

Lucrare de diplomă – Raport nr. 2

Sistem eHealth pentru analizarea mișcării

Student: Daniel BUDU

Coordonator științific: Conf. dr. ing. Andrei STAN

Proiectarea hardware/software a aplicației

Componente hardware utilizate pentru aplicația dată:

- Raspberry Pi Pico (RP2040) (Cortex-M0+ 133MHz)

Raspberry Pi Pico este un microcontroler foarte accesibil, ceea ce îl face o opțiune ideală pentru proiecte educaționale, și nu numai. Prețul redus este un beneficiu major. Dimensiunile reduse ale acestuia îl fac ușor de integrat în proiecte mici sau chiar portabile. Raspberry Pi Pico are un consum redus de energie, fiind potrivit pentru proiecte care necesită o durată lungă de funcționare de la o baterie. Are mulți pini GPIO care permit conectarea ușoară a diferiților senzori.

- MPU 9DOF Click (MPU 9250)

MPU 9DOF Click este un modul senzor puternic și versatil, utilizat adesea în proiecte de robotică, dispozitive portabile, și aplicații de detectare a mișcării. Senzorul poate comunica cu microcontrolerul prin intermediul a două interfețe I2C și SPI.

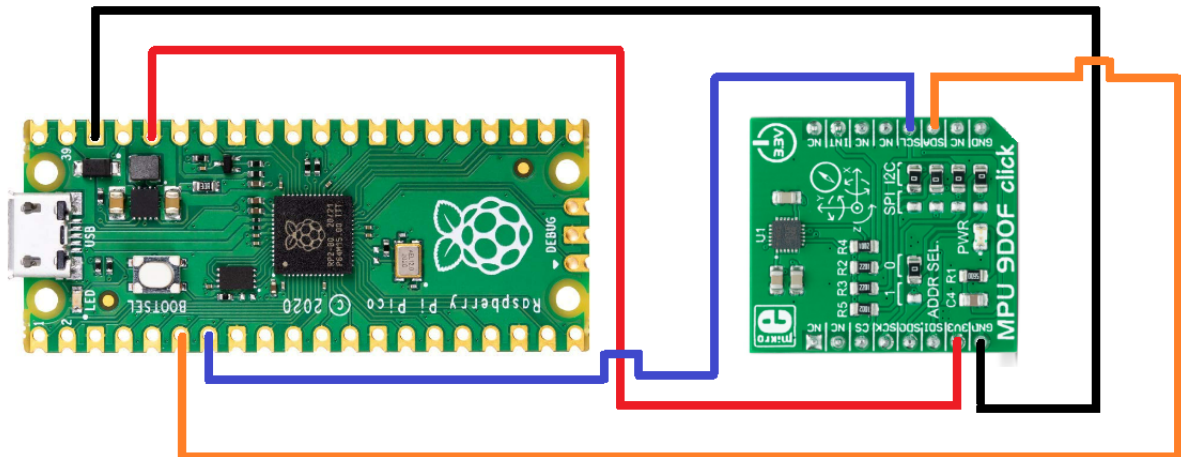


Figura 1: Conexiuni

Conexiunile dintre Raspberry Pi Pico și senzorul MPU 9250:

- Pin 36(3V3 out) -> 3V3
- Pin 38(GND) -> GND

- Pin 6(SDA) -> SDA
- Pin 7(SCL) -> SCL

Unelte software utilizate pentru proiectul dat:

- Visual Studio Code
- Arm GNU Toolchain
- CMake
- Ninja
- Python 3.9
- Git for Windows
- OpenOCD
- Edge Impulse

Proiectul este realizat în limbajul C/C++, datorita avantajelor oferite de acestea în ceea ce privește performanța și eficienței în timp de execuție.

Rezultate intermediare obținute

Implementarea unor funcții C pentru preluarea accelerației de pe senzorul MPU9250, precum și implementarea unei clase C++ pentru a face mai simplu procesul de colectare a datelor.

Realizarea unei funcții C pentru a trimite datele de pe senzor la instrumentul software Edge Impulse, pentru colectarea datelor, pentru o eventuala antrenare a unui model capabil sa detecteze unele mișcări relativ simple.

Mai jos sunt câteva din datele preluate de la senzorul de accelerație:

- Mișcare sus-jos, față-spate și stânga-dreapta se observă cum diferențele semnificative dintre accelerații au loc pe axa Z respectiv Y, X.

