



4º EIACTI

4º Encontro Anual de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação

Desenvolvimento de um sistema protótipo para transmissão de áudio e vídeo de procedimentos médicos compatível com dispositivos móveis

Kame Haung Zhu (PIBITI/CNPq/UNIOESTE)¹, Huei Diana Lee (Orientadora)¹, Leandro Augusto Ensina¹, Paulo Cesar Marques Filho¹, Wu Feng Chung^{1 2}, e-mail: kamehaung@gmail.com

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Engenharias e Ciências Exatas/Foz do Iguaçu, PR

²Universidade Estadual de Campinas

Área/subárea: Ciências Exatas e da Terra/Ciência da Computação

Palavras-chave: telemedicina, eHealth, tempo real

Resumo

A telemedicina pode contribuir para a melhoria na prestação de serviços de saúde em regiões remotas ou com menor disponibilidade de profissionais de saúde qualificados. Nesse contexto, a incorporação de dispositivos móveis a sistemas de telemedicina, somada à disponibilidade de redes de comunicação sem fio, amplia a acessibilidade e a mobilidade desses sistemas. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo projetar e construir um módulo para um sistema de telemedicina que permitisse a interação, além da transmissão de áudio e vídeo de procedimentos médicos, em tempo real, com suporte aos principais tipos de dispositivos móveis disponíveis no mercado (*tablets e smartphones*). Para isso, as principais tecnologias associadas a este projeto foram o servidor de *streaming* Kurento Media Server e o protocolo WebRTC, assim como o conceito do *Responsive Web Design*, os quais permitiram tornar os sistemas acessíveis independentemente do dispositivo e do sistema operacional utilizados. Para validação do protótipo construído, experimentos foram realizados comparando seu desempenho com a sua versão anterior do sistema, que utiliza a plataforma Adobe Flash e servidor Red5, cuja compatibilidade com navegadores atuais tem apresentado problemas. Os resultados obtidos mostram que o protótipo proposto neste trabalho é funcional e apresenta desempenho superior em relação ao outro sistema.

Introdução

Apesar dos primeiros projetos de telemedicina datarem da década de 1920, com o uso do rádio para consultorias e serviços de ambulância aérea, sua difusão ocorreu apenas com o avanço tecnológico nos últimos anos (Shortliffe & Cimino, 2014). À medida que as tecnologias se tornaram mais acessíveis, foi possível que mais pessoas em locais mais afastados tivessem acesso a elas.



4º EAICTI

4º Encontro Anual de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação

Além disso, a disponibilidade de redes de comunicação de dados sem fio contribui para uma maior adoção de dispositivos de uso comum, como *tablets* e *smartphones*, em aplicações diversas. Desse modo, a utilização de aplicativos multimídia torna-se viável, sendo possível realizar comunicações audiovisuais simultâneas e em tempo real entre usuários, como a realização e o acompanhamento remoto de procedimentos médicos.

Neste cenário, o Laboratório de Bioinformática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em parceria com o Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, desenvolveram o Sistema de Telemedicina em Tempo Real (S2TR), e posteriormente o Sistema Integrado de Telemedicina e Gerenciamento de Dados (SITGD), que evoluiu a partir do S2TR. O SITGD tem como objetivo gerenciar dados de pacientes e seus exames, bem como a transmissão de procedimentos médicos em tempo real pela *Internet* (Wu et al., 2014; Coy et al., 2015).

No entanto, o sistema possuía limitações relacionadas à incompatibilidade com dispositivos móveis e à defasagem do *plug-in* Adobe Flash Player para navegadores mais modernos, caracterizando a necessidade de mudanças.

Desse modo, este projeto teve como objetivo projetar e desenvolver um novo protótipo para transmissão de vídeo e áudio de procedimentos médicos em tempo real, com suporte aos principais dispositivos móveis no mercado. Ainda, o desempenho do novo sistema foi comparado experimentalmente com sua versão anterior, de modo a validar o trabalho realizado.

Material e Métodos

Este trabalho desenvolveu-se em três fases: Projeto, Construção e Validação.

Na Fase de Projeto, foram identificados funcionalidades e requisitos a serem atendidos pelo protótipo, sendo realizadas reuniões com especialistas da saúde e de computação com esse objetivo. Entre os requisitos identificados destacam-se: 1) a transmissão e acompanhamento de procedimentos médicos em tempo real; 2) a acessibilidade tanto por computadores pessoais quanto por dispositivos móveis (*tablets* e *smartphones*); 3) independência de sistema operacional (SO) e de navegador; 4) aplicação *web*.

