

Alunos: Gabriel Sampaio Lopes Agune; Guilherme Rodrigues de Amorim; Indra Luísa Nascimento Marques; João Pedro Lima de Albuquerque

Orientador: Wellington C. Pinheiro - wellington@fei.edu.br

Coorientadora: Maria Claudia F. de Castro - mclaudia@fei.edu.br



SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA A ANÁLISE DE MARCHA UTILIZANDO OPENSENSE

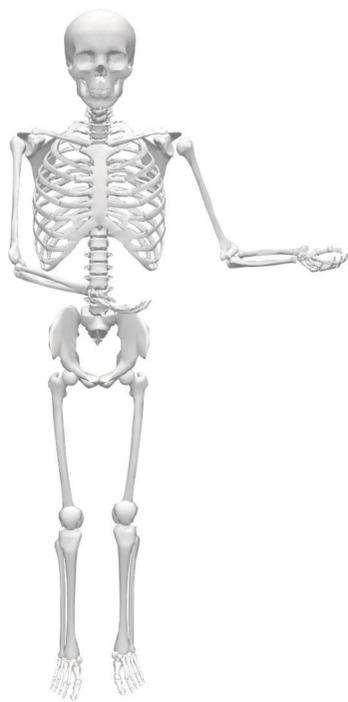
Resumo

O objetivo do presente trabalho é desenvolver um protótipo de sistema de análise de marcha com baixo custo, utilizando sensores inerciais, inaugurando uma nova linha de pesquisa no Centro Universitário FEI, visando criar um produto acessível ao SUS e fisioterapeutas, como alternativa às soluções comerciais existentes.

O projeto abrange a colocação de sensores inerciais em cada membro inferior para coleta de dados, enviando-os à Placa de Circuito Impresso (PCI). Esta placa gera um arquivo com os dados dos sensores, possibilitando a visualização do movimento do usuário no *software* de código aberto OpenSim 4.4.

A partir de diversos testes, foram realizados ajustes necessários no protótipo e, ao final, foi possível perceber por meio dos gráficos gerados pelo OpenSim a estabilidade do movimento executado, obtendo resultados satisfatórios.

O custo total do protótipo foi de aproximadamente R\$483,58, oferecendo uma opção consideravelmente mais acessível em comparação com os equipamentos padrão-ouro. Este projeto busca não apenas viabilizar uma ferramenta acessível para análise de marcha, mas também inaugurar uma linha de pesquisa promissora no âmbito acadêmico.



