

Analiza mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za kretanje osoba s invaliditetom urbanim sredinama

Kuliš, Mladen

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:083948>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-30**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mladen Kuliš

**ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMJENE POMOĆNIH
TEHNOLOGIJA ZA KRETANJE OSOBA S INVALIDITETOM
URBANIM SREDINAMA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2023.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMJENE POMOĆNIH
TEHNOLOGIJA ZA KRETANJE OSOBA S INVALIDITETOM
URBANIM SREDINAMA**

**ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF APPLYING
ASSISTIVE TECHNOLOGIES FOR THE MOVEMENT OF
PERSONS WITH DISABILITIES IN URBAN ENVIRONMENT'S**

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

Student: Mladen Kuliš

JMBAG: 0135231623

Zagreb, travanj 2023.

Zagreb, 19. travnja 2022.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6940

Pristupnik: **Mladen Kuliš (0135231623)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Analiza mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za kretanje osoba s invaliditetom urbanim sredinama**

Opis zadatka:

U radu je potrebno istražiti postojeća rješenja i usluge u svrhu pružanja informacija osobama s invaliditetom prilikom kretanja urbanim sredinama. Na temelju utvrđenih prednosti i nedostataka potrebno je predložiti funkcionalnosti usluge za informiranje osoba s invaliditetom o turističkim atrakcijama u urbanim sredinama.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:



Izv. prof. dr. sc. Marko Periša

ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMJENE POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA KRETANJE OSOBA S INVALIDITETOM URBANIM SREDINAMA

SAŽETAK

Pomoćna tehnologija označava zajednički pojam za sve pomoćne proizvode i tehnologije koje koristeći senzore i bežične komunikacijske tehnologije omogućavaju korisnicima lakše svakodnevno funkcioniranje te pomoć pri obavljanju zadaća. Povezani sustavi omogućavaju korisnicima lakši pristup potrebnim informacijama, posebice informacije koje su im potrebne za snalaženje u prostoru i navigiranje u urbanim sredinama. Budući da je osobama s invaliditetom potrebna dodatna pomoć prilikom turističkih obilazaka grada, u ovom diplomskom radu naveden je primjer pomoćne tehnologije koja bi im koristeći bežične komunikacijske tehnologije trebala olakšati pristup informacijama vezanim za turistički sadržaj.

Ključne riječi: pomoćna tehnologija, bežična komunikacijska tehnologija, osobe s invaliditetom, turizam

SUMMARY

Assistive technology represents a common term for all assistive products and technologies that, using sensors and wireless communication technologies, enable users an easier daily function and helps them with tasks performances. Connected systems allow users easier access to the necessary information, especially the location and navigation information they need in urban environments. Due to the fact that people with disabilities need additional assistance during tourist tours of the city, this thesis presents an example of assistive technology that, using wireless communication technologies, should ease their access to tourist content related information.

Keywords: assistive technology, wireless communication technology, people with disabilities, tourism

Tablica sadržaja

1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O POMOĆNIM TEHNOLOGIJAMA	3
2.1 Korisnici pomoćnih tehnologija	3
2.1.1 Osobe s invaliditetom.....	4
2.1.1.1 Tjelesna oštećenja.....	4
2.1.1.2 Intelektualna oštećenja	5
2.1.1.3 Mentalna oštećenja.....	6
2.1.1.4 Poremećaji autističnog spektra	6
2.1.2 Osobe bez invaliditeta	6
2.2 Univerzalni dizajn	7
3. BEŽIČNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE	9
3.1 Mobilni komunikacijski sustavi	9
3.2 <i>Automatic Identification and Data Capture</i>	11
3.2.1 Bar kod tehnologija	14
3.2.2 <i>Radio frequency identification</i> tehnologija.....	16
3.2.3 <i>Near field communication</i> tehnologija	17
3.3 <i>Bluetooth</i> tehnologija	20
3.4 Globalni navigacijski satelitski sustavi	22
3.4.1 <i>Global Positioning System</i>	22
3.4.2 GLONASS.....	25
3.4.3 GALILEO.....	26
4. PRIKAZ RAZVIJENIH POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA POMOĆ PRI KRETANJU KORISNIKA.....	28
4.1 Razvijene pomoćne tehnologije za osobe s tjelesnim oštećenjima	28
4.1.1 Pametni štap.....	29
4.1.2 <i>Eye Substitution</i>	30
4.1.3 FAV&GPS	31
4.1.4 TED.....	33
4.1.5 <i>CASBlip</i>	34
4.1.6 <i>LowCost Nav</i>	35
4.2 Razvijene pomoćne tehnologije za osobe s intelektualnim i mentalnim oštećenjima.....	35
4.2.1 Ručna računala.....	36
4.2.2 Nosiva tehnologija.....	36

