

Computação Ubíqua no combate ao Covid-19: Detecção de Ação de Retirada de Máscara Através de um Protótipo Vestível

Ubiquitous Computing in the Fight Against Covid-19: Detection of Mask Removal Action through a Wearable Prototype

Christian Gianelli*^a; Rafaela Aparecida Garcia Sampaio^b

^aUniversidade Federal de Ouro Preto. SP. Brasil

^bCentro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET-RJ. Rio de Janeiro, Brasil.

*E-mail: christiangianellisilva@yahoo.com.br

Resumo

A detecção de atividades através de sensores inerciais pode contribuir de maneira significativa para a manutenção da vida dos seres humanos, principalmente se tratando do monitoramento de atividades rotineiras e sinais biológicos. Diante de uma atual Pandemia, o uso de máscaras em ambientes públicos, se faz indispensável para diminuição do contágio do vírus COVID-19. Desta forma, o presente trabalho concentra-se na análise de uma tecnologia vestível para aquisição de dados em diferentes ações de retirada da máscara facial utilizada como forma de prevenção contra o vírus COVID-19.

Palavras-chave: COVID-19. Computação Ubíqua. Protótipo Vestível. Análise de Dataset.

Abstract

The detection of activities through inertial sensors can contribute significantly to the maintenance of human life, especially when it comes to monitoring routine activities and biological signals. In the face of a current pandemic, the use of masks in public environments is essential to reduce the contagion of the COVID-19 virus. Thus, the present work focuses on the analysis of a wearable technology for data acquisition in different actions to remove the facial mask used as a means of preventing the COVID-19 virus.

Keywords: COVID-19, Ubiquitous Computing, Wearable Prototype, Dataset analysis.

1 Introdução

O reconhecimento da atividade humana é uma importante área de pesquisa em computação ubíqua, que estuda o comportamento humano, análise e interação humano-computador (ADNAN et al., 2019), (NWEKE et al., 2018). Compreender como os indivíduos se comportam através da análise de dados, oriundos de sensores, pode se tornar um grande desafio por existir parâmetros diferentes para cada indivíduo e ambiente (BARBARA et al., 2013; LARA; LABRADOR, 2013; ROY et al., 2013). A pesquisa relacionada na área de obtenção de bancos de dados e classificação de atividades relata a utilização de diferentes técnicas para aquisição e diferentes algoritmos de aprendizado de máquina para reconhecer atividades simples e complexas, como caminhar, correr, escovar os dentes, atender telefone, etc. (BARBARA et al., 2013, 2014; CAO et al., 2017). A formulação de banco de dados de atividades humanas e seu reconhecimento tem se tornado ferramenta para a manutenção de uma vida mais saudável, devido ao monitoramento de ações cotidianas (SILVA, 2013). Atualmente com a pandemia causada pelo vírus COVID-19 a OMS (Organização Mundial Da Saúde) recomenda um conjunto abrangente de medidas que incluem a utilização de máscaras de proteção em situações específicas, por exemplo, em locais públicos onde há transmissão comunitária

e onde outras medidas de prevenção, como o distanciamento físico, não são possíveis (WHO, 2020). Pensando no atual cenário, o desenvolvimento de novas tecnologias pode auxiliar a permanência de máscaras de proteções no rosto da população. Portanto, o objetivo deste trabalho é obter e analisar os dados adquiridos através de um protótipo vestível de baixo custo, e identificar padrões de retirada da máscara facial, utilizando o *Software* MATLAB®. O principal objetivo desta tecnologia é, alertar pessoas de um ambiente estudantil sempre que as mesmas levarem a mão a face para a retirada da máscara de proteção. Quando esta ação for executada, o protótipo posicionado no pulso emitirá um pequeno tremor, fazendo com que a pessoa pense antes de executar a ação, de forma a evitar que tal ação ocorra involuntariamente.

Para este trabalho, será apresentado o protótipo, a aquisição e análise do *Dataset*, aplicação do *Software* MATLAB® e resultados prévios.

