

# AVALIAÇÃO DO TEMPO DE ATRASO PARA A TRANSMISSÃO DE DADOS EM TEMPO REAL PELA INTERNET EM UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE MOVIMENTOS

Matheus Maciel (PIBITI/CNPq)<sup>1</sup>

Leandro Augusto Ensina<sup>2</sup>, Wu Feng Chung<sup>1 3</sup>

Huei Diana Lee (Orientadora)<sup>1</sup>

Laboratório de Bioinformática (LABI)/Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)<sup>1</sup>, Departamento de Informática/Universidade Federal do Paraná (UFPR)<sup>2</sup>, Faculdade de Ciências Médicas (FCM)/Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)<sup>3</sup>

{maciel.matheus, huei.lee}@unioeste.br

## Objetivos

Avaliar tempo de atraso (*delay*) na transmissão de dados em tempo real em sistema *web* de telemedicina para monitoramento de movimentos do corpo humano.

## Métodos e Procedimentos

O Sistema de Monitoramento de Movimentos e Análise Remota em Telemedicina (SMMAR-T) é um sistema *web* que possibilita que especialistas da área da saúde possam acompanhar, monitorar e analisar movimentos do corpo humano, de modo remoto e em tempo real [1]. Além disso, o SMMAR-T permite cadastrar e gerenciar dados de pacientes, profissionais e consultas médicas, assim como criar planos de atividades para os pacientes. Em particular, o sistema realiza a coleta de dados da aceleração para os três eixos do sistema ortogonal de coordenadas, os quais são provenientes do sensor acelerômetro presente no próprio *smartphone* utilizado pelos indivíduos para registrar seus movimentos. Os especialistas utilizam o sistema e podem acompanhar a realização dos movimentos em diferentes dispositivos, como *notebooks* e *smartphones*, por meio da representação

tridimensional dos dados em gráficos (Figura 1). Neste trabalho foi avaliado o tempo de atraso da funcionalidade de transmissão de dados em tempo real do SMMAR-T, sendo considerado o ambiente da Internet. Os equipamentos utilizados foram:

- **Transmissor:** *smartphone* Samsung Galaxy J4 Core, processador *Quad Core*, 2GB de memória RAM e SO Android 8.1 Oreo;
- **Receptor 1:** computador com processador AMD Ryzen 5 2600, 16GB de memória RAM, SO Windows 10;
- **Receptor 2:** *smartphone* Samsung Galaxy J4, processador *Quad Core*, 2 GB de memória RAM, SO Android 10 Samsung One UI 2.0;
- **Servidor:** computador com processador de dois núcleos Intel Xeon, 2GB de memória RAM, SO Ubuntu 16.4.

Foram realizadas 10 repetições de um minuto cada com taxa de amostragem de 5 Hz para a transmissão de dados em tempo real para cada dispositivo receptor individualmente. Desse modo, o tempo total de atraso foi mensurado considerando o tempo de ida (transmissor → receptor) e de retorno (receptor → transmissor) para cada mensagem de dados. É digno de nota que antes da realização do experimento,

todos os aplicativos não essenciais para o funcionamento do transmissor e dos receptores foram desativados. Além disso, apenas os aparelhos necessários para a realização do experimento estavam conectados à rede Wi-Fi usada nos ensaios. Os resultados foram analisados por meio de testes estatísticos para o intervalo de confiança de 95%.

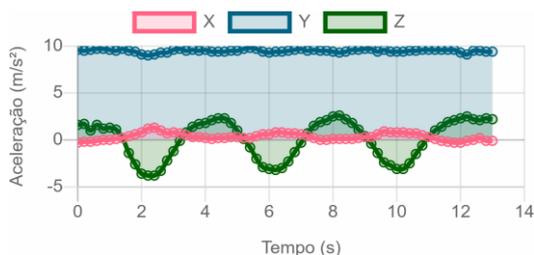


Figura 1 – Movimento de um paciente fictício

## Resultados

Na Tabela 1 estão apresentados as médias e os desvios padrão dos tempos de atraso para cada receptor, em milissegundos, calculados a partir de todas as repetições em conjunto.

Tabela 1: Tempo de atraso geral para cada receptor, em milissegundos

Receptor	Média	Desvio padrão
Computador	323,95	38,44
Smartphone	602,68	224,82

Segundo o teste de D'Agostino-Pearson, os dados não seguem distribuição normal ( $p$ -valor  $< 0,05$ ). Após essa constatação, o teste estatístico de Mann-Whitney indicou que houve diferença estatisticamente significativa entre os receptores para o intervalo de confiança de 95% ( $p$ -valor  $< 0,001$ ). Assim sendo, é possível constatar que o dispositivo computador teve o melhor desempenho comparado ao *smartphone*. Além disso, o computador teve o tempo de atraso médio inferior a 400 ms, seguindo o limite recomendável para esse parâmetro [2]. A diferença entre o desempenho do computador e do *smartphone* pode estar associada a perdas de pacote, identificadas pelo programa Wireshark, e ao poder de processamento entre os dispositivos, pois o computador possui maior capacidade de processamento. Outro fator de influência no desempenho pode estar relacionado ao processamento do gráfico exibido ao

especialista no receptor após o recebimento dos dados [3]. Ainda, é possível notar a diferença no tempo de atraso na transmissão de dados quando comparado a uma avaliação anterior nessa mesma funcionalidade, a qual foi realizada em uma rede local [4]. No primeiro trabalho, o dispositivo com menor *delay* foi um *notebook*, com uma média de  $35,90 \pm 18,69$  ms, enquanto neste, foi o computador, com  $323,95 \text{ ms} \pm 38,44$  ms. Essa divergência pode estar associada ao fator Internet, ou seja, a diferença de localização geográfica entre o servidor e os demais dispositivos, uma vez que a primeira avaliação foi realizada em um ambiente controlado, com o sistema hospedado em um servidor local e há uma correlação entre *delay* e distância do servidor ao transmissor [5].

## Conclusões

O protótipo é funcional, sendo identificado o computador como o dispositivo com menor tempo de atraso médio. Trabalhos futuros incluem avaliar a funcionalidade de transmissão de dados em tempo real utilizando os dados móveis (4G, por exemplo), otimizar o sistema de modo que o tempo de atraso se mantenha inferior a 400 ms e realizar a avaliação heurística de usabilidade.

## Referências Bibliográficas

- [1] Lee, H.D. *et al.* (2020). Programa de Computador BR512020000583-7. SMMAR-T – Sistema de Monitoramento de Movimentos e Análise Remota em Telemedicina
- [2] ITU. (2003). ITU-T Recommendation G.114, Geneva, Switzerland.
- [3] Ensina, L.A., (2020). *Sistema de Monitoramento de Movimentos e Análise Remota em Telemedicina*. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Computação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- [4] Maciel, M. (2019). Avaliação de desempenho na transmissão de dados de monitoramento de movimentos em tempo real. In Anais do 27<sup>o</sup> Simpósio Internacional de Iniciação científica e tecnológica da USP, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- [5] Ding, S. *et al.* (2017). Delay-Distance Correlation Study for IP Geolocation. *Journal of Natural Sciences* **22**, 1-9.