

# SISTEMA REMOTO DE REABILITAÇÃO MOTORA PARA MEMBROS SUPERIORES

Matheus Kunter Rossi<sup>1</sup>, Maria Claudia Ferrari de Castro<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup> Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI  
marossi22@gmail.com e mclaudia@fei.edu.br

**Resumo:** Tratamentos para reabilitação motora são desafiadores, além de possuírem alto custo, sendo, portanto, menos acessíveis. Isto gera a necessidade por alternativas modernas para o tratamento, permitindo que seja realizado de forma remota. Graças aos avanços na área de Visão Computacional é possível realizar detecção de movimentos de forma precisa sem a necessidade de nenhum aparelho. Este projeto visa utilizar o OpenPose para criar um sistema de reabilitação remoto com conceitos de gameterapia.

## 1. Introdução

Os membros superiores, como as mãos, são utilizados diariamente em diversas atividades do cotidiano e problemas motores nestes membros podem mudar completamente a vida de uma pessoa. O número de acidentes que levam a problemas motores vem crescendo, além de problemas associados ao envelhecimento da população [1].

Gameterapia é um conceito que busca utilizar jogos eletrônicos como uma nova forma de tratar problemas médicos. Suas principais vantagens, comparadas a formas tradicionais de terapia, são a melhoria no engajamento e interatividade do paciente, e é especialmente efetivo para tratar problemas motores, cognitivos e psicológicos [2]. Os chamados Serious Games (SGs), jogos desenvolvidos especificamente com o propósito educativo ou médico, já são muito populares com seu uso sendo comprovadamente eficiente [3].

O OpenPose é um sistema baseado em Inteligência Artificial (IA) desenvolvido e publicado como uma biblioteca aberta em 2017. É o primeiro sistema capaz de analisar imagens e rastrear os movimentos de múltiplas pessoas em tempo real, conseguindo detectar até 135 pontos do corpo ao mesmo tempo em uma única imagem, sendo estes pontos no corpo, pés, mãos e rosto [5]. Em [6] foi feito um experimento que utilizava o OpenPose para avaliar a precisão de gestos feitos com as mãos analisando imagens 2D. Seus resultados mostraram a eficiência do sistema e seu baixo custo com equipamentos.

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema para reabilitação motora para membros superiores, utilizando as plataformas de desenvolvimento Unity e Blender. O sistema OpenPose, foi integrado à proposta, permitindo o rastreamento e avaliação do movimento, utilizando os conceitos de gameterapia e viabilizando sua aplicação de forma remota e tornando o sistema de reabilitação acessível a mais pacientes.

## 2. Metodologia

Como primeiro passo no desenvolvimento do projeto, estudou-se e testou-se o OpenPose, para se entender o funcionamento, limitações e para se encontrar os parâmetros para melhorar a eficiência da leitura de movimentos.

O segundo passo consistiu em criar um código capaz de dizer se o exercício foi feito corretamente ou não e atribuir uma pontuação de avaliação a partir disto. O OpenPose possui uma função para escrever um arquivo JSON com as coordenadas X, Y e Z de todos os pontos. Com esta função, é possível gravar um arquivo de coordenadas para cada exercício e utilizá-los como base para diferenciar e avaliar cada execução do voluntário. O código filtra o arquivo JSON para obter apenas as coordenadas dos pontos relevantes e compara com as coordenadas do movimento sendo realizado. Em seguida, calcula o erro médio e gera uma pontuação; quanto menor o erro, maior a pontuação.

O terceiro passo foi o desenvolvimento de cenários, relacionados a vida diária, para exercitar movimentos encontrados nas atividades do cotidiano, como pegar uma escova de dente, um prato, um copo etc. Assim é possível criar exercícios que o usuário já conheça e saiba realizar. Com isto em mente, foram criados dois cenários, um banheiro e uma cozinha, utilizando modelos 3D prontos que podem ser encontrados de forma gratuita no site Blendswap [7]. Com o objetivo de dar ao jogador instruções precisas de como realizar o exercício da forma correta, minimizando erros, foram criadas animações no Blender, utilizando um modelo 3D do corpo humano com a configuração de “ossos” utilizando a função *bone constraint* e adicionando uma *child of constraint* em cada osso para se moverem em conjunto, de forma a simular os movimentos do corpo humano e evitar movimentos anatomicamente incorretos. A mesma função pode ser utilizada em um objeto, conectando-o com o osso central da mão, fazendo com que o objeto se mova em conjunto, possibilitando as animações.

Por fim, o código e os vídeos com as animações foram combinados com uma interface semelhante à de um jogo, que é executada em conjunto com o OpenPose, permitindo que o usuário utilize o jogo como uma forma de terapia remota simples e acessível.

## 4. Resultados

Na Figura 1 é possível ver o OpenPose sendo utilizado para rastrear todos os pontos de uma das mãos, que totalizam 21 pontos. A movimentação é feita na lateral para melhorar a precisão no rastreamento dos pontos da mão.