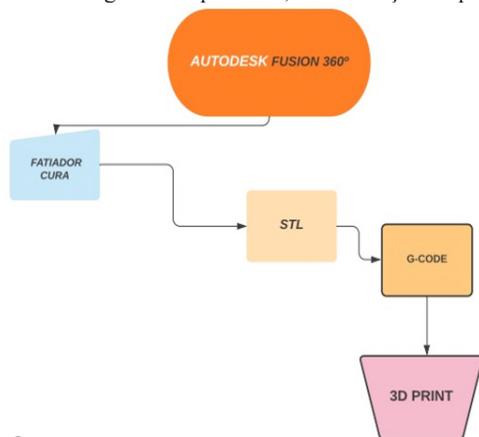
2 Material e Métodos

2.1 Produção do Protótipo

Foi produzido um protótipo de um relógio inteligente para obter as aquisições das medições axiais no pulso dos voluntários. Sua prototipagem ocorreu através da modelagem

mecânica em *Software Fusion 360°* (versão gratuita para estudantes), confeccionado com uma impressora 3D utilizando filamento PLA (Poliácido Láctico, um polímero sintético termoplástico), e pulseira em silicone (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma do processo, de confecção do protótipo



Fonte: Os autores.

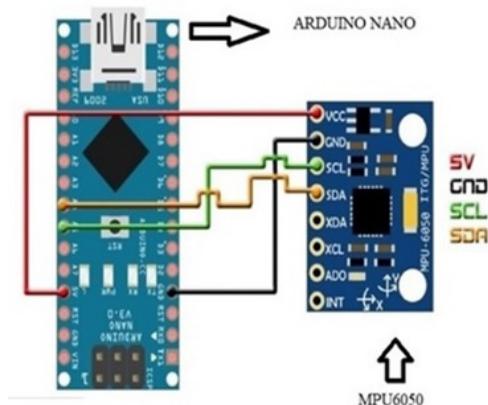
Figura 2 - Protótipo Vestível



Fonte: Os autores.

Hardware possui um microcontrolador (Arduino Nano), além de um circuito integrado MPU6050 (composição de um acelerômetro e giroscópio) (Figura.3).

Figura 3 - Formação Hardware.



Fonte: Os autores.

2.2 Propriedades do Microcontrolador

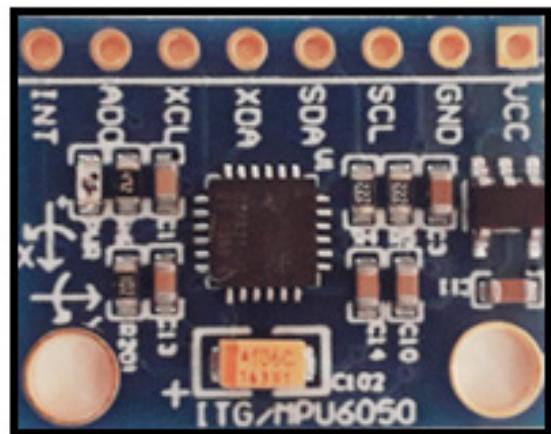
- CPU: Microcontrolador Atmel Atmega 328.
- Tensão mínima de Alimentação: 3.3V.
- Tensão Máxima de Alimentação: 20V.
- Tensão Ideal para Alimentação: 7V – 12V.
- Pinos Digitais I/O: 14 pinos, no qual 6 destes também servem para saídas PWM.
- Pinos de Entrada Analógica: 8 entradas com 10 bits de resolução.
- Corrente DC Por Pino I/O: 40mA.
- Memória Flash: 16 Kb, sendo que 2 Kb são utilizados pelo bootloader.
- SRAM: 2 Kb.
- EEPROM: 1Kb.
- Velocidade de Clock: 16 MHz.

A Transmissão de informação entre os dispositivos é realizada via dois cabos, padrão I²C (do inglês, *Inter-Integrated Circuit*). A transferência de dados ocorreu via USB (Do inglês, *Universal Serial Bus*) com isolamento (blindagem).

2.3 Propriedades dos Sensores Inerciais

A Unidade de Medida Inercial ou IMU (Figura 4), (Do inglês, *Inertial Measurement Unit*), é um conjunto de sensores que registram as grandezas de aceleração linear e de orientação (velocidade angular), com base nos fenômenos físicos como as forças gravitacionais e inerciais da matéria, totalizando 6 graus de liberdade ou DOF, (Do inglês, *Degree of Freedom*).

Figura 4 - Estação IMU



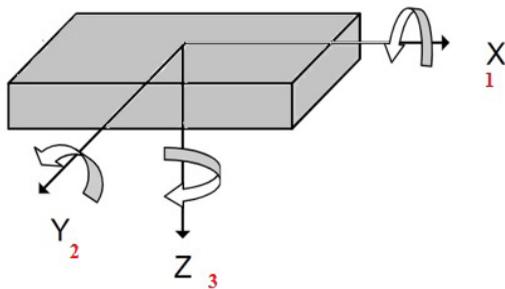
Fonte: Os autores.