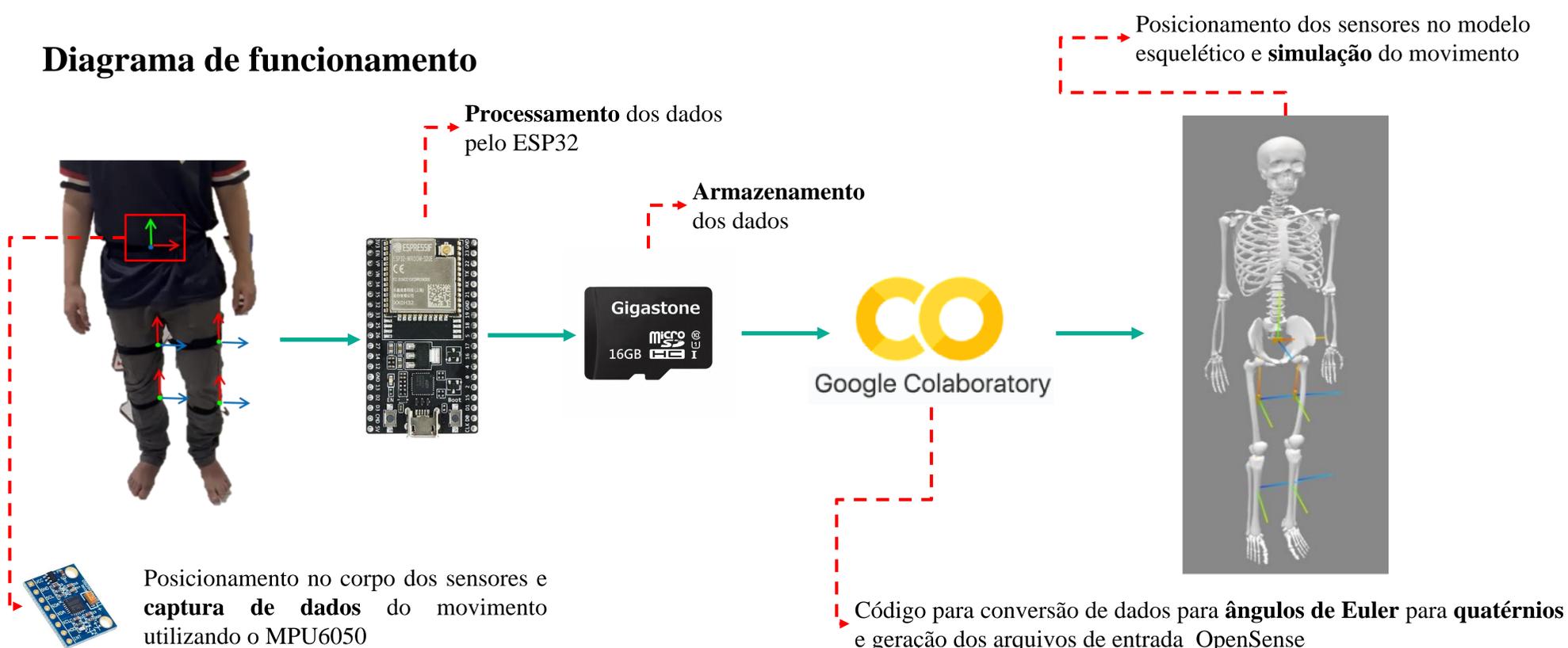
Contextualização

A análise da marcha fornece dados cruciais para entender e tratar diversas condições que impactam a locomoção, como sequelas de Acidente Vascular Cerebral (AVC), Doença de Parkinson (DP), Paralisia Cerebral (PC) e obesidade. Essa análise tem aplicações clínicas e científicas, abrangendo diagnóstico, reabilitação, acompanhamento pós-cirúrgico, protetização, otimização do desempenho esportivo e até mesmo em jogos de realidade virtual.

No entanto, a montagem de um laboratório de análise de marcha é dispendiosa, ultrapassando os US\$ 200.000,00. Isso torna o serviço especializado e escasso no Brasil, apesar da demanda significativa. A inacessibilidade a esses recursos impacta a maioria da população brasileira, uma vez que sete em cada dez cidadãos dependem do SUS para assistência médica. A falta de acesso a tratamentos envolvendo a análise de marcha pode agravar condições de saúde, reduzir a qualidade de vida e, a longo prazo, aumentar os custos de reabilitação.

Sistema	Custo Aproximado (R\$)	Ano de compra
Vicon Mx	1.521.000,00	2010
Vicon 612	913.000,00	1993
Optitrack	29.000,00	2011
Projeto FEI	483,58	2023

Diagrama de funcionamento



Alunos: Gabriel Sampaio Lopes Agune; Guilherme Rodrigues de Amorim; Indra Luísa Nascimento Marques; João Pedro Lima de Albuquerque

