

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

Una Pale i Goran Popović

**GOVORNI TELEFONSKI IMENIK ZA SLIJEPE OSOBE**

Zagreb, travanj 2015.

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija na Fakultetu elektrotehnike i računarstva, pod vodstvom prof. dr. sc. Hrvoja Džape i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2014./2015.

# Sadržaj

1	Uvod.....	1
2	Postojeća alternativna rješenja problema .....	2
2.1	Mobilni telefon s izgovaranjem kontakata .....	3
2.2	Mobilni telefon s raspoznavanjem govora.....	3
2.3	Stvaranje osobnih telefonskih imenika.....	3
2.3.1	Telefonski imenik na audio kaseti ili CD-u .....	3
2.3.2	Telefonski imenik na Brailleovom pismu.....	4
2.4	Zaključak o alternativnom metodama .....	4
3	Ideja i zahtjevi uređaja.....	4
3.1	Zahtjevi na funkcionalnost.....	5
3.2	Zahtjevi na fizičko korisničko sučelje .....	5
3.3	Zahtjevi za prilagodljivost .....	6
4	Korisničko sučelje.....	6
5	Sklopovsko rješenje .....	10
5.1	Osnovna shema uređaja .....	10
5.2	MT8880 – DTMF koder i dekodeer.....	10
5.3	Arduino mega.....	11
5.4	SD kartica .....	12
5.5	Cjelovita shema uređaja .....	14
5.5.1	Odvajanje od telefonske linije .....	15
5.5.2	Kodiranje i dekodiranje DTMF tonova .....	16
5.5.3	Mikrofon i zvučnik.....	17
5.5.4	Tipke .....	19
6	Programska potpora.....	20
6.1	Struktura programa .....	21
6.2	Snimanje i reproduciranje zvuka.....	21
6.3	Prekidni potprogrami .....	22
6.4	Grafičko sučelje za početno stvaranje imenika .....	22
7	Izrada uređaja .....	24
7.1	Izrada tiskane pločice.....	24
7.2	Izrada kućišta .....	27
7.3	Korištenje uređaja .....	28

8	Ispitivanje korisničkog sučelja uređaja.....	29
8.1	Početna anketa .....	29
8.2	Postupak ispitivanja.....	30
8.3	Završna anketa .....	31
9	Rezultati ispitivanja.....	31
9.1	Rezultati početne ankete .....	31
9.2	Rezultati ispitivanja uređaja.....	35
9.3	Rezultati završne ankete .....	38
10	Zaključak .....	39
11	Zahvale.....	41
12	Literatura .....	42
13	Sažetak.....	44
14	Prilozi.....	48
14.1	Prilog 1: Početna anketa .....	48
14.2	Prilog 2: Tablice za upisivanje rezultata testiranja .....	50
14.3	Prilog 3: Završna anketa .....	52

## 1 Uvod

Komunikacija na daljinu je postala ključno važnom u životu suvremenog čovjeka. Bez Interneta je teško obavljati i jednostavne osobne poslove kao što je dogovaranje liječničkog pregleda, pronalaženja trgovine sa željenom robom, planiranja putovanja, obavljanje financijskih transakcija itd. Bez Interneta je teško, ali bez telefona gotovo je nemoguće. Pojava SMS servisa je gluhim osobama donijela potpuno novu dimenziju života. Slijepim je osobama u tom smislu lakše, ali samo naizgled. Naime, u svakodnevnom životu koristimo desetke pa i stotine telefonskih brojeva. Gotovo je nemoguće znati ih na pamet.

Danas većina ljudi u mobilnim telefonima ima imenik u kojem su pohranjeni brojevi kontakata, te pamtimo obično samo par telefonskih brojeva koje češće nazivamo. S druge strane kad zovemo s fiksnog telefona, ako ne znamo telefonski broj napamet ili ga nemamo pohranjenog u telefonu imamo ga zapisanog negdje. Slijepi osobe nemaju mogućnost zapisivanja broja na papir, a ni u mobitel. Neki snimaju brojeve na kasete ili CD-e te tako imaju zvučne imenike. Samo rijetki zapisuju Brailleovim pismom.

Mit je da slijepi ljudi zato što su slijepi imaju izvrsno pamćenje. To vrijedi samo za one koji sustavno rade na razvoju svojih mnemotehnika. Kao i u cjelokupnoj populaciji, tako i među slijepim osobama ima ne mali broj onih koji se ne snalaze najbolje s tehničkim napravama i onih koji slabije pamte. Također, mnoge slijepi osobe ne vladaju Brailleovim pismom. Takvim je osobama problem pozivati više od desetak različitih telefonskih brojeva.

Pretražujući raspoložive informacije i razgovarajući sa slijepim osobama ustanovilo se da danas još uvijek ne postoji uređaj koji rješava ovaj problem. Također, gotovo svi uređaji prilagođeni za slijepi (poput govornog sata, vage, tlakomjera i sl.) su višestruko skuplji [1] nego isti takvi uređaji za osobe koje vide. Većina uređaja također nije prilagođena jezikom jer prevođenje na druge jezike dodatno povećava cijenu.

Cilj ovog rada bio je riješiti opisani problem. Pretpostavka je da se to može konstrukcijom uređaja koji će se priključiti između telefona i fiksne telefonske linije te služiti kao zvučni telefonski imenik. Imao bi samo par tipki za što lakše rukovanje, a omogućavao bi listanje po imeniku uz izgovaranje imena kontakta te poziv kad je željeni kontakt pronađen. Također, korisnik bi sam unosio kontakte izgovaranjem imena kontakta te utipkavanjem njegovog telefonskog broja na telefonskom aparatu. Naknadno bi ih mogao premještati i brisati. Također, moguće su i druge funkcionalnosti koje služe za olakšavanje korištenja uređaja. Nakon što je kontakt pozvan, razgovor se odvija normalno preko telefona, a na ulazne pozive uređaj ne bi utjecao.

Ovakav uređaj omogućio bi slijepim osobama puno lakše i brže rukovanje telefonskim uređajem nego što je to trenutno. Potrebno je samo jednom utipkati cijeli broj telefona, što znatno olakšava korištenje, jer nema potrebe za pamćenjem puno telefonskih brojeva, niti za stvaranjem alternativnih zvučnih imenika. S druge strane obični telefoni često zbog neprilagođenog sučelja (poput puno malih tipki koje su nepraktično raspoređene) otežavaju utipkavanje brojeva. Na predložen način se potreba za korištenjem sučelja telefona svela na minimum.

Zbog malog broja tipki te glasovnih uputa koje vode korisnika kroz korištenje ovaj uređaj bi svojom jednostavnošću bio prilagođen i dostupan ne samo za slijepe osobe, nego i za starije osobe koje ne koriste mobilne uređaje. Također, bio bi napravljen na način da prilagodba uređaja za bilo koji korisnički jezik bude jednostavna, brza i ne iziskuje bitne troškove, te da ju može napraviti bilo koja osoba koja se zna služiti osobnim računalom.

## **2 Postojeća alternativna rješenja problema**

Dva najveća problema koje slijepe osobe imaju prilikom zvanja su pozivanje pogrešnog broja te prekidanje zvanja zbog predugog trajanja između unosa dvije znamenke.

Danas slijepi ljudi (posebno stariji) uglavnom koriste zvanje pomoću dodira. Ono se sastoji od toga da se korisnik dobro upozna sa svojim telefonom, ili da telefon ima velike tipke ili pak tipke s Brailleovim oznakama. No ovo rješenje zapravo ne rješava stvarno navedena dva problema. Druga mogućnost su telefoni u koje se može unijeti nekoliko brojeva za brzo zvanje, no obično se to sastoji od 10 brojeva, što čini ovu varijantu ograničenu memorijom. Također korisnik mora napamet pamtiti koji kontakt se nalazi pod kojim brojem u telefonu, ili imati pomoćni imenik npr. na audio kaseti, CD-u, Ipod-u itd. što čini stvar složenijom. U nekim zemljama je postoji pomoć operatera što znači da slijepa osoba stalno naziva istu službu na kojoj joj se javi osoba koja zatim njegov poziv proslijedi dalje. Ili pak postoji mogućnost definiranja nekoliko kratkih varijanti brojeva (npr. „#2“ ) koje onda operater prevodi u stvarne brojeve. Naravno takva usluga košta te postoji samo u određenim zemljama u svijetu.

Iako su po zakonu proizvođači telefonskih uređaja obavezni proizvoditi uređaje koji su prilagođeni za slijepe, slabovidne, gluhe odnosno osobe s nekom vrstom invaliditeta, zahtjevi koje moraju zadovoljavati su obično minimalni. Također, novi mobiteli i telefoni za obične ljude izlaze u prodaju svakodnevno, dok se prilagođeni telefoni gotovo nikada ne nadograđuju. Proizvođači vjerojatno misle da je tržište premaleno i ne donosi dovoljno veliki profit pa nisu prioritet.

Slijepi osobe imaju na raspolaganju nekoliko upotrebljivih načina za pozivanje velikog broja različitih brojeva telefona.

## **2.1 Mobilni telefon s izgovaranjem kontakata**

Mobilni telefoni, kao i osobna računala, mogu imati računalni program koji izgovara sadržaj ekrana. [2] Na taj način slijepi korisnik može odabrati program za telefonske pozive, a u njegovom imeniku željeni kontakt. Prednost takvog rješenja je u tome što se koriste postojeći, uobičajeni modeli telefonskih aparata (tzv. „pametni telefoni“), imenik je praktički neograničen, dodatni trošak je samo za govorni program. Istovjetna metoda se može koristiti i na osobnom računalu. Nedostatak je što je snalaženje u mnoštvu raspoloživih programa na mobitelu, bez taktilne povratne veze, kognitivno vrlo zahtjevno, traži intenzivno vježbanje i ne mogu ga savladati svi. Posebno je nespretno za korisnike s većim prstima, ozlijeđenim prstima, bolestima zglobova, kože i sl.

## **2.2 Mobilni telefon s raspoznavanjem govora**

Telefonski imenik s raspoznavanjem govora [3] pojavio se na mobilnim telefonima i prije pojave pametnih telefona. Danas se ostvaruje putem računalnog programa na pametnom telefonu. Prednost je neograničeni imenik, korištenje bilo kojeg telefona i trošak samo odgovarajućeg programa. Nedostatak je u tome što takvi programi još uvijek nemaju visoku razinu prepoznavanja, pa je potrebno koristiti dovoljno različite nazive kontakata. To, pak, znači da je potrebno zapamtiti kako je pojedini kontakt snimljen, što donekle ograničava broj mogućih kontakata.

## **2.3 Stvaranje osobnih telefonskih imenika**

### **2.3.1 Telefonski imenik na audio kaseti ili CD-u**

Neki korisnici bilježe ime i broj kontakta tako da ga snime na audio kasetu. Preslušavanjem kasete korisnik pronalazi željeni kontakt, kratkotrajno pamti broj i bira ga na telefonu. Prednost je u tome što je to jako jednostavna i jeftina metoda. Glavni nedostatak je u tome što se kasetu preslušava sekvencijalno, pa je ponekad potrebno puno vremena ako je pohranjeno stotinjak brojeva. Također kod duljih telefonskih brojeva problem je pamćenje puno brojeva. Ukoliko se predugo čeka između unosa dva broja, telefonska centrala javlja grešku.

### **2.3.2 Telefonski imenik na Brailleovom pismu**

Dok nije bilo mobitela, ljudi su telefonske brojeve uglavnom zapisivali u osobne telefonske imenike. Slijepi osobe to mogu činiti korištenjem Brailleovog pisma. Prednost je što to omogućava zapisivanje neograničenog broja kontakata i jeftino je rješenje. Nedostatak je u tome što samo manji broj slijepih osoba vlada Brailleovim pismom te je metoda neprikladna za one koji su tek nedavno oslijepili ili imaju smanjene motoričke sposobnosti.

### **2.4 Zaključak o alternativnom metodama**

Ni jedna od raspoloživih metoda nije prikladna za sve slijepi osobe, posebno za starije osobe, osobe koje su tek nedavno oslijepile ili osobe sa smanjenim motoričkim i kognitivnim sposobnostima.

## **3 Ideja i zahtjevi uređaja**

Postoje slijepi osobe koje se veoma dobro služe tehnologijom; posjeduju mobitele, osobna računala itd. Koristeći prilagođene programe koji izgovaraju tekst mogu funkcionirati veoma dobro u društvu. Ipak glasovni imenici u mobitelima ograničeni su s obzirom na sličnost imena kontakata, odnosno telefoni sa memorijom obično su ograničeni memorijom itd. Također postoje i ljudi koji su oslijepili u starijoj dobi te im je veoma teško prilagoditi se na sljepoću, a još teže na korištenje tehnologije. Mnogi uređaji koji su prilagođeni za slijepi su često presloženi za osobe koje nisu naviknute na noviju tehnologiju. Iz toga razloga cilj je stvoriti jedno rješenje koje je s jedne strane dovoljno jednostavno za sve, a s druge strane ima dovoljno funkcionalnosti koje ga čini pogodnim i za osobe koje su se priviknule na sljepoću.

Temeljna ideja je da se konstruira uređaj koji se može ugraditi između fiksne telefonske linije i klasičnog telefona. Jednostavnim i intuitivnim korisničkim sučeljem, uređaj bi omogućavao telefoniranje svim slijepim osobama, naročito starijima, te onima sa smanjenim motoričkim i kognitivnim sposobnostima.

Nedostatak je što je takav uređaj potrebno nositi sa sobom, radi telefoniranja na bilo kojem mjestu te ga spajati s telefonskim aparatom. Mogla bi se izraditi inačica uređaja kojeg ne treba spajati, već bi koristio akustičku vezu. Međutim, ciljana skupina slijepih osoba koje bi mogle koristiti zamišljeni uređaj ionako ima najveću potrebu za telefoniranje od kuće, a oni koji su jako mobilni, najčešće mogu koristiti alternativna rješenja s govornim programima na pametnim telefonima.



### **3.1 Zahtjevi na funkcionalnost**

Prilikom razmatranja potrebnih funkcionalnosti zamišljenog uređaja (govornog telefonskog imenika), jedna od prvih bila je da ne ometa korištenje telefona i telefonske linije neovisno od stanja uključenosti ili isključenosti uređaja. To znači da korisnik i dalje može nazvati nekoga ili se javiti na ulazni poziv kao da imenik i ne postoji. Drugi zahtjev je mogućnost spremanja većeg broja kontakata. Naime, uobičajeni telefonski aparati omogućavaju pohranu 10 do 20 brojeva kontakata. Također, korisnik mora moći sam unijeti kontakt, bilo kada i na koje mjesto u imeniku po svojoj želji. To znači da mora biti moguće premještati i brisati kontakte, te dodavati nove na bilo koje mjesto u imeniku.

Osnovna je funkcionalnost izgovaranje imena kontakta, kad se pregledavanjem dođe do njega. Također bitna je i ali i mogućnost izgovaranja telefonskog broja koji je broj spremljen pod pojedinim imenom. Navedene mogućnosti: pronalaženje željenog kontakta, dodavanje novog kontakta, premještanje kontakta te brisanje kontakta ostvaruju se točno definiranim postupkom. Ne smije se očekivati od korisnika da zna sve procedure napamet, a posebno dok je početnik. Iz tog razloga uređaj mora imati glasovne upute koje korisnika vode kroz korištenje i kroz svaku od opcija.

Također, ukoliko postoji velik broj kontakata u imeniku, potrebna je funkcionalnost brzog pretraživanja. Bilo bi korisno moći imati one najčešće pozivane negdje na početku, a one rjeđe pozivane negdje kasnije. Ipak ako se treba pozvati neki od onih koji se rjeđe pozivaju da ga ne bi tražili predugo, korisno je imati mogućnost listanja uz preskakanje nekoliko kontakata kako bi se brže pronašlo željeni. Također imenik mora biti izveden kružno, što znači da nakon zadnjeg kontakta u imeniku slijedi prvi kontakt.

Navedeno je više funkcija koje imenik mora imati. Iz tog razloga, da ne bi korištenje postalo presloženo, bitno je da postupci za pojedinu opciju i cjelokupno korištenje budu logični i intuitivni. Također, fizičko korisničko sučelje ne smije biti presloženo.

### **3.2 Zahtjevi na fizičko korisničko sučelje**

Cilj je bio napraviti uređaj sa što manje tipki. Pri korištenju je najvažnije „listanje“ imenika, tj. pomicanje po kontaktima u imeniku što se može ostvariti sa dvije tipke (za naprijed i za nazad). Pored toga, potrebna je mogućnost pozivanja/potvrđivanja, odbijanja (npr. snimljenog imena osobe, ili unesenog telefonskog broja), te prekidanje opcije u kojoj se trenutno korisnik nalazi. Sve to se može signalizirati samo pomoću jedne tipke, mijenjajući broj uzastopnih pritisaka na tu tipku (dvoklik, troklik ...). To znači da jednostrukim pritiskom odbijamo ponuđene opcije ili se premještamo iz opcija u kontakte, dvostrukim pritiskom

potvrđujemo opciju na kojoj se nalazimo ili zovemo kontakt, a trostrukim pritiskom prekidamo obavljanje bilo koje funkcije imenika i vraćamo se u kontakte. Na taj način ukupan broj tipki se može svesti je na samo tri.

