

Primjena suvremenih informacijsko-komunikacijskih tehnologija za navigaciju osoba s oštećenjem vida

Gavrilović, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:062245>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-18**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Karlo Gavrilović

PRIMJENA SUVREMENIH INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH
TEHNOLOGIJA ZA NAVIGACIJU OSOBA S OŠTEĆENJEM VIDA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2023

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 23. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**
Predmet: **Sustavi pomoćnih tehnologija u prometu**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7306

Pristupnik: **Karlo Gavrilović (0135251591)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Primjena suvremenih informacijsko-komunikacijskih tehnologija za navigaciju osoba s oštećenjem vida**

Opis zadatka:

U radu je potrebno napraviti analizu dosadašnjih rješenja u funkciji razvoja asistivnih tehnologija za kretanje osoba s oštećenjem vida. Također je potrebno napraviti analizu značajki komunikacijskih mreža i tehnologija sa ciljem razvoja novih rješenja i usluga za isporuku točnih informacija osobama oštećenog vida. Osim navedenoga potrebno je predložiti funkcionalnosti usluge za informiranje korisnika prilikom kretanja prometnom mrežom.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:



izv. prof. dr. sc. Marko Periša

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

PRIMJENA SUVREMENIH INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH
TEHNOLOGIJA ZA NAVIGACIJU OSOBA S OŠTEĆENJEM VIDA

APPLICATION OF MODERN INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR NAVIGATION OF
VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marko Periša

Student: Karlo Gavrilović

JMBAG: 0135251591

Zagreb, 2023

PRIMJENA SUVREMENIH INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA ZA NAVIGACIJU OSOBA S OŠTEĆENJEM VIDA

Sažetak:

Ovaj diplomski rad prikazuje kategorizaciju ciljane skupine korisnika i dosadašnja rješenja i istraživanja za savladavanje svakodnevnih potreba. Nadalje, rad prikazuje analizu informacijsko-komunikacijskih tehnologija i mreža gdje su prikazane karakteristike potrebne za implementaciju usluge za navigaciju korisnika koji se kreće prometnom mrežom. U radu su navedene funkcionalnosti predložene usluge za navigaciju osoba s oštećenjem vida te je prikazana komunikacijska shema elementa potrebnih za njeno funkcioniranje. Zaključno, usporedbom informacijsko-komunikacijskih tehnologija i dosadašnjih rješenja vidljivo je da navigacija osoba s oštećenjem vida zahtjeva dodatna rješenja i usluge kako bi se olakšala svakodnevica osobama s oštećenjem vida.

Ključne riječi: Asistivne tehnologije, informacijsko-komunikacijske tehnologije, usluga, navigacija, funkcionalnosti.

Summary:

This master's thesis shows the categorization of the target group of users and previous solutions and resarches for overcoming everyday needs. Furthermore, this thesis presents analysis of information and communication technologies and networks where the characteristics necessary for the implementation of the services for the navigation of users moving through the traffic netowrk are shown. This thesis describes the functionality of the proposed service for the navigation of visually impaired people and presents the communication scheme of the elements necessary for its functioning.. Comparison of information and communication technologies and existing solutions shows that a navigation of visually impaired people requires additional solutions in order to make everyday life easier for visually impaired people.

Keywords: Assistive technologies, information and communication technologies, service navigation, functionalities.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Dosadašnja rješenja u području informiranja ciljane skupine korisnika	2
2.1 Dosadašnja rješenja i usluge	4
2.1.1 Dosadašnja hardverska rješenja	4
2.1.2 Dosadašnja znanstvena dostignuća	5
2.1.3 Dosadašnja aplikativna rješenja	7
2.2 Dosadašnje usluge i tehnologije.....	8
3. Analiza značajki informacijsko – komunikacijskih mreža i tehnologija	10
4. Relevantni parametri i načela u razvoju IK tehnologija i usluga	15
4.1 Relevantni parametri predložene usluge za informiranje korisnika	15
4.1.1 Informacijsko – komunikacijski parametri	16
4.1.2 Prometno – tehnološki parametri	16
4.1.3 Edukacijsko – rehabilitacijski parametri	16
4.2 Načela univerzalnog dizajna	16
4.3 Elementi razvoja usluge za informiranje korisnika	18
5. Funkcionalnosti usluge za informiranje korisnika	21
5.1 Funkcionalnosti rada usluge za informiranje korisnika	21
5.1.1 Opis funkcionalnosti zahtjeva usluge Blind assist.....	21
5.1.2 Grafički prikaz aktivnosti usluge Blind assist	24
5.2 Konceptualni prikaz informacijsko – komunikacijskih elemenata Blind assist usluge ...	26
5.3 Preporuke i smjernice predložene usluge za informiranje korisnika.....	28
5.4 Modeli pomoćne tehnologije	28
5.3.1 HAAT model	29
5.3.2 CAT model.....	30
6. Zaključak.....	32

Literatura	33
Popis slika	36
Popis tablica	37
Popis kratice	38

1. Uvod

U ovom diplomskom radu opisana je problematika kretanja osoba s oštećenjem vida prometnom mrežom te je predložena *Blind assist usluga* kao oblik pomoćne (asistivne) tehnologije za pomoć pri navigaciji i informiranju osoba s oštećenjem vida. Osobama s oštećenjem vida potrebno je omogućiti ugodno i pristupačno prometno okruženje. Jedan od načina stvaranja samostalnosti i sigurnosti u kretanju prometnom mrežom je educiranje korisnika o novim uslugama i rješenjima koje im pruža pomoćna tehnologija.

Svrha diplomskog rada je prikazivanje načina funkcioniranja predložene usluge i modela pomoćnih tehnologija s ciljem informiranja osoba s oštećenjem vida. Cilj diplomskog rada je dobiti konkretnu sliku problema osoba s oštećenjem vida prilikom kretanja prometnom mrežom te definirati uslugu koja omogućuje sigurno i samostalno kretanje odgovarajućom pomoćnom tehnologijom. Diplomski rad sastoji se od šest poglavlja uključujući Uvod i Zaključak.

Drugo poglavlje pod nazivom *Dosadašnja rješenja za ciljanu skupinu korisnika* definira ciljanu skupinu korisnika te opisuje dosadašnja hardverska, znanstvena i aplikativna rješenja za ciljanu skupinu korisnika.

Treće poglavlje pod nazivom *Analiza značajki informacijsko – komunikacijskih tehnologija* definira i opisuje mreže i tehnologije koje pomažu u radu pomoćnih tehnologija. Također, u poglavlju su opisane i značajke navedenih tehnologija i mreža.

Četvrto poglavlje pod nazivom *Relevantni parametri i načela u razvoju Informacijsko – komunikacijske tehnologije* opisuje relevantne parametre prema pomoćnoj tehnologiji te definira načela univerzalnog dizajna i elemente razvoja.

Peto poglavlje pod nazivom *Funkcionalnosti usluge za informiranje korisnika* opisuje predloženu uslugu za informiranje korisnika kroz modele pomoćnih tehnologija i UML (engl. *Unified Modeling Language*) dijagrame. Također, poglavlje prikazuje konceptualni prikaz informacijsko – komunikacijskih elemenata te definira preporuke za predloženu uslugu za informiranje korisnika.

2. Dosadašnja rješenja u području informiranja ciljane skupine korisnika

U ovom poglavlju definirat će se ciljana skupina o kojoj će biti riječi u diplomskom radu i kojima će biti namijenjena predložena pomoćna tehnologija (*Blind asisst* usluga), a to je skupina slabovidnih i slijepih osoba kojima je velika životna prepreka kretanje u prostoru i otežano snalaženje u istom. Prema WHO (engl. *World Health Organization*) najmanje 2,2 milijarde ljudi ima neku vrstu oštećenja vida na daljinu ili na blizinu [1]. Prema *Worldmeter* [2] u svijetu ima otprilike 8 milijardi ljudi što predstavlja 27.5% populacije sa nekakvim oštećenjem vida. Također, u Republici Hrvatskoj prema Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo [3] ima 20,526 osoba s oštećenjem sluha što predstavlja usporedno s brojem ljudi u Hrvatskoj predstavlja 0.05% populacije sa nekakvim oštećenjem vida.

Tablica 1. prikazuje usporedbu 2019., 2021. i 2022. godine u broju osoba s oštećenjem vida koja prikazuje kako je u periodu od 2019. – 2022. godine smanjen broj osoba s oštećenjem vida za 6.566 osoba.

Tablica 1. Prikaz broja osoba s oštećenjem vida prema godinama

Godina:	Broj osoba s oštećenjem vida:
2019.	27092
2021.	19132
2022.	20526

Usporedbom broja osoba s oštećenjem vida u svijetu te u Hrvatskoj jasno se ukazuje na problematiku velikog broja ljudi i da području pomoći osobama s oštećenjem vida treba posvetiti istraživanje kako bi se unaprijedila kvaliteta života i njihovo kretanje prometnom mrežom

Ciljana skupina korisnika susreće se svakodnevnim raznim problemima tijekom kretanja prometnom mrežom kao što su [4]:

- Orijentiranje u prostoru,
- Nemogućnost procijene terena na većoj udaljenosti,
- Razne promjene na poznatoj ruti kretanja,
- Problem prepoznavanja okoline,

- Držanje pravca prilikom hoda.

Navedeni problemi uočeni su i shvaćeni prilikom osobnog kretanja prometnicom tijekom korištenja poveza na očima i bijelog štapa. Također, za izradu i pristupačne i kvalitetne pomoćne tehnologije potrebno je definirati probleme i zahtjeve osoba s oštećenjem vida. Oštećenje vida kategorizira se u 2 skupine, a to su sljepoća i slabovidnost.

Sljepoća se kategorizira prema stupnju oštećenja vida i to na [4]:

1. Potpuni gubitak osjeta svjetla ili potpuni gubitak vida bez mogućnosti projekcije svjetla,
2. Preostali vid na boljem oku s najboljom mogućom korekcijom do 0,02,
3. Preostala oštrina vida na boljem oku s najboljom mogućom korekcijom između 0,02 i 0,05,
4. Preostali centralni vid na boljem oku s najboljom mogućom korekcijom do 0,25, uz suženo vidno polje od 20 stupnjeva ili manje,
5. Koncentrično suženje vidnog polja oba oka s vidnim poljem širine od 5 stupnjeva do 10 stupnjeva oko centralne fiksacije i
6. Nespecificiran ili nepoznat status.

Slabovidnost se kategorizira prema stupnju oštećenja vida prema [4] na:

1. Preostaloj oštrini vida na boljem oku s najboljom mogućom korekcijom između 0,1 i 0,1 ili manje,
2. Preostala oštrina vida na boljem oku s najboljom mogućom korekcijom između 0,3 i 0,4,
3. Nespecificiran ili nepoznat status i
4. Oštrina vida na boljem oku uz korištenje korekcijskog stakla od 0,4 ili manje.

2.1 Dosadašnja rješenja i usluge

U ovom potpoglavlju provedena je analiza znanstvenih dostignuća pojedinih autora u području razvoja novih usluga i primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija za pomoć osobama oštećenog vida. Dosadašnja rješenja prema ciljanoj skupini se dugi niz godina modificiraju, unaprjeđuju i razvijaju. Kontinuiranim radom omogućila su se rješenja poput: implementacije informacijsko-komunikacijskih tehnologija, uspostavljanja komunikacije putem pametnih telefona, štapova i narukvica, uvođenje multimodalnih uređaja, bijelog štapa te usluga u svrhu informiranja određene skupine korisnika.

2.1.1 Dosadašnja hardverska rješenja

Dosadašnjim razvojem tehnologije orijentirane prema osobama sa oštećenjem vida razvila su se rješenja za olakšano kretanje prometnom mrežom. Također, u ovom djelu rada opisana su već navedena rješenja u hardverskom okruženju.