Orientador: Wellington C. Pinheiro - wellington@fei.edu.br

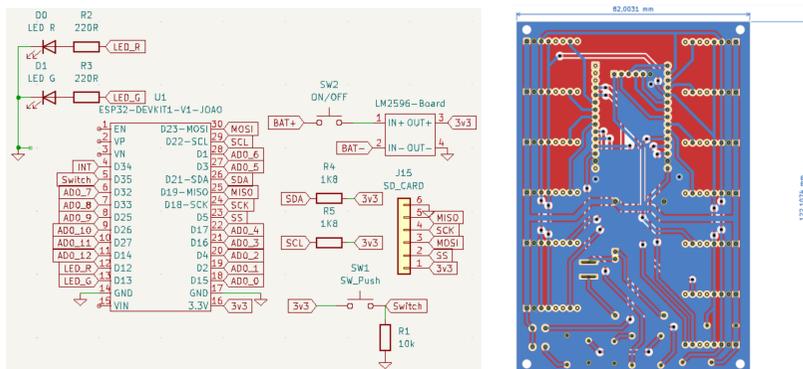
Coorientadora: Maria Cláudia F. de Castro - mclaudia@fei.edu.br



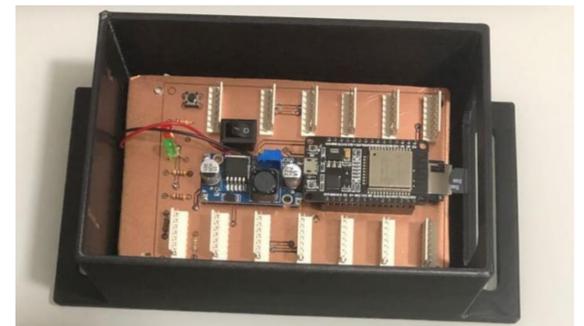
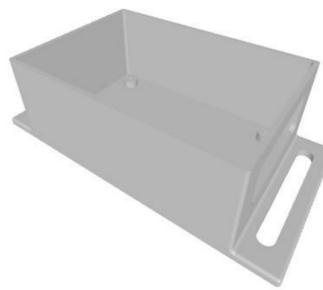
SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA A ANÁLISE DE MARCHA UTILIZANDO OPENSENSE

Placa de Circuito Impresso (PCI)