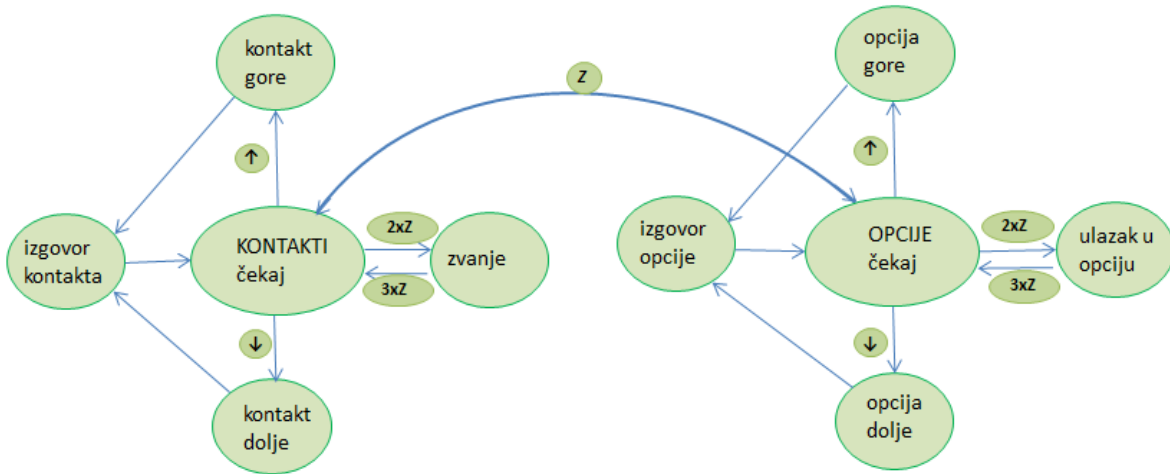
### **3.3 Zahtjevi za prilagodljivost**

Osim navedenih funkcionalnosti, cilj je da se uređaj može biti lagano prilagoditi za bilo koji jezik. Kao prvo, to se ostvaruje time korisnik sam unosi sve svoje kontakte. Jedino što treba prevesti na drugi jezik su glasovne upute koje vode korisnika kroz korištenje. Te glasovne upute kao i svi kontakti nalaze se na SD memorijskoj kartici. Glasovne upute, te imena kontakata su datoteke u .wav formatu koje se mogu snimiti na osobnom računalu u svega nekoliko minuta. Na taj je način vrlo jednostavno prevesti sve glasovne upute na bilo koji jezik. Broj govornih uputa je oko dvadeset pa je prevođenje i vremenski i novčano nezahjevno.

S druge strane, cilj je da uređaj bude što jeftiniji. Također, uređaj je izrađen na „open source“ hardveru kako bi ga kasnije mogao bilo tko sam izraditi, pa čak i onaj tko nema velike inženjerske sposobnosti. Osim toga, programska podrška također je pisana kako bi bila jednostavna za kasniju doradu. Iz tog razloga cijeli uređaj će biti „open source“ kako bi ga možda onaj tko ga ne može kupiti mogao sam izraditi.

## **4 Korisničko sučelje**

Uređaj ima ili tri tipke; „gore“ (↑), „dolje“ (↓) te „zovi“ (Z) ili jednu rotacijsku tipku uz mogućnost pritiska. „Gore“ i „dolje“ služe za pomicanje po imeniku ili po izborniku s opcijama. Višestrukim pritiskom na tipku „zovi“ (Z) ili na rotacijsku tipku također se obavljaju različite funkcije. Pri korištenju uređaja, uređaj vodi korisnika glasovnim uputama nakon svakog pritiska tipke, odnosno izgovara koje mogućnosti korisnik u tom trenutku ima i kako ih može odabrati.



Slika 1. Dijagram stanja Imenika

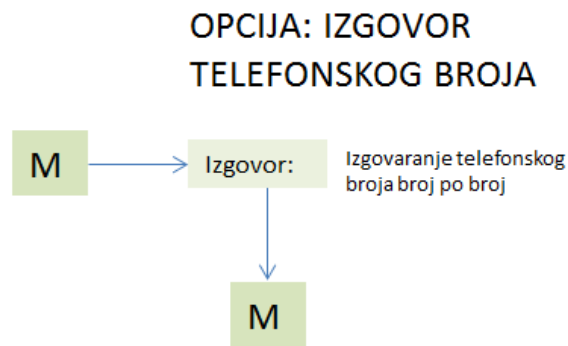
Bazna pozicija je pozicija u listi kontakata, odnosno kontakt na kojem se trenutno nalazimo npr. pozicija 2. „Doktor“. Pomicanjem po imeniku mijenja se trenutna pozicija. Na toj poziciji mogu se obaviti: zvanje, izgovor pripadnog telefonskog broja, brisanje kontakta, premještanje kontakte te unos novog kontakta.

Objašnjenje dijagrama stanja sa slike 1:

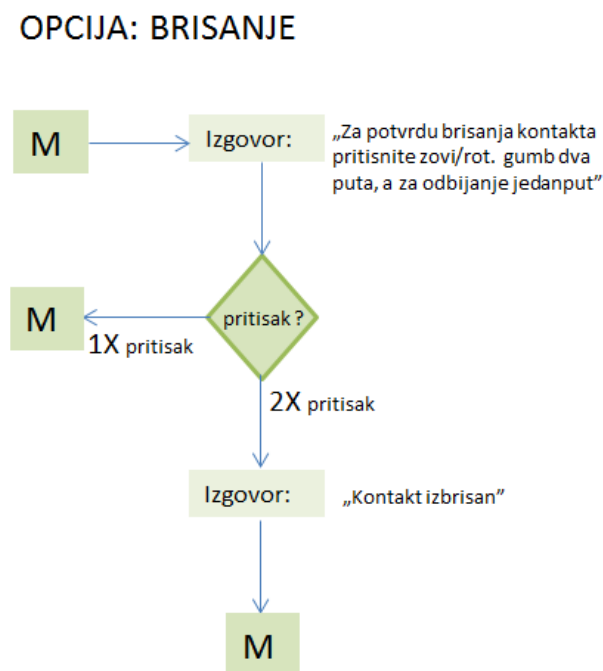
- 1) Na početku nalazimo se na nekom kontaktu u imeniku, u tom stanju ne čujemo naziv kontakta na kojem se nalazimo npr. „Doktor“.
- 2) Pritiskom tipke „gore“ (↑) ili okretajem rotacijske tipke u desno pomiče se pozicija u imeniku za jedno mjesto prema gore u odnosu na trenutnu poziciju i to postaje nova trenutna pozicija, a pritom se izgovara ime kontakta.
- 3) Pritiskom tipke „dolje“ (↓) ili okretajem rotacijske tipke u lijevo pomiče se pozicija u imeniku za jedno mjesto prema dolje u odnosu na trenutnu poziciju i to postaje nova trenutna pozicija.
- 4) Dvostrukim pritiskom na tipku „zovi“ (Z) ili na rotacijsku tipku poziva se trenutni kontakt uz izgovaranje „Zovem“. Nakon što je izgeneriran telefonski broj izgovara se „Podignite slušalicu“. Nakon toga telefonski razgovor može se normalno odvijati.
- 5) Jednostrukim pritiskom na tipku „zovi“ (Z) ili na rotacijsku tipku ulazimo u izbornik „Opcije“. U opcijama je omogućeno listanje opcija također koristeći tipke „gore“ i „dolje“ ili okrećući rotacijsku tipku. Prilikom pomicanja izgovara se trenutna opcija. Dvostrukim pritiskom na tipku „zovi“ (Z) ili na rotacijsku tipku ulazi se u trenutnu opciju. Lista opcija je kružna kao i imenik i ima mogućnosti: „Izgovaranje telefonskog broja“, „Brisanje kontakta“, „Premještanje kontakta“ te „Unos novog kontakta“.

Dijagrame stanja i zvučne snimke *Imenika* koje vode korisnika kroz odabranu opciju prikazani su na slikama 2., 3., 4. i 5. U svim opcijama dvostruki pritisak na tipku „zovi“ (Z) ili rotacijsku tipku znači potvrdu, a jednostruki pritisak znači odbijanje. Ukoliko se u bilo kojem trenutku napravi trostruki pritisak na tipku „zovi“ (Z) ili rotacijsku tipku, izlazi se iz trenutne opcije bez da se ona obavi i *Imenik* se vraća na baznu poziciju, na trenutni kontakt u listi kontakata.

Postojao je problem da se prilikom unosa novog kontakta i tipkanja telefonskog broja istovremeno ne nazove taj isti telefonski broj, pa je odlučeno da se to riješi na način da se na početku i na kraju telefonskog broja unese „\*“. Početna zvjezdica sprječava zvanje, a zadnja služi kao oznaka da je cijeli broj unesen.

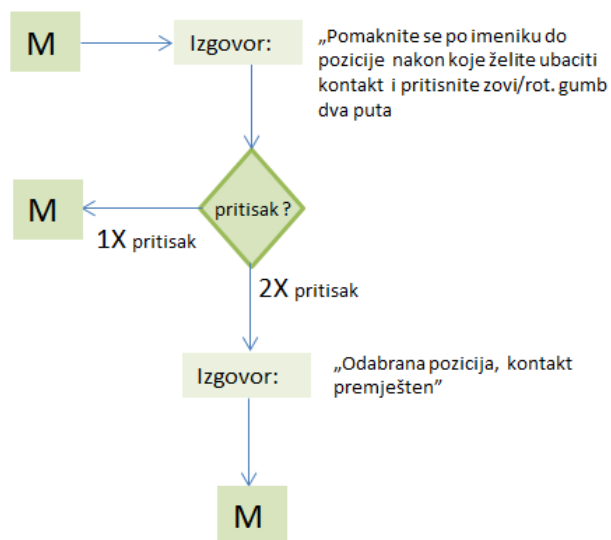


Slika 2. Dijagram stanja opcije „Izgovaranje telefonskog broja“



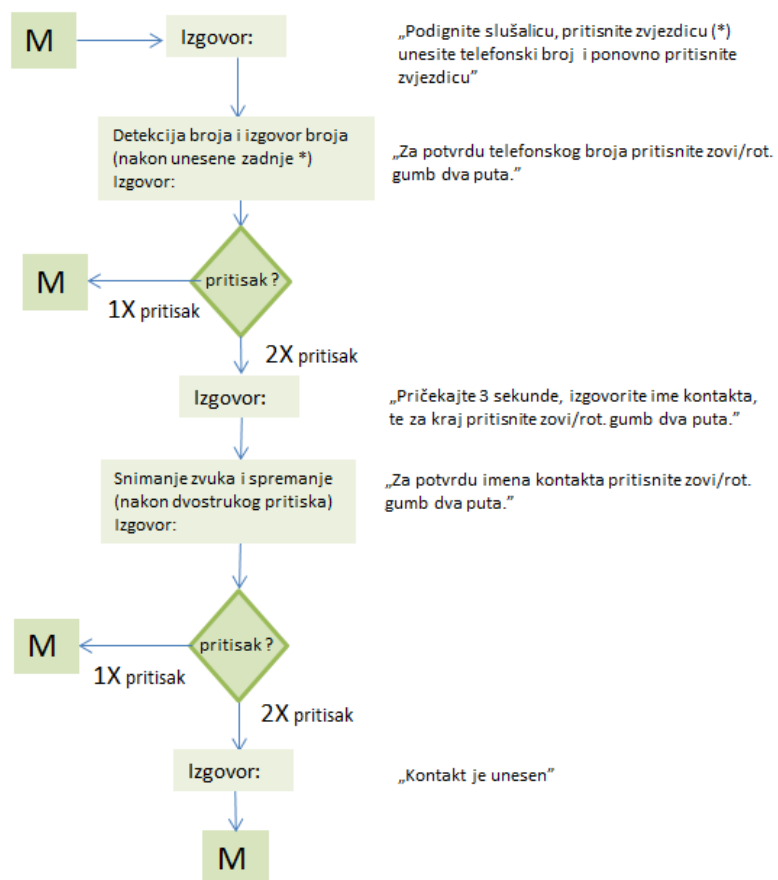
Slika 3. Dijagram stanja opcije „Brisanje kontakta“

## OPCIJA: PREMJEŠTANJE



Slika 4. Dijagram stanja opcije „Premještanje kontakta“

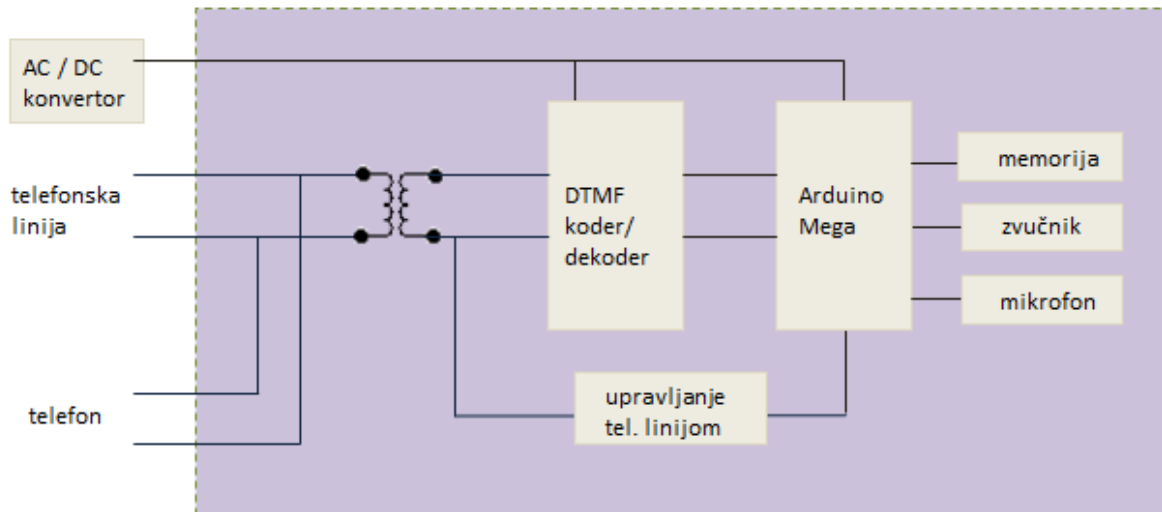
## OPCIJA: UNOS NOVOG KONTAKTA



Slika 5. Dijagram stanja opcije „Unos novog kontakta“

## 5 Sklopovsko rješenje

### 5.1 Osnovna shema uređaja



Slika 6. Shema uređaja s glavnim dijelovima

Na slici 6. prikazani su sastavni dijelovi *Imenika*: *Arduino*, *DTMF koder/dekoder*, zvučnik, mikrofon, memorija (SD kartica), napajanje, te upravljanje telefonskom linijom. *Imenik* je spojen paralelno telefonskoj liniji i telefonu. Na taj način on može „slušati“ što se događa na liniji, odnosno što telefon šalje, i pritom ne smeta prilikom razgovora, dolaznog poziva, ili običnog odlaznog poziva korištenjem samo telefona. Dijeli liniju s telefonskim uređajem i može poslati telefonski broj na liniju umjesto telefona, a kasnije predati poziv telefonu.

### 5.2 MT8880 – DTMF koder i dekoder

Danas većina telefonskih uređaja koristi *DTMF* [4] (eng. *Dual Tone Multiple Frequencies*) standard, odnosno svaki broj prilikom poziva telefonskog broja signalizira se s dvije frekvencije. Dakle kombinacijom dvije frekvencije generirane u isto vrijeme dobijemo *DTMF* tonove (za svaki dobiveni ton i jedna i druga frekvencija su precizno određene). Svi telefonski uređaji koji podržavaju *DTMF* biranje mogu generirati 12 *DTMF* signala koji predstavljaju brojeve 1, 2, ... 9, 0, „\*“ zvjezdicu i „#“ ljestve. Na slici 7. je prikaz odgovarajućih frekvencija za pojedine brojeve. U telefonima postoje odgovarajući integrirani krugovi koji generiraju i dekodiraju frekvencije *DTMF* signala u pripadajuće brojeve.

Low Frequency	697 Hz	1	2	3	A
	770 Hz	4	5	6	B
	852 Hz	7	8	9	C
	941 Hz	*	0	#	D
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz	
	High Frequency				

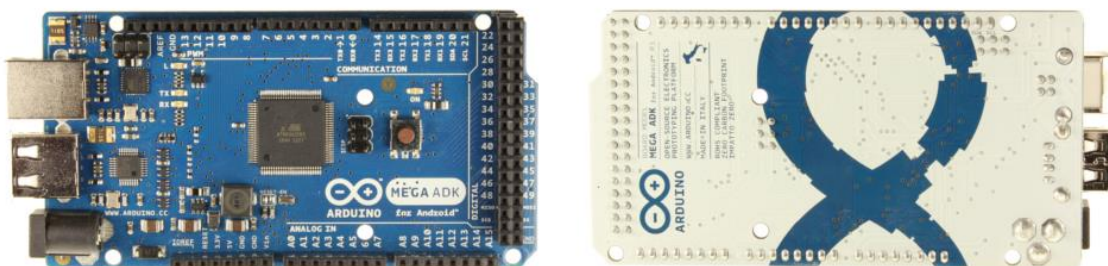
Slika 7. Tablica pridruživanja frekvencija telefonskim simbolima

Iako je početna ideja bila da se ne koristi koder *DTMF* signala smatrajući da nije potreban jer *Arduino* ima mogućnost generiranja signala zadanih frekvencija na svojim pinovima, pokazalo se da signali nastali pulsno širinskom modulacijom (*PWM= Pulse Width Modulation*) na izlaznim pinovima *Arduina* nisu dovoljno čistih frekvencija (zbog viših harmonika), te ih telefonska centrala ne prepoznaje dovoljno pouzdano.

