

# MODERNI KONCEPT SIGURNOSTI ZA POMOĆ SLIJEPIM I SLABOVIDNIM OSOBAMA

---

**Radotović, Marko**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:387741>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni diplomski studij sigurnosti i zaštite

Marko Radotović

**MODERNI KONCEPTI SIGURNOSTI  
ZA POMOĆ SLIJEPIM I  
SLABOVIDNIM OSOBAMA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Marko Radotović

**MODERN SAFETY CONCEPTS FOR  
ASSISTING BLIND AND VISUALLY  
IMPAIRED PEOPLE**

Final paper

Karlovac, 2023.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni diplomski studij sigurnosti i zaštite

Marko Radotović

**MODERNI KONCEPTI SIGURNOSTI  
ZA POMOĆ SLIJEPIM I  
SLABOVIDNIM OSOBAMA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. V. Tudić, prof. struč. stud.

Karlovac, 2023.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9

HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Specijalistički studij: Stručni diplomski studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2023.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Marko Radotović

Naslov: Moderni koncepti sigurnosti za pomoć slijepim i slabovidnim osobama

Opis zadatka:

Za izradu Završnog rada naznačene teme provesti istraživanje i projektiranje inovativnog rješenja koje obuhvaća upotrebu mehatroničke opreme i neka moguća poboljšanja primjene iste u svrhu pomoći slabovidnim i slijepim osobama u hodu upozoravajući korisnika na prepreke na podlozi u smjeru kretanja. U teoretskom dijelu rada opisati načelno problem kretanja slabovidnih i slijepih osoba te opisati mogući mehatronički sustav za detekciju prepreka ugrađen na cipelu korisnika. U radu istražiti na tržištu dostupnih ili poznatih detekcijskih sustava i/li idejna rješenja ukoliko postoje, poglavito s beskontaktnim senzorskim detektorima. U praktičnom dijelu rada opisati idejno inovacijsko rješenje te interakciju oprema-čovjek za donošenje odluka u presudnim trenucima kretanje kroz prostor. Predložiti princip rada elemenata sustava sukladno stečenom znanju i vještinama. Služiti se referentnom literaturom, tehničkim specifikacijama proizvođača opreme, radnim materijalima s predavanja i s radionica te neizostavno konzultirati se s mentorom. Rad izraditi sukladno Pravilniku Vuka.

Zadatak zadan: 2022

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Mentor: dr. sc. V. Tudić, prof. struč. stud.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## **PREDGOVOR**

Ovaj rad je nastao u suradnji sa mentorom, nakon položenih ispita i stjecanja odgovarajućih vještina i znanja tijekom studija. Posebno bih se zahvalio svom mentoru na njegovoj pomoći, savjetima i podršci, te svojim roditeljima bez čije financijske i moralne podrške moj studij ne bi bio moguć.

## SAŽETAK

Oštećenja vida spadaju u najteže nedostatke, sa remećenjem kretanja pojedinca, njegovih svakodnevnih aktivnosti, reducirajući opću kvalitetu života i mnoge posebne aspekte. Iz tih razloga, slijepim i slabovidnim osobama, dakle, osobama sa različitim stupnjem oštećenja vida, treba posebna njega, tehnička i svaka druga pomoć. Tehnička pomagala osobama sa oštećenim vidom se kreću od dioptrijskih naočala, leća, pa sve do korištenja osobnih asistenta. Međutim, zadatak suvremenih tehnologija je da se ovim osobama pomogne različitim elektroničkim uređajima i digitalnim tehnologijama, na što efikasniji, jeftiniji i pogodniji način. Među najsuvremenija tiflotehnička pomagala spadaju specijalne elektroničke naočale, koje mogu pomoći osobi sa oštećenim vidom pri kretanju, šetnji i ostalim aktivnostima, te elektronički bijeli štapovi koji se primjenjuju u slučajevima potpunog ili najtežih vidova sljepila. Za navigaciju u unutarnjim prostorima se može koristiti kombinacija više bežičnih telekomunikacijskih tehnologija, kao što su NFC, RFID, Wi-Fi, Bluetooth Smart.

**Ključne riječi:** slijepi i slabovidne osobe, bijeli štap, elektroničke naočale, NFC, RFID, Wi-Fi, Bluetooth Smart, navigacija u zatvorenim prostorima

## **ABSTRACT**

Eyesight damages are considered as one of the hardest handicaps, with disturbances in movement of the affected individual, and his everyday activities, reducing the overall life quality and many special aspects of it. Due to that, the persons with the eyesight damages (blind people and visually impaired) require special care, and technical and every other help. Technical assistance and means to achieve it span from simple eyeglasses and eyelenses, all the way to the personal assistant. However, the task and mission of the modern technical sciences is to help these people by means of various electronic devices and digital technologies, in the most efficient, affordable and convenient way possible. Among the most contemporary tiphotechnical assistive instruments, special electronic eyeglasses exist, which can assist the blind and visually impaired person during movement, reading, and other activities, and electronic blind canes which are employed in cases of heavy visual impairment or complete blindness. For navigation in the closed spaces and premises, a combination of several wireless telecommunication technologies can be applied, such as NFC, RFID, Wi-Fi, Bluetooth Smart.

**Key words:** blind and visually impaired persons, blind cane, electronic eyeglasses, NFC, NFC, RFID, Wi-Fi, Bluetooth Smart, navigation in closed space



## SADRŽAJ

<b>ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....</b>	<b>I</b>
<b>PREDGOVOR.....</b>	<b>II</b>
<b>SAŽETAK.....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>2</b>
2.1.    Slabovidnost i sljepilo .....	2
2.2.    Na tržištu dostupne digitalne tehnologije i sustavi za pomoć slijepim i slabovidnim osobama .....	7
2.2.1. <i>Bijeli štap sa sensorima</i> .....	8
2.2.2. <i>Vizualna elektronička i digitalna pomagala</i> .....	11
<b>3. PRAKTIČNI DIO .....</b>	<b>13</b>
3.1.    Primjer digitalnih tiflotehničkih pomagala za slijepe i slabovidne osobe....	15
3.1.1. <i>NFC</i> .....	16
3.1.2. <i>Bluetooth Smart</i> .....	24
3.1.3. <i>NFC i BLE kao bežične tehnologije za navigaciju slijepih i slabovidnih osoba u zatvorenim prostorima</i> .....	25
<b>4. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>40</b>

<b>5. LITERATURA.....</b>	<b>41</b>
<b>6. PRILOZI.....</b>	<b>46</b>
6.1. Popis simbola .....	46
6.2. Popis tablica .....	46
6.3. Popis grafova.....	46
6.4. Popis slika .....	46

## 1. UVOD

Slijepi i slabovidne osobe u svakom, pa i hrvatskom društvu, imaju velikih problema pri procesima kretanja, posebice u vanjskoj sredini, van svog poznatog doma, kao i probleme u čitanju, komunikaciji, itd. i imaju sveukupno smanjenu kvalitetu života.

Stoga se javlja potreba za pomaganjem ovoj ugroženoj subpopulaciji sa različitim mjerama, što između ostalog uključuje i primjenu suvremenih tiflotehničkih instrumenata, s pomagalima baziranim na digitalnim tehnologijama i bežičnim telekomunikacijskim vezama [1].

Ovo istraživanje će imati cilj:

- iznijeti osnovni problem kvalitete života osoba sa oštećenim vidom,
- predstaviti najsuvremenije primjere modernih tiflotehničkih sredstava na tržištu,
- iznijeti originalni koncept sustava za navigaciju u zatvorenim prostorima za slijepi i slabovidne osobe,

Primijenjene metode istraživanja temeljene su na statističkim podacima slijepih i slabovidnih osoba u Republici Hrvatskoj.

## **2. TEORIJSKI DIO**

Ovaj segment rada sadrži opis problema slabovidnosti i sljepila, te opis tehnologija koje bi se mogle koristiti za izvedbu sustava za pomoć ovim osobama.

### **2.1.Slabovidnost i sljepilo**

Sukladno suvremenim demokratskim nastojanjima većine država, u koju skupinu spada i Republika Hrvatska, mjesto pojma "zdravlje", "očuvanost tjelesne strukture i funkcije", koristi se pojam "kvalitete života". Dakle, za moderni zdravstveni sustav, te za sve skrbnike osoba bez obzira na njihovu dob, spol, etnicitet, podrijetlo, itd., nije više bitno Sukladno suvremenim demokratskim nastojanjima većine država, u koju skupinu spada i Republika Hrvatska, mjesto pojma "zdravlje", "očuvanost tjelesne strukture i funkcije", koristi se pojam "kvalitete života". Dakle, za moderni zdravstveni sustav, te za sve skrbnike osoba bez obzira na njihovu dob, spol, etnicitet, podrijetlo, itd., nije više bitno samo da je osoba bez simptoma oboljenja i poremećaja homeostaze, već da osoba ima što ispunjeniji život, da se što više uveća njezina ili njegova samostalnost i sposobnost snalaženja u životnim situacijama, te to odnosi na većinu životnih konteksta i prilika [2].

Općenito kvaliteta života se može različito definirati:

- kvaliteta života je omogućavanje svakom pojedincu društva, bez obzira na njegovo porijeklo, imovinski status, političku ili kakvu drugu opredijeljenost, da ostvari sve svoje biološke, psihološke, emocionalne i socijalne ciljeve,
- kvaliteta života je multidimenzionalni koncept i pojam koji u sebi sadrži više elemenata (kao što je posjedovanje, ljubav, zadovoljstvo, ostvarenost, itd.), koji zajedno utječu na dobrobit i sreću pojedinca,

- kvaliteta života bi se mogla nekako laički označiti kao i "dobar život", s egzistencijalnim, zabavnim, kulturnim i drugim sadržajima prisutnim na sve opće zadovoljstvo čovjeka, itd. [3].

Međutim, slabovidne i slijepe osobe imaju golemih problema pri postizanju adekvatne razine kvalitete života, te veliku osujećenost pri pokušajima ispunjenja svojih ciljeva. Oboljenja ovog specijalnog osjetila su među onima koja najviše ugrožavaju pojedinca. Većina oboljenja utiče negativno na kvalitetu života ljudi, sa multidimenzionalnim karakterom, što se odnosi na:

- pojavu simptoma i znakova tjelesnog oboljenja,
- gubitak funkcije nekog organa ili dijela tijela,
- psihičke promjene,
- teškoće pri pronalasku zaposlenja i privređivanja,
- opća socijalna izoliranost, itd. [4].

Gubitak i oštećenja vida spadaju u somatopsihičke poremećaje i oboljenja. Općenito, veliki broj čovjekovih oboljenja i tegoba je somatopsihičke naravi, i povezanost mentalnih funkcija, raspoloženja i psihe sa većinom oštećenja tjelesnih funkcija je dokazano. Bilo koji veći poremećaj neke tjelesne funkcije (funkcije kretanja, prehrane, itd.), praćeno njezinim ispadom, bolovima i drugim simptomima u većini slučajeva vodi ka psihičkim tegobama [5].

Izuzetak od ovog pravila nisu ni oštećenja vida i funkcije oka. Štoviše, čovjek više od 80% informacija o vanjskoj sredini dobiva osjetilom vida. Oštećenja vida su somatopsihičkog karaktera, predstavljaju bio psihosocijalni fenomen, te se sukladno društvenim standardima gledaju na tri načina:

- psihičke i tjelesne tegobe osoba s oštećenjem vida,
- društveni status i društvena evaluacija osoba sa tegobama vida,
- zahtjevi i poteškoće koje u društvu postoje za ove osobe,
- modaliteti pomaganja i zbrinjavanja ovih osoba od strane društva, njegovih pojedinaca i institucija [5].

Oštećenja funkcije vida podrazumijevaju dva stanja:

- slabovidnost,
- gubitak vida (sljepoću) [5].

Različiti autori klasificiraju slabovidne i slijepo osobe. Prema nekim autorima, razlikuju se tri kategorije slijepih (bazična činjenica je da je oštrina oka bez oštećenja vida, dakle, kod normalnog vida, 100%):

- potpuna sljepoća - osoba ne dobiva nikakve informacije osjetilom vida (totalni mrak) ili putem očnih organa i vizualnog sustava dobiva samo čulne informacije vezane za prostu svjetlost,
- druga kategorija slijepih osoba podrazumijeva osobe koje osjećaju svjetlost, te koje na boljem oku imaju ili oštrinu vida do 5% ili imaju oštrinu vida do 10%, ali im je vidno polje jednako ili manje od 20 stupnjeva,
- treća kategorija slijepih osoba ima oštrinu vida na boljem oku do 10%, ili osobe sa centralnim vidom na boljem oku do 25% sa korekcijom, ali im je vidno polje suženo na 20 stupnjeva [6].

Također, hrvatski savez slijepih ima svoje definicije i kategorizacije sljepila i osoba s gubitkom vida:

- potpuno slijepa osoba je ona osoba koja ima potpuni gubitak vida (potpuni mrak, nikakvi podražaji niti informacije se ne primaju organima osjetila vida), ili osobe koje imaju na boljem oku, s korekcijom vida ili bez nje, oštrinu vida do 2% (u ovom slučaju se prije govori o ostatku vida, a ne o oštrini vida),
- pod djelomičnom ili praktičnom sljepoćom se podrazumijeva gubitak vida s preostalom oštrinom vida od 2-5% na boljem oku, sa ili bez korekcije,
- kriterij za sljepoću je i suženje vidnog polja, pri čemu, ako je vidno polje manje od 5 stupnjeva, osoba se smatra da je slijepa, bez obzira na to kolika je preostala oštrina vida te osobe [7].

Ipak, opću univerzalnu i sveobuhvatnu definiciju i kategoriranje svih oštećenja vida, uključujući i slabovidnost, daje Svjetska zdravstvena organizacija, te se prema kriterijima SZO, razlikuju sljedeće kategorije oštećenja vida:

- I kategorija (slabovidnost) - osobe s oštećenjem vida, koje na boljem oku, sa ili bez korekcije vida, imaju oštrinu vida 0,3-0,1,

- II kategorija (slabovidnost) - osobe s oštećenjem vida, koje na boljem oku, sa ili bez korekcije vida, imaju oštrinu vida 0,1-0,05,
- III kategorija (sljepoća) - osobe s oštećenjem vida, koje na boljem oku, sa ili bez korekcije vida, imaju oštrinu vida 0,05-0,02,
- IV kategorija (sljepoća) - osobe s oštećenjem vida, koje na boljem oku, sa ili bez korekcije vida, imaju oštrinu vida do 0,02 ili samo osjet proste svjetlosti,
- V kategorija - potpuna sljepoća ili amauroza [2].

Oštećenja vida su forme invaliditeta, kao trajne, permanentne izgubljenosti tjelesne funkcije, s gubitkom sposobnosti obavljanja osnovnih životnih zadataka, sa smanjenjem kapaciteta za postizanje osnovnih ciljeva [8].

Oštećenja vida su jedan od znakova opće kvalitete života. Naime, prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, na svijetu ima oko 160 milijuna osoba s oštećenjem vida, od kojih oko 120 milijuna otpada na slabovidne osobe, a oko 40 milijuna je slijepo. No, distribucija oštećenja vida i slabovidnih i slijepih osoba je šokantna – više 90% ovih osoba se nalazi u nerazvijenim i slabo razvijenim zemljama i regijama svijeta [9].

