

# Electrofiziologie – digitalizarea și prelucrarea semnalelor EMG asociate

Coordonatori

Prof. Dr. Ing. Corneliu BURILEANU

As. Univ. Drd. Ing. Ana-Antonia NEACȘU

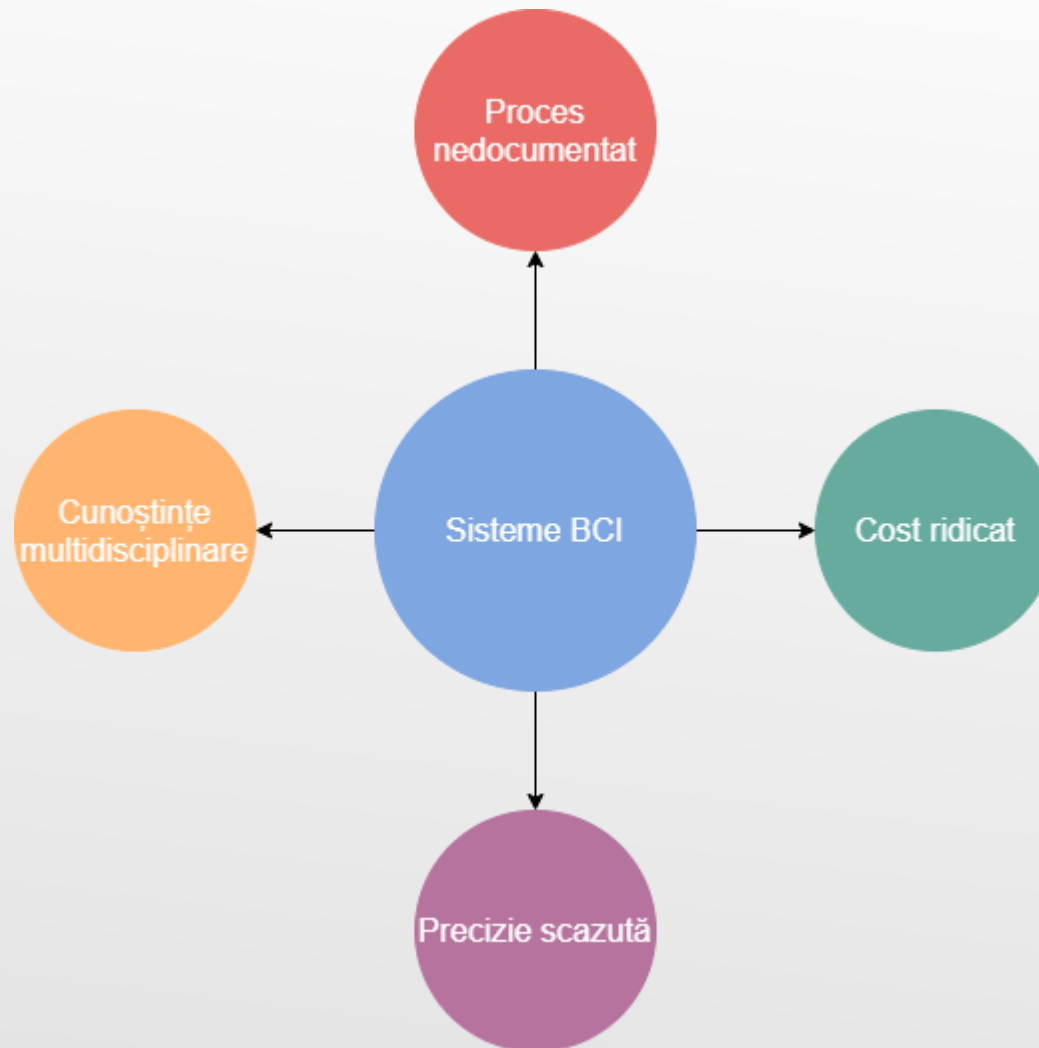
Absolvent

Ing. Ioana BĂDIȚOIU

# Cuprins

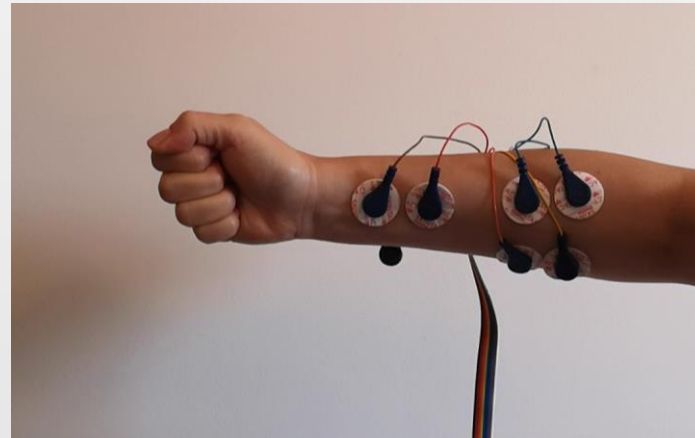
- ▶ Context
- ▶ EMG – Aspecte principale
- ▶ Setul de gesturi
- ▶ Soluții în analiză
  - ▶ Olimex
  - ▶ MyoWare
  - ▶ OpenBCI
- ▶ Cyton OpenBCI rezultate brute
- ▶ Antrenarea modelului și rezultate
- ▶ Contribuții personale și concluzii
- ▶ Referințe