Iz tog razloga umjesto korištenja samo *DTMF* dekodera MT8870 [5] odlučeno je da se koristi MT8880 [6] koji služi i kao koder i dekoder *DTMF* tonova.

### 5.3 Arduino mega

Za izvedbu predloženog rješenja odabrana je „*Arduino*“ platforma. *Arduino* je „*open source hardverska i softverska platforma*“ koja omogućava spajanje računala s fizičkim svijetom.



Slika 8. Arduino Mega

Iako je u početku zamišljeno da se koristi *Arduino Uno* uz kasnije smanjivanje na *Arduino Mini Pro* ili *Nano* zapravo je program narastao toliko da *ATmega328* nema dovoljnu memoriju (32KB). S obzirom da *ATmega2560* [7] dolazi samo u *BGA* pakiranju odustalo se

od korištenja samo integriranog sklopa i izrade ostatka sklopa samostalno. Iz tog razloga kupljen je *Arduino Mega 2560* [8] , a cijeli uređaj napravljen je u obliku „*shield*“ pločice koja se samo natakne na *Arduino Megu*. *Arduino Mega* prikazan je na slici 8.

Neke od glavnih specifikacija *Arduino Mega*-e su:

Mikrokontroler	ATmega2560
Napon napajanja	5V
Ulazni napon (preporučeno)	7-12V
Granice ulaznih napona	6-20V
Digitalni I/O pinovi	54
Analogni ulazni pinovi	16
DC struja kroz I/O Pin	DC Current per I/O Pin 40 mA
DC struja kroz 3.3V Pin	DC Current for 3.3V Pin 50 mA
Flash memorija	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Brzina clocka	16 MHz
USB Host Chip	MAX3421E

#### 5.4 SD kartica

Kako bi stvoreni telefonski imenik bio lako prenosiv i dopunjiv, datoteka u kojoj su zapisani kontakti i pripadni telefonski brojevi je .txt datoteka. zapisa je prikazana na slici 9:

```
001-90981862526#####-018-002-  
002-016632567#####-001-003-  
003-003851676148#####-002-022-
```

Slika 9. Struktura tekstualne datoteke sa podacima o kontaktima

Prvi troznamenasti broj je broj koji označava naziv snimke te red u kojem se nalazi u .txt datoteci. Za telefonski broj je zatim osigurano 20 mjesta. Ukoliko je broj kraći do dvadeset



brojeva ostatak se popunjava sa znakom „#“. Zadnja dva troznamenkasta broja predstavljaju prethodni i sljedeći kontakt (njegovu poziciju u *.txt* datoteci i ime *.wav* snimke. Na taj način je stvorena povezana lista s pokazivačima na sljedeći i prethodni kontakt.

Snimke imena kontakata su *.wav* snimke koje se imenuju po poziciji telefonskog broja u *.txt* datoteci, prvom broju u retku.

Ukoliko se neki kontakt premješta, potrebno je samo promijeniti prethodne i sljedeće kontakte njemu i njemu susjednim kontaktima. Ukoliko se briše kontakt, na njegovu poziciju se upisuju znakovi „?“. Prilikom dodavanja novog kontakta prvo se traži red sa znakovima „?“ te se ako on postoji na tu poziciju se spremi novi kontakt. Ukoliko takav red ne postoji kontakt se sprema iza zadnjeg mjesta u imeniku gdje se dodaje još jedan red.

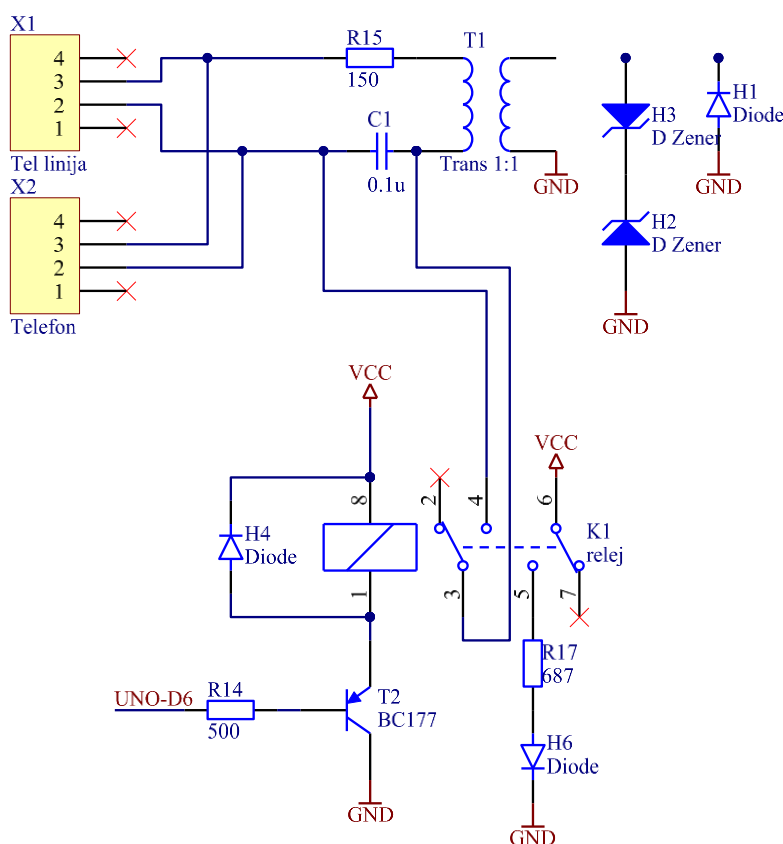
Na ovaj način, broj kontakata je ograničen na 999 kontakata što je procijenjeno kao dovoljno veliki broj kontakata. Ukoliko bi korisnici zahtijevali veći maksimalan broj kontakata, moguće je, uz malo izmjena u strukturi, povećati maksimalan broj kontakata.

S obzirom da *Arduino Mega* nema utor za SD karticu, kupljen je *Wireless* pločica [9] koja na sebi ima utor za SD karticu. Umjesto *Wireless* može se koristiti i *Ethernet shield* [10], ali je bitno da ima utor za SD karticu. Komunikacija sa SD karticom obavlja se *SPI* ( *eng. Serial Peripheral Interface* ) protokolom. Postoji provjerena *SD* biblioteka [11] dostupna na stranicama *Arduino projekta* koja omogućuje rad sa SD karticom. Ona je korištena u ovom slučaju za stvaranje i editiranje *.txt* datoteke.

Osim *.txt* datoteke, na SD kartici se nalaze još i glasovne upute koje su unaprijed snimljene i reproduciraju se u određenim trenucima izvođena programa. Također, na kartici se nalaze i *.wav* snimke koje korisnik snima kao imena kontakata.



## 5.5.1 Odvajanje od telefonske linije



Slika 11. Uvećani dio slike 10.; shema dijela uređaja koji je zadužen za odvajanje telefonskog imenika od telefonske linije

Na slici 11. prikazano je spajanje *Imenika* i telefona na telefonsku liniju. *Imenik* je „kutija“ koja se spoji između telefona i telefonske linije, tako da na njenom kućištu postoje dva priključka (za telefon i liniju). Napajanje je izvedeno AC/DC ispravljačem na napon od 7 do 12 V. S obzirom da se sve u krugu napaja s 5 V, pločica *Arduino Mega* ulaznih 7-12 V smanjuje na 5 V te se one dalje razvode po krugu.

*Imenik* je galvanski odvojen od telefonske linije i telefona preko audio transformatora 1:1 koji ima impedanciju  $300\Omega$  kako bi nadomještavao „postojanje“ telefona na liniji. Pri normalnom radu (spuštenoj slušalici) zbog kondenzatora koji se nalazi u liniji nema DC komponente struje. Ako se kondenzator kratkospoji, poteče istosmjerna komponenta struje, telefonska centrala to primijeti i protumači kao dizanje slušalice. Kad je slušalica spuštena, telefonska centrala na liniji održava oko  $48 V_{DC}$ , a kad se slušalica digne centrala spusti napon na, u teoriji,  $6 V_{DC}$ , ali je uglavnom 6 do  $15 V_{DC}$ .

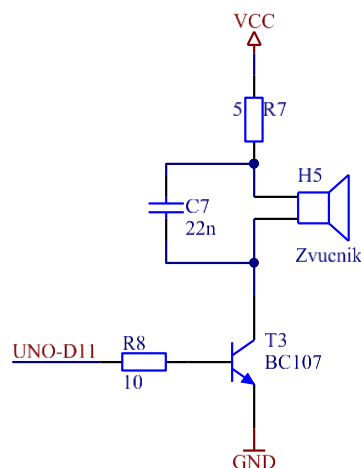


pročitati broj iz registra kako bi se prekid resetirao i omogućio detekciju novog broja. Izlazni pinovi *MT8880 D0, D1, D2 i D3* na kojima je *BCD* zapis prepoznatog broja dovode se na digitalne ulazne pinove *Arduina*.

Prilikom pozivanja telefonskog broja nakon odabira željenog kontakta na pinove *D0* do *D3* pošalje se *BCD* kod željene znamenke te se postavljanjem pinova *RS0* i *R/W* signalizira da se radio generiranju tonova. Pritom se generirani signali nalaze na pinu *TONE*. Prilikom generiranja *TONE IRQ* služi kako bi se detektirao kraj emitiranja pojedine znamenke i omogućilo emitiranje sljedeće.

Sklopu *MT8880* je potrebno izvana spojiti kristal oscilator od 3.579545 MHz. Pin *CS* koji kaže da je odabran ovaj sklop kao i pin  $V_{SS}$  su spojeni na uzemljenje, dok je  $V_{DD}$  spojen na napon napajanja  $V_{CC}$  koji iznosi 5 V. Pinovi *St/Gt, Est, FI2, IN+, V<sub>ref</sub>* i *TONE* spojeni su prema preporuci proizvođača.

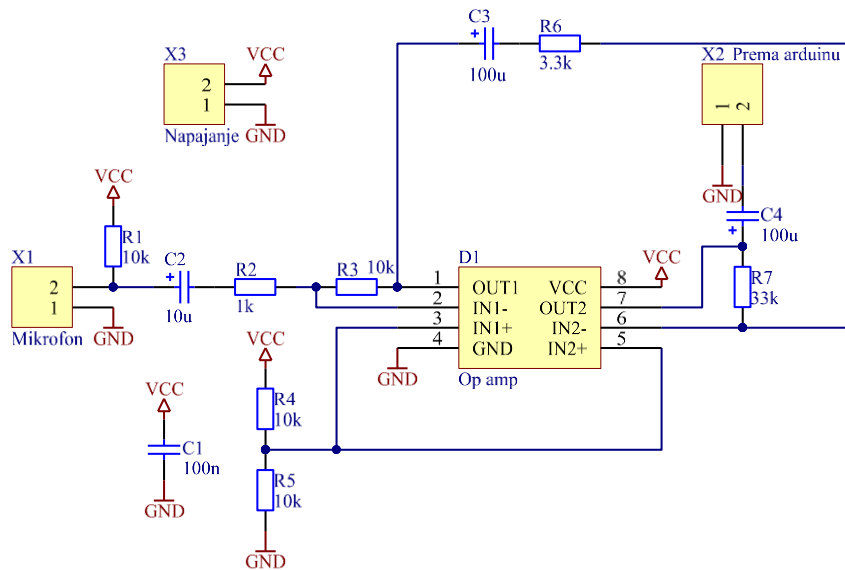
### 5.5.3 Mikrofon i zvučnik



Slika 13. Shema dijela uređaja koji služi za reprodukciju zvuka

Za emitiranje glasovnih uputa potreban je zvučnik. Razmatrana je mogućnost da se koristi zvučnik slušalice i da korisnik sve sluša s podignutom slušalicom. Ipak, u tom slučaju javio se problem jer ukoliko je telefonska linija predugo otklopljena, telefonska centrala zaključi da se radi o grešci i počne emitirati zvučne signale koji smetaju izvršavanju funkcije. To se moglo riješiti odspajanjem telefonske linije no to bi samo zakompliciralo električnu shemu jer bi postojala potreba za još jednim relejem. S druge strane bolja je opcija ukoliko se stavi vanjski zvučnik, ne samo zbog jednostavnosti nego i iz razloga što korisnik u tom slučaju ima dvije slobodne ruke umjesto da u jednoj drži slušalicu. Snimka se pomoću *PWM* modulacije šalje na izlazni pin *Arduina*. Obzirom da *Arduino* ne može dati dovoljno veliku struju da

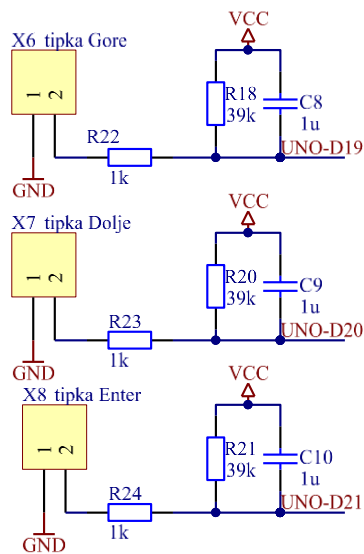
zvučnik bude dovoljno glasan, dodan je tranzistor u funkciji jednostavnog pojačala kako bi se omogućila veća maksimalna struja kroz zvučnik.



Slika 14. Shema mikrofona

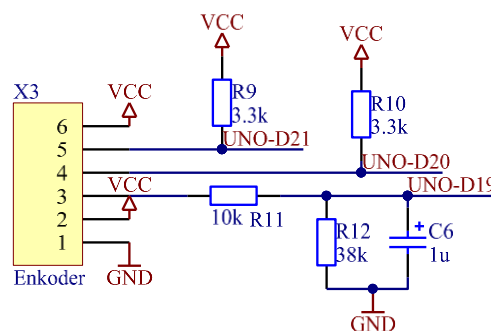
Iz istog razloga iz kojeg se odustalo od korištenja zvučnika iz telefonske slušalice se odustalo i od korištenja mikrofona iz telefonske slušalice. Zasebni mikروفon, koji se nalazi u kućištu *Imenika*, se dovodi na operacijsko pojačalo i to dva puta, kao što je prikazano na slici 14. Kao operacijsko pojačalo se koristi LM358 [12] koji sadrži dva jednaka pojačala. Nakon toga izlaz iz drugog pojačala *OUT2* vodi se na analogni ulazni pin *Arduina*. Taj signal snima se i sprema u obliku *.wav* datoteke. Električni krug za mikروفon izveden je na posebnoj pločici kako bi se mogao kasnije lakše nadograđivati, te mu je zbog toga potrebno dovesti i napajanje preko dva vanjska pina s *Arduina*.

## 5.5.4 Tipke



Slika 15. Shema uređaja sa tri tipke; shema električnih krugova za tipke

Na slici 15. prikazana je shema u kojoj se koriste 3 tipke: „gore“ (naprijed), „dolje“ (nazad) i „zovi“ (potvrda, odbijanje itd). Sve tri tipke spojene su analogno preko otpornog dijelila i jednog kondenzatora koji služi za smanjenje istitravanja. Svaka tipka dovedena je na poseban digitalni pin *Arduina* na kojem postoji mogućnost izazivanja prekida. Na taj način moguće je u svakom trenutku detektirati pritisak bilo koje od tipki, a time i ubrzati i pojednostaviti korištenje uređaja.



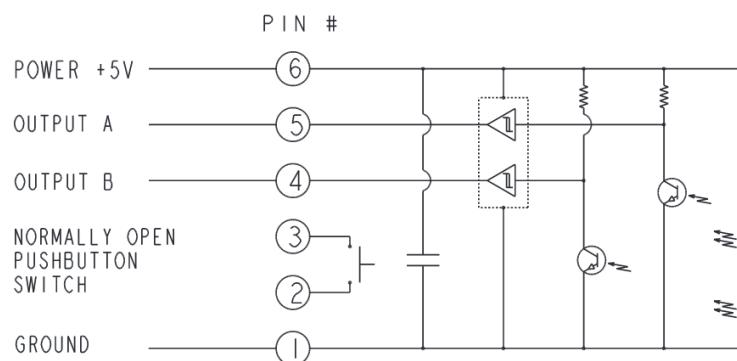
Slika 16. Shema uređaja s rotacijskim gumbom; shema električnog kruga za pinove enkodera

Druga inačica korisničkog sučelja napravljena je korištenjem jedne rotacijske tipke [13] koja ima mogućnost pritiska. Na taj način umjesto tri tipke postoji samo jedna tipka. Ona na sebi ima enkoder pomoću kojeg se određuje smjer i iznos pomaka prilikom vrtnje. Tipka ima šest žica od kojih su dvije za napajanje.