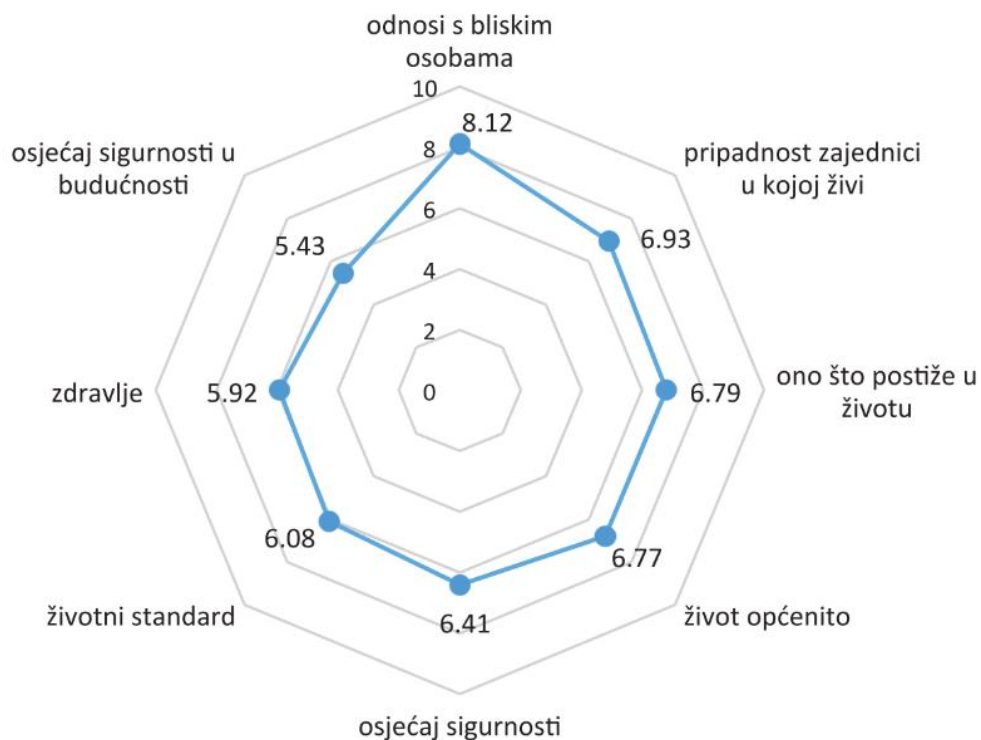
Situacija sa osobama sa oštećenjem vida u hrvatskoj je data u Tablici 1.

Tablica 1. Slijepi i slabovidne osobe u Republici Hrvatskoj [10]

	Osobe s invaliditetom		Osobe s oštećenjem vida koje uzrokuje invaliditet ili funkcionalno oštećenje osobe		
	Broj	% u općem broju stanovnika	Broj	% u općem broju osoba s invaliditetom	Broj na 1000 stanovnika
<b>Hrvatska</b>	511 850	11,9	17 377	3,4	4
<b>Zagreb</b>	90 196	11,4	1971	2,2	3

Najčešći uzročnici oštećenja vida kod osoba u Hrvatskoj su dijabetes mellitus i glaukom.

Ocijenom od 0 do 10 su slabovidni i slijepi pripadnici hrvatske populacije ocijenili svoju kvalitetu života (Grafika 1.). Kao što se vidi, iskazana je relativno visoka zabrinutost ove subpopulacije glede sigurnosti u budućnosti.



Graf 1. Ocjena kvalitete života hrvatskih slabovidnih i slijepih osoba [11]

Kada su u pitanju pomagala za slijepe i slabovidne osobe, situacija u Hrvatskoj je sljedeća:

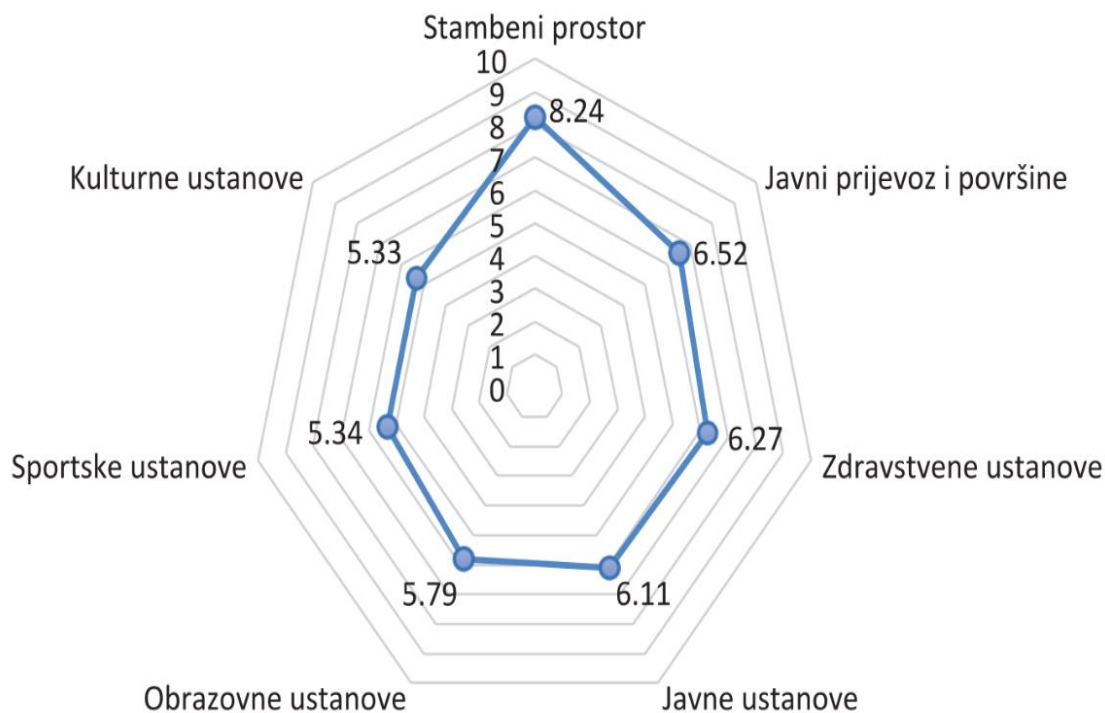
- 24% ovih osoba ne koristi pomagala za slijepe i slabovidne osobe,
- nešto više, 26% njih koristi ova pomagala (tiflotehničke uređaje i sredstva),
- 16% slijepih i slabovidnih koristi više pomagala odjednom,
- samo 9% slijepih i slabovidnih koristi pomagala sa suvremenim tehnologijama [11].

Kada je u pitanju kretanje ovih osoba:

- skoro 27% njih se može samostalno kretati,
- oko 33% njih koristi bijeli štap,
- 23% se kreće uz pomoć vodiča,
- 11% osoba iz ove subpopulacije koristi više pomagala [11].



Pri tome su slijepi i slabovidne osobe ocjenom nešto većom od 5 ocijenile pristupačnost kulturnih, sportskih i obrazovnih ustanova, nešto bolje (iznad 6) su ocijenili zdravstvene ustanove i javni prijevoz, a najveću ocjenu su, logično, dobili stambeni prostori (Grafika 2.) [11].



Graf 2. Ocjene pristupačnosti pojedinih segmenata okoliša za slijepi i slabovidne osobe [11]

## 2.2. Na tržištu dostupne digitalne tehnologije i sustavi za pomoć slijepim i slabovidnim osobama

Slijepi i slabovidne osobe zahtijevaju posebnu brigu okoline. To se svodi i na pomoć obitelji, prijatelja, sugrađana te na pomaganje pri kretanju, osnovnim aktivnostima u domu, na ulici, u trgovini. No, osobe sa oštećenim vidom su osobe sa posebnim potrebama i uvijek se teži ka tome da se ovakvim osobama osigura što veći stupanj samostalnosti i neovisnosti. To znači i za njih same, radi boljeg osjećaja sposobnosti, ali i za rasterećenje okoline. Gubitak vida ili njegovo teško oštećenje je veliki hendikep za bilo koga. Nijedno drugo čulo ne može nadomjestiti gubitak osjetila vida, pa je zadatak Slijepi i slabovidne osobe zahtijevaju posebnu brigu okoline. To se svodi i na pomoć obitelji, prijatelja, sugrađana te na pomaganje pri kretanju, osnovnim aktivnostima u

domu, na ulici, u trgovini. No, osobe sa oštećenim vidom su osobe sa posebnim potrebama i uvijek se teži ka tome da se ovakvim osobama osigura što veći stupanj samostalnosti i neovisnosti. To znači i za njih same, radi boljeg osjećaja sposobnosti, ali i za rasterećenje okoline. Gubitak vida ili njegovo teško oštećenje je veliki nedostatak za bilo koga. Nijedno drugo čulo ne može nadomjestiti gubitak osjetila vida, pa je zadatak stavljen inženjerima, znanstvenicima i svim ostalim akterima inoviranja i kreiranja posebnih uređaja, sredstava i infrastrukture. Zadatak je da slijepu ili slabovidnu osobu snabdije adekvatnim stvarima za lakše snalaženje u zatvorenim i otvorenim prostorima. Ovdje će biti iznijeto nekoliko primjera kako je to izvedeno.

### 2.2.1. Bijeli štap sa senzorima

Slabovidne, a posebno slijepo osobe gotovo neizostavno koriste bijeli štap (*eng. blind cane*, slijepi štap). To je produljena "ruka" odnosno model produljenog taktilnog osjetila. Slijepa osoba, u biti, dovodi u fizički kontakt vrh bijelog štapa s predmetima ispred sebe i u izravnom svom bliskom okruženju, registrirajući njihovu udaljenost od sebe, njihove fizičke značajke (dimenzije, konzistenciju, visinu, itd.). Tako slijepa osoba može na vrijeme započeti manevar sklanjanja s putanje koja vodi u koliziju sa objektom, te adaptirajući svoj pravac i brzinu kretanja stvara sigurniju rutu za pomicanje u vanjskoj okolini [12].

Mogu biti izrađeni od različitih sintetičkih materijala, najčešće laganih i u isto vrijeme mehanički otpornih, te se javljaju u nekoliko varijanti:

- iz jednog dijela,
- na sklapanje [12].

Razlikuju se i po dimenzijama, pa je standardni bijeli štap najčešće visine do struka odrasle osobe, dok se za djecu koriste kraći [12].

No, odavno postoji ideja da se ovom prostom mehaničkom instrumentu doda i senzor i digitalni sustav koji bi, obzirom na veliku iskoristivost digitalnih uređaja općenito, a i

među populacijom slijepih i slabovidnih omogućio osobi oštećenog vida da se dodatno brine o sebi tijekom kretanja, posebice u urbanim sredinama i okolici, gdje je gust promet itd. Jedno od takvih rješenja je i "Ultra Cane". Originalna ideja ovog pomagala je izrađena na sveučilištima u Velikoj Britaniji [12].

Sam Ultra Cane slijepi ili bijeli štap je izrađen od izdržljivog i laganog grafitnog materijala, te je najčešće sklopive konstrukcije i različite duljine, u ovisnosti o visini samog korisnika i njegovih osobnih potreba [12].

Sam štap je baziran na procesu eholociranja, sa ultrazvučnim transdudktorima u držalu štapa, nešto slično načinu na koji slijepi miševi ili dupini se snalaze u fizičkom ambijentu. U konačnici, sama ideja je zasnovana na principu da se slijepi miševi snalaze u prostoru. Oni emitiraju ultrazvučne valove, koji se odbijaju od prepreke ili objekta u okolini slijepog miša, te se vraćaju receptorima slijepog miša. Životinja određuje udaljenost od prepreke na osnovu vremena poslije kojeg se ultrazvučni val vrati. Na isti način funkcionira i Ultra Cane, sa svoja dva transdudtora koja emitiraju ultrazvučne valove ispred slijepe osobe (Slika 1.) [12].



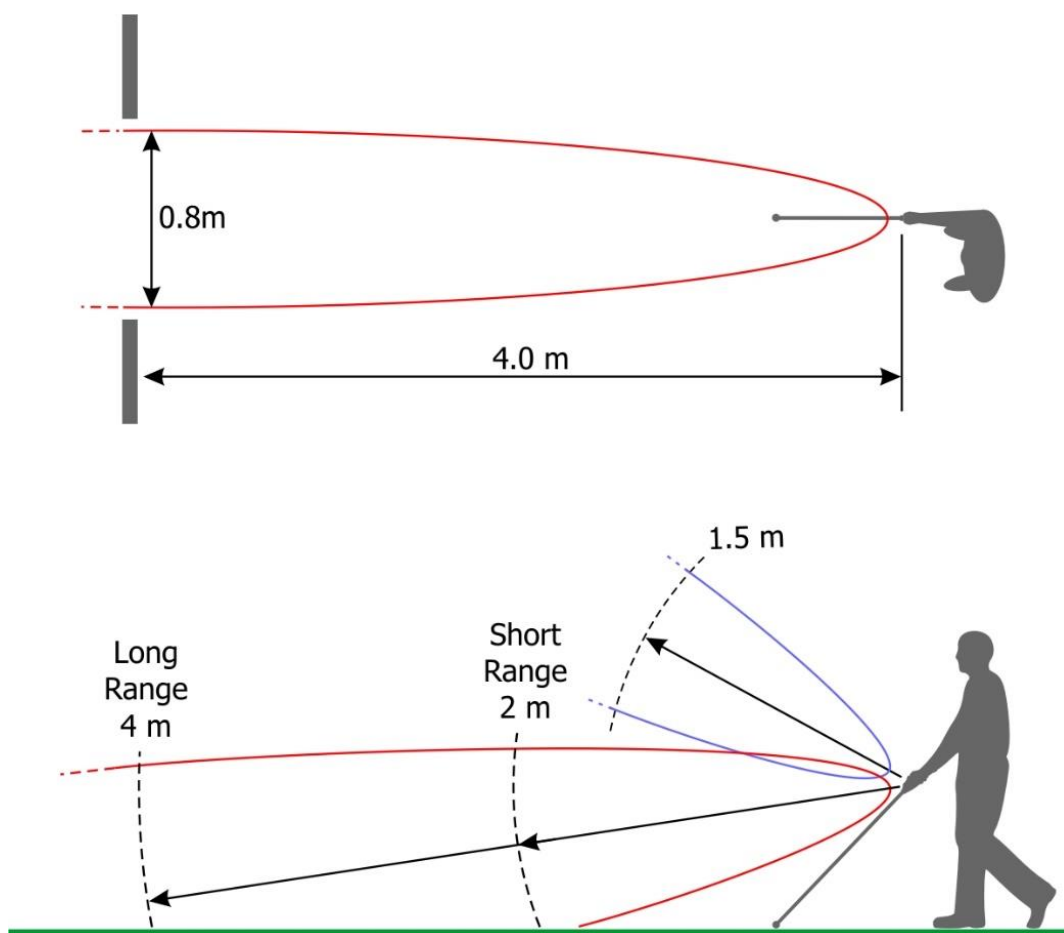
Slika 1. Bazični izgled i ergonomski dizajn Ultra Cane elektronskog slijepog štapa [12]

Ultra Cane elektronski bijeli štap ima dva modela funkcioniranja:

- detekcija prepreka 2 metra ispred slijepe osobe,

- detekcija prepreka 4 metra ispred slijepe osobe,

sa širinom fronte ultrazvučnog vala od oko 0,8 metara, u visini glave slijepe ili slabovidne osobe (Slika 2.) [13].