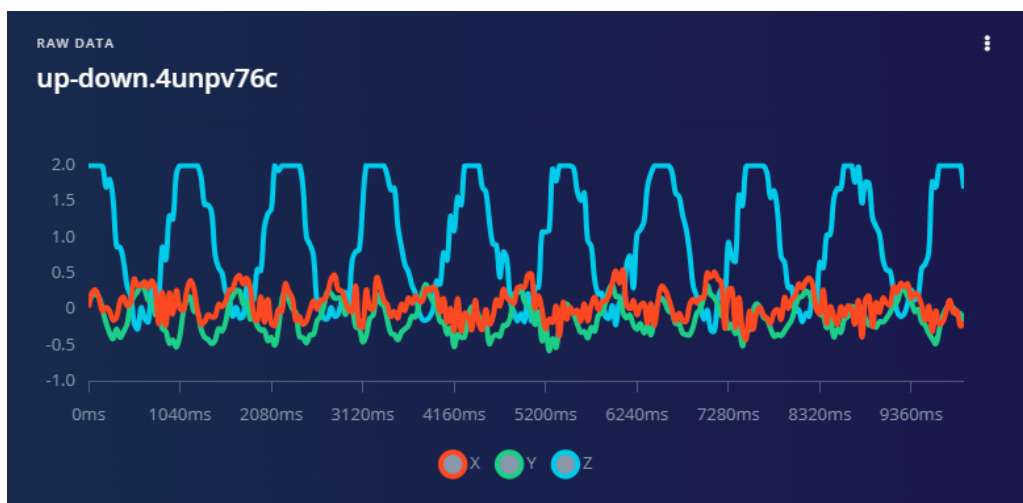


Figura 2: Sus-Jos

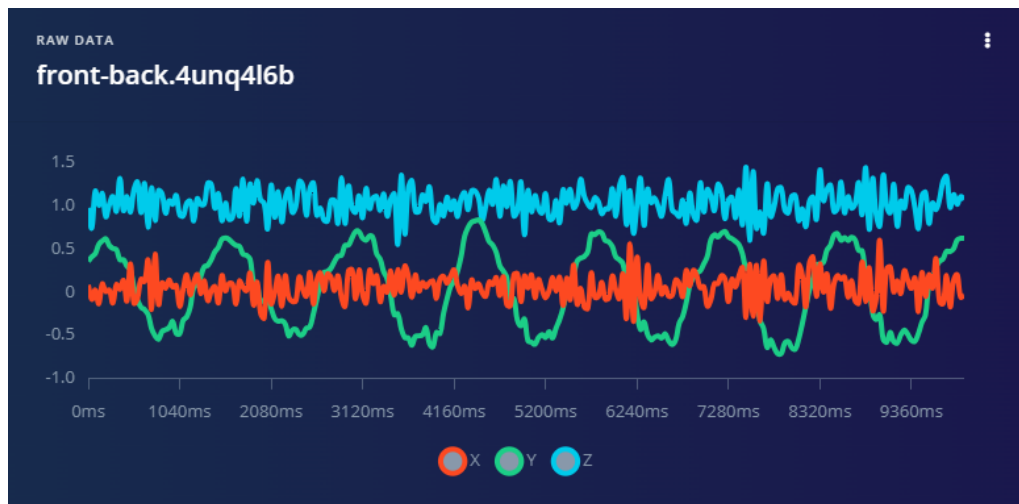


Figura 3: Față-Spate

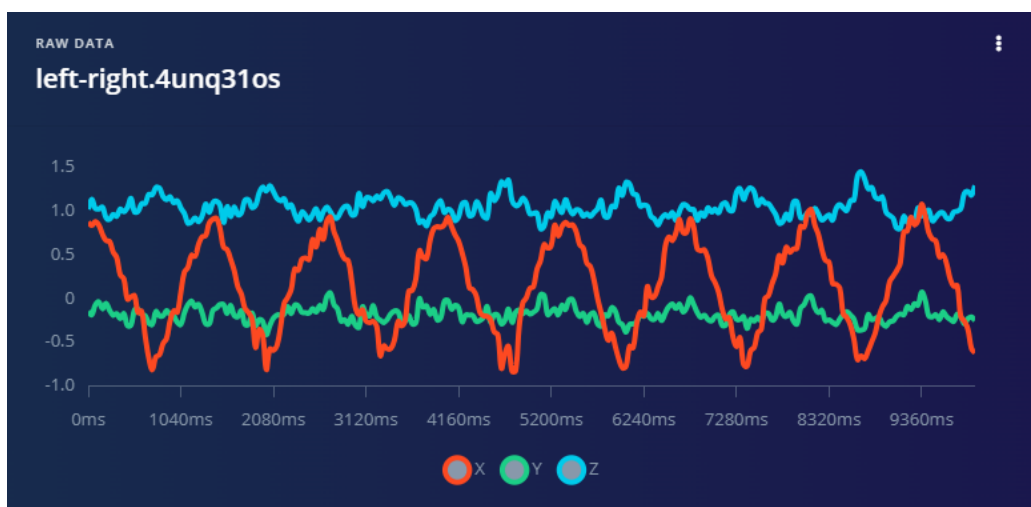
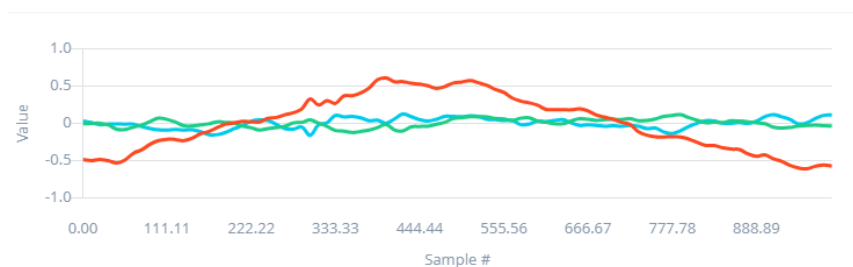


