

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

22 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.[1].

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 resolução e, principalmente, por possuir sensor acelerômetro e giroscópio em um mesmo chip MEMS¹.

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:

- vibração nos eixos X, Y e Z
- movimento circular no eixo Z
- movimento de rotação em torno de um ponto fora do objeto no eixo Y. (Gira e volta)

A aquisição de dados foi feita num período de 50ms.

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.

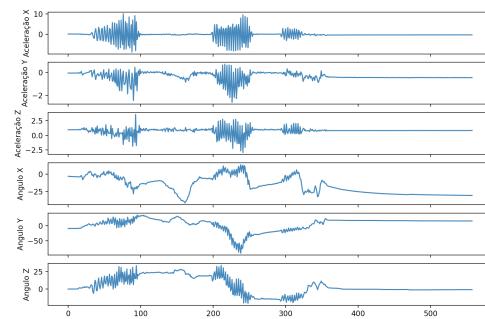


Figura 2: Vibração no eixo X

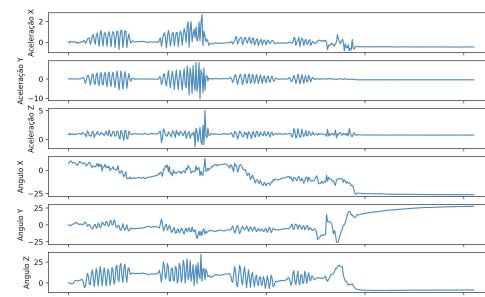


Figura 3: Vibração no eixo Y

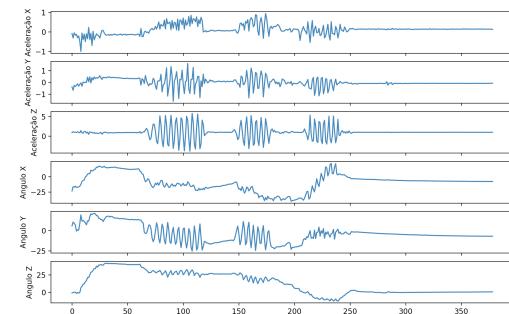


Figura 4: Vibração no eixo Z

¹MEMS: Micro Eletro Mechanical System..

Parte 3

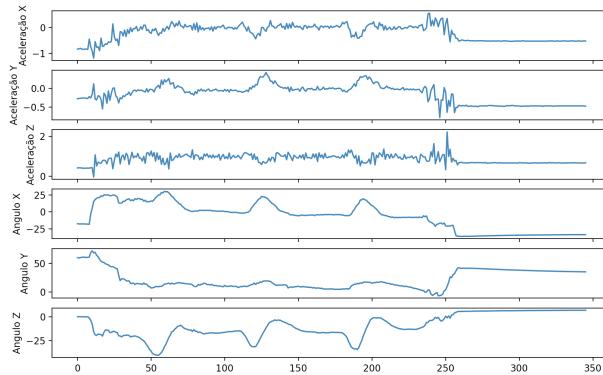


Figura 5: Movimento circular no eixo Z

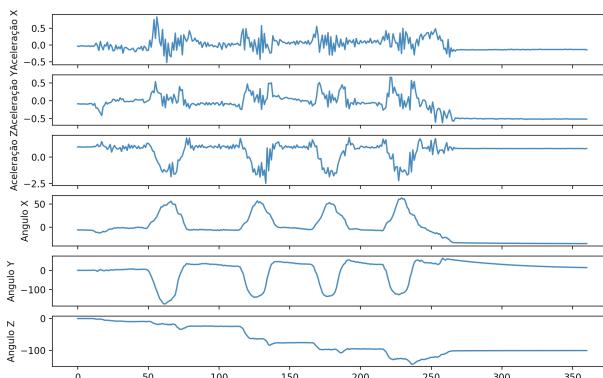


Figura 6: Gira e Volta no eixo Y

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 usando apenas mean, median, number of peaks, energy, signal magnitude area, avg resultant

Antes de definir os valores estatísticos de cada tipo de movimento é preciso separar janelas 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.

