

Quantificação do Sinal de Tremor Em Indivíduos Portadores da Doença de Parkinson

Taigo Italo de Moraes Pedrosa¹, Felipe Ferreira Vasconcelos¹,
Leonardo Melo de Medeiros (Orientador)¹

¹Curso técnico integrado de Informática para Internet - Coordenação de Informática
Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – CEP: 57020-600 – Maceió – Alagoas – Brasil.

{ifal.taigoitalo, felipevasconceloslpz}@gmail.com

leonardo.medeiros@ifal.edu.br

Abstract. *The Parkinson disease (PD) is a neurological disorder with nature progressive. It causes motor symptoms such as rest tremor and movement disorder. Due to its progressive nature, the disease requires continuous monitoring of the symptoms. In this work, we developed a raw data processing system for PD rest tremor data, that helps to make the data clearer and ready for analysis of any purpose.*

Resumo. *A doença de Parkinson (PD) é uma desordem neurológica de natureza progressiva. Provoca sintomas motores como tremor em repouso e desordem de movimentos. Por sua natureza progressiva, a doença exige um monitoramento contínuo dos sintomas. Neste trabalho desenvolvemos um sistema de processamento de dados brutos dos tremores de repouso da PD que ajuda a deixar os dados mais claros e prontos para serem analisados para quaisquer fins.*

1. Introdução

A Doença de Parkinson (PD) [Parkinson 1817] é uma doença neurodegenerativa, progressiva e crônica que está relacionada principalmente a degeneração dos neurônios dopaminérgicos na substância nigra. Caracteriza-se principalmente por tremores de repouso, rigidez muscular, bradicinesia e anormalidades dos reflexos posturais. A combinação de pelo menos dois dos sintomas supracitados já é suficiente para servir de diagnóstico para a doença.

Após o diagnóstico, os neurologistas precisam ser precisos na prescrição da dosagem para não causar efeitos colaterais no paciente. Para realização desta tarefa, o médico não detém de muitas informações, as únicas que ele tem são as informações dadas pelo paciente e por pessoas que cuidam dos pacientes, fazendo com que isso se torne uma tarefa árdua.

Os SMS são sistemas de monitoramento dos sintomas das doenças, e para seu total funcionamento os pacientes tem que adicionar-los às suas rotinas [Alemdar et al. 2015] e são por meio deles que os dados são obtidos.

Nos últimos anos, a criação de tecnologias computacionais para o monitoramento da saúde tem sido tema relevante e recorrente na computação [Manzanera et al. 2016,

Smith et al. 2015]. Uma área de grande interesse é o monitoramento não invasivo para pacientes com PD, incluindo os de: funções autônomas¹ dos sinais vitais [Hellman et al. 2015], além de sua classificação entre indivíduos normais e portadores de Parkinson usando máquinas de aprendizagem [Smith et al. 2015].

2. Materiais e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido para ajudar os médicos a terem mais informações sobre o desenvolvimento da doença do paciente. Nele os dados brutos obtidos foram processados e tornaram-se informações que podem ser lidas de forma mais concreta e clara.

2.1. Materiais

O trabalho foi desenvolvido na linguagem de programação Python, foram utilizadas técnicas de processamento e mineração de dados. Como dados para validação da aplicação foi utilizado uma base de dados contendo os valores da velocidade dos tremores no dedo indicador de 14 sujeitos, obtidos a partir da pesquisa de A. Beuter [Beuter et al. 2001]. Foi utilizado neste trabalho o caso mais puro de PD, sendo com DBS (Estimulação profunda do cérebro)² desligado e sem medicações. Para isso, nenhuma medicação foi tomada pelos sujeitos por um período de 12 horas. A base também informa dados que foram descartados para esse trabalho, dados como o ano de diagnóstico de PD, o ano da cirurgia para o DBS, entre outros.

2.2. Normalização dos dados

Após a coleta de dados, foi realizada uma análise e seu respectivo processamento. Primeiramente foi analisado que no segundo inicial de todos os sujeitos o tremor iria para níveis altíssimos, fazendo com que o desenvolvimento apresentasse erros, e por causa disso esse segundo inicial foi descartado em todos os casos. Foi notado também que, alguns sujeitos apresentaram seus dados em metros por segundo, enquanto outros apresentavam em milímetros por segundo, fazendo com que houvesse uma disparidade grande entre os casos por causa da diferença entre as duas unidades de medida. Após tomado conhecimento do problema, foi feito um simples algoritmo para normalizar todos os dados em milímetros por segundo. Com a normalização foi possível colocar todos os dados da PD em um mesmo patamar.

2.3. Métodos

Após a normalização dos dados, foi utilizado a transformada rápida de Fourier (FFT³), que é um método matemático para transformar uma função de tempo em função de frequência. Após transformar em frequência, foi analisado a densidade espectral de todos os casos.

3. Experimentos e discussões

3.1. Sujeitos da pesquisa

No trabalho original do banco de dados, [Beuter et al. 2001], um total de 16 indivíduos participaram do estudo, todos diagnosticados com a PD; os sujeitos foram classificados

¹Distúrbio funcional, de natureza primária ou secundária, resultante de alterações puramente funcionais ou orgânicas localizadas em um ou em ambos os componentes do sistema nervoso autônomo.