Bijeli štap je jedno od najstarijih rješenja za navigaciju korisnika s oštećenjem vida. Dizajniran je kao osnovno pomagalo u kretanju, prepoznavanju okoline i procjene terena na određenoj udaljenosti. Osoba koja koristi bijeli štap pomoću njega dobiva informacije o preprekama na koje nailazi i informacije o okolini. Na taj način kao rješenje je doprinio rješavanju već navedenih problema s kojima se suočavaju osobe s oštećenjem vida. Bijeli štap prikazan je na slici 1. i ujedno za navedenu ispomoć u kretanju prometnom mrežom signalizira drugim sudionicima u prometu da se ispred njih nalazi osoba s oštećenjem vida. Mana ovog rješenja je velika fizička dimenzija samog štapa i slaba uočljivost prepreka na velikim udaljenostima [5].



Slika 1. Prikaz bijelog štapa, izvor: [6]

Pametni štap je unaprijeđeno rješenje bijelog štapa koji ima mogućnost otkrivanja prepreka na prometnoj mreži osobi s oštećenjem vida koja ga koristi iznad razine prsa kako bi povećao sigurnost korisnika. Također, pametni štap pruža sigurnije putovanje javnim prijevozom te ima mogućnost komunikacije putem aplikacije „WeWalk“ koja je naknadno objašnjena u sljedećem potpoglavlju. Nedostatak pametnog štapa je visoka cijena i intenzivna potrebna edukacija kako bi se koristio štap i aplikacija [7].

Pametna narukvica je moderno rješenje za komunikaciju s navedenim pametnim štapom. Pametna narukvica omogućuje osobama s oštećenjem vida lakšu orijentaciju i kretanje u prostoru pomoću vibracija koje obavještavaju korisnika o udaljenosti od neke prepreke. Pametna narukvica koristi proširenu stvarnost i radar za otkrivanje objekata koju su udaljeni do 5.5 [m] te informacije koje dolaze u obliku vibracija omogućuju sigurniju navigaciju korisnika prometnom mrežom. Nedostatak pametne narukvice je nesamostalnost u korištenju jer bez dodatnih pomoćnih sustava narukvica ne može raditi [8].

2.1.2 Dosadašnja znanstvena dostignuća

U ovom dijelu rada navedeni su i objašnjeni znanstveni radovi koji su potaknuli osobe s oštećenjem vida prema zainteresiranosti za pomoćne tehnologije i dodatno pojasnili ljudima s znanstvenog gledišta problematiku osoba s oštećenjem vida.

U članku [9] prikazan je sustav navigacije i informiranja vozača u automobilu. Sustav „Lane assist“ sastoji se od tri vrste senzora, a to su: radarski, laserski i senzor pregleda. Kombinacija senzora „Lane assist“ primjenjuje se u detekciji prepreka i linija u prometnoj mreži. Sustav uz primjenu različitih algoritama i procesa detekcije može se upotrebljavati u raznim sferama života tako i u pomoćnim tehnologijama za osobe s oštećenjem vida.

Prema [10], objašnjena je mogućnost i prilika integracije osoba s invaliditetom u širu zajednicu. Također, prikazuju se mogućnosti razvoja informacijsko komunikacijskih tehnologija u svrhu pomoći osobama s invaliditetom. U radu je definirana važnost edukacije osoba s invaliditetom o informacijsko komunikacijskim tehnologijama i predložena arhitektura pomoćne tehnologije kako bi se poboljšala informiranost osoba s oštećenjem vida.

U znanstvenom radu [11] je opisana subjektivna kvaliteta života slijepih i slabovidnih osoba u odnosu na vrstu oštećenja vida, trajanje oštećenja i sudjelovanje u programu psihosocijalne rehabilitacije. U nastavku ovog istraživanja primijenjen je sociodemografsko-

zdrastveni upitnik kako bi se ispitalo zadovoljstvo sudionika u pojedinim domenama života. U zaključku ovog rada ističe se kako su vrste oštećenja vida, trajanje oštećenja te sudjelovanje u psihosocijalnoj rehabilitaciji važni indikatori subjektivne kvalitete života osoba s oštećenjem vida.

U znanstvenoj literaturi [12] daju se osnovne definicije, kao što su: pomoćna tehnologija, kvaliteta života, mobilnost, prikazani su HAAT (engl. *Human activity assistive technology*) i CAT (engl. *Comprehensive assistive technology*) modeli. Također, u ovoj literaturi opisane su pomoćne tehnologije, kao što su [12]:

1. „UltraCane“,
2. korištenje globalnog sustava pozicioniranja koji će ovisiti o pristupačnosti dizajna sučelja i vrijednosti informacija koje se prenose korisniku,
3. tehnologije pretvorbe govora, teksta i Brailleovog pisma i
4. pomoćnim tehnologijama za obrazovanje, zapošljavanje i rekreaciju.

Prema [13], objašnjena je definicija i uzroci oštećenja vida. U radu se nalazi povijesni osvrt na obrazovanje osoba s oštećenjem vida i predrasude o stereotipi prema slijepim i slabovidnim osobama. U tom poglavlju napravljena je segmentacija čimbenika koji utječu na predrasude o osobama s oštećenjem vida. Također, u ovom radu su još navedena sva zakonska prava slijepih i slabovidnih osoba, pa su tako neki od primjera pravo na psihosocijalnu i profesionalnu rehabilitaciju, pravo na pomagala i pravo na osobnu invalidninu. U zaključku rada ističe se kako socijalizacija i socijalna integracija slijepih i slabovidnih osoba doprinosi stjecanju vrijednosti i poželjni stavovi kako bi pojedinac bio prihvaćen i lakše se uklopio.

U stručnoj literaturi [14] se opisuje koncept informiranja osoba s oštećenjem vida. Sustav je razvijen u Finskoj te se svodi na informiranje korisnika prilikom približavanja stupu koji označuje stajalište na liniji javnog gradskog prijevoza. Također, u radu je detaljno opisan koncept koji se sastoji od [14]:

1. GPS modula koji bi služio za lociranje korisnika,
2. GPRS modula koji bi služio za komunikaciju,
3. detektora prepreka i
4. mobilnog uređaja koji bi služio za povezivanje svih informacija i javljao informacije osobi s oštećenjem vida putem bežične slušalice. Prikupljene

informacije iz prometnog okruženja korisnik bi dobio kada bi se približio stupu na udaljenosti manjoj od 9.144 metara na kojem se nalazi *bluetooth beacon*.

2.1.3 Dosadašnja aplikativna rješenja

U ovom dijelu rada navedene su i analizirane funkcionalnosti dostupnosti navigacijskih aplikacija. Tablicom 2. prikazane su navigacijske aplikacije i njene funkcionalnosti, kao što su: vrsta implementirane mape, glasovno upravljanje aplikacijom, mogućnost izrade rute kretanja i jezična podrška.

Tablica 2. Prikaz navigacijskih aplikativnih rješenja i njihovih funkcionalnosti

	Loadstone GPS	Outdoor navigation	Mobile geo	Intersection explorer	Here WeGo	WalkyTalky
Jezična podrška - Hrvatski jezik	Da	Ne	Ne	Ne	Da	Ne
Vrsta mape	Google maps	Bing maps, OpenStreetMaps, OpenCycleMaps	TomTom	Google maps	Google maps	Google maps
Glasovno upravljanje	Ne	Ne	Ne	Da	Da	Da
Izrada rute kretanja	Vanjsko(putem računala)	Da	Da	Ne	Da	Da

Loadstone GPS (engl. *Global Positioning System*) je aplikacijsko rješenje napravljeno za osobe s oštećenjem vida. Aplikacija je varijanta GPS navigacijske aplikacije. Također, prema tablici 2. *Loadstone GPS* sadrži funkcionalnosti poput: jezične podrške, vrstu implementirane mape (*Google maps*) i putem računala je moguća izrada rute kretanja korisnika. Nedostatak navigacijske aplikacije je nemogućnost glasovnog upravljanja [15].

Outdoor Navigation je vrsta navigacijske aplikacije koja pomaže korisnicima da se snalaze i upotrebljavaju navigaciju izvan zatvorenih prostora. Također, aplikacija koristi *Bing maps*, *OpenStreetMaps* i *OpenCycleMaps* za mogućnost odabira karte te ima mogućnost izrade rute kretanja. Glavni nedostatak aplikacije je nemogućnost glasovnog upravljanja i nemogućnost korištenja jezične podrške [15].

Mobile geo predstavlja vrstu navigacijske aplikacije koja olakšava korisnicima snalaženje u svijetu pružanjem korisnih informacija o navigaciji, lokaciji i interakciji s okolinom. Prema tablici 2. *Mobile geo* za vrstu mape koristi TomTom te ima mogućnost izrade rute kretanja, ali nedostaci aplikacije su nemogućnost glasovnog upravljanja i nemogućnost implementacije jezične podrške [15].

Intersection Explorer je aplikacijsko rješenje dizajnirano za pomoć slijepim i slabovidnim osobama kako bi se samostalno kretale prometnom mrežom. Također, aplikacija koristi govorne i zvučne signale kako bi obavijestila korisnika o informacijama u blizini te koristi *Google maps* kao vrstu implementirane mape. Nedostatak aplikacije je nemogućnost izrade rute kretanja i jezična podrška [15].

WalkyTalky je aplikacija namijenjena osobama s oštećenjem vida te je partner s aplikacijom *Intersection Explorer*. Aplikacija sadrži mogućnost izrade rute kretanja i mogućnost glasovnog upravljanja, ali nedostatak predstavlja nemogućnost jezične podrške [15].

Here WeGo je aplikacija za navigaciju korisnika koja pruža informacije o lokaciji i pomaže korisnicima da se lakše snalaze na nepoznatim područjima. 2016. godine aplikacija je promijenila ime sa *Nokia maps* u *Here WeGo*. *Here WeGo* aplikacija sadrži mogućnost izrade rute kretanja, sadrži mogućnost glasovnog upravljanja što predstavlja glavnu prednost ove aplikacije i koristi jezičnu podršku [16].

Pregledom tablice 2. i funkcionalnosti navedenih aplikacija prepoznati su nedostaci kao što je nemogućnost glasovnog upravljanja u svim aplikacijama i nemogućnost podržavanja jezične podrške na hrvatskom jeziku što bi uveliko pomoglo osobama s oštećenjem vida. Aplikativna rješenja značajno pomažu osobama s oštećenjem vida u kretanju prometnom mrežom i aplikacije pružaju dodatnu sigurnost i jednostavnost.

2.2 Dosadašnje usluge i tehnologije

U ovom potpoglavlju navedene su i ukratko objašnjene usluge koje osobe s oštećenjem vida mogu koristiti kako bi im se olakšala svakodnevnica. Usluga je definirana kao nešto što stvara nematerijalan proizvod i predstavlja informacijsko – komunikacijsku mogućnost koja je na raspolaganju korisniku. Također, usluga predstavlja skup mogućnosti procesuiranja

informacija koje su raspoložive te dostupne korisnicima na mrežnim završecima [17]. Potporne tehnologije koje pružaju određenu uslugu korisnicima su [18]: osobni navigacijski uređaji, čitači dokumenata za osobe s oštećenjem vida, prilagođavanje notnih zapisa, prilagodbe računala, ručno video povećalo, tehnologija koja omogućuje glasovanje osoba s invaliditetom.

Osobni navigacijski uređaj namijenjen je osobama s oštećenjem vida kako bi im omogućio neovisno kretanje čak i na nepoznatom terenu. Korisnik nosi uređaj sa sobom i putem slušalica prima upute koje ga vode do unaprijed određene lokacije. Osobni navigacijski uređaj funkcionira slično kao GPS, pružajući korisnicima sigurnost i pouzdanost dolaska do željene destinacije [18].

