo ou de imagens digitais, as quais são geralmente caracterizadas por artefatos visíveis no dispositivo de monitoração (SILVA, 2009).

Envolvendo a tecnologia da televisão digital, comunicação de dados, microprocessadores e gestão de projetos, a proposta envolve a avaliação de vídeos através de métricas objetiva e subjetiva, essa com dados provenientes de um equipamento sem fio. Mais detalhadamente, a idéia envolve o aprimoramento de um conjunto de ferramentas de auxílio à avaliação subjetiva, atualmente com fio, para um sem fio, incluindo também a especificação, projeto e implementação de um sistema de comunicação e de um sistema de tratamento dos dados de avaliação subjetiva coletados, análise e agrupamento de algoritmos e bibliotecas de métricas objetivas e por fim, a avaliação ou validação, dos resultados através dos algoritmos de métricas objetivas.

O ambiente de avaliação subjetiva é composto por: ferramenta de *hardware*, ambiente físico, gerador de artefatos artificiais e do *software* de compilação e análise dos dados.

Voltada para projeto e otimização de sistemas, a idéia é inovadora porque não é de conhecimento público a existência de sistemas automatizados de auxílio à avaliação subjetiva de vídeo com equipamentos sem fio. E tem utilidade prática porque é ferramenta fundamental para projeto e otimização de qualquer sistema de vídeo (inclusive para avaliação de conteúdos de vídeo).

Segundo (DARONCO, 2009), os constantes avanços nas áreas de transmissão e processamento de dados multimídia ao longo dos últimos anos permitiram uma migração do sistema analógico para o sistema digital e a criação de aplicações e serviços baseados nesses dados multimídia, como *streaming*¹ de vídeo, vídeo-conferências, aulas remotas e

¹*Streaming* ou fluxo é uma forma de distribuir informação multimídia numa rede através de pacotes.

IPTV². Além disso, avanços nas demais áreas da computação e engenharias, possibilitaram a construção de uma enorme diversidade de dispositivos de acesso a esses serviços, desde computadores pessoais até celulares. Muitas dessas aplicações e dispositivos estão amplamente difundidos hoje em dia, e , ao mesmo tempo em que a tecnologia avança, os usuários tornam-se mais exigentes, buscando sempre a melhor qualidade nos serviços que utilizam.

A avaliação da qualidade da imagem (ou vídeo) requer o estabelecimento ou adoção de métricas para capturar informações de interesse específico, por exemplo, em projeto de sistemas de monitoramento, de transmissão, de codificação/decodificação, de produção do vídeo etc. Neste sentido, métricas de avaliação de qualidade de imagem/vídeo são importantes para uma larga gama de aplicações, como, por exemplo, para monitorar e ajustar a qualidade da imagem de um sistema de provisão de vídeo digital para a Internet (SILVA, 2009).

1.1 Palavras-Chave

Qualidade de vídeo. Vídeo digital. Avaliação subjetiva da qualidade de vídeo.

1.2 Objetivo Geral

Aprimorar ferramentas de avaliação subjetiva para avaliação, teste e validação de métricas objetivas de qualidade de um vídeo digital.

1.3 Objetivos Específicos

- Aprimorar um ambiente para avaliação subjetiva de vídeo digital.
- Projetar um sistema sem fio para a realização dos testes subjetivos.
- Desenvolver um equipamento para a recepção de dados dos avaliadores.
- Especificar e implementar um aplicativo que reúna as bibliotecas necessárias para a realização das métricas objetivas.
- Gerar gráficos das avaliações subjetivas e comparações com métricas objetivas.

²O IPTV ou TVIP é um método de transmissão de sinais televisivos utilizando o protocolo IP.

2 METODOLOGIA

2.1 Fundamentos

O trabalho descrito nesta proposta tem como base três grandes áreas de pesquisa: codificação de vídeo, transmissão de dados, e avaliação de qualidade de um vídeo. Este capítulo enuncia quais são os conceitos preliminares relevantes para compreender o funcionamento e os efeitos dos diferentes métodos e ferramentas empregados na avaliação da qualidade de um vídeo, como realizar uma avaliação tecnicamente válida, e também como transmitir dados de avaliação via rede sem fio.