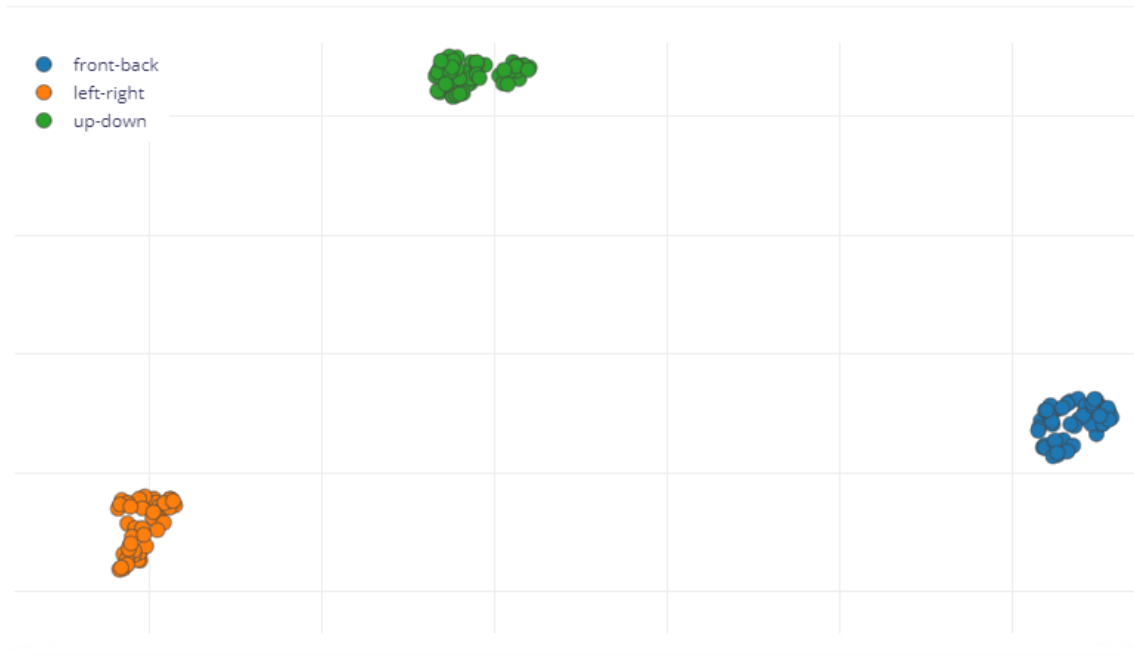
Figura 4: Stânga-Dreapta

După preluarea unui set de date brute de la senzor acestea trebuiesc procesate, eliminarea zgomotelor si perturbatiilor minuscule(netezirea graficelor).



Plaja de valori după prelucrarea datelor brute.

Feature explorer



Antrenarea modelului pentru detecția mișcărilor.

Model

Model version: ?

Quantized (int8) ▾

Last training performance (validation set)



ACCURACY

86.7%



LOSS

0.60

Confusion matrix (validation set)

	FRONT-BACK	LEFT-RIGHT	UP-DOWN
FRONT-BACK	90%	0%	10%
LEFT-RIGHT	0%	90%	10%
UP-DOWN	20%	0%	80%
F1 SCORE	0.86	0.95	0.80

Dificultăți/provocări întâmpinate și soluții de rezolvare

Una din dificultățile întâmpinate a fost antrenarea modelului, am ales inițial să stochez datele preluate de la senzor într-un fișier .csv, însă din cauza faptului că nu aveam un timestamp care crește constant, nu puteam să folosesc datele pentru antrenarea unui model cu ajutorul Edge Impulse. Soluția a fost să folosesc Edge Impulse CLI, care îmi detecta direct frecvența de achiziție a datelor de pe senzor și colecta datele direct într-un format acceptat.

O altă problemă întâmpinată este detecția eronată în unele cazuri, de exemplu la testarea pentru mișcarea față-spate a fost detectată eronat mișcarea sus-jos, această eroare a aprut din cauza setului mic de date de antrenare colectat, pe viitor ar trebui să colectez un set de date mai amplu.

TIMESTAMP	FRONT-BACK	LEFT-RIGHT	UP-DOWN
0	0.51	0.12	0.38
1,000	0.68	0.21	0.11
2,000	0.38	0.17	0.45
3,000	0.62	0.25	0.14
4,000	0.65	0.20	0.15
5,000	0.69	0.19	0.12
6,000	0.67	0.21	0.11
7,000	0.68	0.24	0.09
8,000	0.72	0.18	0.10
9,000	0.51	0.21	0.27

Bibliografie

<https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/raspberry-pi-pico.html>
<https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/PS-MPU-9250A-01-v1.1.pdf>
<https://edgeimpulse.com/>