

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală**

Admis la susținere

**Șef interimar departament MIB:
conf.univ., dr. Serghei RAILEAN**

” _____ ” _____ 2022

**TRASPORT PERSONALIZAT MODULAR
PENTRU PERSOANE CU DIZABILITĂȚI
LOCOMOTORII CONTROLAT DE MIOSENSORI**

Teză de master

Student:

Bunic Corneliu, IBM-201M

Coordonator:

Vovc Victor, conf. univ., dr. hab.

Chișinău – 2022

ADNOTARE

Teza de master cu tema “Transport personalizat modular pentru persoane cu dizabilități locomotorii controlat de miosensori”.

Teza cuprinde introducerea, trei capitole, concluzii, bibliografia din 9 titluri, 51 pagini text de bază, inclusiv 30 figuri.

Cuvinte cheie: aparat locomotor, dizabilitate locomotorie, scaun cu roțile, motor BLDC, servo motor, controller BLDC, sensor EMG, Myoware

Domeniul de cercetare îl constituie aspectele teoretice și practice ale modelării, proiectării și asamblarea unui prototip funcțional conform metodei propuse în această lucrare.

Scopul lucrării constă în elaborarea unor metode de efectuare a unui scaun cu roțile pentru persoane cu dizabilități locomotorii ce poate fi controlat utilizând miosensori.

Teza este alcătuită din introducere, trei capitole, concluzii și bibliografie.

Capitolul unu cuprinde o detaliată introducere a aparatului locomotor, complexul de organe cu funcțiile și structura lor, patologiiile asociate, osteologie și miologie. Este abordat termenul de dizabilitate locomotorie cu tipurile cauzele dizabilităților. Au fost descrise detaliat majoritatea cauzelor cu exemplificări și demonstrată necesitatea și importanța de a elabora o metodă de construcție a unui scaun cu roțile controlat de către miosensori

Capitolul doi a fost pus accentul pe aspectul tehnic. Unde a fost propusă metoda de elaborare cu descrierea tuturor componentelor necesare. În acest capitol poate fi găsită informație ce ține de parametrii necesari a componentelor, explicarea modului de funcționare și argumentarea necesității de a selecta componentele cu specificația propusă. La fel, este redată metoda de asamblare și construcție pe etape a scaunului cu roțile.

Capitolul trei descrie modul în care a fost elaborat un prototip unde cu utilizarea pieselor componente similare cu celea descrise în capitolul doi și unul dintre cei mai avansați miosensori disponibili pentru achiziționare.

ANNOTATION

to the master's thesis on "Modular personalized transport for people with locomotor disabilities controlled by myosensors".

The thesis includes the introduction, three chapters, conclusions, bibliography of 9 titles, 51 pages of basic text, including 30 figures.

Keywords: locomotor system, locomotor disability, wheelchair, BLDC motor, servo motor, BLDC controller, EMG sensor, Myoware

The field of research is the theoretical and practical aspects of the model, design and assembly of a functional prototype according to the methods proposed in this paper.

The aim of the paper is to develop methods for making a wheelchair for people with locomotor disabilities that can be controlled using myosensors.

The paper consists of an introduction, three chapters, conclusions and a bibliography.

Chapter one includes a detailed introduction to the musculoskeletal system, a complex of organs with their functions and structures, associated pathologies, osteology and myology. The term locomotor disability is addressed with the types of causes of disability. Most exemplary cases have been described in detail and the need for and importance of the design of a wheelchair-controlled wheelchair has been demonstrated.

Chapter two focused on the technical aspect. Where the method of elaboration with the description of all the necessary components has been proposed. In this chapter you can find information related to the necessary parameters of the components, the explanation of the operation mode and the argumentation of the need to select the components with the proposed specification. Also, the method of assembling the staged wheelchair construction is shown.