Čitači dokumenata za osobe s oštećenjem vida omogućuju čitanje knjiga ili dokumenata. Tekstovi su lako čitljivi zbog povećanja teksta kamerom koja tekst pretvara u govor te su tipke na čitačima veće nego na mobilnim uređajima što olakšava snalaženje na uređaju. Očekuje se u budućnosti kako će osobe s oštećenjem vida moći čitati dnevne novine putem čitača ili neovisno čitati razne tiskane materijale [18].

Prilagođavanje notnih zapisa osobama s oštećenjem vida putem programa „GOODFEEL“ omogućila se pretvorba glazbenih zapisa u Brajicu te pružanje cjelovitog multimedijskog pristupa glazbi [18].

Ručna video povećala služe osobama s oštećenjem vida kako bi mogle povećati svoje račune, pisma ili slične materijale. Ručna video povećala sadrže mogućnost povećanja papira u boji te prilagodbu pozadine i boje teksta za olakšano čitanje [18].

Alat za omogućavanje glasovanja osobama s oštećenjem vida pruža mogućnost glasovanja koristeći tipkovnicu s brajicom te je omogućio samostalno sudjelovanje u procesu glasovanja osobama s oštećenjem vida [18].

Prilagodbe računala omogućile su olakšan rad na računalu osobama s oštećenjem vida. Najpoznatiji čitač ekrana naziva se „JAWS“ i omogućuje osobama s oštećenjem vida korištenje većine aplikacija koje podržava operativni sustav Windows. JAWS sadrži [19]: brajičnu kodnu tablicu, simbole i znakove interpunkcije, sheme čitanja i velika slova.

3. Analiza značajki informacijsko – komunikacijskih mreža i tehnologija

U ovom poglavlju opisane su i navedene komunikacijske mreže i tehnologije koje omogućavaju rad pomoćnih tehnologija. Kroz implementaciju i razvoj informacijsko komunikacijskih mreža i tehnologija moguće je značajno povećati samostalnost i pokretljivost ljudi s nekom vrstom invaliditeta kroz njihove dnevne aktivnosti. Razni načini implementacije i područja korištenja LPWAN (engl. *Low power wide area network*) mreža poput: NB-IoT (engl. *Narrowband – Internet of Things*), Sigfox, LoRaWAN i tehnologija unutar IoT (engl. *Internet of Things*) koncepta poput: Wi-Fi, RFID (engl. *Radio Frequency Identification*), NFC (engl. *Near-field communication*), ZigBee i Bluetooth omogućuju povezivanje pomoćnih tehnologija i korisnika. U nastavku su tablicom 3. prikazane karakteristike navedenih mreža i tehnologija.

Tablica 3. Pregled informacijsko-komunikacijskih tehnologija i mreža, izvor: [20], [21], [22]

Tehnologije i mreže	Frekvencijski pojas	Domet	Brzina prijenosa	Trajanje baterije uređaja	Vrsta podataka
RFID	niska/visoka/ultra visoka frekvencija	0.01 - 100 [m]	1 - 100 [kbps]	3 - 5 godina u aktivnom načinu rada / N/A u pasivnom načinu	Mala količina paketa
NFC	13.45 MHz	0.2 [m]	424 [kbps]	3 - 5 godina u aktivnom načinu rada / N/A u pasivnom načinu	Mala količina paketa
Bluetooth	2.4 [GHz]	više od 100 [m]	1-2 [Mbps]	2 godine	Zvuk, Grafički prikaz, datoteke
ZigBee	2.4 [GHz]	70 [m]	250 [kbps]	više od 1 godine	Mala količina paketa

Wi-Fi	2.4 [GHz]	50-100 [m]	11-54 [Mbps]	Mjeri se u satima	Zvuk, Grafički prikaz, datoteke
NB-IoT	450-2100 [MHz]	2-5 [km] ruralna područja	200 [kbps]	5 godina	Mala količina paketa
LoRaWAN	2.4 ili 5.8 [GHz]	50 [km]	50 [kbps]	10 godina	Mala količina paketa
Sigfox	902-928 [MHz]	5-10 [km] urbana područja 100[km] ruralna	100 [bps]	10 godina	Mala količina paketa

RFID predstavlja bežičnu tehnologiju koja služi za identifikaciju raznih objekata. RFID sadrži 3 komponente, a to su: čitač, antena i RFID oznake. Čitač ima mogućnost identifikacije objekata te mogućnost pretvorbe radio valova u korisnije oblike podataka. Antena sadrži funkcionalnost odašiljanja signala koji su potrebni za rad RFID tehnologije. Oznake se dijele na 3 podvrste, a to su: pasivne, polu-aktivne i aktivne. Pasivne oznake sadrže energiju iz čitača ili antene, polu-aktivne oznake gdje baterija pokreće čip i aktivne oznake koje koriste zasebno napajanje. Prema tablici 3. RFID može raditi na niskoj/visokoj/ultra visokoj frekvenciji te radi u dometu od 0.01 [m] do 100 [m]. RFID-om se prenose male količine podataka uz brzine prijenosa od 1 do 100 [kbps] [20], [21], [22].

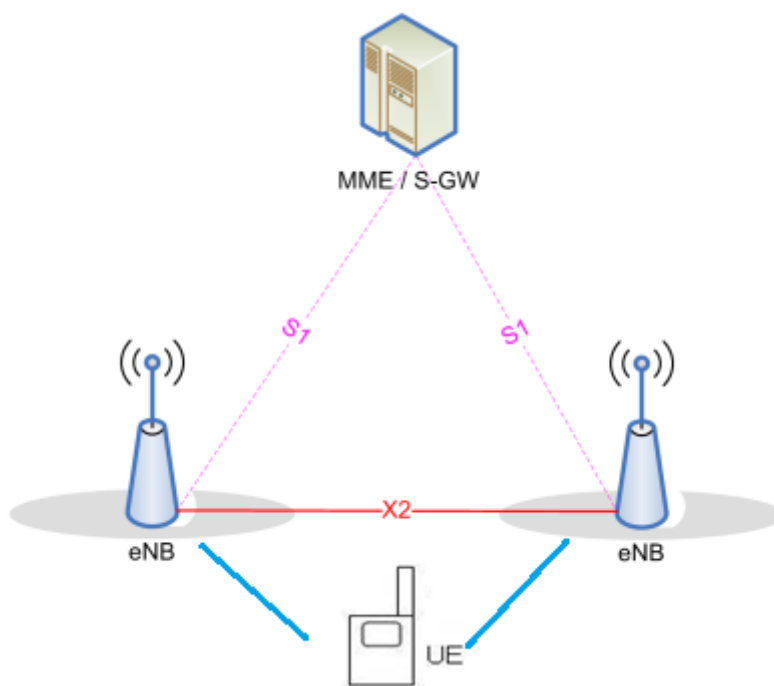
NFC predstavlja bežičnu tehnologiju za komunikaciju uređaja na kratkoj udaljenosti. NFC zahtijeva rad na udaljenosti od 20 [cm] te uglavnom NFC oznake služe za spremanje podataka i za čitanje tih podataka, ali se može i pisati unutar njih. Prema tablici 3. NFC radi na frekvencijskom pojasu od 13.56 [MHz] te radi u dometu od 20 [cm]. Putem NFC se prenose male količine podataka uz brzinu prijenosa od 424 [kbps] [20], [21], [22].

Bluetooth je bežična tehnologija koja služi za prijenos podataka i povezivanje više uređaja. Prema tablici 3. radi u frekvencijskom pojasu od 2.4 [GHz] te ima domet veći od 100 [m]. Bluetooth ima mogućnost prijenosa zvuka, grafičkih prikaza i raznih datoteka brzinama od 1 [Mbps] do 2 [Mbps] [20], [21], [22].

ZigBee predstavlja bežičnu tehnologiju za jednostavnu komunikaciju između uređaja. ZigBee se koristi za uređaje poput: senzora, termostata ili prekidača. Prema tablici 3. ZigBee radi na 2.4 [GHz] frekvencijskom pojasu s dometom do 70 [m]. Također, ZigBee služi za prijenos male količine podataka brzinom od 250 [kbps] [20], [21], [22].

Wi-Fi je tehnologija koja omogućuje komunikaciju između uređaja te pristup internetu. Wi-Fi je vrlo značajna bežična tehnologija koju koriste većinom sve vrste uređaja koje komuniciraju s drugim uređajima. Prema tablici 3. Wi-Fi ima mogućnost prijenosa zvuka, grafičkih prikaza i razni datoteka brzinama od 11-54 [Mbps] na udaljenostima do 100 [m]. Također, Wi-Fi radi na frekvencijskom pojasu od 2.4 [GHz] [20], [21], [22].

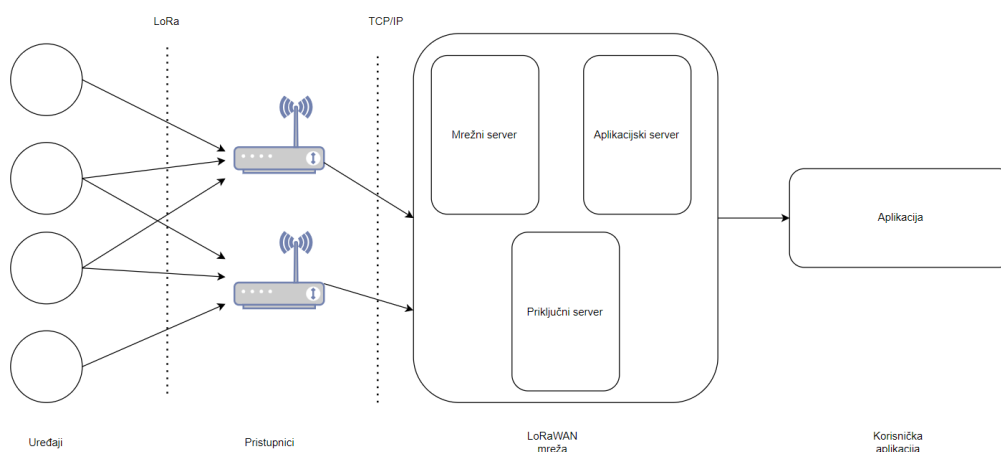
NB-IoT pripada LPWAN mreži i predstavlja bežičnu komunikaciju kao dio specifikacije mobilnih mreža. Prema tablici 3. NB-IoT radi na frekvencijskom pojasu od 450 do 2100 [MHz] te pokriva u ruralnim područjima 2 do 5 [km]. NB-IoT prenosi male količine podataka brzinom do 200 [kbps] te je trajanje baterije definirano na 5 ili više godina [20], [21], [22].



Slika 2. Prikaz povezivanja korisničkog uređaja s baznim stanicama prema serverima unutar NB-IoT tehnologije, izvor [23]

Slikom 2. prikazuje se povezivanje elemenata (korisničkog uređaja, bazne stanice (eNB) i središnjeg servera). Korisnički uređaji, koji mogu predstavljati i senzore komuniciraju prema središnjem serveru pomoću baznih stanica.

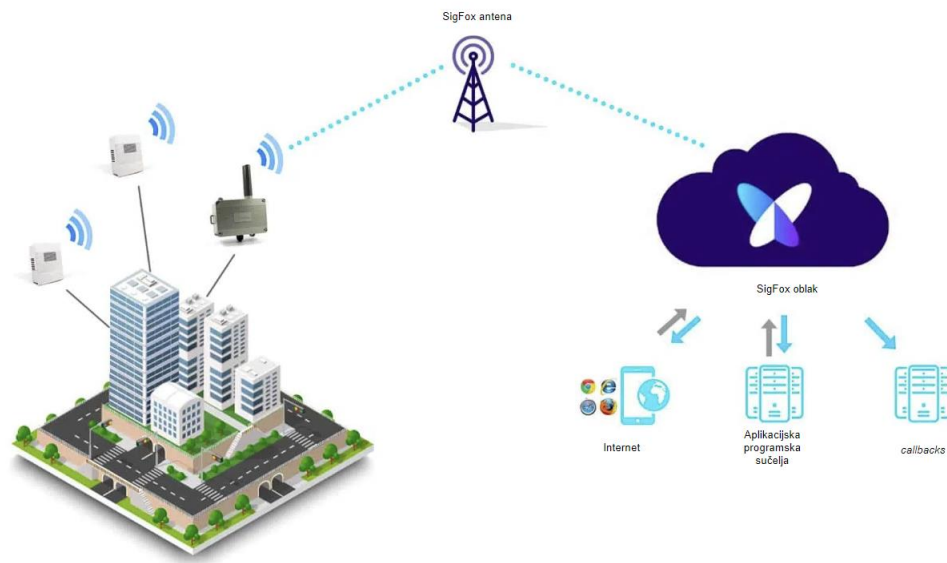
LoRaWan je LPWAN tehnologija koja je razvijena za prijenos male količine podataka malim brzinama, prema tablici 3. do 50 [kbps] na velikim udaljenostima do 50 [km] u svrhu napajanja putem baterije raznih bežičnih uređaja. LoRaWan radi u frekvencijskom pojasu od 2.4 ili 5.8 [GHz] te je trajanje baterije definirano na 10 ili više godina [20], [21], [22].