# Context



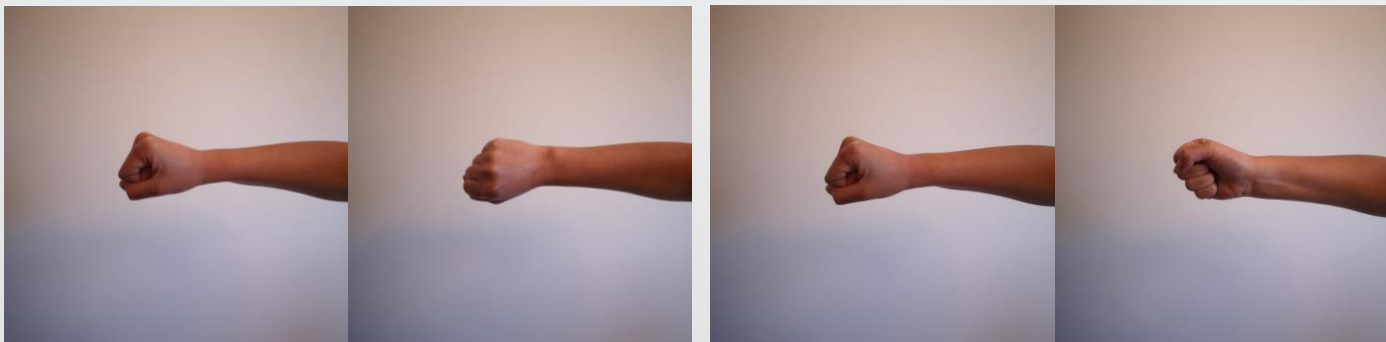
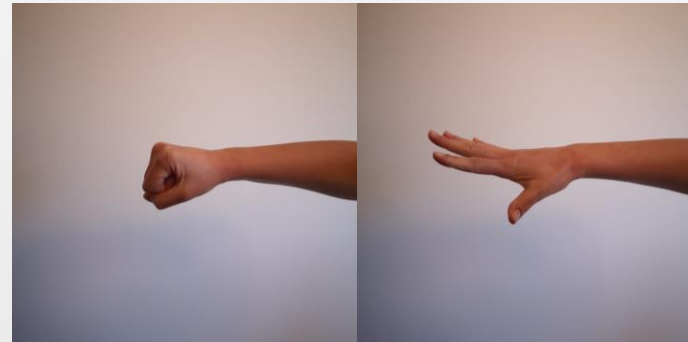
# EMG – Aspecte principale

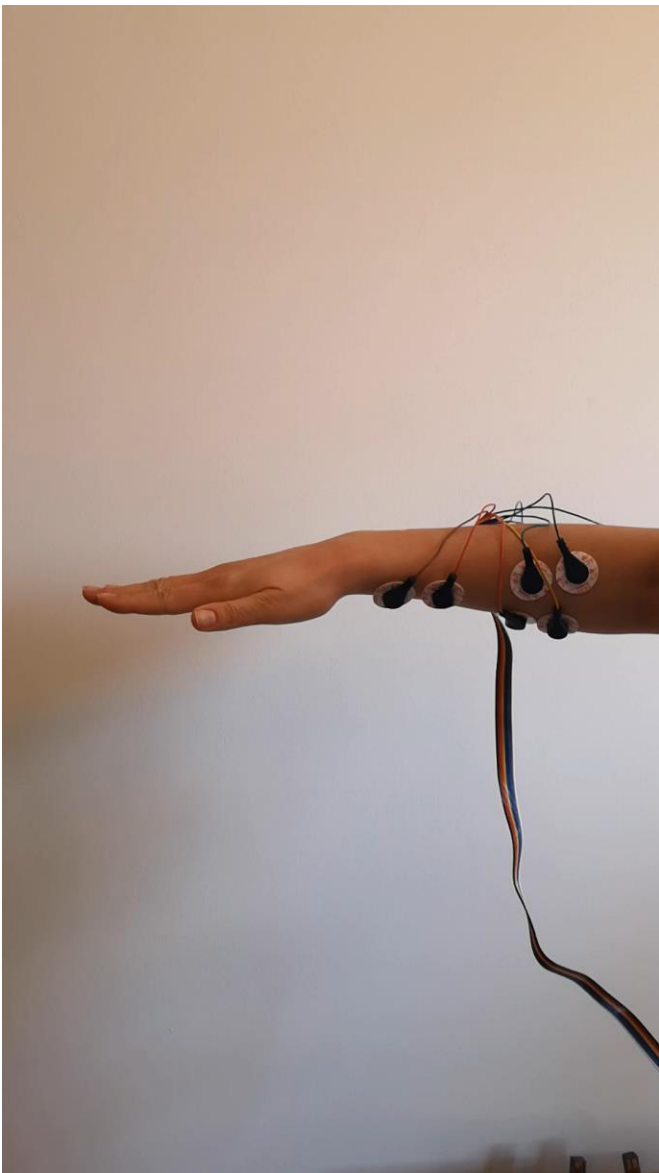
- ▶ Semnal biomedical care măsoară curenții electrici generați în mușchi în timpul contracției acestora reprezentând activități neuromusculare
- ▶ Se pot utiliza două tipuri de electrozi pentru a obține semnalul muscular:
  - ▶ electrodul invaziv
  - ▶ electrodul non-invaziv



