

Komparativna analiza koncepata ICT baziranih usluga za povećanje mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba

Milić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:119:682419>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Mario Milić

**KOMPARATIVNA ANALIZA KONCEPATA ICT
BAZIRANIH USLUGA ZA POVEĆANJE MOBILNOSTI
SLIJEPIH I SLABOVIDNIH OSOBA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

KOMPARATIVNA ANALIZA KONCEPATA ICT BAZIRANIH
USLUGA ZA POVEĆANJE MOBILNOSTI SLIJEPIH I
SLABOVIDNIH OSOBA

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ICT-BASED SERVICES
CONCEPTS FOR THE INCREASING MOBILITY OF THE
VISUALLY IMPAIRED PERSONS

Mentor: doc. dr. sc. Marko Periša

Student: Mario Milić, 0135200803

Zagreb, rujan 2018.

Sažetak

Informacijsko-komunikacijske tehnologije se sve više uključuju u živote svih ljudi, što ne zaobilazi ni slijepi i slabovidne osobe. Takve tehnologije su od iznimne važnosti jer oni podižu kvalitetu života slijepih i slabovidnih osoba. Zbog toga se nazivaju pomoćnim tehnologijama. Kretanje slijepih i slabovidnih osoba prometnom mrežom danas se temelji na primjeni pomagala poput bijelog štapa čiju tehniku korištenja svladavaju na treningu orijentacije i kretanja. Kroz ovaj rad ponajprije se govori o konceptualnim rješenjima za povećanje mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba. Na temelju analize konceptualnih rješenja su se definirali i opisali korisnički zahtjevi. Analizirat će se i bežične tehnologije koje mogu pomoći pri kretanju prometnom mrežom.

KLJUČNE RIJEČI: pomoćna tehnologija, slijepi i slabovidne osobe, modeli pomoćnih tehnologija, kvaliteta života

Summary

Information and communication technologies are increasingly involved in the lives of the all people, and they are not avoiding blind and visually impaired people. That kind of technologies are very important because they are raising the quality of life for blind and visually impaired people. That's why they are called assistive technologies. Movement of the blind and visually impaired through a traffic network is based on the use of aids like a white cane that users overcome in movement and orientation training. Throughout the thesis primarily we are going to talk about conceptual solutions for increasing mobility of the visually impaired persons. Based on the analysis of conceptual solutions, the user requirements were defined and described. We are going to analyze wireless technologies that can help us to move through the traffic network.

KEY WORDS: assistive technology, blind and visually impaired people, assistive technology models, quality of life

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Korisnički zahtjevi prilikom kretanja prometnom mrežom	2
2.1 Skupine korisnika.....	2
2.2 Promet i prometna mreža.....	6
3. Razvoj tehnologija u funkciji povećanja mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba	9
3.1 Globalni navigacijski satelitski sustavi	9
3.2 RFID tehnologija	10
3.3 NFC tehnologija	11
3.4 Bluetooth tehnologija	12
3.5 Bežične lokalne mreže (WLAN)	13
4. Pregled konceptualnih rješenja i tehnologija za povećanje mobilnosti korisnika.....	14
4.1 Sustav za navigaciju putem kamere	14
4.2 UltraCane.....	16
4.3 Electronic Travel Aid.....	18
4.4 Interaktivni sustav javnog prijevoza za slijepu i slabovidnu osobu.....	23
4.5 BlindNavi aplikativno rješenje.....	27
5. Analiza konceptualnih modela i definiranje korisničkih zahtjeva.....	31
5.1 Komparativna analiza konceptualnih rješenja	31
5.2 Definiranje korisničkih zahtjeva	34
6. Prikaz modela pomoćnih tehnologija kroz analizirane konceptualne modele.....	38
6.1. HAAT i CAT modeli	40
6.2. Sustav za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo	41
6.3. UltraCane.....	43
6.4. Electronic Travel Aid.....	45
6.5. Interaktivni sustav javnog prijevoza za slijepu i slabovidnu osobu.....	46
6.6. BlindNavi aplikativno rješenje.....	46
7. Perspektive razvoja ICT baziranih usluga za povećanje mobilnosti korisnika.....	48
8. Zaključak.....	50
Literatura.....	51
Popis kratica	54
Popis slika.....	55
Popis grafikona	56
Popis tablica	57

1. Uvod

U užurbanom načinu života brzo i sigurno kretanje u prometu jedna je od navika modernog načina življenja. Kod slijepih i slabovidnih osoba kretanje u prometnoj mreži je vrlo ograničeno te se odvija pomoću pomagala kao što je štap za slijepe ili pomoću psa vodiča. Stoga je svrha ovog rada je prikupiti podatke o poteškoćama prilikom kretanja slijepih i slabovidnih osoba , te nakon toga analizirati i usporediti konceptualna rješenja koja bi omogućila povećanje mobilnosti osoba oštećenog vida. Povećanje mobilnosti jedan je osnovnih preduvjeta koji bi se trebali ispuniti kako bi se slijepim i slabovidnim osobama omogućilo što jednostavnije izvođenje svakodnevnih aktivnosti te što bolja participacija u društvu. Slijepe i slabovidne osobe nakon što ovladaju tehnikom kretanja uz pomoć štapa do sada su uglavnom bile prepuštene same sebi bez konkretnije pomoći lokalne zajednice, stoga tu postoji još mnogo prostora za napredak.

Ovaj rad podijeljen je na 7 cjelina, te će prvo pokušati objasniti što je to promet i prometna mreža, koje su to skupine korisnika koje se kreću prometnom mrežom i koje korisničke zahtjeve treba ispuniti prilikom kretanja prometnom mrežom. Također su korišteni podaci dobiveni iz ankete provedene 2015. godine u sklopu projekta „Istraživanje mogućnosti primjene koncepta IoT za poboljšanje kretanja slijepih i slabovidnih osoba prometnom mrežom“. U navedenom istraživanju ispitivale su se i dostupnosti informacijsko-komunikacijskih tehnologija i usluga slijepim i slabovidnim osobama.

U trećem poglavlju će biti navedena i opisana svaka pojedina tehnologija koja se koristi u budućim konceptualnim rješenjima i koje bi se mogle koristiti u funkciji povećanja mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba. Također će se definirati i analizirati pojedini korisnički zahtjevi.

Potom će biti analizirane tehnologije u okviru konceptualnih rješenja koja su dostupna u zadnjih nekoliko godina. U zadnjem desetljeću dolazi do važnih pomaka i na ovom području, te se javljaju brojne mogućnosti i rješenja koja koristeći informacijsko-komunikacijsku tehnologiju daju veću pouzdanost pri kretanju slijepih i slabovidnih osoba.

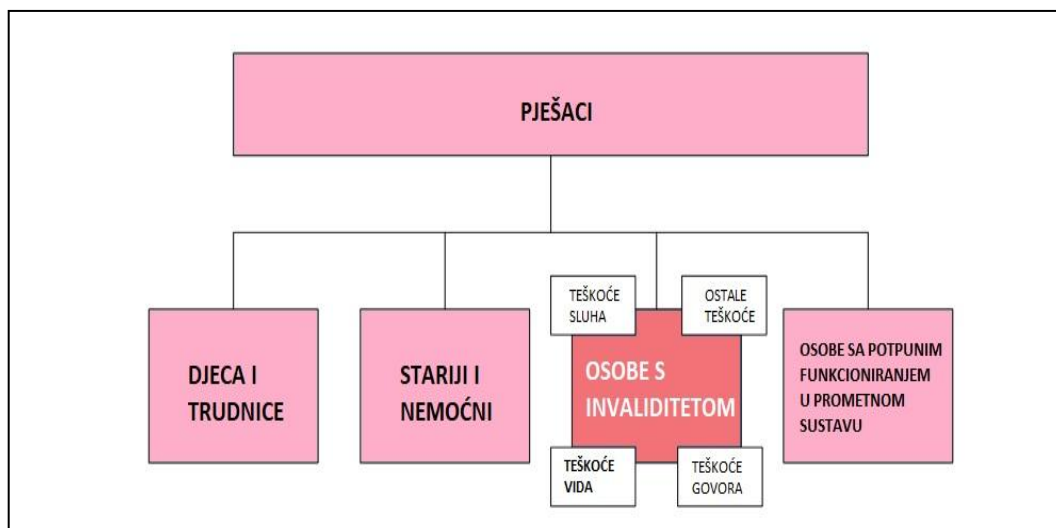
2. Korisnički zahtjevi prilikom kretanja prometnom mrežom

U ovom poglavlju definirane su skupine korisnika koje se kreću prometnom mrežom, kao i oštećenja koja će biti grupirana po određenom stupnju oštećenja. Grupacijom oštećenja će se obuhvatiti sljepoća i slabovidnost, odnosno vrste oštećenja vida, kao i način ispitivanja oštećenja vida. Prikazani su i demografski podaci koji govore koliko osoba živi u Republici Hrvatskoj koja imaju određen stupanj oštećenja vida, kao i drugih vrsta invaliditeta. Također su razrađene četiri osnovne metode kretanja slijepih i slabovidnih osoba, kao i postupak prelaska raskrižja.

2.1 Skupine korisnika

Korisnik ili entitet koji se nalazi u sustavu prometne mreže najčešće se dijeli na dvije skupine: prometni entitet i transportirani entitet. Prometni entitet je pješak koji se kreće prometnom mrežom, dok je transportirani entitet zapravo korisnik koji koristi neki oblik prijevoza, te se zbog toga nalazi u ulozi transportiranog entiteta. Klasifikacija skupina korisnika koje se kreću prometnom mrežom može se podijeliti na četiri skupine (prikazane na slici 1) [1], [2]:

- Djeca i trudnice - pod djecom se smatra skupina korisnika koja nije navršila osamnaest godina života, osim u slučaju da se punoljetstvo ne stiče ranije
- Stariji i nemoćni - pod tu skupinu korisnika pripadaju osobe u dobi od 65 godina naviše, te je njima potrebna stalna pomoć i njega druge osobe zbog nemoći i promjena u zdravstvenom stanju
- Osobe s invaliditetom - invaliditet je trajno ograničenje, smanjenje ili gubitak sposobnosti (koje proizlazi iz oštećenja zdravlja) neke fizičke aktivnosti ili psihičke funkcije primjerene životnoj dobi osobe i odnosi se na sposobnosti, u obliku složenih aktivnosti i ponašanja, koje su općenito prihvaćene kao bitni sastojci svakodnevnog života
- Osobe s potpunim funkcioniranjem u prometnom sustavu - skupina korisnika koje nemaju privremena ili trajna ograničenja koja bi onemogućavala nesmetano funkcioniranje u prometnom sustavu



Slika 1. Klasifikacija pješaka

Vrste teškoća možemo podijeliti u nekoliko kategorija. No, prije toga potrebno je napraviti podjelu prema definiranom stupnju invaliditeta korisnika, a prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji to su [3]:

Nesposobnost - označava ograničenje sposobnosti osobe da izvodi akcije koje se podrazumijevaju kao normalne za ljude.

Oštećenje - označava bilo kakav gubitak ili odstupanje od normalne psihičke, fiziološke ili anatomske strukture, odnosno funkcije. Kao posljedica oštećenja jest smanjenje nekih sposobnosti koje se u određenim društvenim uvjetima smatraju korisnima i poželjnima.

Hendikep - označava neku teškoću ili smetnju koja onemogućava određenu aktivnost, a rezultira iz oštećenja ili invaliditeta.

Za ispitivanje oštine vida, najčešće se koristi Snellenova¹ tablica. Ta se tablica sastoji od 11 redaka slova, dok je svaki od tih 11 redaka sastavljen od jednako velikih slova. Prvi se redak sastoji od jednog slova, dok se svaki idući redak sastoji od slova manje veličine. Broj uz pojedini red označava udaljenost (u metrima) na kojoj osoba normalnog vida treba pročitati pojedino slovo iz tog reda pod kutom od 5 stupnjeva širine i visine slova. Oštrina vida se izračunava prema formuli (1):

$$V = d/D \quad (1)$$

gdje je:

¹ Herman Snellen je nizozemski oftalmolog koji je kreirao standardnu tablicu kojom se utvrđuje vizualna preciznost oka.

V - oštrina vida;

d - udaljenost s koje se može pročitati određeni red tablice;

D - udaljenost s koje normalni čitač može pročitati slova iz određenog reda.

Osoba s normalnom oštrinom vida ima oštrinu vida (V) $6/6 = 1.0$. To znači da ta osoba može pročitati onaj red tablice koji je označen s brojem 6. U slučaju da osoba može pročitati onaj red slova označen s brojem 60, to znači da je oštrina vida smanjena, odnosno $V = 6/60 = 0.10$ (tj. postoji 10% ostatka vida) [4].

Kada se govori o osobama sa oštećenjem vida, one se dijele na dvije skupine, a to su slijepe i slabovidne osobe. **Sljepoća** se prema stupnju oštećenja dijeli na [2]:

- koncentrično suženje vidnog polja oba oka s vidnim poljem širine 5 stupnjeva do 10 stupnjeva oko centralne fiksacijske točke,
- ostatak centralnog vida na boljem oku uz najbolju moguću korekciju do 0.25 uz suženje vidnog polja na 20 stupnjeva ili ispod 20 stupnjeva,
- ostatak oštrine vida na boljem oku uz najbolju moguću korekciju od 0.02 do 0.05,
- ostatak vida na boljem oku uz najbolju moguću korekciju do 0.02 (brojenje prstiju na udaljenosti od 1 metra) ili manje,
- potpuni gubitak osjeta svjetla (amauroza) ili na osjet svjetla bez ili s projekcijom svjetla i
- neodređeno ili nespecificirano.

Slabovidnost se prema stupnju oštećenja dijeli na [2]:

- oštrinu vida na boljem oku uz najbolju moguću korekciju od 0.3 do 0.4.
- oštrinu vida na boljem oku uz najbolju moguću korekciju od 0.1 do 0.3 i manje i
- neodređeno ili nespecificirano.

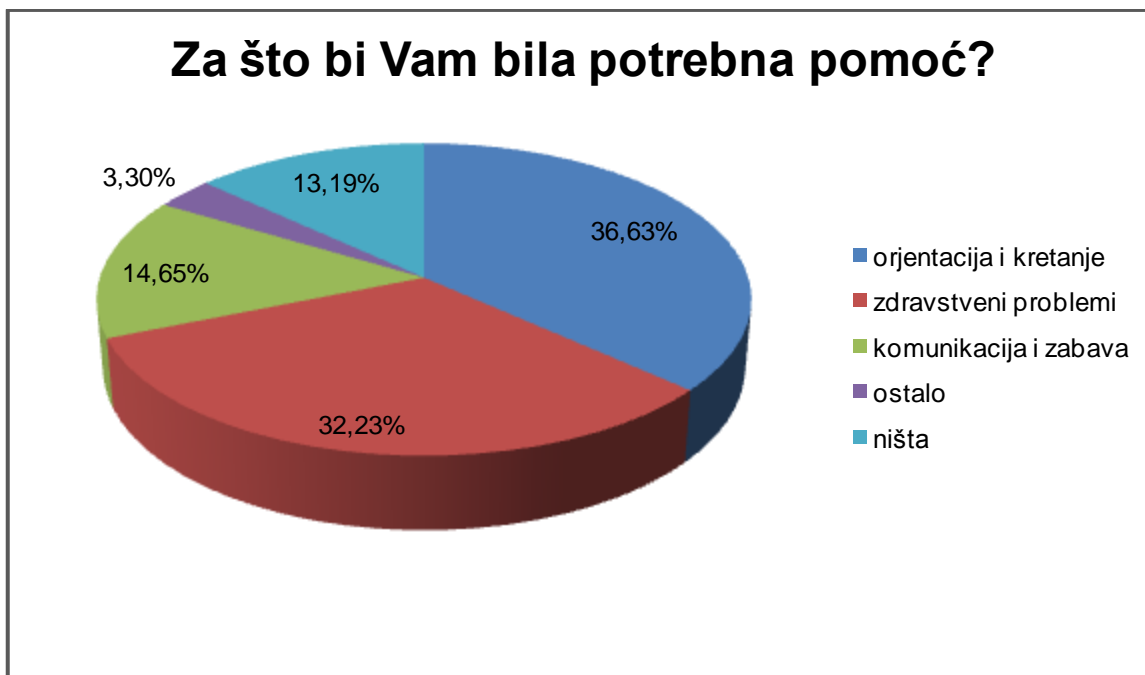
Prema *Izvješću o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj* [5] koje je prikupljalo podatke o osobama s invaliditetom, zaključno s 1.4.2017., u Hrvatskoj je u 2017. godini živjelo 511850 osoba s invaliditetom, od čega su 60% muški (ili 307934 osoba) i 40% žene (203916 osoba). Iz tablice 1 vidljivo je da je najveći broj osoba s invaliditetom u radno aktivnoj dobi, odnosno 20-64 godina (njih 48%). Najveći broj osoba s invaliditetom ima prebivalište u Gradu Zagrebu (njih 90196).

Tablica 1. Prikaz broja osoba s invaliditetom prema spolu, županijama i dobnim skupinama

Županija prebivališta	Dobne skupine						Ukupno
	0-19		20-64		65+		
	M	Ž	M	Ž	M	Ž	
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	768	513	4274	2067	2743	3780	14145
BRODSKO-POSAVSKA	813	524	6955	2214	3395	3227	17128
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	543	350	4081	1737	2436	1931	11078
GRAD ZAGREB	5939	3385	23288	15680	19004	22900	90196
ISTARSKA	863	470	4024	2305	2909	2672	13243
KARLOVAČKA	340	203	5020	1945	3258	4222	14988
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	1046	639	3669	1924	2037	2231	11546
KRAPINSKO-ZAGORSKA	898	559	5465	3511	4257	4481	19171
LIČKO-SENJSKA	192	119	2166	651	1423	1177	5728
MEĐIMURSKA	1021	721	2679	1829	1646	2054	9950
OSJEČKO-BARANJSKA	1561	1073	12601	4654	6159	6040	32088
POŽEŠKO-SLAVONSKA	341	250	3416	1348	2124	1812	9291
PRIMORSKO-GORANSKA	1308	688	5920	3531	5713	6784	23944
SISAČKO-MOSLAVAČKA	856	477	7169	2360	4631	3896	19389
SPLITSKO-DALMATINSKA	2687	1719	19206	8967	12312	12789	57680
ŠIBENSKO-KNINSKA	467	286	4984	1695	3625	3508	14565
VARAŽDINSKA	895	539	5307	3199	3912	5110	18962
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	313	197	3937	1467	1965	2017	9896
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	873	581	7572	2671	3912	3235	18844
ZADARSKA	568	305	5727	1881	3824	2860	15165
ZAGREBAČKA	1902	1123	9735	5135	6612	5541	30048
nespecificirano	84	56	17893	7347	20671	8754	54805
Ukupno	24278	1477	165088	78118	118568	111021	511850

Izvor: *Izvešće o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj*, siječanj 2018.

