

# Desenvolvimento de metodologias para identificação e classificação de atividades cotidianas na reabilitação de pacientes pós-AVC

Lopes, Roger C.<sup>1</sup>(IC); Nogueira, Samuel L.<sup>1</sup>(O)  
 rogercenson@gmail.com

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de São Carlos

## Introdução

O desenvolvimento de dispositivos e metodologias embarcadas para auxiliar na reabilitação de pacientes com dificuldades locomotoras tem despertado grande interesse de comunidades multidisciplinares, envolvendo engenheiros, médicos e fisioterapeutas. Ferramentas que permitam avaliar o progresso do paciente durante o período de tratamento são de grande importância, pois possibilitam aos profissionais da saúde avaliarem a eficácia de protocolos de reabilitação para cada paciente, e assim decidirem as intervenções necessárias, sendo as mesmas baseadas em evidência.

Como exemplo, durante o tratamento de pacientes com dificuldades locomotoras decorrentes de um AVC (Acidente Vascular Cerebral), os relatos reportados pelos próprios pacientes sobre as atividades, exercícios e o progresso atingido durante tratamento podem variar muito com relação a realidade. Coletas de dados que permitam reportes fidedignos são essenciais para que o terapeuta decida quais os próximos passos do tratamento, sendo muitas vezes a estratégia de tratamento adotada pelo terapeuta decisiva para motivar os pacientes a continuarem seu tratamento. Portanto, o desenvolvimento de tecnologias nacionais e acessíveis são de grande importância para a avaliação e melhoria dos protocolos de reabilitação adotados por médicos e terapeutas nas unidades básicas de saúde e clínicas de reabilitação.

## Objetivos

Este projeto de pesquisa propôs e desenvolveu um sistema composto de sensores inerciais, microcontroladores e algoritmos de análise, para rastreamento do nível de atividade física em indivíduos vulneráveis. O mesmo teve foco na análise e apoio a decisão de profissionais da saúde, com objetivo de viabilizar o monitoramento de pacientes com dificuldades locomotoras.

## Metodologia

Para este projeto foi-se desenvolvido o dispositivo de processamento contendo unidades de medida inercial para testes de bancada, possuindo os seguintes sensores: giroscópios, acelerômetros, magnetômetros e barômetros. Foram utilizadas algoritmos baseados em séries temporais para identificação de eventos e padrões cíclicos relacionados ao caminhar humano.

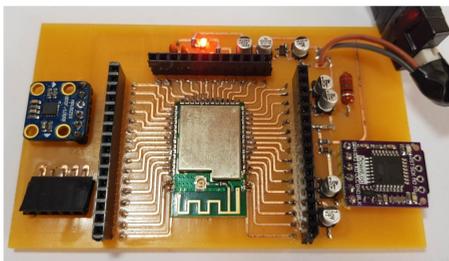


Figura 1: Protótipo da Unidade de Monitoramento.

Os algoritmos implementados neste projeto foram:

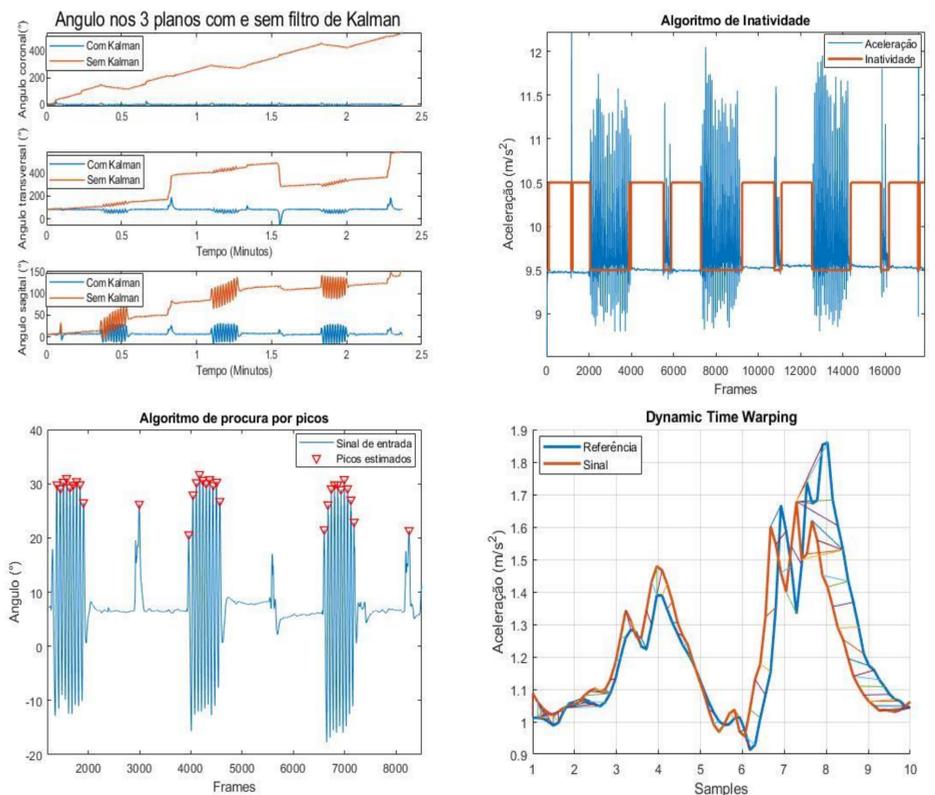
- Filtro de Kalman
- Algoritmo de identificação de inatividade
- Algoritmo de procura por picos
- Algorítmico de comparação por modelo utilizando Dynamic Time Warping

