

DISPOZITIV PORTABIL PENTRU RECUPERAREA MOBILITĂȚII MĂINII POST-AVC

Andra-Cristiana BĂEȘU

Departamentul Științe Biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală, Universitatea de Medicină și Farmacie
"Grigore T. Popa", Iași, România

Autorul corespondent: Andra Cristiana Băeșu, baesuandra09@gmail.com

Rezumat. *Accidentul vascular cerebral este distins în mod frecvent în rândul persoanelor tinere, care prezintă un stil de viață dezordonat, haotic și asupra căruia stresul zilnic își pune amprenta asupra sănătății, mai cu seamă provocând diverse afecțiuni. Este bine-cunoscut faptul că pacienții care au dezvoltat această patologie necesită recuperare care nu se poate realiza decât cu ajutorul medicației recomandate de medicul specialist combinată cu exercițiile fizice în prezența fiziokinetoterapeuților, a logopezilor, psihologilor. De aceea, punctul de plecare în realizarea prototipului l-a reprezentat dorința de recuperare cât mai rapidă a copiilor prin intermediul căruia atenția să le fie captată, în permanență, pe toată durata terapiei, îmbinând ludicul cu terapia. Acest prototip se rezumă la o minge de dimensiuni moderate, ce monitorizează mișcărilor de pronație și supinație, monitorizare care este în strânsă corelație cu senzorii de presiune atașați ce captează forța cu care mingea poate fi strânsă, deci gradul de apăsare, valori care sunt analizate de microcontroller și care returnează o hartă de presiune realizată în Processing. Este necesară vizualizarea acestor date printr-o hartă pentru a avea o imagine de ansamblu asupra corectitudinii procedurii realizate dar și a evoluției subiectului în cauză, întrucât permite monitorizarea de la o ședință la alta.*

Cuvinte cheie: *microcontroller, senzor de presiune, accelerometru, analiză date*

Introducere

Accidentul vascular cerebral (AVC) are loc atunci când alimentarea cu sânge către o parte a creierului este întreruptă sau redusă, iar țesutul cerebral este privat de oxigen și alți nutrienți.

Un accident vascular cerebral poate fi cauzat de o arteră blocată, deci se poate discuta despre un accident vascular cerebral ischemic sau de scurgerea sau ruperea unui vas de sânge în cazul unui accident vascular cerebral hemoragic. Unii oameni pot prezenta doar o întrerupere temporară a fluxului sanguin către creier (atac ischemic tranzitoriu), care nu provoacă daune permanente [1].

Recuperarea deficitului motor trebuie făcută cât mai precoce și cât mai intens, mai ales în primele 6 luni după accidentul vascular cerebral. În această perioadă șansele de redobândire a capacităților motorii sunt cele mai ridicate.

Un AVC poate uneori să provoace dizabilități temporare sau permanente, în funcție de zona cerebrală afectată și de perioada de timp în care creierul nu a beneficiat de sânge. Una dintre complicații poate fi paralizia sau pierderea funcției motorii [2].



Figura 1. Recuperare post-AVC

Material și metodă

Sistemul conceput și realizat are în componență un microcontroller Atmega328 situat pe platforma de dezvoltare Arduino Nano, care este definită ca o unitate de analiză și control conform schemei bloc din Figura 2.