Prema istom izvoru, ukupan broj osoba u Republici Hrvatskoj sa oštećenjem vida iznosi 17377, odnosno 3.4% od ukupnog broja osoba s invaliditetom. Ponovno najveći broj osoba ima prebivalište u Gradu Zagrebu, njih 1971.



Grafikon 1. Rezultat dijela ankete provedene u svrhu projekta: *Istraživanje mogućnosti primjene koncepta IoT za poboljšanje kretanja slijepih i slabovidnih osoba prometnom mrežom [6]*

Prema anketi provedenoj za svrhu projekta naziva: „*Istraživanje mogućnosti primjene koncepta IoT za poboljšanje kretanja slijepih i slabovidnih osoba prometnom mrežom*“ više od trećine ispitanika (točnije 36,63%) sa određenim teškoćama zdravlja se izjasnilo da im je potrebna pomoć za orijentaciju i kretanje. Anketno pitanje je rađeno na uzorku od 273 osobe. Rezultati samog istraživanja u sklopu projekta ukazuju na nužnost daljnjega i kontinuiranog istraživanja u području poboljšanja sigurnosti kretanja slijepih i slabovidnih korisnika.

2.2 Promet i prometna mreža

Da bi se moglo razumjeti korisničke zahtjeve prilikom kretanja prometnom mrežom, potrebno je prije svega definirati te pojmove. Promet je sustav i proces čija je svrha obavljanja prijevoza i/ili prijenosa transportiranih ljudi, roba ili informacija (tj. entiteta) u odgovarajućim vozilima (automobil, autobus, bicikl, zrakoplov, itd.) zauzimanjem dijela kapaciteta prometnice prema utvrđenim pravilima i protokolima. Prometna mreža je prostorno distribuiran sustav čija je temeljna funkcija omogućiti sigurno, učinkovito, ekološki i troškovno prihvatljivo premještanje ljudi, roba i informacija od izvorišta do odredišta [7]. Može se reći da njena primarna svrha jest omogućavanje učinkovitog i sigurnog odvijanja prometa, odnosno zadovoljenje potražnje za prijenosom ljudi, roba i informacija preko određene mreže.

Prilikom kretanja prometnom mrežom korisnici s otežanom pokretljivošću koriste različite metode kretanja, od kojih su najugroženije osobe s oštećenjem vida, odnosno slijepi i slabovidne osobe. Četiri su osnovne metode kretanja slijepih i slabovidnih osoba:

- kretanje uz pomoć vodećeg vodiča,
- kretanje uz pomoć štapa za slijepi,
- kretanje s pomoću elektronskih pomagala i
- kretanje uz pomoć psa vodiča.

Svaka od ovih metoda ima definirane postupke, tehnike i sredstva. Za uspješno kretanje uz pomoć vodećeg vodiča nije samo dovoljno htjeti pomoći, već je potrebno znati kako pomoći slijepom čovjeku. Tako je potrebno osposobiti i slijepu osobu i vodećeg vodiča da bi se mogli kretati sigurno i koordinirano u prostoru, te je ova tehnika, kada se uvježba, veoma praktična i sigurna. Ispravan postupak ove tehnike je da se slijepa osoba drži za lakat vodećeg vodiča tako da slijepa osoba iza vodeće zaostane u kretanju pola koraka. Kod tehnike uz pomoć štapa, štap je slijepoj osobi produžena ruka, jer kad osoba štapom dotakne prepreku na svome putu, ona ima vremena se zaustaviti i izbjeći spoticanje ili ozljedu. Među tehnikama uporabe štapa najčešća su klizajuća i dodirna tehnika štapa. Također, postoje više vrsta štapova (sklopivi, teleskopski, standardni, dugi štap, itd.), a nedostatak ove tehnike je što on ne štiti gornje dijelove tijela slijepi osobe. Kod tehnike uz pomoć psa vodiča postoji nekoliko važnih postupaka: pravilan izbor mladunčeta, te njegov sustavan trening i trening slijepi osobe. Nakon što se pas dodijeli slijepoj osobi, s njima se nastavi trening dok se ne uspostavi učinkovita suradnja. Kretanje uz pomoć elektronskih pomagala služi samo kao pomoćno sredstvo uz štap, gdje elektronska pomagala prikupljaju podatke o preprekama izvan domašaja štapa.

Prelazak kolnika na prometnom raskrižju predstavlja jedan od najsloženijih segmenata u postupku kretanja slijepih i slabovidnih osoba. Prelazak raskrižja nosi i određene rizike koji bi se mogli svesti na najmanju moguću mjeru ukoliko osoba vlada potrebnim vještinama orijentacije, kao i tehnikama dugog štapa. Time bi prijelaz bio izveden u najboljem mogućem vremenu, i tako se izbjegava rizik stradanja od vozila. Postupak prelaska raskrižja sastoji se od ukupno 9 koraka, to su [10]:

- identifikacija silaznog rubnog kamena,
- prilazak s čekanjem,
- utvrđivanje smjera prelaska,
- određivanje konfiguracije raskrižja,
- određivanje načina kontrole prometa na raskrižju,
- određivanje pravog trenutka za prijelaz ulice na raskrižju,
- prijelaz,
- lociranje uzlaznog rubnog kamena i
- napuštanje vozne trake i uspinjanje na pločnik.

Metodu prelaska raskrižja slijepa i slabovidna osoba svladava na treningu orijentacije i kretanja. Primjenom informacijsko-komunikacijskih usluga može se znatno pripomoći slijepoj ili slabovidnoj osobi na način da mu se pruže relevantne informacije i na taj način olakšaju metode prelaska raskrižja (i općenito kretanja prometnom mrežom).

3. Razvoj tehnologija u funkciji povećanja mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba

U ovom poglavlju biti će opisane tehnologije koje se koriste u funkciji povećanja mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba. Sami naziv informacijska tehnologija govori da je svrha te tehnologije prikupljanje, obrada i prijenos informacija. Svaka suvremena tehnologija u svome središtu ima čovjeka, kao i primjenu tehnologije na svakodnevni život. Tako je i razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija dovelo do povećanja stupnja samostalnosti pri kretanju osoba s oštećenjem vida. Njihovo korištenje može biti samostalno ili u kombinaciji s drugim pomagalicama. Time je slijepim i slabovidnim osobama omogućena sigurnost koja je potrebna prilikom kretanja prometnom mrežom.

3.1 Globalni navigacijski satelitski sustavi

Tehnologija određivanja lokacija putem satelita funkcionira na principu vidljivosti satelita, odnosno korisnik koji posjeduje satelitski prijemnik bi trebao imati vidljivost od barem četiri satelita kako bi se mogla izračunati pozicija korisnika. Postoji više satelitskih pozicijskih sustava: GPS, GLONASS, GALILEO i mnogi drugi.

Globalni pozicijski sustav (NAVSTAR-GPS, *Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System*) je satelitski navigacijski sustav koji služi za određivanje lokacije korisnika. Sastoji se od 32 satelita koji su raspoređeni tako da se u svakom trenutku nalazi barem 5 ili više satelita, čime se postigla globalna pokrivenost. Točnost ovoga sustava je otprilike 8.5 [m] (uz mogućnost točnijeg pozicioniranja na metarsku i submetarsku razinu korištenjem DGPS-a, A-GPS-a i sl.). Sustav se temelji na vrlo preciznom mjerenju vremena koje je potrebno da signal emitiran sa satelita dođe do prijemnika [11].

GLONASS je pokrenut, baš kao i GPS sustav, za potrebe vojnog sustava 60-ih godina prošlog stoljeća od strane bivšeg Sovjetskog Saveza (SSSR). U GLONASS sustavu je predviđeno korištenje 24 satelita u orbiti, što bi omogućilo istovremeni prijem signala sa najmanje 5 (do 11) navigacijskih satelita, ovisno o poziciji korisnika. U civilnoj upotrebi točnost ovog sustava iznosi oko 20 [m], dok se visoka točnost može postići samo za autorizirane vojne korisnike, budući da je GLONASS, baš kao i GPS, formalno vojni sustav dan na korištenje za civilnu upotrebu [11].

GALILEO projekt je započet s razvojem 1999. godine kada je nekoliko zemalja članica EU (Njemačka, Italija, Francuska i Ujedinjeno Kraljevstvo) ujedinilo svoje koncepte u jedan zajednički projekt. GALILEO sustav će 2019. godine biti potpuno funkcionalan, a sastojat će se od 30 satelita (27 operabilnih + 3 pričuvna). Trebao bi omogućiti bolju pokrivenost na većim geografskim širinama, kao i u gradovima. Također će biti interoperabilan sa GPS sustavom, što će omogućiti veću točnost. Trebao bi imati točnost od 1 m i manju, što otvara potpuno novi spektar usluga, od navigacije specijaliziranih strojeva u različitim granama industrije, do razvoja usluga za povećanje mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba [11], [12].

3.2 RFID tehnologija

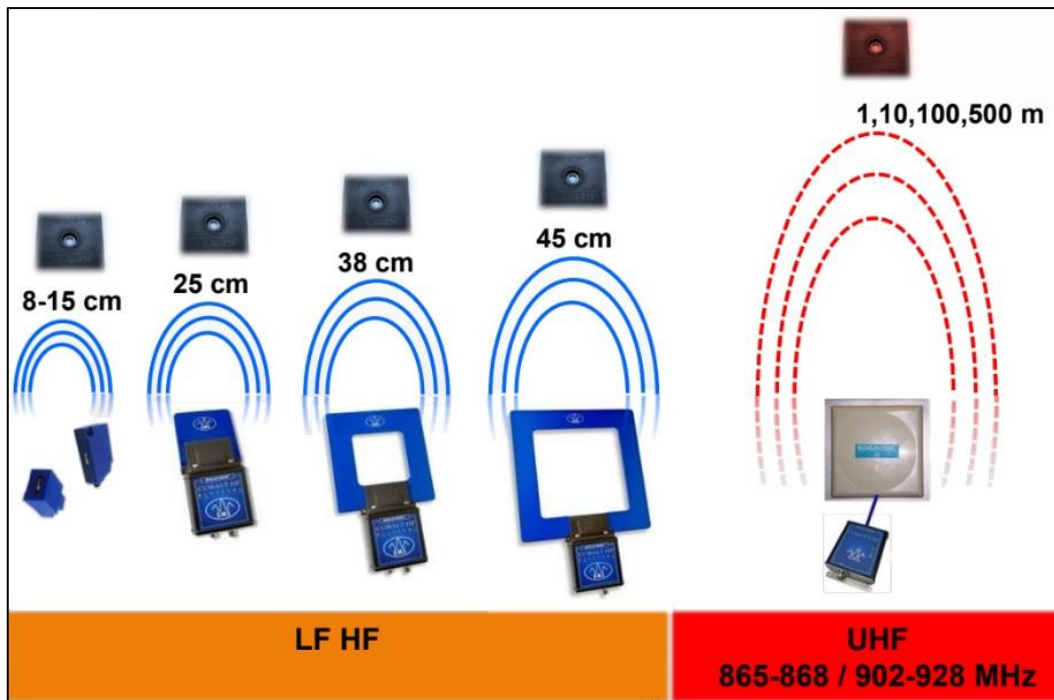
RFID (*Radio Frequency Identification*) je tehnologija koja omogućava beskontaktnu identifikaciju, odnosno prijenos informacija pomoću bliskih elektromagnetskih polja. RFID sustava se sastoji od: transpondera, čitača i pripadajućih antena. RFID oznake (odnosno transponderi) mogu biti aktivne ili pasivne. Pasivne nemaju bateriju, odnosno izvor napajanja i zapravo služe kao zamjena tradicionalnog barkoda. Pasivne oznake se aktiviraju samo onda kada dođu u interakciju s čitačem. Aktivne oznake imaju vlastiti izvor napajanja, bateriju ili solarnu ćeliju. Energija koja je potrebna za napajanje dobiva se beskontaktnim putem preko prijenosnog medija. Također postoje i poluaktivne oznake, one imaju bateriju, ali koja samo služi za napajanje čipa, ali ne i komunikacije. Čitači su uređaji koji se sastoje od radio-frekvencijskog modula, kontrolne jedinice i elementa koji služi za spajanje sa RFID oznakom. Čitači služe za čitanje ili i čitanje i zapisivanje podataka na oznake, stoga se s pravom kaže da su RFID oznake nosioci informacija u sustavu.

Sustav radi na način da čitač unutar RFID sustava emitira određeni oblik energije. Oznaka, odnosno transponder prima taj oblik energije i nakon toga se aktivira, odnosno odgovara. Čitač pretvara radio valove u binarni kod. Takav binarni kod, odnosno binarni podaci dolaze do međusoftvera (*middleware*) radi filtracije, nakon koje se podaci prosljeđuju aplikativnom softveru.

RFID sustavi također se razlikuju po frekvencijskom području na kojem rade, pa se stoga njihov frekvencijski spektar proteže od 125 [kHz] pa sve do 2.45 [GHz] [14]. Kao način povezivanja koriste se električno, magnetsko ili elektromagnetsko

polje, dok je doomet (radna udaljenost) sustava od par [mm] pa sve do 150 [m] i više (uporabom jačih antena). Doomet ovisi o:

- dimenziji oznake (odnosno transpondera),
- snazi čitača i veličini antene,
- frekvenciji i
- okolini (smetnje, zapreke i sl.).



Slika 2. Doomet RFID sustava [15]

Prednosti RFID tehnologije je ta što imaju sposobnost izdržati različite vremenske uvjete, i 100%-tnu točnost čitanja. Pasivne oznake, tj. transponderi su jeftini i manji od aktivnih, dok je prednost aktivnih to što imaju veliki vijek trajanja baterije (2-7 godina), te imaju mogućnost slanja više podataka. Mana aktivnih transpondera je njihova kompleksnost, kao i cijena istih. Mana pasivnih oznaka je mali doomet (0,5 [m]) i to što imaju manje memorije.

3.3 NFC tehnologija

NFC (*Near Field Communication*) je nastao u 2002. godini kada su dvije tvrtke, *NXP Semiconductors* i *Sony*, počele su razvijati novu tehnologiju baziranu na RFID tehnologiji. NFC je standardizirana, bežična tehnologija kratkog dometa koja služi za jednostavno i intuitivno povezivanje dvaju elektroničkih uređaja. Putem NFC tehnologije, korisnici mogu vršiti beskontaktno transakcije (tj. beskontaktno plaćanje),

lakše pristupiti nekoj digitaliziranoj informaciji ili dokumentu ili povezati dva uređaja sa jednim dodirom. NFC služi za jednostavnije povezivanje nekih tehnologija sa većim dometom, kao što su Bluetooth ili Wi-Fi. Za komunikaciju NFC tehnologija koristi visoko frekventno magnetsko polje frekvencije od 13.56 [MHz]. Uređaji moraju biti udaljeni najviše 20 [cm] jedan od drugoga kako bi se uspostavila komunikacija. Princip rada je identičan onome u RFID tehnologiji. NFC čitač se može ponašati i kao kartica i kao čitač.

Postoje 3 načina rada koja se najčešće koriste za uporabu u NFC tehnologiji. To su [16]:

Reader/writer - Omogućavanje NFC uređaju da radi kao aktivni čitač/pisač. Kada se uređaj nađe blizu neke pasivne NFC oznake, energija se prenosi putem magnetske indukcije. Kada se oznaka napuni energijom, uspostavlja se beskontaktna komunikacija. NFC uređaj tada može čitati informacija s jeftinih NFC oznaka koje su pohranjene u posterima, plakatima i sl.

Peer-to-Peer - Omogućavaju dvama NFC uređajima da komuniciraju jedan s drugim.

Card emulation - NFC uređaj se ponaša kao beskontaktna pametna kartica, što omogućuje transakcije samo jednim dodirom.

Prednost NFC tehnologije je mala potrošnja energije, dok je mana rad na malim udaljenostima, svega nekoliko centimetara.

3.4 Bluetooth tehnologija

Bluetooth je bežični standard za razmjenu podataka na kratkim udaljenostima između fiksnih i/ili mobilnih uređaja. Tehnologiju su razvili 1994. zaposlenici *Ericssona*, dok 1998. tvrtke *Ericsson*, *IBM*, *Intel*, *Toshiba* i *Nokia* osnivaju posebno tijelo, *Bluetooth Special Interest Group - Bluetooth SIG*, koja danas broji preko 11 000 članica diljem svijeta. Uloga tijela je unaprjeđenje standarda, ispravna implementacija i licenciranje Bluetooth tehnologije. Karakteristike Bluetooth tehnologije su:

- niska cijena uređaja,
- mala potrošnja energije,
- dostupnost na globalnoj razini,
- ograničene distance i

- mali vršni protok.

Primarno je dizajniran za uporabu na uređajima niske cijene i male potrošnje energije kako bi im omogućio međusobnu komunikaciju. Danas gotovo svaki komunikacijski uređaj ima integrirani Bluetooth modul u sebi. Određivanje pozicije u nekom zatvorenom prostoru temeljen na ovoj poziciji može pružiti točnost od 2 [m], sa 95% točnošću, uz vrijeme osvježavanja lokacije 15-30 [s] [18].

Bluetooth omogućava brzine prijenosa od otprilike 1 [Mbit/s] u osnovnom obliku, dok Bluetooth serije 5 ima nešto veće brzine prijenosa. Koristi nelicencirani frekvencijski pojas od 2.4 [GHz] do 2.485 [GHz], tj. ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) područje rada, a koje je frekvencijski usklađeno na globalnoj razini. Bluetooth također od verzije 4.0 uključuje: *Classic Bluetooth*, *Bluetooth High Speed* i *Bluetooth Low Energy* protokole. *Bluetooth Low Energy* je tehnologija optimizirana tako da ima veoma malu potrošnju energije, stoga je pogodna za mogućnost višegodišnjeg rada sa malim izvorom baterije, a odlikuje ju niska cijena i mala veličina, te je kompatibilna sa računalima i mobitelima.

