

Rukavice za korisnike invalidskih kolica

Gloves for wheelchair users

Pregledni rad / Review paper

Slavica Bogović

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju, Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb, Hrvatska

* Korespondencija: slavica.bogovic@ttf.hr

Sažetak

Za interakciju s okolinom koriste se ruke, pri tome ih je važno zaštititi ih od vanjskih utjecaja. Rukavice su prva barijera između ruku i okoline koje služe za zaštitu ili pomoć pri obavljanju aktivnosti. Osobe s invaliditetom ruke često koriste za komunikaciju ili kretanje ovisno o vrsti i stupnju invaliditeta. Korisnici invalidskih kolica se svakodnevno susreću s mnogobrojnim preprekama, a savladavanje prepreka je ovisno o invaliditetu i okruženju. Mnogobrojne barijere, poput rubnjaka, stepenica, uskih prolaza i sl. zahtijevaju dodatne napore pri kretanju. U ovom radu su prikazana istraživanja vezana za oblik i korištenje rukavica korisnika ručno pokretanih invalidskih kolica i motornih invalidskih kolica. Izdvojena su istraživanja rukavica kao individualizirane zaštitne opreme i upravljačke opreme invalidskih kolica.

Ključne riječi: rukavice; invalidska kolica; korisnici invalidskih kolica; pametne rukavice.

Abstract

Hands are used to interact with the environment and it is important to protect them from external influences. Gloves are the first barrier between the hands and the environment, they are used to protect or assist in performing activities. People with disabilities often use their hands to communicate or move around, depending on the type and degree of disability. Wheelchair users encounter numerous obstacles on a daily basis, and overcoming obstacles depends on the disability and the environment. Numerous obstacles such as kerbs, stairs, narrow passages, etc. require extra effort to get around. This paper presents research on the form and use of gloves by manual and motorized wheelchair users. Research on gloves as individualized protective equipment and equipment for powered wheelchairs has been singled out.

Keywords: gloves; wheelchairs; wheelchair users; smart gloves.

1. Uvod

Trajno ograničenje, smanjenje ili gubitak sposobnosti izvršenja neke fizičke ili psihičke aktivnosti utječu na svakodnevni život. S medicinskog stanovišta fizička ili mentalna ograničenja nazivaju se invalidnost, dok je s druge strane invaliditet pojam koji uz navedeno uključuje i društvene aspekte koji su rezultat međusobnog djelovanja osoba s invaliditetom i prepreka u njihovom okruženju uključujući društvene aspekte. Tjelesna ograničenja obuhvaćaju oštećenje vida, sluha, govorno-glasovne komunikacije, lokomotornog sustava, središnjeg ili perifernog živčanog sustava, mišićnog sustava te oštećenja drugih organa i organskih sustava [1].

Za obavljanje svakodnevnih aktivnosti osobe s invaliditetom se koriste pomagalicama koja im olakšavaju svakodnevnicu pri ostvarivanju autonomije. Oprema se razlikuje ovisno o fizičkim ograničenjima i načinu na koji su ona nastala. Obzirom na vrstu invaliditeta pomagala bi se trebala individualizirati prema svrsi i potrebama korisnika [2].

Za interakciju i manipulaciju s okolinom se koriste ruke pri čemu su moguće razne ozljede koje se mogu spriječiti korištenjem zaštitnih rukavica. Rukavice mogu služiti za zaštitu od vanjskih ugroza poput: topline, hladnoće, mehaničkih ugroza, djelovanja kemikalija, u medicinske svrhe i sl. Obzirom na primjenu i stupanj zaštite koju bi rukavice trebale pružiti, koriste se različiti materijali poput: prirodne

kože, lateksa, nitrila, PVC, neoprena, pamučnih i vunених materijala, poliestera, spandeksa itd. [3- 5].

Bez obzira na vrstu invalidskih kolica i načinu njihova pokretanja pri samostalnom kretanju se koriste ruke. Kod ručnog pokretanja kolica može doći do raznih ozljeda ruku. Osobe koje se kreću pomoću invalidskih kolica pri svladavanju svakodnevnih prepreka imaju potrebu korištenja rukavica. Iz navedenog razloga se za sprječavanje ili ublažavanje ozljeda koriste rukavice od materijala poput: prirodne kože, neoprena ili tekstilnih materijala koji su dodatno obrađeni te pružaju dobar hvat i zaštitu [3, 6- 8].