Sendo que o Filtro de Kalman teve como objetivo realizar a fusão dos dados provenientes dos sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio), para estimativa do posicionamento angular do dispositivo. Posteriormente, a posição angular é utilizada no algoritmo de identificação de inatividade, para verificar a inexistência de movimento, e então registra-la ou submeter os dados a algoritmos de análise com séries temporais para identificação do movimento, procurando picos e/ou comparando-os com modelos de movimento.

## Resultados e Discussão

Como resultado dessa pesquisa foi desenvolvido o dispositivo visto na Figura 1, sendo este responsável pela coleta de dados dos sensores inerciais e do barômetro, armazenando os dados em um cartão de memória, para posterior análise.

Os resultados obtidos podem ser analisados na Figura 2, é interessante mencionar que esses resultados foram obtidos de duas formas: (a) *offline*, utilizando do software Matlab para processar os dados posteriormente a captura e, (b) *online*, processando os dados de forma embarcada e gravando no cartão de memória somente o resultado final.



Figuras 2: Resultados dos algoritmos implementados

Como é possível ver no gráfico “Ângulo nos 3 eixos por Kalman x gyro”, o filtro de Kalman eliminou o comportamento de *drift* proveniente do giroscópio, ao mesmo tempo que tornou o sinal muito mais preciso para a utilização nos outros algoritmos desenvolvidos. Os outros gráficos demonstram os resultados obtidos ao implementar os algoritmos mencionados anteriormente, todos eles se comportaram da maneira esperada.

Estes algoritmos podem ser utilizados em conjunto, uma vez que o sinal é filtrado pelo Filtro de Kalman, é verificado se o dispositivo estão em movimento, se sim é verificado a existência de picos no sinal, uma que encontrado um pico, pode ser utilizado o algoritmo de DTW para verificar qual tipo de movimento está se realizando.

## Conclusão

Através dos resultados obtidos, pode-se afirmar que tanto o dispositivo quanto os algoritmos implementados apresentaram resultados promissores, demonstrando a viabilidade da utilização destas técnicas para identificação e classificação de atividades cotidianas na reabilitação de pacientes pós-AVC

## Referências

- [1] H. Luinge and P. Veltink, “Inclination measurement of human movement using a 3-D accelerometer with autocalibration,” IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering, vol. 12, no. 1, pp. 112–121, MAR 2004.
- [2] H. Luinge and P. Veltink, “Measuring orientation of human body segments using miniature gyroscopes and accelerometers,” Medical & Biological engineering & Computing, vol. 43, no. 2, pp. 273–282, MAR 2005
- [3] D. Young, S. D’Orey, R. Opperman, C. Hainley, and D. J. Newman, “Estimation of lower limb joint angles during walking using extended kalman filtering,” in 6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010). August 1-6, 2010 Singapore, ser. IFMBE Proceedings, C. T. Lim, J. C. H. Goh, and R. Magjarevic, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2010, vol. 31, pp. 1319–1322.
- [4] S. L. Nogueira, A. A. G. Siqueira, R. S. Inoue, and M. H. Terra, “Markov jump linear systems-based position estimation for lower limb exoskeletons” Sensors, vol. 14, no. 1, pp. 1835–1849, 2014.