3.5 Bežične lokalne mreže (WLAN)

Lokalne bežične mreže, ili WLAN (*Wireless Local Area Network*) je dobro poznata bežična mreža. Koristi frekvencijski pojas od 2.4 [GHz] ili 5 [GHz], a domet joj je najčešće 50-100 [m]. Prednost kad se koristi WLAN kao sustav pozicioniranja je ta što je infrastruktura odašiljača već prije uspostavljena. Kada se dođe na prostor javnih ustanova kao što su fakulteti, kolodvori ili bolnici, tamo već egzistira mnoštvo WLAN mreža. Nedostatak ove tehnologije je maksimalna točnost koju možemo ostvariti budući da na WLAN signal utječe niz faktora: smetnja većeg broja WLAN uređaja, usmjerenje ljudskog tijela, refleksija od zidova i predmeta itd. Tipična točnost pozicioniranja je od 3 do 30 [m], a učestalost osvježanja lokacija je nekoliko sekundi.

4. Pregled konceptualnih rješenja i tehnologija za povećanje mobilnosti korisnika

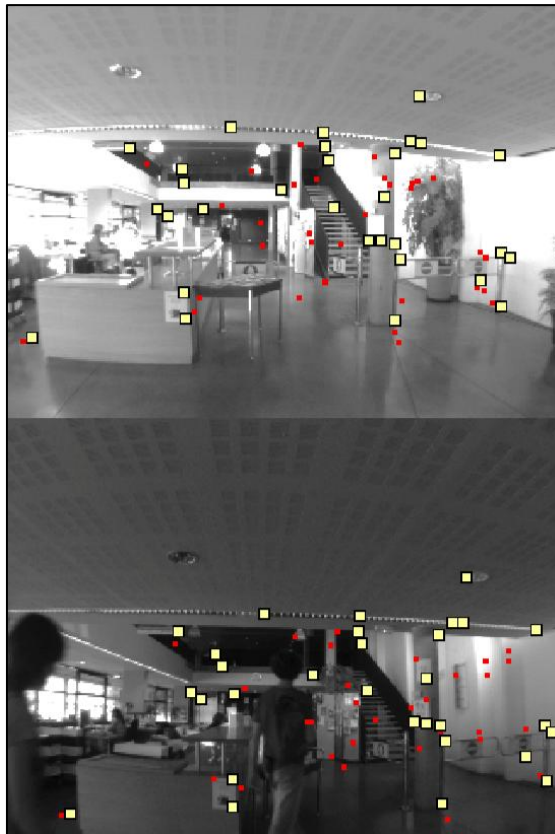
Kako je napredak tehnologija postajao sve veći, tako je i primjena tehnologija obuhvaćala sve veće područje primjene. Tako su se drugom polovicom 20. stoljeća počela pojavljivati prva konceptualna rješenja poput laserskog štapa za slijepe [28] i sličnih sustava. Međutim, glavni nedostatak takovih rješenja bilo je nedostupnost tehnologije širem krugu korisnika, odnosno njihova visoka cijena proizvodnje, pa je samim time bilo nemoguće uvesti u komercijalnu proizvodnju. Dolaskom 21. stoljeća tehnologija je postala dostupna širokim masama, pa samim time je porasla ponuda konceptualnih rješenja, od kojih će neka biti opisana u ovom poglavlju.

4.1 Sustav za navigaciju putem kamere

Važan tehnološki i politički izazov suvremenog društva je kako pronaći inovativno rješenje i efikasnu pomoć u povećanju sigurnosti slijepih i slabovidnih osoba, naročito u kretanju gradom i gradskim prometnicama. Za slijepe osobe, pronalazak pravog puta ovisi o njihovoj mogućnosti orijentacije. Neka istraživanja i razvoj pomoćnih tehnologija su uglavnom ovisne o GPS tehnologiji. Ali GPS senzor je u zatvorenim prostorijama slab i ne može pružiti točnu prostornu lokaciju.

Sustav za određivanje lokacije ovisi o dva koraka: preliminarno učenje puta i stvarnovremensko određivanje lokacije i pomoć pri navigaciji. Tijekom učenja puta, uređaj snima video i zatim ga procesira i tako automatski gradi izgled okoliša na način da primjenjuje svoj algoritam. Taj algoritam spaja snimke kretanja kamere i grube geometrijske likove i sami izgled pripadajućeg okoliša na način da automatski prepozna jedinstvene točke preko slijeda slika koje su izvučene iz videa (npr. rubove zgrada, prozora, vrata, drveća, jumbo plakata itd.) Snimljen zapis se sastoji od skupa izabranih slika povezanih sa različitim lokacijama na kojima je kamera snimila te slike, uz 3D mapu okoliša i samu krivulju učenja puta. Kako putovanje napreduje, tako i kretanje i promjena lokacije same kamere se izračunava podudaranjem spremljenog 3D okoliša sa njihovim projekcijama izvučenih iz trenutne slike. Kako je kamera čvrsto privezana za osobu koja ju nosi, tako se odmah dobiva točna lokacija i pomoć pri orijentaciji tijekom puta. Čak i ako prolazne prepreke koje nisu bile prisutne za vrijeme „pamćenja“ rute (u vidu pješaka, automobila i sl.) prekrivaju jedan dio okoliša, određivanje lokacije može biti djelotvorno sve dok postoji bar nekoliko

desetaka elemenata prethodno prepoznatog okoliša. Inicijalna lokacija je automatski detektirana skeniranjem pohranjenih slika, sve dok kamera nije postavljena blizu „zapamćenog“ puta. Na slici 3 vidi se upravo takav primjer, gdje su uspoređene dvije fotografije istog mjesta snimljene sa vremenskim razmakom od nekoliko dana. Žuti kvadratići su prepoznati elementi, dok crveni predstavljaju elemente u okolini koji nisu prepoznati.



Slika 3. Usporedba dviju fotografija i usporedba prepoznatih elemenata [19]

Učinkovitost sustava uvelike je testirana pomoću motoriziranih robota, koji su zabilježili točnost lokacije koja je odstupala 5 [cm] od podataka koji su dobiveni od DGPS senzora. Uz pomoć takvog niskobudžetnog sustava, robot se mogao kretati sa istom točnošću kao i uz pomoć GPS prijemnika. Ovaj sustav je testiran za potrebe kretanja pješaka, uz pomoć kamere montirane na tijelo i nosivog računala. Današnji mobilni terminalni uređaji imaju dovoljnu procesorsku snagu za obradu podataka koje njihova kamera snimi, što je definitivno velika prednost za uporabu ovog sustava. Ovaj sustav također pruža trenutno određivanje lokacije, kao i konstantno usmjeravanje pješaka. Uzimajući u obzir njegovu lokaciju, pješak može biti neprekidno orijentiran kako bi zadržao smjer kretanja u skladu sa predviđenim smjerom kretanja.

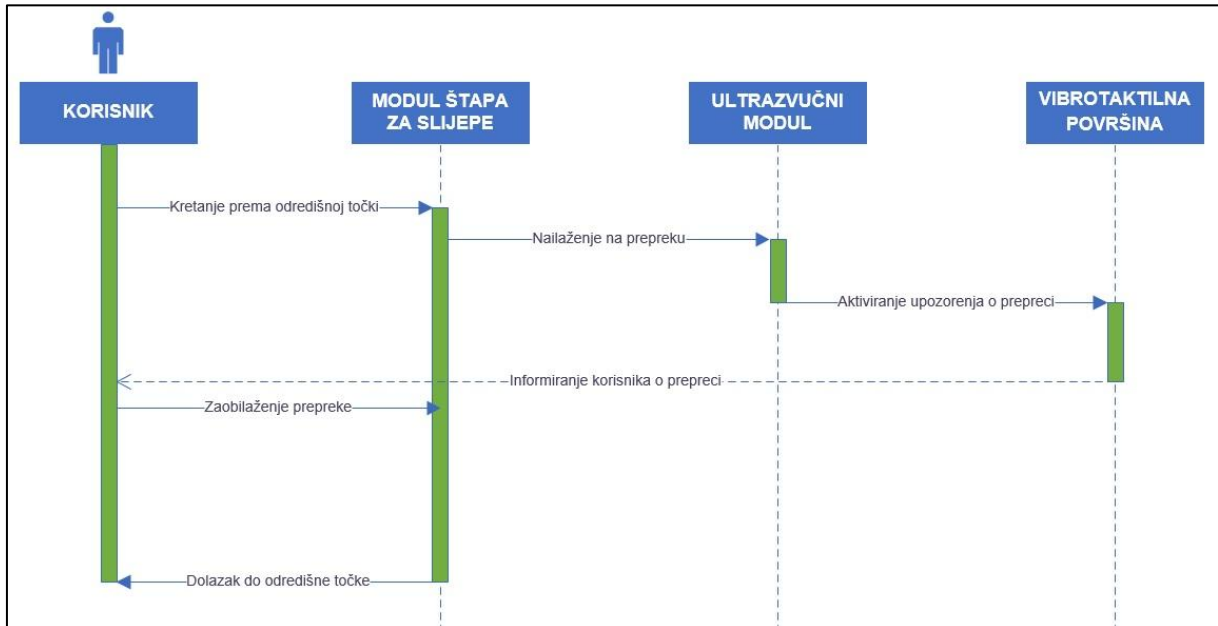
Nedostatak ovakvog sustava jest taj što je ipak potrebno učenje puta kretanja, i samim time ne može biti pouzdan od samog početka korištenja. Stoga se i preporuča kombiniranje ovog sustava sa nekim konvencionalnijim metodama kretanja, poput štapa za slijepe. Dobra stvar je to što i točnost navigacije raste proporcionalno sa korištenjem sustava, jer sustav „pamti“ rutu svakim korištenjem, i zato se vjerojatnost greške smanjuje. Također postoji puno prostora za napredak, pa je i moguće postavljanje kamere na naočale koja se povezuje sa mobilnim terminalnim uređajem i tako pojednostaviti uporabu samog sustava. Također ovaj sustav može biti koristan za povećanje lokomotornih sposobnosti slijepih i slabovidnih osoba, kao i za starije osobe koje imaju problema sa gubitkom pamćenja i na taj način im olakšati kretanje.

4.2 UltraCane

Tehnika kretanja uz pomoć štapa je vjerojatno i najpopularnija tehnika kretanja među slijepim i slabovidnim osobama. Kod te tehnike štap zapravo predstavlja neku vrstu produžene ruke, pomoću koje osoba dodirom uspijeva prepoznati prepreku te ima vremena se zaustaviti ili izbjeći tu prepreku. Iako se čini kao jednostavno pomagalo, štap mora biti prilagođen slijepoj osobi, tako da mora odgovarati visini slijepice osobe tako da doseže do prsne kosti. I samo kretanje je složeno, pa tehnikom uporabe štapa treba ovladati uz pomoć stručnjaka koji su za to posebno školovani. Postoji više tehnika kretanja uz pomoć štapa: klizajuća tehnika, dijagonalna, tehnika jednostrukog i dvostrukog dodira i slično [10]. Glavni nedostatak tehnike kretanja uz pomoć štapa je ta što štap ne pruža nikakvu zaštitu gornjem dijelu tijela, jer klizajućom tehnikom (ali je primjenjivo i na druge tehnike) slijepa osoba može samo prepoznati prepreke koje su prisutne približno do visine bokova.

Taj problem, odnosno nedostatak uspješno rješava *UltraCane*. *UltraCane* je na neki način unaprijeđeni štap za slijepe. On je opremljen sensorima koji šalju signale za prepoznavanje okoliša, odnosno prepreka koje se nalaze na određenoj udaljenosti i tako informira korisnika o mogućim opasnostima i preprekama. Sekvencijalnim dijagramom (slika 4) može se prikazati na koji način je *UltraCane* nadogradnja štapa za slijepe. Također je *UltraCane* jedan od primjera na koji način se IK tehnologija može koristiti u kombinaciji sa prethodno poznatim pomagalicama, kao što je u ovom primjeru štap za slijepe. Osoba koja je ovladala tehnikom kretanja pomoću štapa također se može kretati uz pomoć *UltraCane* štapa. Kako poboljšati

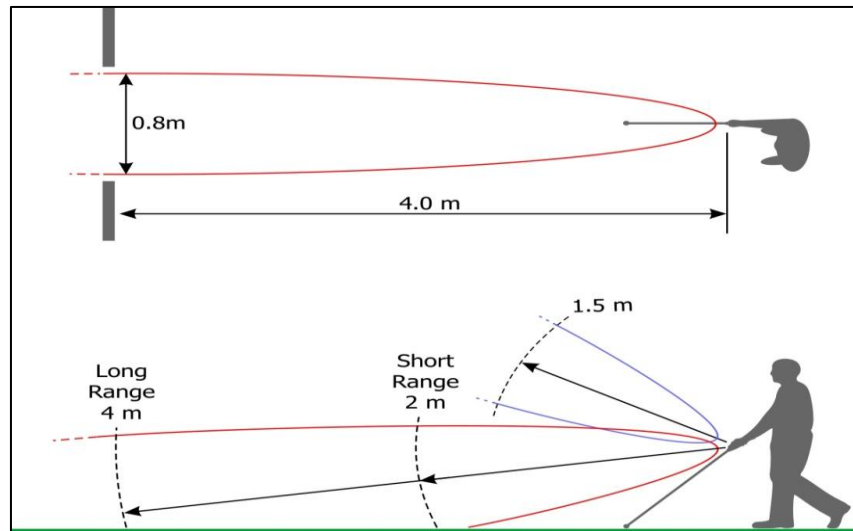
brzinu kretanja i sigurnost koristeći prethodno naučene i uvježbane tehnike kretanja je i bila prvotna ideja kod njegovog razvoja.



Slika 4. Prikaz korištenja *UltraCane* štapa sekvencijalnim dijagramom

Inspiracija cijelog koncepta baziranog na ultrazvučnim valovima dolazi iz životinjskog svijeta, a to su šišmiši. Šišmiši koriste svoje uši i usta kao transmitter, odnosno prijemnik ultrazvučnih valova, te njihovo odbijanje od objekata u prostoru. Na taj način oni prave „kognitivnu mapu“ okoline u njihovoj blizini. Ljudi također grade svoju „kognitivnu mapu“ okoline, ali za to koriste osjetilo vida. Dokazano je da i slijepi osobe imaju također tu sposobnost. Ljudi zapravo uvijek podsvjesno vizualiziraju okolinu u kojoj se nalaze i sebe u toj okolini, koristeći svoja osjetila. Dugoročnim korištenjem *UltraCane* štapa on preuzima na sebe ulogu osjetila, te samim time omogućava korisniku da preciznije detektira okolinu te mu pomaže u percepciji i izgradnji „kognitivne mape“.

Kao što je rečeno, *UltraCane* radi na principu ultrazvučnih valova. Ultrazvučni valovi su radiovalovi čija je frekvencija veća od one koju čovjek može detektirati, obično oko 15-20 [kHz] za odrasle osobe. Prednost ultrazvučnih valova je ta što mogu biti korišteni bez ometanja osoba oko sebe (frekvencije koje se koriste ne štete ni životinjama). Valovi se ponašaju tako da se odbijaju od raznih prepreka, odnosno objekata u okolini. Pomoću njih *UltraCane* detektira objekte i ostale prepreke od 2 do 4 [m] udaljenosti, te one na visini prsa i glave u udaljenosti do 1.5 [m] (slika 5). Zona detekcije ultrazvučnog senzora pokriva otprilike 0.8 [m], odnosno širinu ramena.



Slika 5. Domet ultrazvučnih senzora *UltraCane* štapa [20]

Kod *UltraCane* štapa povratna informacija se dobiva taktilno, i to preko dviju vibrirajućih tipki koje se nalaze ergonomski raspoređene na hvatištu štapa. Budući da se najveći broj receptora za taktilne informacije nalazi u prstima, dobivaju se puno preciznije informacije nego što bi to bilo putem zvučnih signala gdje postoji mogućnost da se ta informacija ne primi zbog buke u okolini. Također, osobe koje imaju problema i sa osjetom sluha ne bi u tom slučaju mogle koristiti *UltraCane*. Kada korisnik usmjeri štap prema mogućoj prepreci, sama jačina vibracije govori koliko je da prepreka udaljena. Što je frekvencija i jačina vibracije veća, prepreka je bliže.

Nedostatak *UltraCane* štapa je ta što ne prepoznaje moguće prepreke na samom tlu (poput rupe ili stepenice), ukoliko ih samom tehnikom štapa slijepa osoba ne uspiju detektirati. Također, samim pomicanjem štapa koja je potrebna za tehniku kretanja moguće je da ultrazvučni senzori ne uspiju detektirati prepreku na vrijeme, budući da su i ultrazvučni valovi usmjereni u skladu sa štapom. Također, otpornost i dugotrajnost samog elektroničkog dijela štapa su aspekti na kojima je potrebno poraditi.

4.3 Electronic Travel Aid

U ovom konceptu princip rada je sličan kao i kod *UltraCane* štapa gdje su prisutni ultrazvučni senzori, sa nekim bitnim izmjenama. *Model Electronic Travel Aid* se sastoji od jedinice za detektiranje prepreka, taktilne površine, kontrolne jedinice i elektromagnetskih kočnica. *Electronic Travel Aid* vodi slijepu osobu u smjeru u kojem nema detektiranih prepreka. Sedam ultrazvučnih senzora su postavljeni na način da

je svaki usmjeren u drugom smjeru kako bi uspješno detektirali prepreke na putu, kontrolna jedinica obrađuje te podatke i određuje smjer kretanja, te se ta informacija prenosi na taktilnu površinu na kojoj su pravilno raspoređene vibrirajuće tipke koje u kontaktu s rukom upozoravaju osobu na nadolazeću prepreku na putu (slika 6).