Pinovi 4. i 5., slika 16., spojeni su preko „pull-up“ otpornika na ulazni napon od 5 V. U krugu se nalazi i fototranzistor koji provede struju kada ga obasja svjetlost. Na rubu koluta

enkodera napravljene su pukotine kroz koju može proći svjetlost. Kako je s jedne strane koluta svjetleća dioda, a s druge strane fototranzistor, moguće je znati koliko je prošlo pukotina na kolutu između svjetleće diode i fototranzistor ako promatramo promjene napona na pinovima 4. i 5. Promatrajući samo jedan pin, na primjer pin 4, može se znati pomak enkodera. Pukotine na kolutu enkodera napravljene su u dva reda tako da se pukotine iz jednog reda ne poklapaju u potpunosti s pukotinama iz drugog reda. Tako je moguće promatranjem naponskih razina na oba pina, i pin 4 i pin 5, znati i apsolutni iznos pomaka i smjer u kojem se enkoder okrenuo.

Za prepoznavanje pritisnutosti tipke korišten je pin 3 na slici 17. Pritiskom tipke se pinovi 2 i 3 kratkospoje čime se na digitalni pin 19 na *Arduinu* dovodi visoka naponska razina.



Slika 17. Shema pinova rotacijskog gumba s enkoderom. (Preuzeto s [13])

S enkodera su tri od šest žica dovedene su na ulazne pinove arduina koji imaju mogućnost generiranja prekida.

## 6 Programska potpora

*Arduino Mega* programira se *Arduino* razvojnim okruženjem *Arduino 1.0.5*. To je „*open source*“ razvojno okruženje s inačicom C/C++ jezika. Omogućuje jednostavno prevođenje te programiranje programa na ATmega2560 koji već dolazi sa „*bootloaderom*“ na sebi.

Osim standardnih biblioteka, koristi se i gore navedeni *SD Library* za pisanje i čitanje sa SD kartice na kojoj se spremaju telefonski brojevi te snimke imena kontakata. Također koristi se i *TMRPCM Library* [14] za reproduciranje snimaka sa SD kartice i za snimanje zvuka na karticu. *TMRpcm Library* je još u fazi testiranja i nije dostupan na stranicama *Arduino* projekta. S obzirom na to moralo se malo izmijeniti kôd te biblioteke kako bi se ona mogla koristiti konfiguraciji hardvera koju smo imali (*Arduino Mega + Wireless shield odnosno*



*Arduino Mega + Ethernet shield*). Iako se pokušalo sklopovski riješiti istitravanje prilikom pritiska tipki, dodan je još i dio koda koji ne dopušta pozivanje prekida unutar određenog perioda i tako programski rješava istitravanje.

## 6.1 Struktura programa

Program je sastavljen od dva glavna dijela. U prvom dijelu postavljaju se početna stanja na pinovima za upravljanje vanjskim elementima uređaja, te zastavice kojima se definiraju stanja u programu.

Drugi dio programa vrti se u beskonačnoj petlji. Na početku petlje ispituju se zastavice i iz njih se određuje u kojem se stanju uređaj trenutno nalazi. Ovisno o stanju program obavlja određene zadatke te se nakon obavljanja zadataka vraća na početak petlje. Neki zadaci kao što su snimanje, premještanje i brisanje kontakta podijeljeni su u više blokova zadataka jer su zbog svoje složenosti predugački i moglo bi doći do većih promjena zastavica za vrijeme njihovog izvršavanja. Kako se nakon svakog izvršenja bloka ispituje stanje zastavica, dijeljenjem većih blokova u manje reakcija programa na promjenu zastavica dogoditi će se dovoljno brzo da ne utječe na funkcionalnost samog programa.

## 6.2 Snimanje i reproduciranje zvuka

Za rad sa zvukom korištene su dvije programske biblioteke: *SD*, te *TMRpcm*. Obje biblioteke su „open source“. U biblioteci *SD* definirane su funkcije za osnovni rad sa *microSD* karticom. U biblioteci *TMRpcm* napravljene su funkcije za snimanje i reproduciranje zvuka. Snimljeni zvuk je formatiran u 8 bitnom *.wav* formatu s frekvencijom uzorkovanja 8 kHz. Takva svojstva trebaju imati i snimke snimljene na računalu koje će reproducirati biblioteka.

Snimanje se obavlja tako da se određenom frekvencijom uzimaju analogne vrijednosti na unaprijed određenom pinu *Arduina*. Nakon što se dobije analogna vrijednost ona se sprema u datoteku koja se na kraju snimke pretvara u *.wav* datoteku

Reproduciranje zvuka se obavlja slično kao i snimanje, samo što se iz *.wav* datoteke uzimaju podaci i šalju se na izlaze iz *Arduina* modulirani PWM modulacijom.

Kako biblioteka *TMRpcm* nije testirana nije baš najbolje dokumentirana, ponašanje funkcije za snimanje kontakta nije iskorišteno onako kako je bilo planirano. Naime pri pozivu funkcije je potrebno pričekati neko vrijeme prije nego što funkcija počne snimati analognu vrijednost s pina.

### 6.3 Prekidni potprogrami

U programu postoje četiri prekidna potprograma. Trima prekidnim potprogramima uvijek su omogućena da se aktiviraju, dok se izvršavanje četvrtog potprograma omogućuje samo u stanju gdje korisnik mora unijeti telefonski broj u imenik. U prekidnim potprogramima se prvo onemogućuje poziv ostalih prekidnih potprograma, zatim se postavljaju potrebne zastavice i na kraju se ponovo omogućuje poziv ostalih prekidnih potprograma. Glavni program provjerava zastavice i ovisno o stanju zastavica izvršava određenu funkciju.

Pomoću prva dva prekidna potprograma omogućeno je listanje kroz telefonski imenik, dok treći prekidni potprogram omogućuje biranje opcija. Četvrti prekidni potprogram omogućuje prepoznavanje, spremanje i izgovaranje znamenki koje su unesene na telefonu prilikom unosa broja u telefonski imenik.

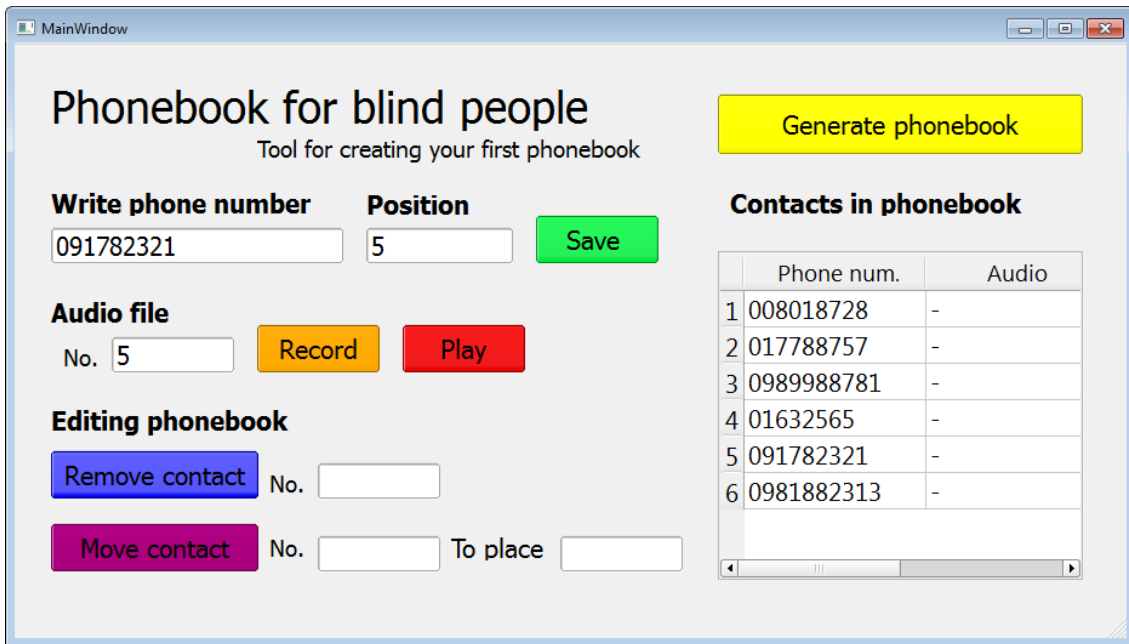
### 6.4 Grafičko sučelje za početno stvaranje imenika

Napravljeno je grafičko sučelje koje omogućava jednostavan unos velikog broja kontakata. Ideja je da se pomoću njega stvori veliki imenik na početku, kako korisnik ne bi morao odjednom unositi i snimati velik broj snimaka preko samog uređaja.

Napravljeno je sučelje za osobu koja dobro vidi te za slabovidnu osobu. Oba sučelja su prikazana na slikama 18. i 19. Kod sučelja za slabovidne jedina je razlika u izgledu jer su svi gumbi i svi znakovi povećani. Gumbi su također obojani u različite i što intuitivnije boje.

Mogućnosti su: unos broja na željenu poziciju, te kasnije brisanje ili premještanje. Također, moguće je odmah za taj broj ili kasnije za neki broj koji već postoji u imeniku snimiti i pripadajuću .wav snimku koja će se automatski imenovati.

U prozoru s desne strane prikazuju se telefonski brojevi u redosljedu po prioritetima, te postoji li snimljena audio snimka za njih. Kad smo unijeli sve kontakte, pritiskom na gumb „*Generate phonebook*“ generira se .txt datoteka koja je ima strukturu potrebnu za telefonski imenik kako je prethodno opisano. Ta datoteka se zajedno sa svim .wav snimkama prebacuje na SD karticu i uređaj se može koristiti jednako kao da su svi kontakti uneseni na samom uređaju.



Slika 18. Grafičko sučelje programa za stvaranje imenika na računalu. Verzija za slabovidnu osobu



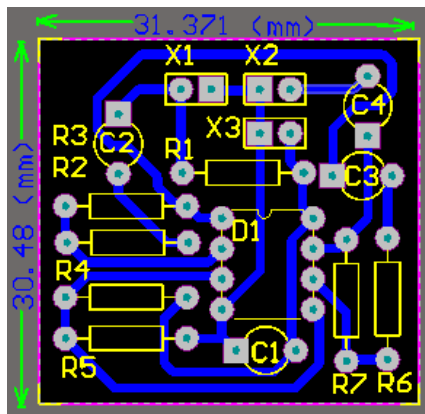
Slika 19. Grafičko sučelje programa za stvaranje imenika na računalu. Verzija za običnu osobu

## 7 Izrada uređaja

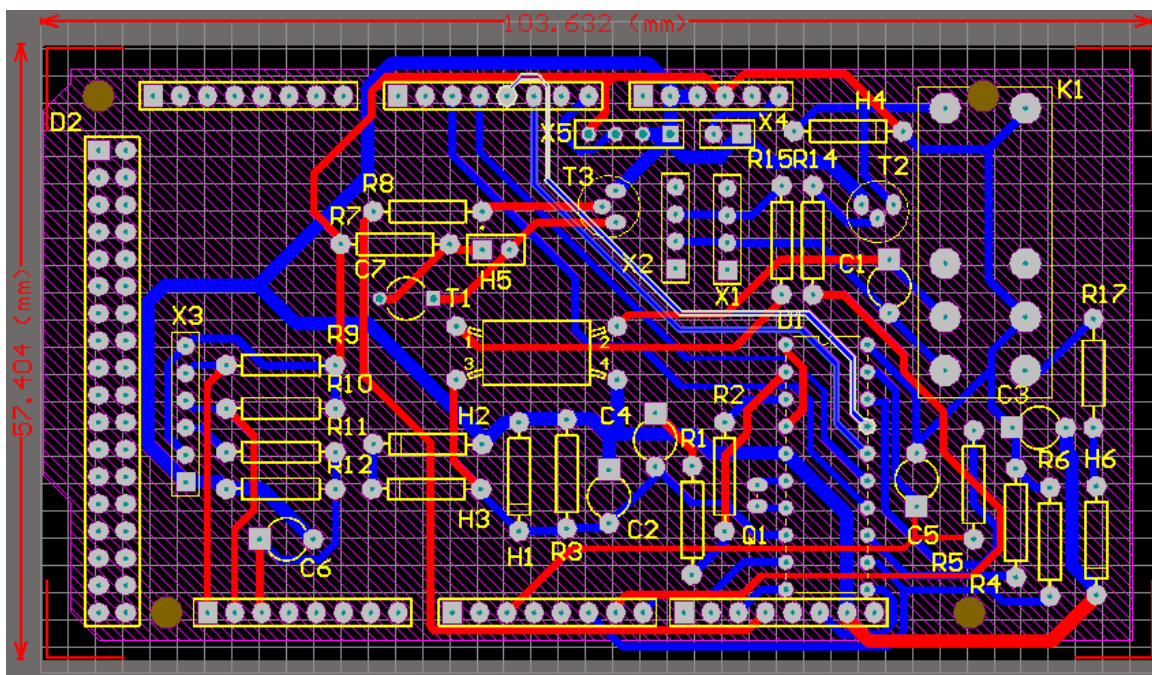
### 7.1 Izrada tiskane pločice

Cijeli uređaj sastoji se od dvije gotove kupljene pločice: *Arduino Mega* je obvezna pločica, dok je između *Ethernet shield-a* ili *Wireless shield-a* moguć izbor jer je od obje pločice korišten samo utor za *SD* i *driver-i* karticu.za *Arduino* koji na sebi imaju ugrađene utore i *drivere* za *SD* karticu. Osim dvije kupljene pločice napravljene su još dvije. Jedna od njih je mikروفon čija je shema prikazana na slici 20., a druga je cijeli sklop uređaja koji je prikazan na slikama 21. i 22.

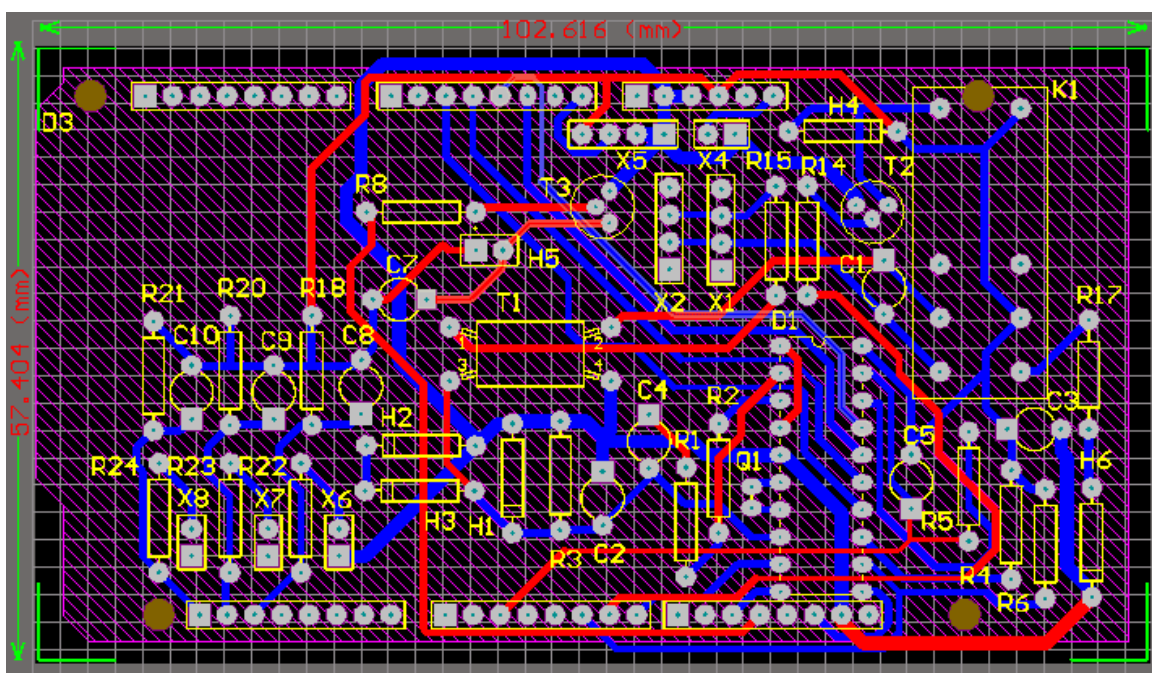
Pločica sa cijelim sklopom projektirana je da se samo natakne na *Ethernet shield* ili *Wireless shield* koji je već nataknut na *Arduino Megu*. Na taj način zapravo postoje tri sloja jedni na drugima. Pločica s mikrofonom je slobodna i samo je sa četiri žice povezana s pločicom s uređajem. Prikaz vodova i položaja komponenata pločice s mikrofonom je prikazana na slici 20. Prikazane su dvije varijante pločice sklopa; ovisno o vrsti sučelja, sa rotacijskom tipkom, slika 21, i s tri tipke, slika 22.