Sequência de passos:

- Fundamentos metodológicos da avaliação, utilizando métricas subjetivas e objetivas, da qualidade de imagem/vídeo.
- Normas vigentes e literatura atual sobre métricas de avaliação.
- Técnicas e algoritmos de compressão de vídeo.
- Vídeo digital e seus artefatos.
- Efeitos de distorções/ruídos e impacto visual (blocagem, borramento, escada, vibrante, mosaico, *Edge Bussiness* ¹).
- Tecnologias e protocolos de rede sem fio.
- Experimentos e resultados.

¹Distorção de borda

2.1.1 Fundamentos metodológicos da avaliação, utilizando métricas subjetivas e objetivas, da qualidade de imagem/vídeo

Segundo (SILVA, 2009), na avaliação subjetiva, dentre os vários métodos psicométricos, três tipos têm sido utilizados em televisão: método de comparação, onde a magnitude de um tipo de degradação é variada até provocar o mesmo efeito de outra degradação mantida fixa, tomada como referência; método discriminatório, que procura estabelecer a magnitude na qual a degradação se torna visível ou determina a sequência de pequenas variações de degradações que produzem as menores diferenças perceptíveis; método do escalonamento de opiniões, onde diferentes magnitudes de uma degradação são aplicadas a uma imagem em ordem aleatória. Em seguida, observadores classificam cada uma das imagens/vídeos a partir de uma escala de categorias. Cada um desses métodos tem seu campo de aplicação e muitas variações possíveis no que diz respeito às técnicas experimentais e à forma de análise e apresentação dos resultados.

Em (FONSECA, 2008), observa-se que a avaliação objetiva de sinais de vídeo pode ser classificada em três categorias: completamente referenciada, conhecida como FR ou "*Full Reference*", quando ambos os sinais, original e processado, estão disponíveis para avaliação; parcialmente referenciada, conhecida como RR ou "*Reduced Reference*", quando apenas algumas amostras ou certas características do sinal original estão disponíveis; e não referenciada, também conhecida como NR ou "*No Reference*", quando apenas o sinal processado está disponível.

2.1.2 Normas vigentes e literatura atual sobre métricas de avaliação

Em (FONSECA, 2008), vemos que em 1997, um grupo de especialistas da União Internacional de Telecomunicações (ITU) se reuniu em Turin, na Itália, e formou o VQEG (Grupo de Especialistas em Qualidade de Vídeo). O VQEG possui projetos para aplicações em televisão e multimídia nas três categorias de avaliação objetiva anteriormente citadas. Na avaliação FR para aplicação em televisão com definição padrão (SDTV) o VQEG realizou dois trabalhos, sendo um concluído em 2000 e outro em 2003, disponibilizando os relatórios em (VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP, 2003) e (VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP, 2007), respectivamente. Estes relatórios resultaram em uma recomendação da ITU específica para avaliação de sinais de televisão em definição padrão, a recomendação ITU-R BT.1683, de 2004, na qual foram descritos quatro modelos aprovados para implementação (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2004). O VQEG

também disponibilizou, em 2000, todo o conjunto dos dados utilizados em sua primeira avaliação, incluindo as cenas de vídeo originais e processadas, bem como os resultados dos experimentos subjetivos realizados com estas cenas, permitindo que outros pesquisadores pudessem desenvolver e testar estas metodologias alternativas e abordagens inovadoras para este tipo de avaliação, como no caso dos trabalhos realizados por (GUNAWAN; GHANBARI, 2008), (ONG, 2007), (SHEIKH; BOVIK, 2006), (SESHADRINATHAN; BOVIK, 2007) e (GUO; DYKE-LEWIS; MYLER, 2004).