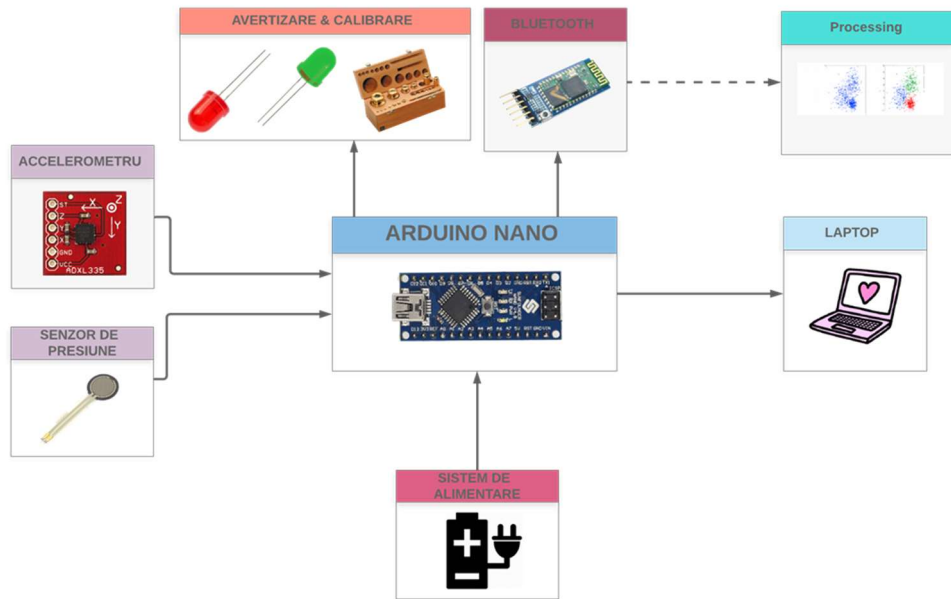


Figura 2. Schema bloc a dispozitivului

Arduino Nano

Arduino Nano este o platformă de procesare care utilizează aplicația Arduino IDE prin care se poate realiza programarea, compilarea și încărcarea programului în microcontroller. Acesta dispune de 14 intrări/ ieșiri digitale din care 6 sunt de tip PWM, intrări/ ieșiri analog, un port de alimentare cu 5V și unul de 3,3V. Deoarece nu există o alimentare externă se poate folosi o conexiune USB de tip Mini. (Figura 3) [3].

Tabel 1

Specificații tehnice Arduino Nano

Specificații tehnice	
Microcontroler	ATmega328p
Tensiune de lucru	5V
Tensiune de intrare (limita)	6-20V
Pini analogici	8
Pini digitali	14 (6 PWM I/O)
Intensitatea curentului pe ieșire 5V/3,3V	40 mA/50mA
Memorie Flash /EPROM	32 KB / 1KB
Clock Speed	16 MHz

Accelerometrul ADXL 335

Accelerometrul utilizat poate detecta mișcările mainii, raportat la cele 3 axe. Mobilitatea axei Y este deteminată în funcție de poziția pe care acesta o va lua în momentul calibrării, permițând măsurarea schimbărilor de înclinație mai mici de un 1 grad. Funcționează la o tensiune de alimentare cuprinsă între 2.8 și 3.3V. (Figura 3) [4].

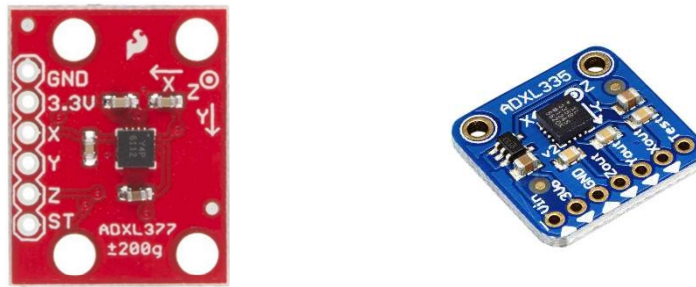


Figura 3. Configurarea pinilor accelerometrului ADXL 335

Modulul Bluetooth

Modulul Bluetooth HC-05 (Figura 5) cu o tensiune de alimentare de 5V și cu un consum de 50 mA este folosit pentru a realiza o conexiune între dispozitiv și un laptop pentru transmiterea datelor ce urmează să fie interpretate în vederea realizării unei hărți de presiune [5].



Figura 4. Modulul Bluetooth HC-05

Senzor de forță

Pentru a putea analiza gradul de apăsare de la nivelul degetelor s-a optat pentru folosirea unor senzori de presiune de diferite dimensiuni. Senzorul dispune de doi conectori, iar rezistența măsurată între cei doi variază în funcție de gradul de apăsare [6].

Senzorul este alcătuit dintr-un polimer conductor și este realizat astfel încât să reducă dependența de temperatură, să îmbunătățească proprietățile mecanice și să crească durabilitatea suprafeței.