Slika 20. Dizajn pločice za mikروفon

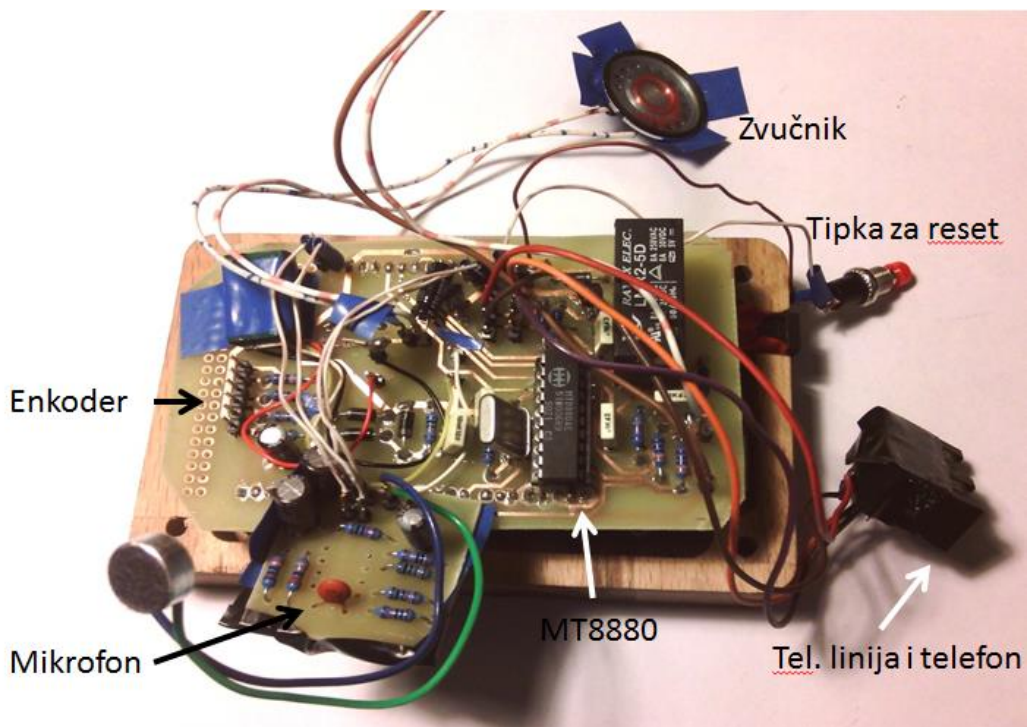


Slika 21. Dizajn pločice za sklop s rotacijskim gumbom

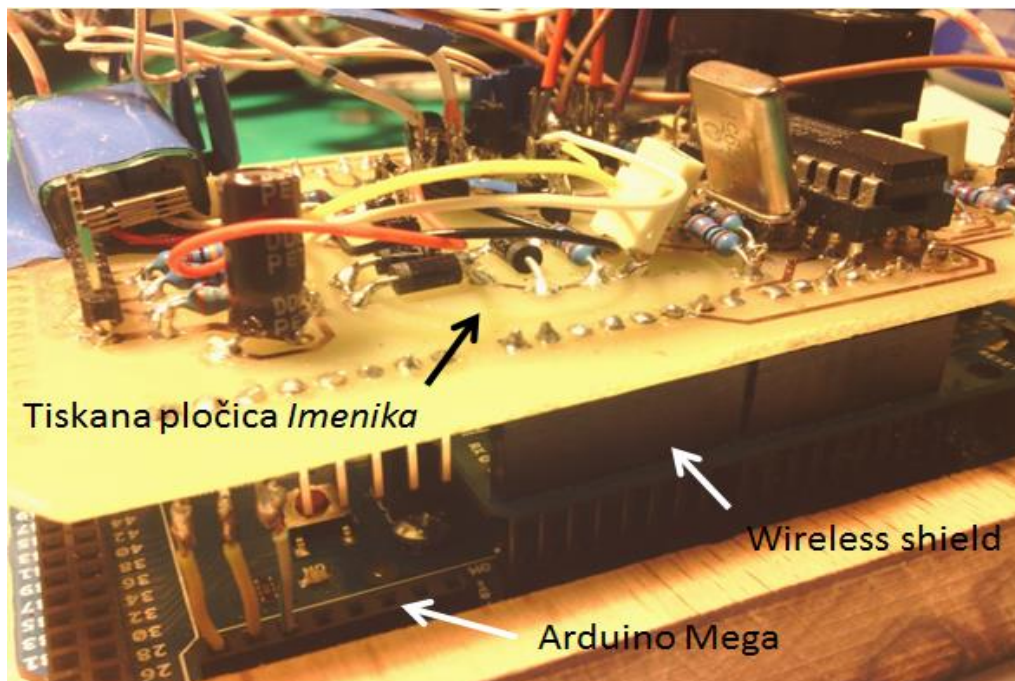


Slika 22. Dizajn pločice za sklop s tri gumba

Na slikama 23. i 24. prikazane su izrađene pločice na koje su postavljene komponente. Taj sklop je gotovi sklop za koji je bilo potrebno osmisлити i napraviti kućište.



Slika 23. Napravljena pločica sa spojenim komponentama (verzija s enkoderom)

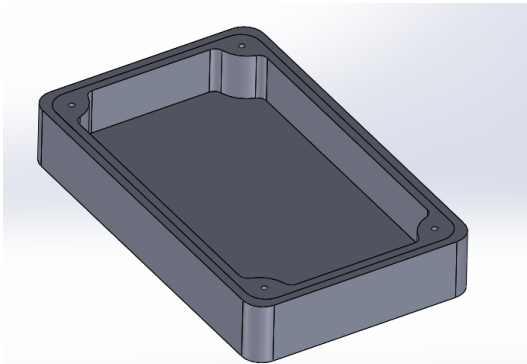


Slika 24. Pločica s komponentama spojena na *Wireless shield* koji je spojen na *Arduino Mega*

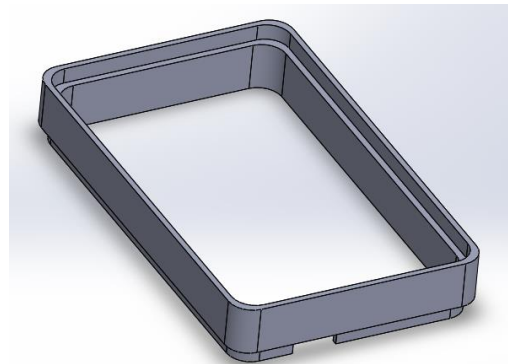
## 7.2 Izrada kućišta

Kućište je projektirano u programu za 3D modeliranje *Solidworks*. Dimenzije kućišta prilagođene su veličini izrađenih tiskanih pločica, te su vanjske dimenzije kućišta 130x80x80 mm. Kutija je rađena od više slojeva. Na taj način bilo ju je moguće izglodati na *CNC* (*computer numerical control*) glodalici te kasnije napraviti dodatne bočne rupe. Sastavljena je od četiri dijela kako bi se kasnije lako mogla rastavljati u slučaju da se *SD* kartica želi izvaditi ili doradivati program.

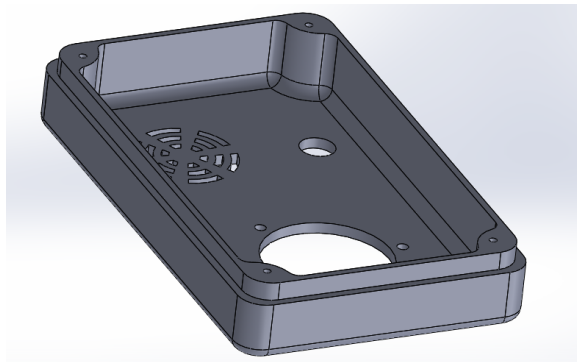
Modeli pojedinih dijelova prikazani su na slikama 25., 26. i 27.



Slika 25. Model donjeg dijela kutije telefonskog imenika



Slika 26. Model donjeg srednjeg dijela kutije telefonskog imenika



Slika 27. Model gornjeg dijela kutije telefonskog imenika s rupama za zvučnik, mikrofon i rotacijski gumb

Na gornjem poklopcu nalazi se jedan rotacijska tipka ili tri tipke, zvučnik, mikروفon i jedna svjetleća dioda. S bočne strane nalaze se tri utora *RJ11*, slika 28, za telefonske kablove, utičnica za napajanje iz AC/DC ispravljača te tipka za *reset*.



Slika 28. RJ11 utičnica kojom se spajaju *Imenik*, telefon te utičnica u zidu (preuzeto s [15])



Slika 29. Priključak za napajanje *Imenika* (preuzeto s [16])

Dva napravljena sučelja prikazana su na slikama 30. i 31.



Slika 30. i Slika 31. Napravljena dva modela govornog telefonskog imenika, s tri gumba i s rotacijskim gumbom.

### 7.3 Korištenje uređaja

Potrebno je uređaj spojiti paralelno fiksnom telefonu. To znači da je potrebno žicu iz fiksnog telefona premjestiti s telefona na uređaj, a s dodatnom žicom povezati međusobno telefon i uređaj. Također, potrebno je priključiti vanjski AC/DC ispravljač (s  $230 V_{AC}$  na  $7-12 V_{DC}$ , u utikačem promjera 2.1 mm, slika 29).

S obzirom da je uređaj paralelno spojen telefonu, on ne smeta niti dolaznim niti odlaznim pozivima koji se odvijaju preko fiksnog telefona.



Uređaj je moguće koristiti i samostalno, no ono za što je potrebno ipak imati fiksni telefon je prilikom unosa telefonskog broja, za unos samog broja, te za razgovor tijekom kojeg je potrebna telefonska slušalica.

## **8 Ispitivanje korisničkog sučelja uređaja**

Odlučeno je ispitati uređaj na slijepim osobama kako bi se istražilo koliko je uređaj svojom funkcionalnošću i korisničkim sučeljem pogodan za slijepu osobu. Također, željelo se istražiti za koju skupinu slijepih osoba bi govorni telefonski imenik bio najprikladniji.

U suradnji s Hrvatskim savezom slijepih, koji je uključio i Udrugu slijepih dobili smo kontakte 14 slijepih ili slabovidnih osoba za koje su procijenili da bi mogli biti dobri kandidati za ispitivanje uređaja. Nakon kontaktiranja osoba njih 11 je pristalo i bilo u mogućnosti sudjelovati u istraživanju. Od toga šest ih je bilo starije od 50 godina, a pet mlađe od 50 godina.

Iako je 11 ispitanika relativno mali broj ispitanika iz koje je teško dobiti statistički značajne rezultate pregledom sličnih istraživanja na slijepim osobama [17], [18],[19] i [20] uočeno je da je i u njima broj ispitanika također malen (ispod dvadeset ispitanika).

### **8.1 Početna anketa**

Cilj početne ankete je bio saznati profil osobe, navike vezane za telefoniranje, te stavove vezane za probleme postojanja prilagođenih uređaja za slijepu osobu. Prikupljeni podatci će poslužiti za stvaranje grupe slijepih osoba na temelju određenih karakteristika.

Anketa se sastojala od tri dijela: osobnih podataka, pitanja vezanih za trenutni način telefoniranja, te na kraju općenitih pitanja vezanih za život slijepu osobu. Kod osobnih podataka najviše nas je zanimala dob osobe, je li osoba slabovidna ili slijepa, te koliko dugo. Također željeli smo znati da li se kroz svoje zaposlenje i u životu složila računalima i drugim složenim tehničkim napravama, te zna li i koristi li se Brailleovim pismom. Kod općenitih pitanja zanimali su nas i stavovi o cijenama uređaja za slijepu i slabovidnu osobu, te senzibiliziranosti proizvođača i inženjera za slijepu i slabovidnu osobu pri izradi novih uređaja.

Dio ankete vezan za trenutni način telefoniranja sastojao se prvo od određivanja u koju kategoriju se kandidat može svrstati. Predloženo je nekoliko kategorija:

1. obični mobitel s tipkama
2. mobitel s glasovnim izgovaranjem

3. pamtim napamet brojeve i tipkam svaki broj na telefonu
4. imam svoj imenik (na papiru, kaseti, CD-u, računalu itd.), ali tipkam brojeve sam
5. kućni telefon s memorijom

Moguće je da ista osoba pripada u dvije kategorije ili pak da definira neku novu kategoriju koja nije unaprijed predviđena.

Zatim nas je zanimala količina telefonskih brojeva koje korisnici znaju napamet, broj kontakata koje imaju pohranjene u telefonskom imeniku, vrijeme potrebno da nazovu kontakt ili dodaju novi kontakt, učestalost zvanja pogrešnog kontakta, zahtjevnost trenutnog sučelja za telefonski imenik koji koriste te samostalnost pri korištenju telefona. Također, ukoliko nisu zadovoljni trenutnim načinom zvanja zanimali su nas problemi koji im se javljaju, te imaju li neku ideju kako bi se ti problemi mogli riješiti. Također, tražili smo ih da procijene postoji li potreba za stvaranjem uređaja koji bi omogućio jednostavnije telefoniranje kod slijepih osoba, te da procijene kolika bi bila realna cijena tog uređaja u odnosu na druge uređaje i naprave za slijepe osobe. Ova anketa prikazana je u Prilogu 1.

## **8.2 Postupak ispitivanja**

Prilikom telefonskog kontaktiranja kandidata za dogovor oko ispitivanja pojavio se problem što neki od potencijalnih ispitanika nisu posjedovali fiksnu telefonsku liniju kod kuće. To je uglavnom bilo iz razloga što žive sami, a ne snalaze se sa fiksnim telefonima, te više nisu imali potrebu za istim. U tim slučajevima ispitivanje je provedeno u prostorijama Hrvatskog saveza slijepih, početnu anketu preko telefona.

Jedno ispitivanje sastojalo se od više dijelova. Prvo bi se predstavili autori te se ispričala pozadinska priča iza uređaja kako bi kandidatima bila jasna svrha i način testiranja. Nakon toga provedena je početna anketa. Slijedilo je testiranje jednog sučelja, a zatim i drugog sučelja. Na kraju je provedena završna anketa.

Na početku ispitivanja detaljno je objašnjeno funkcioniranje uređaja, kako se preslušavaju kontakti, kako se ulazi i izlazi iz opcija, kako se poziva kontakt, te kako se koriste pojedine opcije. Samo testiranje sastojalo se od tri glavna dijela: zvanja kontakta, unosa novog kontakta, te brisanja kontakta. Za svaki od ova tri dijela kandidat je prvo zajedno s ispitivačem pozivao, unosio ili brisao kontakt. To se ponavljalo sve dok kandidat nije bio spreman sam to napraviti bez pomoći ispitivača. Mjerilo se vrijeme, broj pitanja i broj pokušaja (zvanja, unosa i brisanja). Nakon toga mjerilo se vrijeme potrebno da korisnik pronađe osobu u imeniku i nazove ju, snimi novi kontakt, te pobriše snimljeni kontakt.

Opisani postupak napravljen je za prvo sučelje. Za drugo sučelje ovo se provodilo samo za zvanje kontakta. Nakon toga korisnika bi se još provelo kroz korištenje ostalih opcija (izgovor telefonskog broja te premještanje kontakta). Kod drugog sučelja nije se sve mjerilo kao i u prvom uglavnom zbog težnje da ispitivanje bude kraće (s obzirom da se radilo uglavnom o starijim osobama). Cilj je bio da se eksperimentalno utvrdi koje je sučelje bolje i u kojem smislu. Kao prvo sučelje koristilo se sučelje s rotacijskom tipkom zbog procjene da je taj način brži (što se kasnije pokazalo točnim).

Tablice za upisivanje rezultata prikazane su u Prilogu 2.

### **8.3 Završna anketa**

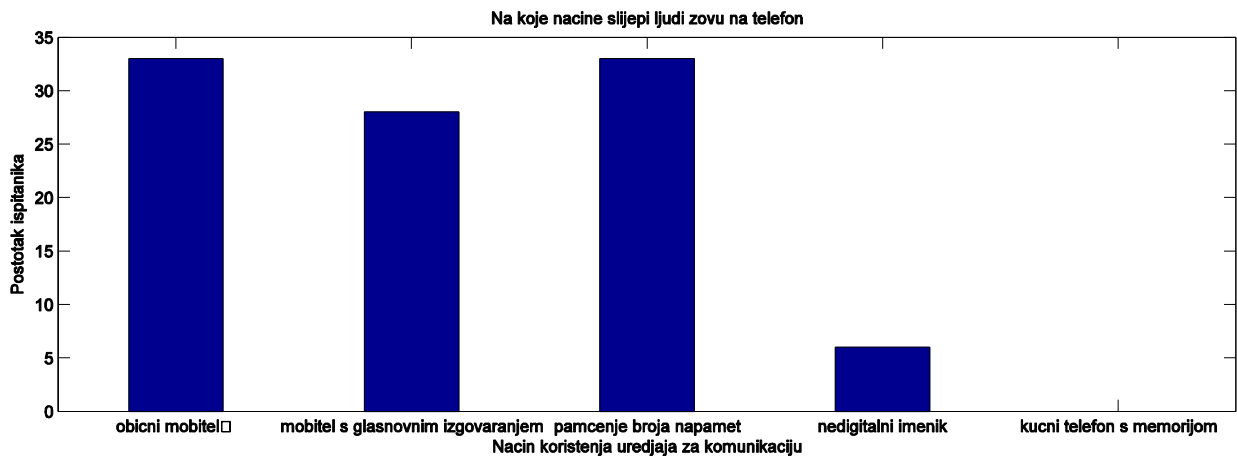
Izlazna anketa provodila se nakon testiranja. Cilj joj je bio ustanoviti zadovoljstvo ispitanika uređajem, odnosno stavove kandidata o ponuđenom uređaju kao rješenju telefoniranja kod slijepih (starijih) osoba.

Sadržavala je samo nekoliko pitanja: je li *Imenik* ispunio njihova očekivanja i ako nije zašto, odnosno što bi po njihovom mišljenju trebalo poboljšati. Zatim, bi li mogli/htjeli koristiti *Imenik* u svakodnevnoj uporabi, koje su prednosti *Imenika* u odnosu na njihov trenutni način telefoniranja, te da procijene prihvatljivu cijenu ovog uređaja. Također, trebali su se odlučiti koje im je sučelje jednostavnije, koje logičnije te za koje bi se u konačnici odlučili. Ova anketa prikazana je u Prilogu 3.