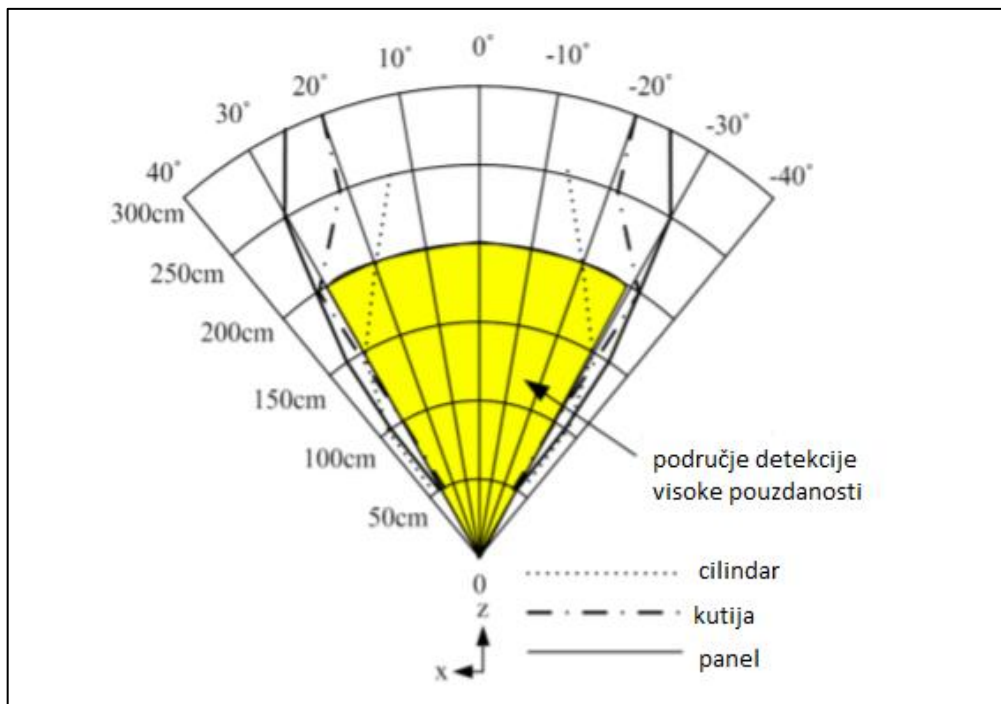


Slika 6. Princip rada *Electronic Travel Aid*

Prostor ispred *Electronic Travel Aid* sustava je podijeljen u šest različitih polja, a svaki od njih je pod nadzorom jednog od šest ultrazvučnih senzora. Tako su gornje sekcije (odnosno polja) zadužene za prepreke koje vise, dok su donje zadužene za prepreke na zemlji. Ovih šest ultrazvučnih senzora su povezani sa šest vibrirajućih tipki na taktilnoj površini, koje prenose informaciju preko osjećaja dodira u prstima. Na taj način slijepa ili slabovidna osoba stvara percepciju prostora i može unaprijed stvoriti ili se prilagoditi planu izbjegavanja prepreke. Posljednji ultrazvučni sensor je

usmjeren u zemlju za detekciju rupa ili nekakvih udubina u cesti na putu kretanja, te potom aktivira elektromagnetske kočnice koje su povezane sa stražnjim kotačima.

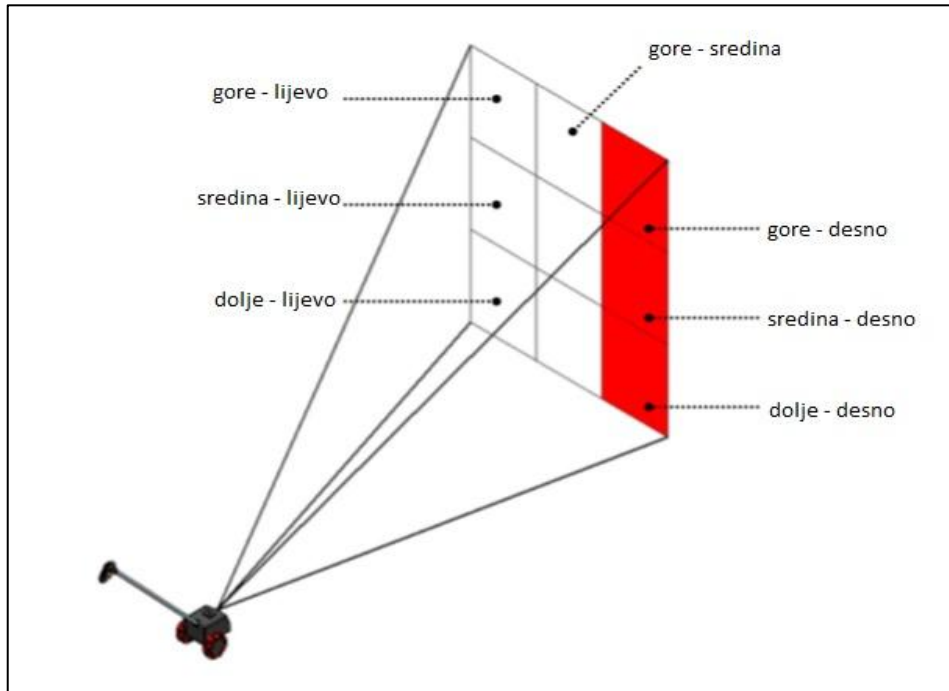
Kako bi prepreke bile uspješno detektirane, u ovom konceptu su korišteni ultrazvučni senzori. Prvo se trebalo testirati područje detekcije takovih senzora, kako bi njihova pouzdanost bila vrlo visoka. U ovom konceptu su korišteni tri tipa objekata: oblik cilindra (promjera 8 [cm] i visine 85 [cm]) - predstavlja prepreke kao što su rampe i slično; oblik kutije (širine 40 [cm] i visine 125 [cm]) - predstavlja prepreke kao što su ljudi ili neki stupovi; oblik panela (širine 180 [cm] i visine 145 [cm]) - predstavlja prepreke kao što su zidovi i sl. U samom procesu testiranja korištene su različite udaljenosti između ultrazvučnih senzora i spomenutih objekata kako bi se došlo do područja u kojem je visoka pouzdanost detekcije prepreka. Također su na svakoj udaljenosti objekti pomicali u stranu sve dok senzor više ne vidi prepreku. Iz ovih testiranja. Iz rezultata ovih testiranja dobiva se područje detekcije visoke pouzdanosti ultrazvučnog senzora, a ono se nalazi unutar 200 [cm] udaljenosti od senzora i odstupanja 30° od sredine senzora, kao što je prikazano na slici 7.



Slika 7. Područje detekcije ultrazvučnog senzora [22]

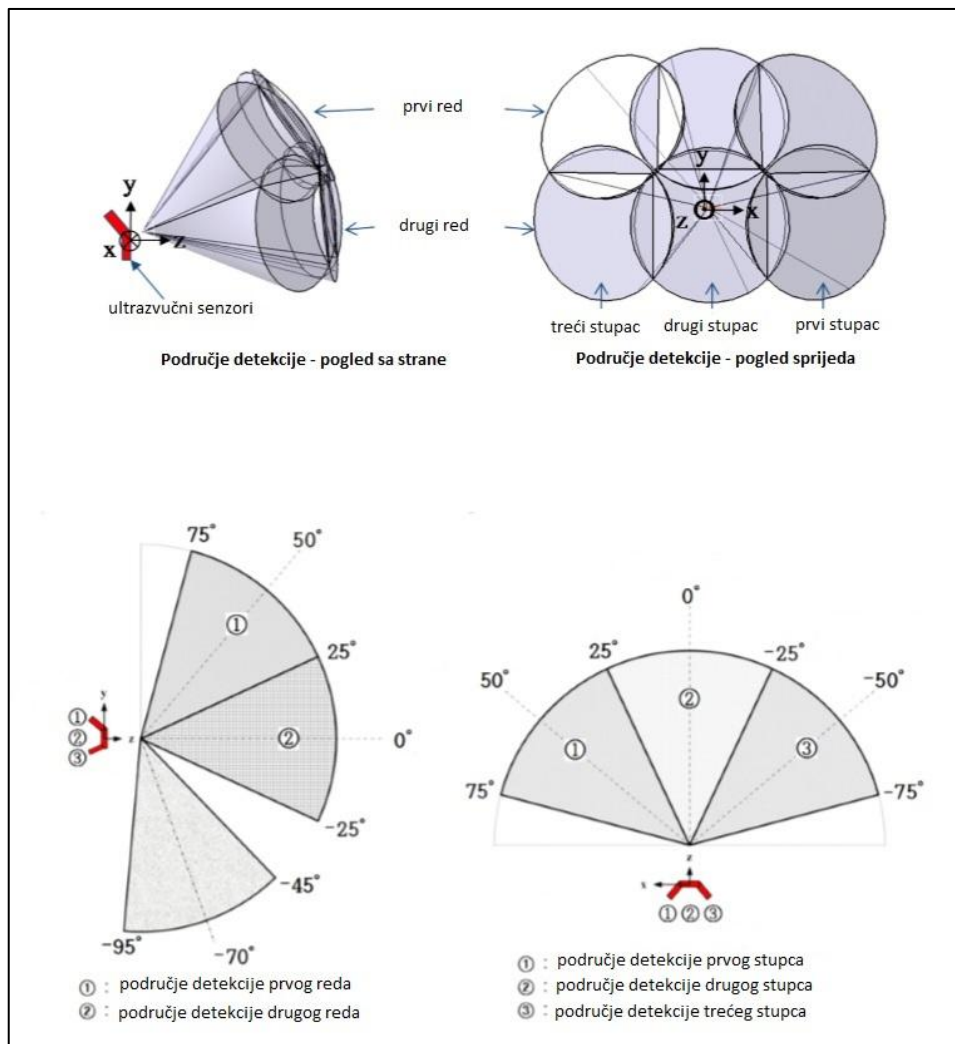
Najjednostavniji način za opisivanje određenog mjesta ispred je korištenjem odgovarajućih riječi, kao što su: lijevo, desno, gore-lijevo, dolje-desno, sredina, itd. Ako se prostor koji je ispred podijeli u mrežu 3×3 (prikazano na slici 8), onda svaki položaj može biti izražen riječima kao što je prethodno navedeno. Ovakav način

podjele prostora puno pomaže u pravilnom raspoređivanju ultrazvučnih senzora, ali i konstruiranju taktilne površine.



Slika 8. Podjela područja detekcije [22]

Slika 9 prikazuje koncept detekcije prepreke raspodjelom šest ultrazvučnih senzora. Kako bi se unaprijedilo prepoznavanje pozicije na kojoj je prepreka, prostor pokriven sensorima je podijeljen na šest područja, i to tako da je svaki ultrazvučni sensor zadužen za njemu dodijeljeno područje. Ukupno područje detekcije može biti podijeljeno na 2 reda i 3 stupca. Područje detekcije prvog i drugog reda je zaduženo za prepreke koje su na tlu, konkretno prvi red za one visoke prepreke ili neke viseće objekte, dok drugi detektira one koji su locirani niže. Sedmi sensor je usmjeren prema tlu kako bi detektirao strmine, rupe ili ponore. Senzori koji pripadaju prvom i drugom redu su povezani sa taktilnom površinom, dok sensor u trećem redu (onaj usmjeren prema tlu) je povezan s elektromagnetskim kočnicama i on ne daje nikakvu taktilnu povratnu informaciju. Utvrđeno je da je područje detekcije svakog senzora širine oko 50° (po 25° u svaku stranu) i to se smatra područje detekcije visoke pouzdanosti, kao što je već prikazano na slici 7, s tim da 5° širine se preklapa sa susjednim sensorom, kako bi se izbjegle mogući problemi detekcije prepreke na rubnim dijelovima. Štoviše, ovakav raspored ultrazvučnih senzora pridonosi sigurnom i potpunom prepoznavanju prepreka bez mogućnosti propuštanja detekcije prepreka kod rubnih dijelova senzora.



Slika 9. Područje detekcije i raspored ultrazvučnih senzora [22]

U postupku skeniranja mogućih prepreka kod rada senzora, šest senzora je podijeljeno u dvije grupe po tri senzora. Podijeljeni su na način da nikada susjedni senzori ne šalju ultrazvučne valove u isto vrijeme, kako se njihovi valovi ne bi preklapali i uzrokovali smetnje jedan drugome. Potrebno je 80 [ms] kako bi ultrazvučni senzori skenirali i detektirali prepreke na putu, što znači da se detekcija prepreka izvrši 12.5 puta u jednoj sekundi. Sedmi ultrazvučni sensor vrši detekciju prepreka u samom tlu 20 puta u sekundi.

Jedna od ključnih stvari koju je ovaj koncept morao riješiti je i efikasnost dostavljanja informacija osobi o detektiranim preprekama. Stoga je raspored postavljenih ultrazvučnih senzora primijenjen i na taktilnu površinu koja se u ovom slučaju koristi. Taktilna površina se sastoji od devet vibrirajućih točaka, raspoređenih u mrežu 3x3, te svaka od tih točaka svojom aktivacijom prikazuje područje detekcije na kojem se prepreka nalazi, kao što je već prethodno prikazano na slici 8. Svaka

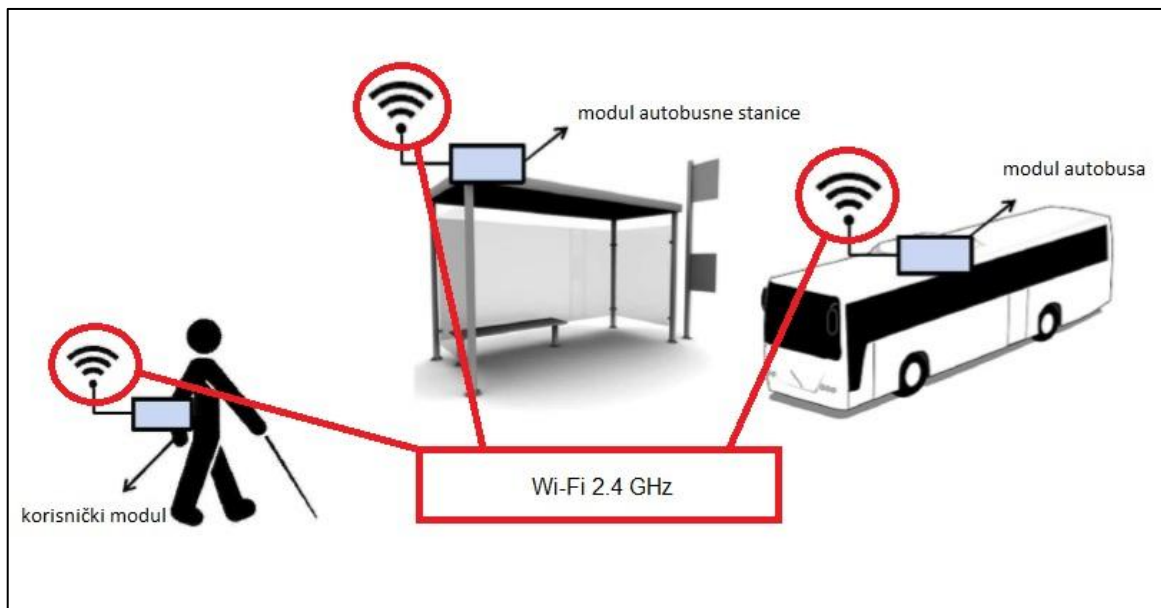
vibrirajuća točka je međusobno udaljena bar 20 [mm] od iduće kako bi osjetilo dodira jasno napravilo razliku između pojedinih točaka, odnosno područja detekcije. Također, veličina svake vibrirajuće točke iznosi promjera 9 [mm] i visine 3,4 [mm]. Mali promjer također služi da osjetilo dodira može osjetiti razliku između pojedine vibrirajuće točke, a visina je izračunata tako da se vibracije ne prenesu na cijelu taktilnu površinu.

Nedostatak ovakvog koncepta je taj što zauzima povećane gabarite te zbog toga nije prijenosan, dok je prednost što predstavlja zaštitu između prepreke i korisnika, čak i u slučaju da zakaže detekcija prepreke. Također, prikupljanje informacija na sensorima ne ovisi o tome hoće li slijepa osoba pravilnom kretnjom uspjeti uočiti prepreku, već cijelo vrijeme se prikupljaju informacije sa senzora koji pokrivaju cijeli prostor ispred osobe.

4.4 Interaktivni sustav javnog prijevoza za slijepu i slabovidnu osobu

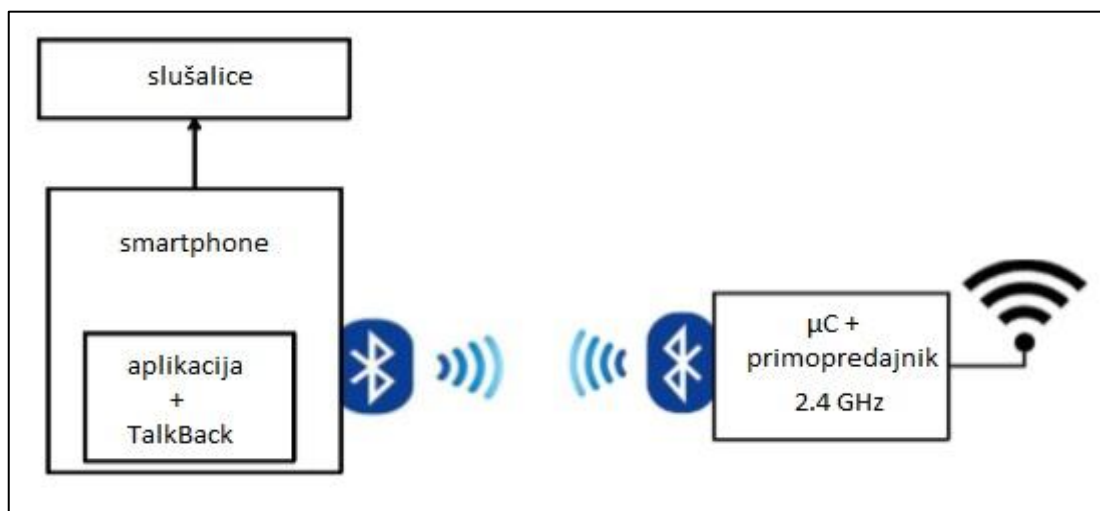
Kod prijevoza javnim gradskim putničkim prijevozom, slijepa i slabovidna osoba obično trebaju pomoć građana da im pomognu locirati tramvaj ili autobus, ili samu autobusnu stanicu. Iako je u samom centru grada Zagreba sustav prilagođen slijepim i slabovidnim osobama na način da se glasovnim putem izgovara ime stanice i broj tramvaja, ipak je potrebno razviti pouzdaniji sustav koji će pomoći slijepim i slabovidnim osobama samostalnije korištenje javnog gradskog prijevoza.