# Setul de gesturi

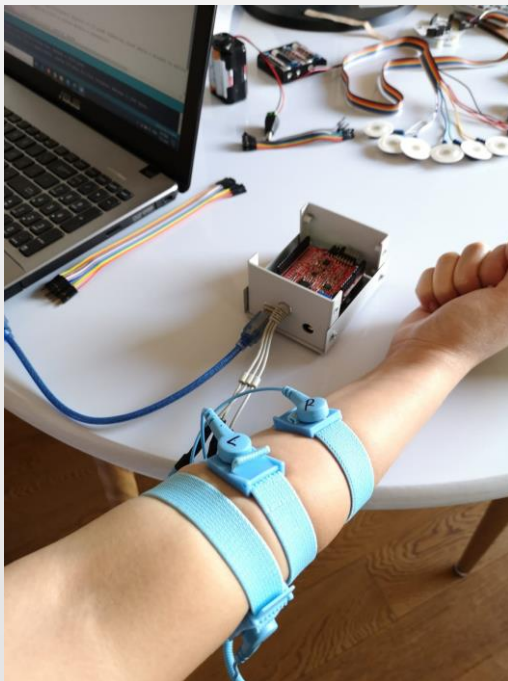
- ▶ Extensia dorsală a încheieturii
- ▶ Flexia palmară a încheieturii
- ▶ Extensia degetelor
- ▶ Flexia degetelor
- ▶ Supinație
- ▶ Pronație





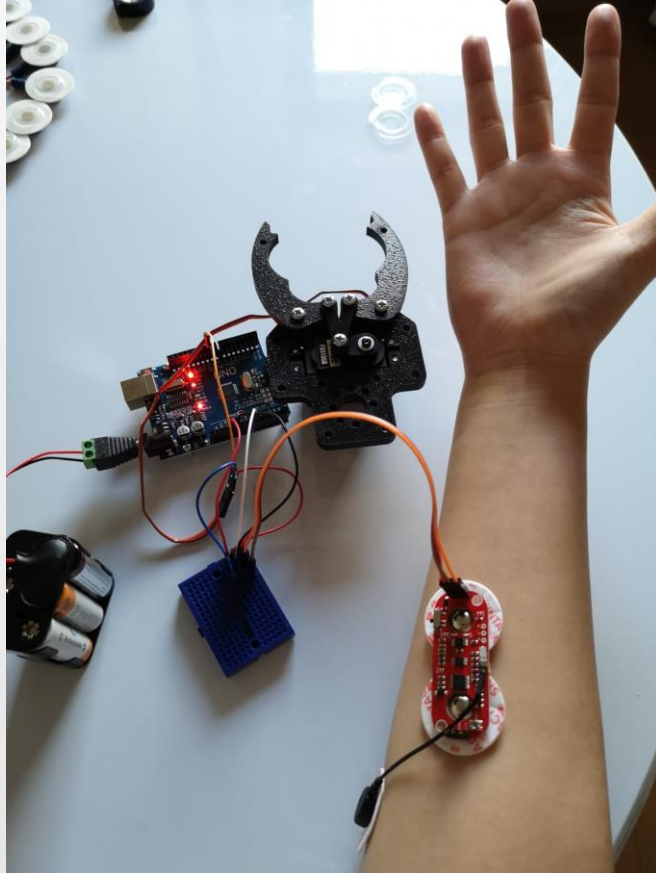
# Potențiale soluții în analiză – Olimex (1)

- ▶ Dispozitivul EMG Olimex este alcătuit din următoarele elemente constructive:

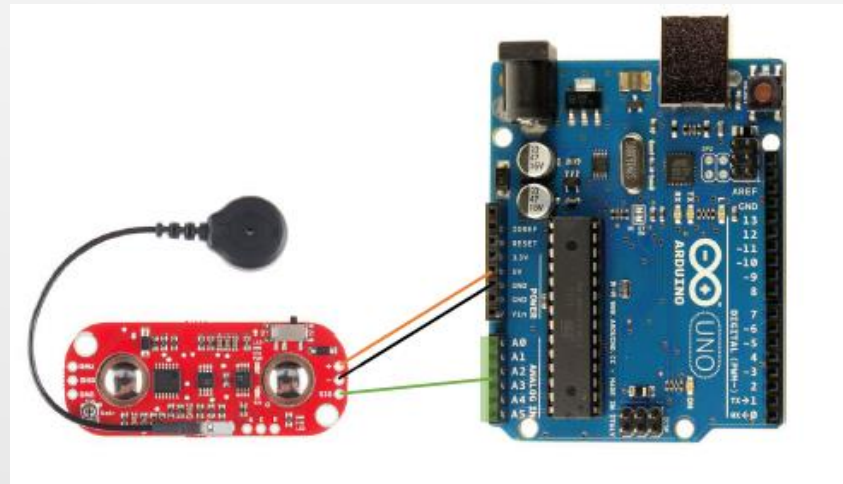


- ▶ Mecanism de protecție la supratensiuni pe intrarea dinspre electrozi
- ▶ Un filtru de rejecție a frecvențelor înalte, în afara intervalului de interes
- ▶ Un amplificator de instrumentație urmat de un filtru trece sus cu un pol situat la 0,16 Hz
- ▶ Un al doilea etaj de amplificare cu câștig reglabil urmat tot de un filtru trece sus cu un pol situat la 0,16 Hz
- ▶ Un filtru Besselworth de ordin 3 cu  $F_c=40\text{Hz}$ .