## **9 Rezultati ispitivanja**

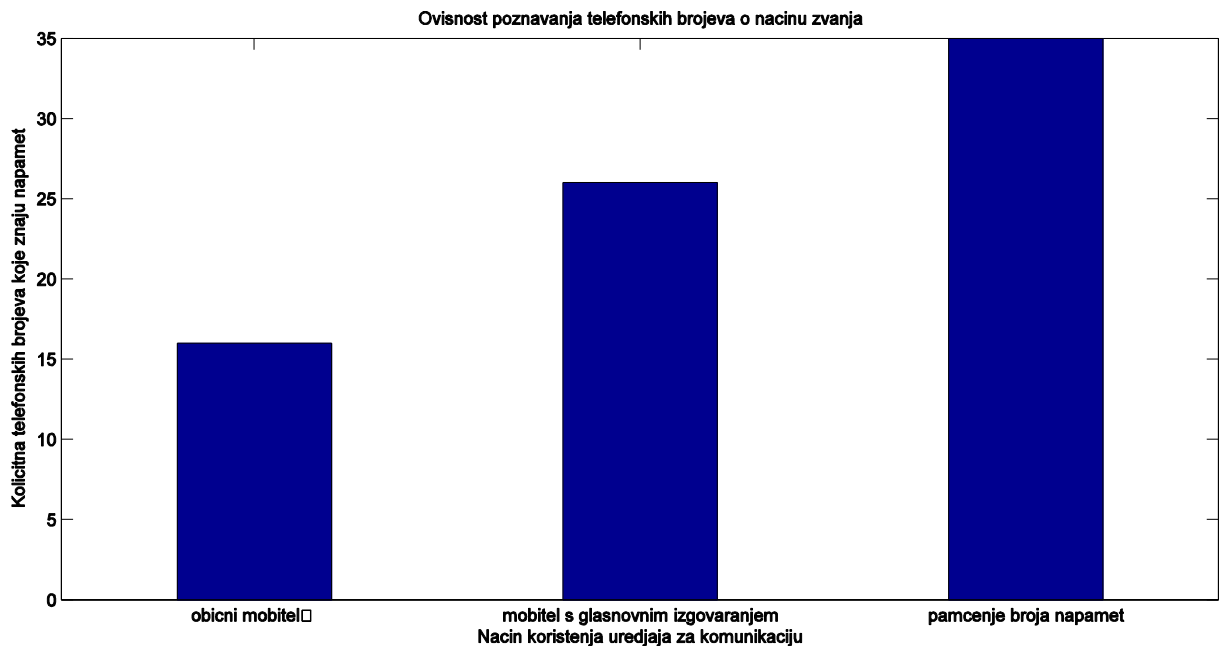
### **9.1 Rezultati početne ankete**

Kandidate smo podijelili u prethodno navedene skupine prema trenutnom načinu telefoniranja. Na slici 32. prikazana je struktura kandidata po pet navedenih skupina. Primjećuje se da relativno velik postotak (27% kandidata) koristi pametne mobitele s glasovnim izgovaranjem. 33% kandidata koriste obične mobitele ( bez zaslona osjetljivog na dodir) bez glasovnog izgovaranja, pamti brojeve napamet te svaki otipkava ručno. Samo mali postotak ima alternativne zvučne imenike, a brojeve tipkaju ručno. Nismo pronašli nikoga tko se oslanja samo na fiksne telefone i njihovu memoriju.

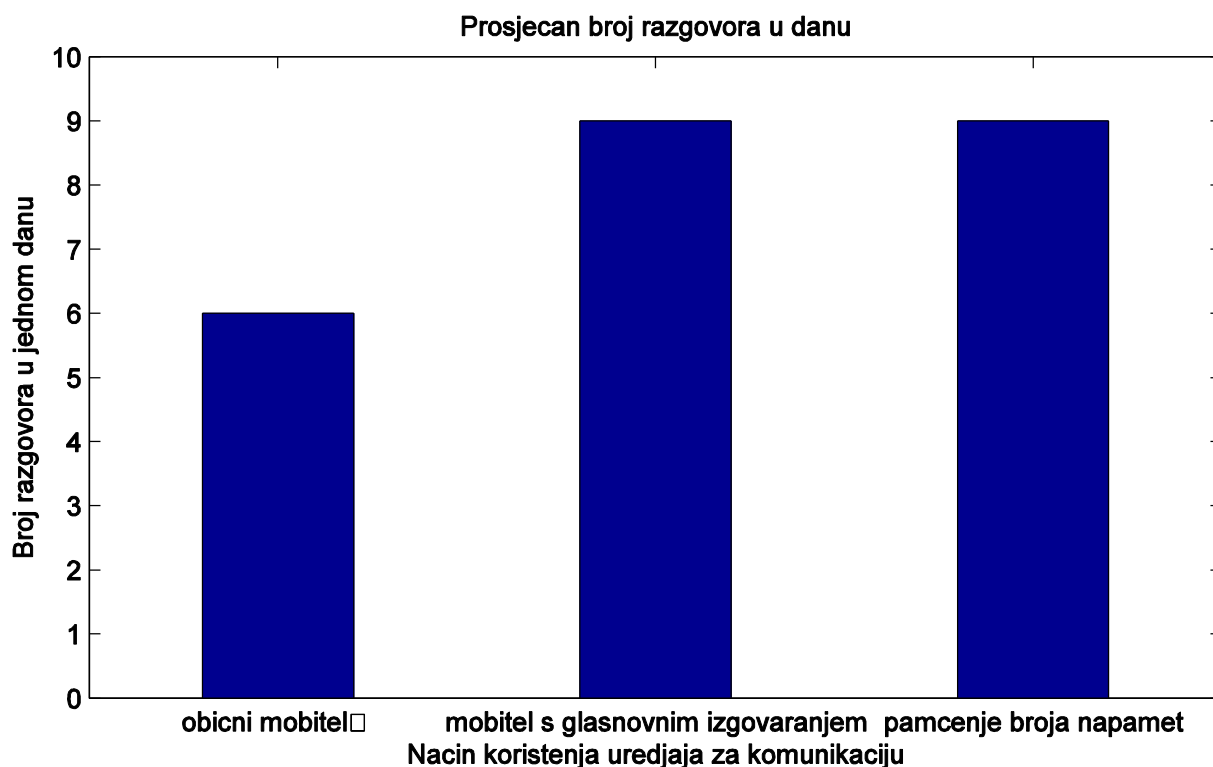


Slika 32. Struktura kandidata po načinima telefoniranja

Zanimalo nas je kako broj telefonskih brojeva koje kandidati znaju napamet ovisi o načinu telefoniranja. Prikaz rezultata je na slici 33. Vidljivo je da osobe koje pamte brojeve napamet i znaju najviše brojeva. Ipak začuđujuće je da kandidati koji koriste pametne telefone i imaju glasovne upute pamte također dosta veliki broj kontakata. Razlog tomu je što je prosjek godina za kandidate s pametnim telefonima bio mnogo manji (33 god. ) od kandidata koji koriste obične mobitele s tipkama (67 god.). Iz tog razloga izgleda da starije osobe osim problema snalaženja s pametnim telefonima i uređajima sa ekranom osjetljivim na dodir i teže pamte veliku količinu telefonskih brojeva.

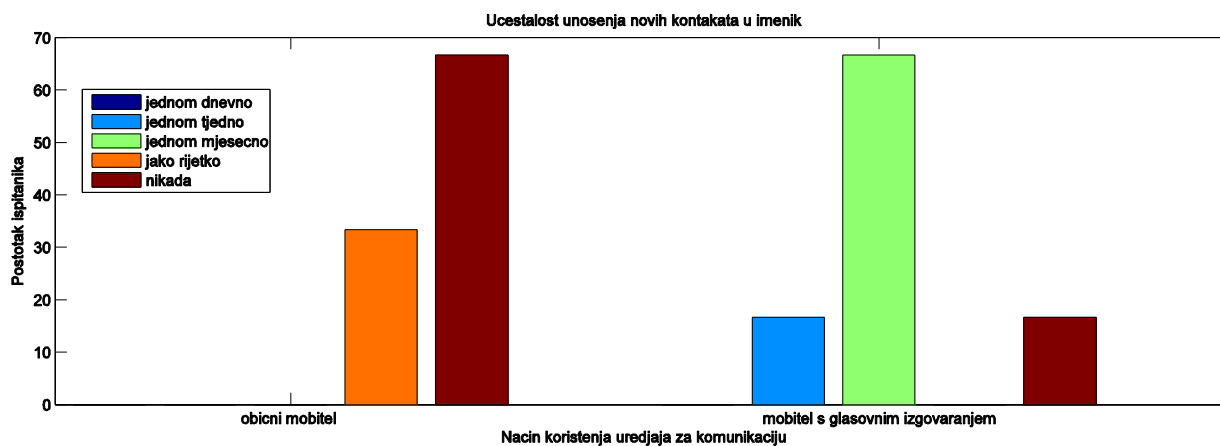


Slika 33. Broj telefonskih brojeva koje kandidati znaju napamet u ovisnosti načinima telefoniranja

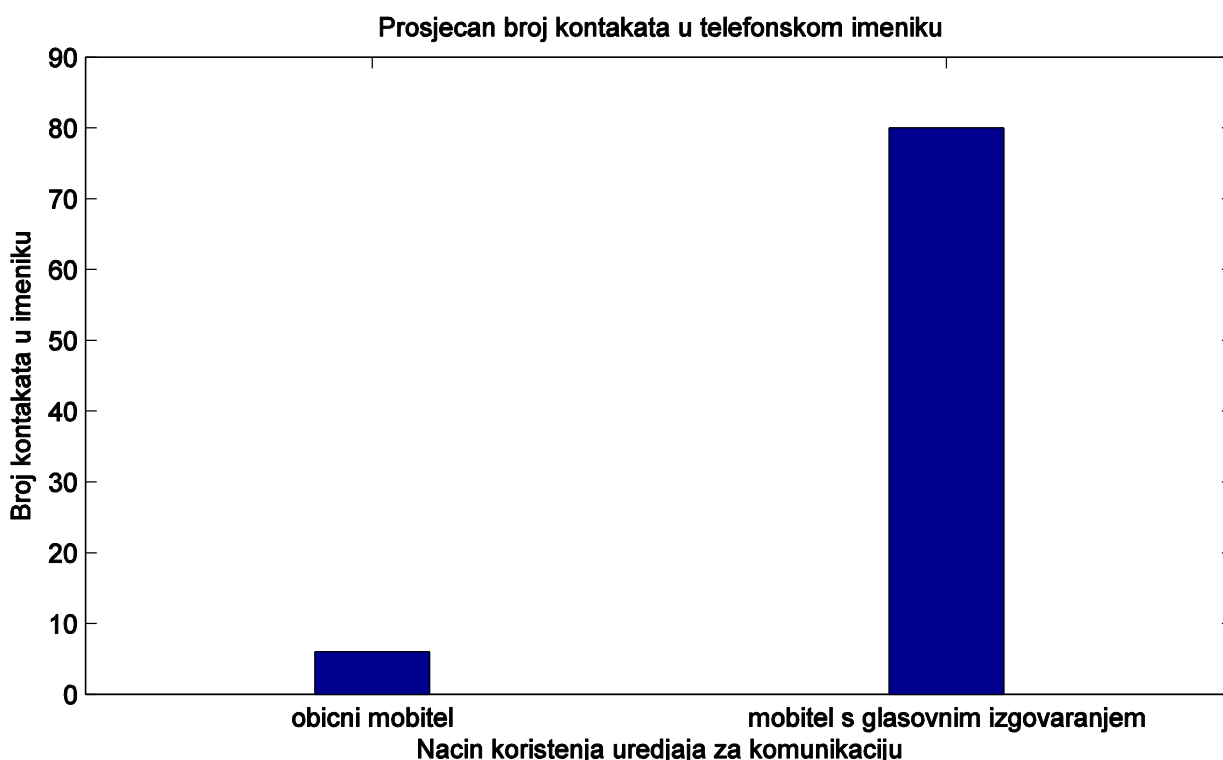


Slika 34. Prosječan broj telefonskih razgovora u danu u ovisnosti načinima telefoniranja

Također, zanimalo nas je ovisi li učestalost telefoniranja o načinu zvanja. S slike 34., iako nije velika razlika, vidi se da rjeđe zovu osobe koje imaju obične mobitele s tipkama bez glasovnog izgovaranja. Učestalost unosa novog kontakta u imenik prikazana je na slici 35. Postoji razlika među skupinama. Skupina s običnim mobitelom s tipkama gotovo nikada ili jako rijetko unosi novi telefonski kontakt u svoj imenik. Osobe s pametnim telefonima i glasovnim izgovaranjem unose novi kontakt na mjesečnoj bazi, a neki i češće. Osobe koje pamte kontakte ih, naravno, ne unose.



Slika 35. Učestalost unošenja novih kontakata u imenik u ovisnosti načinima telefoniranja



Slika 36.. Prosječan broj kontakata u imeniku u ovisnosti načinima telefoniranja

Broj kontakata koje osobe imaju u imeniku ovisi o načinu telefoniranja. Prosjek broja kontakata za osobe s pametnim telefonima je preko 80 kontakata, dok je za osobe koje imaju obične mobitele oko 6. Ovo je prikazano na slici 36.

Na temelju odgovora ispitanika prosječno vrijeme unošenja novog kontakta u imenik za obični mobitel s tipkama iznosi preko 2 minute, dok je za pametni mobitel s izgovaranjem to ispod 1 minute.

Zanimalo nas je koriste li kandidati tuđu pomoć prilikom telefoniranja ili uređivanja imenika, te za koju operaciju. 73 % kandidata ne koristi tuđu pomoć. Ipak jedan dio ih koristi. To su bili stariji kandidati koji su slijepi manje od pet godina. Pomoć koriste rijetko i to prilikom unosa kontakta (npr. kontakt u mobilnom imeniku, brzo biranje u običnom mobitelu s tipkama ili na fiksnom telefonu).

Prosjek vremena da nazovu željenu osobu koristeći trenutni način telefoniranja je bio od 10 do 30 sekundi. Polovica ih griješi jako rijetko, gotovo nikada, dok druga polovica griješi u prosjeku nekoliko puta mjesečno. Razlozi pogreške su to što se na običnom mobitelu ne izgovara broj koji je pritisnut prilikom zvanja, niti se izgovori koji se kontakt naziva ukoliko se

bira iz telefonskog imenika ili koristeći brzo zvanje. Također, često se pogreškom pritisnu dvije tipke, ili se pak predugo čeka između dva unosa broja pa se linija prekine.

Ukupno 91% kandidata se složio da postoji potreba za stvaranjem novog rješenja za telefoniranje kod slijepih osoba. Ipak kandidati koji se veoma dobro služe pametnim telefonima naglasili su da je to potrebno najviše starijim osobama, te osobama koje su relativno kratko vrijeme slijepe ili slabovidne. Svi su negativno odgovorili na pitanje da li su proizvođači uređaja i inženjeri dovoljno senzibilizirani za potrebe slijepih. Također svi su potvrdili da su uređaji za slijepe osobe u svakom slučaju preskupi. Cijenu govornog uređaja za slijepe su procijenili u iznosu od 200-400kn (33%), od 400-700 kn (44%), te od 700-1000kn (22%).

Kao probleme kod trenutnog načina zvanja naveli su: veličinu tipki, glatkoću tipki, kontrast ekrana, složenost telefonskog sučelja, sigurnost da su nazvali pravi broj, brzina kojom moraju tipkati brojeve da se ne prekine veza, mali broj kontakata koji je moguće imati na brzom biranju ili u memoriji fiksnog telefona, te složenost unosa novih kontakata.

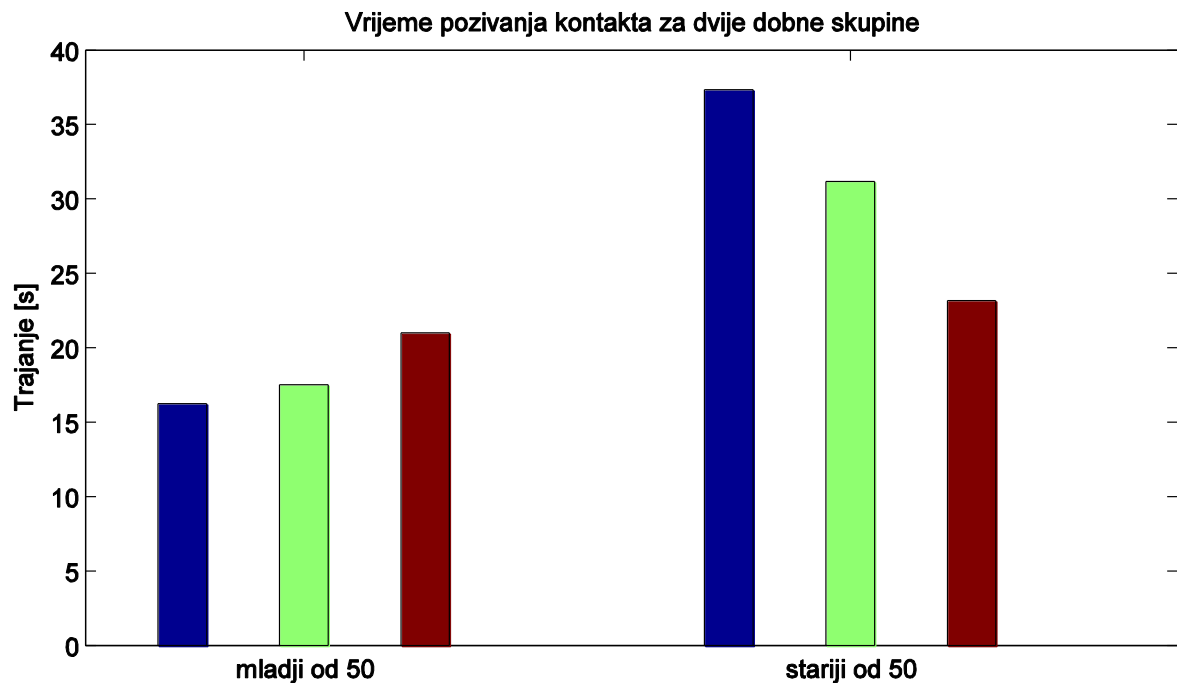
Također, htjeli smo saznati koji uređaj prilagođen za slijepe najviše nedostaje po njihovom mišljenju. Najčešći odgovor bili su kućanski aparati (iz razloga što je danas sve više uređaja sa ekranom osjetljivim na dodir što je veoma nezgodno za slijepe osobe), no osim kućanskih aparata odgovori su bili i bankomati, uređaji za fitness i trake za trčanje, bolja pomagala prilikom hodanja, bolja zvučna signalizacija u tramvajima i prometu, rješenje za prepoznavanje proizvoda u dućanu, bolji mobilni uređaji za slijepe itd.