4.2.3	Prijenosni mobilni uređaji	37
5.	PRIKAZ RAZVIJENIH POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA INFORMIRANJE KORISNIKA U TURIZMU	39
5.1	<i>Antenna international</i>	39
5.2	<i>MOVITECH</i>	40
5.3	<i>Nubart</i>	41
5.4	<i>BLE-ITS</i>	41
6.	PRIJEDLOG SUSTAVA ZA INFORMIRANJE OSOBA S INVALIDITETOM O TURISTIČKIM ATRAKCIJAMA U URBANOJ SREDINI.....	44
6.1	HAAT Model	44
6.2	CAT Model	46
6.3	Prijedlog funkcionalnosti usluge informiranja korisnika u turizmu	48
6.4	Konceptualno rješenje sustava.....	49
6.5	Načela univerzalnog dizajna.....	50
7.	ZAKLJUČAK.....	52
	POPIS LITERATURE.....	53
	POPIS SLIKA.....	58

1. UVOD

Svakodnevne situacije u kojima se većina ljudi u svijetu osjeća prirodno i komotno, često predstavljaju problem za osobe s invaliditetom. S obzirom na to da je osobama s invaliditetom često otežano snalaženje u prostoru, a posebice kretanje naseljenim i urbanim sredinama, stvorila se potreba za razvojem pomoćnih tehnologija. Budući da se potiče osobe s invaliditetom da se što više uključe u društveni život pronalaskom posla, društva, sportskih i drugih aktivnosti, pomoćne tehnologije predstavljaju ključni korak u olakšavanju obavljanja tih navedenih aktivnosti. Pomoćne tehnologije imaju mogućnost osobama s invaliditetom prenijeti veliku količinu informacija koje su im potrebne za što lakše funkcioniranje u društvu te im pomoći prilikom obavljanja određenih zadaća. Glavna zadaća svih pomoćnih tehnologija je olakšati život osobama s invaliditetom, podići razinu kvalitete života te inicirati njihovo uključivanje u društvo.

Budući da je kretanje urbanim sredinama osobama s invaliditetom potreba, često nailaze na prepreke iz razloga što okolina nije prilagođena njihovim uvjetima. Najugroženija skupina osoba s invaliditetom su osobe s oštećenjem vida, odnosno slijepe i slabovidne osobe. Razvijene su brojne pomoćne tehnologije kako bi se olakšalo kretanje urbanim sredinama osobama s oštećenjem vida međutim velika većina njih ima neku manu koja na kraju korisnike ograničava u korištenju. Isto tako, vrlo važan čimbenik ljudskih života u današnje vrijeme je i turizam. Do sad su razvijene određene pomoćne tehnologije koje korisnicima pružaju informacije i upute potrebne za snalaženje u nepoznatom okruženju, ali većinom u zatvorenim objektima. Kao rezultat toga u ovom diplomskom radu predložen je sustav za informiranje korisnika prilikom kretanja Gradom Zagrebom. Sustav je opremljen bežičnim komunikacijskim tehnologijama te audio vodičem koji bi korisnicima trebao prenositi informacije u točno određenom trenutku kada se korisnici nalaze u neposrednoj blizini određene znamenitosti ili kulturne baštine.