Tijekom proteklih godina mnogi sustavi su imali razna rješenja. Obično su ona uključivala 2.4 [GHz] bežične primopredajnike za komunikaciju, ali i lociranje, kao i samo lociranje putem GPS-a. Obično su bili podijeljeni na sustav koji se nalazio na autobusnoj stanici i sustav koji se nalazio u samom autobusu. Također su se koristili NFC primopredajnici za komunikaciju sa slijepim i slabovidnim osobama. Vozači u autobusu su zvučnom dojavom bili obaviješteni da se slijepa ili slabovidna osoba nalazi na stajalištu. Problem kod prethodno razvijanih sustava je taj što nije postojao nikakav oblik interakcije između slijepa osoba, autobusne stanice i vozača u autobusu. Stoga je ovaj koncept riješio i taj nedostatak prethodnih sustava. Ovaj sustav se sastoji od tri komunikacijska modula, kao što je prikazano slikom. Zajedno ovi moduli tvore mrežu bežičnih senzora, koji međusobno izmjenjuju informacije potrebne za pomoć slijepim i slabovidnim osobama.



Slika 10. Prikaz komunikacijskih modula sustava [23]

Korisnički modul (*User Module - UMOD*) ključni je dio ovog sustava. On je zadužen za interakciju između slijepe osobe s jedne strane i javnog gradskog putničkog prijevoza sa druge strane. Korisnički modul se sastoji od pametnog mobilnog terminalnog uređaja i modula na kojem se nalazi primopredajnik mikrokontrolera.



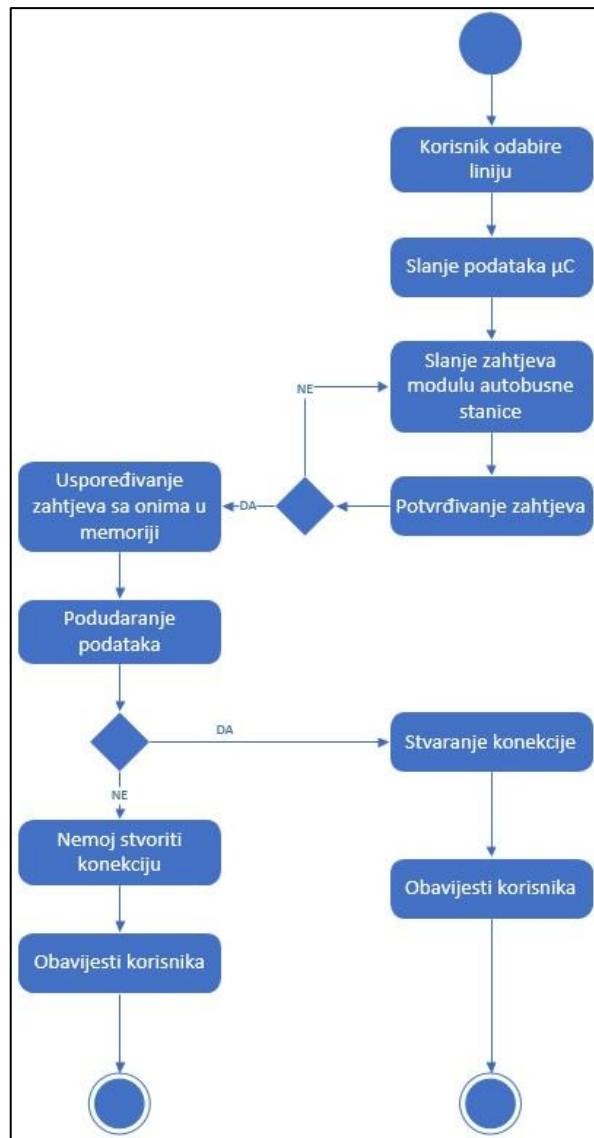
Slika 11. Shema korisničkog modula [23]

Sva interakcija između korisnika i sustava se zapravo događa u mobilnom terminalnom uređaju. Gotovo svi mobilni terminalni uređaji imaju *Google TalkBack* (za *Android*) ili *VoiceOver* (za *iOS*) aplikaciju ugrađenu u sam operativni sustav. Te aplikacije opisuju putem zvuka, odnosno govora ono što se nalazi na ekranu, pa korisnik putem slušalica, ili bez njih, može dobivati povratnu informaciju sa svog

mobilnog terminalnog uređaja. Ideja ovog sustava je ta da se razvije aplikacija za slijepu i slabovidne osobe, koja će biti kompatibilna sa navedenim aplikacijama i tehnologijama. Stoga bi korisnik preko aplikacije bio obaviješten o informacijama i upozorenjima vezanim za njegovu autobusnu liniju. Korisnički modul je zadužen za slanje i primanje informacija generiranih iz aplikacije za mobilni terminalni uređaj, te ih šalje bežičnom mrežom koja je integrirana u sustav. On koristi 18-bitni mikrokontroler, Bluetooth modul, te primopredajnike niske potrošnje energije. Dizajniran je da ima nisku potrošnju te na taj način se mogu koristiti punjeve baterije. Također je odabran frekvencijski pojas od 2.4 [GHz] za rad.

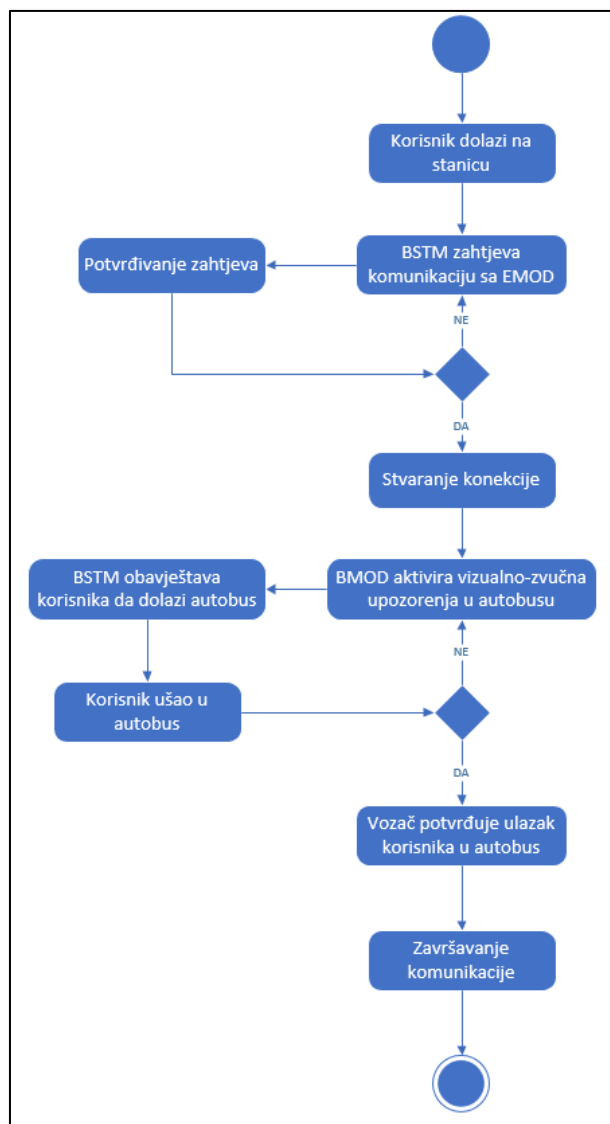
Modul autobusne stanice (*Bus Stop Module - BSTM*), kao što samo ime kaže, je lociran na autobusnoj stanici. On je zadužen za upravljanje bežičnom mrežom, kao i razmjenu podataka između pojedinih modula. Ima ugrađen mikrokontroler sa primopredajnicima, ali za razliku od korisničkog modula nema ugrađen Bluetooth. Modul autobusa (*Bus Module - BMOD*), također ima mikrokontroler te je vrlo sličan korisničkom modulu, ali je jednostavniji. On samo izmjenjuje informacije sa modulom autobusne stanice, te u sebi sadrži vizualno-zvučni sustav upozorenja.

Princip rada ovog interaktivnog sustava je takav da je korisnički modul taj koji pokreće komunikaciju u ovom sustavu. Preko aplikacije korisnik određuje autobusnu liniju kojom želi putovati. U samoj aplikaciji su prethodno učitane sve autobusne linije. Kada je korisnik odabrao autobusnu liniju, aplikacija šalje podatke sa identifikacijom korisnika i autobusne linije. Kada korisnik dođe na autobusnu stanicu, modul na autobusnoj stanici će primiti njegov zahtjev, te usporediti sa prethodno pohranjenim popisom autobusa i autobusnih linija koji dolaze na tu stanicu. U slučaju da su ta dva podatka isti, tada se stvara konekcija između korisničkog i modula autobusne stanice. Ukoliko se podaci ne podudaraju, jednostavno se neće stvoriti konekcija između ta dva modula, dok korisnik dobiva obavijest o neuspjelom pokušaju konekcije. Nakon stvaranje konekcije šalje se potvrda preko aplikacije da je korisnik na određenoj autobusnoj stanici. Kada je komunikacija između modula uspostavljena, modul autobusne stanice je „svjestan“ da je korisnik u njegovom prostoru, odnosno na autobusnoj stanici. Dijagramom je prikazana komunikacija između ta dva modula.



Slika 12. Komunikacija između korisničkog i modula autobusne stanice

Zatim modul autobusne stanice šalje signal putem bežične mreže modulu koji se nalazi u autobusu, ukoliko potonji zadovoljava sve uvjete (odnosno da je odgovarajuća autobusna linija). Tada se stvara konekcija između modula autobusne stanice i modula autobusa. Vozač se obavještava zvučno i vizualno da je korisnik na određenoj stanici. Kada vozilo dođe na stanicu i korisnik se ukrca, tada vozač preko tipke na modulu potvrđuje da je korisnik u autobusu, i tada se komunikacija između ta dva modula poništava.



Slika 13. Komunikacija između modula autobusa i modula autobusne stanice

Nedostatak ovakvog sustava je prvenstveno visoka cijena njegove integracije, budući da je potrebno prilagoditi sva vozila javnog gradskog putničkog prijevoza, kao i sva autobusna i tramvajska stajališta, što iziskuje visoke financijske troškove.

4.5 BlindNavi aplikativno rješenje

Korištenje neke aplikacije za navigaciju na mobilnom terminalnom uređaju do nekog nepoznatog mjesta je svakodnevna radnja za većinu ljudi. Međutim, današnje aplikacije namijenjene mobilnim terminalnim uređajima koji imaju ekrane osjetljive na dodir nisu baš pristupačne slijepim i slabovidnim osobama. Štoviše, sami dizajn aplikacije i kretanje kroz izbornike jako je zbunjujuće i samim time problematično za slijepu i slabovidnu osobu. Za rješenje tih problema razvijena je „BlindNavi“, aplikacija koja je još uvijek u konceptualnoj fazi, a pruža jednostavnije pretraživanje

lokacija, jednostavan dizajn aplikacije bez kompliciranih izbornika te glasovnu povratnu informaciju o navigaciji. Aplikacija u svom radu koristi GPS, žiroskop, kao i Bluetooth za rad s *Beacon* tehnologijom.

Kao što je prethodno pisano, slijepi i slabovidne osobe mogu izgraditi tzv. „kognitivnu mapu“ okoline u kojoj se nalaze. Međutim, za razliku od osoba koje nemaju problema s vidom, slijepim i slabovidnim osobama je vrlo kompleksno dočarati si boje, udaljenosti ili neke brojke. Oni si pokušavaju pojednostavniti i dočarati rutu kojom trebaju putovati preko nekih mjesta koji su posebno specifični, a nalaze se na njihovoj ruti kojom prolaze. Također, navigacija preko opisivanja puta i rute kojom prolaze je učinkovitiji način navođenja slijepi i slabovidne osobe. Istraživanja koja su prethodila ovom konceptu pokazala su da slijepi i slabovidne osobe trebaju različite informacije ovisno o situaciji u kojoj se nalaze:

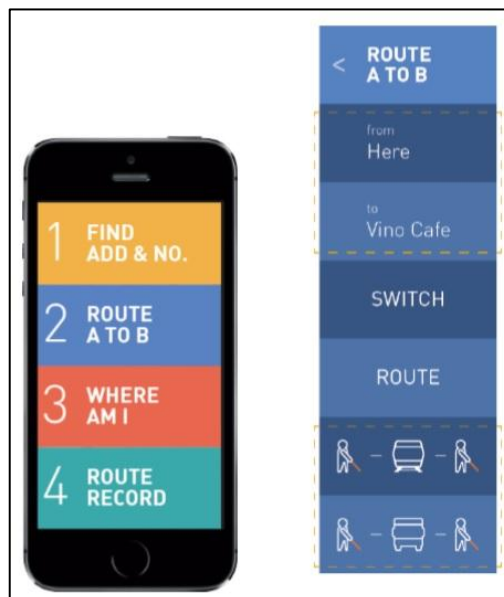
- Ravna cesta – trenutna pozicija, koliko daleko treba nastaviti hodati, točna adresa,
- Dolazak na raskrižje – ravni prelazak preko ceste, okretanje lijevo ili desno (za prelazak ceste),
- Prelazak preko ceste – udaljenost od pješačkog prijelaza, konfiguracija ceste, udaljenost od semafora i
- Kretanje – krajolici, znamenitosti, ili neka posebna obilježja okoliša kroz koji se prolazi.

Uz GPS sustav, za što preciznije navođenje tu je i *Beacon* tehnologija (tamo gdje je dostupna). *Beacon* uređaji su uređaji niske potrošnje energije koji za svoje funkcioniranje koristi *Bluetooth Low Energy* (BLE) tehnologiju. Oni zapravo obavještavaju obližnje uređaje o svojoj lokaciji i prisutnosti. Područje dosega ove tehnologije je 2-70 [m]. Osim za potrebe navođenja, *Beacon* se često koristi i za marketinške potrebe.

Također sustav bi trebao biti dizajniran tako da upute za navođenje trebaju biti za udaljenosti od 5 [m]. Potrebno je da te obavijesti budu dostavljene korisniku u najpovoljnijem mogućem trenutku, ali i kao kontinuirani podsjetnici. Također obavijesti mogu biti zvučne, ili mogu biti vibrirajuće za situacije kada se korisnik ne može osloniti na zvučne obavijesti zbog buke u okolini. Za razliku od ljudi koji nemaju oštećenja vida, slijepi i slabovidne osobe si moraju detaljno isplanirati rutu prije

samog polaska. Sva ostala njihova osjetila su u upotrebi tijekom samog putovanja. Zbog toga korisničko sučelje aplikacije, ali i sama funkcionalnost mora biti dizajnirana tako da ne odvlači korisnikovu pažnju tijekom putovanja.

Svaka uputa za navođenje bi trebala biti višeosjetilna. Prije svega, ime lokacije bi trebalo biti prikazano kao raskrižje cesta i puteva, kao i gdje je u odnosu na autobusnu ili tramvajsku stanicu. Potom aplikacija pruža detaljne upute za opise okoline u kojoj se korisnik nalazi, uključujući sva osjetila, kako bi korisnik što bolje mogao osjetiti, čuti, namirisati ili opipati što se nalazi u okolini u kojoj se nalazi, i po toj usluzi se BlindNavi razlikuje od ostalih navigacija za slijepce i slabovidne. Tako korisnik ove aplikacije po nekom specifičnom zvuku, mirisu ili nečemu trećem može razaznati gdje se točno nalazi. Osobe bez oštećenja vida često zanemare druga osjetila kod orijentacije i kretanja, ali slijepa ili slabovidna osoba može pohraniti u svoju „kognitivnu mapu“ neki specifičan trag koji mu BlindNavi aplikacija pružila, i tako drugi puta točno znati na kojem se mjestu nalazi i kuda treba ići. Također, mnoga glasovna uputstva u sustavima za navigaciju su dizajnirana za osobe bez oštećenja vida (npr. „Nakon 200 metara skrenite lijevo“). Slijepce i slabovidne osobe nemaju isti osjećaj za daljinu, i informacija prezentirana na takav način slijepim i slabovidnim osobama ne znači previše.



Slika 14. Korisničko sučelje aplikacije [29]

Korisničko sučelje aplikacije je prilagođeno slijepim i slabovidnim osobama, pa je tako u samom dizajnu aplikacije korišten vrlo veliki font, kao i boje koje su kontrastne jedna drugoj (slika 14). Također su boje usklađene s izbornikom, pa tako

kad se odabere neka opcija cijeli njezini podizbornik je iste boje, i na taj način korisnik po boji može raspoznati u kojem se izborniku nalazi. Samo sučelje je dizajnirano tako da nema previše podizbornika koji bi samo mogli zbuniti korisnika. Aplikacija sprema rutu kojom je korisnik već putovao, te on može za pojedino mjesto dodati vlastitu bilješku i opis, kao i podijeliti sve to s drugim korisnicima. BlindNavi osim glasovnih uputa koristi i vibrirajuća upozorenja, pa tako kratka vibracija znači da se korisnik treba nastaviti kretati ravno, a duga vibracija znači da treba skrenuti lijevo ili desno. Konstanta vibracija upozorava korisnika da nije na pravom putu. Svaka od ovih vibrirajućih upozorenja dolazi sa odgovarajućom glasovnom uputom. Ova aplikacija koristi i žiroskop u svom radu, pa ukoliko se korisnik izgubi, može jednostavno protresti svoj telefon i na taj način aktivirati opciju „*Gdje sam?*“ Ta opcija odmah daje informaciju o točnoj adresi, ima li kakvih znamenitosti ili specifičnosti u okolini, te gdje se nalazi najbliža autobusna ili tramvajska stanica.