## **9.2 Rezultati ispitivanja uređaja**

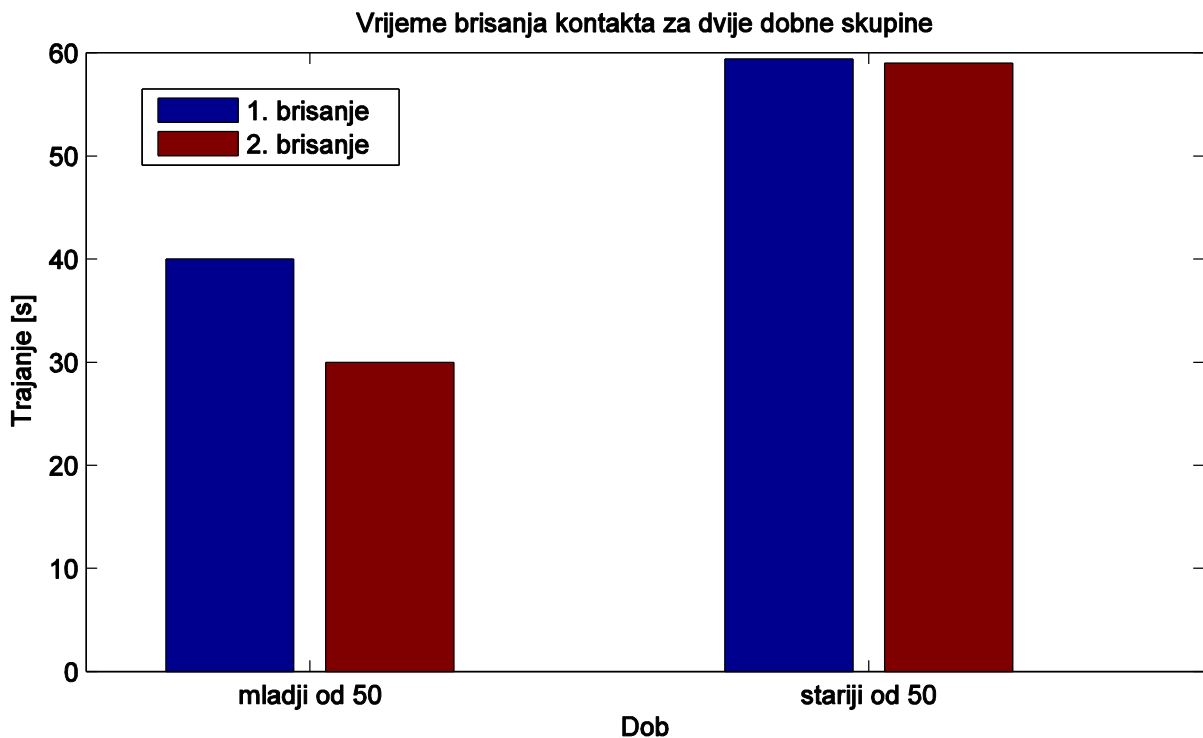
Kandidati su morali tri puta pokušati nazvati osobe koje su im bile zadane. Kontakti između dva uzastopna zvanja bili su udaljeni jednako (8 kontakata). Na taj način mjerena su prosječna vremena koja su potrebna starijim i mlađim kandidatima da nazovu kontakt iz telefonskog imenika. Mlađi kandidati su kandidati do 50 godina dok su stariji kandidati bili kandidati stariji od 50 godina.

Tokom zvanja kontakti su mogli postavljati pitanja. Vrijeme postavljanja pitanja za starije osobe je iznosilo oko 7 minuta, dok je za mlađe osobe iznosilo u prosjeku 3 minute. S slike 27. može se primijetiti da je početno vrijeme pozivanja manje za mlađe osobe. To vrijeme se kreće oko 20 sekundi. Za starije osobe vrijeme je na početku bilo veće (33 sekunde), ali se kroz tri pokušaja smanjivalo. Iz duljine postavljanja i odgovaranja na pitanja, te početnih vremena potrebnih za poziv možemo pretpostaviti se da starijim osobama treba dulje vremena da shvate princip i algoritam pozivanja. Cilj je bio utvrditi okvirno vrijeme koje je

potrebno prosječnoj osobi da nazove neki željeni kontakt. Na temelju vremena za mlađe i starije osobe, to vrijeme je oko 25 sekundi te je u konačnosti algoritam dovoljno jednostavan da se pozivanje izvršava veoma brzo bez obzira na dob, prethodnu vještinu i iskustvo korisnika.

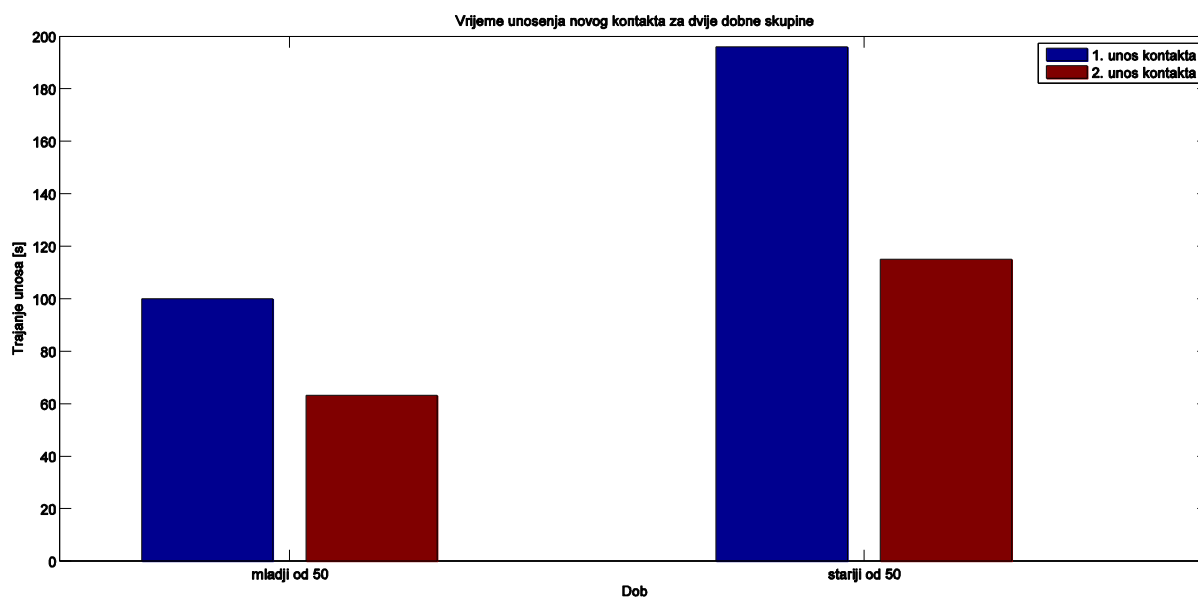


Slika 37. Vremena potrebna za pozivanje zadanog kontakta u imeniku za dvije dobne skupine



Slika 38. Vrijeme potrebno za brisanje kontakta u ovisnosti o starosti kandidata





Slika 39. Vrijeme potrebno za unos novog kontakta u ovisnosti o starosti kandidata

Vrijeme potrebno za brisanje nekog kontakta također je bilo manje za mlađe osobe. Vrijeme brisanja je dulje od vremena zvanja jer je potrebno napraviti više koraka kako bi se izbrisao kontakt. Rezultati vremena brisanja po skupinama prikazani su na slici 38.

Unos kontakta trajao je najduže iz razloga što procedura unosa zahtijeva osim unosa telefonskog broja i snimanje imena kontakta što je u početku bilo relativno neobično za kandidate. Početna vremena su oko minutu i pol za mlađe kandidate i oko dvije i pol minute za starije kandidate. U oba slučaja vrijeme se smanjivalo u sljedećim pokušajima. Pretpostavka je da bi se vrijeme potrebno za unos kontakta korištenjem uređaja smanjilo na ispod dvije minute, čije se naznake vide na slici 39.

Plan je bio napraviti više mjerenja za poziv, unos i brisanje kontakta, ali je to bilo veoma teško izvesti s kandidatima koje smo imali. Postali bi veoma nestrpilivi i pala bi im koncentracija, tako da smo morali odustati. Na grafovima 6, 7 i 8 početna vremena su manja za mlađe osobe od onih starijih osoba. Također, vremena imaju tendenciju padanja posebno za starije osobe. Iz tih razloga zaključujemo da se sučelje relativno brzo uči. Također usporedbom sa trenutnim vremenom zvanja, vremena su veoma bliska (10-30 sekundi za trenutni način zvanja, te oko 25 sekundi za kontakt udaljen 8 mjesta). Vrijeme snimanja koristeći govorni telefonski imenik za slijepe bi u prosjeku bio ispod dvije minute, što je također veoma blisko trenutnom vremenu unosa.

Iako je broj kandidata premali za detaljniju statističku analizu; zbog dugotrajnosti ispitivanja, teškoće pronalaženja kandidata, te osjetljivosti ispitivane skupine navedeni grafovi su dobar

pokazatelj okvirnih vremena potrebnih za korištenje, te reakcija kandidata na uređaj. Naravno, potrebna su dodatna testiranja (na više ispitanika) kako bi se potvrdila hipoteza da je ovaj uređaj kvalitetno i primjereno rješenje za telefoniranje slijepih osoba, a posebno onih starijih ili nedavno osjepljenih.

Zamolili smo kandidate da nam daju što više prijedloga što i kako promijeniti kako bi se sučelje poboljšalo. Neki od prijedloga su:

- zvučni signal nakon kojeg kandidat izgovara ime kontakta
- mogućnost grupiranja kontakata po kategorijama (npr. obitelj, prijatelji, posao itd.)
- drugačije korisničko sučelje; više tipki umjesto višestrukih pritisaka iste tipke
- mogućnost mijenjanja jačine zvuka
- mogućnost prepoznavanja dolaznog poziva uz izgovaranje imena pozivatelja (ako je u imeniku)
- mogućnost spremanja broja nepoznatog pozivatelja
- promjena dimenzija (niže i šire kućište)
- mogućnost uređivanja postojećeg broja (ne samo premještanje)

Uglavnom su prijedlozi orijentirani na dodavanje novih funkcionalnosti, a ne prepravku postojećih. Prijedlozi biti će smjernice za buduću nadogradnju uređaja.

### **9.3 Rezultati završne ankete**

Svi kandidati su potvrdno odgovorili da je *Imenik* ispunio njihova očekivanja, te su svi rekli da bi mogli koristiti *Imenik* u svakodnevnoj uporabi odnosno da ima sve funkcionalnosti koje njima trebaju, i da je dovoljno intuitivan da bi ga mogli koristiti. Kandidati koji koriste pametne telefone su rekli da bi mogli, ali da im nije potreban, što je razumljivo. Kao prednosti u odnosu na trenutni način zvanja naveli su brzinu biranja, sigurnost zvanja (da ne nazovu krivu osobu), mogućnost slaganja kontakata po prioritetu, te jednostavnost unosa novog kontakta.

Ukupno 73% kandidata bi se odlučilo za sučelje s rotacijskom tipkom, dok bi se ostalih 27% odlučilo za sučelje s tri tipke. Procjena cijene uređaja u odnosu na druge uređaje za slijepe osobe nakon korištenja uređaja ostala je u gotovo svim slučajevima ista kao i prije korištenja uređaja što je u skladu sa zadovoljstvom i očekivanjem od uređaja.

## 10 Zaključak

U radu je izrađen govorni telefonski imenik koji bi mogao olakšati komunikaciju slijepim osobama pri korištenju telefona. Konstruiran je uređaj koji rješava glavne probleme s kojima se slijepe osobe susreću prilikom telefoniranja. Omogućuje pohranu velikog broja kontakata te potpuno eliminira probleme pogrešnog otipkavanja telefonskog broja ili presporog biranja te prekidanja poziva iz toga razloga.

Pri izradi uređaja težilo se tome da uređaj bude jednostavan za korištenje, što znači da treba imati samo osnovne funkcije i sučelje s malo tipaka kojima se funkcije odabiru. Također, korisnik je kroz sve opcije vođen glasovnim porukama koje prikazuju trenutne mogućnosti ponuđene korisniku te što treba napraviti da odabere željenu opciju. S druge strane, napredniji korisnici koji su naučili što je i kada moguće, odnosno potrebno napraviti ne moraju slušati snimke do kraja jer je moguće prekidanje pomoćnih snimki i nastavljanje dalje s izvođenjem zadatka. Iz navedenih razloga glavne prednosti uređaja su jednostavno sučelje, neograničen broj kontakata, brzina i jednostavnost pozivanja telefonskog broja te unosa novog kontakta, glasovne upute te prilagodljivost za sve jezike.

Kako bi se provjerilo koliko je telefonski imenik stvarno prilagođen slijepim osobama, provedeno je ispitivanje među slijepim osobama u kojoj su ispitanici, uz odgovaranje na pitanja o trenutnom načinu korištenja telefona, pokušali koristiti govorni telefonski imenik. Cjelokupni dojam je pozitivan, očekivanja kandidata su ostvarena te je time polazna hipoteza potvrđena: moguće je izraditi uređaj koji će pomagati svim slijepim osobama. Pored toga, sakupljeno je više prijedloga kako bi se govorni telefonski imenik mogao dodatno unaprijediti. Prijedlozi su uglavnom bili orijentirani na dodavanje novih funkcionalnosti, a ne na prepravak nečega trenutnog.

Osim povratne informacije o samom uređaju, napravljen je presjek slijepih osoba, njihovih potreba, problema, trenutnih rješenja. Dobiven je uvid u dio zajednice slijepih osoba kojima bi ovaj uređaj bio od iznimnog značaja, a to su stariji ljudi koji se nisu uspjeli naviknuti na novu tehnologiju, a još manje na sve uobičajenije ekrane osjetljive na dodir. Te osobe uglavnom koriste obične mobitele s tipkama ili fiksne telefone iz razloga što se ne snalaze sa složenostima mobitela s glasovnim izgovaranjem i činjenicom da oni dolaze s pametnim telefonima koji više nemaju fizičke tipke. Kod mobitela bez glasovnog izgovaranja vrlo je teško imati veliki imenik ili unositi novi kontakt. Iz tog razloga te osobe uglavnom pamte brojeve napamet i biraju ih ručno. Takvim osobama ovaj uređaj ne samo da bi omogućio jednostavnije biranje telefonskog broja (bez problema malih tipki, brzog biranja itd.), već posjedovanje imenika kako ne bi morali pamtiti mnogo brojeva. U provedenom istraživanju više od polovice ispitanih osoba upravo pripada u tu kategoriju.

Iako nije pronađeno dovoljno slijepih osoba kako bi naše ispitivanje imalo statistički značajne rezultate, povratne informacije koje smo dobili svakako će biti motivacija za daljnje unaprjeđenje uređaja.

## 11 Zahvale

Zahvaljujemo se Predragu Pale na početnoj ideji za uređaj, te kontinuiranoj podršci i pomoći pri radu. Također zahvaljujemo se Hrvatskom savezu slijepih i Udruzi slijepih za pomoć u provođenju ispitivanja. Hvala i svim ispitanicima koji su sudjelovali u istraživanju i ispitivanju uređaja.

