

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação



**Aplicação de reconhecimento de padrões em dados de sensor
acelerômetro utilizando grafo geométrico em sistema de
microcontrolador embarcado**

Relatório 1 de Atividades PFC 1

Orientador: Vitor Angelo
Aluno: João Pedro Miranda Marques
Matrícula: 2017050495

21 de setembro de 2022

1 Resumo

Esse trabalho de projeto de final de curso se dedica à implementação do algoritmo de reconhecimento de padrões por meio de grafo geométrico, utilizando-se especificamente do Grafo de Gabriel.[2].

A aplicação será classificar movimentos de um objeto. Para isso faz-se o uso de uma placa de desenvolvimento do microcontrolador ESP32 e um sensor acelerômetro a ser escolhido. O protótipo desenvolvido deverá reconhecer qual movimento foi aplicado ao objeto e exercer uma atuação a partir disso.

No semestre anterior validamos o uso do algoritmo do grafo de Gabriel para a separação de regiões em duas dimensões. Para essa validação foi utilizado o exemplo de teste utilizado na própria documentação do grafo e obtivemos os mesmos resultados.

Nesse projeto a quantidade de dimensões a ser utilizada nas amostras de dados será maior. O grafo de Gabriel apresenta complexidade exponencial com relação a dimensão do dado de entrada. Por esse motivo a ideia é fazer o treinamento do grafo em um computador pessoal e implementa-lo no microcontrolador para fazer as devidas inferências.

2 Introdução

Nesta etapa do projeto fiz testes com dois sensores acelerômetros:

MMA8452 e MPU6050

Como resultado optei por utilizar o sensor MPU6050 por sua grande variedade de bibliotecas, baixo custo, 16 bits de e, principalmente, por possuir sensor acelerômetro e giroscópio em um mesmo chip MEMS.¹.

O Microcontrador ESP32 e o sensor acelerômetro foram colados em uma pequena caixa onde futuramente pode ser adicionado uma bateria. Podemos ve-lo na Figura 1.



Figura 1: Protótipo

3 Desenvolvimento

Parte 1

Foram recolhidos dados de amostra para os movimentos de vibração nos eixos X, Y e Z, movimento circular no eixo Z e movimento de rotação em torno de um ponto fora do objeto no eixo Y.

Nas figuras abaixo vemos os dados recolhidos. Em cada imagem temos 6 gráficos referentes respectivamente à aceleração 3 eixos e giroscópio nos 3 eixos. Podemos também ver que tivemos etapas de resolução do movimento e etapas de repouso.

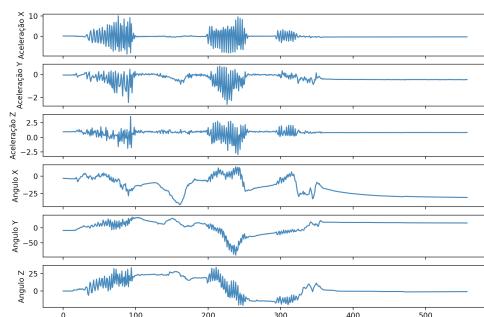


Figura 2: Vibração no eixo X

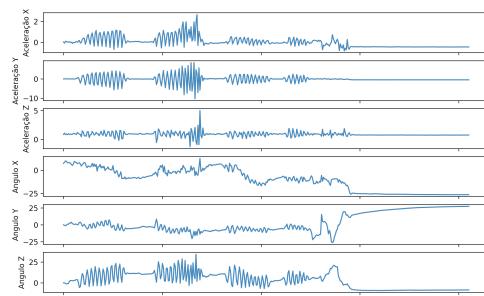


Figura 3: Vibração no eixo Y

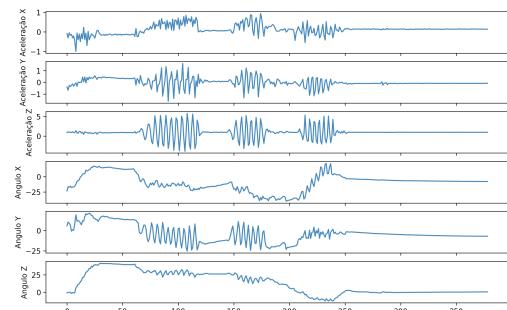


Figura 4: Vibração no eixo Z

¹MEMS: Micro Eletro Mechanical System..