Esta estação é composta por um acelerômetro, que é o dispositivo que mede a vibração ou aceleração de movimentos (estáticos e dinâmicos), por qualquer massa de teste em um sistema de coordenadas axiais de referência espacial do dispositivo. Conta também com um giroscópio, que é o dispositivo que mede a inclinação de um objeto em relação a um eixo definido através de uma velocidade angular.

Características básicas da MPU6050:

- Sensibilidade do Giroscópio: 131 LSB/°/s;
- Sensibilidade do Acelerômetro: 16384 LSB/g;
- Escala completa do Giroscópio: ±250 °/s;
- Escala completa do Acelerômetro: ±2 g.

Figura 5 - Simulação dos eixos.



Fonte: Os autores.

A seguir são apresentadas as características de cada eixo:

- 1: Rotação em torno do eixo X, (Roll);
 - 2: Rotação em torno do eixo Y, arfagem (Pitch);
 - 3: Rotação em torno do eixo Z, guinada (Yaw).
- 2- Atividade ADL (do inglês, *Activities of daily living*).

Para este trabalho, adotou-se o que foi chamado de ação L1, que consiste em um voluntário sentado, simulando um estudante assistindo aula e realizando a ação de retirar a máscara facial.

Figura 6 - Execução de atividade ADL



Fonte: Os autores.

2.4 Execução da Atividade L1

O movimento para coleta dos dados teve início com o posicionamento das mãos de maneira natural nas pernas. Após o início da contagem de tempo (6 minutos) o estudante realizou a ação L1 quantas vezes julgou necessário durante este intervalo de tempo.

Através deste protótipo, inicialmente foram geradas 3328 leituras de cada eixo (x, y, z), essa leitura ocorreu 3 vezes por três voluntários, gerando um total de 59904 instâncias, que serviram de base para comprovar a funcionalidade do protótipo.

Os sinais de amostragem foram coletados com *delay* de 200ms. A emulação USB-Serial foi executada com uma velocidade de 9600 bps (bits por Segundo). A aquisição dos valores dos eixos, foram oriundas da estação IMU. As amostras foram obtidas através da porta serial (COM5) na própria IDE (ambiente de desenvolvimento integrado). Neste ambiente é possível desenvolver códigos em linguagem C/

C++ e a própria IDE fará todo o processo de compilação e transferência de dados para o microprocessador.

Após a comprovação positiva do funcionamento do protótipo, foi estipulado duas características adicionais para a ação L1 citada anteriormente. Essas características foram definidas para melhor compreensão sobre a ação de retirada de máscara de proteção e comparar os resultados obtidos. Para este segundo experimento, considerou-se apenas as aquisições do acelerômetro (eixos x, y, z). Foram coletadas 300 amostras de 2 voluntários em 2 estados diferentes definidos como:

Estado A - retirando máscara sentado.

Estado B - retirando máscara em pé.

Figura 7 - Estado A



Fonte: Os autores.

Figura 8 - Estado B



Fonte: Os autores.

2.5 Aquisição e Análise de Dados

Para aquisição dos dados e plotagem dos gráficos das medições inerciais dos sensores, foi utilizado o *software* MATLAB®. Na Figura 9 é possível ver o fluxograma da coleta e análise dos dados.

Figura 9 - Aquisição de dados no *software* MATLAB®.



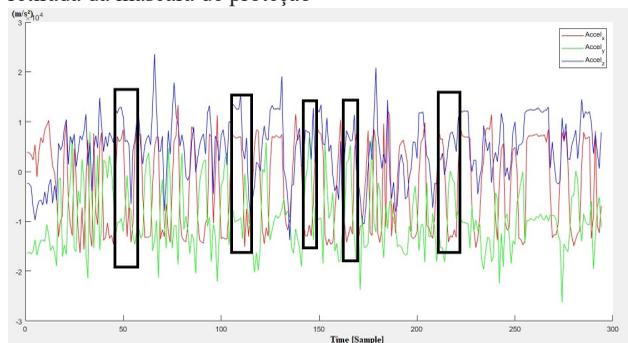
Fonte: Os autores.