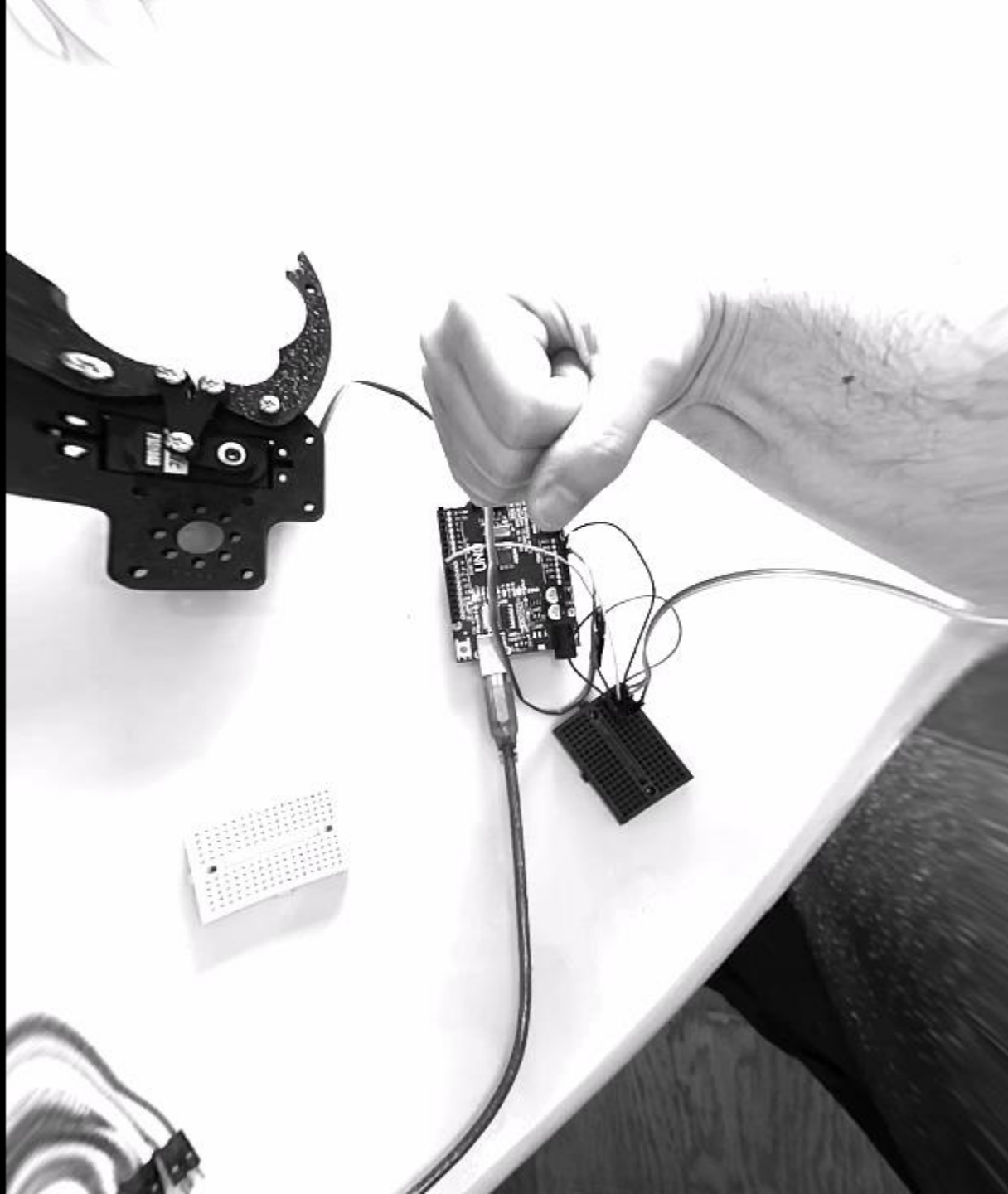
# Potențiale soluții în analiză – MyoWare