Chapter three describes how a prototype was developed using components similar to those described in chapter two and one of the most advanced myosensors available for purchase.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	10
1.APARATUL LOCOMOTOR, COMPLEX DE ORGANE (STRUCTURĂ ȘI FUNȚII), PATOLOGII.....	12
1.1 Aparatul locomotor.....	12
1.2 Osteologia generală.....	13
1.2.1 Funcțiile osului ca organ.....	13
1.2.2 Anomaliile de dezvoltare ale sistemului osos.....	14
1.2.3 Influența diferitor factori ai mediului intern și extern asupra dezvoltării și modificării postnatale a oaselor.....	16
1.3 Miologia, activitatea biomecanică a mușchilor in cadrul aparatului locomotor, Patologii.....	18
1.3.1 Clasificarea mușchilor.....	23
1.3.2 Variante și malformații în dezvoltarea mușchilor scheletici.....	24
1.4 Dizabilitate locomotorie, tehnici și metode pentru persoanele cu dizabilități locomotorii.....	24
1.4.1 Tipuri și cauze.....	25
2.PROIECTAREA TRASPORTULUI PERSONALIZAT MODULAR PENTRU PERSOANE CU DIZABILITĂȚI LOCOMOTORII CONTOLAT DE MIOSENSORI.....	37
2.1 Piese și instrumente necesare pentru construcția transportului personalizat modular pentru personane cu dizabilități locomotorii controlat de miosensori.....	38
2.1.1: Scaun cu roțile și parametrii necesari.....	39
2.1.2: Ansamblul de acumuloare (10 S).....	39
2.1.3 Placa BMS, parametrii tehnici necesari.....	41
2.1.4 Motoarele trifazate fără perii la current direct cu sensor Hall.....	42
2.1.5 Modul de coborâre tensiune DC-DC (buck converter).....	47
2.1.6 Servo motor.....	48
2.1.7 Controllerul pentru motor și ecranul de afișare / configurare, parametrii tehnici necesari.....	49
2.1.8 Sensor EMG și ADC (Myoware Muscle Sensor și Arduino).....	51
2.2. Schema de conectare a elementelor și poziționarea.....	54
3.ASAMBLAREA UNUI PROTOTIP FUNCȚIONAL DE TRANSPORT CONTROLAT DE SENSORI EMG.....	57
CONCLUZII.....	60

BIBLIOGRAFIE..... 61

INTRODUCERE

Aparatul locomotor este cunoscut și sub numele de sistemul musculo-scheletic. Este alcătuit din schelet, mușchi scheletici, tendoane, ligamente, articulații, cartilaj și alt țesut conjunctiv. Aceste părți lucrează împreună pentru a permite mișcarea. Creierul controlează mișcările corpului, folosind informații de la: ochii, urechile, inclusive canalele speciale care ne oferă un sentiment tridimensional al mișcării mușchii înșiși, numiți „simț muscular” sau kinestezie.

Scheletul este format din 206 oase. Oasele sunt o formă de țesut conjunctiv întărit cu calciu și celule osoase. Oasele au un centru mai moale, numit măduvă, unde se formează celulele sanguine. Cele trei funcții principale ale scheletului sunt: sprijin, protecție și mișcare. Scheletul stochează, de asemenea, minerale (cum ar fi calciul) și lipide (grăsimi) și produce celule sanguine în măduva osoasă.

Mușchii scheletici funcționează sub control voluntar - asta înseamnă că le cerem să se miște și ei o fac. Mușchii involuntari (mușchii netezi) funcționează indiferent dacă le cerem sau nu în mod conștient – de exemplu, mușchii care căptușesc sistemul digestiv. Mușchii scheletici sunt formați din fibre musculare, strânse împreună. Fiecare fibră se poate contracta sau relaxa la cerere. Toate fibrele se contractă împreună pentru a scurta un mușchi. Comanda de a se contracta sau de a se relaxa este dată de creier și transmisă mușchiului de către nervi. În general, mușchii mișcă scheletul lucrând în perechi opuse. De exemplu, dacă îndoii cotul, bicepsii (mușchii din partea din față a brațului) se contractă și tricepsii (mușchii din spatele brațului) se relaxează. Funcționează în alt mod dacă îndreptai brațul – tricepsul se contractă în timp ce bicepsii se relaxează. În unele articulații, cum ar fi articulația umărului, sunt atașați mulți mușchi diferiți. Acest lucru permite o libertate și mai mare de mișcare.

Probleme comune ale aparatului locomotor includ: artrita, osteoporoza, fracturi osoase, boala inflamatorie, suprasolicitare sau leziuni mecanice. Dizabilitatea locomotorie este definită de restricționarea mișcărilor membrilor, fie superioare sau inferioare. O serie de afecțiuni medicale cauzează dizabilitate locomotorie temporară sau permanentă. Cauze ale dizabilității locomotorii sunt: poliomielita, amputația, paralizie cerebrală, distrofie musculară, statură mică/ nanism, condiții neurologice, boli cardiopulmonare.

Persoanele cu dizabilități fizice au necesitatea de instrumente speciale pentru a-și desfășura activitățile. Scaunele cu roțile, triciclete adaptate și scutere electrice pentru mobilitate fac parte din instrumentele pentru persoanele cu dizabilități fizice, mai ales când sunt afectate picioarele, pentru a se putea deplasa dintr-un loc în altul, atât pe plat, cât și dintr-un loc jos într-un loc mai înalt. Utilizarea unui scaun cu roțile convențional implică utilizarea forței de împingere a mâinilor. Este

mai puțin eficient pentru persoanele cu dizabilități în propulsarea scaunului cu roțile pentru că necesită putere considerabilă folosind gesturi ale mâinii. Mai mult, atunci când utilizatorul trece printr-o zonă care are o pantă, este necesar ca puterea să fie dublată decât de obicei.