Pe pinul *GND* al senzorului se montează un rezistor de 10kΩ cuplat în configurație de divizor de rezistiv împreună cu senzorul. Conform diagramei de conectare a senzorului de presiune în configurația de divizor rezistiv, portul denumit *OUT* se va conecta la un port analog al platformei de dezvoltare [7].

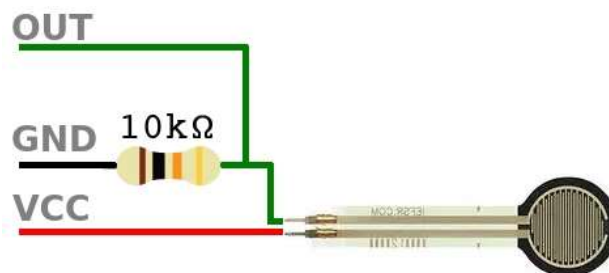


Figura 5. Modul de conectare al senzorului de forță

Pentru avertizarea pacientului s-a optat pentru elemente vizuale, fiind utilizat un led bicolor la atenționarea începerii calibrării, cât și pe toată durata procedurii [8].

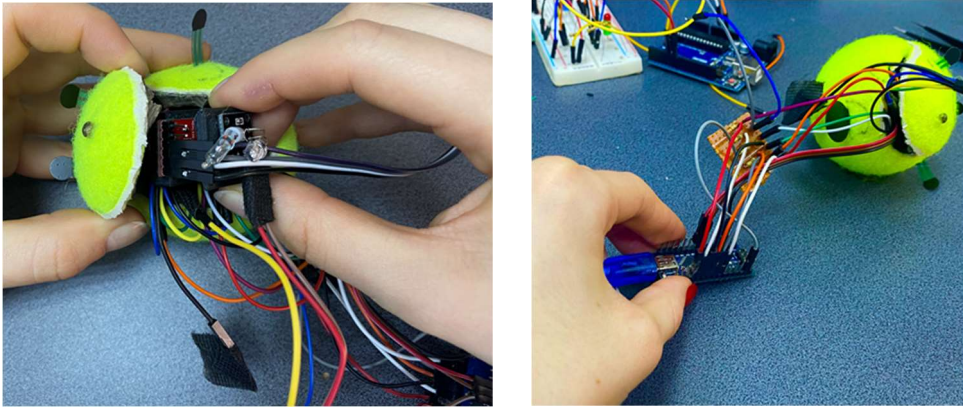


Figura 6. Montarea dispozitivului

Semnalele vizuale au fost generate de led-urile atașate; culoarea roșie pentru a avertiza calibrarea și culoarea verde pentru a evidenția poziția corectă, deci începerea tratamentului. Calibrarea sistemului s-a realizat prin intermediul unei secvențe de cod care se regăsește în structura aplicației software propriu-zise [9].

```
COM7  
Y- 755  
Valori ale accelerometrului  
X- 488  
Y- 682  
POZITIE CORECTA!  
Valori ale accelerometrului  
X- 558  
Y- 711  
Senzor Palma 654  
Senzor Deget Mare 324  
sensor Deget Aratator 587  
sensor Deget Mijlociu 599  
sensor Deget Index 239  
sensor Deget Mic 311  
Valori ale accelerometrului  
X- 501  
Y- 649  
Valori ale accelerometrului  
X- 432
```