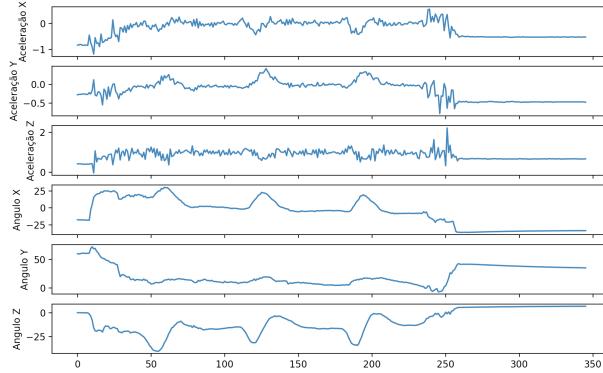


Figura 5: Movimento circular no eixo Z

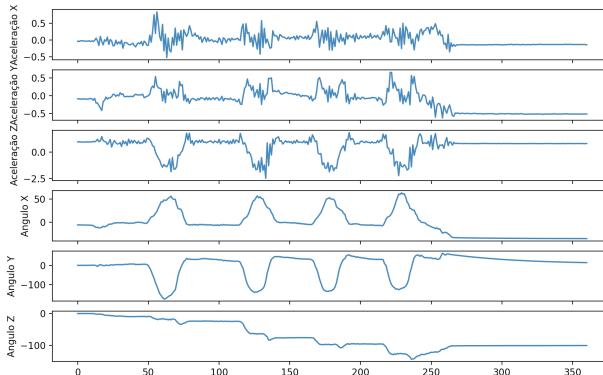


Figura 6: Movimento de rotação 180 graus no eixo Y, ida e volta

Parte 2

Utilizando site [towardsdatascience](#) como auxílio para feature engineering com dados de acelerômetro, extraí um código em python capaz de calcular:

1. mean
2. standard deviation
3. average absolute deviation
4. minimum value
5. maximum value
6. difference of maximum and minimum values
7. median
8. median absolute deviation
9. interquartile range
10. negative values count
11. positive values count
12. number of values above mean
13. number of peaks
14. skewness
15. kurtosis
16. energy
17. average resultant acceleration
18. signal magnitude area

Desses irei fazer uma analise com os dados: Usarei apenas mean, median, number of peaks, energy, signal magnitude area, avg resultant

Parte 3

Antes de definir os valores estatísticos de cada tipo de movimento é preciso separar cada janela de dados correspondente ao inicio e fim do movimento. Nas figuras 7 e 8 podemos ver os dados de 1 amostra de vibração X e seus respectivos valores estatísticos.