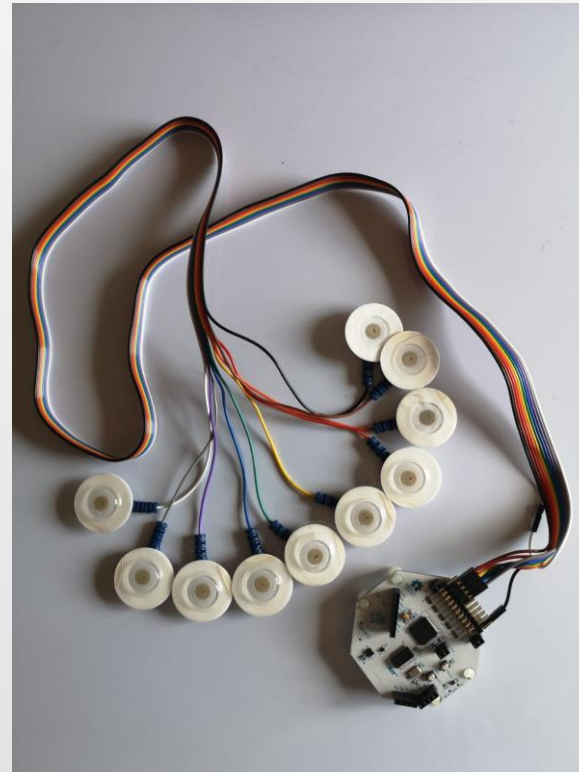
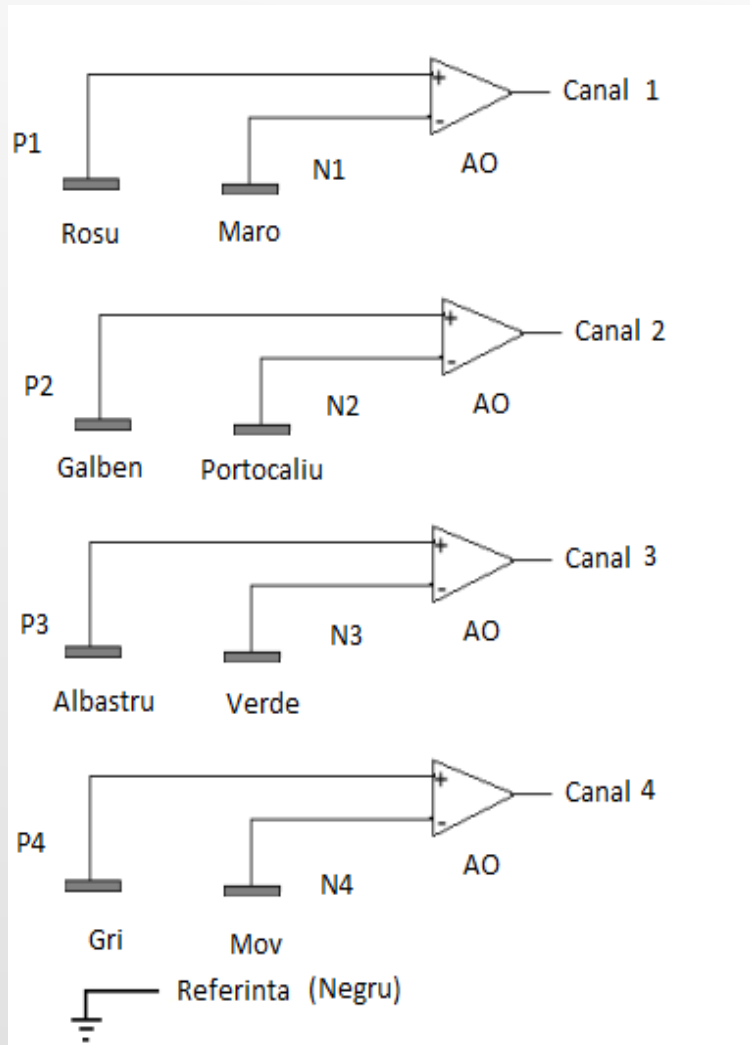
- Senzorul MyoWare emite semnale redresate și integrate în mod implicit, însă oferă și posibilitatea de a obține semnale brute, dacă se dorește acest lucru.







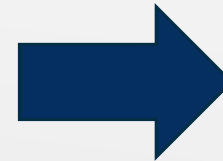
# Potențiale soluții în analiză – OpenBCI



- ▶ Placa are pentru fiecare canal doi pini. Un pin N și un pin P, care pot fi conectați la un amplificator diferențial, ceea ce duce la măsurători bipolare.
- ▶ Conexiunea depinde de setarea multiplexorului circuitului.

