

Android-Arduino Matrix Led Display

Nikola Mitrović, Eleonora Milić, Milena Stanković

Elektronski fakultet, Univerzitet u
Nišu, Srbija

eleonora.milic@elfak.rs, nikola.mitrovic@elfak.rs,
milena.stankovic@elfak.rs

Dejan Milenović

Netico GmbH

Kummruetistrasse 103, Switzerland
dejan.milenovic@netico-group.com

Sadržaj – U ovom radu je predstavljeno istraživanje u oblasti physical computinga pri realizaciji led displej sistema pomoću programabilnih mikrokontrolerskih komponenti. Praktična realizacija predstavlja matrični led displej sistem kontrolisan Arduino mikrokontrolerom i Android aplikacijom. Prikazan je način pozivivanja hardverskih komponenti, praktična primena rešenja, dat osvrt na druge načine komunikacione veze osim Bluetooth veze kao pravac daljeg istraživanja.

Ključne reči - Physical computing; Android; Arduino; Led display; Bluetooth; Led Matrix

I. UVOD

Sistem upravljanja u elektronici čini skup elektronskih komponenti i opreme koji obezbeđuju stabilnost, tačnost i eliminaciju štetnih prelaznih stanja u proizvodnim procesima. Sistemi mogu biti različitog oblika i implementacije. Napredak tehnologije u izradi mikroprocesora kao i mikrokontrolera doveo je do revolucije u sistemima upravljanja.

Trenutno je vrlo prisutna široka rasprostranjenost mikrokontrolerskih platformi kao što su Arduino-a, BeagleBone ili Raspberry-ja i uz pomoć sporednih elektronskih komponenti vrlo lako je moguće realizovati sisteme koji mogu imati upotrebu i korist u svakodnevnoj primeni. Ovo je uzrokovalo ka ekspanziji oblasti *Physical Computing*-a, odnosno vrlo lakog spoja hardvera i softvera u svakodnevnoj primeni. Kroz softverske platforme kao što su Android [1] i iOS realizuju se aplikacije i posredstvom komunikacione veze (wireless, bluetooth, ethernet) se vrši prenos podataka u oba smera, ka hardverskim komponentama i obrnuto, od hardvera ka pametnim uređajima.

Led displej sistemi su nezaobilazan deo tehnološke svakodnevnice i od osnovne namene prikazivanja informacija, svrsishodno potrebi koriste se za različite namene: od semafora u dvoranama, do prikaza na aerodromima, raznim vrstama elektronsko informacionih table i drugih.

Jedna od oblasti primene Arduino[2] mikrokontrolera je i u izradi led displeja na kojima se ispisuje odgovarajuća poruka. Arduino predstavlja najbitniju, ali ne i jedinu komponentu u realizaciji, svakako se nameće kao posrednik u povezivanju

hardverskog dela i softverskog dela preko koga se zapravo unosi tekst koji se ispisuje na led displeju

Tema ovog rada je pregled metoda, hardverskih i softverskih komponenti potrebnih da se realizuje matrični led displej. Pored hardverske strane, biće objašnjena i Android aplikacija koja se koristi za kontrolu led displeja, unos teksta i njegovo slanje posredstvom Bluetooth veze.

U nastavku sledi opis i pregled pomenutom rešenja.

II. PREDLOŽENO REŠENJE

Rezultat proučavanja načina i mogućnosti realizacije matričnog led displej sistema je hardverski deo, koji predstavlja sam displej sistem i softverski deo, koji je Android aplikacija potrebna za slanje poruka koja će se ispisivati na displeju.

Arduino je hardverski i softverski otvorena (*open source*) prototip platforma namenjena kontroli i upravljanju pomoću mikrokontrolera, dok Android ima veliku bazu softverskih inženjera i nameće se kao najjednostavnije rešenje za izradu uređaja sa ekranima koji su osetljivi na dodir. Kontrolu ispisa teksta na matričnom displeju je obavljao mikrokontroler uz pomoć dodatnih hardverskih modula o kojima će u nastavku biti reči. Zavisno od broja matrica za sastavljanje jedinstvenog displeja, koristilo se eksterno napajanje ili napajanje preko USB konekcije.