3 Resultados e Discussão

O *script* criado no *software* MATLAB®, foi capaz de realizar as leituras e disponibilizar os gráficos para comparação entre os voluntários. Foi implementada uma função que é responsável por receber o argumento que identifica a porta em que o protótipo está conectado, e recebe em tempo real a leitura do sensor MPU6050.

Com esta função é possível identificar os intervalos, número de amostras e arquivar os gráficos com maior facilidade. Apesar deste *dataset* não ter sido coletado com a utilização de filtro contra ruídos, foi possível identificar a ação de retirada da máscara de proteção contra o COVID-19 (Figura 10).

Figura 10 - Aceleração do pulso do voluntário, durante a execução da ação L1 com marcação dos períodos que ocorrem a retirada da máscara de proteção



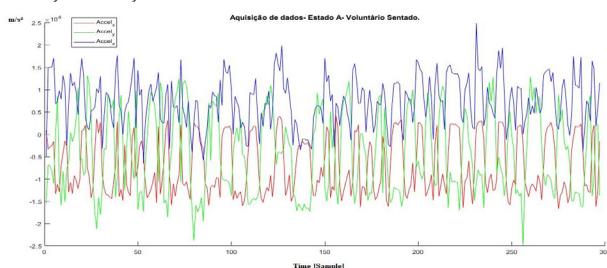
Fonte: Os autores.

Os valores do eixo x na atividade de retirada de máscara no estado B, apresentou medidas máximo e mínimo maiores que a ação no estado A.

Essa diferença pode ser evidenciada pelo maior deslocamento da mão do voluntário para retirada da máscara de proteção na face, considerando o estado de repouso com braço na vertical que ultrapassa a região da cintura.

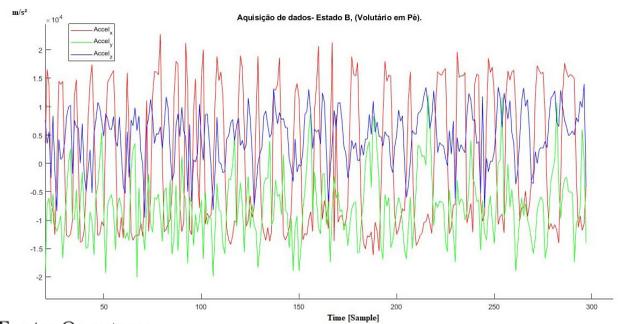
Estes resultados foram expressos pela unidade de medida de aceleração de um corpo influenciado pela gravidade na superfície terrestre que equivale a aproximadamente 9,80665 m/s², em função do número de amostras em relação ao tempo (Figuras 11 e 12).

Figura 11 - Aceleração do pulso do voluntário 01, durante a execução da ação no estado A.



Fonte: Os autores.

Figura 12 - Aceleração do pulso do voluntário 01, durante a execução da ação no estado B



Fonte: Os autores.

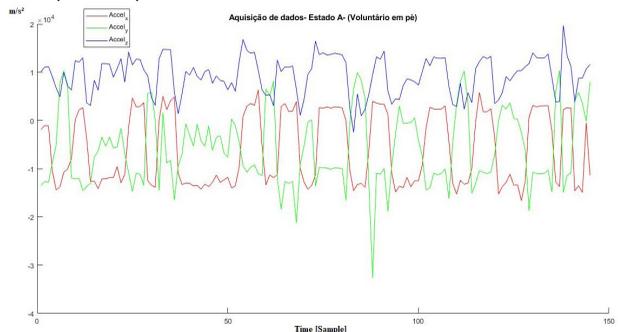
Se tratando dos valores do eixo x, durante a ação B, em comparação com a ação A, apresentou valores menores no máximo positivo e valores semelhantes no máximo negativo.

Assim é possível definir como característica marcante da ação, a variação do eixo x em posições diferentes na execução da atividade. Essas características, podem ser levadas em consideração em aplicações futuras de classificação de atividades utilizando Machine Learning, uma vez que para a classificação utilizam-se valores numéricos.

Para melhor visualização das características citadas anteriormente, foi selecionado outro voluntário para aquisição de aproximadamente 150 amostras, com a redução do número de amostras de forma obter melhor visualização dos resultados.