Pri projektiranju i izradi rukavica treba uzeti u obzir udobnost i funkcionalnost, što znači da je potrebno poznavanje anatomije ruke i predviđenih pokreta kako one ne bi ometale prirodne kretnje [3, 7, 9]. Napredne tehnologije koje se koriste pri upravljanju invalidskim kolicima mijenjaju konvencionalnu funkciju rukavica. Rukavice mogu biti opremljene različitim vrstama senzora koji mogu služiti za ispitivanje primjenjivosti rukavica u određene svrhe ili za interakciju sa raznim uređajima poput računala [3, 9- 11]. Ispitivanje prototipa rukavice i testiranje u različitim uvjetima je izrazito važno da bi se osigurala njihova učinkovitost i sigurnost. Ispitivanja se izvode u stvarnim i laboratorijskim uvjetima [3, 5, 9, 10, 12].

U ovisnosti o krajnjoj namjeni rukavica, pokretljivosti ruku i tjelesnim

ograničenjima razvijaju se različiti tipovi rukavica s individualiziranim elementima. Rukavice se stoga razlikuju [3, 9, 11, 13]:

- za osobe koje se kreću u invalidskim kolicima (pri svakodnevnoj upotrebi ili pri bavljenju sportom),
- pametne rukavice za slijepe osobe,
- pametne rukavice za osobe oštećenog sluha,
- pametne rukavice za osobe sa ograničenjem pri govorno-glasovne komunikacije.

Istraživanja koja se provode u svrhu optimiziranja interakcije invalidskih kolica i korisnika su mnogobrojna i provedena su iz različitih aspekata: anatomije, ergonomije, biomehanike i sl. U ovom radu prikazan je pregled novijih istraživanja rukavica namijenjenih osobama koje se kreću pomoću invalidskih kolica, pri čemu su prikazane komercijalne rukavice, individualizirane rukavice, rukavice za bavljenje sportom te pametne rukavice za upravljanje motornim invalidskim kolicima.

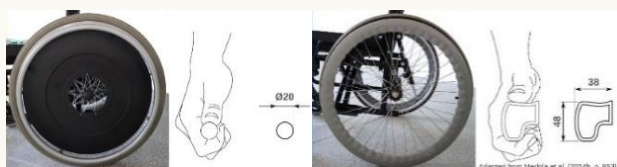
2. Rukavice za pokretanje i upravljanje invalidskim kolicima

Za istraživanje funkcionalnosti i projektiranje rukavica za pokretanje invalidskih kolica potrebno je fokus staviti na stupanj invalidnosti korisnika i tip invalidska kolica koja se koriste pri kretanju. Na tržištu postoji velik broj vrlo različitih invalidskih kolica koja su standardiziranih mjera i često nisu prilagođena pojedincu jer su tijela i invaliditet korisnika vrlo različiti. Komercijalne zaštitne rukavice koje se koriste za sprječavanje ozljeda također su standardizirane u nekoliko veličina i stoga je teško odabrati adekvatne rukavice koje odgovaraju pojedincu. Pokretanje invalidskih kolica može biti ručno ili uz pomoć elektromotora pri čemu se za oba načina pokretanja kolica koriste rukavice. Kod ručnog pokretanih kolica, korisnik gura kotače u smjeru kretanja pri čemu rukavice koristi kao zaštitu, dok se za pokretanje motornih invalidskih kolica mogu koristiti pametne rukavice koje imaju upravljačku funkciju [7, 9, 14- 16].

Budući da su ruke korisnika različite po svom obliku, veličini i pokretljivosti potrebno je individualizirati rukavice. Skeniranjem ruku primjenom 2D ili 3D skenera dobivaju se virtualni oblaci točaka prema kojima se rukavice mogu individualizirati. Oblak točaka ruke dobiven skeniranjem omogućava uzimanje mjera svih relevantnih dimenzija i oblika za konstrukciju rukavice [7, 17, 18].