Android aplikacija komunicira sa matričnim led displejom preko Bluetooth veze. Rešenje podrazumeva da se po startovanju aplikacije uspostavi Bluetooth veza sa sistemom uz pomoć hardverske komponente, Bluetooth modula, zatim unese tekst koji se šalje i ispisuje na displeju. Pored toga, Android aplikacija pruža i vizuelni prikaz teksta koji se ispisuje na displeju displeja u jednoj od tri osnovne izabrane boje (crvenoj, plavoj, zelenoj)

Na slici 1 je su prikazane hardverske komponente sistema koje su spojene u jedinstvenu celinu. U nastavku će svaka komponenta biti detaljnije objašnjena.



Slika 1 - Prikaz komponenti sistema

III. PRILAGOĐAVANJE REŠENJA KONKRETNIM POTREBAMA

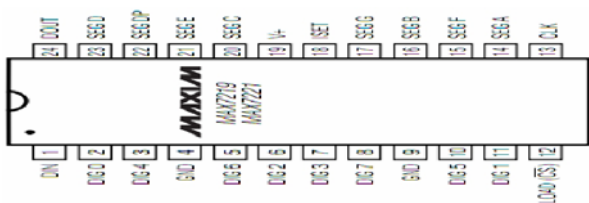
Da bi cela komunikacija, transfer informacija i reagovanje sistema bilo moguće neophodne su komponente koje čine tehnologiju sistema

Komponente koje su korišćene u realizaciji su :

- Led matrice
- MAX7219 led drajveri
- Ispravljač (spoljašnje napajanje)
- Breadboard
- Bluetooth modul (Bluetooth mate silver)
- Kondenzatori, otpornici, žice sa punim presekom
- Arduino mikrokontroler
- Uređaj sa Android operativnim sistemom

Displej se sastoji od većeg broja individualnih led matrica [3]. Prikazano rešenje sadrži RG 8x8 led matrice (slika 7), koje kako naziv kaže mogu svetleti crvenom i zelenom bojom. U principu, mogu se birati individualne matrice bilo kojih dimenzija, ali je u ovom slučaju obzirom na izabranu softversku biblioteku za programiranje Arduino mikrokontrolera bitno da individualna matrica bude kvadratna.

Da bi više spojenih individualnih matrica moglo da se posmatra kao jedinstvena celina koriste se MAX7219 led displej drajveri (slika 2). Oni su jako bitni jer njihovo korišćenje sa druge strane zahteva i određena softverska biblioteka koja se koristi pri programiranju Arduino mikrokontrolera.



Slika 2 – MAX7219 Led displej drajver

Da bi mogla da se prenese poruka sa Android uređaja na led displej mora postojati neka vrsta veze, priloženo rešenje ostvaruje prenos podataka pomoću Bluetooth veze. Kao

Bluetooth modul izabran je *Bluetooth mate silver modul* (slika . 4)



Slika 3 – Bluetooth modul i Arduino

Konfigurisanje Bluetooth modula [5] se vrši u okviru programskog okruženja u kome se vrši i programiranje Arduino mikrokontrolera. Potrebno je podesiti da uređaj bude vidljiv za ostale uređaje kada ga budu tražili za uspostavljanje konekcije. Komponente kao što su kondenzatori i otpornici se koriste u skladu sa tim koliko ostale komponente zahtevaju da ne bi došlo do pregorevanja nekih delova led matrica i da ne bi došlo do šumova pri slanju signala. Centralna komponenta u sistemu je Arduino mikrokontroler (slika 3) čiji pinovi se povezuju sa odgovarajućim pinovima Bluetooth modula i koji je zadužen za prosleđivanje poslate poruke dalje ka displeju.

