

Wearable Motion Tracker

Rede de sensores IMU para fisioterapia e análise de marcha em tempo real

EQUIPA — GRUPO ELECTROCAP

Francisco Valente	105966
Rita Ramos	110497
João Fonseca	109897
Gonçalo Duarte	110018
Miguel Gouveia	110434
Afonso Oliveira	110435



Problema

- Avaliações **subjetivas e pouco frequentes** — sem acompanhamento contínuo do progresso.
- Sem dados de movimento em tempo real para medir marcha, orientação e adesão aos exercícios.
- Equipamento atual caro, complexo e preso ao laboratório.

O desafio — um dispositivo corporal pequeno que mede, analisa e transmite movimento em tempo real.

Destinatários

Pacientes em Reabilitação Monitorização personalizada e contínua da recuperação	Fisioterapeutas Dados objetivos para diagnóstico e tratamento
Performance Desportiva Rastreamento preciso de movimento para atletas	Diagnóstico Neurológico Deteção precoce de Parkinson e outras condições

Hardware

- **IMU de 9 eixos**
Aceleração, velocidade angular e campo magnético
- **Arduino Nano 33 BLE Rev2**
MCU com IMU integrado + BLE — um por nó
- **Bateria + gestão de energia**
Sessões completas de marcha
- **Enclosure impressa em 3D**
Módulo compacto fixado ao segmento

Protótipo

5 nós autónomos impressos em 3D · dupla porta micro-USB

Solução

Uma **rede de 5 nós wearable autónomos** — cada um com **Arduino Nano 33 BLE Rev2** (IMU de 9 eixos integrado) — que captura o movimento em tempo real. Cada nó envia pacotes **BLE com timestamp**; a **fusão de sensores (Madgwick / Mahony / EKF)** estima orientação sem deriva e deteta fases da marcha, cadência e assimetria — visível na app.

5× Nós Wearable
Arduino Nano 33 BLE Rev2 + IMU
bateria · 3D

Sync & Transporte
Pacotes BLE
Timestamps
Buffering

Processamento
Calibração
Filtragem
Deteção de eventos

Dashboard clínico
Estado e métricas
Tempo real
CSV / PDF

100-200
Hz de amostragem por nó

<5ms
Skew entre nós (sync)

<100ms
Latência até ao dashboard

Colocação dos Sensores IMU VISTA POSTERIOR · CADEIA CINEMÁTICA DO MEMBRO INFERIOR

- Sacro / lombar**
Referência do tronco e pélvis
- Joelho direito**
Confirma os dados dos nós do tornozelo
- Joelho esquerdo**
Confirma os dados dos nós do tornozelo
- Tornozelo direito**
Giro Z · eventos de passo (medição principal)
- Tornozelo esquerdo**
Giro Z · eventos de passo (medição principal)

BLE sincronizado
pacotes com timestamp · skew <5 ms entre nós

5 nós autónomos — cada um com **Arduino Nano 33 BLE Rev2** (IMU 9 eixos integrado). Os nós do tornozelo fazem a medição principal dos eventos de passo; os nós do joelho confirmam esses dados. D = direita · E = esquerda (vista de trás).

A Passada — Ciclo de Marcha um ciclo completo = mesmo pé, contacto a contacto

0% — contacto inicial Apoio (Stance) · 60% Balanço (Swing) · 40% 100% — novo contacto

Web App
MOTION DASHBOARD — MONITORIZAÇÃO CLÍNICA NO BROWSER

Dashboard de Movimento

PERFILS DE PACIENTES
Monitorização longitudinal
Guarde resumos de sessão por paciente para acompanhar cadência e tempo de passo ao longo das sessões de fisioterapia.

PACIENTE ATIVO
João
Saúdável
Rótulo da sessão
Sessão 5
Notas clínicas
Observações, feedback do paciente ou contacto da terapia

MÉTRICAS DA SESSÃO · CADÊNCIA, TEMPOS E ASSIMETRIA

HOJE: **92.9** steps/min (14 passos fundidos, 0.595 tempo médio do passo, 0.051 variabilidade)

HISTÓRICO DE SESSÕES · EVOLUÇÃO LONGITUDINAL POR PACIENTE

Tempo real | Fusão multi-nó | Perfis de paciente

Competidores

SISTEMA	LIMITAÇÃO PRINCIPAL
Xsens Awinda	Alto custo; elevada complexidade de uso
Noraxon MyoMotion	Requer pessoal treinado; caro; laboratorial
Delsys Trigno	Não otimizado para custo clínico baixo
Moticon Insoles	Limitado à análise do pé
ElectroCap	Portátil · Acessível · Clínico

Website ElectroCap

Detalhes técnicos, vídeos de demonstração e documentação completa do projeto.