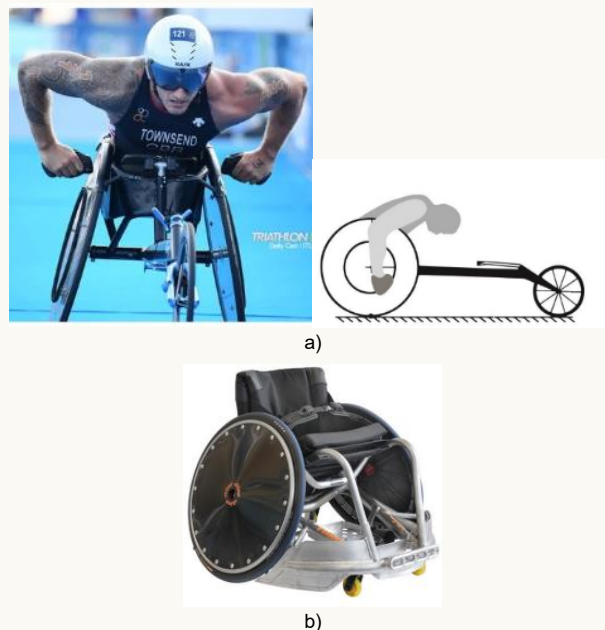
2.1. Rukavice za korisnike ručno pokretanih invalidskih kolica

Oblik invalidskih kolica te način pokretanja invalidskih kolica imaju izravan utjecaj na korisnika. Za ručno pokretanje invalidskih kolica potrebno je aktivirati velik broj mišića gornjeg dijela tijela što može uzrokovati nelagodu i bolove u gornjem dijelu tijela i rukama. Različite konstrukcije i namijene invalidskih kolica zahtijevaju od korisnika fizičku spremnost za savladavanje prepreka prilikom kretanja. Invalidska kolica se najčešće pokreću preko naplatka kotača odnosno kružnog rukohvata pričvršćenog na kotač koji u svom presjeku može biti različitog oblika i time ima drugačiji hvat [8, 19- 21]. Na sl. 1. su prikazani primjeri neki od hvatova za invalidska kolica u svakodnevnoj upotrebi [8].



Slika 1. Primjeri hvatova na kotačima invalidskih kolica za svakodnevnu upotrebu [8]

Korisnici invalidskih kolica mogu se baviti različitim sportovima pri čemu su pomagala prilagođena njihovoj fizičkoj pokretljivosti i sportu kojim se bave. Invalidska kolica koja se koriste u različitim sportovima bitno se razlikuju od onih pri svakodnevnoj uporabi što je vidljivo na sl. 2. [20, 21].

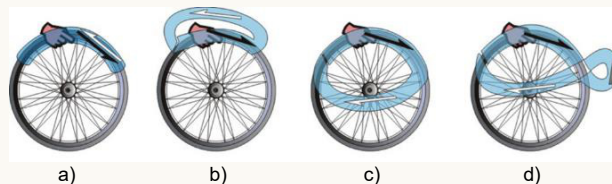


Slika 2. Sportska invalidska kolica a) za utrke i b) sportska invalidska kolica za ragbi [20, 21]

Pokreti ruku prilikom guranja kolica mogu se razlikovati ovisno o preferencijama i pokretljivosti ruku i tijela [22]. Različiti načini ručno pokretanih invalidskih kolica prikazani su na sl. 3.

Prikazana su četiri načina guranja kolica [22].

- u luku,
- jednostrukom petljom preko kotača,
- polukružni pogon kotača i
- dvostruka petlja preko kotača.

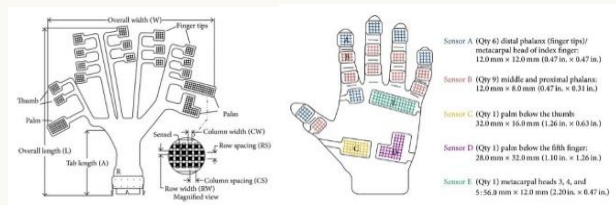


Slika 3. Primjeri pokreta ruku pri guranju invalidskih kolica [22] a) u luku, b) jednostrukom petljom preko kotača, c) polukružni pogon kotača i d) dvostruka petlja preko kotača

Ručno guranje invalidskih kolica iziskuje ponavljajuće pokrete uz upotrebu zglobova i mišića ruku te gornjih ekstremiteta što iziskuje upotrebu različite sile u ovisnosti o podlozi i preprekama po kojima se korisnik kreće. Važno je istražiti silu hvatanja na koju može utjecati promjer ručke, položaj i smjer kretanja. Za istraživanje i mjerenje mehaničkih opterećenja na površini ruke tijekom hvatanja objekata mogu se koristiti rukavice sa senzorima na specifičnim mjestima [24]. Mastalerza i suradnici koristili su Grip Force Measurement System za određivanje maksimalne čvrstoće šake obzirom na promjer i položaj ručke [25], dok su Mendola i suradnici izmjerili pritisak u različitim dijelovima šake, uključujući palac, dlan i vrhove prstiju, tijekom ručnog pogona invalidskih kolica koristeći sustav sličan Gripu. Rezultati su pokazali da ruke drže rub kolica s distalnim falangama prstiju, koncentrirajući veće pritiske na ta područja [8, 26]. Istraživanja koja su proveli Mandy i suradnici baziraju se na mjerenju sile prljanja ruke pri pokretanju invalidska kolica s ručnim pogonom pri guranju kolica jednom rukom. U navedenom istraživanju korištena je rukavica sa senzorima mjerenja sile. Na sl. 4 prikazan je primjer pozicija senzora na rukavici za mjerenje sile prljanja ruke pri pokretanju invalidskih kolica [12].