Slika 3. Prikaz povezivanja elemenata u konceptu LoRaWAN mreže

Slikom 3. prikazan je koncept LoRaWAN mreže koji se sastoji od četiri dijela, a to su: uređaji, pristupnici, mrežne usluge i aplikacija. Pristupnici prikupljaju pakete te ih odašilju prema mrežnim servisima LoRaWAN mreže. Nakon obrade pristiglih paketa, paketi se prosljeđuju prema aplikaciji.

Sigfox je LPWAN tehnologija koja je izgrađuje za povezivanje objekata i uređaja vlastitu bežičnu mrežu te vlastite bazne stanice za povezivanje IP mreže s poslužiteljima. Prema tablici 3. Sigfox radi na frekvencijskom pojasu od 902-928 [MHz] te pokriva u urbanim područjima 5-10 [km], a u ruralnim područjima do 100 [km]. Također, Sigfox prenosi male količine podataka brzinama do 100 [bps] i dugotrajnost baterije je definirana na 10 ili više godina [20], [21], [22].



Slika 4. Prikaz komunikacije elemenata unutar Sigfox koncepta

Slikom 4. prikazuje se komunikacija Sigfox uređaja koji šalju signale prema Sigfox baznoj stanici (na slici navedena kao antena) te se podaci proslijeđuju prema jezgrenoj mreži i obrnuto. Također, jezgrena mreža obostrano komunicira s internetom i aplikacijskim programskim sučeljima.

Usporedbom navedenih komunikacijskih tehnologija i mreža uočavaju se razlike u brzini prijenosa i vrsti podataka, ali i u području dometa navedenih tehnologija i mreža. Odabir komunikacijske tehnologije za ostvarenje funkcionalnosti pomoćnih tehnologija ovise o brojnim čimbenicima koje korisnici pomoćnih tehnologija mogu zahtijevati. Pojedine osobe s oštećenjem vida mogu zahtijevati veliku brzinu prijenosa informacije, dok druge osobe mogu zahtijevati sigurniju komunikaciju i veću autonomnost rada same pomoćne tehnologije [20], [21], [22].

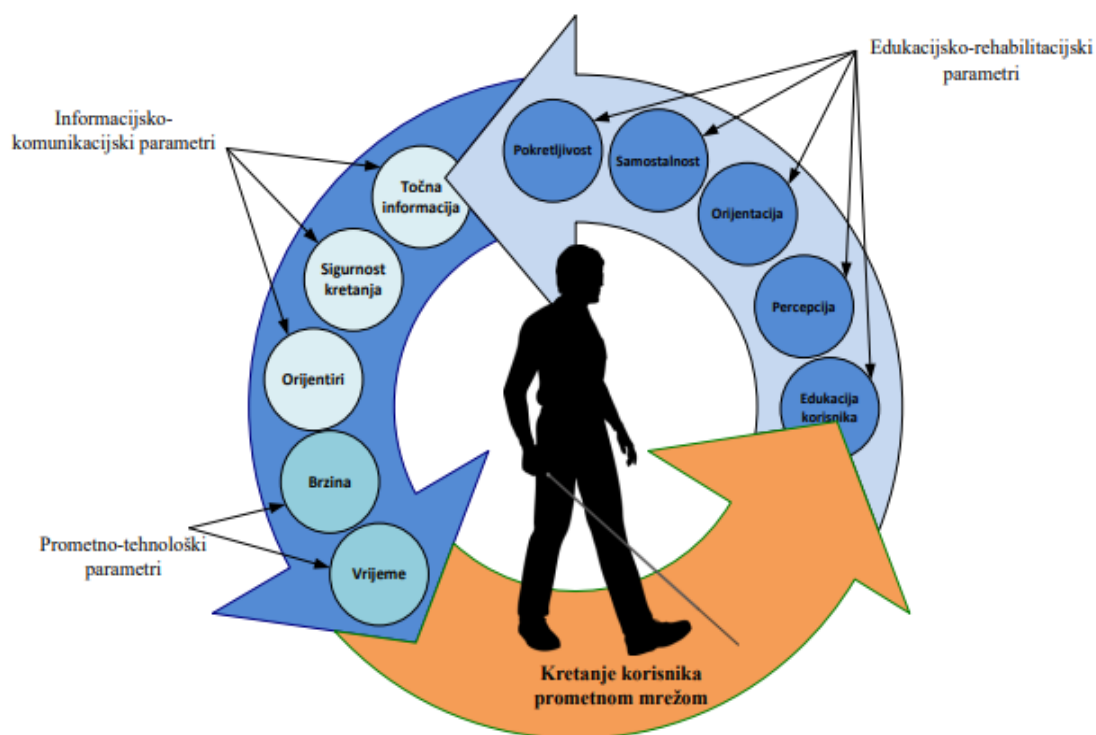
4. Relevantni parametri i načela u razvoju IK tehnologija i usluga

U ovom poglavlju su opisani i definirani relevantni parametri predložene usluge te kategorizirana i definirana načela univerzalnog dizajna. Također, u ovom poglavlju opisuju se elementi razvoja predložene usluge i predložene su preporuke i smjernice.

4.1 Relevantni parametri predložene usluge za informiranje korisnika

Relevantni parametri definiraju kretanje korisnika prometnom mrežom te se dijele u tri kategorije, a to su [24]: prometno – tehnološki parametri, Informacijsko – komunikacijski parametri i Edukacijsko – rehabilitacijski parametri.

Slikom 5. prikazani su elementi relevantnih parametara prema navedenim kategorijama.



Slika 5. Prikaz relevantnih parametara i njihova podjela, izvor: [24]

4.1.1 Informacijsko – komunikacijski parametri

Elementi informacijsko – komunikacijskih parametara prema slici 5. su: točna informacija, sigurnost kretanja i orijentiri. Predložena usluga za navigaciju osoba s oštećenjem vida „*Blind assist*“ povezuje sve elemente informacijsko - komunikacijskih parametara. Orijentir osobama s oštećenjem vida pomoću predložene usluge predstavlja taktilna linija koja se sastoji od određenog materijala te senzor čita njenu refleksiju. Također, informacija iz senzora dolazi do narukvice koja obavještava korisnika o situaciji koja se nalazi ispred njega/e kako bi se lakše orijentirali. Nadalje, točnom informacijom pristiglom s narukvice korisniku se stvara okolina u kojoj se ostvaruje sigurnost kretanja zbog zadane linije koja obavještava korisnika o prelasku na prometnicu kojom se kreću motorna vozila.

4.1.2 Prometno – tehnološki parametri

Elementi prometno – tehnoloških parametara su: brzina i vrijeme. Korištenjem predložene usluge i povezivanja navedenih parametara omogućeno je povećanje brzine kretanja korisnika zbog samostalnosti i educiranosti uz osjećaj sigurnosti u kretanju i cijelom prometu. Nadalje, povećanjem brzine kretanja korisnika smanjuje se vrijeme potrebno za kretanje prometnom mrežom što bi značajno poboljšalo živote osobama s oštećenjem vida.

4.1.3 Edukacijsko – rehabilitacijski parametri

Elementi edukacijsko – rehabilitacijskih parametara prema slici 5. su: edukacija korisnika, percepcija, orijentacija, samostalnost, pokretljivost. Predložena usluga povezuje sve elemente edukacijsko – rehabilitacijskih parametara. Osobe s oštećenjem vida pomoću *Blind assist-a* postižu sigurnost u kretanju prometom i postižu samostalnost te im predložena usluga olakšava orijentaciju u prometnoj mreži. Također, olakšana je percepcija okoline što osobama s oštećenjem vida omogućuje lakšu pokretljivost unutar prometne mreže. Edukacija korisnika pridonosi povezivanjem svih elemenata jednu cjelinu i omogućuje kvalitetnije i sigurnije korištenje pomoćne tehnologije.

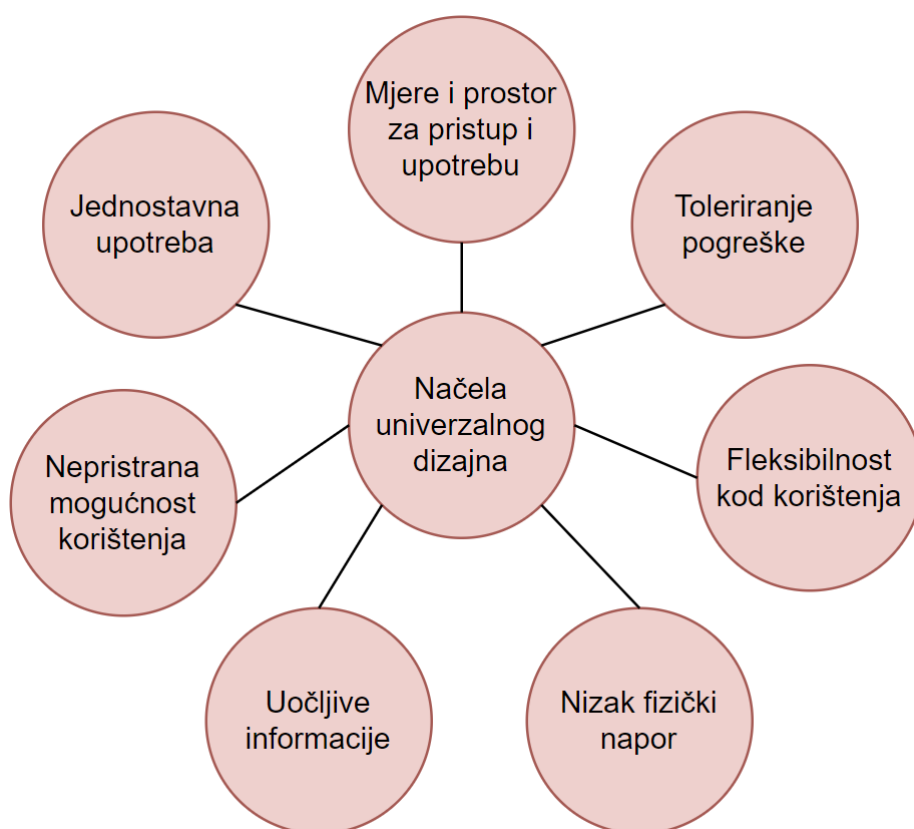
4.2 Načela univerzalnog dizajna

Univerzalni dizajn predstavlja koncept za mogućnost upotrebe usluga ili proizvoda bez potrebe za posebnim prilagodbama. Univerzalni dizajn omogućuje osobama s oštećenjem vida prilagođenost svih elemenata koji se nalaze oko njih. Također, univerzalni dizajn ima

moгуćnost smanjenja vremena izrade usluge ili smanjenja troškova. Nadalje, dizajn ostvaruje moгуćnost povećanja iskoristivosti same okoline bez dodatnog prilagođavanja [14].

