

UREĐAJ ZA DETEKCIJU I OBRADU PODATAKA LJUDSKOG HODANJA**HUMAN GAIT DETECTION AND ANALYSIS DEVICE**Željko Popović, Marija Antić; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – RAČUNARSTVO I AUTOMATIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisana realizacija uređaja za detekciju i obradu podataka ljudskog hodanja. Realizovan je funkcionalan prototip koji je u mogućnosti da izmeri količinu opterećenja na svojoj površini, signalizira detekciju, i prikaže obaveštenje putem svetlećih LED kao i putem aplikacije. Na samom kraju dat je pregled mogućnosti za dalji razvoj.

Ključne reči: ambijentalna inteligencija, senzorski podovi opterećenja, praćenje hodanja

Abstract – This paper describes the realization of a device for detection and processing of human gait. A functional prototype has been built which is able to measure the pressure on its surface, signal the detection, and show the result using LED lights, as well as an application. The paper also provides a possibility for further research and development.

Keywords: ambient intelligence, sensing floors, walking monitoring

1. UVOD

Lokalizacija i praćenje ljudi u određenom zatvorenom prostoru predstavlja posebnu granu istraživanja. Primene su mnogobrojne: obrada i analiza podataka kretanja, bezbednost, medicina i mnoge druge. Takođe primena bi bila moguća i na otvorenim prostorima, upotrebom prenosnih uređaja za detekciju i nadzor gde bi oni imali primenu koja zalazi u grane medicine, marketinga i bezbednosti.

Uređaji koji bi se bavili lokalizacijom i uspešno analizirali kretanje po njima, otvorili bi mogućnost blagovremene intervencije u slučaju određene opasnosti, dok bi u sferi medicine stvorili mogućnost da se predvidi zdravstveni problem i blagovremeno izbegnu komplikacije. Jedan od načina lokalizacije osoba je upotreba senzorskih podova koji registruju opterećenje. Oni se mogu se podeliti u dve kategorije: binarno-senzorske podloge opterećenja (detektovano ili nedetektovano), i one koje imaju mogućnost da mere i opterećenje, odnosno pritisak na podlogu (težinu predmeta).

Ove dve kategorije se kasnije dele na senzorske podove sa modularnim pločama i senzorske podove koji se sastoje iz celine pa je instalacija moguća u formi tepiha. Podni senzori opterećenja su u prednosti u odnosu na ostale tipove senzora, kako zbog privatnosti, tako i zbog mogućnosti opažanja.

Opažanje se dešava u ravni poda što omogućava direktnu detekciju objekata na njegovoj površini. Prednost je u tome što su u mogućnosti da detektuju statičke, ali i dinamičke objekte (predmete i živa bića). Zbog korišćenja tehnike opterećenja po određenoj površini, u mogućnosti su da prate, lociraju i prepoznaju predmete.

2. POSTOJEĆI PROTOTIPOVI I DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Midlton je dizajnirao senzorsku podlogu dimenzija 3x0,5 m, opremljenu provodnicima pod pravim uglom koji su razdvojeni penom, sa funkcionalnošću detektovanja kao binarni prekidač [1].

Šen i Šin su razvili senzorski pod koristeći senzore na bazi optičkih vlakana. Njihova ideja je bila da prate odstupanje i deformacije duž vlakana izazvane promenom opterećenja. Rezolucija senzorskog poda može da se menja raspodelom optičkog vlakna ispod poda. Uz odgovarajuće algoritme za obradu podataka, realizovani senzorski pod može da otkrije i prati ljude koji stanu na njega [2].

Autori rešenja *FootSee* koriste senzorsku podlogu opterećenja preko koje korisnici upravljaju avатарom (virtuelni lik) u video igrici [3]. Za realizaciju je upotrebljen *XSensor* [4] instaliran u podlogu veličine 2x0,8 m. Autori su unapred u trening fazi zapisali pokrete celog tela i raspodelu pritiska stopala na tlo na samoj senzorskoj podlozi opterećenja, kako bi potom koristeći inverznu kinematiku mogli da izračunaju položaj čoveka iz dobijenih podataka koji u realnom vremenu pristižu.