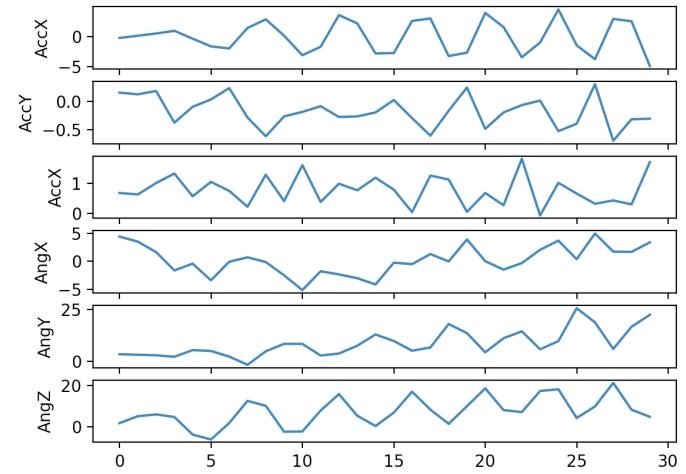


Figura 7: Amostra de Vibração no eixo X

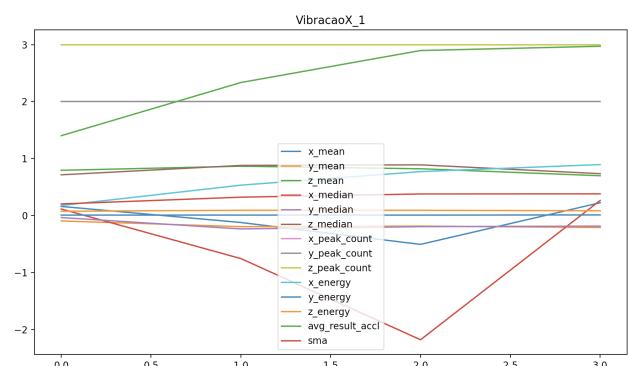


Figura 8: Valores abstraídos da amostra de vibração em X

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

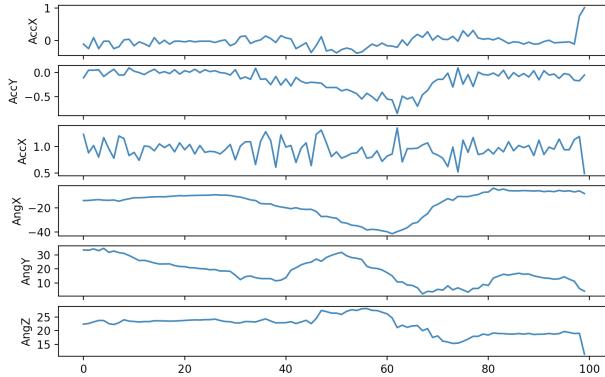


Figura 9: Amostra de objeto Parado

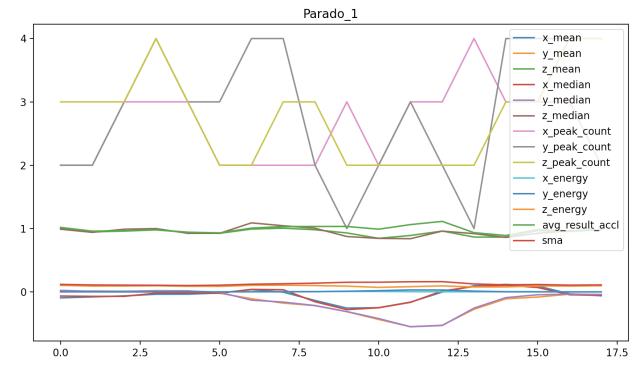


Figura 10: Valores abstraídos da amostra de Objeto parado

4 Conclusões

Nas próximas etapas irei me dedicar a captar uma maior quantidade de dados para cada tipo de movimento que irei utilizar. Além disso, definir quais características são mais separáveis e com baixo custo computacional para serem utilizadas pelo grafo de gabriel.

Referências

- [1] 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).