Univerzalni dizajn predložene usluge za navigaciju osoba s oštećenjem vida može se kategorizirati prema sedam načela, a to su [14]:

- Toleriranje pogreške,
- Fleksibilnost kod korištenja,
- Nizak fizički napor,
- Uočljive informacije,
- Nepristrana moгуćnost korištenja,
- Jednostavna upotreba i
- Mjere i prostor za pristup i upotrebu.



Slika 6. Grafički prikaz sedam načela univerzalnog dizajna

Slikom 6. grafički je prikazana kategorizacija sedam načela univerzalnog dizajna. Također, u nastavku su načela pojašnjena na primjeru predložene usluge.

Toleriranje pogreške prema predloženoj usluzi omogućuje postavljanje usluge na način da minimizira slučaj pogreške te onemogućuje slučajne posljedice na osobu s oštećenjem vida. Fleksibilnost korištenja usluge prilagođena je desnicima i lijevcima svrhu korištenja predložene usluge, ali dizajn pomoćne tehnologije nije prilagodljiv prema raznim osobnim željama korisnika.

Upotreba ovakve tehnologije korisnicima omogućuje korištenje uz veliku razinu djelotvornosti i ugone bez ikakvog napora za nošenje predložene usluge za informiranje korisnika. Takav način značajno donosi nizak fizički napor za upotrebu. Također, *Blind assist* usluga omogućuje prikupljanje uočljivih informacija bez obzira na stanje osjetila korisnika ili stanja prometne mreže.

Dizajn predložene usluge prilagodljiv je svim osobama s oštećenjem vida. Takav dizajn omogućuje nepristranu mogućnost korištenja. Također, osobe s drugim invaliditetima mogu koristiti predloženu uslugu za olakšano kretanje.

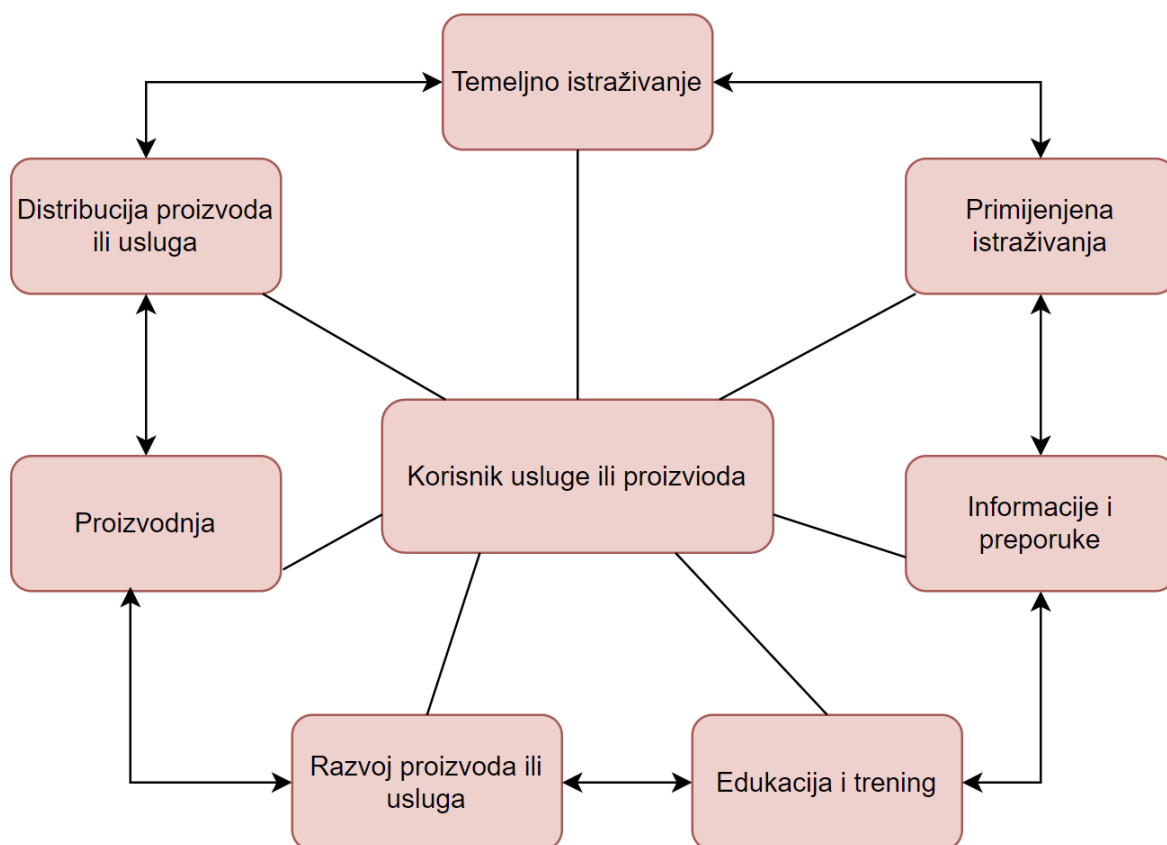
Jednostavna upotreba je omogućila korištenje svakoj osobi. Također, omogućila se djelotvorna pomoć i povratnu informaciju korisniku tijekom kretanja prometnom mrežom. Također, prema mjerama i prostoru za pristup i upotrebu predložena usluga omogućava uporabu bez obzira na dimenzije korisnikovog tijela ili razine oštećenog vida.

4.3 Elementi razvoja usluge za informiranje korisnika

Za razne tehnologije, sustave ili proizvode postoje mnogi faktori koji određuju elemente razvoja. Elementi razvoja predložene usluge prikazani su na slici 7., a to su [25]:

- Temeljna istraživanja,
- Primijenjena istraživanja,
- Informacije i preporuke,
- Edukacija i treninzi,
- Razvoj usluge ili proizvoda,
- Proizvodnja i
- Distribucija usluge ili proizvoda.

Također, korisnik nekog proizvoda ili usluge i podrška toj usluzi nalazi se u samom središtu predložene usluge.



Slika 7. Prikaz elemenata razvoja usluge za informiranje korisnika, izvor: [25]

Temeljno istraživanje ima svrhu postavljanja ciljeva istraživanja ili za postavljanje hipoteze. Temeljnim istraživanjem moguće je kreirati i primijeniti neka nove baze znanja koje se temelje na suvremenim informacijsko - komunikacijskim tehnologijama. Pretpostavka je kako osobama s oštećenjem vida fali dodatna sigurnost u trenutnim rješenjima kretanja kroz prometnu mrežu. Također, ciljem temeljnih istraživanja smatra se razvoj pomoćne tehnologije i zadovoljenje korisničkih potreba uz korištenje relevantnih prikupljenih informacija.

Primijenjena istraživanja sadrže svrhu testiranja raznih performansi i provjeru pomoćnih tehnologija u raznim svakodnevnim uvjetima. Prema navedenom istraživanju razvijaju se nove pomoćne tehnologije i uređaji razvijeni prema provedenim testiranjima. Nadalje, primijenjenim istraživanjem se ispituje upoznatost osoba s oštećenjem vida prema suvremenim Informacijsko – komunikacijskim tehnologijama koje se nalaze u trenutnoj pomoćnoj tehnologiji.

Informacije i preporuke služe za dostupnost i točnost novih usluga i proizvoda na tržištu za pravovaljanu informiranost korisnika. Konstantnim razvojem novih tehnologija i usluga edukacija korisnika je jedna od najvrjednijih elemenata u sustavu.

Edukacija korisnika provodi se uz prisustvo educirane i ovlaštene osobe, a programi se moraju provoditi unutar ovlaštenih centara za edukaciju. Osobe s oštećenjem vida potrebno je pravilno educirati zbog konstantnih novih načina primjene trenutnih informacijsko – komunikacijskih tehnologija kako bi se osobama s oštećenjem vida pružio potpuni potencijal neke pomoćne tehnologije. Nadalje, za osobe s oštećenjem vida postoje razne edukacije i treninzi, postoje treninzi orijentacije i kretanja koji olakšava snalaženje u zatvorenim i otvorenim prostorima uz dodatke samostalnosti i sigurnosti.

Razvoj usluga i proizvoda kreće od industrijskog okruženja i izgradnje prototipa neke usluge koji je u procesu postati finalni produkt. Testiranje usluge ili produkta s osobama s oštećenjem vida je ključno u shvaćanju nedostataka i problema u završnoj verziji usluge ili proizvoda. Bitno je ispitati predloženu uslugu za informiranje korisnika prikazuje li netočne informacije ili je smanjena sigurnost korisniku, ali nakon provedbe testiranja omogućeno je ispravljanje svih primijećenih pogrešaka. Također, takav pristup razvoja usluge uz savjetovanje s korisnicima postiže se zainteresiranost i zadovoljstvo osobama koje koriste predloženu uslugu.

Proizvodnja završne verzije usluge ili proizvoda predstavlja mogućnost masovne izrade nakon mnogih testiranja od početka izrade prototipa. Nakon masovne izrade, pokreće se distribucija usluge ili proizvoda. Također, predložena usluga služi za ispomoć osobama s oštećenjem vida, distribucija se događa u prostorijama Udruga i Saveza za pomoć osobama s oštećenjem vida koji pomažu kroz marketinške procese u predstavljanju završne verzije usluge ili proizvoda.

5. Funkcionalnosti usluge za informiranje korisnika

U ovom poglavlju definirati će se funkcionalnosti *Blind assist* usluge za informiranje korisnika koje bi trebale olakšati kretanje slabovidnih osoba te osigurati sigurnost u prometu i kretanje korisnika unutar granica označenih trakom te dobivanje povratne informacije uz pomoć pametne narukvice.

Za sigurnost, samostalnost i olakšano kretanje korisnika prometnom mrežom predlažu se osnovne funkcionalnosti poput: Usmjeravanja korisnika, prikaza lokacije, SOS poziva, detekcije prepreka i detekcija izlaza iz trake. Nadalje, dodatne funkcionalnosti su detekcija pulsa, detekcija pada i GPS senzor. Navedene funkcionalnosti opisane su UML dijagramima u sljedećim potpoglavljima. Također, u sljedećim potpoglavljima definiran je konceptualni prikaz informacijsko – komunikacijskih elemenata *Blind assist* usluge, UML dijagramima su pojašnjene funkcionalnosti rada predložene usluge za informiranje korisnika i modeli pomoćne tehnologije.

5.1 Funkcionalnosti rada usluge za informiranje korisnika

UML predstavlja standardizirani jezik za modeliranje. UML čine integrirani skupovi dijagrama razvijeni kako bi pomogli u vizualizaciji, konstrukciji, dokumentaciji i specifikaciji softverskih sustava. UML koristi grafičke oznake kako bi izrazio dizajn softverskih projekata. Korištenjem UML dijagrama omogućena je pomoć u komunikaciji, istraživanju i potvrđivanju potencijalnih dizajna [26].

5.1.1 Opis funkcionalnosti zahtjeva usluge *Blind assist*

Funkcionalnosti zahtjeva usluge *Blind assist* predstavljene su dijagramom slučaja uporabe koji se koristi za predstavljanje odnosa između vanjskih entiteta sustava i samog sustava, kao i interakciju između sustava i predstavljenih entiteta. Budući da dijagram pruža jasnu i sažetu vizualizaciju odnosa između aktera i njihovih uloga unutar sustava, dijagram je posebno korišten za modeliranje funkcionalnih zahtjeva sustava. Postoji nekoliko elemenata koji se mogu uključiti u UML dijagram slučajeva, a to su: akteri, sustavi i slučajevi uporabe. Akteri predstavljaju vanjske entitete koji su u interakciji sa sustavom. Slučaj uporabe predstavlja specifične akcije ili određeni proces koji sustav izvodi kao odgovor na zahtjeve aktera. Sustav predstavlja unutarnje komponente sustava koje izvode slučajeve uporabe [26].