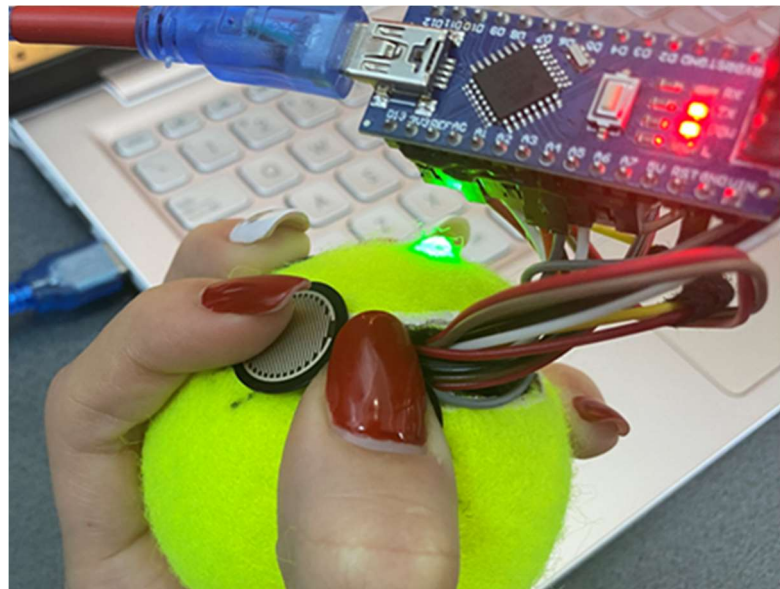


Figura 7. Afișarea valorilor obținute a senzorilor de presiune împreună cu modul de aplicare

Concluzii

În urma conectării modulului Bluetooth a putut fi facilitată legătura dintre prototipul realizat și afișarea pe serială a valorilor returnate de la senzori. Cu aceste valori s-a putut realiza o prima calibrare a valorilor obținute în urma mișcărilor sugerate de către fiziokinetoterapeut. Totodată pentru a stoca aceste valori în urma mișcărilor realizate de pacient s-a optat pentru realizarea unui fișier txt pe laptop-ul cu softul dezvoltat. Pentru o mai bună vedere de ansamblu, valorile restituite pot conduce la realizarea unei hărți de presiune în funcție de gradul de libertate al degetelor sesizat de fiecare senzor de presiune în parte.

Rezultatele preliminare ale dispozitivului realizat îndeplinesc criteriile astfel încât prin utilizarea dispozitivului și monitorizarea permanentă a pacientului se poate ameliora gradul de durere în funcție de mișcările pe care dorește să le execute.

Este un dispozitiv discret, portabil, ce se poate folosi nu doar în centrele de recuperare, ci și la domiciliul pacientului, la recomandarea medicului întrucât nu-i afectează viața.

Mulțumiri

Țin să mulțumesc profesorilor coordonatori din cadrul Universității de Medicină și Farmacie “Grigore T. Popa”, Iași, Facultatea de Bioinginerie Medicală, Departamentul Științe Biomedicale: Conf. Univ. Dr. Bioing. Corciovă Călin, Drd. Bioing. Fuior Robert, Asist. Dr. Bioing. Luca Cătălina.

Referințe

1. P. Marque, D. Gasq, E. Castel-Lacanal, X. De Boissezon, I. Loubinoux, Post-stroke hemiplegia rehabilitation: Evolution of the concepts, *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, Volume 57, Issue 8, 2014, Pages 520-529, ISSN 1877-0657, <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2014.08.004.H>
2. L. Oujamaa, I. Relave, J. Froger, D. Mottet, J.Y. Pelissier Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 52 (2009), pp. 269-293
3. Arduino Nano, <https://www.robofun.ro/arduino-62/controlor-nano-v3-0-pentru-chip-ft232.html> , accesat în 2022
4. Accelerometru ADXL 377, <https://www.robofun.ro/accelerometru/accelerometru-adxl377.html> , accesat în 2022
5. Modul Bluetooth, <https://www.optimusdigital.ro/ro/wireless-bluetooth/153-modul-bluetooth-master-slave-hc-05-cu-adaptor.html> , accesat în 2022
6. E. D. Engeberg and S. Meek, "Improved Grasp Force Sensitivity for Prosthetic Hands Through Force-Derivative Feedback," in *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 55, no. 2, pp. 817-821, Feb. 2008, doi: 10.1109/TBME.2007.912675.
7. S. F. Ahmed, M. H. Tanveer, I. J. Kiwarkis and H. B. Basy, "Design and Controlling of Low-Cost Prosthetic Hand Using Force Sensor," 2020 3rd International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT), 2020, pp. 347-350, doi: 10.1109/ICICT50521.2020.00061.
8. Senzor de presiune, <https://www.optimusdigital.ro/ro/componente-electronice-rezistoare/3904-rezistor-pentru-masurarea-forei-de-apasare-fsr402.html?searchresults=68> accesat în 2022
9. W. Li et al., "F-TOUCH Sensor for Three-Axis Forces Measurement and Geometry Observation," 2020 IEEE SENSORS, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ SENSORS47125.2020.9278600.