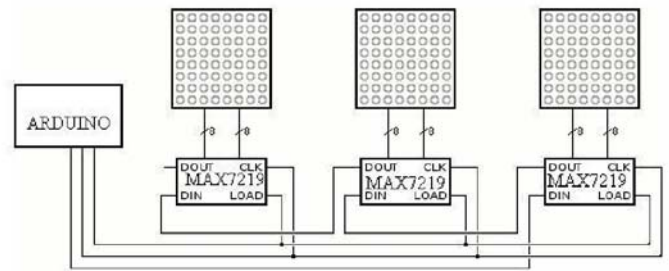


Slika 4 – Arduino mikrokontroler

Konačno, da bi sistem mogao da radi kao celina, potreban je i uređaj sa Android operativnim sistemom. Po startovanju aplikacije na uređaju otvara se prikaz koji sadrži mogućnost za otvaranje dijaloga u kome se dešava sve bitno za Bluetooth konekciju, kao i mogućnost izbora boje za prikazivanje teksta na virtuelnom displeju na Android uređaju (slika 5). Prelaskom na prvi prikaz, uključivanjem Bluetooth-a na samom uređaju, nastavlja se pretragom ostalih uređaja u okolini kojima je uključen Bluetooth i kao jedan od uređaja se prikazuje i Bluetooth mate silver modul. Uspostavlja se veza, vrši se povratak na početnu stranu aplikacije. Bira se jedna od tri boje (zeleno, crveno, plavo) i klikom na dugme *Send message* počinje se sa slanjem. Na led displeju počinje da se ispisuje poruka, kao i na Android uređaju.

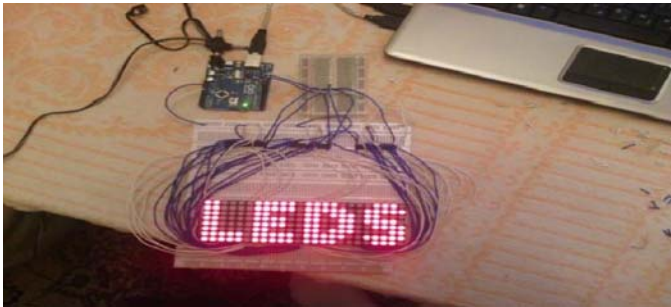


Slika 5 – Android aplikacija



Slika 10 – Šema povezanih komponenti sistema

Sve nabrojane komponente se preko odgovarajućih pinova povezuju u jedinstvenu celinu kako je ilustrovano na slici 9.



Slika 6 – Ispis na matričnom led displeju



Slika 7 – Ispis na uređaju sa Android OS



Slika 8 – Individualna led matrica

IV. POTEŠKOĆE U REALIZACIJI

Prilikom povezivanja komponenti u jedinstvenu celinu, može doći do nekoliko problema. Priloženo rešenje za programiranje Arduino mikrokontrolera koristi biblioteke *Sprite.h* i *Matrix.h* [6]. Te biblioteke zahtevaju odabir individualnih led matrica koje imaju broj led diode po vrsti i koloni koji su deljivi sa 8. Ovo ne mora biti veliki problem, obzirom da su veliki led displej sistemi upravo sa ovakvim dimenzijama. svojih individualnih sastavnih delova.

Prilikom povezivanja MAX7219 led displej drajvera mora se voditi računa o nekoliko stvari. Demonstraciono rešenje koje nema povremene ili česte pojave signala šuma koji dolazi kroz linije napona napajanja, pa ne mora imati kondenzatore povezane uz led displej drajvere. Međutim ukoliko će biti čestijih pojava šuma, potrebni su kondenzatori, i to dve vrste. Elektrokitički, kapaciteta 100mikroFarada, i keramički, kapaciteta 100nanoFarada. Sa njima uključenim u realizaciju sistema neće se javljati efekti treperenja prikaza tokom prikaza poruke na led displeju.