A partir da revisão bibliográfica e do estudo das tecnologias disponíveis para a construção do protótipo foram selecionados o *framework* ZURB Foundation, para apoio à implementação do conceito de *Responsive Web Design* (RWD) (Marcotte, 2010), e o protocolo WebRTC e o servidor de mídia Kurento Media Server (Garcia et al., 2017), para a implementação da comunicação audiovisual em tempo real.

A Fase de Construção contemplou a implementação das funcionalidades selecionadas, utilizando para isso as tecnologias e ferramentas identificadas na Fase de Projeto.

Na Fase de Validação foram comparados os desempenhos do protótipo desenvolvido com a versão anterior do sistema. O ambiente experimental foi



4º EAICTI

4º Encontro Anual de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação

constituído de um vídeo real de endoscopia, com duração de sete minutos, transmitido cinco vezes para cada sistema, de modo a simular uma situação real. É importante ressaltar que a transmissão para o protótipo foi configurada a 25 Quadros por Segundo (QPS) em ambos os casos, porém no sistema existente, tendo o codificador sido configurado para qualidade máxima, a qualidade das imagens prevalece sobre a taxa de quadros. Os valores de *Bit Rate* (BR) e QPS foram obtidos desses experimentos. Os testes de comparação estatísticos Kolmogorov-Smirnov (KS) e Mann-Whitney (MW), com rejeição da hipótese nula para $p < 0,05$ foram utilizadas para comparação do desempenho de ambas as tecnologias.

Os equipamentos e tecnologias utilizados neste trabalho foram:

- Notebook com função de servidor e *dual boot*:
 - SO: Ubuntu 16.04 (Kurento), e Windows 7 (Red5)
 - Processador e memória RAM: Intel Core i5-2410M / 6GB
- Notebook com função de receptor da transmissão de vídeo:
 - SO: Windows 10 64 bits
 - Processador e memória RAM: Intel Core i7-8550u 1.8GHz / 8 GB
 - Navegador Mozilla Firefox 61.0 – Flash Plugin 30.0.0.113
- Notebook com função de transmissor da transmissão de vídeo:
 - SO: Windows 7 64 bits
 - Processador e memória RAM: Intel core i5-3230M 2.6GHz / 6 GB
 - Navegador Mozilla Firefox 61.0.2 - Flash Plugin 30.0.0.113
- Servidor de *streaming* Kurento 6.7.1
- Servidor de *streaming* Red5 Server 1.0.0 RC1
- Framework ZURB Foundation 6.4.2

Resultados e Discussão

Com as tecnologias apresentadas na seção anterior foram implementadas as funções de transmissão e recepção de áudio e vídeo no protótipo desenvolvido.

Considerando o requisito de aplicação *web* e acessibilidade por qualquer dispositivo, independente de SO e navegador, o sistema foi implementado utilizando o conceito do *Responsive Web Design* (RWD). O RWD permite que um único sistema seja desenvolvido, de modo que suas páginas se adaptem ao dispositivo que o acessa, adequando o *layout* conforme o tamanho da tela (Marcotte, 2010). O *framework* ZURB Foundation foi adotado visando permitir o desenvolvimento ágil e eficiente das páginas de *layout* aplicando esse conceito.

Ainda, entre os protocolos e tecnologias utilizadas destacam-se o *Web Real-Time Communication* (WebRTC) e o Kurento. O protocolo WebRTC permite a conexão direta entre dois navegadores, por meio de troca de mensagens, possibilitando a comunicação entre navegadores distintos, e independentes de SO e dispositivo, sem a necessidade de instalação de software adicional.

Já o Kurento é um servidor de mídia compatível com o protocolo WebRTC que contém API's (*Application Programming Interface*) que simplificam o



4º EAICTI

4º Encontro Anual de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação

desenvolvimento de aplicações de vídeos avançadas para *web*, tais como gravação, mixagem, *broadcasting* e roteamento de fluxos audiovisuais (Garcia et al., 2017).

Nas Tabelas 1 e 2 constam as médias e desvios-padrões obtidos para as variáveis de BR e QPS transmitidos e recebidos, relativos ao servidor de *streaming* Kurento e Red5, respectivamente.

