

IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO MÓDULO PARA ORIENTAÇÃO DE PACIENTES EM UM SISTEMA DE TELEMEDICINA

Alexandre Peiter Ferraz (PIBITI/CNPq)¹, Wu Feng Chung^{1,2}, Weber Shoity Resende Takaki^{1,3}, Hwei Diana Lee (Orientadora)¹

Laboratório de Bioinformática (LABI)/Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)¹, Faculdade de Ciências Médicas (FCM)/Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)², Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila)³

{alexandre.ferraz, hwei.lee}@unioeste.br

Objetivos

Desenvolver e avaliar módulo de orientação de posicionamento de sensores para coletar e transmitir dados de movimentos corporais em um sistema de telemedicina.

Métodos e Procedimentos

A telemedicina exerce papel fundamental na prestação de serviços de saúde com benefício em diferentes especialidades das ciências médicas, como a fisioterapia. Nesse cenário, o Sistema de Monitoramento de Movimentos e Análise Remota em Telemedicina (SMMAR-T) [1] permite que profissionais da saúde acompanhem, de modo remoto e em tempo real, a realização de atividades corporais. A coleta de dados dos sensores inerciais pelo SMMAR-T é realizada por meio de *smartphone*, posicionado em região pré-definida, e seguindo um plano de atividades estabelecido pelo profissional. Enquanto ocorre a coleta, os dados são transmitidos em tempo real para a análise, permitindo que o indivíduo realize as atividades em diferentes locais e dispensando a necessidade de deslocamento até uma clínica médica. Um aspecto fundamental para análise correta dos dados coletados é o posicionamento do *smartphone*. Neste contexto, observou-se que alguns pacientes possuem dificuldade em compreender qual a

direção correta para o posicionamento do dispositivo. Sob este aspecto, foi proposta a inclusão de um módulo com avatar tridimensional que indica a posição em que o celular deve ser acoplado ao corpo, assim como o estado inicial e final do movimento. Esse módulo foi implementado utilizando ferramentas como Javascript, Three.js e Mixamo. De modo a avaliar o impacto no tempo de atraso ao realizar a transmissão de dados com e sem o módulo, foi realizada uma avaliação quantitativa considerando a seguinte configuração:

- **Transmissor:** Samsung Galaxy A12, 4GB de memória RAM e Android 13;
- **Servidor e Receptor:** notebook com processador AMD Ryzen 7 5700u, 8GB de memória RAM e Windows 11.

Foram realizadas 10 transmissões de um minuto com frequência de 10 Hz [2] para cada cenário utilizando o protocolo *WebSocket*. O tempo de atraso foi calculado considerando o tempo de ida, transmissor para receptor, e de retorno, receptor para transmissor. Durante os experimentos, os dispositivos foram conectados utilizando uma rede Wi-Fi local. Também foram registrados o uso máximo da unidade de processamento gráfico (GPU) e da unidade central de processamento (CPU) do dispositivo transmissor. Os resultados foram analisados utilizando estatística descritiva e analítica com intervalo de confiança de 95%.

Resultados

Na Figura 1 é apresentado o módulo implementado para orientação do paciente, considerando o acesso via *smartphone*. Nessa tela é possível observar o avatar tridimensional, com a postura indicando a posição inicial para realização do movimento, e o local onde o sensor para coleta de dados deve ser acoplado. Também é possível alterar a visualização do avatar para indicar a posição final do movimento clicando no botão localizado na região inferior da tela.

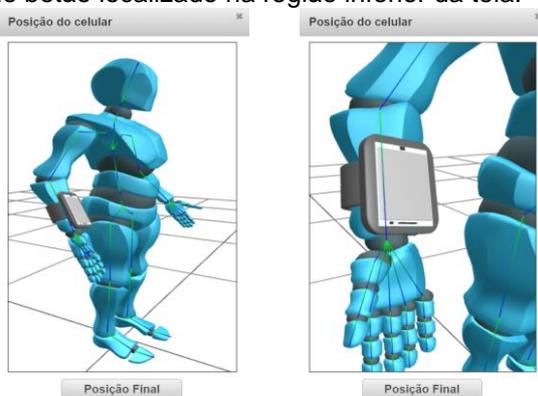


Figura 1: Tela para orientação de pacientes.

Vale ressaltar que essa tela foi projetada para ser acessada antes do início da transmissão, contudo os processos continuam sendo executados em segundo plano mesmo após a tela ser fechada. Na Tabela 1 estão retratadas as médias e, entre parênteses, os desvios padrão dos tempos de atraso, além da porcentagem máxima do uso de CPU e GPU, para o caso com e sem a exibição do módulo.

Tabela 1: Média e desvio padrão do tempo de atraso e uso máximo de CPU e GPU.

	Tempo de atraso (ms)	Uso máximo de CPU	Uso máximo de GPU
Sem módulo	130,16 (23,03)	56%	7%
Com módulo	130,73 (24,15)	75%	99%

Em ambos os casos, o tempo de atraso médio foi inferior a 400ms, seguindo o limite recomendado para aplicações em tempo real [3]. Aplicou-se o teste de Mann-Whitney, que não indicou diferença estatisticamente significativa entre os cenários avaliados (p -valor = 0,8996).

A falta de alteração significativa do tempo de atraso pode ser explicada pelo fato de que durante a realização das transmissões a tela de apresentação do avatar estava em segundo plano. Além disso, como é possível observar na Tabela 1, a exibição de objetos tridimensionais utiliza principalmente recursos da GPU, enquanto as atividades relacionadas a enviar e receber pacotes de dados utiliza principalmente a CPU. A avaliação experimental demonstrou que a inclusão do módulo para exibição do avatar não interfere no tempo de atraso. Este aspecto mostra-se benéfico, pois o uso de figuras tridimensionais é vantajoso ao permitir que o usuário rotacione e aplique zoom ao avatar, possibilitando a visualização a partir de diferentes ângulos. Assim, o módulo proposto contribui para a realização correta dos movimentos e da coleta de dados e, com isso, propicia uma análise mais precisa e acurada dos movimentos.

Conclusão

Os resultados demonstram que a solução é funcional e atende ao objetivo proposto. A avaliação experimental revelou desempenho semelhante para os cenários com e sem avatar, indicando que o módulo, além de auxiliar positivamente na realização correta dos movimentos e coleta dos dados, não causa impacto negativo na transmissão de dados.

Agradecimentos

Ao CNPq – bolsa PIC/PIBITI (Edital nº 08/2023 PRPPG/Unioeste – Processo 145594/2023).

Referências

- [1] Ensina, L.A., Lee, H.D., Maciel, M., Spolaôr, N., Takaki, W.S.R., Coy, C.S.R. & Wu, F.C. (2020). Sistema Computacional Web para o Monitoramento de Movimentos em Tempo Real. *Journal of Health Informatics* **12**, 189-195.
- [2] Zeng, H. & Zhao, Y. (2011). Sensing movement: Microsensors for body motion measurement. *Molecular Diversity Preservation International* **11**, 638-660.
- [3] Suznjevic, M. & Saldana, J. (2016). Delay Limits for Real-Time Services. IETF draft.