➤ Circuito e layout da placa

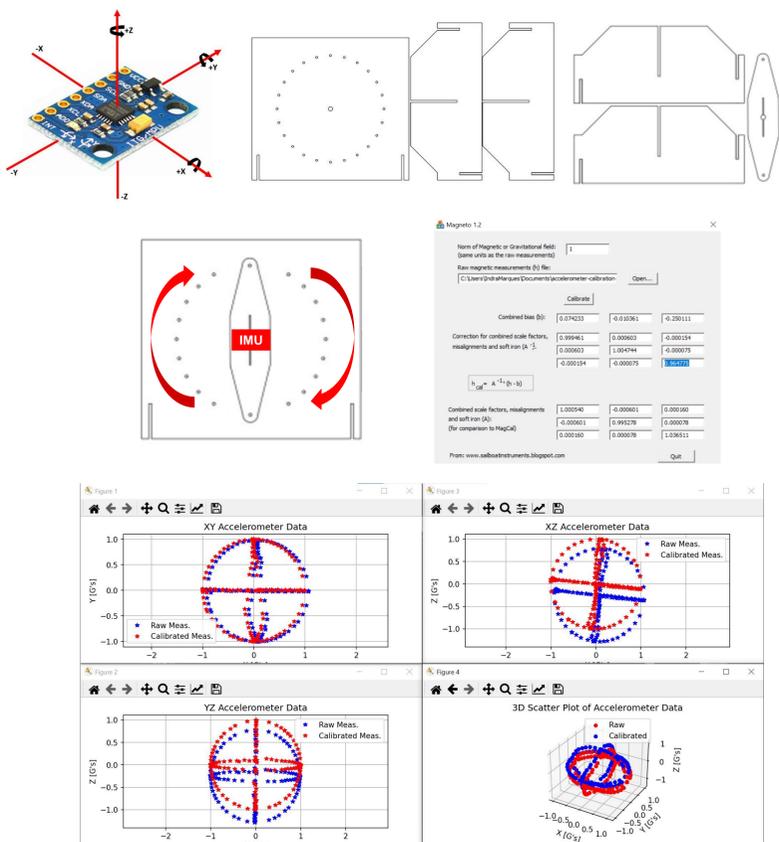


➤ Caixa de armazenamento

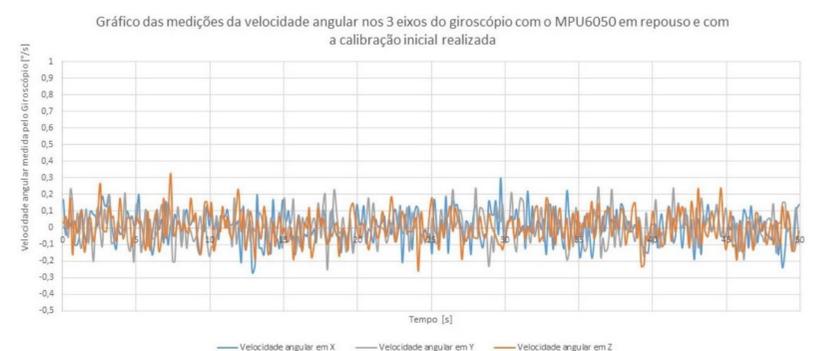
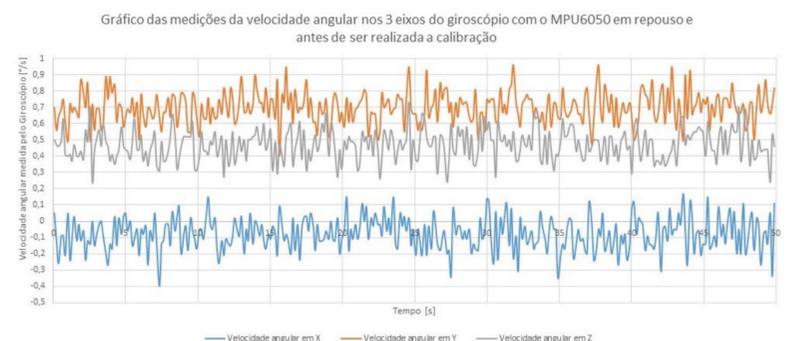


Métodos de calibração

➤ Calibração do acelerômetro



➤ Calibração do giroscópio



Procedimento

1. Rotacionar o IMU em torno dos eixos X, Y e Z, estes estando em paralelo com o vetor da gravidade g , utilizando o suporte projetado e gravando cada medição com o código no GitHub.
2. Utilizar o arquivo ".txt" gerado pelo código para inserir no *software* Magneto 1.2 e utilizar os dados do *bias* e fatores de escala da matriz A^{-1} para inserir no código para cálculo de curva de calibração.
3. Compilar o código anterior para plotar os gráficos de calibração

O procedimento para calibração inicial do giroscópio consiste em realizar a aquisição dos 2000 primeiros dados com o sensor em repouso, pois os valores das velocidades angulares devem ser 0. Assim, a diferença entre a média calculada e o valor 0, que é o *bias* do giroscópio, é acrescentada no cálculo das aquisições futuras dos valores do giroscópio.

ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE

Alunos: Gabriel Sampaio Lopes Agune; Guilherme Rodrigues de Amorim; Indra Luísa Nascimento Marques; João Pedro Lima de Albuquerque