Cilj diplomskog rada je analizirati postojeće pomoćne tehnologije koje su dostupne korisnicima te prikazati načine i metode rada tih sustava. Glavna svrha diplomskog rada je dati prijedlog pomoćne tehnologije koja nudi mogućnosti informiranja osoba s invaliditetom prilikom kretanja u Gradu Zagrebu te također predložiti njene osnovne i dodatne funkcionalnosti razvijene na temelju analiziranih utvrđenih prednosti i nedostataka postojećih sustava.

Diplomski rad sastoji se od 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Općenito o pomoćnim tehnologijama
3. Bežične komunikacijske tehnologije
4. Prikaz razvijenih pomoćnih tehnologija za pomoć pri kretanju korisnika
5. Prikaz razvijenih pomoćnih tehnologija za informiranje korisnika u turizmu
6. Prijedlog sustava za informiranje osoba s invaliditetom o turističkim atrakcijama u urbanoj sredini
7. Zaključak

U uvodnom dijelu rada predstavljen je predmet, cilj i svrha rada. Isto tako, prikazana je slika na čemu se rad temelji. U drugom poglavlju, *Općenito o pomoćnim tehnologijama*, prikazane su temeljne definicije pojmova vezanih uz pomoćne tehnologije, navedeni su tipovi korisnika pomoćnih tehnologija, vrste oštećenja koje definiraju osobe s invaliditetom te definiranje pojma univerzalnog dizajna.

Treće poglavlje, *Bežične komunikacijske tehnologije*, prikazuje vrste bežičnih komunikacijskih tehnologija koje su najčešće primjenjive u sustavima pomoćnih tehnologija. Prikazane tehnologije služe za prikupljanje, obradu i prijenos informacija do korisnika u svrhu informiranja i navigiranja.

Četvrto poglavlje, *Prikaz razvijenih pomoćnih tehnologija za pomoć pri kretanju korisnika*, donosi pregled dosadašnjih razvijenih pomoćnih tehnologija za snalaženje korisnika u urbanim sredinama, načine prikupa i prijenosa informacija do korisnika te načine na koje su navedene tehnologije utjecale na život korisnika. Tehnologije su prikazane uz podjelu prema vrsti oštećenja s kojima korisnici žive.

Peto poglavlje, *Prikaz razvijenih pomoćnih tehnologija za informiranje korisnika u turizmu*, također donosi pregled dosadašnjih razvijenih pomoćnih tehnologija, međutim u turizmu. Prikazani su sustavi koji prikupljaju podatke te ih prenose korisnicima na način njima razumljiv.

Šesto poglavlje, *Prijedlog sustava za informiranje osoba s invaliditetom o turističkim atrakcijama u urbanoj sredini*, donosi prijedlog sustava koji bi korisnicima omogućavao lakši pristup informacijama vezanim za turističke atrakcije i znamenitosti prilikom kretanja Gradom Zagrebom.

2. OPĆENITO O POMOĆNIM TEHNOLOGIJAMA

Pomoćna tehnologija je zajednički pojam za sve proizvode i tehnologije koje nude neku vrstu pomoći i olakšanja korisnicima te za njihove povezane sustave i usluge. Pomoćna tehnologija je od fundamentalne važnosti za osobe s privremenim ili trajnim funkcionalnim poteškoćama budući da olakšava i poboljšava njihovu sposobnost svakodnevnog funkcioniranja te omogućuje i pospješuje njihovo uključivanje i sudjelovanje u svim domenama života. Pomoćne proizvode može se razlikovati na fizička pomagala kao što su invalidska kolica, naočale za vid, slušna pomagala, proteze, sprave za hodanje, itd. ili mogu biti digitalni pa pojavljuju se u obliku softvera i aplikacija koje između ostalog podržavaju međuljudsku komunikaciju, pristup informacijama, svakodnevno upravljanje vremenom, rehabilitacijom ili obrazovanjem.

Pomoćne tehnologije se isto tako prema nazivu na engleskom jeziku (engl. *Assistive technologies*) mogu nazivati i asistitivne tehnologije. Definicije pomoćne tehnologije i pomoćnih proizvoda uvelike se razlikuju ovisno o njihovoj namjeni i opsegu, [1].