3. KONCEPT REŠENJA – FLOORMATRIX

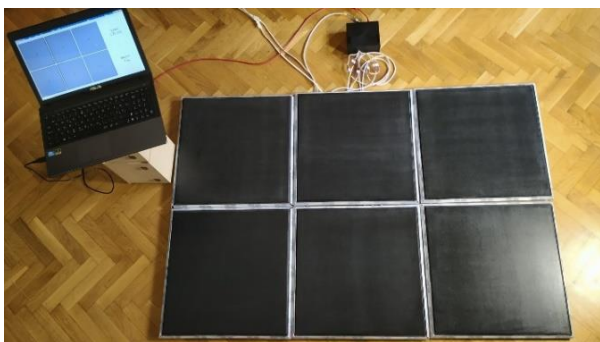
U ovom radu, implementirana je senzorska podloga pod nazivom *FloorMatrix*. Ploče ove podloge su realizovane od medijapana (debljine 18 mm), kako bi jedna ploča *FloorMatrix*-a mogla izdržati opterećenje pri hodanju ili trčanju čoveka. Isečeno je šest ploča u pravilnom obliku kvadrata dimenzija stranice 49,5 cm.

Ivice ploča su oborene pod uglom od 45° kako bi se na stranice dodali ALU profili u kojima bi se nalazile adresabilne LED trake. Gornja i bočne površine ploča senzorske podloge su zaštićene crnom mat farbom i akrilnim lakom nanesenim u tri sloja.

Na slici 1. prikazano je svih šest izrađenih ploča i njihova postavka. Planirano je da budu postavljene po principu matrice 2x3.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Marija Antić.



Slika 1. *FloorMatrix sa šest ploča povezanih u funkcionalnu celinu*

3.1. Adresabilne LED trake WS2812B

Oko svake ploče uređaja *FloorMatrix* postavljeni su segmenti adresabilne LED trake (model WS2812B, više informacija u prilogu [5]) u ALU profile, kako bi se dobio bolji efekat signalizacije da je ploča detektovala pokret.

Na svaku stranicu ploče postavljeno je po pet segmenata, odnosno ukupno po dvadeset segmenata-dioda na jednoj ploči *FloorMatrix*-a. Raspoređeni su u pravilnom rasporedu sa po 7 cm razmaka između svakog segmenta (Slika 2.)



Slika 2. *Jedna ploča FloorMatrix-a sa uključenim LED u plavoj boji*

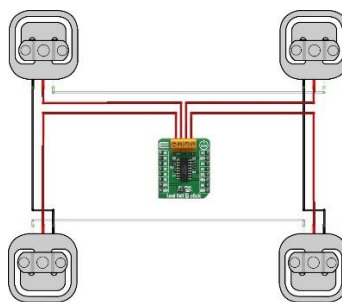
Za dobru međusobnu konekciju između ploča i lako priključivanje odabrani su *NYLON* konektori sa tri pina. Trake imaju tri pina: VCC, GND i DATA. Radni napon je 5 V dok po specifikaciji proizvođača potrošnja 1 m trake sa 60 LED iznosi 14 W odnosno 2,8 A.

Ukupno je ugrađeno 120 segmenata, odnosno 2 m LED trake, što zahteva izvor napajanja sposoban da isporuči 6 A pri naponu od 5 V. Adresabilne LED trake se razlikuju u odnosu na obične po tome što imaju mogućnost individualne kontrole pojedinačnog segmenta odnosno LED-a. Time se mogu postići svetlosni efekti kojima bi se mogle označiti određene situacije opasnosti, prepoznavanja, odnosno detekcije na samim pločama.

3.2. Senzor opterećenja SEN-10245 i NAU780 24bit ADC mikročip

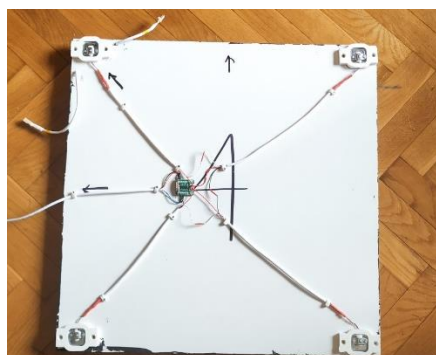
Za detekciju prisustva čoveka i objekata na pločama *FloorMatrix*-a korišćeni su senzori opterećenja koje je distribuirala kompanija *SparkFun*, model SEN-10245 [6] (Slika 3.).