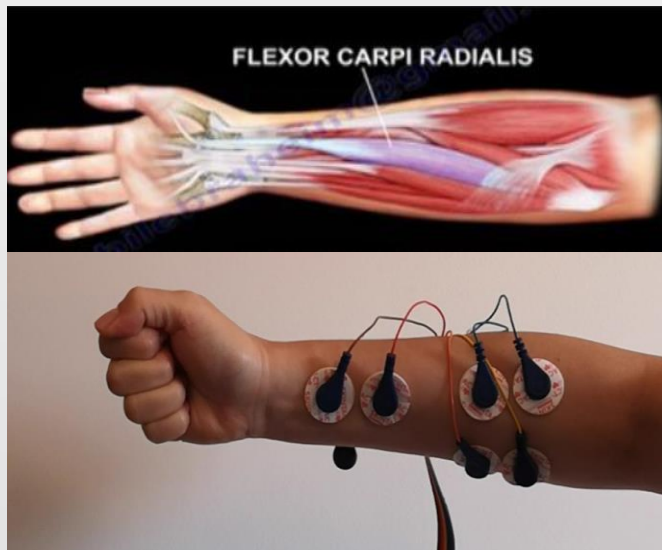
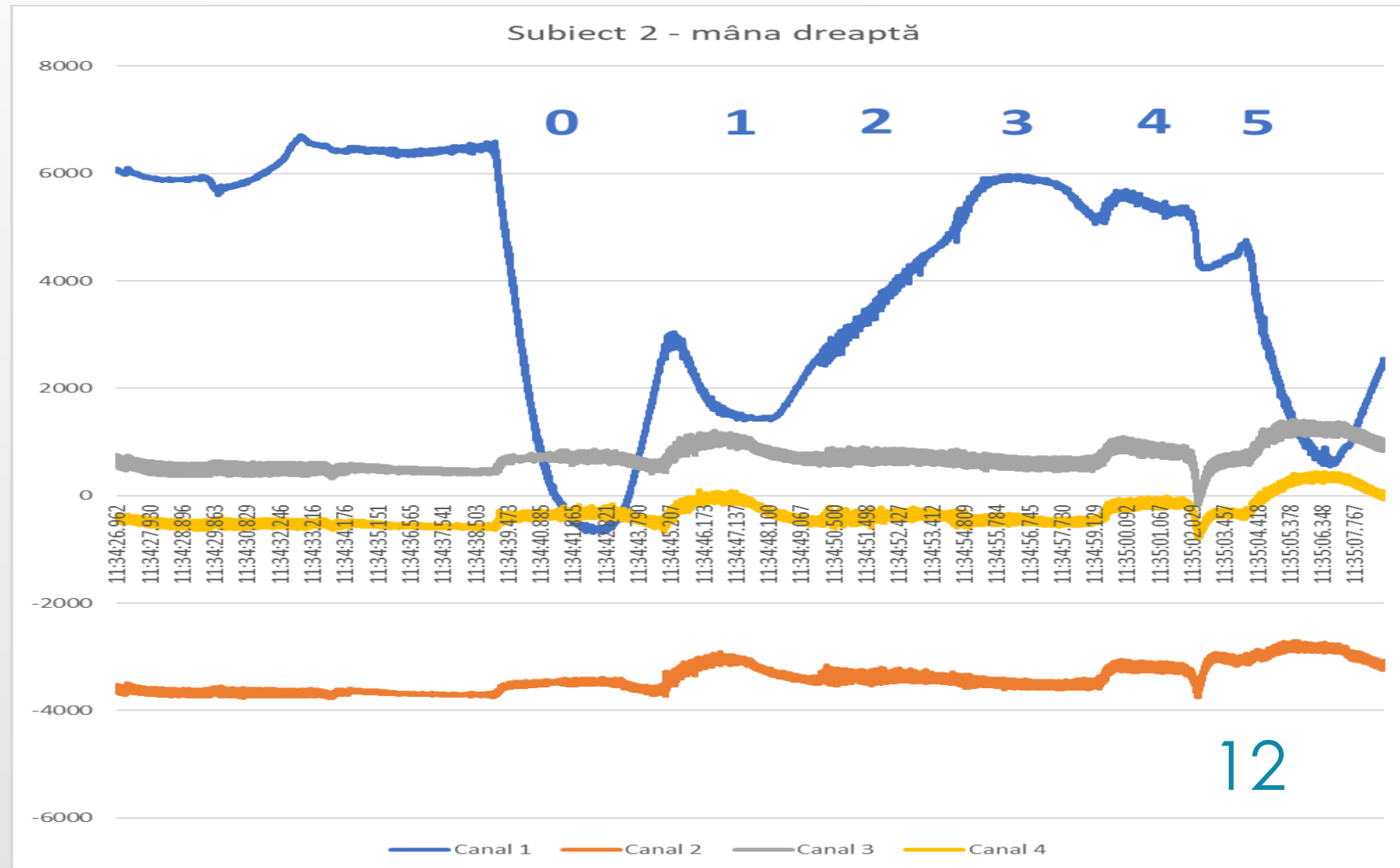
# Potențiale soluții în analiză – OpenBCI

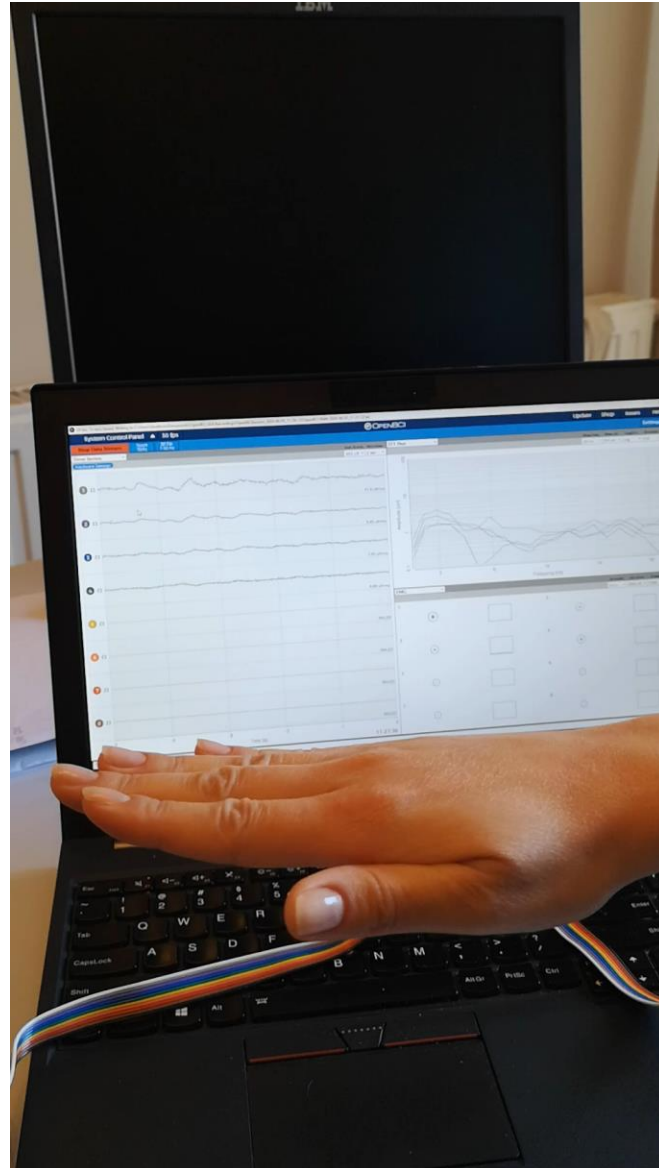
Mușchi/ Funcție	Încheietură				Degete		Articulație radioulnar ă	
	Flexie palmară	Extensie dorsală	Adducți e ulnară	Adducți e radială	Flexie palmară	Extensie dorsală	Supinați e	Pronație
Flexor radial al carpului	x			x				x
Flexor ulnar al carpului	x		x					
Palmar lung	x						x	x
Lung extensor radial al carpului	x	x						
Scurt extensor radial al carpului		x						
Extensor ulnar al carpului		x	x					
Flexor superficial al degetelor	x				x			
Extensor comun al degetelor		x				x		
Pronator								x