Svjetska zdravstvena organizacija (engl. *World Health Organization – WHO*) definira pomoćne tehnologije kao primjenu organiziranog znanja i vještina koji su povezani s pomoćnim proizvodima, uključujući sustave i usluge. Pomoćna tehnologija spada u podskup zdravstvene tehnologije dok pomoćni proizvod predstavlja svaki vanjski proizvod (uključujući uređaje, opremu, instrumente ili softver) koji su posebno proizvedeni ili općenito dostupni, a čija je primarna svrha održati ili poboljšati funkcioniranje i neovisnost pojedinca, [2].

Međunarodna organizacija za standardizaciju (engl. *International Organization for Standardization, ISO*) smatra kako je pomoćni proizvod bilo koji proizvod (uključujući uređaje, opremu, instrumente i softver) posebno proizveden ili općenito dostupan koji koriste osobe s invaliditetom ili se koristi u svrhu olakšavanja njihovog sudjelovanja u svakodnevnom životu. Proizvodi se mogu koristiti za njihovu zaštitu, podršku, treniranje, mjerenje ili zamjenu za određene tjelesne funkcije/strukture i aktivnosti te za sprječavanje ozljeda, ograničenja pojedinih aktivnosti ili ograničenja sudjelovanja, [3].

2.1 Korisnici pomoćnih tehnologija

Velika je vjerojatnost kako će svatko tijekom života trebati neki oblik pomoćne tehnologije, naročito kako dolaze zrelije godine. Za pojedine osobe to može biti samo kratka epizoda funkcionalnih poteškoća rezultirana nesrećom ili teškom bolesti. Ljudima koji su rođeni s oštećenjem ili funkcionalnim poteškoćama možda će biti potrebna dulja razdoblja korištenja pomoćne tehnologije dok će za neke čak biti potrebna i doživotna upotreba. Trajna ili privremena zdravstvena stanja mogu rezultirati stvaranjem i integracijom novih stanja. To posebno vrijedi za one s brzo razvijajućim patologijama te za djecu čije su potrebe doživotne i čiji će rast, razvoj i sazrijevanje značiti redoviti pregled i nabavu proizvoda koji odgovaraju veličini, dobi i razvoju, [1].

Postoji mnoštvo različitih podjela korisnika pomoćnih tehnologija. U svrhe ovog diplomskog rada bit će promatrana podjela na osobe s invaliditetom i osobe bez invaliditeta.

2.1.1 Osobe s invaliditetom

Kako bi se pravilno definirala promatrana skupina korisnika potrebno je na pravilan način definirati nazive koji se često smatraju kako dolaze s negativnim konotacijama. Najčešće korišteni nazivi su „invalidi“, „invalidne osobe“, „hendikepirane osobe“, „osobe s invaliditetom“ i slično. Naziv koji je najčešće prihvaćen u hrvatskom društvu i koji izaziva najmanje društvene stigme je „osobe s invaliditetom“. Smatra se kako se tom sintagmom naglasak stavlja na vrijednost osobe puno više nego na invaliditet. Nastoji se razlučiti da osoba nije „invalidna“ nego kako su dio ili dijelovi njenog tijela i/ili psihe zahvaćeni određenim nedostacima te kako nemaju funkcije kakve imaju zdravi ljudi, [4].

Osoba s invaliditetom smatra se da je ona osoba koja ima dugotrajna tjelesna, mentalna, intelektualna ili osjetilna oštećenja. Sva ta oštećenja u međudjelovanju s različitim životnim preprekama mogu onemogućavati cjelovito i učinkovito sudjelovanje u društvu osobama s invaliditetom na takav način da te osobe budu ravnopravne s drugima.

Prema Pravilniku o sustavu i načinu rada tijela vještačenja u postupku ostvarivanja prava iz socijalne skrbi i drugih prava po posebnim propisima (NN, 79/2014., 110/2014., čl. 28-40), promjene u zdravstvenom stanju dijele se u 4 skupine:

- tjelesna oštećenja,
- intelektualna oštećenja,
- mentalna oštećenja i
- poremećaji autističnog spektra (PAS).