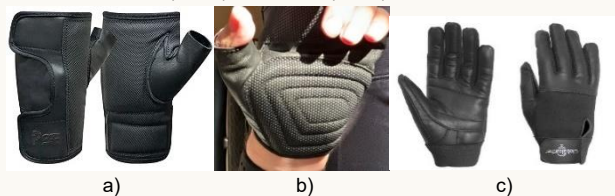
Na tržištu se može pronaći velik broj različitih rukavica koje služe korisnicima invalidskih kolica a zadovoljavaju osnovne potrebe kao što

su čvrstoća te su često izrađene od prirodne kože, ojačanja na potrebnim mjestima (prstima i dlanovima) koja su ugrađena kao međupodstava često od neoprena. Rukavice moraju biti udobne za nošenje što se postiže odabirom odgovarajuće podstave i njihovom prozračnošću koja se postiže modelom. Osim otpornosti na habanje rukavice bi trebale pristajati ruci i biti fiksirane da se ne bi stvarali nabori koji mogu izazvati ozljede i žuljeve [7, 17, 19].



Slika 4. Položaji senzora za mjerenje sile na rukavici pri pokretanju invalidskih kolica [12]

Svako oštećenje rukavica može prilikom pokretanja kolica dodatno izazvati nezgode i ozljede, stoga je izrazito važno studiozno oblikovati rukavice i ispitati ih u stvarnim uvjetima, uzimajući u obzir da se one koriste u svim vremenskim uvjetima (toplo vrijeme, kiša i hladnoća). Na sl. 5 prikazani su primjeri komercijalnih rukavica namijenjeni osobama u invalidskim kolicima. Rukavice mogu biti bez prstiju (sl. 5a), sa otvorenim prstima (sl. 5b) i s prstima (sl. 5c) [27- 29].

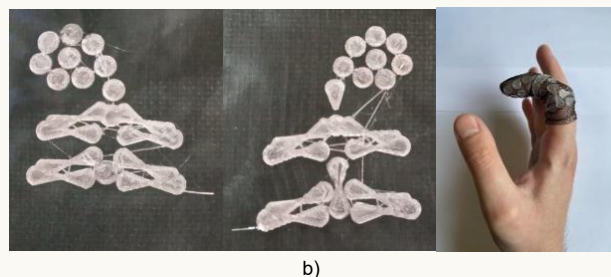


Slika 5. Zaštitne rukavice za ručno pokretanje invalidskih kolica: a) bez prstiju, b) sa otvorenim prstima c) s prstima [27- 29]

Nove tehnike i tehnologije omogućuju razvoj i povećanje funkcionalnosti rukavica namijenjenih korisnicima invalidskih kolica. Primjenom programskih paketa za 3D modeliranje i aditivnih tehnologija (3D tiskanja) moguće je individualizirati rukavice poštujući pri tome antropometrijske značajke, ergonomiju i estetske čimbenike. Ojačanja rukavica namijenjena osobama koje se kreću pomoću invalidskih kolica mogu biti 3D tiskana (sl. 6) pri čemu su pozicije i oblici ojačanja 3D tiskani te pričvršćeni na materijal od kojih se izrađuje rukavica (sl. 6a) ili 3D tiskana na međupodstavi rukavice (sl. 6b) [17, 30]. Za pozicioniranje i dizajniranje ojačanja na rukavice koristi se 3D virtualni oblak točaka ruke korisnika (avatar) prema kojem se na temelju antropometrijskih i ergonomskih načela pomoću 3D programskog paketa za modeliranje (npr.: Blender, Rhinoceros i sl.) oblikuju elementi ojačanja. 3D razvijeni model se priprema za 3D tisak ovisno o polimeru od kojeg se tiska ojačanje, definirajući pri tome parametre 3D tiska (temperaturu tiska, debljinu stjenke, gustoću ispune, uzorak ispune i sl.) [17, 31, 32]. Ojačanja koja se 3D tiskaju na međupodstavi mogu biti različitih uzoraka i debljina. Uzorci koji se apliciraju na materijal prate pokretljivost prstiju za neometano korištenje rukavica [32].