Jedan senzor SEN-10245 u sebi sadrži dve merne trake otpornosti 1 k Ω . One menjaju svoju otpornost ukoliko su savijene, tj. kada se metalno kućište senzora minimalno pritisne, dešavaju se i minimalne promene otpornosti koje je potrebno detektovati i konvertovati u koristan podatak.



Slika 3. *Šema povezivanja u Vitstonov most četiri senzora opterećenja SEN-10245 sa NAU780 (Load cell 2 click)*

Nuvoton NAU780 mikročip je precizni 24-bitni ADC, sa mogućnošću PGA (programabilnog pojačanja). Korišćena je njegova realizacija na PCB modulu kompanije *Mikroelektronika* pod nazivom *Load cell 2 click* [7]. Potrebna su četiri pina za ispravan rad: VCC, GND, SDA, SCL. Vage-ploče realizuju se od četiri identična senzora opterećenja koji su povezani u formu Vitstonovog mosta.

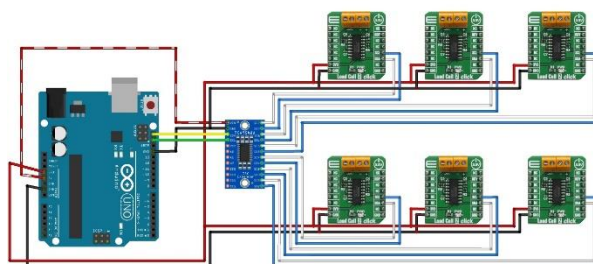


Slika 4. *Ploča FloorMatrix-a (pogled sa donje strane) i raspored ugrađenih senzora opterećenja*

Na slici 4. dat je prikaz ploče *FloorMatrix*-a (pogled sa donje strane) i raspored ugrađenih senzora opterećenja.

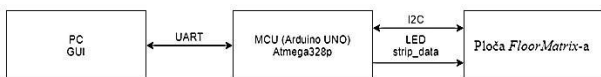
3.2. Povezivanje FloorMatrix ploča sa mikrokontrolerom

Kao veza između uređaja i PC-a odabran je Arduino Uno sa mikrokontrolerom ATmega328p [8] koji je isprogramiran da komunicira sa *Load cell 2 click* modulima preko I²C, obrađuje očitane vrednosti i šalje ih preko UART komunikacije aplikaciji (šema povezivanja data na Slici 5).



Slika 5. *Šema povezivanja elektronike sistema od šest ploča FloorMatrix-a*

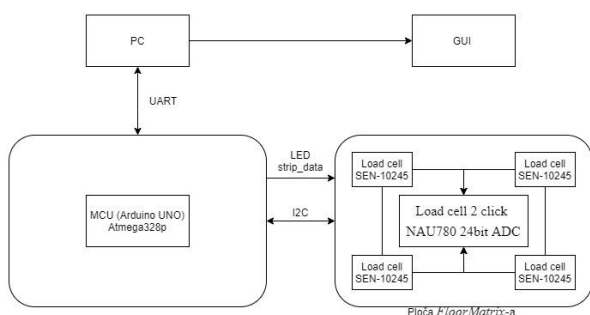
Osnovne celine iz koji se sastoji uređaj date su na blok šemi na slici 6. Takođe, date su i šematski prikazane potrebne komunikacije i smerovi.



Slika 6. Blok šema FloorMatrix-a

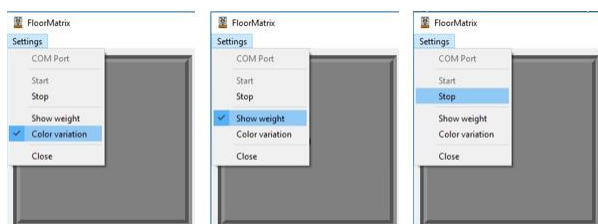
4. PROGRAMSKO REŠENJE I OBRADA PODATAKA

Uređaj *FloorMatrix* (kompletna blok šema prikazana je na Slici 7) funkcioniše tako što se formatirani i filtrirani podaci šalju aplikaciji putem serijske komunikacije. Pristizanjem svakog novog podatka vrši se osvežavanje vrednosti koje se prikazuju u aplikaciji (GUI). Prvi deo sistema čine same ploče *FloorMatrix*, dok drugi deo sistema čini GUI (*Graphical User Interface*) aplikacija koja je realizovana u Python programskom jeziku pomoću biblioteke *PyQt5* i *Qt Designer* alata, u kojem je kreiran izgled samog GUI.