²*Deep Brain Stimulation*

³*Fast Fourier Transform*

em dois grupos, TAA (*Tremor de alta amplitude*) e TBA (*Tremor de baixa amplitude*), cada um dos grupos foi composto por 8 indivíduos, sendo pertencentes ao grupo TAA os indivíduos de 1 a 8 e ao grupo TBA os indivíduos de 9 a 16. No decorrer do trabalho nem todos os indivíduos foram submetidos a todas as gravações.

3.2. Conjunto de dados

O banco de dados da pesquisa original [Beuter et al. 2001] consiste em 8 sessões de gravações, cada sessão apresenta características próprias, como por exemplo a presença ou não de DBS e medicação. Foi escolhida para ser utilizada neste trabalho a sessão que continha DBS inativo e sem medicação, para isso os pacientes não foram expostos a qualquer medicação durante um período de 12 horas. Essa gravação foi escolhida por mostrar os tremores sem nenhum fator externo que possa mascarar sua natureza real. Esta sessão foi composta por 14 indivíduos, por causa do motivo supracitado de que nem todos os indivíduos participaram de todas as sessões. O registro da velocidade do tremor de cada paciente ficou armazenado em um arquivo, totalizando 14 arquivos. Nesta gravação o grupo TAA foi composto por 6 indivíduos e o grupo TBA por 8. Os dados foram obtidos por meio de um laser de velocidade-transdutor de baixa intensidade que ficava apontado durante 60 segundos para um pedaço de papel reflexivo na ponta do dedo indicador do sujeito gravando os dados brutos.

3.3. FFT e densidade espectral

No decorrer do processamento dos dados, foram escolhidas características que diferenciam com clareza os indivíduos pertencentes ao grupo 1 (TAA) dos indivíduos pertencentes ao grupo 2 (TBA), são elas: o pico de sinal, a densidade espectral média e a derivação padrão da densidade espectral.

Para obtenção dos dados citados acima, todos os dados brutos da base foram submetidos a transformada rápida de Fourier e a equação da densidade espectral, além de serem excluídos todos os primeiros segundos do resultado da densidade espectral porque apresentavam grandes picos, o que desbalanceava toda a análise.

A densidade espectral é uma função real positiva de uma frequência variável associada com um processo estocástico, ou uma função determinística do tempo, que possua dimensão de energia ou força por Hertz.

4. Conclusão

Neste trabalho foi desenvolvida uma aplicação que consegue fazer o processamento de dados brutos de um paciente com doença de Parkinson, transformando-os em dados mais claros que podem ser analisados de uma melhor forma, com a possibilidade de extrair informações úteis para os fins necessários. A base de dados de [Beuter et al. 2001] foi utilizada para a construção e validação do aplicativo, dela foram retiradas gravações dos tremores de pacientes diagnosticados, que compuseram os grupos TAA e TBA. Os dados utilizados foram leituras da velocidade do tremor em descanso. Após a execução do programa foi possível identificar uma diferença entre os grupos de tremor de baixa e alta amplitude, algo que pode servir de base para vários fins como comparação entre pacientes para saber a evolução da doença e até mesmo a comparação entre portadores e não-portadores da PD. Os resultados dos processamentos mostrando as características

Tabela 1. Resultados do processamento

Sujeitos	Pico do Sinal	Média da densidade espectral	Derivação absoluta da densidade espectral
TAA 2	399757	5883	3430
TAA 4	201822	3861	2202
TAA5	81773	1100	653
TAA 6	379978	7985	4498
TAA 7	129416	1381	765
TAA 8	196937	4320	2395
TBA 1	6678	27	147
TBA 2	3153	273	156
TBA 3	2923	351	182
TBA 4	851	211	117
TBA 5	2222	336	111
TBA 6	1155	234	136
TBA 7	880	160	90
TBA 8	6205	244	144

que diferenciam os dois grupos, TAA e TBA, e as diferenças entre os mesmos podem ser conferidos na tabela 1, página 4.

Referências

- Alemdar, H., Tunca, C., and Ersoy, C. (2015). Daily life behaviour monitoring for health assessment using machine learning: Bridging the gap between domains. *Personal Ubiquitous Computing*, 19.
- Beuter, A., Titcombe, M. S., Richer, F., Gross, C., and Guehl, D. (2001). Effect of deep brain stimulation on amplitude and frequency characteristics of rest tremor in parkinson's disease. *Thalamus and Related Systems*, 1(3):203 – 211.
- Hellman, A., Shah, S., Pawlowski, S., Duda, J., and Morley, J. (2015). Continuous non-invasive monitoring to detect covert autonomic dysfunction in parkinson's disease. *Parkinsonism and Related Disorders*, 21.
- Manzanera, O., Roosma, E., Beudel, M., Borgemeester, R., Laar, T., and Maurits, N. (2016). A method for automatic and objective scoring of bradykinesia using orientation sensors and classification algorithms. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 63(5).
- Parkinson, J. (1817). *An Essay on the Shaking Palsy*. Classics of medicine library. Whittingham and Rowland.
- Smith, S., Lones, M., Bedder, M., Alty, J., Cosgrove, J., Maguire, R., Pownall, M., Ivanou, D., Lyle, C., Cording, A., and Elliott, C. J. H. (2015). Computational approaches for understanding the diagnosis and treatment of parkinson's disease. *IET Systems Biology*, 9(6):226–233.