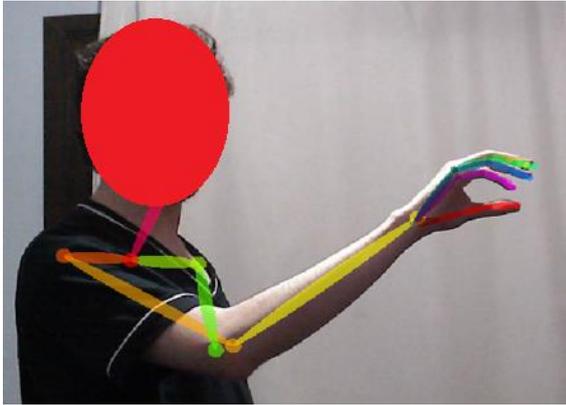


Figura 1 – Imagem lateral com OpenPose

A Figura 2 mostra um dos cenários desenvolvidos, com uma visão bastante realista e evidenciando alguns dos objetos a serem pegos.



Figura 2 – Exemplo do cenário cozinha.

A Figura 3 mostra o modelo 3D do corpo humano interagindo com um objeto. Também é possível ver os ossos da mão e suas *constraints* (em verde), demonstrando, ao usuário como realizar o exercício.

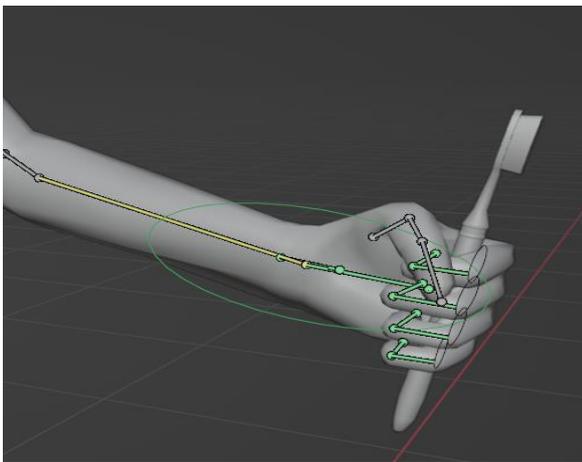


Figura 3 – Modelo 3D interagindo com objeto.

A Figura 4 mostra a interface com um exercício sendo realizado. Cada botão correspondente a um exercício diferente, e a pontuação é mostrada na parte superior.

Inicialmente, a proposta era utilizar um plugin do OpenPose para o Unity, viabilizando a interatividade. Contudo, por não possuir as funções necessárias, optou-se por dividir as janelas de demonstração e avaliação, como observado nas imagens anteriores. O usuário

observa e acompanha o movimento das animações, sem uma interação propriamente dita, e recebe uma pontuação dependente do erro médio entre as coordenadas. Além disso, como o OpenPose trabalha com imagens 2D, a posição e o ângulo da câmera utilizada para gravar os movimentos é um fator importante, e precisam ser individualmente calibrados para cada usuário.

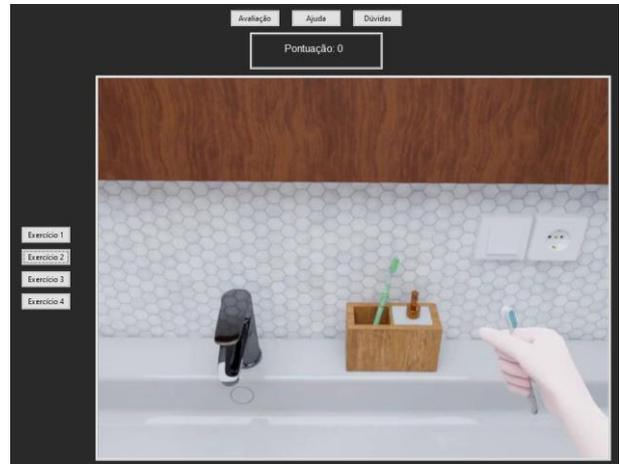


Figura 4 – Interface com exercício.

#### 4. Conclusões

Apesar das limitações, o jogo criado é capaz de ser utilizado como uma forma de terapia remota para membros superiores, acessível e simples, sem nenhuma necessidade de aparelhos extras. O projeto também pode ser continuado no futuro utilizando bibliotecas do Unity para adaptá-lo para Realidade Virtual (RV), tornando o jogo mais interativo e eficiente como forma de terapia remota, porém com a necessidade de outros aparelhos como os óculos RV e mais câmeras.

#### 5. Referências

- [1] E. J. Benjamin et al. Heart disease and stroke statistics-2019 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 139(10) (2019) e56-e528.
- [2] D. Mishra et al. Medicate: treating depression via game therapy. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 5(1) (2020) 274-280.
- [3] Y. A Zhonggen. Meta-Analysis of Use of Serious Games in Education over a Decade. *International Journal of Computer Games Technology*, 2019 (2019) 1–8.
- [5] Z. Cao et al. OpenPose: realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 43 (2021) 172-186.
- [6] S. Qiao; Y. Wang; J. Li. Real-time human gesture grading based on OpenPose. *10th International Congress on Image and Signal Processing, Biomedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI)*, 2017.
- [7] Blendswap. Welcome to Blend Swap. Disponível em: <https://www.blendswap.com/>.

<sup>1</sup> Aluno de IC do CNPq. Projeto com vigência de 09/2022 a 08/2023.