Slika 7. Blok šema kompletnog FloorMatrix-a

U radu aplikacije koriste se tri programske niti, jedna glavna za osvežavanje glavnog prozora i dve za rad na podacima. U jednoj se vrši serijska komunikacija (očitanje podataka, slanje upravljačkih komandi ka MCU), a u drugoj parsiranje podataka (konverzija primljenog niza karaktera u Python rečnik).

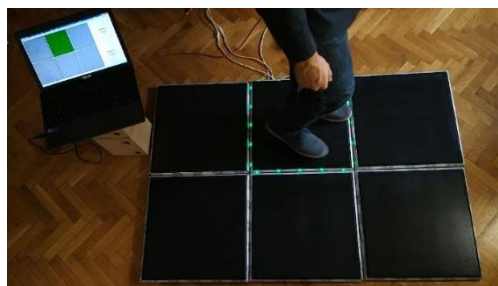


Slika 8. Dodatne opcije a) *Show weight* opcija b) *Color variation* opcija c) *Stop* opcija

Korisniku su na raspolaganju i dodatne opcije u padajućem meniju *Settings* moguće je odabrati vrstu prikaza, kao i opciju da se prikazuju trenutna opterećenja na svakoj od ploča *FloorMatrix-a* (Slika 8).

5. ISPITIVANJE I REZULTATI

Rezultati testiranja finalne verzije podloge *FloorMatrix* su pokazale njenu potpunu funkcionalnost i tačnost. Na slici 9 možemo videti situaciju testiranja kada je na jednoj ploči detektovano prisustvo čoveka. Kvadrat ploče na kojoj stoji čovek u aplikaciji je promenio boju u zelenu, a ista boja prikazala se i na samom uređaju. U kvadratnom polju se ispisuje trenutna težina na toj ploči, dok se u donjem levom uglu ispisuje ukupna težina na svim pločama (Slika 10).



Slika 9. Prisustvo čoveka i njegovo lociranje na *FloorMatrix-u*



Slika 10. Čovek težine 79 kg je detektovan na jednoj od ploča *FloorMatrix-a*

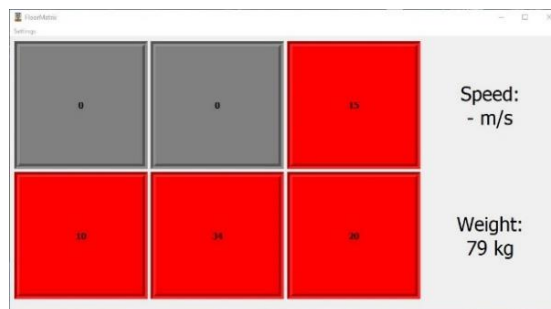
5.1. Detektovanje iznenadnog pada čoveka ili predmeta

Ukoliko se desi da čovek ili određeni objekat naglo padne i aktivira više od jedne ploče, uređaj će istu promenu ispratiti i promeniti boju na odgovarajućim pločama, odnosno u aplikaciji (Slika 11).



Slika 11. Slučaj pada čoveka i njegovo lociranje preko uređaja *FloorMatrix*

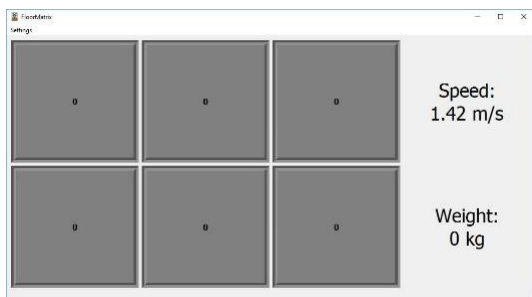
Na Slici 12 prikazano je ono što bi se prikazalo u samoj aplikaciji pri situaciji sa slike 11. Uređaj bi i dalje prikazivao tačnu ukupnu težinu koja se nalazi na njemu, kao i pojedinačno opterećenje raspoređeno po pločama.