Tabela 1 – Média e desvio-padrão dos valores de BR e QPS – Servidor Kurento

	Transmissor		Receptor	
	BR (Mbps)	QPS	BR (Mbps)	QPS
Experimento 1	1,27 (0,08)	24,74 (1,03)	1,26 (0,09)	24,80 (1,40)
Experimento 2	1,27 (0,08)	24,71 (1,43)	1,26 (0,09)	24,78 (1,87)
Experimento 3	1,27 (0,08)	24,71 (1,31)	1,26 (0,08)	24,71 (1,33)
Experimento 4	1,27 (0,08)	24,70 (1,20)	1,26 (0,09)	24,76 (1,51)
Experimento 5	1,27 (0,09)	24,70 (1,25)	1,25 (0,08)	24,71 (1,34)

Tabela 2 – Média e desvio-padrão dos valores de BR e QPS – Servidor Red5

	Transmissor		Receptor	
	BR (Mbps)	QPS	BR (Mbps)	QPS
Experimento 1	14,49 (2,09)	19,33 (3,89)	14,45 (2,06)	16,52 (3,02)
Experimento 2	14,65 (2,04)	19,72 (4,26)	14,67 (2,02)	16,72 (2,86)
Experimento 3	14,03 (1,82)	18,34 (3,95)	14,03 (1,81)	16,14 (3,00)
Experimento 4	13,56 (1,67)	18,10 (4,27)	13,55 (1,64)	15,84 (3,17)
Experimento 5	13,07 (1,55)	17,55 (4,40)	13,07 (1,55)	15,45 (3,33)

Observando os valores das Tabelas 1 e 2, percebe-se que os valores de BR e QPS, tanto do receptor como do transmissor, foram próximos em suas respectivas tecnologias. Contudo, ao comparar os valores entre as tecnologias, nota-se uma clara diferença em relação ao BR e QPS, confirmado pelo teste estatístico realizado sobre os valores obtidos nos experimentos, considerados em conjunto.

A partir do teste MW foi identificada diferença estatisticamente significativa entre os desempenhos de ambas tecnologias, tanto em termos de BR quanto em termos de QPS. O p-valor obtido nos testes MW foi inferior a 0,001 em todos os casos, rejeitando-se a hipótese nula, e confirmando a diferença entre os resultados.

Os valores médios de BR e QPS demonstram um desempenho baixo para o Red5, se comparado com os valores para o servidor Kurento. Por hipótese, esse resultado deve-se principalmente às diferenças entre os codificadores Sorenson Spark (Flash/Red5) e VP8 (WebRTC/Kurento). Este último é mais recente, executa diretamente no navegador e favorece a compressão do vídeo em lugar da definição



4º EIACTI

4º Encontro Anual de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação

das imagens, enquanto o primeiro é um codificador mais antigo, executa dentro de um *plugin* instalado no navegador, e permite controlar a compressão para favorecer a qualidade e definição das imagens, aumentando o BR em detrimento do QPS.

Portanto, esse resultado corrobora a superioridade em desempenho das tecnologias relacionadas ao servidor Kurento em comparação com as tecnologias relacionadas ao Red5, considerando o cenário experimental proposto.

Conclusões

O protótipo do sistema *web* desenvolvido para a transmissão de procedimentos médicos em tempo real é funcional, atendendo ao objetivo proposto neste trabalho. Além disso, as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do protótipo permitem que este seja acessível tanto por computadores pessoais quanto por dispositivos móveis, como *tablets* e *smartphones*. Ainda, por meio da análise estatística, ficou comprovado que este novo sistema possui desempenho superior comparado à sua versão anterior. Trabalhos futuros incluem a inclusão de novas funcionalidades, como *chat* e captura de imagens durante a transmissão, e novos experimentos utilizando dispositivos móveis.

Agradecimentos

A UNIOESTE/CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica.

Referências

Coy, C.S.R.; Marques Filho, P.C.; Lichtnow, M.R.; Fontana, M.; Ensina, L.A.; Spolaôr, N.; Takaki, W.S.R.; Wu, F.C.; Lee, H.D.; Fontque Junior, M.; Fagundes, J.J.; Leal, R.F. & Ayrizono, M.L.S. (2015) BR Patente INPI 512015001532-0. *SITGD*.

Garcia, B.; Fernandez, L.L.; Gallego, M. & Gortazar, F. (2017). Kurento: the swiss army knife of WebRTC media servers. *IEEE Communications Standards Magazine* 1, 44-51.

Marcotte, E. (2010). Responsive web design. Disponível em: <<https://alistapart.com/article/responsive-web-design>>. Acesso em 27 de Fevereiro de 2018.

Shortliffe, E.H. & Cimino, J.J. (2014). *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*. New York: Springer-Verlag London.

Wu, F. C.; Coy, C. S. R.; Lee, H. D.; Machado, R. B.; Fagundes, J. J.; Ayrizono, M. L. S.; Voltolini, R. F. & Spolaôr, N. (2014). Programa de Computador. BR Patente INPI 512014000324-8. *S2TR*.