Ključne prednosti korištenja UML dijagrama slučaja je omogućavanje jasnog i konciznog prikaza odnosa koji se događaju između različitih elemenata sustava. Dijagram pruža pogled na funkcionalne zahtjeve određenog sustava putem stupanja aktera u interakciju sa slučajem uporabe koji se izvodi i sustavom. Takav način je koristan tijekom faza dizajna projekta jer omogućuje osiguranje konačnog sustava da zadovolji potrebe svih dionika i omogućuje jasno razumijevanje zahtjeva [26]. Također, dijagrame slučajeva je relativno lako razumjeti i čitati, čak i za osobe koje nisu upoznati s UML-om. Dijagram je organiziran na jasan i logičan način, a slučajevi upotrebe i akteri predstavljeni u standardiziranim simbolima što olakšava razumijevanje i osobama različitih razina tehničke stručnosti.

Nadalje, dijagram slučajeva koristan je alat za modeliranje svih funkcionalnih zahtjeva sustava i donosi razumijevanju odnosa između različitih elemenata. Također, dijagram slučajeva nudi vizualizaciju sustava i njegove interakcije s vanjskim entitetima, što čini dijagram vrlo bitnim dijelom u procesima dizajniranja mnogih projekata [26].



Slika 8. Prikaz dijagrama slučaja usluge Blind assist

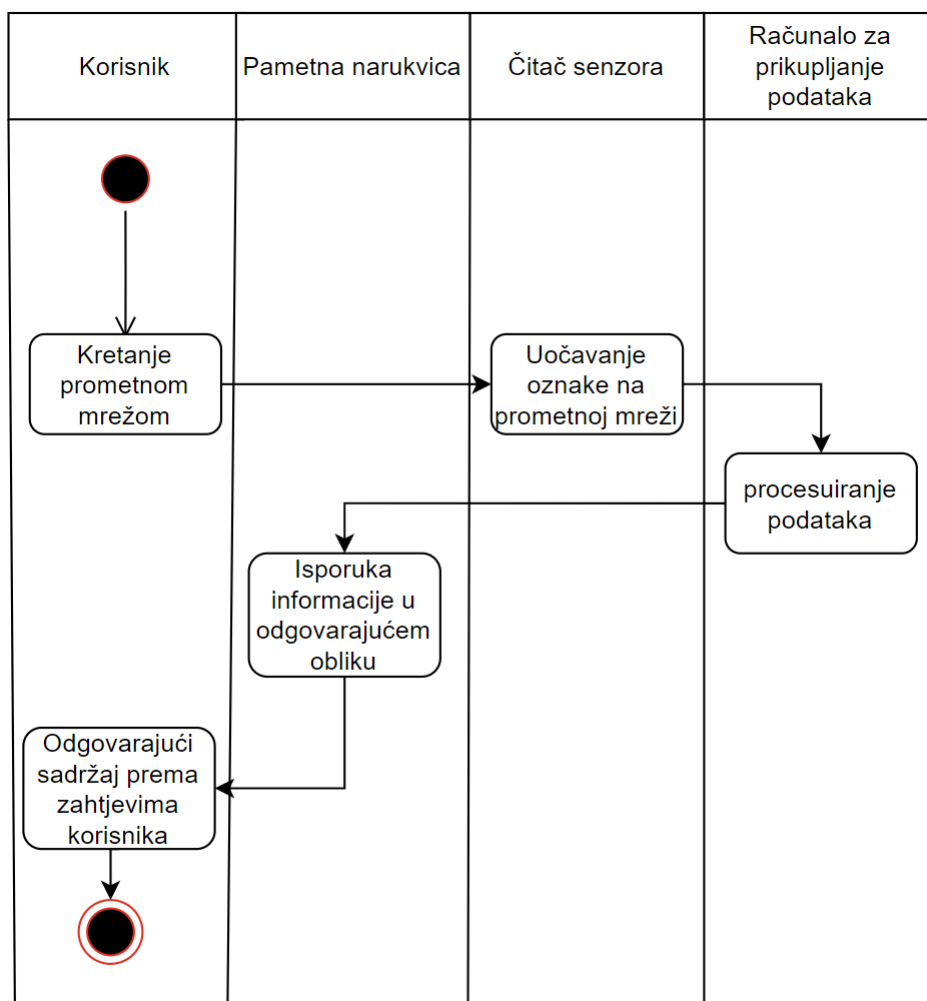
Slikom 8. su prikazane osnovne i dodatne funkcionalnosti usluge putem dijagrama slučajeva. Osoba s oštećenjem vida povezana je sa Stakeholderima koje čine skrbnik i žurna služba (112) putem SOS poziva, kontrole detekcije pulsa, prikaza lokacije i detekcije pada. Kontrolom detekcije pulsa i pada omogućuje se žurnim službama u bilo kojem trenutku uvid u korisnikovo stanje. Također, skrbnik kao i žurne službe prikazom lokacije mogu locirati osobu s oštećenjem vida bilo kada i u bilo kojem trenutku što uveliko poboljšava sigurnost korisnika. Nadalje, Mrežni operator povezan je s funkcionalnostima SOS poziva i prikaza lokacije koje omogućuje. Davatelj usluge sadrži pod aktere, a to su: zdravlje korisnika, navigacija korisnika i održavanje sustava traka. Zdravlje korisnika sadrži funkcionalnosti detekcije pulsa i pada, a održavanje sustava traka povezuje funkcionalnosti detekcije izlaza iz trake. Također, navigacija

korisnika povezuje funkcionalnosti poput: GPS senzora, detekcije prepreke, prikaza lokacije i usmjeravanja korisnika. *Blind assist* usluga predstavlja i pomoćnu tehnologiju čije funkcionalnosti omogućuju kretanje unutar zadanih traka i implementiranih na prometnoj mreži. *Blind assist* usluga sadrži pametnu narukvicu koja putem vibracije ili TTS (engl. *Text to speech*) isporučuje informaciju korisniku kako bi se mogao samostalno i sigurno kretati prometnom mrežom. Usluga *Blind assist* omogućuje osobi s oštećenjem vida informiranje i navigaciju prometnom mrežom zbog obrade informacija sa senzora koji prikupljaju podatke sa prometne trake. Informacije se prikupljaju u čitaču senzora te podatke procesuiraju prema pametnoj narukvici uz Bluetooth tehnologiju. Pametna narukvica opremljena (eSIM) karticom procesuiraju podatke prema računalstvu u oblaku davatelja usluge gdje se podaci obrađuju i procesuiraju prema pametnoj narukvici. Pametna narukvica informira korisnika da je skrenuo s puta i približava se prometnoj traci. U slučaju pada ili zdravstvenog problema računalstvo u oblaku davatelja usluge informira Stakeholdere o nastaloj problemu.

5.1.2 Grafički prikaz aktivnosti usluge *Blind assist*

Dijagram aktivnosti je vrsta UML dijagrama i vrsta grafičkog prikaza aktivnosti. Dijagram aktivnosti može se koristiti za softverski razvoj, poslovne procese, logistiku i slično za vizualno prikazivanje aktivnosti i redoslijed aktivnosti. Unutar dijagrama aktivnosti nalazi se niz aktivnosti prikazane strelicama koje imaju ulogu povezivanja jedne aktivnosti s drugom aktivnosti. Aktivnosti se označavaju poput pravokutnika s nazivom aktivnosti unutar njih. Strelice prikazuju redoslijed obavljanja aktivnosti te nakon završetka jedne aktivnosti nastupa druga aktivnost. Također, dijagram aktivnosti omogućuje i druge elemente poput: grananja, petlji ili uvjeta. Takvim mogućnostima dijagram aktivnosti može prikazati različite tokove koji ovise o nekim odlukama ili uvjetima [26].

Glavna svrha dijagrama aktivnosti uz olakšavanje analize i poboljšavanja procesa vizualizacijom je prikazivanje razvoja softverskih aplikacija ili budućih razvoja istih. Također, služi za komunikaciju između timova ili pojedinaca i upotrebljava se ovisno o specifičnom zahtjevu i situaciji [26].

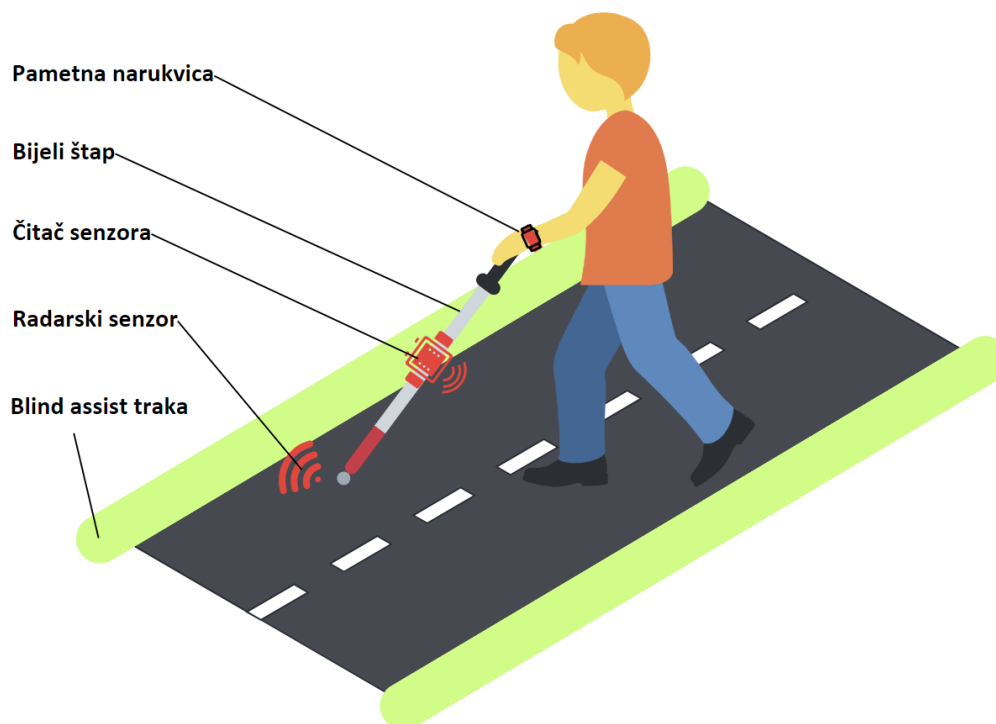


Slika 9. Prikaz dijagrama aktivnosti detekcije trake i isporuke informacije

Slikom 9. je prikazan dijagram aktivnosti detekcije i isporuke informacija te su vizualizirani procesi koji se odvijaju u predloženoj usluzi. Korisnik tijekom kretanja prometnom mrežom gdje unutar *Blind assist* usluge, čitač senzora uočava oznake na prometnoj traci prilikom pristiglih podataka sa senzora i kretanja korisnika te šalje informacije u računalo za prikupljanje podataka gdje se procesuiraju pristigli podaci te se procesuirani podaci šalju prema pametnoj narukvici. Nadalje, pametna narukvica pristigle informacije obrađuje te ovisno o informaciji isporučuje informaciju u odgovarajućem obliku korisniku kako bi korisnik poboljšao orijentaciju u prometnoj mreži i povećao sigurnost. Nakon osjeta vibracije na lijevoj ili desnoj strani ili mogućnosti TTS-a korisnik lakoćom može nastaviti kretanje prometnom mrežom sa olakšanom orijentacijom i shvaćanjem prometne trake.