Slika 2. Način na koji Ultra Cane elektronski bijeli štap, pomoću ultrazvučnih valova i senzora, skenira prostor između korisnika, to jest, slijepe ili slabovidne osobe, dajući informacije korisniku o preprekama tijekom kretanja [13]

Kada se ultrazvučni valovi odbiju od prepreke, oni se vraćaju u odgovarajuće elektronske senzore u držalu Ultra Cane bijelog štapa, nakon čega digitalni uređaj u njegovu sklopu računa relativnu udaljenost štapa i korisnika od otkrivene prepreke. Zatim, štap korisniku to naglašava vibracijom, s dva okrugla tastera na držalu štapa [13]. Tako korisnik može znati da li je prepreka niže postavljena ili je u visini grudi i glave, te također, na osnovu intenziteta vibracije, može otkriti koliko je prepreka blizu [13].

### 2.2.2. Vizualna elektronička i digitalna pomagala

Gubitak vida je značajan i težak oblik poremećaja i invaliditeta. Određeni stupnjevi gubitka osjetila vida se mogu korigirati konvencionalnim oftalmološkim i optičkim pomagalima, poput naočala ili umjetnih leća, ali značajniji gubici vida, poput makularne degeneracije, oštećenja oka uslijed dijabetesa i slično obično zahtijevaju dodatna pomagala. Takva pomagala su danas dostupna na tržištu u raznim varijantama, služeći se najsvremenijim dostignućima digitalnih tehnologija i računalne opreme i instrumenata [14].

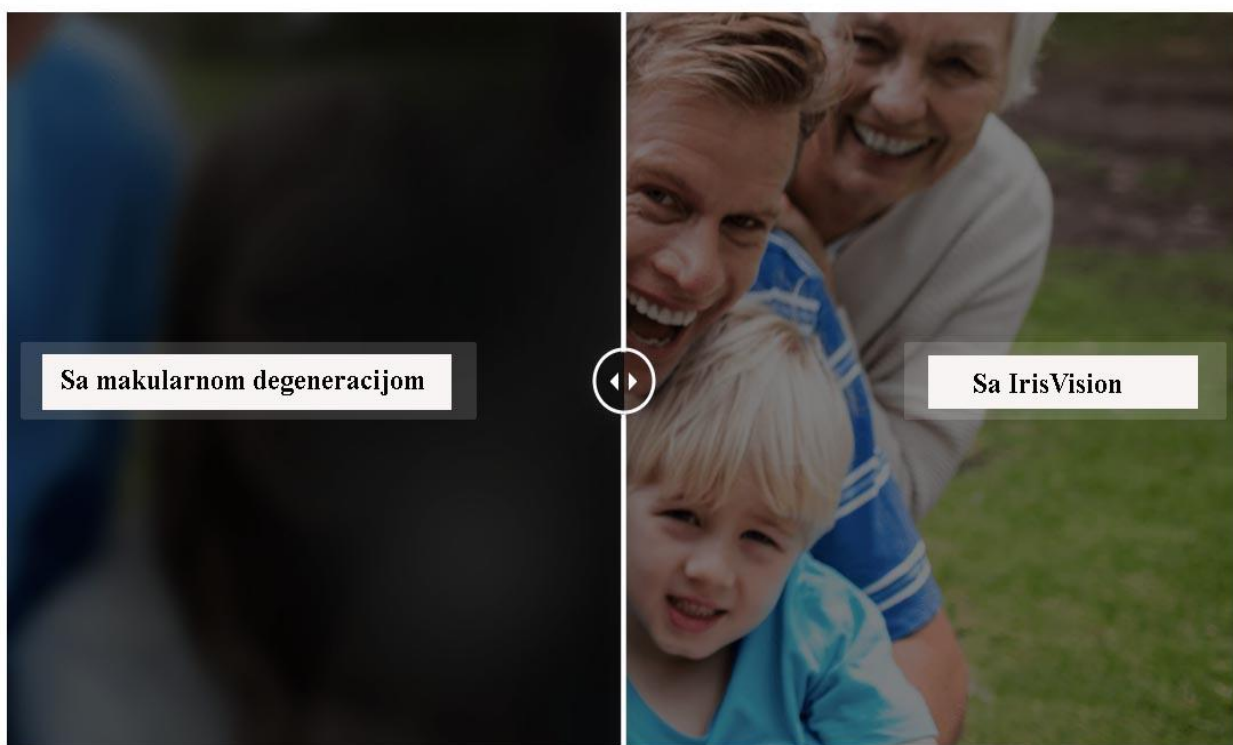
Jedan od takvih sustava je i Iris Vision. U pitanju je američka kompanija koja, sukladno standardima i zahtjevima *FDA* (eng. *federal Food and Drug Administration*), spada u klasu I asistivnih tehnologija i pomagala, te je po većini kriterija na samom vrhu po kvaliteti i efektima pomaganja slabovidnim osobama širom svijeta, iako se radi o prilično skupom pomaganju, od nekoliko tisuća dolara [14].

Ova kompanija nudi više proizvoda iz svog asortimana, od kojih je najčešći onaj sa VR uređajem (naočale za prikaz virtualne realnosti) koji pomoću optičkih uređaja na prednjem dijelu (kamera) prikuplja podatke o ambijentu, dok sam prikaz biva obrađen od strane Samsungovog pametnog telefona, koji čini dio sustava (Slika 3.) [14].



Slika 3. IrisVision VR sustav, kao asistivna tehnologija za osobe sa različitim oštećenjima vida [14]

Jedan od primjera gdje ovaj sustav za asistirano gledanje značajno doprinosi poboljšanju kvalitete vida je i makularna degeneracija. Radi se o oštećenju centralnog dijela mrežnice, žutoj mrlji, koja pruža najbolji, centralni vid. Međutim, uslijed različitih čimbenika, kao što su nasljeđe i pušenje, ovaj dio oka biva oštećen i razvijaju se degenerativne promjene, s oštećenjem centralnog vida. Centralni dio vidnog polja biva zamagljen ili potpuno zamućen, s nemogućnošću prepoznavanja lica drugih osoba i drugih elemenata vidnog polja, što remeti opću kvalitetu života osobe, otežavajući joj kretanje, komunikaciju, itd. Međutim, Iris Vision VR digitalni sustav u velikoj mjeri može pomoći poboljšanju centralnog vida, kao što se vidi na Slici 4. [14].



Slika 4. IrisVision Live VR sustav može značajno poboljšati kvalitetu centralnog vida i uopće života osoba koje imaju makularnu degeneraciju [15]

Osnovne specifikacije uređaja IrisVision Live VR su prikazane na Slici 5.



Slika 5. IrisVision Live VR uređaj i osnovne funkcije [16]

U biti, kamera visoke rezolucije montiranog kompatibilnog pametnog mobitela snima ambijent oko korisnika, a zatim uređaj prikazuje snimljene prikaze osobi sa obrađenim parametrima, kao što su osvjjetljenje, kontrast, itd. Uređaj može značajno pomoći osobi s oštećenim vidom da se kreće u unutrašnjosti doma, a posebice vani (pri čemu sprječava nastanak problema pri naglom prijelazu iz tamnijeg unutarnjeg ambijenta u vanjski), omogućavajući i lakše čitanje i većinu drugih aktivnosti osobe s oštećenim vidom [16].

### 3. PRAKTIČNI DIO

Praktični dio rada će se bazirati na izradi originalnog koncepta i sustava za navigaciju kao pomoć slijepim i slabovidnim osobama, bazirano na postojećim tehnologijama.

Dakle, diljem svijeta postoje stotine milijuna osoba s oštećenim osjetilom vida, slabovidnih i slijepih individua, uslijed šećerne bolesti, povišenog očnog tlaka, makularne degeneracije, itd., koji bez izuzetka imaju poremećenu i sniženu kvalitetu života, sa velikim poteškoćama pri obavljanju većine svakodnevnih aktivnosti u kućanstvu (priprema obroka, prehrana, oblačenje, higijena, itd.), vani (snalaženje na ulici, u javnim otvorenim zatvorenim prostorijama, pri korištenju usluga javnog prijevoza, itd.), te ove osobe trebaju pomoć drugih osoba i zajednice općenito [17].

Kretanje slabovidnih i slijepih osoba je posebno iskustvo. Ono se odvija prema posebnim pravilima, a ispunjeno je brojnim teškoćama pri savladavanju. Istraživanja i ankete na tu temu (i među slijepim i slabovidnim osobama u Hrvatskoj i Zagrebu) su došle do rezultata u ovom iskustvu i ove osobe, koje su ranije tijekom života imale vid i vidjele su, govore o takozvanom "transformiranom prostoru". Ovaj prostor je tijekom očuvanosti vida bio širok, kao što to svaka osoba koja vidi doživljava. Međutim, kod osobe s oštećenim vidom, u ovisnosti od stupnja oštećenja, ovaj prostor se sužava na uski prostor oko samog čovjeka, da bi se o istom kod potpuno slijepe osobe izgubilo skoro 80% informacija [18].

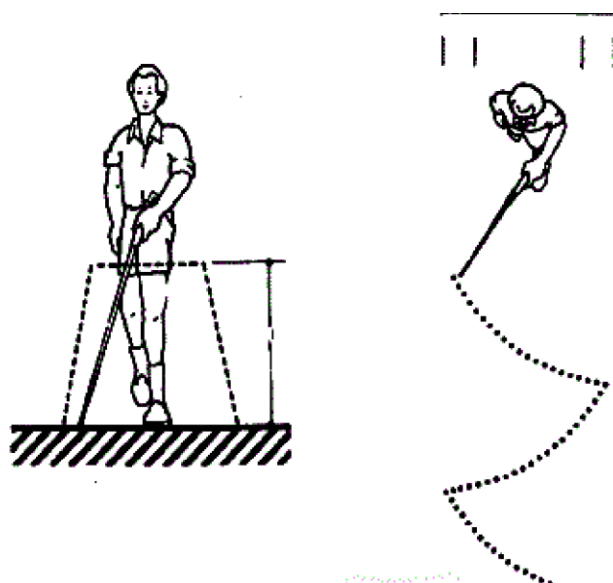
Izvor informacija o vanjskoj sredini se svodi na pojačano angažiranje preostalih, očuvanih osjetila i čula - osjetilo dodira (taktilno osjetilo), propriocepcija i osjetilo ravnoteže, osjetilo sluha, osjetilo mirisa i okusa. Posebno osjetilo dodira poprima na značaju, kada osoba s oštećenim vidom dodiruje predmete u svom stanu i tako se orijentira u prostoru. Međutim, mnogo je teže snalaženje na otvorenom prostoru (ulica, grad, prometnice) i u manje poznatim i nepoznatim vanjskim zatvorenim prostorima (prostorije raznih institucija čije usluge osoba koristi, prostorije trgovina, itd.) [19].

U tim prostorima, slijepa osoba se snalazi registracijom pozicije, veličine, oblika i drugih značajki predmeta u okolini, kao što su: stupovi (rasvjeta, prometni znakovi, itd.), automobili u stacionarnom položaju, zidovi, rubovi i kutovi zgrada i drugih građevinskih objekata, pločnici, rubovi pločnika, drveće, šahtovi, posebne staze za slijepe osobe na prometnicama, itd. To su sve elementi koji olakšavaju orijentaciju i kretanje slijepe osobe i smanjuju mogućnost pada i povrede [19].



Taktilne informacije (informacije dobivene osjetilom dodira) su za slijepu i slabovidnu osobu od najveće važnosti. Svakako da se najveći dio taktilnih informacija dobiva pomoću ruku, koje mnoge slijepu osobu nazivaju "očima". Rukama se dodiruju predmeti i analizira njihov oblik, dimenzije, položaj. Također, stopala su isto tako vrijedan izvor taktilnih informacija, pružajući uvid u stanje podloge po kojoj se slijepa osoba kreće [20].

Međutim, ovaj neposredni haptički prostor je previše uzak i ograničen i slijepoj i slabovidnoj osobi je neophodan uvid u širi prostor oko sebe. Cilj je slijepu osobu osposobiti da što distalnije osjeća i percipira prostor, mjesto uskog, proksimalnog prostora izravno oko sebe. Iz tih razloga, kao jedno od najčešćih i najznačajnijih pomoćnih sredstava za slijepu osobu, ističe se "bijeli štap". Radi se o prostom, jeftinom i pouzdanom tiftotehničkom pomagalu, kojim slijepa osoba može osjetiti prostor ispred sebe u širini i opsegu od oko 1m, te do visine struka (Slika 6.) [20].



3. Slika 6. Način kretanja slijepu osobu pomoću bijelog štapa i haptički prostor [21]

### 3.1.Primjer digitalnih tiftotehničkih pomagala za slijepu i slabovidnu osobu

Moderne tehnologije su prožele većinu čovjekovih aktivnosti. Digitalni sustavi, elektronski uređaji i telekomunikacijske tehnologije su neizostavni segment većine uređaja, transportnih sredstava, opreme i uopće života čovjeka. To se odnosi i na pomaganje slijepim i slabovidnim osobama. Digitalni uređaji, poput pametnih telefona (ili ručnih satova), takozvani "handheld" uređaji, olakšavaju snalaženje velikom broju

ljudi tijekom kretanja, prometa, transporta, a uveliko su postali i pomagala slijepim i slabovidnim osobama [22].

Većina elektronskih pomagala, za pomoć pri kretanju i specijalnoj orijentaciji osoba s oštećenjem vida se zasniva na određenom tipu senzora, koji prilikom kretanja slijepe osobe detektira prepreke i objekte u vanjskoj sredini, te osobu obavještava adekvatnim signalom (zvukom ili vibracijom ili oboje). Radi se, dakle, najčešće o objektima koji nisu u dohvat i dometu bijelog štapa. Kao što je rečeno, slijepa osoba standardnim bijelim štapom može taktilno detektirati objekte do oko 1 metar od sebe, dok je za detekciju udaljenijih objekata neophodan određeni senzor [22].

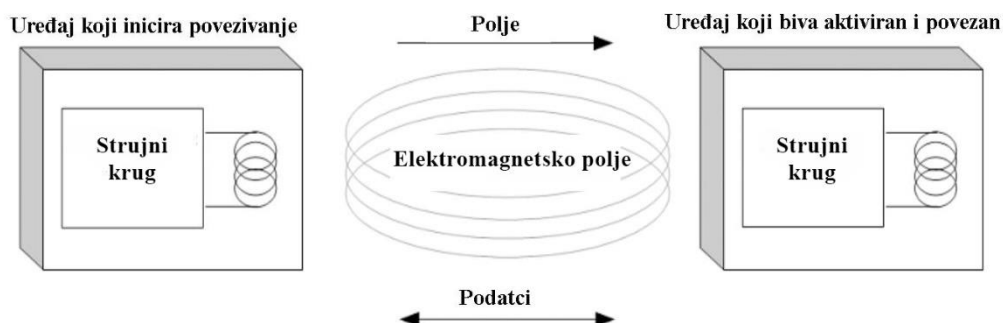
U ovom odjeljku rada, bit će dat prijedlog sustava za navigaciju pomoću bežičnih (wireless) tehnologija, posebice u zatvorenim, nepoznatim prostorima, kao što su prodajni objekti, trgovački centri, itd. Jedan od najbitnijih aspekata kvalitete života je mogućnost efikasnog obavljanja svakodnevnih aktivnosti, uključujući posjet trgovinama, prilikom čega slijepe i slabovide osobe imaju velikih poteškoća [23].

Jedan od modaliteta pomoći osobama sa oštećenjima vida jest dizajniranje i produkcija adekvatnih sustava koji mogu slijepoj osobi pomoći pri navigaciji kroz zatvorene prostore tržnica, sa korištenjem bežičnih (wireless) tehnologija. Stoga će u ovom odjeljku rada biti nešto riječi upravo o ovim tehnologijama, a zatim će biti opisan primjer zasnovan na njima, koji po mišljenju ovog rada, može pomoći slijepim i slabovidnim osobama pri navigaciji u zatvorenim prostorima [23].