As normas de avaliação subjetiva tratam dos aspectos relativos às condições de observação, seleção e preparação do material, número e tipos dos avaliadores e enfatizam, principalmente, a seleção da metodologia adequada ao problema, com relação à seleção da forma de apresentação e ao tipo de escalas de notas. A quantidade de dados que precisa ser coletada depende de fatores intercorrelacionados tais como: intervalo de confiança, desvio padrão e amplitude relativa do efeito que se deseja medir (SILVA, 2009). Ou seja, independente de qual ou quais métodos de avaliação subjetiva serão utilizados, deve-se garantir que todos os aspectos referentes às condições de visualização sejam cuidadosamente analisados e controlados.

2.1.3 Técnicas e algoritmos de compressão de vídeo

A codificação de vídeo é o processo de representação digital de um vídeo, que tem como principal objetivo a compressão dos dados para viabilizar seu armazenamento e transmissão. O maior problema da codificação pode ser visto como uma troca entre a compressão alcançada e o nível de fidelidade obtido após este processo. Ou seja, normalmente procura-se obter a maior fidelidade possível para determinada taxa de *bits* máxima estipulada, ou manter a menor taxa de *bits* possível para determinada fidelidade (DARONCO, 2009).

2.1.4 Vídeo digital e seus artefatos

Segundo (ALBINI, 2009) e (SILVA, 2009), quando uma imagem ou vídeo é degradado, várias características peculiares podem ser encontradas na área de observação e que são chamadas de artefatos. Os artefatos diferem-se para cada sistema, tanto para o digital quanto para o analógico. Os artefatos podem ser introduzidos através da filtragem, conversão, transformação, quantização e/ou transmissão. Alguns exemplos de artefatos são: o ruído branco gaussiano e o ruído sal e pimenta, que se apresentam como um "chuvisco".

Há também o borramento da imagem, a blocagem, escada, vibrante, mosaico, distorção de borda, entre outros.

2.1.5 Efeitos de distorções/ruídos e impacto visual

Para usuários de um sistema multimídia, a qualidade dos dados é um dos fatores fundamentais para definição de sua satisfação em relação a este sistema.

Segundo (DARONCO, 2009) a qualidade de um vídeo é influenciada por diversos fatores. Medidas tradicionais como PSNR² e RMSE³ fornecem uma estimativa da qualidade de cada imagem do vídeo usando apenas a diferença da luminância dos *pixels* em relação ao vídeo original. Porém, diversos outros fatores também influenciam a qualidade, como por exemplo, a taxa de quadros por segundo, a resolução espacial e erros na transmissão, que podem levar à geração de artefatos, perda de quadros entre outros. Diversos estudos já esturadam a validade dessas técnicas para verificação de qualidade de imagens e vídeos.

2.1.6 Tecnologias e protocolos de rede sem fio

As redes locais sem fio (WLANs) constituem-se como uma alternativa às redes convencionais com fio, fornecendo as mesmas funcionalidades, mas de forma flexível, de fácil configuração e com boa conectividade em áreas prediais ou de campus. Dependendo da tecnologia utilizada, rádio frequência ou infravermelho, e do receptor, as rede WLANs podem atingir algumas dezenas de metros. Distinguem-se habitualmente várias categorias de redes sem fio, de acordo com o perímetro geográfico que oferece uma ligação (chamado zona de cobertura).

Uma tecnologia *wireless* deve ser escolhida de acordo com a finalidade de sua aplicação, por exemplo, para pequenas distâncias onde a velocidade é um item relevante é recomendável utilizar uma rede com padrão *Wi-Fi*[®] (WI-FI ALLIANCE, 2010), porém se o custo de implementação for um item crucial e a velocidade de comunicação for um item secundário, pode-se utilizar a tecnologia *BlueTooth*[®] (BLUETOOTH, 2010) ou *ZigBee*[®] (ZIGBEE ALLIANCE, 2010).