Mușchi/ Funcție	Încheietură				Degete		Articulație radioulnară	
	Flexie palmară	Extensie dorsală	Adducție ulnară	Adducție radială	Flexie palmară	Extensie dorsală	Supinați e	Pronație
Palmar lung	x						x	x
Flexor superficial al degetelor	x				x			
Extensor comun al degetelor		x				x		
Pronator								x

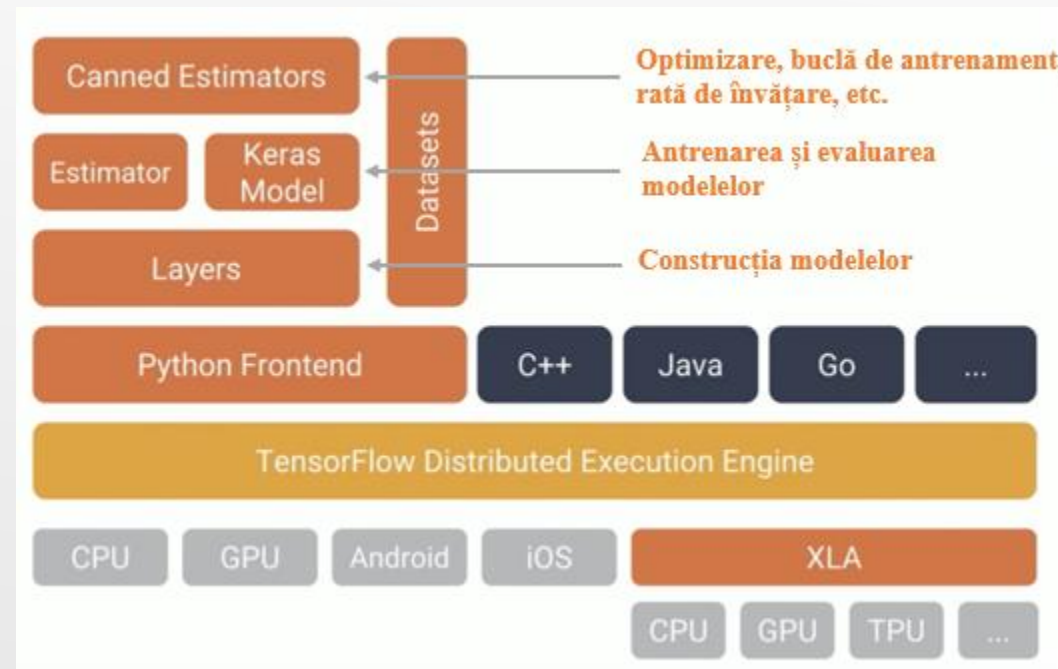
# Cyton OpenBCI rezultate brute





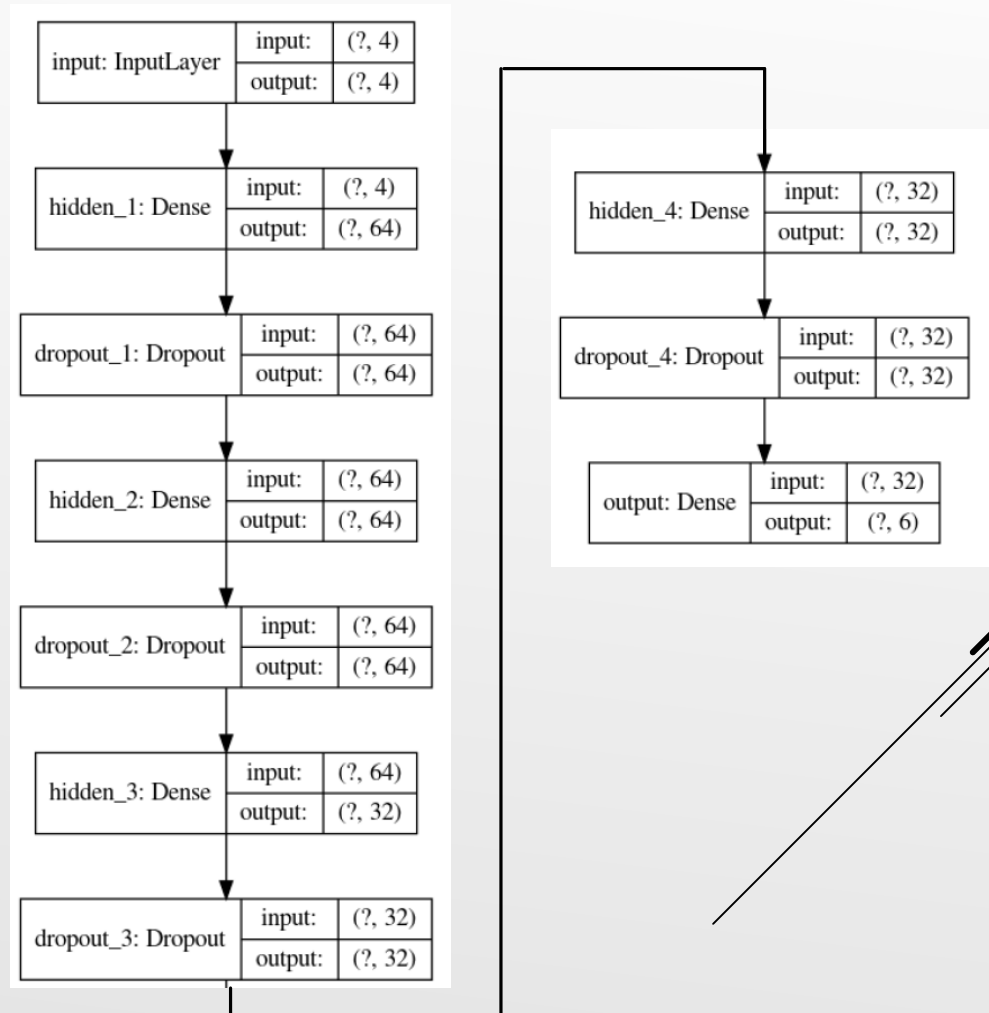
# Antrenarea modelului și rezultate (1)

- ▶ TensorFlow
- ▶ Keras
- ▶ Kaggle



# Antrenarea modelului și rezultate (1)

- ▶ Optimizator: Adam
- ▶ Funcții de activare: ReLU, Softmax



# Antrenarea modelului și rezultate (2)

- ▶ Un flux de lucru end-to-end este, în general, format din:
  - ▶ Antrenare (70% - 7 subiecți x 4 iterații)
  - ▶ Validare pentru un set generat din datele de antrenare originale
  - ▶ Evaluare pe datele de test (30% - 3 subiecți x 4 iterații)
    - ▶ Detalii: subiecți cu vârste cuprinse între 20 și 55 de ani, atât femei cât și bărbați; fiecare gest este executat de 4 ori cu pauze de două minute după fiecare ciclu și menținut pentru patru secunde

```
Epoch 02048: val_loss did not improve from 0.94945  
<keras.callbacks.callbacks.History object at 0x7f7e0c748cd0>  
[[942  37 168  44 141  0]  
 [140 290 288  0  0  1]  
 [ 0 129 467  16 40  0]  
 [ 0  0 166 791 321  0]  