## 12 Literatura

- [1.] <http://www.savez-slijepih.hr/hr/clanak/sljepoca-teskoce-i-dodatni-troskovi-njome-prouzroceni-455/> (17.4.2015.)
- [2.] Google talk back: <http://www.androidcentral.com/what-google-talk-back> (7.3.2015.)
- [3.] R.Yousef, O.Adwan, M.Abu-Leil. "An Enhanced Mobile Phone Dialler Application for Blind and Visually Impaired People", International Journal of Engineering and Technology, 2 (4) (2013) 270-280
- [4.] D.Nassar. „DTMF Encoding and Decoding“, Circuits (radio electronic), Dec.1986
- [5.] MT8870 datasheet: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77085/MITEL/MT8870.html> (17.4.2015.)
- [6.] MT8880 datasheet: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77086/MITEL/MT8880.html> (17.4.2015.)
- [7.] ATmega 2560 datasheet: <http://www.atmel.com/images/doc2549.pdf> (25.2.2015.)
- [8.] Arduino Mega 2560: <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega> (12.4.2015.)
- [9.] Arduino Wireless shield: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoWirelessShield> (15.4.2015.)
- [10.] Arduino Ethernet shield: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield> (15.4.2015.)
- [11.] SD library: <http://www.arduino.cc/en/Reference/SD> (15.4.2015.)
- [12.] LM358 datasheet: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm158-n.pdf> (15.4.2015.)
- [13.] Encoder datasheet:  
[http://www.grayhill.com/assets/1/7/Opt\\_Encoder\\_62AVD.pdf](http://www.grayhill.com/assets/1/7/Opt_Encoder_62AVD.pdf) (17.4.2015.)
- [14.] TMRpcm library: <https://github.com/TMRh20/TMRpcm/wiki> (17.4.2015.)
- [15.] RJ11: <http://www.tomshardware.com/reviews/pc-interfaces-101,1177-10.html>
- [16.] Power jack:  
[https://www.servocity.com/html/dc\\_power\\_jacks\\_\\_\\_plugs.html#.VUHeWJMmZpk](https://www.servocity.com/html/dc_power_jacks___plugs.html#.VUHeWJMmZpk)
- [17.] M.Sečujski, D. Pekar. „Evaluacija različitih aspekata kvaliteta sintetizovanog govora“, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad; AlfaNum d.o.o., Novi Sad

- [18.] <http://www.savez-slijepih.hr/hr/clanak/ii-metodologija-istrazivanja-1440/>  
(28.1.2015.)
- [19.] M.Sečujski. „Ka automatskoj sintaksoj analizi rečenice na Srpskom jeziku“,  
Fakultet tehničkih nauka Novi Sad
- [20.] K. Nenadić. „Relaksacija kao pomoćna metoda peripatološkog preograma“,  
Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko rehaibilitacijski fakultet, 1999.

## 13 Sažetak

### U. Pale, G. Popović: Govorni telefonski imenik za slijepe osobe

Komunikacija na daljinu jedna je od osnovnih potreba suvremenog čovjeka. Veliki dio komunikacije odvija se preko Interneta, a još veći preko telefona. Za slijepe osobe još uvijek ne postoji rješenje koje bi smanjilo potrebu za pamćenjem velikih količina telefonskih brojeva te omogućilo pozivanje telefonskog broja bez pogrešaka, a koje bi bilo dovoljno jednostavno i robusno da ga mogu koristiti svi, bez obzira na tjelesna i kognitivna ograničenja.

Cilj ovoga rada je konstruirati govorni telefonski imenik koji sadrži praktički neograničen broj korisnikovih kontakata. Lista se sastoji od govornog zapisa imena kontakata te njihovih pripadnih telefonskih brojeva. Korisnik sam može unijeti novi kontakt, preslušati već unesene, brisati postojeće te im mijenjati redoslijed u listi. Imenik sadrži detaljne, pravovremene, kontekstualne glasovne upute koje vode korisnika kroz sve opcije. Cijeli imenik nalazi se na memorijskoj SD kartici te je lagano moguće dodati veliki broj kontakata i putem osobnog računala kroz prilagođeno sučelje za unos velikog broja kontakata izrađeno u okviru ovog projekta. Također, glasovne je upute moguće brzo prevesti na bilo koji drugi jezik. Glavne prednosti uređaja su jednostavno, intuitivno sučelje, neograničen broj kontakata, brzina i jednostavnost pozivanja telefonskog broja te unosa novog kontakta, i prilagodljivost za sve jezike.

Provedeno je ispitivanje koliko je konstruirani uređaj prilagođen slijepim osobama, te može li s tim svojstvima poslužiti kao rješenje navedenog problema. Ispitanici su testirali uređaj, prolazeći kroz njegove funkcionalnosti, te nekoliko puta pozivali, unosili i brisali kontakte. Mjerena su vremena potrebna za obavljanje glavnih funkcija te su uspoređena s vremenom koje je korisnicima potrebno metodom telefoniranja koju inače koriste. Pokazalo se da je ponuđeni uređaj podjednako brzo ili brže rješenje od njihovih dosadašnjih načina pozivanja. Iako su u na početku korištenja novog uređaja starije osobe bile sporije, kroz nekoliko ponavljanja vremena obavljanja funkcije su se smanjivala što je potvrdilo pretpostavku da je sučelje dovoljno jednostavno i da se brzo uči. Komentarima na kraju ispitivanja ispitanici su to i potvrdili. Ponuđena su dva korisnička sučelja: jedno sa samo jednim rotacijskom gumbom, te drugo s tri obične tipke. Ispitanici su mogli ispitati oba te dati prednost jednom. Većina preferira rotacijsku tipku.

Provedene su ulazne i izlazne ankete kojima su identificirani: profil slijepih osoba, navike vezane za telefoniranje, te stavovi vezani za probleme postojanja uređaja prilagođenih za slijepe osobe. Osim povratne informacije o samom uređaju, prepoznate su skupine slijepih



osoba, njihovih potreba, problema i trenutno dostupnih rješenja. Dobiven je uvid u dio skupine slijepih osoba kojima bi ovaj uređaj bio od iznimnog značaja, a to su stariji ljudi koji se nisu uspjeli naviknuti na novu tehnologiju i slijepe osobe koje su nedavno izgubile vid.

Povratne informacije o uređaju su bile vrlo pozitivne, te su se gotovo svi izjasnili da bi mogli koristiti uređaj u svakodnevnoj upotrebi. Odnosno, da uređaj trenutno zadovoljava njihove potrebe te je dovoljno jednostavan da bi ga mogli samostalno koristiti. Nije bilo dovoljno vremena da se ispitivanje proširi na dovoljno slijepih osoba kako bi ispitivanje imalo statistički značajne rezultate, pa će se ispitivanje nastaviti. Prije toga će se uređaj dopuniti funkcionalnostima prema savjetima dobivenim od dosadašnjih ispitanika.

**Ključne riječi:** slijepe osobe, govorni imenik, Arduino, DTMF, telefon, korisničko sučelje

## Summary

### **U. Pale, G. Popović: Voice phone book for visually impaired people**

Communication over a distance is one of the basic needs of modern people. Much of the communication takes place over the Internet and even more over the phone. For the visually impaired there is still no solution that would reduce the need to memorize large amounts of phone numbers and allow to dial a phone number without error and that would be so simple and robust that it can be used by everyone, regardless of their physical and cognitive limitations.

The aim of this paper is to construct a voice telephone directory system containing a virtually unlimited number of user contacts. The list consists of voice recordings of contact names and their telephone numbers. The user can enter a new contact, listen to already entered, delete existing ones and reorder the list. Directory contains detailed, timely, contextual voice instructions that guide the user through the options. The entire directory is located on the SD memory card and is easy to add a large number of contacts using a personal computer with a customized interface developed for entry of a large number of contacts. The voice instructions can be quickly translated into any language. The main advantages of the device are the intuitive, easy to use interface, an unlimited number of contacts, speed and ease of dialing a phone number, entering a new contact, and flexibility to adapt it for any language.

A survey was carried out examining how well is the designed device adapted to the needs of the blind persons, and whether it is the solution to that problem. The participants of the survey have tested the device, exploring most of its functions, and repeatedly called requested contacts, entered new ones and deleted specific existing contacts. The time required to perform the major functions has been measured and was compared with the time that customers need with a method they commonly use. The survey confirmed that the using this new device is just as fast or faster solution than the current users' ways. Although older users were slower at the beginning, after several repetitions the time to perform requested operations has decreased thus supporting the hypothesis that the interface is simple enough and can be learned quickly. The participants confirmed that in their comments at the end of the test. Two user interfaces were tested: one with a single rotary knob, and the other with three simple buttons. Participants were able to test both and give preference to one. Most preferred rotary button.

The initial and final surveys have identified: the profile of the blind person, the habits of phoning and their attitudes related to the problems of the existence of devices adjusted for blind people. In addition to the feedback on the device itself, groups of blind people have been recognized according to their needs, problems and solutions currently available. The group of blind people that this device would be of high importance has been identified. These are older people who did not manage to get used to the new technology and blind people who have recently lost their sight.

Feedback on the device was very positive, and nearly all declared that they could use the device in everyday use. That is, the device currently meets their needs and is simple enough that it could be used independently. As there was not enough time to include sufficient number of participants in the test in order to obtain statistically significant results, the testing will continue. Before that, the device functionalities will be amended according to the advice received from users in this first test.

**Key words:** visually impaired people, voice phone book, Arduino, DTMF, phone, user interface

## 14 Prilozi

### 14.1 Prilog 1: Početna anketa

#### POČETNA ANKETA

Ova anketa je dio istraživanja korisnosti novog uređaja „**Govornog telefonskog imenika za slijepe osobe**“. Namjera je saznati općenite navike i stavove vezane za potrebu slijepih osoba za pozivanje velikog broja telefonskih brojeva

Anketa je anonimna i podaci prikupljeni anketom će se koristiti isključivo za statističku obradu. Pojedinačni odgovori se neće objavljivati.

Unaprijed hvala

#### OSOBNI PODACI

Ime: \_\_\_\_\_

1. Spol: M/Ž

2. Godina rođenja: \_\_\_\_\_

3. Zaposlenje: \_\_\_\_\_

4. Status: slijepi / slabovidni/ ništa                      Koliko dugo: \_\_\_\_\_

5. Znate li brajicu: da / ne

#### TREKUTNO KORIŠTENJE TELEFONOM

1. Kako trenutno zovete?

1)obični mobitel s tipkama

2)mobitel s glasovnim izgovaranjem

3)pamtim napamet brojeve i tipkam svaki broj na telefonu

4)imam svoj imenik (na papiru, na kaseti, CD-u, računalu itd.), ali tipkam brojeve sam

5)kućni telefon s memorijom

6) \_\_\_\_\_

2. Koliko telefonskih brojeva znate napamet?

a) 1-5   b) 6-10   c) 10-15   d) 15-25   e)25-50   f)više od 50

3. Koliko često zovete dnevno?

a) 1-3 puta   b) 4-9 puta   c) 10-15 puta   d) 15-25 puta   e)više od 25 puta

4. Koliko vremena treba da nazovete željeni kontakt?

a) 1-10s b) 10-30s c) do 1 min d) 1 do 2 min e) 2 do 5 min f) dulje od 5 min

5. Koliko često pogriješite pri zvanju broja (krivu osobu nazovete):

a) svaki dan b) tjedno c) mjesečno d) nikad e) rijetko

6. Koliko brojeva imate u trenutnom imeniku?

a) 1-5 b) 6-10 c) 10-15 d) 15-25 e) 25-50 f) više od 50

7. Koliko često unosite novi kontakt u imenik?

a) dnevno b) tjedno c) mjesečno d) jako rijetko e) nikada

8. Koliko vremena treba da unesete novi kontakt?

a) 1-10s b) 10-30s c) do 1 min d) 1 do 2 min e) 2 do 5 min f) dulje od 5 min

9. Koristite li tuđu pomoć prilikom zvanja ? a) da b) ne

Koliko često? a) svaki dan b) tjedno c) mjesečno d) nikad

Za što? a) zvanje b) unos kontakata c) brisanje kontakata d) \_\_\_\_\_

10. Koji su problemi koji se javljaju prilikom trenutnog načina zvanja?

a) veličina tipki b) brzina zvanja c) brzina unosa d) sigurnost pozivanja točnog broja  
e)

---

11. Postoji li potreba za stvaranjem uređaja koji bio omogućio jednostavnije telefoniranje slijepih osoba? a) da b) ne

12. Koliko bi bila realna cijena takvog uređaja?

a) do 200 kn b) od 200 do 400 kn c) od 400 do 700 kn d) od 700 do 1000 kn e) više od 1000kn

### **OPĆENITO**

1. Koji uređaj najviše nedostaje da je prilagođen za slijepe? \_\_\_\_\_

2. Mislite li da su inženjeri dovoljno senzibilizirani za potrebe slijepih?

a) da b) ne c) ne, ali to je razumljivo

3. Cijene uređaja za slijepe su:

a) realne b) previsoke ali uz subvenciju u redu c) u svakom slučaju previsoke d) preniske

## 14.2 Prilog 2: Tablice za upisivanje rezultata testiranja

### Govorni telefonski imenik (GTI) – testiranje uređaja

Ime kandidata: \_\_\_\_\_

Skupina kojoj pripada: \_\_\_\_\_

#### Mjerenje #0:

Mjerenje sljedećih karakteristika sa trenutnim načinom bilježenja brojeva

vrijeme unosa broja	vrijeme pozivanja broja	vrijeme brisanja

„Ispred vas se nalazi govorni telefonski imenik. To je uređaj koji u sebi sadrži listu telefonskih kontakata. Za svaki kontakt postoji snimka imena kontakta, te telefonski broj koji se poziva kada odaberemo pripadno ime kontakta. Na gornjem dijelu telefonskog imeniku se nalaze mikrofoni, zvučnik i tipka. Kroz telefonski imenik se krećete rotiranjem tipke u bilo kojem smjeru.

Osim liste kontakata za svaki kontakt postoje i opcije. Moguće opcije su izgovaranje telefonskog broja tog kontakta, dodavanje novog kontakta, premještanje kontakta i brisanje kontakta. Ako želite otići iz kontakata u opcije, odnosno iz opcija u kontakte pritisnite dugme jedanput. Kroz opcije se također pomiče rotiranjem tipke. Opcije se odabire tako da se nakon što se izgovori pojedina opcija, pritisne tipka dva puta. Zatim se slijede glasovne upute.

Ako želite pozvati kontakt, dođite u imeniku na poziciju gdje se nalazi željeni kontakt i pritisnite tipku dva puta. Ako želite odustati od radnje koja se trenutno izvršava (npr. prekinuti telefonski poziv ili izaći iz opcije unosa novog kontakta) pritisnite tipku tri puta.“

#### Prvo sučelje:

#### Mjerenje #1:

broj zvanja do savladavanja	broj pitanja postavljeno	vrijeme odgovaranja na pitanja

Pitanja i prijedlozi:

#### Mjerenje #2:

Nakon što nema dodatnih pitanja pozovite sljedeće kontakte:

1. pozivanje – Frizerka	2. pozivanje – Markova razrednica	3. pozivanje - Nevena

**Mjerenje #3:**

„Novi kontakt se unosi tako da se u opcijama pozicionirate na opciju unos novog kontakta te pritisnete tipku dva puta. Zatim pratite glasovne upute.“

broj upisa do savladavanja	broj pitanja postavljeno	vrijeme odgovaranja na pitanja

Pitanja i prijedlozi:

**Mjerenje #4:**

1. upis	2. upis	3. upis	Br. grešaka

**Mjerenje #5:**

„Kontakt se briše tako da se u opcijama pozicionirate na opciju brisanje kontakta i pritisnete tipku dva puta. Zatim pratite glasovne upute.“

1. brisanje	2. brisanje	3. brisanje

**Drugo sučelje**

Probajte proći kroz opcije i kontakte u telefonskom imeniku i priviknuti se na novo sučelje, ukoliko imate pitanja slobodno pitajte.

vrijeme odgovaranja na pitanja	broj pitanja postavljeno

Pitanja:

**Mjerenje #6:**

1. pozivanje – Frizerka	2. pozivanje – Markova razrednica	3. pozivanje - Nevena

„Isprobajte sada u opcijama pronaći opciju izgovaranje telefonskog broja i saznati koji je broj unesen pod trenutnim kontaktom.“

## 14.3 Prilog 3: Završna anketa

### ZAVRŠNA ANKETA

Ova anketa je dio istraživanja korisnosti novog uređaja „**Govornog telefonskog imenika za slijepo osobe**“. Namjera je saznati stavove ispitanika o ponuđenom uređaju kao rješenju telefoniranja kod slijepih osoba.

Anketa je anonimna i podaci prikupljeni anketom će se koristiti isključivo za statističku obradu. Pojedinačni odgovori se neće objavljivati.

Unaprijed hvala

Ime ili šifra: \_\_\_\_\_

1. Da li je imenik ispunio vaša očekivanja? a) da b) ne c) osrednje

Zašto? \_\_\_\_\_

2. Biste li htjeli/mogli koristiti imenik u svakodnevnoj uporabi? a) da b) ne

3. Koje su prednosti imenika u odnosu na vaš trenutni način zvanja?

a) brzina b) jednostavnost unosa c) jednostavnost zvanja d) jednostavnost brisanja  
e) mogućnost slaganja po prioritetima d) sigurnost kod zvanja f)

\_\_\_\_\_

4. Usporedba dva sučelja:

Koji je jednostavniji? a) 3 tipke b) rotacijska tipka

Koji je logičniji? a) 3 tipke b) rotacijska tipka

Koji je brži? a) 3 tipke b) rotacijska tipka

Za koji bi se u konačnici odlučili? a) 3 tipke b) rotacijska tipka

Zašto? \_\_\_\_\_

5. Kolika bi bila realna cijena ovog uređaja?

a) do 200 kn b) od 200 do 400 kn c) od 400 do 700 kn d) od 700 do 1000 kn e) više od 1000kn