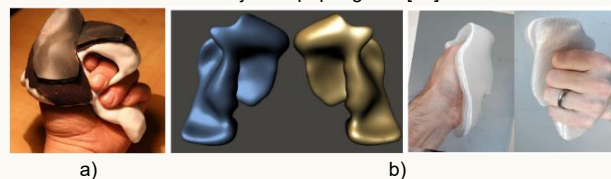
a)



b)

Slika 6. 3D tiskana ojačanja na rukavicama za korisnike ručno pokretanih invalidskih kolica: a) ojačanja na rukavicama, b) oblici ojačanja na međupodstavi rukavice [17, 30]

Kao što je prikazano invalidska kolica koju se koriste prilikom bavljenja sportom i u ovisnosti o vrsti sporta vrlo su različitih oblika, zbog čega je potrebno opremu prilagoditi korisniku odnosno individualizirati [19- 21]. Individualizirane rukavice koje se koriste u profesionalnim parasportovima često su nedostupne amaterskim sportašima. Pri utrkama u invalidskim kolicima koriste se čvrste rukavice koje dobro prijanjaju ruci i kolicima (sl. 7a). Stoga amaterski sportaši najčešće koriste rukavice standardizirane veličine koje ne pružaju dovoljnu zaštitu jer nisu prilagodljive korisniku. Istraživačka skupina Covill i sur. Izradili su rukavice primjenom 3D tehnologija (3D skeniranjem, 3D modeliranjem i 3D tiskom). Skeniranje je provedeno na dva načina: 3D skeniranje ruke i 3D skeniranje kalupa oblikovanog termoformabilnog polimera u ruci korisnika. Za 3D tisak korišten je PLA (polylactic acid) pri čemu je ispitana čvrstoća rukavica obzirom na ispunu objekta prilikom 3D tiska. Pokazalo se da je ispunjena od 30% s dodatnim slojevima na stjenkama vanjske površine objekta dovoljne čvrstoće pri korištenju u predviđene svrhe. Preloženi dizajn rukavice pogodan je za izradu standardiziranih veličina rukavice kao i za individualiziranje prema korisniku jer su rukavice na unutarnjem dijelu (prema dlanu) obložene elastičnim materijalima poput gume [20].



a)

b)

Slika 7. Rukavice za utрку korisnika invalidskih kolica: a) konvencionalne rukavice, b) 3D model rukavice i 3D tisak rukavice [20].

Chénier i suradnici su istražili i razvili individualizirane rukavice za utrke u invalidskim kolicima. Izradili su tri varijante krutih rukavica koje služe kao mobilizator zglobova. Uključivanjem inovativnog sustav pričvršćivanja na rukavicama omogućio je sportašu da sam navuče rukavice, eliminirajući potrebu za vanjskom pomoći i time značajno povećavajući njegovu autonomiju [19].

2.2. Rukavice za korisnike elektromotornih invalidskih kolica

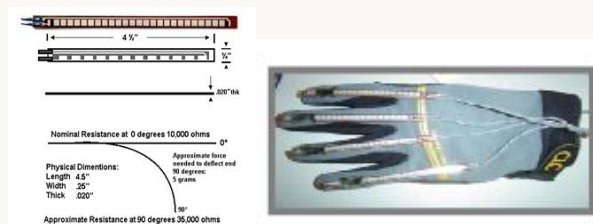
Osobe sa višim stupnjem invaliditeta ne mogu samostalno pokretati invalidska kolica te koriste invalidska kolica pokretana elektromotorom. Za upravljanje takvim kolicima koriste se upravljačke palice (joystick), upravljačka konzola, rukavice ili se njima upravlja pokretima ruku ili glave [23, 33- 35].

Za upravljanje motorom pokretanih kolica istražuje se primjena pametnih rukavica, pri čemu se pokretima prstiju upravlja invalidskim kolicima. Princip upravljanja temelji se na fleksibilnim sensorima koji su postavljeni na rukavicu te se na temelju unaprijed utvrđenih pokreta prstiju ili ruke i usporedbom položaja prstiju i ruke upravlja invalidskim kolicima.