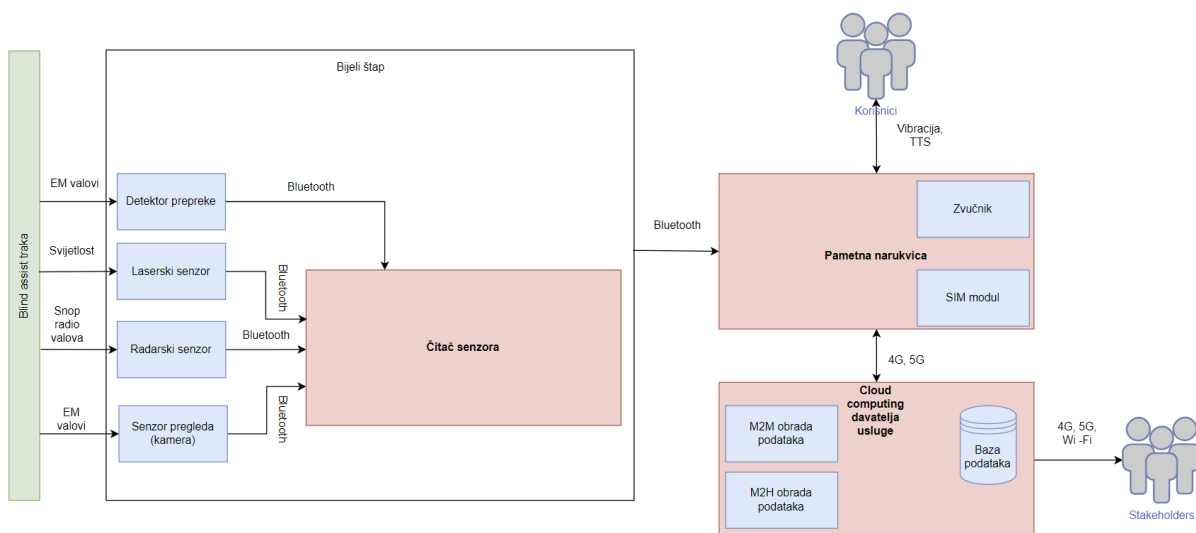
5.2 Konceptualni prikaz informacijsko – komunikacijskih elemenata Blind assist usluge

Konceptualni prikaz omogućuje shvaćanje povezanosti elemenata odgovarajućim komunikacijskim tehnologijama.



Slika 10. Grafički prikaz kretanja osobe s oštećenjem vida

Nadalje, slikom 10. prikazan je jednostavni grafički prikaz kretanja osobe s oštećenjem vida prometnom mrežom uz korištenje uređaja i komunikacijskih tehnologija predložene usluge za informiranje korisnika. Također, slikom 11. prikazan je konceptualni prikaz povezanosti elemenata predložene usluge *Blind assist*.



Slika 11. Konceptualni prikaz informacijsko - komunikacijskih elemenata Blind assist usluge

Na slici 11. prikazan je konceptualni prikaz informacijsko – komunikacijskih elemenata predložene usluge za informiranje korisnika koji se sastoji od: računalstva u oblaku (engl. *Cloud computing*) davatelja usluge, pametne narukvice, bijelog štapa, čitača senzora, *Blind assist* trake koji su povezani Bluetooth i Wi- Fi tehnologijom uz povezivanje na mrežu putem mobilnih tehnologija 4G I 5G.

Senzori potrebni za očitavanje podataka sa trake su [9]:

- Senzor pregleda koji spada u kategoriju pasivnih senzora te ne emitira nikakve valove. Za procjenu orijentacije prisutnosti i točnosti okolnih objekata senzori pregleda koriste slike.
- Laserski senzor sastavljen je od prijemnika i postavljenog odašiljača te impulsnog svijetla elektromagnetskih valova koji se emitiraju kroz njega. Također, laserski senzor koristi infracrveno zračenje valne duljine od 800 do 950 nm i koriste se ultraljubičaste valne duljine elektromagnetskog spektra iznad 1500 nm.
- Radarski senzor detektira slike u prašini, snijegu, kiši i izmaglici. Kroz procese detekcije radara i određivanja dometa, radarski senzor emitira snažne radio valove kroz odašiljač i primiti ih natrag kroz prijamnik. Udaljenosti između senzora i objekata izračunava se prema letu radio valova.

Kombinacijom navedenih senzora šalje se informacija u čitač senzora koji uz podatke detektora prepreke procesuiru informacije putem Bluetooth-a preko pametne narukvice u

računalstvu u oblaku davatelja usluge koji te informacije analizira, procesira i prikuplja te šalje obrađene podatke prema pametnoj narukvici koja osobu s oštećenjem vida informira putem vibracija ili TTS o njegovoj poziciji unutar trake na prometnoj mreži. Također, računalstvo u oblaku davatelja usluge može putem mobilne mreže informirati skrbnika o nastalim situacijama te putem Wi – Fi- a žurnu službu.

5.3 Preporuke i smjernice predložene usluge za informiranje korisnika

Preporuke i smjernice su završni detalj pri korištenju pomoćne tehnologije za edukaciju osoba s oštećenjem vida. Razne udruge trebale bi pokrenuti kampanje o preporuci korištenja predložene usluge zbog povećanja zainteresiranosti i same edukacije osoba s oštećenjem vida. Također, glavna preporuka za uvođenje *Blind assist* usluge je korištenje u razvijenim gradovima s infrastrukturom koja je pogodna za takvu vrstu usluge za informiranje korisnika. Nadalje, glavna smjernica je uvođenje razgovora u edukacijskim udrugama i savezima te stvoriti sigurnosno okruženje za osobe s oštećenjem vida.

Blind assist usluga prenosi procesuirane informacije pametnoj narukvici koja ima zadatak prenijeti informacije korisniku putem vibracija na lijevoj ili desnoj strani ovisno po primljenoj taktilnoj informaciji o prepreci iz *Blind assist* usluge ili putem TTS sustava koji čita digitalni pristigli tekst i obavještava korisnika o prepreci. Također, takvim procesom razmjene informacije, usluga je prilagođena korisnicima taktilno, ali nije i vizualno. Taktilna informacija je od značajne koristi osobama s oštećenjem vida zbog same sigurnosti i orijentacije tijekom kretanja prometnom mrežom. Predložena usluga za informiranje korisnika je neprimjetna zbog ergonomske izvedbe i male veličine. Takvim razvojem usluge omogućila bi se diskrecija i nesmetano korištenje osobama s oštećenjem vida.

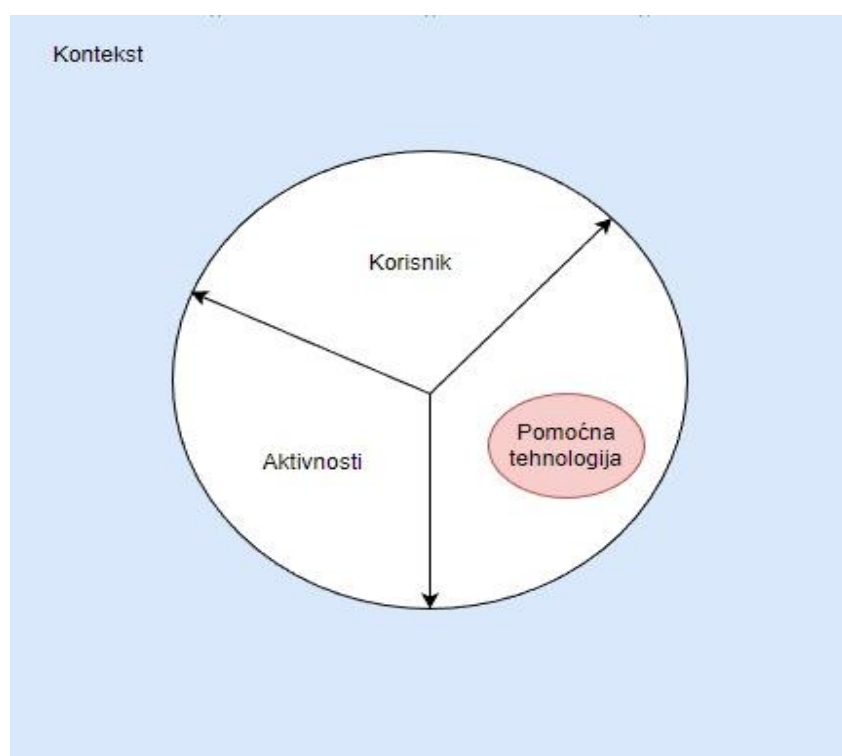
5.4 Modeli pomoćne tehnologije

Modele pomoćnih tehnologija potrebno je poznavati kako bi se dizajnirao sustav pomoćnih tehnologija. Temeljni modeli pomoćnih tehnologija su: HAAT (engl. *Human activity assistive technology*) model i CAT (engl. *Comprehensive Assistive Technology*) model.

5.3.1 HAAT model

HAAT model definira se prema Cook-u i Husse-u kao primjer razvoja opće strukture koja se koristi za analizu, razvoj i sintezu, ali ne spaja uređaja i korisnika. Sustav HAAT modela obuhvaćaju 4 komponente, kao što su [27]:

- Kontekst – kontekst predstavlja fizičko okruženje uz socijalni okvir u kojem pomoćna tehnologija može funkcionirati s osobom.
- Aktivnosti – aktivnosti predstavljaju zadatak, postupak ili neku vrstu rada koju osoba izvršava.
- Osoba – osoba prikazuje glavnu stavku modela te se nalazi u centrali modela. Osoba procesuirala sve aktivnosti uz pomoćnu tehnologiju.
- Pomoćna tehnologija – tehnologija koja predstavlja neku vanjsku pomoć kako bi se omogućilo savladavanje prepreka i barijera definiranih kontekstom.

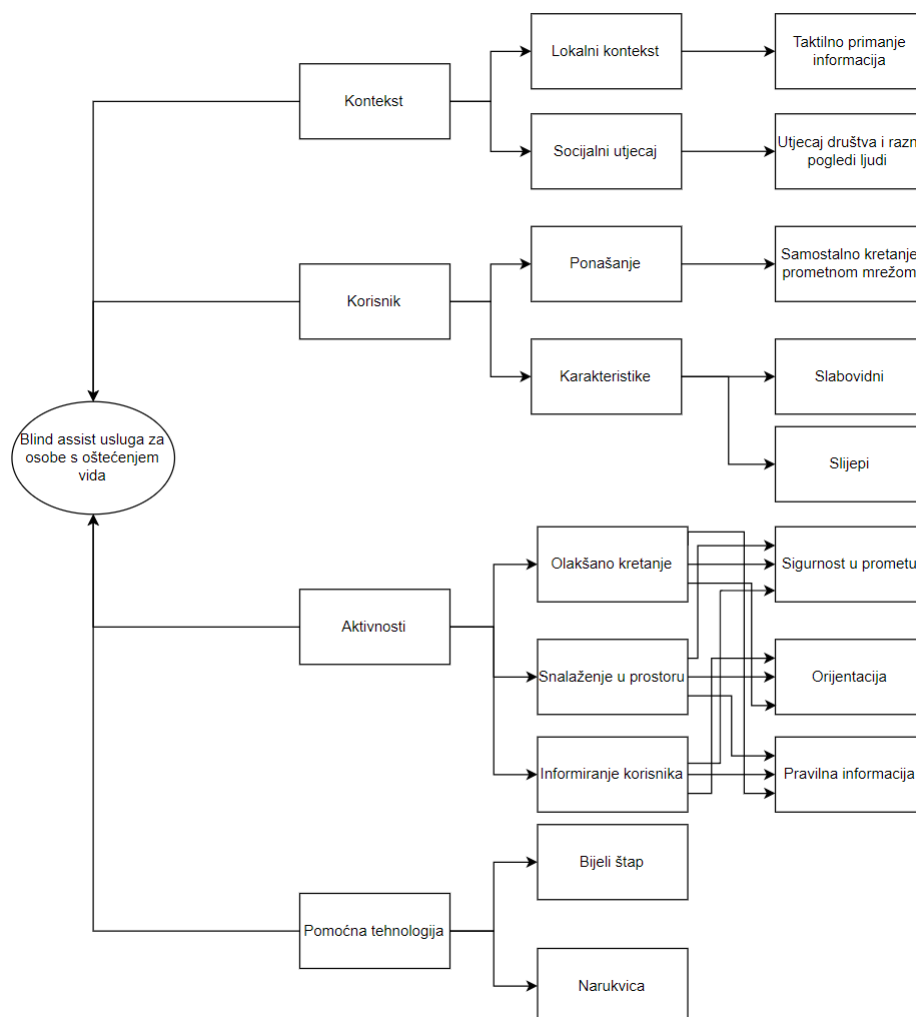


Slika 12. Prikaz općenitog HAAT modela, izvor: [27]

Slikom 12. prikazane su navedene komponente (kontekst, korisnik, aktivnost, pomoćna tehnologija) te su detaljnije definirane u sljedećem potpoglavlju unutar CAT modela.