²Peak Signal to Noise Ratio

³Root Mean Square of the Error

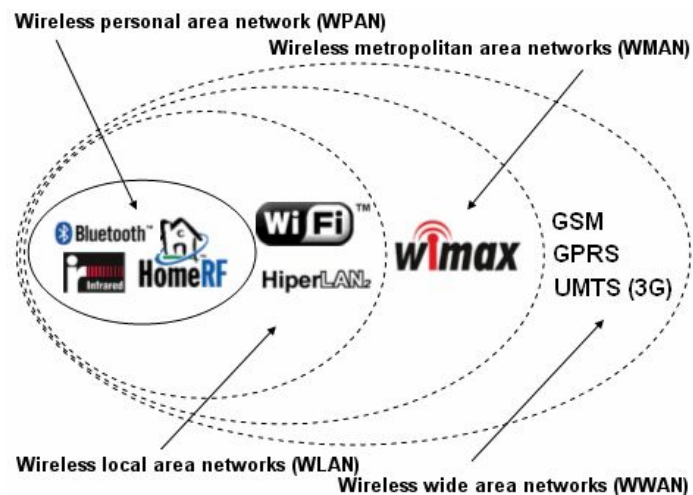


Figura 1: Diagrama da área de cobertura das diferentes tecnologias de rede sem fio. (KIOSKEA, 2010)

2.2 Tecnologias

Utilizando-se dos ambientes Eclipse IDE (ECLIPSE ORGANIZATION, 2010), Netbeans IDE (ORACLE, 2010b) o *software* principal deverá ser construído sobre a linguagem Java. Para a comunicação de rede sem fio será utilizado uma plataforma ZigBee® (ZIGBEE ALLIANCE, 2010) acoplada a um microcontrolador.

3 RECURSOS DE *HARDWARE* E SOFTWARE

3.1 Recursos de *Hardware*

O projeto será composto de um sistema de *hardware* composto por componentes eletrônicos (microcontrolador, placa de rede sem fio, LCD e dispositivos de entrada) conectados a uma cadeira em frente a uma televisão de alta definição onde os vídeos serão exibidos para os telespectadores. Os dispositivos de entrada serão botões enumerados com valores de notas para avaliação. Um computador de mesa receberá as notas dos avaliadores dadas aos vídeos e alimentará um sistema de banco de dados. As notas dadas poderão ser visualizadas via LCD no kit do microcontrolador.

3.2 Recursos de *Software*

Para construir o software integrador de bibliotecas de métricas objetivas e processador dos dados da avaliação subjetiva, serão utilizadas as seguintes ferramentas: Modelagem (UML) provida pelo software Astah* Community(ASTAH*, 2010) e programação orientada a objetos (Java) para o front-end; linguagem de programação C++ para o firmware; ambientes integrados de *software* livre Eclipse e NetBeans; banco de dados relacional open source MySQL(ORACLE, 2010a) e GNUPlot(GNUPLOT..., 2010) para a geração dos gráficos da aplicação.

3.3 Viabilidade

O projeto será realizado em um laboratório específico de comunicação de dados (LCD) com recursos de *hardware* financiados pela verba CAPES(CAPES, 2010) da orientadora, já que os recursos de *software* são gratuitos.

4 CONTEXTO

Este projeto é uma continuidade do projeto defendido na dissertação de mestrado de (SILVA, 2009), apresentada ao programa de pós-graduação em engenharia elétrica e informática industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e poderá ser utilizado por aqueles que desejam um conjunto de ferramentas confiável de avaliação objetiva ou subjetiva de um vídeo.

5 CONCLUSÕES

Multidisciplinar, este projeto envolverá a aplicação de diversos conhecimentos de *software* e *hardware* adquiridos durante o curso, que aliados a importantes áreas de pesquisa da computação, como a codificação, transmissão e avaliação de vídeos e imagens, produzirão resultados que poderão auxiliar o desenvolvimento da área de qualidade visual a fim de proporcionar maior usabilidade dos sistemas de avaliação atuais.