Akmeliawat i suradnici predstavili su dizajn i razvoj invalidskih kolica koja su upravljana rukavicom s mikro elektro-mehaničkim sustavom

(MEMS). Predloženi prototip zamjenjuje upravljačku palicu. Fleksibilni senzori se nalaze unutar rukavice te detektiraju pokrete prstiju. Upravljač bežičnim putem šalje signale do prijemnog dijela koji se nalazi u podnožju kolica koji se dekodiraju. Mikrokontroler je programiran za različite kombinacije kodova, tako da se dekodirani signal uz pomoć releja i DC pretvara u odgovarajuće kretanje invalidskih kolica [23].

Wallam F. i Asif M. razvili su sustav kod kojeg se invalidskim kolicima može upravljati u kombinaciji pokretanja tri prsta. Jednim prstom se kontrolira brzina, dok dva prsta kontroliraju smjerove invalidskih kolica. Za potrebe praćenja pokreta prstiju, koriste se fleksibilni senzori. Senzori su pričvršćeni na prste na rukavicama. Fleksibilni senzori na temelju promjene otpora daju sustavu informacije o kutu savijanja prsta. Sustav uspoređuje informacije s unaprijed definiranim položajima na temelju čega se šalje naredba aktuatorima za upravljanje invalidskim kolicima. Na sl. 8 prikazani su fleksibilni senzori i rukavica na kojoj su pričvršćeni senzori [14].



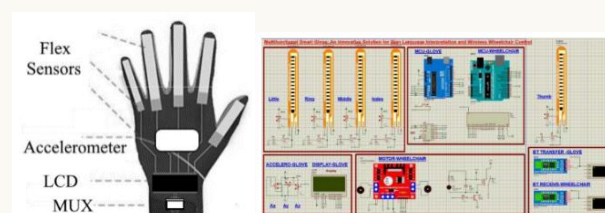
Slika 8. Fleksibilni senzori i rukavica na kojoj su pričvršćeni senzori [14]

U radu Aneela i sur. prikazan je novi način upravljanja invalidskim kolicima pomoću žiroskopa i fleksibilnog senzora. Uz pomoć ovih senzora kontrola invalidskih kolica provodi se jednostavnim pokretima ruke i savijanjem prstiju. Kontrolni mehanizam, prijenos i prijem signala obrađeni su korištenjem Arduina i Xbeeja. Kontrolni dio se sastoji od dva senzora: fleksibilnog senzora i žiroskopa. Fleksibilni senzor je pričvršćen na prst korisnika i upravlja kretnjama kolica naprijed i nazad. Žiroskop je pričvršćen ispod ručnog zgloba korisnika, a kontrolira pomicanje kotača desno ili lijevo. Rukavica (sl. 9) ima tri komponente: fleksibilni senzor, žiroskop i odašiljač bežičnu vezu. Senzor je pričvršćen na kažiprst i pokreće naredbeni proces savijanjem prsta. Kada je prst savijen, savija se senzor te se stvara napon. Napon se dovodi u Arduino Funnel I/O ploču koja ima ugrađenu Xbee bežičnu vezu i mikrokontroler [15].



Slika 9. Rukavica za pokretanje motornih invalidskih kolica s tri komponente: fleksibilnim senzorom, žiroskopom i odašiljačem za bežičnu vezu [15]

U novijim istraživanjima primjene pametnih rukavica za invalidne osobe one osim funkcije upravljanja invalidskim kolicima mogu imati funkciju prepoznavanja znakovnog jezika. Rukavice imaju fleksibilne senzore pomoću kojih se detektiraju pokreti prstiju na temelju kojih se prepoznaje znakovni jezik ili upravlja invalidskim kolicima. Multifunkcionalne rukavice imaju prekidač kojim se prelazi iz jednog u drugi funkcijski režim. Kūçükdermenci je predstavio rukavicu koja ima pet fleksibilnih senzora Arduino Uno, 20x4 I2C LCD, analogni multiplexer, Bluetooth komunikaciju i prekidač. Rukavica koristi potencijometre umjesto akcelerometra za simulaciju naginjanja pri kontroli kretanja invalidskih kolica. LCD, povezan preko I2C na Arduino, prikazuje slova, riječi ili poruke na temelju podataka senzora savitljivosti. Nagib rukavice određuje smjer invalidskih kolica (naprijed, natrag, lijevo ili desno), dok držanje u paralelnom položaju zaustavlja motore. Prekidač na rukavici omogućuje korisnicima prebacivanje između znakovnog jezika i načina upravljanja invalidskim kolicima što sprječava smetnje između znakovnih pokreta i upravljanja invalidskim kolicima [16]. Na sl. 10 prikazana je multifunkcionalna pametna rukavica za prepoznavanje znakovnog jezika i upravljanja invalidskim kolicima.