### *3.1.1. NFC*

Jedna od takvih bežičnih tehnologija je i NFC (eng. Near Field Communication). U slobodnom prijevodu, značilo bi da se radi o bežičnoj tehnologiji koja funkcionira na malim udaljenostima i rastojanjima. U principu, NFC kompatibilni uređaji se moraju dovesti na blisku udaljenost, kako bi se izvršila primopredaja i transfer podataka i izvršile

određene funkcije. Magnetno polje se inducira kada se dvije zavojnice, jedna u čitaču (pametni telefon), a druga u NFC čipu, dovedu u izravnu blizinu (Slika 7.) [23].



Slika 7. Bazični grafički prikaz funkcioniranja NFC sustava [24]

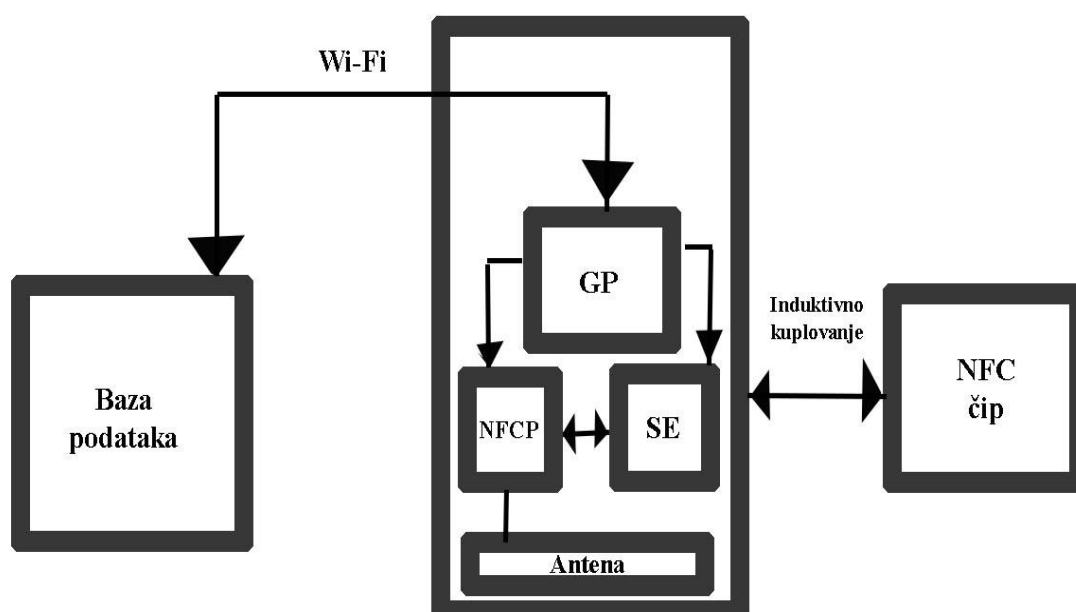
Inicirajući uređaj (*handheld* uređaj, kao što je pametni telefon) propušta struju kroz svoju zavojnicu, generirajući magnetno polje koje se širi na kratkoj udaljenosti u okolini uređaja. Ako se ciljni digitalni uređaj, kao što je NFC čip, dovede u doseg ovog magnetnog polja, onda se u zavojnici NFC čipa (gdje su sadržane informacije vezane za neki događaj ili proizvod ili turističku znamenitost), prema Faradejevima zakonitostima magnetne indukcije, generira također protok električne struje. Sa stvaranjem sekundarne električne struje u zavojnici ciljnog uređaja (NFC čipa), generira se i sekundarno magnetno polje oko njega, koje će utjecati povratno na tok električne struje kroz zavojnicu inicijalnog uređaja. Ova promjena struje u inicijalnom uređaju se, u biti, svodi na moduliranje i redoslijed prijenosa podataka [25].

Najosnovnije specifikacije NFC tehnologije su:

- opseg ili domet tehnologije je do 10 centimetara,
- međunarodnim standardima ustvrđena frekvencija od 13,56MHz,
- brzina razmjene podataka 106kB/sec-424kB/sec [26],

a osnovni elementi sustava:

- glavni procesor handheld uređaja (smart telefona), kao glavni kontrolor sustava, sa jedinicom za obradu podataka, operativnim sustavom i drugim elementima neophodnim za kontroliranje cijelog sustava,
- sigurnosni element, kao dio tehnologije pametnih kartica, koji osigurava zaštitu podataka,
- NFC kontrolor, posebni električni krug i čip, sa funkcijom povezivanja prethodno spomenutog centralnog (host) kontrolora pametnog handheld uređaja s interfejsom u kojem se odigrava prijenos podataka,
- NFC antena (Slika 8.) [27].



Slika 8. Bazična organizacija elemenata NFC sustava (GP - glavni procesor ili glavni kontrolor, NFCP - NFC procesor, SE - sigurnosni element) (osobna ilustracija autora)

Dakle, cijela NFC bežična tehnologija je bazirana na analognim signalima koji potječu iz indukcije magnetnog polja između dvije NFC naprave. NFC kontrolor ili procesor prima od antene (zavojnica NFC kompatibilnog *hand-held* uređaja) analogni signal, nastao promjenama magnetnog polja, te ga modulira i šalje u glavni procesor *handheld* uređaja. Sa aspekta NFC tehnologije, treba napomenuti da se prijenos ovih podataka može ostvariti i u pasivnom modu. To jest, u sigurnosnom elementu (S-kategorija pametnih kartica) su sadržani kriptirani relevantni podaci od značaja za korisnika ove tehnologije i vlasnika pametnog handheld uređaja sa NFC funkcijom. Veza između sigurnosnog elementa i NFC kontrolora je takva da glavni procesor *handheld* uređaja s NFC funkcijom

ne mora biti uopće uključen, to jest, NFC slanje podataka se može obaviti i kad je telefon isključen ili kada mu je baterija prazna [28].

Obzirom na gubitak funkcije vida ili njegovo drastično smanjenje kod osoba s oštećenjima ovog osjetila, ovo dobiva na značaju i predstavlja značajnu prednost. Slijepa osoba može koristiti svoj pametni telefon za više aktivnosti. Ipak, za navigaciju u zatvorenim prostorima, poput radnji, trgovina, itd., neophodno je da *handheld* uređaj bude uključen i u funkciji, obzirom da je neophodna funkcija povezivanja istog sa drugim bazama podataka, najčešće posredstvom Wi-Fi kontakta [29].

NFC tehnologija može se koristiti za navigaciju u zatvorenim prostorima, sa velikim pomaganjem slijepim i slabovidnim osobama pri kretanju, posredstvom nekoliko NFC digitalnih uređaja, kao što su:

- prosti čipovi ili tagovi,
- smart-kartice, koje imaju i funkciju enkripcije podataka i njihove upotrebe na različitim mjestima u trgovinama,
- mobitel, *smart* telefon, sa funkcijama aktivnog NFC uređaja, itd. [29].

Međutim, bitno je razdvojiti NFC uređaje i sustav na dvije glavne skupine uređaja:

- aktivne i
- pasivne [29].

Aktivni NFC uređaji imaju osobni izvor električne energije, prisutan u obliku baterije mobitela ili kakvog drugog *handheld* digitalnog uređaja [29].

Na drugoj strani, pasivni NFC uređaji i čipovi nemaju vlastiti izvor energije. Kao što sam naziv govori, ovo su čipovi čija aktivacija općenito ovisi o radu drugog, aktivnog NFC uređaja. Drugi, aktivni NFC uređaj generira magnetno polje protokom električne struje (koja, opet, potječe iz električnog, baterijskog napajanja aktivnog NFC uređaja), koje zatim aktivira indukcijom pasivni NFC uređaj, koji zatim modulira signal aktivnog NFC uređaja i tako prenosi informaciju sadržanu u svom električnom krugu [29].

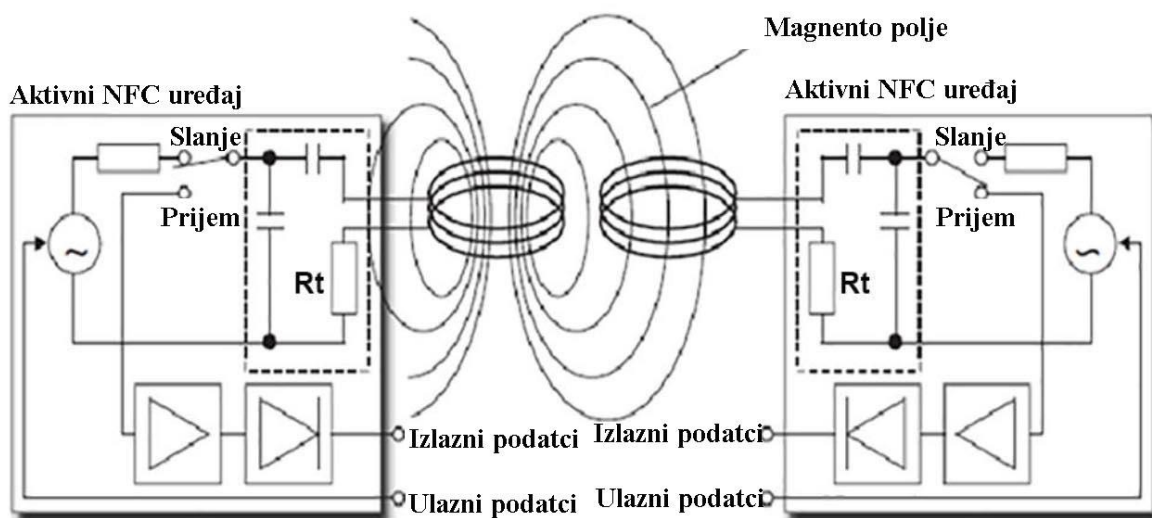
Također, značajna razlika između aktivnih i pasivnih NFC uređaja je da aktivni NFC uređaji, prisutni u digitalnim uređajima sa odgovarajućim baterijskim napajanjem, mogu čitati informacije iz drugih NFC čipova, bilo aktivnih ili pasivnih. Pasivni NFC čip mogu

sadržavati digitalne informacije u svojim elektroničkim krugovima, ali te informacije se ne mogu čitati iz drugih NFC uređaja. Inače, za ostvarivanje NFC transfera podataka, neophodno je:

- prisustvo dva aktivna NFC uređaja (dva NFC-kompatibilna mobitela, koji se dovedu u blizak kontakt, na malo rastojanje i očitaju se informacije),
- prisustvo jednog aktivnog i jednog pasivnog NFC uređaja (jedan aktivni NFC uređaj, kao što je NFC-kompatibilni mobilni telefon i jedan pasivni NFC čip ili tag ili NFC pametna kartica),

pri čemu NFC komunikacija nije moguća između dva pasivna NFC uređaja [29].

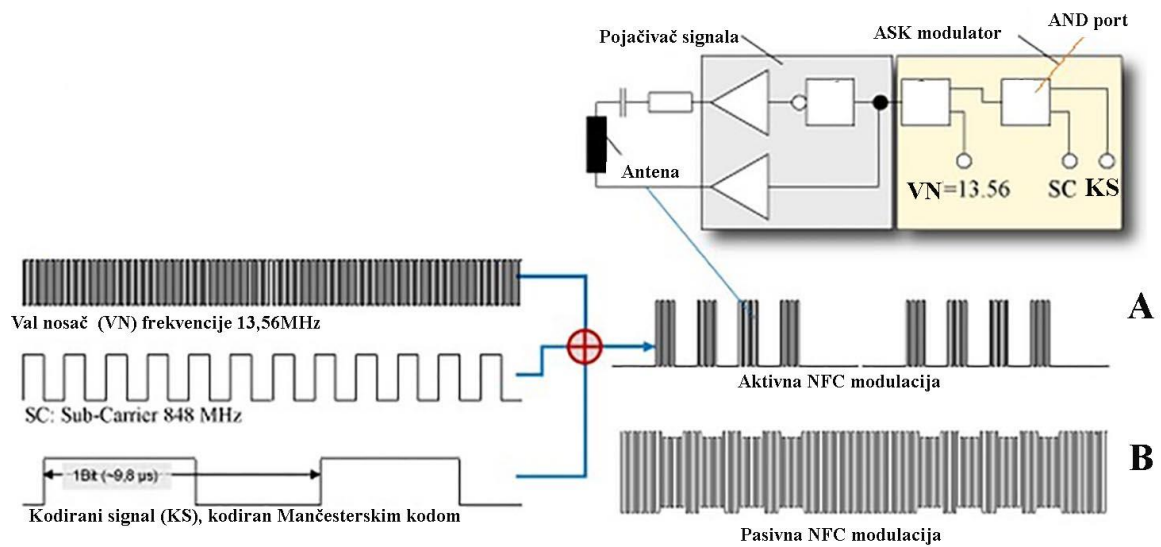
Aktivna NFC konekcija je predstavljena na Slici 9. Kao što se vidi sa slike, dva aktivna NFC uređaja, kao što su *smart* mobiteli, mogu brzo i jednostavno ostvariti bežičnu konekciju kratkog dometa i realizirati prijenos podataka. Pri tome naizmjenično jedan aktivni NFC uređaj može biti inicijator konekcije, a drugi prijemnik i obrnuto. Magnetno polje inicijatorovog uređaja inducira električnu struju u zavojnici drugog uređaja, tokom čega drugi uređaj "miruje". Nakon što ciljni uređaj primi signal i demodulira podatke, veza izmjene podataka se završava. U ovom aktivnom modu, dva aktivna NFC uređaja se smjenjuju, pri čemu je jedan prijemnik, a drugi inicijator prijenosa signala, a zatim se te uloge mijenjaju. Predaja i prijem magnetnih signala se odvija putem antena oba uređaja, to jest, zavojnica.



Slika 9. Aktivni mod NFC konekcije [24]

Inicijator NFC konekcije (aktivni NFC uređaj) generira glavni elektromagnetni val nosač (eng. *carrier wave*), pri frekvenciji od 13,56MHz, kojeg modulira sa podacima, pri čemu je frekvencija nosećeg vala značajno veća od frekvencije vala koji nosi podatke. Za modulaciju podataka, koristi se ASK metoda (eng. Amplitude Shift Keying), a za kodiranje se koristi nekoliko metoda:

- Manchesterska metoda kodiranja ili
- modificirana Millerova metoda (Slika 10.) [30].



Slika 10. Aktivno i pasivno moduliranje kod NFC tehnologije [30]

Kod aktivnog NFC moda, inicijalnu NFC uređaj generira signal na opisani način, te se oko antene inicijalnog NFC uređaja razvija magnetno polje koje prenosi modulirani signal na antenu prijemnog NFC uređaja, a zatim prijemni uređaj prekida transmisiju. Drugi, također aktivni NFC uređaj prima signal, demodulira ga, a zatim šalje vlastiti signal prvom uređaju, sa zamjenom uloga [31].

Kod pasivnog moda NFC transmisije elektromagnetnih signala, jedan od uparenih NFC-kompatibilnih uređaja nema zasebno napajanje električnom strujom. Jedan aktivni NFC uređaj generira NFC signal, modulira ga i stvara magnetno polje oko svoje antene i zavojnice, a receptivni pasivni NFC uređaj koristi ovo magnetno polje i indukcijski generira u vlastitoj anteni električnu struju. Pasivni NFC uređaj (NFC čip, NFC kartica),

potrošnjom magnetnog polja aktivnog NFC uređaja dovodi do modifikacije ulaznog signala i modulira ga, šaljući aktivnom NFC uređaju tako podatke [31].