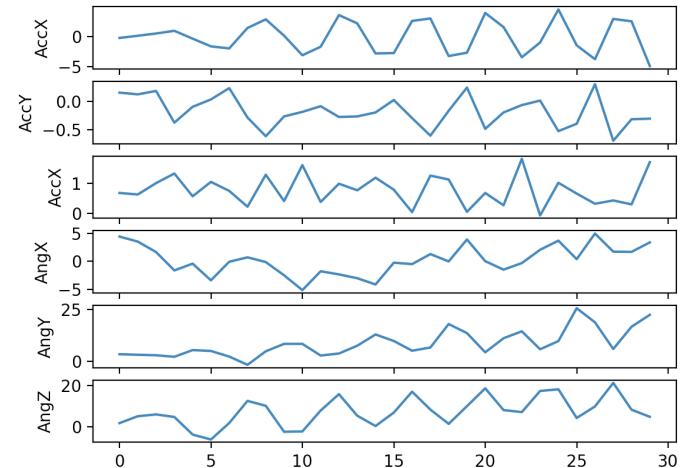


Figura 7: Amostra de Vibração no eixo X

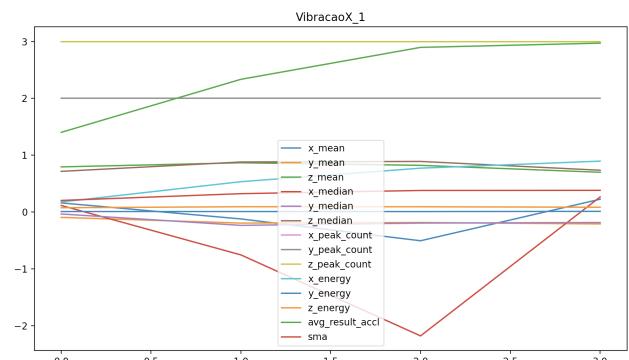


Figura 8: Valores abstraídos da amostra de vibração em X

Abaixo temos a mesma representação porém com o objeto no estado Parado.

4 Conclusões

O Trabalho tem como objetivo fazer um estudo, compreensão e testes de regularização de redes neurais artificiais. Durante o desenvolvimento do trabalho foram realizadas várias pesquisas sobre o funcionamento e implementação desse método. Fiz uma busca de pacotes de modelos prontos de ELM e RBF com regularização em python mas nenhuma chegou a gerar um experimento interessante. Muitos dos exemplos encontrados eram realizados utilizando outros métodos de reconhecimento de padrões, como SVM e Regressão Linear para estudar efeitos de regularização. Por esse motivo, o trabalho foi desenvolvido implementando a metodologia de weight decay explicitada no Livro texto[1] na minha implementação do algoritmo de RBF na linguagem python.

Conseguimos chegar a resultados esperados em algumas bases de dados e em resultados não desejados no dataset Breast Cancer. Pude fazer uma avaliação do porque o resultado divergiu.

Por fim, com esse trabalho temos uma maior compreensão sobre o tema de regularização e otimização de modelos de redes neurais artificiais.

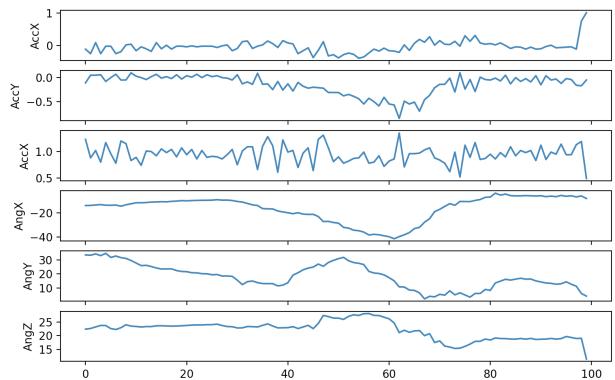


Figura 9: Amostra de objeto Parado

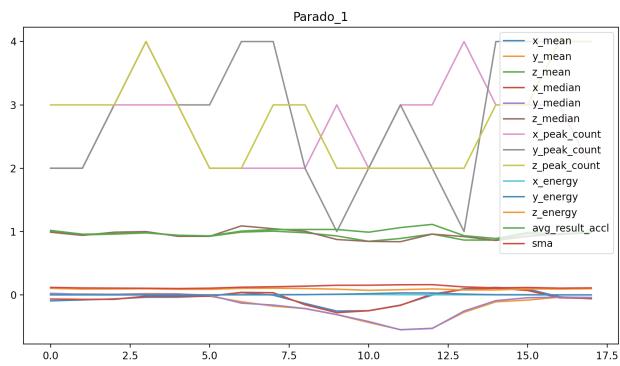


Figura 10: Valores abstraídos da amostra de Objeto parado

Referências

- [1] A. de Pádua Braga, A.C.P. de Leon Ferreira Carvalho e T.B. Ludermir. *Redes neurais artificiais: teoria e aplicações*. Livros Técnicos e Científicos, 2000. ISBN: 9788521612186. URL: <https://books.google.com.br/books?id=cUgEaaEACAAJ>.
- [2] Luiz C. B. Torres et al. “Large Margin Gaussian Mixture Classifier With a Gabriel Graph Geometric Representation of Data Set Structure”. Em: *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* 32.3 (mar. de 2021), pp. 1400–1406. ISSN: 2162-2388. DOI: [10.1109/TNNLS.2020.2980559](https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2980559).