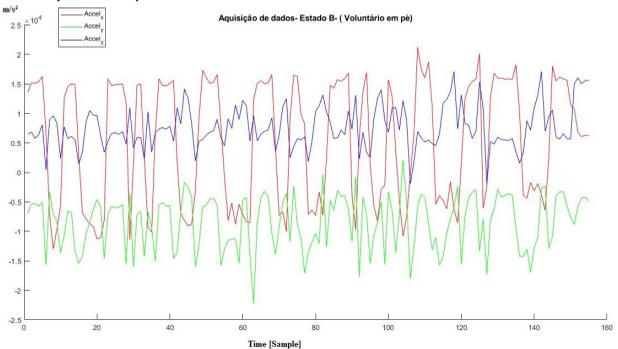
Para esta segunda análise foram mantidas todas configurações realizadas para o Voluntário 1 (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Aceleração do pulso do voluntário 02, durante a execução da ação no estado A.



Fonte: Os autores.

Figura 14 - Aceleração do pulso do voluntário 02, durante a execução da ação no estado B.



Fonte: Os autores.

3 Conclusão

Após análise dos resultados verifica-se que tal protótipo de baixo custo, pode ser utilizado na detecção da ação de retirada de máscara facial, podendo ser utilizado como tecnologia de combate ao novo Corona vírus. Verificou-se também que existe uma característica marcante da atividade de retirada de máscara, esta característica varia de acordo com o modo que o ser humano executa a ação. Esse mesmo resultado foi obtido em mais 3 voluntários além dos apresentados neste trabalho, ou seja, o estado principal da identificação desta atividade são as variações dos valores máximos e mínimos de x.

Tal característica poderá ser utilizada em trabalhos futuros aplicando técnicas de aprendizado de máquina durante o reconhecimento da atividade, uma vez que, a classificação ocorre de acordo com um determinado padrão numérico, assim possui potencial para facilitar o pré-processamento e diminuir o custo computacional.

Sugere-se como trabalhos futuros, a implementação de um módulo Bluetooth HC-6 e alimentação independente no protótipo vestível, com esta aplicação será possível comparar a qualidade da obtenção de dados via USB e Bluetooth.

Além disso, recomenda-se também a aquisição de mais resultados para a formação de um banco de dados contendo um número maior de voluntários, realizando diferentes ações próximas a face.

Por fim, aponta-se para a aplicação de técnicas de Machine Learning em conjunto com o protótipo vestível de baixo custo para a classificação de atividades de retirada de máscara facial, tal tecnologia poderá ser utilizada para combater e reduzir o contágio do vírus Covid-19.

Agradecimento

A Universidade Federal de Ouro Preto.

Referências

ADNAN, N. et al. A dataset build using wearable inertial

measurement and ECG sensors for activity recognition, fall detection and basic heart anomaly detection system. *Data in Brief*, v.27, 2019.

BALLI, S. et al. Human activity recognition from smart watch sensor data using a hybrid of principal component analysis and random forest algorithm. *Measurement and Control*, v.52, p.1-2, 2019.

BRUNO, F. et al. Analysis of human behavior recognition algorithms based on acceleration data". *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, p.1602-1607, 2013.

BRUNO, B. et al. A Public Domain Dataset for ADI Recognition Using Wrist- Placed Accelerometers". *Robot and Human Interactive Communication*, 2014.

CAO, L. et al. An efficient Group-based Context-aware human activity recognition on smartphone. *J. Parallel Distributed Computing*, 2017.

ROY, N.; MISRA, A.; COOK, D. Infrastructure-assisted smartphone-based ADL recognition in multi-inhabitant smart environments. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)*, p.38-46, 2013.

LARA, O.; LABRADOR, M. A survey on human activity recognition using wearable sensors". *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, v.15, n.3, p.1192-1209, 2013.

OLIVEIRA, W.S.; GONÇALVES, E. Implementação em c: filtro de Kalman, fusão de sensores para determinação de ângulos. *ForScience*, v.5, n.3, e00287, 2017.

SHARMA, A. et al. Frequency based classification of activities using accelerometer data. *IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems*, p.150-153. 2008.

SILVA, F.G. *Reconhecimento de movimentos humanos utilizando um acelerômetro e inteligência computacional*. São Paulo: USP, 2013.

STUTT, R.O.J.H. et al. A modelling framework to assess the likely effectiveness of facemasks in combination with 'lock-down' in managing the COVID-19 pandemic". *Proc. Rev. Soc.* v.476, p.2020-0376, 2020.

WHO - World Health Organization. *Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions: scientific brief*". Genebra: WHO, 2020.