Kada je u pitanju NFC tehnologija, ona se može smatrati dodatno razvijenom i modificiranom verzijom jedne od najstarijih bežičnih tehnologija, RFID-a (eng. Radio Frequency Identification - identificiranje radio frekvencijom). Radi se o sličnoj tehnologiji, koja se bazira na moduliranim radio valovima, kada aktivni RFID uređaj odašilje radio valove u ambijent, a RFID pasivni čip, najčešće prikačen za neki proizvod ili objekta, prima radio val i signal, demodulira ga, te do aktivnog RFID uređaja (kao čitača) šalje malu količinu podataka, od najčešće nekoliko kilobajta (serijski broj proizvoda, podaci o količini proizvoda, itd.) [32].

Pasivni RFID uređaj nema vlastito električno napajanje, već se radi o pasivnom RFID čipu. RFID tehnologija je namijenjena upravo najčešće samo za identificiranje određenih obilježenih objekata, kao što sam naziv ovog bežičnog sustava i govori. Radiovalni signal od aktivnog RFID uređaja se prostire u svim pravcima, a kao elektromagnetni fenomen prolazi kroz većinu barijera i prepreka, te može otkriti RFID čip iza njih i kada sam RFID pasivni čip, a samim time i određeni proizvod, nije u izravnoj liniji pogleda korisnika RFID aktivnog uređaja [32].

Međutim, NFC u odnosu na RFID ima određenih prednosti. S RFID sustavom, mogu se prenositi najčešće samo male količine bazičnih podataka. Također, ozbiljan nedostatak RFID tehnologije je i manja sigurnost [32].

Obzirom da postoji često veći prostor između RFID čitača i RFID pasivnog čipa koji sadrži određene podatke, neovlaštenim trećim strankama nije pretjerano teško presresti RFID komunikaciju i dovesti je do neželjenih efekata po sustav. Obzirom na jako malenu udaljenost između NFC uređaja (do 10cm udaljenosti), ovaj rizik je kod NFC tehnologije minimaliziran [32].

Metaforički, RFID bi se mogao usporediti sa osobom koja u mraku prolazi pored osobnog doma druge osobe. Ako druga osoba upali svjetlo ispred svoje kuće, svjetlo će obasjati drugu osobu koja je u prolazu i pružiti samo osnovne podatke. Međutim, kod NFC tehnologije, osoba koja bi upalila svjetlo ispred svog doma i obasjala drugu osobu u

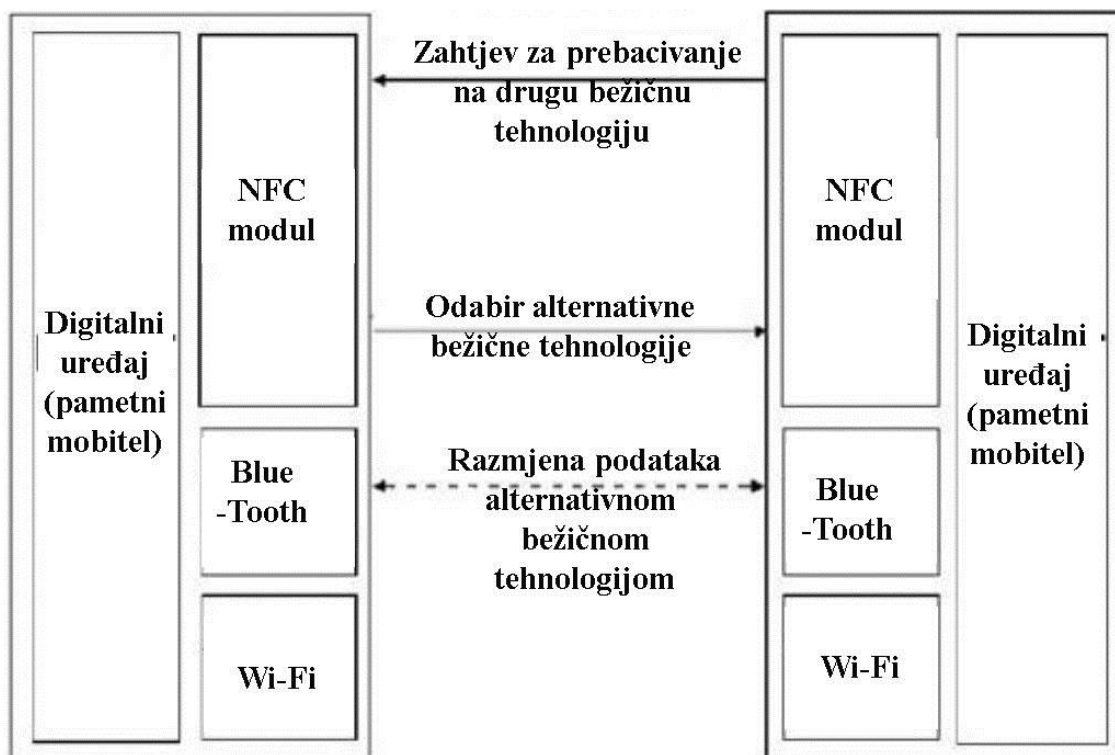


mraku, poziva tu osobu da priđe radi detaljnijeg upoznavanja, razmjene povjerljivijih podataka, kako bi se komunikacija mogla odigrati na bliži način [32].

Upravo je tako kod NFC tehnologije. Obzirom da se radi o komunikaciji i bežičnoj tehnologiji visoke razine sigurnosti (relativno, svakako), NFC se može iskoristiti za transfer povjerljivijih podataka između dva digitalna uređaja. Primjerice, slijepa ili slabovidna osoba bi trebala pristup Wi-Fi mreži nekog objekta, kao što je trgovački centar i slično. Kako bi pristupila Wi-Fi mreži, osoba mora:

- otvoriti odgovarajuća podešavanja na svom *handheld* uređaju,
- skenirati dostupne Wi-Fi mreže,
- odabrati datu Wi-Fi mrežu sa liste dostupnih mreža,
- zatražiti i unijeti odgovarajuću lozinku,
- te poduzeti ostale korake u okviru sigurnosnog protokola za pristup datoj bežičnoj Wi-Fi mreži [32].

Jasno je iz navedenog da ovo nije primjenljivo kod slijepih i slabovidnih osoba. Iz tih razloga, NFC tehnologija može biti od velike koristi. NFC podrazumijeva kratko dometnu bežičnu vezu kojom se sigurno razmijene povjerljivi podaci neophodni za uspostavu druge bežične tehnologije, kao što je Bluetooth ili Wi-Fi. Radi se o takozvanom "pregovaranju" o "predaji" (*eng, negotiated handover*) NFC veze za drugu, moćniju bežičnu tehnologiju, kakva je Wi-Fi ili Bluetooth (Slika 11.) [32].



Slika 11. NFC često služi kao "gateway" ili sigurna ulazna vrata u moćnije bežične tehnologije i mreže [32]

### 3.1.2. Bluetooth Smart

Bluetooth tehnologija je bazirana na radio valovima, maksimalne brzine prijenosa podataka od 24MB/sec, te maksimalnog dometa od oko 10 metara. Bazira se na *ad hoc* povezivanju Bluetooth kompatibilnih uređaja, to jest, nije neophodan centralni *hub* na koji se povezuju svi uređaji, nego se dva Bluetooth uređaja mogu neovisno povezati kada dospiju na odgovarajuću udaljenost, te nakon odgovarajuće autentifikacije od strane oba korisnika [33].

Od posebnog interesa je Bluetooth 4.0 generacija ove tehnologije i uređaja, takozvani "Bluetooth Smart". Ova pod generacija Bluetooth tehnologije koristi ISM opseg frekvencija 2400-2485,3MHz, podijeljen na 40 kanala, od kojih su prva 3 rezervirana za oglašavanje (uglavnom Bluetooth signalnih uređaja ili "*beacona*"), a ostatak za konekciju i izmjenu podataka [33].

Kao što je rečeno, glavna primjena Bluetooth Smart tehnologije je preko malih, pogodnih signalnih uređaja, nazvanih "*beacons*" (od eng. *beacon*, što znači svjetionik). To su mali

uređaji, pogodne veličine i oblika, koji se mogu plasirati na određena mjesta u trgovinama ili drugim zatvorenim prostorima i koji odašilju najčešće intermitentno, u određenim vremenskim razmacima, elektromagnetne radio valove u svim pravcima do određene kraće udaljenosti. Ove signale prihvataju Bluetooth kompatibilni handheld uređaji, te njihovi korisnici mogu pročitati date automatske pakete podataka [33].

Pri tome, ovi odašiljači su najčešće vezani za određenu kompaniju ili poduzeće (ili kakvu drugu pravnu osobu), te je za prepoznavanje i čitanje ovih paketa poruka od odašiljača najčešće neophodna specifična softverska aplikacija. U biti, osoba sa Bluetooth 4.0 kompatibilnim *handheld* uređajem ulazi u dati prostor trgovine ili sličnog zatvorenog prostora, prima signal od Bluetooth Smart oglašivača i data specifična aplikacija se automatski aktivira na *handheld* uređaju korisnika i prenosi mu poruku sadržanu u signalu odašiljača (informacije o odgovarajućem odjelu trgovine, neka akcija i sniženje, itd. [33].

Pri tome, ovi BLE odašiljači su iznimno štedljivi u vidu energije, pa jedna baterija može trajati i po više godina bez potrebe za njenom izmjenom. Pri tome je najbitnija jednosmjerna komunikacija između BLE odašiljača i BLE kompatibilnog *handheld* uređaja korisnika, obzirom da se radi o odašiljačima u vlasništvu određene kompanije, trgovačkog lanca, itd. [33].

Sa aspekta slijepih i slabovidnih osoba, BLE (to jest, Bluetooth Smart ili Bluetooth 4.0) je jako pogodan za navigaciju u zatvorenim prostorima. Takozvana trilateracija (kada su u pitanju 3 fiksna moda) ili multilateracija (kada je više od 3 fiksna moda), popularno nazvana triangulacija, služi odavno u tehničkim znanostima i praktičnim aplikacijama za određivanje relativne pozicije mobilnog moda u prostoru. Isto to se može primijeniti i kod lociranja mobilnog moda, predstavljenog *handheld* uređajem i odgovarajućom mobilnom softverskom aplikacijom u rukama slijepe ili slabovidne osobe, u zatvorenim prostorima [33].

### 3.1.3. NFC i BLE kao bežične tehnologije za navigaciju slijepih i slabovidnih osoba u zatvorenim prostorima

Prethodno opisane tehnologije mogu biti korištene za navigaciju slijepih i slabovidnih osoba. Kada je u pitanju pomoć slijepim i slabovidnim osobama pri kretanju i snalaženju kroz trgovačke objekte, može im se pomoći na nekoliko načina:

- slijepi i slabovidne osobe mogu unajmiti osobnog asistenta, dakle, osobu koja bi vodila osobu sa oštećenim vidom kroz zatvorene prostore uz njegova ili njena objašnjenja o lokaciji proizvoda, njihovoj cijeni, kvaliteti, količini, itd.,
- slijepi i slabovidne osobe mogu potražiti detaljne informacije od osobe date trgovine ili uslužnog objekta, što bi podrazumijevalo da djelatnik objasni detaljno osobi sa oštećenim vidom gdje se nalaze uslužni objekti i proizvodi u datoj trgovini, da pažljivo odvede osobu do željenog odijela, itd.,
- ili da slijepa ili slabovidna osoba koristi on line usluge, to jest, da pristupi korištenu E-Commerce sustava, sa korištenjem on line portala i web site-ova [34].

Pri tome se ispoljavaju problemi kao što su:

- osobni asistent je previše skup,
- djelatnici trgovine najčešće nemaju vremena ili nemaju uopće obvezu da dodatno pokazuju kupcima,
- on line trgovina za slijepi i slabovidne nema individualnu prilagodbu, itd. [34].

Stoga se u nekim zemljama pristupilo upotrebi digitalnih instrumenata i alata (hardversko-softverska rješenja i kombinacije), zajedno sa telekomunikacijskim rješenjima (obično upotreba kombinacije dvije ili više različitih bežičnih komunikacija), kako bi se pomoglo osobama sa oštećenjem vida, pošto većina osoba sa oštećenim vidom koristi digitalne sustave, usprkos svom stanju [34].

Kada se uzmu u obzir bežične tehnologije, njihova glavna svrha je upravo povezati korisnika neke digitalne naprave sa udaljenim bazama podataka i udaljenim drugim digitalnim uređajima. Iz toga proizlazi i da se bežične tehnologije mogu koristiti kao tehničko pomagalo za osobe sa invaliditetima, od kojih je jedan od najzahtjevnijih slučajeva upravo stanje s oštećenjem vida, tipa sljepila ili slabovidnosti [34].

NFC je bežična tehnologija sa uvjerljivo najkraćim dosegom (do 10cm), pa se postavlja pitanje da li NFC uopće može poslužiti kao izvor podataka i da li arhitektura digitalnih

uređaja i softvera, zajedno sa NFC konekcijom, može pomoći slijepim i slabovidnim osobama pri navigaciji u prostoru [34].

Međutim, kada se NFC tehnologija koristi sa:

- *handheld* uređajem za slijepog ili slabovidnog korisnika, koji je kompatibilan sa NFC sustavom i tehnologijom,
- adekvatnim instaliranim softverskim aplikacijama za *handheld* uređaj,
- striktnim i specifičnim rasporedom NFC čipova na području datog zatvorenog prostora (premise institucije, prostor trgovinskog objekta, itd.),
- adekvatnom bazom podataka, koja ima sve podatke o svakom specifičnom NFC čipu, njegovoj lokaciji i vezanosti za pojedinačan segment prostora, za pojedinačan proizvod, itd.,

onda je moguće da se i NFC tehnologija strateški osmisli kao sustav za navigaciju i taktički provoditi u djelo upotrebu ovih elemenata na organiziran i ažuran način [34].

Umjesto NFC tehnologije, mogao bi biti korišten RFID sustav. RFID sustav i bežična tehnologija spada u skupinu AIDC tehnika (eng. Automatic Identification and Data Capture - automatski sustav identificiranja i dobivanja podataka), koji se bazira na radio valovima (elektromagnetni valovi najmanje energije u spektru EM zračenja), za dobivanje podataka sadržanih u RFID tagovima, to jest, čipovima, koji se nalaze na različitim objektima i proizvodima [35].