Complementando, segundo (SILVA, 2009), a avaliação subjetiva de qualidade de imagem/vídeo é atualmente a forma mais efetiva de se avaliar de forma confiável a qualidade de um vídeo. Diversos estudos, principalmente na área de mestrado, foram desenvolvidos e publicados buscando explorar este conceito, porém, é visível que aplicações voltadas a este nicho são ainda pouco exploradas no Brasil, vide a predominância massiva do sinal analógico no sistema de televisão aberta e a recém chegada do sistema de transmissão e recepção da televisão digital.

REFERÊNCIAS

ALBINI, F. L. P. *Geração e avaliação de artefatos em vídeo digital*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Março 2009.

ASTAH*. *Astah* Community*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://astah.change-vision.com/en/product/astah-community.html>>.

BLUETOOTH. *The Official BlueTooth site*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.bluetooth.com/>>.

CAPES. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/index.php>>.

DARONCO, L. C. *Avaliação Subjetiva de Qualidade Aplicada à Codificação de Vídeo Escalável*. Dissertação (Mestrado) — Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2009.

ECLIPSE ORGANIZATION. *Eclipse Home*. Setembro 2010. Disponível em: <www.eclipse.org>.

FONSECA, R. N. da. *Algoritmos para avaliação da qualidade de vídeo em sistemas de televisão digital*. Dissertação (Mestrado) — Escola politécnica da universidade de São Paulo, 2008.

GNUPLOT homepage. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.gnuplot.info/>>.

GUNAWAN, I. P.; GHANBARI, M. Recoded-reference video quality assessment using discriminative local harmonic strength with motion consideration. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, v. 18, n. 1, p. 71–83, Janeiro 2008.

GUO, J.; DYKE-LEWIS, M. V.; MYLER, H. R. Gabor difference analysis of digital video quality. *IEEE Transactions on Broadcasting*, v. 50, n. 3, Setembro 2004.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. *Recomendation ITU-R BT1683: Objective perceptual vqm techniques for digital broadcast television in the presence of a full reference*. Geneva, 2004.

KIOSKEA. *Redes sem fio - Wireless Networks*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://pt.kioskea.net/contents/wireless/wlintro.php3>>.

ONG, E. P. Video quality metrics - an analysis for low bit rate videos. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - ICASSP*, v. 1, p. I-889–I-892, Abril. 2007.

ORACLE. *MySQL :: The world's most popular open source database*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://www.mysql.com/>>.

ORACLE. *NetBeans*. Setembro 2010. Disponível em: <<http://netbeans.org/>>.

SESHADRINATHAN, K.; BOVIK, A. C. A structural similarity metric for video based on motion models. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - ICASSP*, v. 1, n. 1, p. 869–872, 2007.

SHEIKH, H.; BOVIK, A. Image information and visual quality. *IEEE Transactions on Image Processing*, v. 15, n. 2, p. 430–444, 2006.

SILVA, E. S. R. da. *Especificação, Projeto e Desenvolvimento de Ferramentas de Auxílio à Avaliação Subjetiva de Vídeo*. Dissertação (Mestrado) — Universidade tecnológica federal do Paraná, Outubro 2009.

VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP. *Final Report from the Video Quality Experts Group on the Validation of Objective Models of Video Quality Assessment*. Março 2003. Disponível em: <ftp://vqeg.its.bldrdoc.gov/>.

VIDEO QUALITY EXPERTS GROUP. *Final Report from the Video Quality Experts Group on the Validation of Objective Models of Video Quality Assessment Phase II*. Dezembro 2007. Disponível em: <ftp://vqeg.its.bldrdoc.gov/>.

WI-FI ALLIANCE. *Wi-Fi Alliance Home*. Setembro 2010. [Http://www.wi-fi.org/](http://www.wi-fi.org/).

ZIGBEE ALLIANCE. *ZigBee Alliance*. Setembro 2010. Disponível em: <www.zigbee.org>.