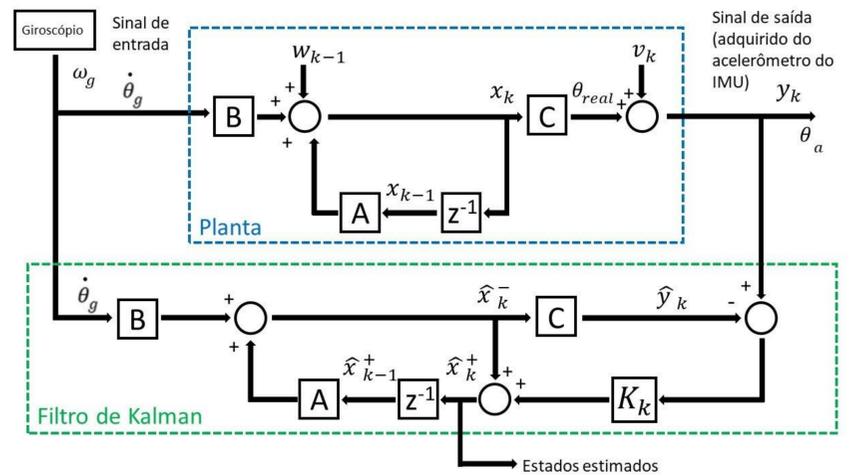
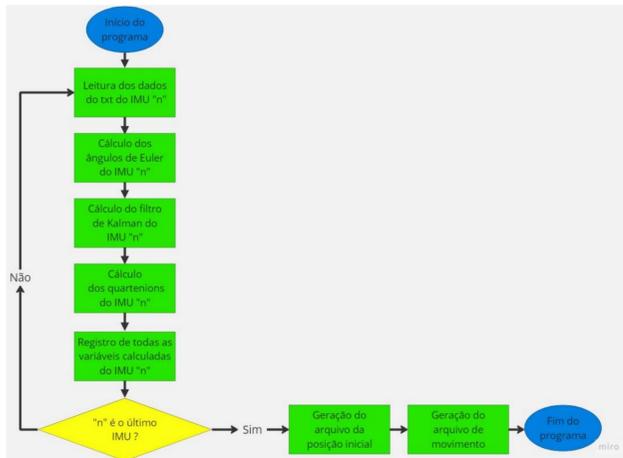
Orientador: Wellington C. Pinheiro - wellington@fei.edu.br

Coorientadora: Maria Claudia F. de Castro - mclaudia@fei.edu.br



SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA A ANÁLISE DE MARCHA UTILIZANDO OPENSENSE

Fusão de dados – Filtro de Kalman



Resultados

Gráfico dos ângulos da pélvis em função do tempo.