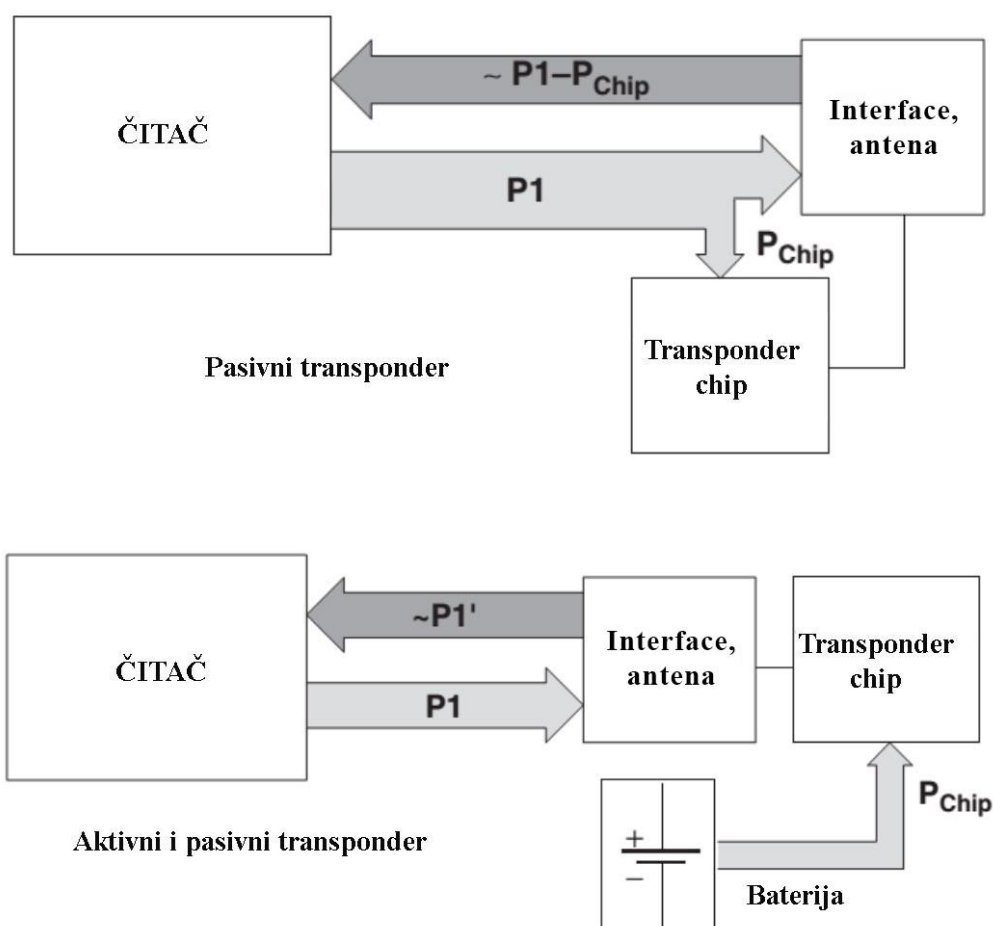
RFID sustav se sastoji od mobilnog, *handheld* uređaja čitača, koji odašilje radio valove u okoliš i pretražuje je na RFID čipove. Za razliku od nekih drugih tehnologija, kao što je BAR kod, RFID sustav ne podrazumijeva obavezno postojanje KO linearnosti između RFID čipa i RFID čitača, to jest, izvora radio valova. RFID je sustav koji šalje radio valove frekvencije 120kHz do 10GHz, pri čemu je domet i opseg ove tehnologije do čak 600 metara [35].

Kada su u pitanju RFID čipovi, koji sadrže snimljene podatke, oni mogu biti:

- aktivni,
- polu pasivni,
- pasivni [35].

Aktivni RFID čipovi imaju osobno napajanje u vidu baterije ili solarnih kolektora, s napajanjem svojih električnih krugova i antene, pa mogu odašiljati signale i mogu detektirati znatno slabiji signal od RFID čitača, povećavajući opseg sustava [35].

Pasivni RFID čipovi nemaju osobno električno napajanje i domet RFID tehnologije u slučaju pasivnih čipova je manji, dok je kod aktivnih i polu pasivnih čipova domet ove tehnologije značajno veći (Slika 12.) [35].



Slika 12. RFID sustavi - pasivni RFID sustav se ponaša slično pasivnom modu NFC-a [35]

Kao što je rečeno, NFC je unaprijeđena forma RFID tehnologije. RFID tehnologija je jedna od najstarijih tehnologija kada su u pitanju bežični sustavi. Obzirom da je Near Field Communication (NFC) unaprijeđena verzija RFID tehnologije, iz toga proizlazi da

NFC-kompatibilni uređaji (mobilni pametni telefoni, te drugi *handheld* uređaji) su također kompatibilni sa RFID tehnologijom. Drugim riječima, NFC-kompatibilni pametni mobitel može koristiti već postojeći RFID sustav, to jest, RFID pasivne, polu pasivne i aktivne čipove, bez potrebe da se postojeći RFID sustav mijenja [34].

Jedna od razlika između RFID i NFC tehnologije je i broj učesnika u komuniciranju. Kod NFC tehnologije, uvijek se radi o dva učesnika, bez obzira da li se radi o aktivnom ili pasivnom modu, dok kod RFID tehnologije, jedan RFID čitač može primati informacije iz više RFID čipova, bilo aktivnih ili pasivnih [34].

NFC sustav zahtijeva sljedeće komponente:

- **NFC kompatibilan mobilni, *handheld*, digitalni uređaj.** Najčešće se radi o pametnom telefonu, koji podržava NFC funkciju, sa ispunjenim svim standardima za ovu bežičnu tehnologiju. Što se tiče hardverske komponente pametnog telefonu, većina novijih mobitela zadovoljava neophodne uvjete. Ono što je bitno za NFC čitač je da ima instalirane odgovarajuće mobilne aplikacije. Od njih, dvije su najbitnije. Prva aplikacija je ona koja prevodi tekst u govor i obrnuto, takozvana TTS app (eng. Text-To-Speech). Ovo je neophodno, jer slijepa ili slabovidna osoba najčešće nije u stanju koristiti konvencionalne i standardne metode unosa informacija u telefon, te se input svodi uglavnom na audio signale, to jest, glasovne poruke i instrukcije od strane osobe sa oštećenim vidom. Druga mobilna aplikacija je ona koja je vezana za određeni trgovački lanac. Poznato je da većina većih trgovačkih lanaca ima razvijenu i ažuriranu vlastitu mobilnu aplikaciju. Najčešće je potpuno besplatna te nakon instaliranja na korisnikov pametni telefon služi za konekciju korisnikovog telefona sa bazom podataka određenog trgovačkog lanca, šaljući podatke dobivene iz NFC čipova u istu, te omogućujući da se odredi relativna pozicija *handheld* uređaja u određenom zatvorenom prostoru. Također, za predloženi model u ovom radu, trebala bi postojati instalirana i BlueTooth aplikacija za određivanje pozicije *handheld* uređaja u prostoru [34].
- **NFC čipovi.** NFC čipovi su iznimno jeftini uređaji, posebice kada se radi o pasivnim NFC tagovima. Ovi mali digitalni uređaji imaju bazične digitalne podatke kodirane u svojim električnim krugovima, koje vlasnik datog objekta, a

samim time i čipova, može, po potrebi, mijenjati, sukladno određenim promjenama u proizvodima, njihovim cijenama, kvaliteti, količini, itd. Ono što je bitno za osobu s oštećenim vidom, kod upotrebe NFC čipova za navigaciju tijekom posjete trgovini, marketu, itd., jest da ovi NFC tagovi imaju uniformno odstojanje (primjerice, da je svaki NFC tag udaljen od drugog, susjednog, 50cm, i sl.), te da posjeduje informacije koje će slijepoj ili slabovidnoj osobi, nakon očitavanja datog NFC taga, reći (putem TTS aplikacije) što je iznad datog NFC taga, što je ispod, što je lijevo, što je desno, itd. I naravno, baza podataka određenog trgovačkog objekta mora sadržavati točne i precizne podatke o svakom od datih NFC tagova, gdje se koji NFC tag nalazi, koji segment ponude proizvoda obilježava, na kojoj je udaljenosti od drugih polica, ulaza, izlaza, itd., kako bi se funkcija navigacije NFC sustavom za slijepu ili slabovidnu osobu mogla provesti u djelo.

- **Baza podataka.** Kontinuirano ažurirana baza podataka neke trgovine, koja, radi omogućavanja slijepim i slabovidnim osobama bolje snalaženje uz korištenje digitalnih sustava, mora:
  - sadržavati detaljnu reprezentaciju geometrije određenog prostor (dimenzije unutarnjih prostora trgovačkog objekta, lokaciju svih njenih elemenata, kao što su vrata, police sa proizvodima, terminali za naplatu odabranih proizvoda, itd.),
  - sadržavati detaljan pregled i prostorni raspored i točnu lokaciju svakog pojedinačnog NFC čipa, te povezanost svakog NFC čipa sa pojedinačnim odjeljkom sustava polica i sa svakim proizvodom oko njega,
  - sadržavati redovito ažuriran popis svih proizvoda u trgovačkom objektu [34].

Ono što je dobro kod NFC čipova ili tagova je da slijepa ili slabovidna osoba može ih očitati i *handheld* digitalni uređaj će praktički momentalno pokrenuti i odgovarajuću aplikaciju koja aktivira ostale elemente sustava za navigaciju osobe sa oštećenim vidom. Osoba oštećena vida ne mora tražiti na mobitelu aplikaciju, što je jako pogodno u ovim slučajevima. Također, preporučuje se da NFC tagovi budu uniformne veličine, oblika i teksture (opcionalno sa nekim natpisom na sebi sa pismom za slijepu), kako bi ih osoba sa oštećenim vidom mogla taktilno osjetiti i napipati rukom i da bi ih mogla skenirati sa svojim *handheld* uređajem, kako bi se pokrenula adekvatna aplikacija i ostvarila svrha navigacionog sustava [34].



Kada je u pitanju navigacija i pomoć pri prostornom snalaženju i navigaciju slijepih i slabovidnih osoba, obično se u tim slučajevima primjenjuje neka kombinacija više različitih bežičnih tehnologija. Opet, tada se postavlja pitanje kompatibilnosti pojedinih tehnologija, to jest, da li se mogu koristiti jedna sa drugom u datom slučaju.

Predloženi koncept sustava za navigaciju slijepa ili slabovidne osobe u zatvorenom prostoru, kakva je trgovina, teoretski bi mogao implementirati četiri bežične tehnologije:

- RFID čitač u sklopu bijelog štapa za slijepa i slabovidne osobe [36],
- NFC čitač, u sklopu NFC kompatibilnog *handheld* uređaja (pametni telefon),
- Bluetooth Smart 4.0, sa aplikacijom na telefonu za određivanje prostornih koordinata pametnog telefona i njegovog korisnika u zatvorenom prostoru trgovine,
- Wi-Fi, kao bežična tehnologija koja povezuje korisnikov telefon sa bazom podataka određene trgovine [37].

U kontekstu Wi-Fi, Bluetooth i RFID tehnologije, treba reći da sva tri sustava koriste radio valove, kao elektromagnetno zračenje za prijenos digitalnih, moduliranih podataka kroz prostor, od jednog uređaja do drugog. Kada se koriste zajedno, moguće su određene interferencije između ovih tehnologija, koje se mogu izbjeći planiranjem sustava [38].

Treba reći da se ovaj, predloženi sustav bazira na teoretskim pretpostavkama i da bi zahtijevao opsežno testiranje funkcionalnosti, ali ako bi se sustav dizajnirao tako da pojedine tehnologije koriste različite frekvencije radio valova, onda bi on mogao funkcionirati [39].

Naime:

- Bluetooth Smart funkcionira na frekvenciji 2,4GHZ,
- Wi-Fi funkcionira na više različitih opsega frekvencija, od kojih se jedna može podesiti na 5GHZ,
- pasivni RFID čipovi, ugrađeni u pod supermarketa ili trgovine, funkcioniraju najčešće u opsegu frekvencija 860-960Mhz [39].

Dakle, sa ovako podešenim frekvencijama, interferencije bi se mogle izbjeći, iako bi naknadno postojali efekti (mogućnost da neki stariji bežični digitalni uređaji ne bi funkcionirali pri frekvenciji Wi-F od 5GHz) [40].

Ipak, u cjelini, sustav teoretski bi se mogao primijeniti u zatvorenim prostorima, kakve su trgovine i pomoći slijepim i slabovidnim osobama pri navigaciji, ako bi se:

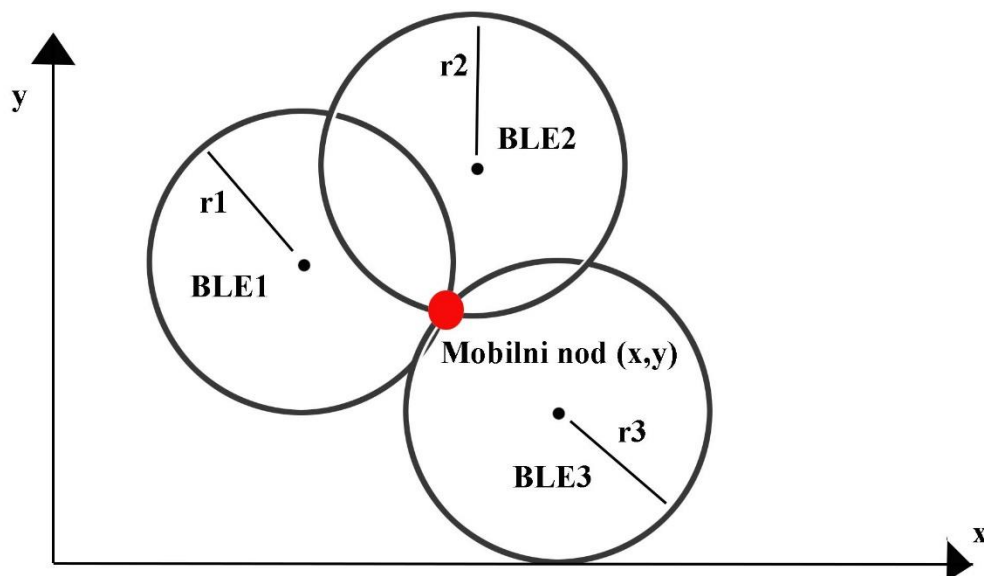
- koristila 5GHz frekvencija Wi-Fi sustava,
- promijenio kanal Wi-Fi-a,
- promijenila (smanjila) širina kanala Wi-Fi-a,

čime bi se značajno smanjile interferencije između ovih bežičnih tehnologija i reducirao rizik od ispada funkcije [41].

BlueTooth Smart odašiljači (eng. *beacons*) se mogu koristiti za navigaciju na dva načina:

- odašiljač se postavi na ulaze i izlaze iz određenog zatvorenog prostora i emitira poruku na korisnikovom mobitelu, sa aktiviranjem odgovarajuće aplikacije, koja audio signalom signalizira osobi oštećenog vida da je na ulazu, to jest izlazu iz objekta,
- strateški postavljeni odašiljači unutar objekta omogućavaju aplikaciji mobitela da izračuna poziciju mobitela, a time i korisnika, u samom zatvorenom objektu.

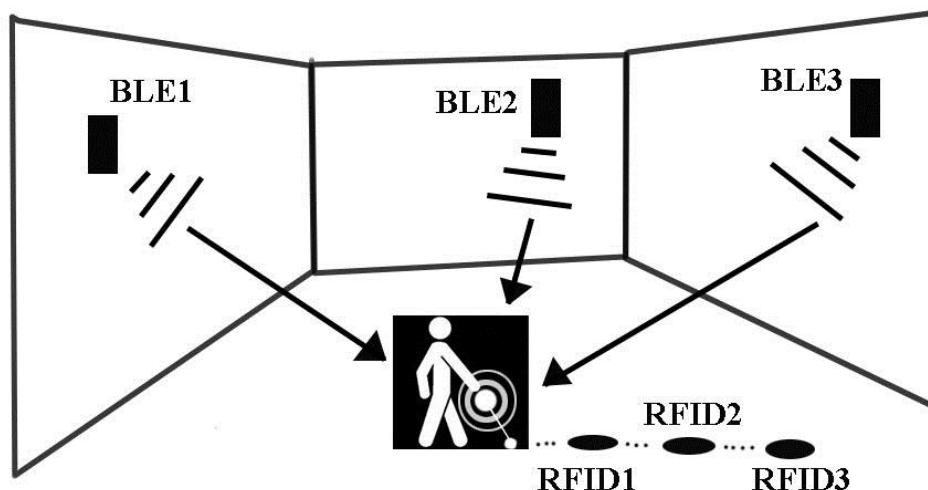
Brzina radio valova od odašiljača je konstanta (brzina svjetlosti) i aplikacija, a ovo je pojednostavljeno, na osnovu vremena tijekom kojeg signal od odašiljača dopijeva do prijemnika (mobitela) može izračunati udaljenost mobitela od svakog pojedinačnog odašiljača, to jest, može izračunati dijаметar kruga čiji je centar odašiljač (fiksni nod), a na čijoj kružnici je mobitel (mobilni nod) (Slika 13.) [42].