 [ 1  0 102 196 646  0]  
 [ 0 132 153 361  57 154]] confusion matrix  
56.89088708282898 acc
```

```
[[1035  44  167  68  16  2]  
 [ 70 541  107  0  0  1]  
 [ 0  27 606  17  2  0]  
 [ 0  0  70 1167 41  0]  
 [ 2  0  1  215 727  0]  
 [ 0  25  56 401  61 314]] confusion matrix  
75.91215632024901 acc
```



# Concluzii și contribuții personale

Investigarea  
diferitelor abordări  
pentru plasarea  
electrozilor

Studiul corelației  
dintre mușchi și  
mișcări

Investigarea  
metodelor de învățare  
automată ce oferă rate  
de clasificare utile

Extragerea  
informației din  
zgomotul electric  
multiplu existent la  
nivelul corpului

# Referințe

- ▶ [1] Adnan, A.A., Albarahany, L.Q., “EMG Signals Detection Technique in Voluntary Muscle Movement”
- ▶ [2] Daniel Alte, “Control of a robotic arm using a low-cost BCI”
- ▶ [3] <https://www.getbodysmart.com/wrist-hand-digits/flexor-digitorum-superficialis> accesat la data de 31.05.2020
- ▶ [4] [https://www.tensorflow.org/tutorials/customization/custom\\_training\\_walkthrough](https://www.tensorflow.org/tutorials/customization/custom_training_walkthrough) accesat la data de 12.06.2020
- ▶ [5] <https://keras.io/api/layers/activations/> accesat la data de 12.06.2020
- ▶ [6] <https://www.tensorflow.org/guide/keras/overview> accesat la data de 06.06.2020

MULȚUMESC!

ÎNTREBĂRI