Slika 10. Multifunkcionalna pametna rukavica za prepoznavanje znakovnog jezika i upravljanje motornim invalidskim kolicima [16]

3. Zaključak

Na temelju prikazanih istraživanja može se zaključiti da na za razvoj i oblikovanje rukavica za korisnike invalidskih kolica utječe velik broj parametara. Istraživanja kretanja uz pomoć invalidskih kolica provode se u različitim znanstvenim područjima. Obzirom da su invalidska kolica pomagalo koje osobama s invaliditetom omogućuju kretanje i obavljanje svakodnevnih zadataka jasno je da se veliki broj istraživanja bazira na oblikovanju i pokretljivosti samih invalidskih kolica, ergonomske značajke, udobnost i svim ostalim aspektima koji mogu olakšati integraciju i autonomiju korisnika u svakodnevnom životu. Osobe koje se samostalno služe ručno pokretanim invalidskim kolicima često vode aktivan život i ruke im služe za kretanje kao i za obavljanje svakodnevnih aktivnosti. Rukavice koje služe za zaštitu prilikom ručno pokretanih invalidskih kolica moraju biti usklađene sa svim potrebama korisnika.

Rukavice za osobe u invalidskim kolicima se mogu podijeliti u skupine: rukavice za osobe koje koriste ručno pokretana invalidska kolica i rukavice za upravljanje motornim invalidskim kolicima. Za ručno pokretana invalidska kolica one mogu biti prilagođene određenim sportovima i korisnicima.

Rukavice za ručno kretanje invalidskih kolica moraju imati odgovarajuću veličinu, čvrstoću, pojačanja na dijelu najvećeg trenja s kotačima ili naplacima kolica, moraju biti prozirne i moraju se moći lako navući i skinuti. Iz navedenih razloga se rukavice za ručno manipulaciju invalidskim kolicima izrađuju od prirodne kože, dok se za specifične potrebe mogu koristiti individualizirane rukavice izrađene na temelju 3D tehnologije. Aditivne tehnologije odnosno 3D tisak može se koristiti za izradu cijele rukavice ili pri izradi ojačanja rukavica od kože.

Pametne rukavice koje se koriste za upravljanje invalidskim kolicima se izrađuju od tekstilnih materijala na koje se mogu učvrstiti fleksibilni senzori koji su početni element u cijelom sustavu upravljanja invalidskim kolicima. One mogu biti multifunkcionalne i na taj način zadovoljiti neke dodatne potrebe osoba s invaliditetom.

Ovaj pregled istraživanja različitih rukavica za osobe u invalidskim kolicima ukazuje na kompleksnost promatrane problematike te otvara mogućnost poboljšanja postojećih rješenja.