Slika 13. Pojednostavljen prikaz kako se izračunavaju koordinate pametnog mobitela od strane njegove softverske aplikacije u dvodimenzionalnom modelu (osobna ilustracija autora)

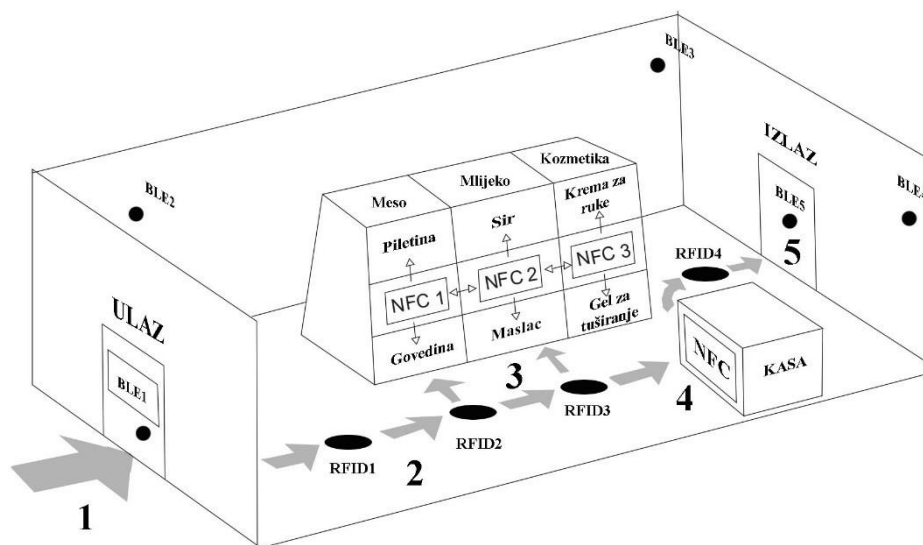
Međutim, ovaj sustav dvodimenzionalnog određivanja mobilnog noda u prostoru nije previše točan, a čak i sustavi za trodimenzionalno određivanje mobilnog noda ovom trilateracijom ili čak i multilateracijom prave grešku. Stoga bi se ovaj sustav mogao upotrijebiti samo kao početni, uvodni dio navigacije slijepa osobe u prostoru trgovine, pomoću mobilnog *handheld* uređaja. Obzirom da sustav nije potpuno precizan, mogao bi se iskoristiti samo kao navođenje korisnika do drugog, preciznijeg sustava, a to je RFID. Naime, RFID čitač bi se mogao ugraditi u bijeli štap, na kojeg je slijepa ili slabovidna osoba već navikla, a pasivni RFID tagovi, to jest, čipovi, bi se mogli ugraditi u pod trgovačkog ili kakvog drugog zatvorenog prostora [43].

Aktiviranjem aplikacije na korisnikovu mobitelu od strane BLE odašiljača, mobitel bi, preko TTS aplikacije, mogao odrediti gdje se nalazi u prostoru trgovine, sa uputstvom da svojim bijelim RFID štapom pristupi čitanju RFID tagova na podu prostora. Onda bi se osoba mogla kretati po sustavu ‘‘mrvica kruha’’ (Slika 14.). Čitač u štapu može registrirati lako tagove na podu, sa čitanjem informacija u njima i daljim navođenjem duž ‘‘staze’’ od ovakvih RFID čipova na podu trgovine, sa uputstvima gdje tražiti određene skupine proizvoda (na primjer, odjel trgovine sa mesnim ili mliječnim proizvodima).



Slika 14. RFID sustav i princip "mrvica kruha" (eng. "bread crumbs") sa RFID tagovima na podu zatvorenog prostora (osebna ilustracija autora)

Onda bi se mogao primijeniti sustav NFC čipova (Slika 15.).



Slika 15. BLE, RFID i NFC tehnologije za navigaciju u trgovačkom objektu (osebna ilustracija autora)

Kao što se vidi, RFID tagovi i informacije u njima bi mogli upozoravati korisnika kada on ili ona naiđu pored nekog specifičnog odjela u trgovini. Za još specifičniju pretragu i još specifičnije snalaženje, mogli bi se koristiti NFC čipovi na samim policama trgovine. Korisnik bi mogao, tokom hodanja između polica, skrenuti do obližnje police, napipati rukom NFC tag i skenirati ga NFC kompatibilnim telefonom.

NFC može momentalno i automatski pokrenuti odgovarajuću aplikaciju, te sustavom *handovera* automatski povezati korisnika na Wi-Fi trgovine. Konekcijom na Wi-Fi, povezuju se baza podataka trgovine i telefon, korisnik može audio porukom zatražiti određeni proizvod, koji se u vidu tekstualnog podatka (TTS aplikacija) šalje u bazu podataka trgovine. Nakon određivanja da li je i gdje je proizvod dostupan u trgovini, baza podataka šalje uputstvo korisniku gdje se on točno nalazi. Na kraju, NFC može poslužiti i za plaćanje na blagajni marketa ili trgovine, gdje se tada ponaša kao pametna kartica, s kriptiranim povjerljivim podacima [34].

Na hrvatskom tržištu su prisutna tiflotehnička pomagala. 1991. godine je osnovana i Hrvatska udruga za promicanje i razvoj tiflotehnike, sa glavnim ciljem promicanja istraživanja na polju suvremenih tiflotehničkih pomagala i tehnologija koje bi osobama sa oštećenjima osjeta vida pomogle da efikasnije obavljaju svakodnevne aktivnosti i kako bi im se povećala kvaliteta života.

Tiflotehna d.o.o. je tvrtka koja nudi seriju tiflotehničkih pomagala građanima koji imaju oštećenja i probleme sa vidom. Ova tvrtka prema standardima Europske unije, te u suradnji sa Hrvatskom udrugom slijepih i slabovidnih osoba, nudi više kategorija tiflotehničkih pomagala. Jedno od osnovnih pomagala koje bi koristilo slijepoj i slabovidnoj osobi je posebno prilagođen mobitel. Jedan od takvih proizvoda je Blindshell Classic 2 mobitel, koji pored osnovnih funkcija koje posjeduje većina mobitela (imenik, funkcija poziva, SMS usluge, alarma, kalendara, itd.) posjeduje i specijalni Blindshell čitač displeja, NFC, Wi-Fi i Bluetooth funkcije, od čega se sve može kreirati arhitektura sustava sa predloženim značajkama, za navigaciju slijepih i slabovidnih u prostoru. Cijena ovakvog mobitela je oko 500 eura, sa opcijama Lite verzije, koja ima nešto slabije funkcije i nižu cijenu [44].

No, na tržištu Hrvatske ne postoji baš mnogo pametnih štapova. Naime, tvrtka Tiflotehna ne nudi pametne bijele štapove, sa senzorima i ultrazvučnim uređajem, već samo standardne mehaničke bijele štapove. No, obzirom da je Hrvatska odavno dio Europske unije, njezini građani mogu relativno lako nabaviti ultrazvučne štapove kao što je ranije opisna Ultra Cane.

Međutim, na tržištu su prisutni slični uređaji poput narukvica. Takva je Sunu narukvica, koja se plasira na ručni zglob poput ručnog sata, te odašilje ultrazvučne signale u okolinu, upozoravajući korisnika na lokaciju i udaljenost prepreka. Sa cijenom od oko 500 eura, i ovaj proizvod nije jeftin, ali bi u većini okolnosti mogao pomoći slijepim korisnicima. Za one slijepce korisnike koji vole provoditi dosta vremena vani u urbanim područjima, ovakva narukvica ne bi bila dovoljna i trebalo bi se fokusirati na pametne štapove. Za osobe koje se ne kreću u prometnim i relativno opasnim sredinama i slabije se kreću van doma, sama narukvica bi bila od velike pomoći [45].

Kao originalni koncept kombinacije suvremenih digitalnih tehnologija i bežičnih telekomunikacijskih sustava, u ovom radu je opisan sustav načinjen od nekoliko bežičnih tehnologija:

- NFC (Near Field Communication),
- RFID (Radio Frequency Identification),
- Bluetooth Smart ili Bluetooth 4.0,
- Wi-Fi.

Radi se o bežičnim tehnologijama koje se u određenim uvjetima i sa podešavanjima mogu koristiti zajedno u cilju određivanja relativne pozicije mobilnog noda, to jest, pametnog *handheld* uređaja, u prostoru zatvorenih objekata, kao što su trgovine u trgovačkim lancima i slično. Time se i pozicija korisnika pametnog *handheld* uređaja, to jest, slijepce ili slabovidne osobe može odrediti u realnom vremenu i omogućiti osobi sa hendikepom navigacija, uz poboljšanje kvalitete života. Ovaj koncept je integriran u sustavu pametnog bijelog štapa, s pametnim mobitelom ili drugim *handheld* uređajem koji podržava navedene funkcije.

Nieto, Padilla, Barrios (2014) su implementirali sličan uređaj, samo što su za detektiranje prepreka ispred i oko slijepce ili slabovidne osobe koristili ultrazvučne senzore. Ovaj štap je pokrivaio svojim detekcijskim poljem prostor širine od oko 1,5m, oko 2,3m ispred korisnika, i visine do 2m. Slično UltraCane rješenju i registriranom proizvodu na tržištu, autori su uspjeli dizajnirati koncept ultrazvučnog bijelog štapa [44].

Sipos, Cicuciu, Ivanciu (2022). su dizajnirali i implementirali portalni i dostupan uređaj i sustav za pomaganje slijepim i slabovidnim osobama pri navigaciji. Ovaj sustav se

sastojao od pametnog ultrazvučnog bijelog štapa i centralne jedinice, sa komunikacijom između korisnika i ovog digitalnog sustava glasovnim komandama, a posebna prednost ovog sustava je što je izvedba moguća i u offline uvjetima [45].

Pojedine tehnologije se mogu usporediti na sljedeći način (Tablica 2.).

Tablica 2. Usporedba Bluetooth i Wi-Fi bežičnih sustava sa praktičnog aspekta

	Bluetooth	Wi-Fi
Domet	Obično do 10 metara	Obično do 100 metara
Energetska zahtjevnost	Veoma niska - verzije 4 i 5, gdje spada i Bluetooth niske energije, imaju ‘ <i>sleep</i> ’ stanje, sa još manjim utroškom energije	Visoka energetska zahtjevnost
Energetska efikasnost (mJ/MB)	Niska	Visoka
Prijenos podataka	Podaci malog gabarita (audio signal, očitavanje senzora), 2MBps (BLE), 24MBps (Bluetooth)	Veći paketi podataka (video prijenos od uređaja koji snima dešavanje do prijemnika, kao što je pametni mobitel), do 1300 MBps
Tip mreže	Najčešće ad hoc	WLAN, ad hoc

Kao što se vidi, Bluetooth je vjerojatno i korisniji bežični sustav za slijepu i slabovidnu osobu. Slijepoj i slabovidnoj osobi koriste obje tehnologije. No, wi-fi tehnologija obično zahtijeva viši stupanj autentifikacije, što zahtijeva i iziskuje od osobe oštećenog vida više napora. Kod slijepih i slabovidnih često i nema potrebe za prijenosom velikih

podataka, kao što su video snimci (nažalost), jer audio snimke i podatke Bluetooth može sasvim efikasno prenijeti, sa visokim kvalitetom. Bluetooth, a posebice BLE, sa svojim strateški distribuiranim senzorima i beacon jedinicama, može, u suradnji sa kvalitetnim i prilagođenim mobitelom, pružiti slijepoj osobi dosta pomoći. To se očituje i kroz manju potrošnju baterije pametnog mobitela u odnosu na Wi-Fi.

Također, mogli bi se usporediti i NFC i RFID, jako srodne, ali opet veoma različite tehnologije (Tablica 3.).

Tablica 3. Tablica . Usporedba NFC i RFID bežičnih sustava sa praktičnog aspekta

	Bluetooth	Wi-Fi
Domet	Obično do 10 centimetara	Obično do 3 metra
Energetska zahtjevnost	Veoma niska	Niska
Upotrebljivost	Orijentirana na korisnika, veoma brza i efikasna, laka i intuitivna. Korisnik može haptičkim osjetilom (dodirom) napipati obavijest o prisustvu usluge nekog NFC punkta, te da sukladno tome lakše odredi gdje treba prisloniti mobitel (u tome i Bluetooth pomaže u orijentiranju).	Ne toliko teška uporaba, orijentirana ka proizvodu i objektu, zahtijeva poznavanje lokacije objekta
Svrha	Jednostavno povezivanje sa drugim uređajem, uvod u konekciju sa kompleksnijim i jačim mrežama, jednostavno	Dobivanje informacija o proizvodu



	plaćanje u trgovini ili drugim objektima	
Sigurnost	Visoka	Postoji mogućnost otuđivanja i modifikacije podataka

NFC je jako prikladan za slijepo i slabovidne osobe. Pruža visoku razinu sigurnosti - teško je očekivati da slijepa osoba razumije i osjeti opasnost od strane treće, neovlaštene osobe, a NFC ima inherentnu razinu sigurnosti - kratak domet. RFID se baš ne može time pohvaliti. NFC je jako zgodan za plaćanje u trgovini - pametni mobitel se ponaša kao pametna kartica (*smart card*), čak i kad se baterija mobitela isprazni, mobitel koji podržava NFC se može koristiti u pasivnom modu. NFC u kombinaciji sa fizičkim pomagalima (obavijesti sa reljefnim natpisima i Brajevim alfabetom) može relativno efikasno pomoći slijepoj i slabovidnoj osobi da se snađe u trgovini, što je jedan od najbitnijih elemenata života.

Pametne naočale su stvar budućnosti - visoka cijena ih najčešće odbija od većine slijepih i slabovidnih. Pametne narukvice i neki pametni slijepi štapovi su nešto priuštivi. No, postavlja se pitanje, koliko je pametni štap, sa sensorima i ultrazvučnim valovima kao osnovom funkcioniranja zaista efikasniji od običnog, mehaničkog slijepog štapa? Rezultati nekih istraživanja bi mogli i iznenaditi. Naime, utvrđeno je da ispitanici koji su koristili obični, mehanički štap se brže kreću kroz prostor od onih koji su koristili elektronički štap. To vjerojatno ima sveze sa očekivanjem korisnika elektroničkog štapa da uređaj detektira prepreku i čekanje na obradu informacija i njihovo prezentiranje, najčešće zvučnim signalom.

Štoviše, nisu primijećene nikakve prednosti elektroničkog štapa ni sa aspekta stupnja detektiranja prepreka. Jedino po čemu je elektronički slijepi štap bio efikasniji je detektiranje visećih prepreka. Dakle, ovaj štap, čija cijena često nije mala, možda i nije tolika prednost za slijepo osobe, izuzev u situacijama kada se očekuje serija visećih prepreka koji bi ugrožavali korisnika. Možda je čak i bolje upotrebljavati specijalnu

elektroničku narukvicu sa ultrazvučnim sensorima u kombinaciji sa običnim bijelim štapom. Tako bi se iskombinirale prednosti jednog i drugog.[48].