5.3.2 CAT model

CAT model predstavlja model detaljnije pomoćne tehnologije koja proizlazi iz već navedenog HAAT modela. Cat model ima struktura u obliku drveta s ograničenim brojem varijabli na svakoj grani strukture [27]. U nastavku pod poglavlja definiran je CAT model pomoćne tehnologije i prikazan slikom 13.



Slika 13. Prikaz CAT modela Blind assist usluge

Slikom 13. prikazan je CAT model predložene usluge informiranja za osobe s oštećenjem vida. Prema navedenim komponentama iz HAAT modela, u CAT modelu vidljivo je grananje na detaljnije dijelove modela.

Komponenta konteksta dijeli se na lokalni kontekst i socijalni utjecaj. Lokalni kontekst predstavlja događaj koji je potreban za shvaćanje cijelog modela i svrhu modela, a to je taktilno

primanje informacija. Socijalni utjecaj predstavlja nedostatak primjene predložene usluge zbog utjecaja društva i raznih pogleda ljudi na korištenje pomoćnih usluga i tehnologija. Osobe s oštećenjem vida teško se privikavaju na korištenje pomoćnih tehnologije jer se ne žele smatrati „robotima“ te je velika problematika oko socijalne komponente koja predstavlja jako veliku barijeru do ostvarivanja rezultata uz pomoćne tehnologije.

Komponenta korisnika dijeli se na ponašanje i karakteristike. Karakteristike osoba mogu se podijeliti na slijepe i slabovidne osobe te ponašanje korisnika analizira se kroz samostalno kretanje prometnom mrežom.

Komponenta aktivnosti dijeli se na olakšano kretanje, snalaženje u prostoru i informiranje korisnika. Navedena podjela omogućila bi rezultate poput: orijentacije, samostalnosti i dobivanja pravilne informacije.

Komponenta pomoćne tehnologije prikazuje podjelu na bijeli štap i pametnu narukvicu. Kombinacijom pomoćnih tehnologija omogućila bi se sigurnost, samostalnost i bolja orijentacija osobi s oštećenjem vida.

6. Zaključak

Osobe s oštećenjem vida u svakodnevnim aktivnostima nailaze na probleme i prepreke u kretanju prometnom mrežom. Navigacija osoba s oštećenjem vida je značajno poboljšala njihove svakodnevne aktivnosti. Također, stalnim edukacijama i radu s osobama s oštećenjem vida može osigurati sigurnost, samostalnost i orijentaciju osobama u kretanju prometnom mrežom. U ovom diplomskom radu se predlaže sustav za navigaciju osoba s oštećenjem vida u kretanju prometnom mrežom.

Blind assist usluga svojom veličinom nije lako uočljiva i bila bi skrivena i implementirana na bijelom štapu kojeg osobe s oštećenjem vida mogu prilagođavati svojim osobnim zahtjevima. Također, takvim pristupom osobe s oštećenjem vida ne bi se osjećale kao „roboti“ što im predstavlja jedan od većih socijalnih problema. Nadalje, dosada nisu implementirane pomoćne usluge i tehnologije koji bi kao *Blind assist* pomagale osobama s oštećenjem vida pri samostalnosti i osjećaju sigurnosti prilikom kretanja prometnom mrežom. Također, osobe s oštećenjem vida prolazile bi edukaciju vezanu uz kretanje pomoću predložene usluge te se upoznavale u radu usluge i stvarale sigurnosnu okolinu u stvarnome okruženju. Poticanjem osoba s oštećenjem vida prema pristupanju edukacijama za kretanje prometnom mrežom pomoću predložene usluge, povećala bi se zainteresiranost osoba s oštećenjem vida prema pomoćnim uslugama i tehnologijama. Također, potrebna je prilagodba prometne mreže i infrastrukture u gradu kako bi se omogućilo izvršavanje svih sadržanih funkcionalnosti *Blind assist* usluge.

Literatura

1. World Health Organization – Blindness and vision impairment Preuzeto sa: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> [Pristupljeno srpanj 2023.]
2. Worldometer – World Preuzeto sa: <https://www.worldometers.info/hr/> [Pristupljeno srpanj 2023.]
3. Benjak T., 2022. Izvešće o osobama s invaliditetom Preuzeto sa: https://www.hzjz.hr/wpcontent/uploads/2022/10/Izvjescje_o_osobama_s_invaliditetom_2022.pdf [Pristupljeno srpanj 2023.]
4. Nenadić K., Šubarić Ž., Dumančić J. 2015. Osobe s oštećenjima vida – naši pacijenti Preuzeto sa: https://www.sfzg.unizg.hr/download/repository/Osobe_sa_ostecenjima_vida_-_nasi_pacijenti_Vodic_za_zdravstvene_djelatnike_6MB_2018.pdf [Pristupljeno srpanj 2023.]
5. Slijepi i slabovidni u Zagrebu – geografska perspektiva Preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/file/322004> [Pristupljeno srpanj 2023.]
6. Sklopivi štاپ za slijepce i slabovidne osobe Preuzeto sa: <https://www.medicaldirect.hr/stap-za-slijepce.html> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
7. WeWalk Preuzeto sa: <https://wewalk.io/en/> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
8. What is the Sunu band? Preuzeto sa: <https://sunu.io/> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
9. Kumar A., Simon P. *Review of Lane Detection and Tracking Algorithms in Advanced Driver Assistance System. International Journal of Computer Science and Information Technology.* 2015;7(4);65-78. Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/282836573_Review_of_Lane_Detection_and_Tracking_Algorithms_in_Advanced_Driver_Assistance_System [Pristupljeno: srpanj 2023.]
10. Adamović, I., 2020. *Primjena informacijsko-komunikacijske tehnologije u cilju poboljšanja kvalitete života osoba s invaliditetom.* Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti. Preuzeto sa: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A2259/datastream/PDF/view> [Pristupljeno: srpanj 2023.]

11. Vuletić G., Šarlija T., Benjak T. *Quality of life in blind and partially sighted people*. *Journal of Applied Health Sciences*. 2016;2(2): 101-112. Preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/file/266493> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
12. Hersh MA, Johnson MA. (ur.) *Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People*. London: Springer London; 2008. Preuzeto sa: <https://link.springer.com/content/pdf/bfm:978-1-84628-867-8/1?pdf=chapter%20toc> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
13. Desić, A., 2017. *Kvaliteta života slijepih i slabovidnih osoba*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet. Preuzeto sa: <https://repozitorij.mef.unizg.hr/islandora/object/mef%3A1594/datastream/PDF/view> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
14. Asano M. *Smart Technology for Aging, Disability, and Independence: The State of the Science*. *Physiotherapy Canada*. 2008;60(2):193. Preuzeto sa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2792800/> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
15. Periša M.: *Informacijsko komunikacijska rješenja u povećanju kvalitete života osoba s invaliditetom*. Sustavi pomoćnih tehnologija u prometu. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu [Pristupljeno: srpanj 2023.]
16. HERE WeGo Preuzeto sa: <https://www.here.com/products/wego> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
17. Peraković D., Cvitić I.: *Definiranje područja i osnovnih pojmova*. Projektiranje informacijsko komunikacijskih usluga. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu [Pristupljeno: rujan 2023.]
18. Potporne tehnologije za neovisno življenje osoba s invaliditetom Preuzeto sa: https://www.soih.hr/pdf/soih_editions/potporne_tehnologije_bro_ura.pdf [Pristupljeno: srpanj 2023.]
19. Freedom Scientific – Jaws Preuzeto sa: <https://www.freedomscientific.com/products/software/jaws/> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
20. Cvitić I., 2020. *Detekcija anomalija mrežnog prometa temeljena na značajkama prometa i klasnoj pripadnosti uređaja*, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti Preuzeto sa:

<https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/ocjenski-rad/439987> [Pristupljeno srpanj 2023.]

21. Periša M., Kuljanić TM., Cvitić I., Kolarovszki P. *Conceptual model for informing user with innovative smart wearable device in industry 4.0. Wireless Networks.* 2021;27;1615-1626. Preuzeto sa: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11276-019-02057-9> [Pristupljeno srpanj 2023.]
22. Gavrilović K., 2021. *Karakteristike LPWAN tehnologije za potrebe razvoja IoT mreže*, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti Preuzeto sa: <https://dabar.srce.hr/islandora/object/fpz%3A2476> [Pristupljeno srpanj 2023.]
23. NB-IoT Architecture. Preuzeto sa: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/LTENB-IoT-Architecture.html> [Pristupljeno srpanj 2023.]
24. Periša M., Zorić P.: *Relevantni parametri u razvoju informacijsko-komunikacijskih tehnologija i usluga*. Sustavi pomoćnih tehnologija u prometu. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu [Pristupljeno: srpanj 2023.]
25. Periša M., Zorić P.: *Okruženje i elementi sustava pomoćnih tehnologija*. Sustavi pomoćnih tehnologija u prometu. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu [Pristupljeno: srpanj 2023.]
26. What is Use Case Diagram? Preuzeto sa: <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/> [Pristupljeno: srpanj 2023.]
27. Periša M., Zorić P.: *Modeli sustava pomoćnih tehnologija u prometnom okruženju*. Sustavi pomoćnih tehnologija u prometu. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu [Pristupljeno: srpanj 2023.]

Popis slika

Slika 1. Prikaz bijelog štapa, izvor: [6]	4
Slika 2. Prikaz povezivanja korisničkog uređaja s baznim stanicama prema serverima unutar NB-IoT tehnologije, izvor [23]	12
Slika 3. Prikaz povezivanja elemenata u konceptu LoRaWAN mreže	13
Slika 4. Prikaz komunikacije elemenata unutar SigFox koncepta	14
Slika 5. Prikaz relevantnih parametara i njihova podjela, izvor: [24]	15
Slika 6. Grafički prikaz sedam načela univerzalnog dizajna	17
Slika 7. Prikaz elemenata razvoja usluge za informiranje korisnika, izvor: [25]	19
Slika 8. Prikaz dijagrama slučaja usluge Blind assist	23
Slika 9. Prikaz dijagrama aktivnosti detekcije trake i isporuke informacije	25
Slika 10. Grafički prikaz kretanja osobe s oštećenjem vida	26
Slika 11. Konceptualni prikaz informacijsko - komunikacijskih elemenata Blind assist usluge	27
Slika 12. Prikaz općenitog HAAT modela, izvor: [27]	29
Slika 13. Prikaz CAT modela Blind assist usluge	30

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz broja osoba s oštećenjem vida prema godinama.....	2
Tablica 2. Prikaz navigacijskih aplikativnih rješenja i njihovih funkcionalnosti	7
Tablica 3. Pregled informacijsko-komunikacijskih tehnologija i mreža, izvor: [20], [21], [22] .	10

Popis kratica

CAT - Comprehensive Assistive Technology

GPRS – General Packet Radio Service

GPS – Global Positioning System

HAAT - Human Activity Assistive Technology

IoT – Internet of Things

LPWAN – Low Power Wide Area Network

NB-IoT – Narrowband Internet of Things

NFC – Near-field Communication

RFID – Radio Frequency Identification

TTS – Text to speech

UML – Unified Modeling Language

WHO – World Health Organization

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski rad _____
(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom **Primjena suvremenih informacijsko – komunikacijskih tehnologija za navigaciju osoba s oštećenjem vida**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 11.09.2023.

Iskavrlović
(ime i prezime, potpis)