Prema procjenama Svjetske zdravstvene organizacije u svijetu živi približno 1,3 milijarde ljudi s nekim oblikom oštećenja. Isto tako, procjenjuje se kako pojedine osobe imaju i do 20 godina kraći životni vijek nego osobe bez oštećenja.

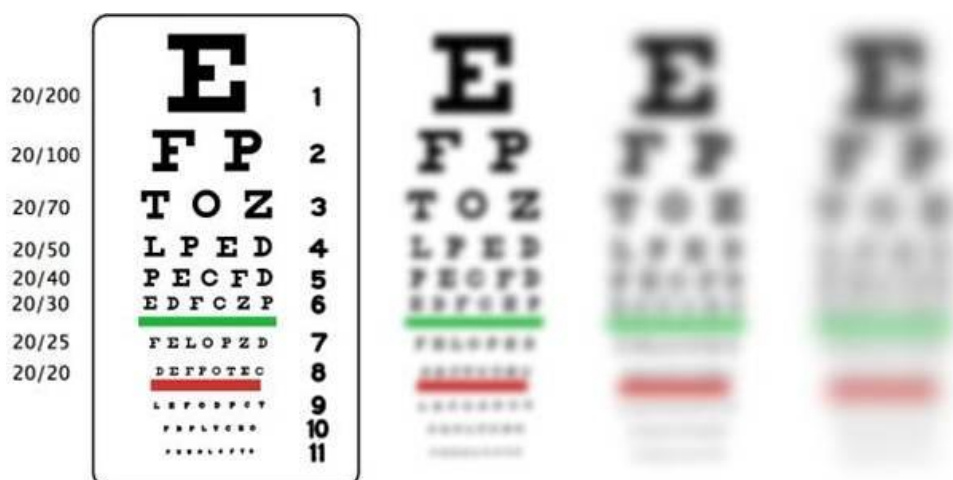
2.1.1.1 Tjelesna oštećenja

Tjelesno oštećenje se prema Zakonu o mirovinskom osiguranju (NN 157/13) definira kao gubitak, bitnije oštećenje ili znatniju onesposobljenost pojedinog organa ili dijelova tijela. Rezultat toga je otežana normalna aktivnost organizma i zahtjev za većim naporima pri obavljanju svakodnevnih životnih potreba, bez obzira uzrokuje li to oštećenje ili ne uzrokuje invalidnost. Tjelesnim oštećenjima smatraju se oštećenja vida, sluha, gluhošljepoća, oštećenje govorno-glasovne komunikacije, oštećenje lokomotornog sustava, oštećenje središnjeg živčanog sustava, oštećenje perifernog živčanog i mišićnog sustava te oštećenje drugih organa i organskih sustava, [4].

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije u svijetu se nalazi otprilike 2.2 milijarde ljudi s nekom vrstom oštećenja vida. Otprilike jednoj milijardi ljudi u toj kategoriji se vid može preventivno spasiti ili im se još uvijek nije dijagnosticiralo

oštećenje. Procjenjuje se da u svijetu živi 1.3 milijarde ljudi s nekim oblikom oštećenja vida od kojih je 188.5 milijuna s blagim oštećenjem vida, 217 milijuna s ozbiljnim oštećenjem i 36 milijuna potpuno slijepih osoba, [5]. Obzirom na veliki broj osoba pogođenih ovim tjelesnim oštećenjem upravo će pomoćne tehnologije koje koriste osobe s oštećenjem vida biti najviše promatrane u ovom diplomskom radu.