În mod obișnuit, pentru controlul scaunelor cu roțile este folosit un joystick de control. Din punct de vedere tehnic, folosind o pârghie sub forma unui joystick, permite controlul destul de corect a direcției la dreapta și la stânga, dar și accelerarea și frânarea. Dar, pentru unii utilizatori care au gesturi limitate ale mâinii, cum ar fi defecte ale degetelor, este dificil de operat.

Altă metodă de control a scaunului cu roțile este de a folosi senzori EEG care sunt implantați. Capetele electrozilor sunt implantate în creier în timpul neurochirurgiei și lăsate acolo pe o bază permanentă. Din păcate, această metodă este foarte costisitoare și necesită o intervenție chirurgicală complexă pentru implantare.

În această lucrare este propusă o soluție de elaborare al scaunului cu roțile electric și control folosind senzori EMG pentru culegerea semnalului mușchilor, fie a brațelor, fie mușchii gâtului sau faciali. EMG este o tehnică pentru culegerea și examinarea semnalelor bioelectrice ale corpului. Când are loc contracția mușchilor este generată o diferență de potențial, această diferență de potențial este de obicei proporțională cu gradul de contracție musculară. Până acum, EMG a fost folosit ca instrument de diagnostic pentru identificare a bolilor neuromusculare, evaluarea durerii și tulburării de mișcare. Senzorul EMG este încă limitat în aplicări care implică controlul practic, aplicarea expusă în această lucrare descrie și explică utilizarea senzorului EMG pentru controlul mișcării a scaunului cu roțile, unei triciclete adaptate sau unui scuter pentru mobilitate.

Pentru controlul fiecărei funcții este necesar un canal separat EMG. Datorită faptului că fiecare sensor EMG este conectat la un Arduino, care are rolul de convertire a semnalului analog în semnal digital, este posibilă ajustarea sensibilității și semnalul digital de ieșire în codul încărcat pe Arduino. Aceasta permite adaptarea pentru persoana și mușchiul care răspunde de controlul fiecărei funcții. Adicional, cu antrenament și ajustarea parametrilor de intrare și ieșire poate fi obținut un control destul de corect al transportului construit.

Scopul acestei lucrări fiind prezentarea metodei de conversie cu explicarea specificațiilor tehnice a componentelor utilizate și elaborarea unui prototip funcțional ce confirmă fezabilitatea metodei.

BIBLIOGRAFIE

1. ȘTEFANEȚ, Mihail, *Anatomia omului: (pentru uzul studenților)* / Univ. de Stat de Medicină și Farmacie “Nicolae Testemițanu”.– Ch.: USMF, 2007. – ISBN 978-9975-915-18-2 Vol. 1.– 2007.
2. VERITAS, Valentin. Anatomia, fiziologia și afecțiunile corpului uman [Accesat 20.12.2021]. Disponibil: <https://veritasvalentin.wordpress.com/2012/12/20/subcapitolul-ix-aparatul-locomotor/>
3. CUZINO, Ana. Poliomielita: tipuri, factori de risc, simptome, tratament. uman [Accesat 22.10.2021]. Disponibil: <https://doc.ro/sanatate/poliomielita-tipuri-factori-de-risc-simptome-tratament>
4. DUNKIN, Mary Anne. Amputation Overview. uman [Accesat 10.09.2021]. Disponibil: <https://www.webmd.com/a-to-z-guides/definition-amputation>
5. KAREN W., Krigger, M.D., Cerebral Palsy: An Overview, University of Louisville School of Medicine, Louisville, Kentucky, 2006 Jan 1, [Accesat 11.10.2021]. Disponibil: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16417071/>
6. ALOIZ, I.K., Paralizia cerebrală: Simptome, Cauze, Factori de risc. 09 06 2020 [Accesat 18.10.2021]. Disponibil: <https://despre-medicina.com/paralizia-cerebrala/>
7. SFATULMEDICULUI. Tipuri majore de distrofie musculară. Actualizat la data de 12 05 2010. [Accesat 27.11.2021]. Disponibil: https://www.sfatulmedicului.ro/Boli-ereditare-si-congenitale/tipuri-majore-de-distrofie-musculara_6841
8. JANELLE, Marten, LOVERING Cathy. What You Need to Know About Muscular Dystrophy. [Accesat 02.12.2021]. Disponibil: <https://www.healthline.com/health/muscular-dystrophy#symptoms>
9. CORPUL UMAN. Nanism hipofizar (deficit de hormon de creștere). [Accesat 03.11.2021]. Disponibil: <https://www.corpul-uman.com/2012/09/nanism-hipofizar-deficit-de-hormon-de-crestere.html>