Algoritam za ispisivanje poruke na led displeju celokupan spoj individualnih matrica posmatra ceo displej kao jednu matricu gde svaki element predstavlja individualnu diodu koja može svetleti crvenom ili zelenom bojom. U praksi, kada se ispisuje poruka koja nakon ispisa, počne ponovo sa ispisivanjem, trebalo bi voditi računa da se štedi sa onim delovima matrice prikaza koji ne moraju biti uključeni u određenom trenutku. Stoga se idući s desna na levo, oni elementi teksta koji završe sa levom stranom displeja se “gase”, za njih algoritam ispisa prestaje, i nastavlja da važi samo za one delove teksta koji su ili na displeju ili će na njega naići tek sa desna na levo.

Kontrola osvetljenosti displeja može se kontrolisati postavljanjem otpornika na određeni pin MAX7219 led displej drajvera, međutim, prednost priloženog rešenja je što biblioteke *Sprite.h* i *Matrix.h* omogućavaju da se numerički podesi vrednost od 1-15, koje respektivno kontrolišu nivo osvetljenja. U priloženom rešenju, nivo osvetljenosti je 15.

Osvetljenost matičnog led displeja može zavisi da li se za napajanje koristi ispravljač ili se koristi USB napajanje. To umnogome zavisi od toga kakva je specifikacija led matrica, ali svakako da se sa povećanjem njihovog broja teži ka tome da se za napajanje koristi ispravljač. *Forward current* I

Forward voltage. *Forward current* je maksimalna struja koja može proticati kroz sistem, a da ne dođe do oštećenja led matrica. *Forward voltage* je napon na kome rade led matrice.

U tabeli 1 su prikazani podaci *Forward current* i *Forward voltage* za led matricu.

Podatak	Boja	Simbol	Forward current	Minimalna vrednost	Prosečna Vrednost	Maksimalna vrednost
Forward voltage V_f	Red	V_f	$I_f = 20mA$	1.9V	2.0V	2.2V
	Green			3.2V	3.3V	3.5V

Tabela 1 – *Forward current* i *Forward voltage* vrednosti

Prilikom odabira otpornika RSET povezanog sa MAX7219 led displej drajverom koji je odgovoran kojim intezitetom bi led displej svetleo za slučaj da se ne podešava softverski, tabela 2 ilustruje vrednosti otpornika za određene vrednosti *Forward current* i *Forward voltage* za led matricu.

	V_f	V_f	V_f	V_f	V_f
I_f	1.5V	2.0V	2.5V	3.0V	3.5V
40mA	12.2 k Ω	11.8 k Ω	11 k Ω	10.6 k Ω	9.69 k Ω
30mA	17.8 k Ω	17.1 k Ω	15.8 k Ω	15 k Ω	14 k Ω
20mA	29.8 k Ω	28.7 k Ω	25.9 k Ω	24.5 k Ω	22.6 k Ω
10mA	66.7 k Ω	63.7 k Ω	59.3 k Ω	55.4 k Ω	51.2 k Ω

Tabela 2 – *Forward current* i *Forward voltage* vrednosti

Svakako da je način komunikacije moguće proširiti na neke druge varijante. Jedna od većih mana Bluetooth veze je ta što je limitirana na nekoliko metara, a to zavisi od modula izabranog za Bluetooth vezu. Kao potencijalno proširenje sistema, mogla bi se uvesti neka drugačija vrsta veze. Kao nove solucije nameće se svakako implementacija Web rešenja, gde bi se podaci slali unošenjem kroz Web aplikaciju i aksnije prikazivali na amtričnom led displeju. Druga varijanta bi bila da se preko mobilne aplikacije šalju podaci, što opet nameće nove načine za realizaciju sistema. Svakako da rešenja ima mnogo, no u ovom radu je akcenat najviše stavljen na Bluetooth vezu.