Oštećenje vida dijeli se na sljepoću i slabovidnost. Sljepoća je medicinski poremećaj kod kojeg je vid u potpunosti oštećen. Prava, odnosno potpuna sljepoća predstavlja oštećenje vida koje podrazumijeva potpuni gubitak vida, odnosno situaciju u kojoj ne postoje nikakvi vizualni podražaji, odnosno oko nema percepciju svjetla. Pravu sljepoću obuhvaća i osoba koja ima osjet svjetla ili ostatak vida manji od 2% na boljem oku uz korekciju ili bez nje. Isto tako, kategoriji sljepoće pripada i takozvana praktična sljepoća koja podrazumijeva ostatak vida od 2 do 5% na boljem oku s korištenjem korekcije ili bez nje. Na slici 1. prikazana je *Snellenova* tablica. Tipična *Snellenova* tablica, koju je izvorno razvio nizozemski oftalmolog Herman Snellen 1862. godine, koristi se u većini optometrijskih ordinacija za mjerenje vidne oštine. Krajnja lijeva slika prikazuje kako *Snellenova* karta izgleda tipično slabovidnoj osobi. Tri slike s desne strane otprilike odgovaraju vizualnim iskustvima osoba s različitim razinama slabovidnosti ili sljepoće.



Slika 1. Prikaz različite razine slabovidnosti i sljepoće, [6]

Slabovidnost nije dioptrijski već predstavlja funkcionalni poremećaj oka kod kojeg dolazi do smanjenja oštine vida koje je uzrokovano slabljenjem oka zbog neaktivnosti. Ukoliko poremećaj nije obostran dolazi do toga da centar za vid u mozgu prima sadržaje samo zdravog oka, dok iz slabijeg oka ne obrađuje informacije. Slabovidnost se najčešće karakterizira kao oslabljeni ili zamućeni vid u oku koje je inače normalno, [7].

2.1.1.2 Intelektualna oštećenja

Intelektualno oštećenje najčešće podrazumijeva intelektualno funkcioniranje koje je značajno ispodprosječno. Takvo funkcioniranje za sobom povlači i velika ograničenja u trenucima prilagodbe na situacije. Osobe koje imaju intelektualna oštećenja uglavnom nailaze na poteškoće prilikom uključivanja u društveni život što je

povezano sa zaustavljenim ili nedovršenim razvojem njihova intelektualnog funkcioniranja. U skladu s Međunarodnom klasifikacijom bolesti i srodnih zdravstvenih problema, intelektualna razina izražava se kvocijentom inteligencije od 0 do 69 pri čemu su stupnjevi intelektualnih oštećenja, [4]:

- lako (približni IQ 50 do 69),
- umjereno (približni IQ 35 do 49),
- teže (približni IQ 20 do 34) i
- teško (približni IQ ispod 20).

Prema Američkom savezu za mentalnu retardaciju intelektualne teškoće pojedinca karakterizira se kao ispodprosječno intelektualno funkcioniranje koje je istodobno popraćeno smanjenom razinom u dvije ili više adaptivnih vještina. U područja adaptivnih vještina ubrajaju se: komunikacija, briga o sebi, stanovanje, socijalne vještine, zdravlje i sigurnost, funkcionalna akademska znanja, slobodno vrijeme i rad. Intelektualne teškoće kao stanje utvrđuje se prije 18. godine života, [8].

2.1.1.3 Mentalna oštećenja

Prema Zakonu o zaštiti osoba s duševnim smetnjama (NN, 76/2014.) mentalna oštećenja se definiraju kao duševne smetnje izražene promjenama u ponašanju i u reakcijama. Na temelju medicinske, psihologijske, socijalno-pedagoške i socijalne ekspertize utvrđeno je da su oštećenja nastala kao posljedica organskih čimbenika ili psihoze raznih etiologija.

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije iz 2019. godine jedna od osam osoba u svijetu bori se s nekom vrstom mentalnog poremećaja. Anksioznost i depresija smatraju se kao najučestaliji oblici na toj listi. Isto tako, utjecajem globalne pandemije u 2020. godini smatra se kako je taj broj drastično porastao. Bipolarni poremećaj, shizofrenija i ostale psihoze, demencija, teškoće u mentalnom razvoju (uključujući autizam) predstavljaju ostale najučestalije mentalne poremećaje, [9].

