

## Reconstrução completa da pose humana através de sensores inerciais para monitoramento de pacientes com epilepsia

Kiyoshi Trade Araki

Prof. Dr. Glauco A. P. Caurin, Paulo H Polegato

Escola de Engenharia de São Carlos/ Universidade de São Paulo

[kiyoshi.araki@usp.br](mailto:kiyoshi.araki@usp.br), [paulopolegato@usp.br](mailto:paulopolegato@usp.br), [gcaurin@sc.usp.br](mailto:gcaurin@sc.usp.br).

### Objetivos

A epilepsia é caracterizada como um transtorno neurológico crônico que possui a tendência em se refletir através de crises epilépticas. Para construção de um diagnóstico conciso é essencial avaliação física, realização de exames neurológicos e o monitoramento das crises epilépticas [1].

Esse projeto busca complementar o monitoramento simultâneo de vídeo-EEG e fornecer outra alternativa, sem o uso de câmeras, para a captura de movimentos de paciente com epilepsia, otimizando assim, a qualidade do diagnóstico.

Através do desenvolvimento de um software para a reconstrução 3D da estrutura corporal utilizando dados de sensores inerciais posicionados sobre as juntas do usuário.

### Materiais e Métodos

O método consiste em entender e desenvolver os processos de aquisição, tratamento e comunicação dos sinais do sensor inercial através de um sistema microcontrolado.

Esses componentes farão parte de um dispositivo vestível e autônomo, o qual, a partir desses dados pretende-se obter a reconstrução da pose humana completa em tempo real para análises do movimento.

Existe uma clara divisão do projeto em duas partes principais, uma de hardware responsável pela pulseira e seus componentes embarcados tais como o sensor inercial e

microcontrolador e outra de software incluindo os processos de aquisição, tratamento e comunicação dos sinais para a reconstrução e visualização da pose humana.

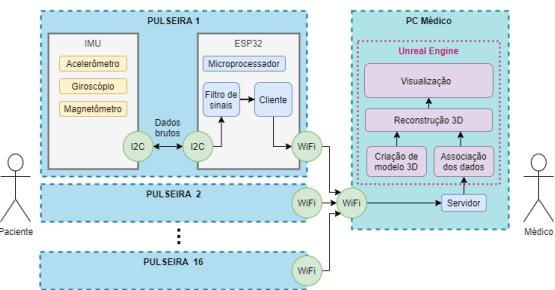


Figura 1: Esquemático de execução do projeto. Fonte: Autor.

Com isso, essas partições do projeto terão metodologias de estudo e procedimentos individuais apresentados a seguir:

- Programação do microcontrolador aplicada em aquisição de sinais.
- Aplicação de algoritmos de fusão sensorial para IMU.
- Desenvolvimento de um servidor para armazenamento de sinais.
- Embasamento teórico em quatérnions e transformações de base com foco na reconstrução da pose humana.

## Resultados

Foram obtidos resultados concretos nas duas frentes do projeto. Na parte do Hardware definiu-se os componentes, o esquemático e a organização da pulseira, em paralelo, também se desenvolveu a arquitetura inicial do software do sistema de reconstrução implementando um macrossistema de leitura, tratamento dos sinais, comunicação e reconstrução.

Em conformidade com a metodologia proposta após a leitura de sinais, obteve-se um embasamento teórico em algoritmos de fusão sensorial em sensores iniciais para a geração dos modelos matemáticos para a reconstrução de movimento tridimensional [3]. Assim, foram realizados os estudos e testes com filtros complementares, filtros de kalman lineares além de se explorar filtro digital presente no sensor inercial MPU-9250 [2].

No que tange a comunicação foi estruturado um servidor junto a uma conexão via socket por protocolo TCP/IP graças ao plug-in presente no *Unreal-Engine*, ambiente onde se desenvolve a reconstrução gráfica [4]. Com isso, verificou-se uma boa latência no envio dos dados 30 fps e a implementação do *log* e *backup* dos dados aumentou a confiabilidade do projeto.

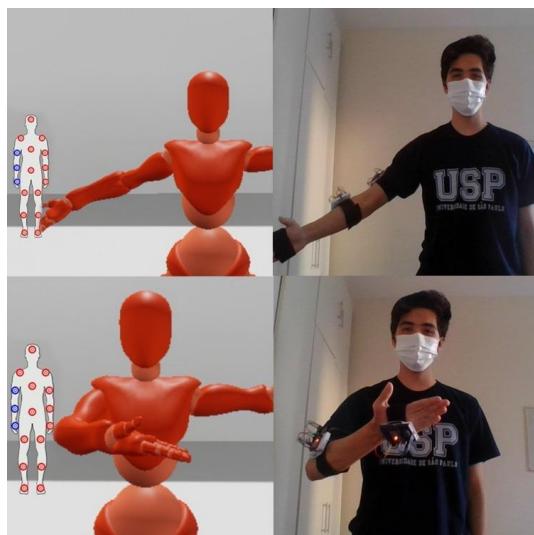


Figura 2: Estimativa da pose humana com IMU.  
Fonte: Autor.

Por fim, foi explorado as ferramentas de manipulação de juntas *Rigidbody*, *Mocap* presente em modelos de animação da plataforma *Unreal Engine* onde está sendo realizada a reconstrução de movimentos.

## Conclusões

Em testes iniciais com o protótipo da pulseira e do software de reconstrução, ambos mostraram bons resultados quanto a latência e verossimilhança de movimentos, sendo validados por métodos de calibração e algoritmos de visão computacional para estimativa de pose.

Almeja-se em uma próxima etapa do projeto a aprovação do comitê de ética para realização dos testes clínicos junto ao CIREP (Centro de reabilitação de epilepsia) e assim, incluir mais um método para aumentar a precisão do exame de Vídeo-EEG.

O projeto faz parte de um projeto de pesquisa maior em tecnologias aplicadas à saúde [5], estruturado dentro do Laboratório Aeronáutico de Tecnologias (AeroTech) em parceria com o Centro de Cirurgia de Epilepsia (CIREP) do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e apoio financeiro da FAPESP.

## Referências

- [1] GALLAGHER, A.; BULTEAU, C.; COHEN, D.; MICHAUD, J. *Handbook of Clinical Neurology*. [S.I.]: Elsevier B.V., 2020. v. 174.
- [2] INVENSENSE, M. [MPU-9250 Product Specification]. v. 1, 2016. ISSN 0324-1068. Disponível em: .
- [3] NXP SEMICONDUCTORS. NXP Sensor Fusion Library for Kinetis MCUs User guide. November, p.1–116, 2016.
- [https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/NSFK\\_D\\_S.pdf](https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/NSFK_D_S.pdf)
- [4] EPIC GAMES, I. *Animation Blueprints*. [S.I.]: s.n., fev. 2021. <https://docs.unrealengine.com/en-US/AnimatingObjects/SkeletalMeshAnimation/AnimBlueprints/index.html>.
- [5] CAURIN, G. A. P. Robótica colaborativa e neuronavegação aplicados à neurocirurgia. **Departamento De Engenharia Aeronáutica, Escola De Engenharia De São Carlos Universidade De São Paulo**, 2020.