Literatura

- [1] Dadić M. i sur.: Definiranje pojmova invaliditet i osoba s invaliditetom, Hrana u zdravlju i bolesti, Specijalno izdanje Štamparovi dani (2018) 10, 64-66
- [2] Nakić, M., Bogović, S.: Computational Design of Functional Clothing for Disabled People, Tekstilec 62 (2019) 1, 23-33
- [3] Dipietro L., Sabatini A. M., Dario P.: A Survey of Glove-Based Systems and Their Applications, IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part C (Applications and Reviews) 38 (2008) 4, 461-482
- [4] Pejnović N., Bogadi-Šare A.: Osobna zaštitna sredstva za zaštitu ruku, Sigurnost 53 (2011) 4, 357-370
- [5] Pavličić A.: Zaštitne rukavice, Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, 2022.
- [6] Routhier F. et al.: Mobility of wheelchair users: a proposed performance assessment framework, Disability and rehabilitation 25 (2003) 1, 19-34
- [7] Turčin M. M.: Računalno modeliranje rukavica za osobe u invalidskim kolicima, završni rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2019.
- [8] Silva D. C.: Contact Pressure on Hands during the Use of Wheelchair, Mendeley Data, (2017) V1
- [9] Caeiro-Rodríguez M. et al.: Systematic Review of Commercial Smart Gloves: Current Status and Applications, Sensors 21 (2021) 8, 2667
- [10] Anderson A. et al.: Calibration and Evaluation of a Force Measurement Glove for Field-Based Monitoring of Manual Wheelchair Users, IEEE 20th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE), Cincinnati, OH, USA 2020, 1004-1007
- [11] Verma P. et al.: Design of Smart Gloves, International Journal of Engineering Research & Technology 3 (2014) 11, 210-214
- [12] Mandy A. et al.: Measurement of Hand/Handrim Grip Forces in Two Different One Arm Drive Wheelchairs, BioMed research international 2014 (2014) Jun 19, 509898
- [13] Ozioko O., Dahiya R.: Smart Tactile Gloves for Haptic Interaction, Communication, and Rehabilitation, Advanced Intelligent Systems 4 (2022) 2, 2100091
- [14] Wallam F., Asif M.: Dynamic Finger Movement Tracking and Voice Commands Based Smart Wheelchair, International Journal of Computer and Electrical Engineering 3 (2011) 4, 497-502
- [15] Aneela F. J. et al.: Design And Development Of Hand-Glove Controlled Wheelchair Using Arduino And Xbee, International Journal of Scientific & Technology Research 9 (2020) 11, 343-346
- [16] Kùçùkdermenci S.: Multifunctional Smart Glove: An Innovative Solution for Sign Language Interpretation and Wireless Wheelchair Control, 3rd International Conference on Frontiers in Academic Research, Konya, Turkey 2024
- [17] Bogović S., Turčin M. M.: 3D printing of reinforcement on gloves for wheelchair users, Book of proceedings of the 8th International Professional and Scientific Conference, Kirin S. et al. (Eds.), University of applied sciences, Karlovac 2022, 639-645
- [18] Han H. S., Park C. K.: Automatic Hand Measurement System from 2D Hand Image for Customized Glove Production, Fashion & Textile Research Journal 18 (2016) 4, 468-476
- [19] Chénier F. et al.: Using a quantitative assessment of propulsion biomechanics in wheelchair racing to guide the design of personalized gloves: a case study, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering Imaging & Visualization (2024) Jan 30, 1-11
- [20] Covill D. et al.: Development of Customised Wheelchair Racing Gloves Using Digital Fabrication Techniques, Proceedings 2020 49 (2020) 1, 44.
- [21] <https://www.wheelchairrugbyready.com/?module=1§ion=3&subsection=41>, Pristupljeno: 2024-07-10
- [22] Maintaining arm health in wheelchair users: The need for updated guidelines | ICORD, Pristupljeno: 2024-07-10
- [23] Akmeliawati R. et al.: Design and development of a hand-glove controlled wheel chair, 2011 4th International Conference on Mechatronics (ICOM), Kuala Lumpur, Malaysia 2011, 1-5
- [24] Lu M.-L. et al.: An investigation of hand forces and postures for using selected mechanical pipettes, International Journal of Industrial Ergonomics 38 (2008) 1, 18-29
- [25] Mastalerz A. et al.: Maximal grip force during holding a cylindrical handle with different diameters, Human Movement 10 (2009) 1, 26-30
- [26] Medola F. O. et al.: Pressure on hands during manual wheelchair propulsion: a comparative study with two types of handrim, European Seating Symposium, Dublin, Ireland 2011, 63-65
- [27] <https://sarahkoller.com/best-gloves-for-wheelchair-users-2/>, Pristupljeno: 2024-07-10
- [28] <https://hendiportal.com/wp-content/uploads/2024/02/Rehadesign-gator-2-e1708356210108.jpg>, Pristupljeno: 2024-07-10
- [29] <https://cdn.ecommercedns.uk/files/5/239445/9/13342209/classic-full-finger-back.jpg>, Pristupljeno: 2024-07-10
- [30] Cui T., Sun L.: Smooth Dynamic: Assistive Glove for Wheelchair User, International Textile and Apparel Association Annual Conference Proceedings 74, St. Petersburg, Florida 2017, 1-3
- [31] Bogović S., Čorak A.: A New Method for Testing the Breaking Force of a Polylactic Acid-Fabric Joint for the Purpose of Making a Protective Garment, Materials 15 (2022) 10, 3549-3549
- [32] Turčin M. M.: 3D tisak ojačanja za palac i kažiprst za osobe u invalidskim kolicima, diplomski rad, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2022.
- [33] <https://hub.permobil.com/power-wheelchair-guide>, Pristupljeno: 2024-09-15
- [34] Sadi M. S. et al.: Finger-Gesture Controlled Wheelchair with Enabling IoT, Sensors 22 (2022) 22, 8716
- [35] Niranjana R. et al.: Effectual Gesture Controlled Smart Wheelchair for the Incapacitated, 3rd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC), Trichy, India 2022, 82-87