#### 4. ZAKLJUČAK

U zaključku se može reći da je kvaliteta života slijepih i slabovidnih osoba ugrožena značajno, što posebice obuhvaća njihovo kretanje i snalaženje u prostoru. U praksi su već korištene digitalne i telekomunikacijske tehnologije za izvedbu pametnih uređaja i sustava za pomoć osobama sa oštećenim vidom da se lakše i sigurnije kreću u uvjetima prometa, na ulici, u zatvorenim prostorima, itd. Na tržištu već postoje suvremeni digitalni i elektronički uređaji, poput pametnih elektroničkih naočala i pametnih štapova sa sensorima, koji olakšavaju kretanje i druge aktivnosti osobama sa oštećenim vidom. U ovom radu je predložena izvedba sačinjena od 4 bežične telekomunikacijske tehnologije, uz korištenje suvremenih pametnih *handheld* uređaja i baza podataka u poslovanju prodajnih i sličnih objekata sa zatvorenim prostorima, koja bi uz opsežno testiranje i prilagodbu mogla biti od značaja osobama sa oštećenim vidom prilikom njihovog snalaženja u prostoru. Postojeće tradicionalne tehnologije imaju ograničenja. Slijepi ili bijeli štap se oslanja isključivo na haptički osjet korisnika. Iako je tradicionalni, mehanički bijeli štap dovoljne dužine da korisnik sa njim može prije udara u prepreku otkriti lokaciju i prirodu iste, prepreka može biti u procesu kretanja ili može visiti sa stropa zatvorenog objekta ili vani. Također, postoje situacije kada slijepa osoba ima nespretnost i slabo razvijeno osjetilo dodira i slabe reflekse. Tada elektronički štap može pružiti niz pogodnosti. Elektronički bijeli štapovi, sa sonarnim signalima i digitalnom infrastrukturom, mogu pružiti korisniku uvidu u postojanje prepreke i prije nego ona dođe u domet samog štapa. Također, može dati korisniku informacije i o kretanju prepreke (brzo povećanje frekvencije zvučnog signala govori o približavanju prepreke i *vice versa*). No, ovome treba kritički pristupiti, pošto ima istraživanja koja govore da elektronički bijeli štap i nema toliko esencijalnih prednosti u usporedbi sa običnim mehaničkim bijelim štapom. Obzirom na relativno visoke cijene elektroničkog bijelog

štapa, treba možda razmisliti prvo o kvalitetnoj obuci slijepih i slabovidnih u korištenju običnih štapova. Također, kombinacija sonarne narukvice, koja ima sličan princip funkcioniranja kao i sonarni bijeli štap, sa običnim mehaničkim bijelim štapom ne djeluje kao loša ideja, obzirom i na nižu cijenu.

Digitalni sustavi su, prema svemu iznesenom u ovom radu, nezamjenjivi. To se posebice odnosi na slijepu i slabovidne osobe. Danas postoje pametni mobiteli prilagođeni slijepim i slabovidnim osobama, koji u kombinaciji sa adekvatnom bežičnom telekomunikacijskom infrastrukturom zatvorenih objekata, mogu pružiti ovim osobama viši stupanj autonomije i boljeg snalaženja u trgovini, u rekreacijskim centrima, na poslu, itd. Posebno se ističe kvaliteta pametne Bluetooth tehnologije, iskombinirane sa pametnim beacon uređajima distribuiranim u zatvorenom objektu. Prava aplikacija na prilagođenom pametnom mobitelu može slijepom korisniku, zajedno sa aplikacijom koja to pretvara u audio verbalni signal, omogućiti efikasnu navigaciju. BLE također štedi bateriju mobitela. NFC je jako pogodna tehnologija za sve danas, a posebice za slijepu i slabovidne. Omogućava korisniku pametnog mobitela koji podržava ovu funkciju da mobitel koristi kao pametnu karticu, za plaćanja sa visokom razinom sigurnosti, za ostvarivanje potentnijih bežičnih veza, itd. Prema autoru ovog rada, optimalna kombinacija digitalnih uređaja i uređaja uopće za slijepu i slabovidnu osobu se sastoji od mehaničkog bijelog štapa u kombinaciji sa sonarnom, pametnom narukvicom, zajedno sa BLE sustavom (mobitel, aplikacija za BLE, aplikacija za pretvaranje teksta u glas i obrnuto) i sa NFC funkcijom mobitela. Autorov doprinos se sastoji od prijedloga kombinacije postojećih tehnologija u jedan integrirani sustav, koji ima zadatak pružiti pomoć slijepim i slabovidnim osobama prilikom navigacije u zatvorenim prostorima.

## 5. LITERATURA

[1] Klobučar M.: *"Primjena računala u unaprjeđenju života i rada slijepih i slabovidnih osoba"*, Sveučilište primijenjenih znanosti, Karlovac, (2021).

- [2] Šarlija T.: "*Indikatori kvalitete života slijepih i slabovidnih osoba*", Sveučilište Josipa Jurja Štrosmajera, Osijek, (2012).
- [3] Fahley T. i sur.: "*Quality of life in Europe: First European Quality of life survey 2003*", Office for official publications of the European communities, Luxembourg, (2004.).
- [4] Vuletić G., Ivanković D., Davern M.: "*Kvaliteta života i zdravlje*", Sveučilište Josipa Jurja Štrosmajera, Filozofski fakultet, Osijek, (2011).
- [5] Stančić V., Tonković F., Zovko G.: "*Profesionalna integracija slijepih*", Fakultet za defektologiju, Zagreb, (1979).
- [6] Čehić E.: "*Specifičnosti u učenju i razvoju ličnosti djece normalna vida i slijepe djece*", Svjetlost, Sarajevo, (1981).
- [7] Hrvatski Savez slijepih: "*Slijepe osobe i oštećenja vida*", Hrvatski savez slijepih, Zagreb, (2012).
- [8] Benjak T.: "*Izveštaj o osobama s invaliditetom*", Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, (2011).
- [9] Resnikoff S. et al.: "*Global data on visual impairment in the year 2002*", Bulletin of the World Health Organization, **82** (2004).
- [10] Benjak T.: "*Izješće o osobama sa invaliditetom u Republici Hrvatskoj*", Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, (2017).
- [11] Benjak T.: "*Kvaliteta života slijepih osoba*", Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, (2018).
- [12] Wheelchairs & Mobility.: UltraCane, <http://www.bespoken.me/forum/topics/ultracane>, source accessed on the 9th of October 2022.
- [13] UltraCane.: UltraCane brochure, [https://ultracane.com/about\\_the\\_ultracane](https://ultracane.com/about_the_ultracane), source accessed on the 9th of October 2022.

- [14] IrisVision.: Restore lost vision with irisVision, <https://irisvision.com/irisvision-live/>, source accessed on the 9th of October 2022.
- [15] IrisVision: A clearer path to vision health, <https://irisvision.com/patients/>, source accessed on the 9th of October 2022.
- [16] Optometrist: IrisVision for low vision, <https://www.optometrists.org/general-practice-optometry/guide-to-low-vision/low-vision/guide-to-low-vision-magnifiers/irisvision-for-low-vision/>, source accessed on the 9th of October 2022.
- [17] Šakaja L.: "*Slijepi i slabovidni u Zagrebu*", Geografski horizont, **1** (2018).
- [18] Gollegde, R.: "*Geography and the disabled: a survey with special reference to vision impaired and blind populations*", Transactions of the Institute of British Geographers **18** (1) (1993).
- [19] Hetherington K.: "Spatial textures: place, touch, and praesentia", Environment and Planning A **35** (2003).
- [20] Jansson G.: "*Haptics as a substitute for vision*", Springer, London, (2008).
- [21] Mršić V.: "*Orijentacija i mobilitet u Hrvatskoj*", Hrvatska udruga za školovanje pasa vodiča i mobilitet, Zagreb, (1995).
- [22] Ljubičić M.: "*Zdravstvena njega osoba s invaliditetom*", Sveučilište u Zadru, Zadar, (2014).
- [23] Rahul A., Krishnan G., Krishnan U., Rao S.: "*NFC technology*", International Journal of Cybernetics and Informatics, **4(2)** (2015).
- [24] Minihold R.: "*Near Field Communication (NFC) Technology and Measurements*", Rohde & Schwarz, Munchen, (2011).
- [25] Motlag N.: "*Near Field Communication - a technical overview*", University of Vaasa, Vaasa, (2012).
- [26] Nokia: "*Introduction to NFC*", Nokia, Espoo, (2011).

- [27] Ofeishat H., Rababah M.: "*Near Field Communication (NFC)*". ICSNS, 12 (2) (2012).
- [28] Kerschberger M.: "*Near Field Communication A Survey of Safety and Security Measures*", Vienna University of Technology, Vienna, (2011).
- [29] Bolhuis M.: "*Using and NFC-equipped mobile phone as a token in physical access control*", University of Twente, Twente, (2014).
- [30] RF Wireless World.: What is ASK load modulation in NFC, <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/What-is-ASK-Active-Load-Modulation-in-NFC.html>, source accessed on the 10th of October 2022.
- [31] Heiskanen M., Yilsaukko A.: "*Practical implementations of passive and semi-passive NFC sensors*", VTT Technical research center, ESPOO, (2009).
- [32] Kaur M., Sandhu N., Mohan N., Sandhu P.: "*RFID Technology Principles, Advantages, Limitations and Its Applications*", International Journal of Computer and Electrical Engineering, **3 (1)** (2011).
- [33] Raza S., Misra P., Voigt T., He Z.: "*Bluetooth Smart: An Enabling Technology for the Internet of Things*", The Eight IEEE International Workshop on Selected Topics in Wireless and Mobile computing (STWiMob 2015) (2015).
- [34] Alnfiai A.: "*VirtualEyes Developing NFC Technology to Enable The Visually Impaired to Shop Independently*", Dalhousie University, Halifax, (2014).
- [35] Weinswig D., Lau F.: "*RFID, NFC and BLE What are they and which one retailers should use*". FBIC, Hong Kong, (2015).
- [36] LSCM.: RFID blind cane navigation system, <https://www.lscm.hk/eng/channel.php?channel=case-2-3>, source accessed on the 8<sup>th</sup> of October 2022.
- [37] Cheng R., Hong W., Wang J., Lin K.: "*Seamless guidance system combining GPS, BLE beacon and NFC technologies*", Mobile Information Systems (2016).

- [38] Sibinski, D.: WiFi and Bluetooth interference – diagnosing and fixing, <https://www.codejourney.net/wifi-and-bluetooth-interference-diagnosing-and-fixing/>, source accessed on the 8th of October 2022.
- [39] Villegas E.G., Lopez-Aguilera E., Vidal R.: "*Paradells JEffect of adjacent-channel interference in IEEE 802.11 WLANs*", 2<sup>nd</sup> International Conference on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Communications (2007).
- [40] Global tag.: BlueTooth Low Energy and RFID technology, <https://www.global-tag.com/rfid-bluetooth-low-energy-ble-technology/>, source accessed on the 8th of October 2022.
- [41] CoreRFID.: RFID and interference, <https://www.corerfid.com/rfid-technology/technology-issues/rfid-and-interference/>, source accessed on the 8th of October 2022.
- [42] Park H., Noh J., Cho S.: "*Three dimensional positioning system using BlueTooth low energy beacons*", International Journal of Distributed Sensor Networks, **12 (10)** (2016).
- [43] Cheng R., Hong W., Wang J., Lin K.: "*Seamless guidance system combining GPS, BLE beacon and NFC technologies*", Mobile Information Systems (2016).
- [44] Tiflotehna: Tiflotehnička pomagala, <https://tiflotehna.hr/vrsta/tiflotehnicka-pomagala/>, izvoru pristupljeno 28. veljače 2023. godine
- [45] Tifloglobus: SUNU narukvica sa sonarnim senzorom, [https://tifloglobus.hr/?page\\_id=4793](https://tifloglobus.hr/?page_id=4793), izvoru pristupljeno 28. veljače 2023. godine
- [46] Nieto L., Padilla C., Barrios M.: "*Design and implementation of electronic aid to blind's cane*", Universidad Autonoma del Caribe, Barranquilla, (2014).
- [47] Sipos E., Ciuciu C., Ivanciu L.: "*Sensor-based prototype of a smart assistant for visually impaired people*", Sensors, **22** (2022).
- [48] Santos, A. et al: Are electronic white canes better than traditional canes? A comparative study with blind and blindfolded participants, Universal Access in the Information Society **20** (2021).

## **6. PRILOZI**

### **6.1. Popis simbola**

1. NFC - Near Field Communication
2. RFID - Radio Frequency Identification
3. BLE - Bluetooth Smart

### **6.2. Popis tablica**

Tablica 1. Slijepi i slabovidne osobe u Republici Hrvatskoj .....	5
Tablica 2. Usporedba Bluetooth i Wi-Fi bežičnih sustava sa praktičnog aspekta.....	37
Tablica 3. Tablica . Usporedba NFC i RFID bežičnih sustava sa praktičnog aspekta ...	38

### **6.3. Popis grafova**

Graf 1. Ocjena kvalitete života hrvatskih slabovidnih i slijepih osoba .....	6
Graf 2. Ocjene pristupačnosti pojedinih segmenata okoliša za slijepi i slabovidne osobe .....	7

### **6.4. Popis slika**

Slika 1. Bazični izgled i ergonomski dizajn Ultra Cane elektronskog slijepog štapa .....	9
Slika 2. Način na koji Ultra Cane elektronski bijeli štapić, pomoću ultrazvučnih valova i senzora, skenira prostor između korisnika, to jest, slijepi ili slabovidne osobe, dajući informacije korisniku o preprekama tijekom kretanja.....	10



Slika 3. IrisVision VR sustav, kao asistivna tehnologija za osobe sa različitim oštećenjima vida .....	11
Slika 4. IrisVision Live VR sustav može značajno poboljšati kvalitetu centralnog vida i uopće života osoba koje imaju makularnu degeneraciju .....	12
Slika 5. IrisVision Live VR uređaj i osnovne funkcije.....	13
3. Slika 6. Način kretanja slijepe osobe pomoću bijelog štapa i haptički prostor .....	15
Slika 7. Bazični grafički prikaz funkcioniranja NFC sustava .....	17
Slika 8. Bazična organizacija elemenata NFC sustava (GP - glavni procesor ili glavni kontrolor, NFCP - NFC procesor, SE - sigurnosni element).....	18
Slika 9. Aktivni mod NFC konekcije .....	21
Slika 10. Aktivno i pasivno moduliranje kod NFC tehnologije .....	21
Slika 11. NFC često služi kao "gateway" ili sigurna ulazna vrata u moćnije bežične tehnologije i mreže .....	24
Slika 12. RFID sustavi - pasivni RFID sustav se ponaša slično pasivnom modu NFC-a .....	28
Slika 13. Pojednostavljen prikaz kako se izračunavaju koordinate pametnog mobitela od strane njegove softverske aplikacije u dvodimenzionalnom modelu .....	33
Slika 14. RFID sustav i princip "mrvica kruha" (eng. "bread crumbs") sa RFID tagovima na podu zatvorenog prostora (osobna ilustracija autora).....	34
Slika 15. BLE, RFID i NFC tehnologije za navigaciju u trgovačkom objektu (osobna ilustracija autora) .....	34