Slika 12. Čovek je pao, njegovu težinu i prisustvo detektovale su tri ploče *FloorMatrix-a*

5.2. Merenje srednje brzine čovekovog kretanja

Jedna od naprednih funkcija uređaja čije primene mogu da budu višestruke jeste i merenje srednje brzine. Merenje počinje da se odvija kada je zakoračeno na prvu ploču do trenutka kada sve ploče pređu u neaktivno stanje. U gornjem desnom uglu aplikacije se nalazi parametar *Speed* gde se ispisuje brzina u metrima po sekundi (Slika 13).



Slika 13. Merenje srednje brzine prelaza preko uređaja *FloorMatrix-a*

5.3. Mogućnosti unapređenja

Dalje razvijanje i unapređenje išlo bi u smeru obrade podataka i njihove upotrebe u naprednom prepoznavanju predmeta i aktivnosti, u biomedicinskoj analizi i mapiranju okoline (autonomni roboti).

Sama aplikacija i upravljanje uređajem mogli bi se unaprediti korišćenjem boljeg mikrokontrolera. Primera radi, upotreba ESP8266 [9] omogućila bi daljinsku komunikaciju s uređajem putem mobilnog telefona. Upotreba ovog kontrolera bi doprinela obradi podataka koji bi se mogli pohranjivati putem interneta na udaljeni računar

U unapređenoj verziji uređaja koja bi pokrivala čitavu prostoriju jednog apartmana, bilo bi moguće izdvajanje preciznih podataka o čovekovom pravcu kretanja ili na primer raspodeli pritiska između dve noge. Ovi parametri služe kao medicinski pokazatelji stanja ljudskog hoda, a samim time moguće je preventivno reagovati u slučaju nepravilnosti. Zanimljivi podaci za analizu bili bi koliko se koraka napravi u zatvorenom prostoru, kojom brzinom čovek hoda kada se kreće u određenim delovima stana, broj i vrsta interakcije sa predmetima, kolika je težina predmeta koje čovek podigne u toku dana, kako se njegova težina menja (dugoročno).

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu merenja zaključeno je da je hardverska platforma dovoljno brza i osetljiva za detekciju, kako ljudi, tako i životinja, te da je moguće precizno merenje opterećenja prisutnih na uređaju. Odziv sistema je trenutani i time je omogućena i njegova upotreba u daljim istraživanjima.

7. LITERATURA

- [1] L. Middleton, A. A. Buss, A. Bazin, i M. S. Nixon, „A Floor Sensor System for Gait Recognition“, u *Fourth IEEE Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies (AutoID'05)*, str. 171–176
- [2] Y.-L. Shen i C.-S. Shin, „Distributed Sensing Floor for an Intelligent Environment“, *IEEE Sens. J.*, sv. 9, izd. 12, str. 1673–1678, dec. 2009
- [3] K. Y. and D. K. Pai, „FootSee: An Interactive Animation System“, *ACM Symposium on Computer Animation2003*.
- [4] Xs. technology Corporation, „XSensor“. [Online]. Dostupno na: <https://www.xsensor.com/>
- [5] Worldsemi, „WS2812B, datasheet“. [Online]. Dostupno na: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812B.pdf>. [Pristupljeno: 10.09.2020.]
- [6] Sparkfun, „SEN-10245 Load Sensor - 50kg“. [Online]. Dostupno na: <https://www.sparkfun.com/products/10245>. [Pristupljeno: 10.09.2020.]
- [7] Mikroelektronika, „Load cell 2 Click“. [Online]. Dostupno na: <https://www.mikroe.com/load-cell-2-click>. [Pristupljeno: 10.09.2020.]
- [8] Atmel, „ATmega328P, datasheet“. [Online]. Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf. [Pristupljeno: 10.09.2020.]
- [9] Espressif, „ESP8266“. [Online]. Dostupno na: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>. [Pristupljeno: 10.09.2020.]

Kratka biografija:



Željko Popović rođen je u Subotici 1996. god. BSc rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektronika – Mikroelektronika odbranio je 2019.god.

kontakt: zeljko.popovic996@gmail.com



Marija Antić doktorirala je 2015. godine, na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Danas je docent na Departmanu za računarstvo i automatiku, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

kontakt: marija.antic@rt-rk.uns.ac.rs