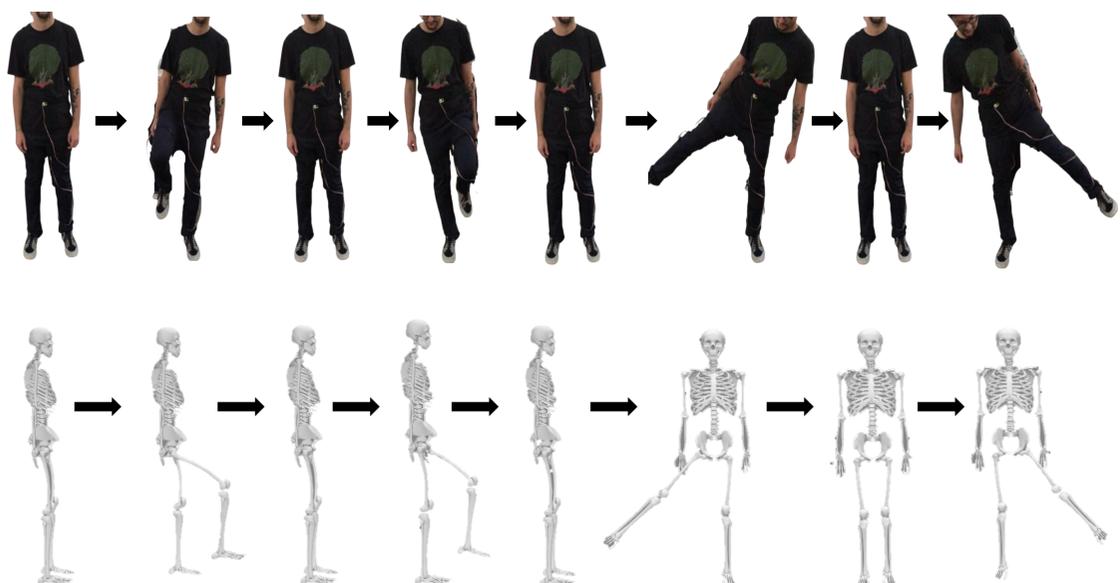
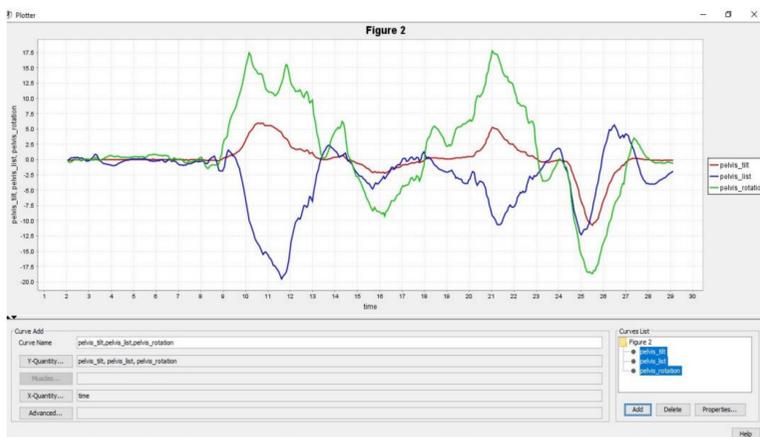
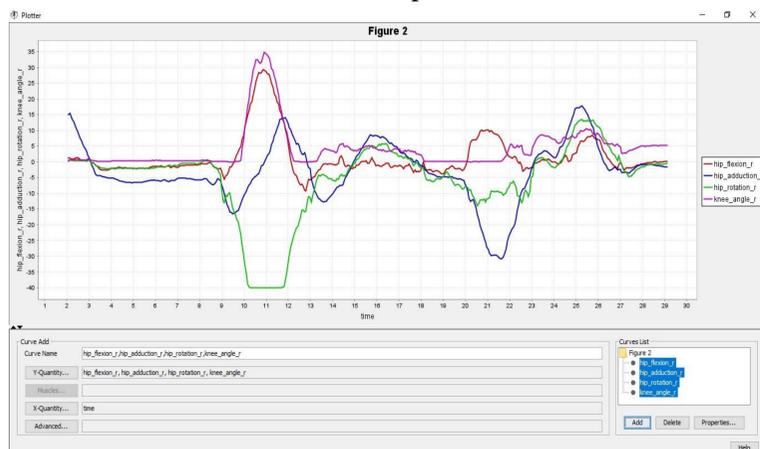


Gráfico dos ângulos do fêmur e da tíbia direita em função do tempo.



No gráfico ao lado nota-se a estabilidade do movimento nos primeiros oito segundos de simulação, em seguida, é possível ver que há um aumento na angulação do joelho e da flexão do quadril representados pelas curvas em rosa e em vermelho, respectivamente, e indicando a realização do movimento de elevação e flexão do joelho e o retorno para a posição anatômica, apesar de não ficar muito estabilizado. Após isso, fica evidente no gráfico que no instante de 20 segundos que há o aumento, no eixo negativo, do ângulo de adução do quadril, representado pela curva azul, e uma constância nas outras curvas, indicando o movimento de abdução do quadril realizado.

Conclusão

O protótipo desenvolvido apresentou resultados positivos e, além disso, demonstrou ter grande potencial de investimento de estudo para melhorar sua precisão na execução de movimentos. Vale ressaltar a importância do trabalho para a área da saúde, uma vez que a quantificação dos parâmetros de marcha é essencial para o tratamento e identificação de patologias presentes no cotidiano do Brasil.