Iako je sama ideja koncepta odlična, ima i nekoliko mana. Prije svega je to usko područje primjene, jer ovakav tip navigacije nije ništa drugačiji od ostalih ukoliko nije povezan s autobusnom i tramvajskom mrežom, te ukoliko nisu integrirane specifičnosti i znamenitosti okoline u kojoj se korisnik kreće. Jedna od mana je i ta što je potrebno ovladati korištenjem aplikacije, što starijim osobama koji inače vrlo teško i sporo prihvaćaju nove tehnologije predstavlja veliki izazov. Također, ukoliko ne postoje *Beacon* uređaji u blizini, aplikacija će se isključivo oslanjati na GPS, a često ta tehnologija ne pruža metarsku ili submetarsku preciznost lociranja. Ipak, ona definitivno pruža korak naprijed prema sve preciznijoj navigaciji slijepih i slabovidnih osoba.

5. Analiza konceptualnih modela i definiranje korisničkih zahtjeva

Na temelju dosadašnjih analiziranih koncepata moguće je donijeti određene zaključke o isplativosti istih. Ipak, za detaljniju analizu potrebno ih je direktno usporediti jedne s drugima kako bi se unaprijedila postojeća rješenja i ispravili nedostaci te ujedno i dale smjernice za izradu nekih novih usluga i koncepata.

5.1 Komparativna analiza konceptualnih rješenja

Većina analiziranih konceptualnih rješenja je dizajnirana kako bi uspješno skenirala i detektirala prepreke, bilo to na cijelom prijenosnom putu, ili samo (uski) prednji prostor ispred slijepe ili slabovidne osobe. U dosadašnjim dostupnim rješenjima, kao i u analiziranim konceptima, vidljivo je da je najviše poteškoća bilo kod detekcije mogućih prepreka koje su bile višećeg oblika, kao i kod pojave stepenice ili sličnih prepreka čija je razina bila ispod dotadašnje razine poda prijenosnog puta slijepe ili slabovidne osobe. Sva analizirana rješenja su dizajnirana na način da je moguća primjena ili u unutrašnjem ili vanjskom prostoru, izuzev interaktivnog sustava javnog prijevoza kojeg zbog specifičnosti područja primjene nije moguće koristiti u unutrašnjem prostoru. Iznimka su oni gradovi kod kojih postoji mreža podzemnih željeznica, tada bi taj sustav bio primjenjiv i na te gradove. Također i BlindNavi nije moguće koristiti u unutrašnjim prostorima ukoliko tamo nema *Beacon* uređaja, jer GPS signal je vrlo slab u zatvorenim prostorima. Isti je slučaj i kod prenosivosti analiziranih koncepata, svi su prenosivi izuzev interaktivnog sustava javnog prijevoza, također zbog specifičnosti samog koncepta.

Iz tablice br. 2 u kojoj su direktno uspoređena konceptualna rješenja vidljivo je da interaktivni sustav javnog prijevoza nije direktno usporediv sa ostalim rješenjima, i to zbog više razloga. Prvi i najistaknutiji razlog je taj što su ostala konceptualna rješenja usmjerena na korisnika kao pojedinca, dok je interaktivni sustav javnog prijevoza usmjeren na sustav kao cjelinu, i kao takav ima visoku cijenu razvijanja, testiranja, uvođenja i same primjene. Također, interaktivni sustav javnog prijevoza ovisi o lokaciji korisnika, te nije primjenjiv na ruralne sredine ili u urbanim sredinama gdje mreža javnog gradskog putničkog prijevoza nije razvijena ili ne postoji u takvom obliku. Stoga, kroz komparativnu analizu koncept interaktivnog sustava javnog prijevoza za slijepe i slabovidne osobe je ocjenjen kao najneisplativiji i trenutno

najmanje prihvatljiv za razvijanje i korištenje u odnosu na druga konceptualna rješenja.

Tablica 2. Usporedba konceptualnih rješenja

	Sustav za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo	UltraCane	Electronic Travel Aid	Interaktivni sustav javnog prijevoza	BlindNavi
Tehnologija koja se koristi	CPU i kamera mobilnog terminalnog uređaja	ultrazvučni valovi	ultrazvučni valovi	Wi-Fi, Bluetooth, mikrokontroler i mobilni terminalni uređaj (sa pripadajućom aplikacijom)	GPS, Bluetooth i žiroskop sa mobilnog terminalnog uređaja
Primarni zadatak	Izbjegavanje prepreka i navigacija	Izbjegavanje prepreka i navigacija	Izbjegavanje prepreka i navigacija	Lakša navigacija javnim gradskim putničkim prijevozom	Navigacija gradom
Područje detekcije	Nije definirano, do par metara	Do 4 metra	Do 2 metra	-	Nije definirano, do 2 metra
Okruženje u kojem se koristi	Otvoreni i zatvoreni prostor	Otvoreni i zatvoreni prostor	Otvoreni i zatvoreni prostor	Otvoreni prostor	Otvoreni prostor, zatvoreni isključivo uz <i>Beacon</i> uređaje
Povratna informacija	Glasovno	Taktilno	Taktilno	Glasovno	Glasovno, taktilno
Prenosivost	Da	Da	Da	Ne	Da
Cijena	Prihvatljiva	Prihvatljiva	Prihvatljiva	Visoka	Niska ili besplatna

Dva direktno usporediva rješenja su sustav za navigaciju putem kamere prikvačene za tijelo i BlindNavi aplikacija, jer oba u svom radu koriste mobilni terminalni uređaj. Sustav za navigaciju putem kamere usprkos prihvatljivoj cijeni nije najpogodniji za korištenje. On, iako pruža visoku preciznost pri informiranju o lokaciji i usmjeravanju korisnika, nema najveću pouzdanost zbog činjenice da je potrebno preliminarno učenje prometnog puta, te je kao takav još uvijek u eksperimentalnoj

fazi razvoja. Iako procesorska snaga mobilnog terminalnog uređaja rapidno raste, te uređaji sa umjetnom inteligencijom svakim danom nalaze svoju ulogu u sve širem području primjene, ipak još uvijek nisu dovoljno razvijeni da bi omogućavali visoku točnost u prepoznavanju okoline i prepreka koje se nalaze u okolini. Slične nedostatke ima i BlindNavi, iako putem takvog oblika navođenja korisnik dobiva vrlo precizne informacije, ipak je potrebno u samoj bazi podataka kojoj aplikacija pristupa povezati s autobusnom i tramvajskom mrežom, kao i sa lokacijom i izgledom znamenitosti grada, kao i specifičnosti nekih lokacija. Taj postupak se obavlja zasebno za svaki grad. Također *Beacon* uređaji trebaju biti prisutni kako bi aplikacija uz GPS navođenje mogla i na taj način pružiti još preciznije navođenje. Naprednije rješenje može biti međusobna integracija BlindNavi rješenja i sustava za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo.

Tablica 3. Prednosti i nedostaci modela

UltraCane		Electronic Travel Aid	
Prednosti	Nedostaci	Prednosti	Nedostaci
Veće područje detekcije	Nema senzor za prepreke u tlu	Šire područje detekcije, poseban senzor za prepreke	Skuplja cijena izrade
Lagan za nošenje	Kraće trajanje baterije	Dugotrajnija baterija	Manja mogućnost prenosivosti
Niža cijena izrade	Manji broj senzora	Pružava veću zaštitu u slučaju nadolazeće prepreke	Viša cijena izrade i zamjene dijelova
Lakše svladavanje stepenica i sličnih	Potrebna tehnika kretanja uz pomoć	Nije potrebno znanje tehnike kretanja uz pomoć štapa	Teže kretanje stepenicama i neravnim terenima
Brže kretanje	Senzori usmjereni u skladu sa štapom	Kočnice u slučaju nailaska prepreke	Sporije kretanje

U tablici br. 3 izravno su uspoređene prednosti i mane *UltraCane* pomagala i *Electronic Travel Aida* kao dva usporediva rješenja, ali i međusobno dosta slična rješenja. Imaju mnogo sličnosti: koriste istu tehnologiju ultrazvučnih valova za detektiranje prepreka, imaju isti način pružanja povratne informacije korisniku, te oboje imaju prihvatljivu cijenu. Ipak, ima nekoliko bitnih faktora u kojima se međusobno razlikuju.

5.2 Definiranje korisničkih zahtjeva

Nakon detaljne analize ovih modela, potrebno je definirati korisničke zahtjeve kako bi slijepe i slabovidne osobe korištenjem pomagala mogli sigurno i samostalno doći od početne točke do odredišne točke. Osnovni korisnički zahtjevi koji su temeljeni iz istraživanja i analizi potreba korisnika prometnog sustava i metodama prelaska prometnog raskrižja su [9]:

- Informacija o lokaciji,
- Informacija o vođenju i usmjeravanju,
- Informacija o objektima koji okružuju korisnika,
- Informacija zvučnog karaktera,
- Informacija silaznog i uzlaznog rubnog kamena,
- Informacija o prometnom raskrižju,
- Informacija o načinu kontrole prometa (taktične linije, semafori sustav ili sl.),
- Informacija pravog trenutka za prijelaz ulice,
- Informacija o radu sustava (kvar sustava ili nadogradnja) i
- Informacija dolaska na odredište.

Iz ovih osnovnih korisničkih zahtjeva, mogu se definirati i dodatni korisnički zahtjevi za svaki od ovih konceptualnih rješenja. Budući da su sustav za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo i BlindNavi aplikacija konceptualno vrlo slična rješenja, za pretpostaviti je da će velik broj korisničkih zahtjeva biti isti ili sličan. Stoga se za ova rješenja mogu definirati dodatni korisnički zahtjevi:

Jednostavnost korištenja – Oba sustava koriste mobilni terminalni uređaj kao glavno pomagalo u svome radu, stoga korisničko sučelje ne bi smjelo biti komplicirano, sa mnogo podizbornika ili koraka pri samome pokretanju. Veliki doprinos jednostavnosti bi donijele glasovne naredbe s kojima bi se moglo unijeti odredišnu adresu ili čak u potpunosti koristiti ova rješenja. Također neka vrsta tipkovnice i čitača ekrana bi ovdje puno doprinijela jednostavnosti korištenja.

Informacija o lokaciji – Kod ovih sustava je jako bitno da korisnik dobiva precizne informacije o lokaciji, i to na razini manjoj od 1 [m]. I kod jednog i kod drugog rješenja pogreška GPS-a može biti problem, u BlindNavi aplikaciji je to izraženiji problem

ukoliko na putu usmjeravanja korisnika ne postoje *Beacon* uređaji koji bi bili u mogućnosti ispravljati pogreške GPS-a. U sustavu za navigaciju putem kamere problem se javlja ukoliko kamera na mobilnom terminalnom uređaju ima oštećenu ili zaprljanu leću kamere, ili iz nekog drugog razloga ne uspijeva prepoznati okolinu i na taj način detektirati lokaciju.

Informacija o vođenju i usmjeravanju – Korisnik informacije dobiva uglavnom glasovnim putem, pa je gotovo nužno da korisnik ima i slušalice, ukoliko dođe do buke u komunikacijskom kanalu između korisnika i sustava. Kod BlindNavi aplikacije osim glasovnih postoje i upozorenja o skretanju s rute koja se dobivaju vibrirajućim putem.

Jasnoća danih informacija – Vrlo je bitno da informacije o vođenju i usmjeravanju budu vrlo jasne i precizne, kako ne bi zbunjivale korisnika. BlindNavi stoga koristi precizan sustav navođenja koristeći raspored brojeva na satovima (poput: „Pješački prijelaz na 2 sata, udaljen 10 koraka od tebe“) i na taj način korisniku daje vrlo precizne informacije za usmjeravanje.

Informiranje o promjeni okoline koja je već u sustavu – Kod ovog dodatnog korisničkog zahtjeva najbitniju ulogu igraju algoritmi kod svakog sustava, kao i njihovog mogućnosti prepoznavanja objekata, pa ukoliko sustav ne prepozna objekte da korisnik dobije obavijest o mogućoj promjeni u njegovoj okolini.

Optimizacija trošenja resursa – Usprkos svim korisničkim zahtjevima, bitno je i da sustavi racionalno troše resurse, odnosno procesorsku snagu mobilnog terminalnog uređaja, jer u protivnom dolazi do velike potrošnje baterije na istome, što bi moglo uzrokovati gašenje uređaja, i samim time i aplikacije za navođenje.

Točnost informacija – Kao i kod sustava za navigaciju za osobe koje nemaju oštećenja vida, tako i kod ovih sustava informacija prije svega mora biti točna i mora voditi do određene lokacije.

Obavijesti o autobusnim i tramvajskim linijama – Linije autobusnog i tramvajskog javnog gradskog putničkog prijevoza bi trebale biti umrežene s ovim rješenjima za svaki pojedini grad.

Ekonomski prihvatljivo – Oba rješenja bi trebala biti dostupna širokom krugu korisnika, budući da ne trebaju specijalnu opremu i pomagala, već samo (postojeći) mobilni terminalni uređaj.

Također pomagalo *UltraCane* i *Electronic Travel Aid* imaju puno sličnosti, uz to što koriste istu tehnologiju (ultrazvučne valove), na isti način pružaju informacije korisniku (taktilno). Stoga i za njih je moguće zajedno grupirati dodatne korisničke zahtjeve:

Informacija o smjeru kretanja – Kod ovih sustava utvrđivanje smjera kretanja je vrlo bitan čimbenik, jer ukoliko je smjer kretanja ispravan, korisnik se može pouzdati da će ga sustav dovesti do odredišne točke. Problem nastaje kad smjer kretanja nije ispravan, a u blizini nema nikakvog orijentira.

Informacija o okolnim preprekama – Detekcija prepreka je vrlo slična kod obaju sustava, budući da oba sustava koriste ultrazvučne valove za detekciju prepreka. *Electronic Travel Aid* ovdje ima precizniju detekciju prepreka budući da ima mnogo više senzora za detekciju, uključujući i rupe ili udubine na cesti.

Različitost podnih površina – Dodatni korisnički zahtjev za ove sustave se pojavljuje zbog nepostojanja taktilnih elemenata koji bi trebali imati zadaću usmjeravanja korisnika ispravnim putem.

Automatsko kočenje o nadolazećim preprekama – Kod *Electronic Travel Aida* su elektromagnetske kočnice povezane sa stražnjim kotačima, te se one aktiviraju ukoliko ultrazvučni senzor usmjeren u zemlju detektira rupu zbog koje korisnik ne bi trebao nastaviti ići tim smjerom.

Smanjenje gabarita i mase – Ukoliko korisnik duže vremena koristi jedan od ovih sustava, može se javiti određeni umor zbog same mase uređaja. Također, i jedan i drugi bi mogli biti manjih gabarita zbog lakše prenosivosti u slučaju kada se ne koriste.

Ekonomski prihvatljivo – Iako u ovim rješenjima je potrebna određena oprema, ipak bi se trebao naći način da i oni budu cjenovno dostupna širokom krugu korisnika.

Interaktivni sustav javnog prijevoza zbog svoje specifičnosti i usmjerenosti na ponešto drugačiji oblik navigacije ima i ponešto drugačije dodatne korisničke zahtjeve:

Jednostavnost korištenja – Sustav ne bi trebao biti kompliciran za korištenje, jer u protivnom gubi svu svoju funkcionalnost.

Informacija o lokaciji – Ovdje se prije svega misli na informaciju o lokaciji autobusne ili tramvajske stanice. Također bi sustav trebao informirati korisnika o daljnjim koracima u njegovom putovanju, za slučaj da korisnik ne zna kojim putem krenuti ili na kojoj stanici bi trebao ući ili izaći.

Informacija vozača autobusa – Vozač autobusa ili tramvaja bi trebao preko ovoga sustava znati ima li slijepu ili slabovidnu osobu na jednoj od idućih stanica, te u skladu s time se prilagoditi njihovim zahtjevima pri ulasku u vozilo.

Lakše kretanje unutar vozila – Ukoliko bi se slijepa ili slabovidna osoba lakše kretala unutar vozila, te nakon toga smjestila, vozač bi prije mogao nastaviti s vožnjom te bi vrijeme putovanja bilo približno isto kao i onda kada se ovaj sustav ne koristi.

Dodatni korisnički zahtjevi za svaki od ovih konceptualnih modela bi bili još precizniji kada bi slijepa i slabovidna osoba kroz duži period vremena te uz poseban trening i nadzor videće osobe koristile ova rješenja, te na taj način dala iz prve ruke svoje prijedloge i dojmove o svakom pojedinom modelu.

6. Prikaz modela pomoćnih tehnologija kroz analizirane konceptualne modele

Kada se govori o pomoćnim tehnologijama, prvenstveno se tu misli na sustave, opremu i uređaje koji su potrebni da bi se prevladali društveni, infrastrukturni i drugi problemi u životu slijepih ili slabovidnih osoba, te da se u što većoj mjeri uključe u ravnopravni društveni život. Cilj je pomoćne tehnologije premostiti probleme između postojeće infrastrukture koja je prilagođena osobama bez poteškoća, i potreba slijepih i slabovidnih osoba, odnosno osoba s invaliditetom u širem kontekstu.

Kao što se osobe bez invaliditeta razlikuju, tako se i osobe s invaliditetom razlikuju, prije svega u tipu invaliditeta i stupnju oštećenja, ali i u svojim vještinama, interesima i željama, kao i cjelokupnim vrijednostima. Zbog toga nam se nameće potreba za stvaranjem jednostavnog i odgovarajućeg okvira unutar kojih bi se potrebne pomoćne tehnologije razvijale. Osnovni ciljevi modelirajućeg okvira su:

- njegova primjena u bilo kojem sustavu pomoćnih tehnologija,
- osnova za klasifikacijski okvir pomoćnih tehnologija,
- određivanje temeljne strukture sustava pomoćnih tehnologija te da se može upotrijebiti u analizama kod specifikacije uređaja,
- pružiti okvir za razvoj novih pomoćnih tehnologija kako bi se zadovoljile potrebe krajnjih korisnika,
- osigurati podršku u procesu razvoja pomoćne tehnologije, s ciljem pružanja krajnjem korisniku i njegovom prihvaćanju rješenja i
- omogućavanje dubljeg uvida u funkcioniranje sustava pomoćne tehnologije u socijalnom kontekstu.

Često se ne mogu zadovoljiti svi ciljevi modelirajućeg okvira, i to zbog složenosti i specifičnosti situacija u realnom svijetu u kojem se nalazi krajnji korisnik. Zbog svega toga nameću se dva glavna pristupa:

- razvoj općeg modela za analize pojedinog uređaja ili tehnologije i
- udovoljavanje zahtjeva krajnjeg korisnika koristeći odgovarajuću pomoćnu tehnologiju i mjerenje rezultata korištenja te pomoćne tehnologije.