V. ZAKLJUČAK

Postoji mnogo načina realizacije matičnih led displeja. Većina njih podrazumeva upotrebu velikog broja leč kola, prihvatnih registara, shift registara i mnogo vremena koje odlazi na lemljenje žica na pinove led matrice sa jedne strane i pinove elektronskih kola sa druge strane. Upotrebom

MAX7219 led displej drajvera, umnogome se posao skraćuje i smanjuje, jer drajver sam ima ulogu shift registra i leč kola, a i pinovi su mu pogodni za razne manipulacije sa displejom.

Jedno od proširenja koje može ponuditi je da se korišćenjem potencijometra upravlja brzinom ispisa teksta na led displeju.

Obzirom na to da im je cena na tržištu između šest i deset Eura, veći broj ovih drajvera se može iskoristiti za efikasnu izradu matičnih led displeja. Postoji veći broj razloga zašto je primamljivo programirati upravljanje led displejem u Arduino. Arduino jezik je vrlo sličan C-u, za razliku od većihe jezika namenjenih za upravljanje mikrokontrolerima koji imaju naredbe asemblerskog tipa. Kako je C dosta popularniji jezik od Asemblerskog, a statistika pokazuje i omiljeniji među programerima, samim tim su odluke da se pišu Arduino programi sve veće i učestalije. Android je od svog razvitka do danas prošao vrlo hvalospevan evolucionim period i razvoj i sve je popularniji i povoljniji za korišćenje prilikom komunikacije sa drugim uređajima pružajući vrlo efikasan korisnički interfejs, što je direktna vidljiva karakteristika, i mnoštvo mogućnosti “iza scene”, zbog velikog broja API-ja, što je karakteristika koju korisnik ne vidi direktno. Uopšteno, velika je težnja Androida da postane dominantan na tržištu embedded sistema u industrijskoj automatizaciji. Obzirom na reputaciju koju imaju Google i Open-Handset Alliance koji stoje iza

Androida, izgledne su šanse da se ovo može dogoditi. Kao mogućnosti proširenja realizacije interesantno je razmotriti kako bi izgledalo rešenje da se tekstualna poruka šalje sa većih razdaljina(mnogo većih za Bluetooth domet)- kakva bi bila veza prenosa poruke i hardver koji bi realizovao prenos takve vrste. Takođe, bilo bi interesantno napraviti odnos cena/performance tradicionalnih led displeja, led displeja korišćenjem MAX7219 led displej drajvera(kako matičnih tako i sedmosegmentnih) koji koriste pored Matrix.h i Sprite.h i biblioteku LedControl.h. O pojedinostima realizacije rešenja koje je ovaj rad zahtevao, autori rada su pisali i na blogu www.arduinoandroid.blogspot.com.

LITERATURA

- [1] - Android – definicija i opšte karakteristike – decembar 2012. godine <http://www.android.com/about/>
- [2] – Arduino - <http://www.arduino.cc/>, decembar 2012 godine
- [3] - Led matrice , januar 2013. godine <http://www.sparkfun.com/products/682>
- [4] - Bluetooth Mate silver modul , januar 2013_ <http://www.sparkfun.com/tutorials/264>
- [5]-RN-42 Advanced Users Manual, januara 2013. godine _ <http://www.sparkfun.com/products/10253>
- [6] - http://www.pjrc.com/teensy/td_libs_Matrix.html
- [7] – www.arduinoandroid.blogspot.com

ABSTRACT

Physical computing means building interactive physical systems by the use of software and hardware that can sense and respond to the analog world. This paper presents research in the area of Physical computing in building matrix led display systems and their usage. Systems like this are mostly used as hobby components, but considering that programmable microcontrollers are not very expensive and also very easy to program, with average investment they can be used as regular industry products. One way of realization is with Arduino microcontrollers and Android Smart devices, but other platforms are also opened to build systems like this.

Physical Computing

Nikola Mitrović, Eleonora Milić, Dejan Milenović, Milena Stanković