Metodologija kvalitete života usko je povezana s udovoljavanjem zahtjeva krajnjeg korisnika koristeći odgovarajuću pomoćnu tehnologiju. Istraživanja najveći fokus stavljaju na sami razvoj tehnologija, dok se o procjeni učinaka tih tehnologija ne piše gotovo ni malo. Procjena učinaka primjene pomoćnih tehnologija, kao i njihovo kvantificiranje zahtijeva promatranje pomoćne tehnologije i korisnika koji tu tehnologiju koriste, a to znači da je rješenje kojem je zadaća vođenje i usmjeravanje slijepih i slabovidnih osoba potrebno staviti u kontekst u kojem se koristi. Procjena učinkovitosti neke pomoćne tehnologije može se podijeliti u dvije kategorije: objektivna procjena (rezultati mjerenja, kao što su brzina svladavanja prepreka i sl.) i subjektivna procjena (zadovoljstvo korisnika samom tehnologijom koja se predlaže).

U projektu „*Istraživanje mogućnosti primjene koncepta IoT za poboljšanje kretanja slijepih i slabovidnih osoba prometnom mrežom*“ za ocjenu kvalitete života slijepih i slabovidnih osoba koristile su se slijedeće metode:

- Metoda ocjenjivanja odgovarajuće tehnologije i korisnika (MPT - *Matching Person and Technology*) i
- Metoda procjene individualne učinkovitosti pomoćne tehnologije (IPPA - *Individually Prioritised Problem Assessment*).

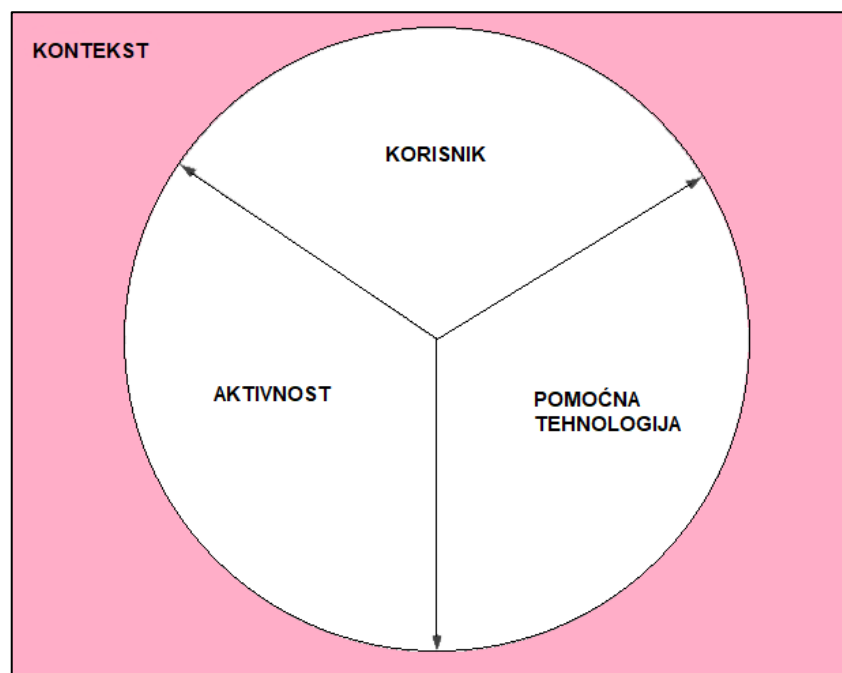
Metoda ocjenjivanja odgovarajuće tehnologije i korisnika određuje rezultat primjene odgovarajuće tehnologije na korisnika u određenom okruženju. Sastoji se od tri glavne komponente: korisnik, okolina i tehnologija.

Metoda procjene individualne učinkovitosti pomoćne tehnologije je metoda koja procjenjuje efikasnost primjene pomoćne tehnologije, i to tako da se odredi koliko su se smanjili problemi korisnika, i koliko su se uklonile prepreke koje je imao u svakodnevnom životu. Metoda procjene se temelji na identifikaciji sedam korisnikovih prepreka koje imao u svakodnevnom životu, a koje bi se mogle smanjiti korištenjem pomoćne tehnologije.

6.1. HAAT i CAT modeli

Postoje dva temeljna modela kada govorimo o sustavima pomoćnih tehnologija: HAAT i CAT. Definicija sustava pomoćne tehnologije omogućava korisniku izvršavanje aktivnosti u kontekstu socijalnog okruženja s mogućom pomoći neke od pomoćnih tehnologija. Ovaj model prema Cook-u i Husse-u je primjer razvoja opće strukture koja se koristi za analizu, sintezu i razvoj, ali isključuje spajanje uređaja i korisnika. Sustav HAAT (*Human Activity Assistive Technology*) modela sastoji se od četiri komponente koje su prikazane i slikom 15 [24]:

- Kontekst - čine socijalni okvir i okruženje u kojem pomoćna tehnologija i korisnik funkcioniraju,
- Korisnik - osoba koja se nalazi u centralnom dijelu modela,
- Aktivnosti - djelovanje koje korisnik izvršava i
- Pomoćna tehnologija - sustav koji služi kao pomoć pri svladavanju prepreka i barijera.

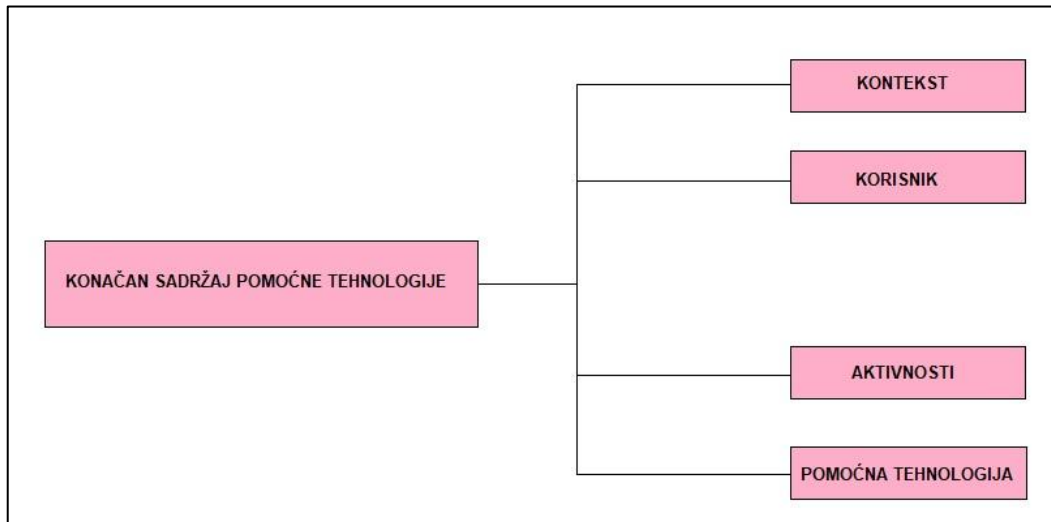


Slika 15. HAAT model

CAT (*Comprehensive Assistive Technology*) model pomoćne tehnologije je nastao iz HAAT modela, a struktura mu je u obliku drveta s ograničenim brojem varijabli [24]. Otkrivanje nedostataka u primjeni pomoćne tehnologije je cilj ovog modela. Također se sastoji od četiri glavne komponente:

- Kontekst - okolina u kojoj se koristi pomoćna tehnologija,

- Korisnik - osoba koja se nalazi u centralnom dijelu sustava,
- Aktivnosti - skup aktivnosti koje se planiraju koristiti i
- Pomoćna tehnologija - koja se pomoćna tehnologija koristiti.

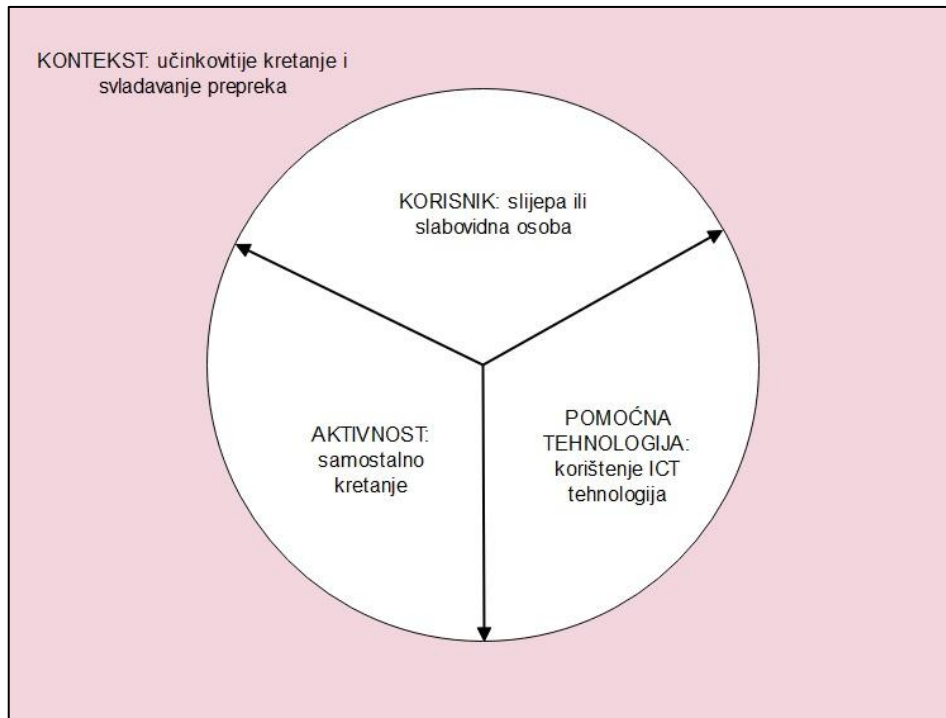


Slika 16. CAT model

Navedene komponente ovog modela se mogu, ovisno o potrebi granati na grane iduće razine, što omogućuje kontroliranje složenosti modela. Moguće je učiniti model preciznijim jednostavnim dodavanjem novih grana koje su za neki konkretni model nužne. Rezultat ovog modela je razvoj tehnologija u onim područjima u kojima trenutno nema standardnih rješenja, ili samo unaprjeđenje postojećih sustava kako bi korisnik imao više mogućnosti i opcija.

6.2. Sustav za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo

Prilikom izrade modela jedan od važnijih pojmova predstavlja upravo pomoćna tehnologija, sve s ciljem da se podigne kvaliteta života kod slijepih i slabovidnih osoba. Glavni cilj pomoćne tehnologije jest uskladiti zahtjeve slijepih ili slabovidnih osoba sa postojećom strukturom. Kod sustava za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo model se može prikazati kao na slici 17, odnosno HAAT modelom.



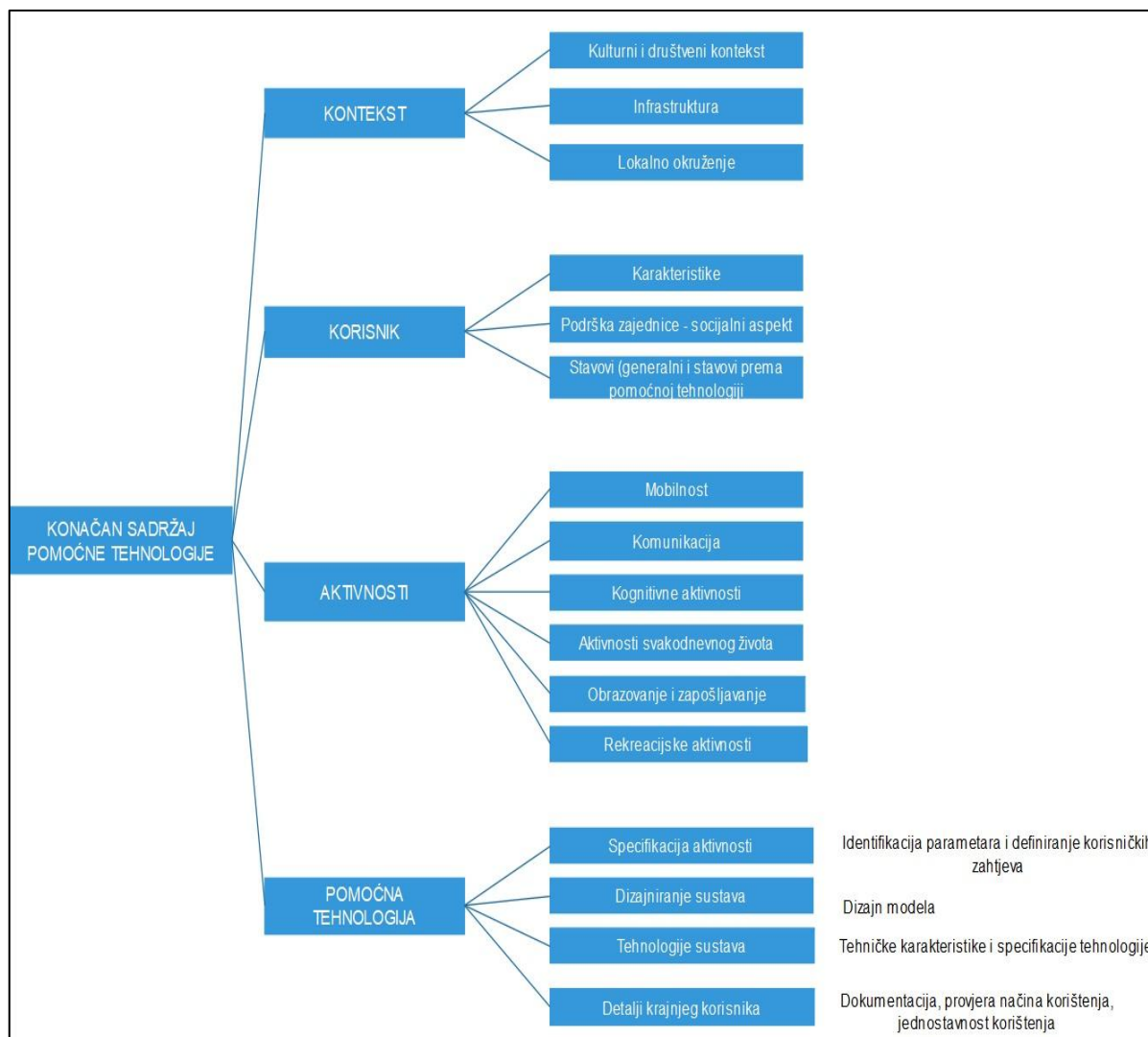
Slika 17. Prikaz modela za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo primjenom HAAT modela

Kontekst - predstavlja okruženje u kojem se slijepa ili slabovidna osoba nalazi, i u tom okruženju bi pomoćna tehnologija trebala vršiti svoju zadaću. U primjeru sustava za navigaciju putem kamere kontekst predstavlja prometna mreža kojom se korisnik kreće. Također kontekst predstavlja okruženje prometne mreže i njegova prilagođenost slijepim i slabovidnim osobama u obliku infrastrukture, ali i postavljanjem „kontrolnih točaka“ pomoću kojih bi ovaj sustav puno lakše odredio preciznu lokaciju slijepa ili slabovidne osobe.

Korisnik - predstavlja slijepu ili slabovidnu osobu koja se nalazi kao centar ovoga sustava. Ovdje se korisnika može promatrati sa više aspekata, odnosno razina pristupa, pa tako možemo promatrati njegove fizičke osobine poput snage, koordinacije, ravnoteže i sl., ali i kroz njegovu mogućnost držanja koncentracije i sposobnosti rješavanja zadataka.

Aktivnost - ova komponenta predstavlja cilj koji korisnik želi postići, u ovom slučaju je to samostalno kretanje i dolazak do cilja putovanja.

Pomoćna tehnologija - predstavlja rješenje koje se koristi. U ovom sustavu je to primjena mobilnog terminalnog uređaja, njegove kamere i procesora koji obrađuje prethodno dobivene fotografije i uspoređuje ih.



Slika 18. Detaljni primjer sustava primjenom CAT modela

Ovaj sustav se osim HAAT modelom može prikazati i CAT modelom, koji je uostalom i izašao iz glavnih okvira HAAT modela. On ima strukturu drveta sa ograničenim brojem varijabli, kao što je prethodno opisano.

6.3. UltraCane

Na temelju opisanih modela pomoćnih tehnologija može se prikazati svako konceptualno rješenje. Tako i pomagalo *UltraCane* se može prikazati pomoću modela pomoćnih tehnologija, odnosno HAAT modelom:

Kontekst - odnosno okruženje u kojem se slijepa ili slabovidna osoba nalazi, jest prometna mreža, kao i elementi prometne mreže, odnosno u ovom primjeru prometno raskrižje i pristupne pješačke zone, koje bi trebale biti što više prilagođene upravo slijepim i slabovidnim osobama

Korisnik - u ovom slučaju korisnik je slijepa ili slabovidna osoba koja je već ovladala tehnikom kretanja uz pomoć štapa te ima osobine senzornog inputa, moć procesiranja informacija te sposobnost motoričkog outputa. Budući da je korisnik u središtu modela pomoćne tehnologije, *UltraCane* štap je dizajniran prema korisničkim zahtjevima i potrebama.

Aktivnost - predstavlja samostalno kretanje od početne do željene točke, uz uspješno svladavanje prepreka i barijera na putu kretanja.

Pomoćna tehnologija - označava sami *UltraCane* štap koji se koristi za svladavanje prepreka i barijera. Ova pomoćna tehnologija se temelji na tehnici kretanja pomoću štapa, uz dodatak ultrazvučnih senzora koji detektiraju prepreke i vibrirajućih tipki koje se nalaze ergonomski raspoređene na hvatištu štapa i služe kao način informiranja slijepa ili slabovidne osobe.

Model se također može prikazati kroz primjenu CAT modela, tj. primjenom detaljnijeg opisa pomoćne tehnologije. Kada se govori o specifikaciji aktivnosti, prvenstveno se misli na detaljno definiranje korisničkih zahtjeva i specifikacije određenih zadataka. Te zadatke je potrebno rastaviti na više manjih zadataka koje bi ova pomoćna tehnologija trebala izvršiti. Definiranje korisničkih zahtjeva uključuje specifikacije fizičkih, senzornih i kognitivnih potreba koje zahtjeva krajnji korisnik, kao što je slijedenje određenih uputa. U pravilu što je manje korisničkih zahtjeva i što su oni lakši, šira je skupina ljudi koji mogu koristiti pomoćnu tehnologiju. Dizajn sustava podrazumijeva sami dizajn određenog modela, kao i odabir tehnologija koje se koriste. U ovom sustavu tehnologije koje se koriste su ultrazvučni valovi, dok dizajn modela nije usmjeren na užu skupinu ljudi, već je model prilagođen i uglavnom prihvatljiv za gotovo sve slijepa i slabovidne osobe koje nemaju neki drugi oblik invaliditeta. Tehnologija sustava podrazumijeva tehničke karakteristike i specifikacije tehnologije. Na taj način se odmah određuje tko može koristiti sustav i za koga je ovaj sustav namijenjen. Detalji krajnjeg korisnika je jedna od najbitnijih kategorija u CAT modelu prikazivanja sustava. U ovoj kategoriji se testira lakoća i jednostavnost korištenja *UltraCane* štapa te se specificira potrebna edukacija za korištenje sustava. U ovom sustavu potrebno je da slijepa ili slabovidna osoba ovladala klizajućom tehnikom kretanja pomoću štapa. Nakon toga se vrši eksperimentalna provjera te naposljetku se izrađuje kompletna dokumentacija sustava.

6.4. Electronic Travel Aid

Baš kao i prethodna konceptualna rješenja, tako i koncept *Electronic Travel Aid* se može detaljnije prikazati modelom pomoćnih tehnologija. Prikazane pomoću HAAT modela, komponente *Electronic Travel Aida* izgledaju:

Kontekst - fizičko okruženje u kojem se slijepa ili slabovidna osoba nalazi, odnosno prometna mreža, elementi prometne mreže i sama infrastruktura prometne mreže bi se trebala prilagoditi slijepim i slabovidnim osobama. U ovom slučaju neprilagođena infrastruktura u vidu stepenica, nogostupa i sl. mogu predstavljati problem u korištenju *Electronic Travel Aida*, budući da različite neravnine na prometnom putu mogu stvarati prepreku kotačima koji se nalaze u sklopu ovog modela.

Korisnik - slijepa ili slabovidna osoba koja nema neki drugi oblik invaliditeta te ima sposobnost procesiranja informacija koje dobiva putem taktilne površine koja se nalazi na hvatištu ručke te motoričnost za samostalno kretanje.

Aktivnost - samostalno kretanje od početne do željene točke, uz uspješno svladavanje prepreka i barijera na putu kretanja

Pomoćna tehnologija - sustav *Electronic Travel Aida*, koji pomaže u detektiranju i svladavanju prepreka i barijera. On koristi kotače sa elektromagnetskim kočnicama koje se aktiviraju u slučaju prepreke, dok je za detekciju prepreka zaduženo sedam ultrazvučnih senzora koji su pravilno raspoređeni kako bi što preciznije detektirali poziciju same prepreke i preko vibrotaktilne površine prenijeli slijepoj ili slabovidnoj osobi tu informaciju.

Primjenom CAT modela može se vidjeti definirani cilj, odnosno specifikaciju aktivnosti. Kroz ovaj element se identificiraju relevantni parametri vođenja i usmjeravanja korisnika, ali i definiranje korisničkih zahtjeva. Pod dizajn sustava spada odabir tehnologije, gdje je odabrana tehnologija ultrazvučnih valova, kao i elektromagnetskih kočnica, dok je kod dizajniranja modela se vodilo računa o mogućem unaprjeđenju samog dizajna glede smanjenja dimenzija i težine same pomoćne tehnologije, radi lakše prenosivosti. U tehnologiji samog sustava se iščitavaju tehničke karakteristike i specifikacije same korištene tehnologije. U posljednjoj grani se revidiraju detalji krajnjeg korisnika, te se u eksperimentalnoj provjeri testira lakoća korištenja *Electronic Travel Aida*. Nisu potrebne vještine

kretanja pomoću štapa za ovu pomoćnu tehnologiju, stoga nije potrebna ni dodatna edukacija za korištenje.

6.5. Interaktivni sustav javnog prijevoza za slijepu i slabovidnu osobu

Modelima pomoćnih tehnologija se može prikazati svako konceptualno rješenje, pa tako i interaktivni sustav javnog prijevoza. Tako ovaj koncept može biti prikazan HAAT modelom pomoćnih tehnologija:

Kontekst - U ovom primjeru interaktivnog sustava javnog prijevoza za slijepu i slabovidnu osobu kontekst predstavlja okruženje javnog gradskog putničkog prijevoza, te bi u njemu ova pomoćna tehnologija trebala obavljati svoju zadaću na funkcionalan način. Također, ovdje ulogu igra i razvijenost samog mreže javnog gradskog prijevoza, odnosno infrastruktura koja bi trebala biti prilagođena slijepim i slabovidnim osobama.

Korisnik - predstavlja slijepu ili slabovidnu osobu kojoj je potrebna pomoć pri kretanju do željene točke.

Aktivnost - odnosno cilj koji korisnik želi postići. U ovom slučaju je to sigurno i samostalno doći od početne do željene točke, odnosno od početne autobusne ili tramvajske stanice do odredišne stanice.

Pomoćna tehnologija - vanjska pomoć koja se koristi za lakše kretanje. U ovom modelu, koristi se NFC tehnologija, Bluetooth tehnologija, 2.4 GHz bežična mreža te mikrokontroler.

Detaljniji opis pomoćne tehnologije i u ovom konceptu može biti prikazan CAT modelom. Istraživane su karakteristike slijepu ili slabovidnu osobu s aspekta svakodnevnih potreba prilikom kretanja javnim gradskim putničkim prijevozom, a to pripada kretanje definiranim okruženjem.

6.6. BlindNavi aplikativno rješenje

Kao i kod prethodnih rješenja, tako i komponente *BlindNavi* aplikativnog rješenja mogu biti prikazane modelom pomoćnih tehnologija. Stoga *BlindNavi* aplikativno rješenje izgleda ovako, prikazan HAAT modelom:

Kontekst - prometna mreža u kojoj se korisnik nalazi i kreće. Također, okruženje prometne mreže predstavlja i postavljeni *Beacon* uređaji širom prostora gdje bi korisnik se kretao i koristio aplikaciju.

Korisnik – sama slijepa ili slabovidna osoba, ali u ovom slučaju kao osoba koja je korisnik aplikacije, što znači da je ovladala sposobnosti rukovanja mobilnim terminalnim uređajem, kao i samom aplikacijom.

Aktivnost – što samostalnije kretanje i dolazak do željenog cilja.

Pomoćna tehnologija – primjena mobilnog terminalnog uređaja, njegovog GPS-a, Bluetootha kao i žiroskopa koji služe za potrebe navođenja.

7. Perspektive razvoja ICT baziranih usluga za povećanje mobilnosti korisnika

Europska Unija je razvila istraživački program pod nazivom Obzor 2020. (*Horizon 2020.*), te je izdala okvirni program za istraživanje i inovacije. U njemu spominju informacijsku i komunikacijsku tehnologiju kao glavni temelj za razvoj novih usluga, te se do 2020. planira izdvojiti i preko 13 milijardi eura u tom sektoru [25]. Također Europska komisija kao jedan od glavnih izazova tog programa navodi i definiranje novih tehnologija u prometu ljudi. Razvojem IoT i njegovim procvatom može se lako doći do zaključka da će u bliskoj budućnosti i ICT usluge doživjeti svoj razvoj i procvat. Transportna industrija će se u budućnosti orijentirati na upotrebu pametnih uređaja kao rješenja za promet, povećanje sigurnosti i veću učinkovitost i pouzdanost.

Jedno od budućih rješenja za promet, a koje je primjenjivo i na slijepu i slabovidne osobe, jest koncept autonomnog vozila. Mnoštvo velikih tvrtki je prepoznalo potencijal u ovoj grani ICT industrije, kao što je *Google, Uber, Tesla*, ali i mnogi drugi. Sve više je na prometnicama testnih autonomnih vozila, pa je za očekivati da će i oni kroz nekoliko godina izaći iz forme koncepta i krenuti u serijsku proizvodnju. Znanstvenici iz MIT instituta su razvili autonomno vozilo koje je sposobno voziti po cestama koje nisu označene na GPS mapama, i koje nisu označene prometnim znakovima [26]. Ono se oslanja na svoje senzore uz podatke sa GPS-a, te uz pomoć umjetne inteligencije prepoznaje putanju i stanje prometnice na više od 30 metara. Razvoj takvih vozila će značajno utjecati na mobilnost slijepih i slabovidnih osoba. Za očekivati je da će u bliskoj budućnosti slijepa ili slabovidna osoba biti u stanju putovati autonomnim vozilom na međugradskim relacijama bez pomoći videće osobe.

Također, razvojem umjetne inteligencije došlo se do stupnja da računala mogu gotovo kao i čovjek prepoznati slova, fizičke objekte ili ljude i njihova lica. U posljednje vrijeme to je rezultiralo pojavom i razvojem novih virtualnih pomoćnika, kao što je npr. Appleov Siri, *Google Assistant* ili *Amazon Alexa*. *Google* je također prije nekoliko godina povezo sve te elemente i izašao na tržište sa tzv. pametnim naočalama, odnosno sa *Google Glass* sustavom. Razvoj ovakvih naglavni uređaja može puno doprinijeti u povećanju kvalitete života slijepih i slabovidnih osoba, kao i u

njihovoj samoj mobilnosti. Budući da je ovakav sustav preko Bluetooth tehnologije povezan s mobilnim terminalnim uređajem koji ima pristup internetu i koji ima mogućnost precizne lokacije putem GPS-a, u bliskoj budućnosti postoji vjerojatnost da će slijepi i slabovidne osobe biti locirane i usmjeravane putem računala i umjetne inteligencije.

8. Zaključak

Razvoj novih tehnologija polako, ali sigurno utječe na naš svakodnevni život i to u svim njegovim aspektima. Međutim, još uvijek ima neznatan utjecaj na skupinu ljudi kojima je možda i najpotrebnije, to su osobe s invaliditetom, a u tu skupinu pripadaju i slijepe i slabovidne osobe. Njihovo kretanje je također vrlo ograničeno, pogotovo ono u prometnoj mreži. Stoga pomoćne tehnologije imaju za cilj povećati mobilnost slijepih i slabovidnih osoba te i samim time im poboljšati kvalitetu života.

Navigacija prometnom mrežom postaje sve aktivnije područje istraživanja, pa tako i ona koja su usmjerena na slijepe i slabovidne osobe. Razvojem takovih sustava smanjit će se poteškoće u kretanju slijepih i slabovidnih osoba. Analizom rješenja koja su se počela pojavljivati zadnjih nekoliko godina, kao i onih postojećih otvaraju se mnoge mogućnosti za razvoj, ali i za sagledavanje problema s kojima se slijepe i slabovidne osobe susreću u svakodnevici. Konceptualna rješenja koja su prikazana možda neće trajno riješiti problem navigacije slijepih i slabovidnih osoba, ali će im sigurno dati veću sigurnost pri kretanju. Veliki broj raznovrsnih konceptualnih rješenja zasigurno budi nadu za daljnji razvoj u ovom sektora. Informacijsko-komunikacijske tehnologije imaju veliki potencijal kako bi u budućnosti povećali mobilnost slijepih i slabovidnih osoba. Tu veliku ulogu ima i Europska Unija, ali i ostale krovne organizacije, koje bi trebale potaknuti daljnji razvoj na način da pruže prijeko potrebnu financijsku pomoć. Dodatnu nadu budi i napredak računalnih sustava, pogotovo u mobilnim terminalnim uređajima, koji omogućavaju primjenu novih ideja i rješenja u životu osoba s invaliditetom.

Literatura

- [1] Peraković D, Periša M. Prometno okruženje osoba s invaliditetom, separati s predavanja. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2016.
- [2] Narodne novine. Zakon o hrvatskom registru o osobama s invaliditetom, Zagreb br. 64/01
- [3] World Health Organization. International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps, Geneva, 1980.
- [4] Savez slijepih. Preuzeto sa: <https://www.savez-slijepih.hr/hr/kategorija/ostecenje-vida-3/> [Pristupljeno: siječanj 2018.]
- [5] Benjak T. Izvješće o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj. Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo; 2017.
- [6] Fakultet prometnih znanosti. Istraživanje mogućnosti primjene koncepta IoT za poboljšanje sigurnosti kretanja slijepih i slabovidnih osoba prometnom mrežom, projekt. Zagreb, 2015.
- [7] Bošnjak I, Badanjak D. Osnove prometnog inženjerstva. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2005.
- [8] Zovko G. Peripatologija 1. Zagreb: Školske novine; 1994.
- [9] Periša M. Dinamičko vođenje i usmjeravanje slijepih i slabovidnih osoba u prometu, doktorski rad. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2013.
- [10] Mršić V. Orijentacija i mobilitet u Hrvatskoj. Zagreb: Hrvatska udruga za školovanje pasa vodiča i mobilitet; 1995.
- [11] Muštra M. Satelitski pozicijski i navigacijski sustavi. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2016.
- [12] Vojković G. Galileo GNSS Incoming Future. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2015.
- [13] Finkenzeller K. RFID Handbook, 3rd Edition. Wiley; John Wiley & Sons, 2010.
- [14] CNRFID. Preuzeto sa: <http://www.centrenational-rfid.com/rfid-frequency-ranges-article-16-gb-ruid-202.html> [Pristupljeno: veljača 2018.]
- [15] Vuković M. RFID osnove-II. Zagreb: 1. RFID conference; 2014.

- [16] NFC Forum. Preuzeto sa: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/what-it-does/>
[Pristupljeno: lipanj 2018.]
- [17]] CARNet. Preuzeto sa:
<https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2009-11-281.pdf>
[Pristupljeno: lipanj 2018.]
- [18] Liu H, Darabi H, Banerjee P, Liu J. Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 2007;37(6): 1074-1076.
- [19] Treuillet S, Royer E, Chateau T, Dhome M, Lavest J: Body Mounted Vision System for Visually Impaired Outdoor and Indoor Wayfinding Assistance. Aubiere: CVHI; 2007
- [20] UltraCane. Preuzeto sa: https://www.ultracane.com/about_the_ultracane
[Pristupljeno: travanj 2018.]
- [21] Hersh M. A, Johnson M. A. Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People. Glasgow: Springer; 2008.
- [22] Jeong G, Yu K. Multi-Section Sensing and Vibrotactile Perception for Walking Guide of Visually Impaired Person. Sensors. 2016;16: 1-19.
- [23] Santos E. A. B. Design of an interactive system for city bus transport and visually impaired people Using wireless communication, smartphone and embedded system. Recife: POLI; 2015.
- [24] Peraković D, Periša M. Modeli sustava pomoćnih tehnologija u prometnom okruženju, separati s predavanja. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2016.
- [25] Horizon 2020. Preuzeto sa:
https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_HR_KI_0213413HRN.pdf [Pristupljeno: lipanj 2018.]
- [26] MIT News. Preuzeto sa: <http://news.mit.edu/2018/self-driving-cars-for-country-roads-mit-csail-0507> [Pristupljeno: lipanj 2018.]
- [27] Berger A, Volakova A, Maly F, Poulouva P. Google Glass Used as Assistive Technology Its Utilization for Blind and Visually Impaired People. Hradec Kralove: Faculty of Informatics and Management; 2017.

[28] Benjamin J. M, Ali N. A, Schepis A. F. A laser cane for the blind. San Diego: Biomedical Symposium, 1973;12, 1-21.

[29] CHI 2015. Preuzeto sa:

<http://140.119.115.26/bitstream/140.119/74356/1/407291.pdf> [Pristupljeno: rujan 2018.]

Popis kratica

BLE	- <i>Bluetooth Low Energy</i>
BMOD	- <i>Bus Module</i>
BSTM	- <i>Bus Stop Module</i>
CAT	- <i>Comprehensive Assistive Technology</i>
CPU	- <i>Central Processing Unit</i>
DGPS	- <i>Differential Global Positioning Systems</i>
GLONAS	- <i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	- <i>Global Positioning System</i>
HAAT	- <i>Human Activity Assistive Technology</i>
HF	- <i>High Frequency</i>
ICT	- <i>Information and Communication Technology</i>
IK	- <i>Informacijsko-komunikacijska</i>
IoT	- <i>Internet of Things</i>
IPPA	- <i>Individually Prioritised Problem Assessment</i>
LF HF	- <i>Low Frequency</i>
MIT	- <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MPT	- <i>Matching Person and Technology</i>
NFC	- <i>Near Field Communication</i>
RFID	- <i>Radio-frequency Identification</i>
UHF	- <i>Ultra High Frequency</i>
UMOD	- <i>User Module</i>
Wi-Fi	- <i>Wireless Fidelity</i>
WLAN	- <i>Wireless Local Area Network</i>

Popis slika

Slika 1. Klasifikacija pješaka

Slika 2. Domet RFID sustava [15]

Slika 3. Usporedba dviju fotografija i usporedba prepoznatih elemenata

Slika 4. Prikaz korištenja *UltraCane* štapa sekvencijalnim dijagramom

Slika 5. Domet ultrazvučnih senzora *UltraCane* štapa

Slika 6. Princip rada *Electronic Travel Aida*

Slika 7. Područje detekcije ultrazvučnog senzora

Slika 8. Podjela područja detekcije

Slika 9. Područje detekcije i raspored ultrazvučnih senzora

Slika 10. Prikaz komunikacijskih modula sustava

Slika 11. Shema korisničkog modula

Slika 12. Komunikacija između korisničkog i modula autobusne stanice

Slika 13. Komunikacija između modula autobusa i modula autobusne stanice

Slika 14. HAAT model

Slika 15. CAT model

Slika 16. Prikaz modela za navigaciju putem kamere prikvačene na tijelo primjenom HAAT modela

Slika 17. Detaljni primjer sustava primjenom CAT modela

Popis grafikona

Grafikon 1. Rezultat dijela ankete provedene u svrhu projekta: Istraživanje mogućnosti primjene koncepta IoT za poboljšanje kretanja slijepih i slabovidnih osoba prometnom mrežom [6]

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz broja osoba s invaliditetom prema spolu, županijama i dobnim skupinama

Tablica 2. Usporedba konceptualnih rješenja

Tablica 3. Prednosti i nedostaci modela