2.1.1.4 Poremećaji autističnog spektra

U sklopu poremećaja autističnog spektra (akr. PAS) nalazi se skupina poremećaja koje karakteriziraju kvalitativne nenormalnosti međusobnih socijalnih odnosa i modela komunikacije te ograničenim, stereotipnim, ponovljenim aktivnostima i interesima, [4].

Za razliku od ostalih razvojnih poremećaja koji izolirano ili specifično utječu na pojedinu domenu razvoja, ovi poremećaji istovremeno zahvaćaju i prožimaju veći broj razvojnih područja. Budući da mogu u različitoj mjeri i na različite načine utjecati na svaki od njih, to rezultira velikom raznolikošću razvojnih profila i ishoda, [10].

2.1.2 Osobe bez invaliditeta

Kako bi se pravilno obilježila navedena grupa korisnika vrlo je važno napomenuti kako se pomoćne tehnologije mogu koristiti u svim sferama društva i u raznolikim životnim situacijama. Shodno tome, korisnik pomoćne tehnologije može biti bilo koja osoba, s invaliditetom ili bez, koja koristi pomoćnu tehnologiju u svrhu

olakšavanja određenih funkcionalnosti u svom životu i u svrhu unaprjeđenja kvalitete svog života.

Prema vjerojatnosti korištenja trudnice i djeca spadaju u kategoriju osoba koje su manje vjerojatne da će koristiti pomoćne tehnologije dok se osobe starije životne dobi češće odlučuju za pomagala koja im olakšavaju mnogobrojne svakodnevne životne situacije. Budući da osobe starije životne dobi češće imaju potrebu za njegom i češće im je potrebna pomoć od drugih osoba, pomoćne tehnologije predstavljaju fundamentalnu značajku koja im može olakšati funkcioniranje i pomoći u tome da ostanu dio aktivnog društva. Najveći problem stvara njihovo nepovjerenje prema pomagalima. Često smatraju kako im proizvodi pomoćnih tehnologija narušavaju privatnost i sigurnost te kako povećavaju društvenu stigmiju prema njima što na kraju rezultira time da veliki broj korisnika odustane od korištenja, [4].

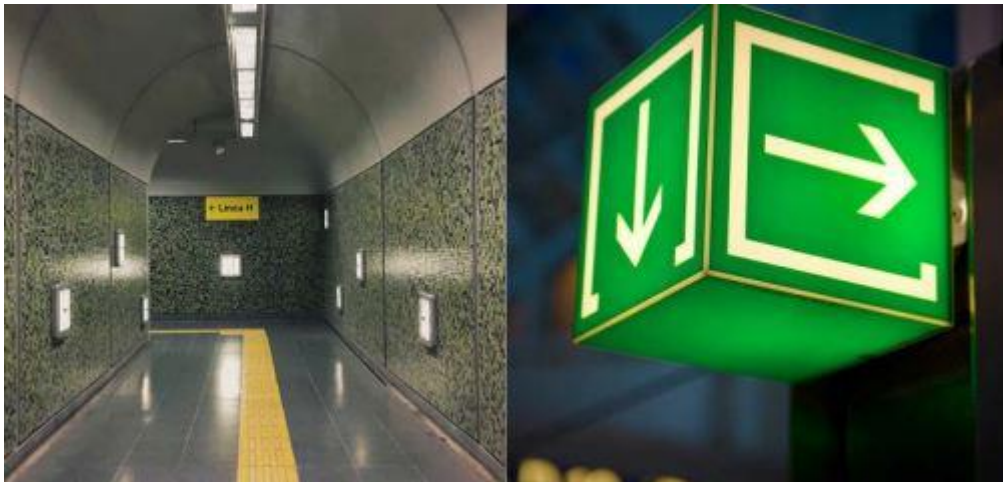
2.2 Univerzalni dizajn

Univerzalni dizajn ima zadatak osigurati osobama s funkcionalnim poteškoćama jednak i ravnopravan pristup kao i ostalima u fizičkom okruženju, prijevozu, informacijama i komunikacijama (uključujući informacijske i komunikacijske tehnologije i sustave) te drugim objektima i uslugama otvorenim ili omogućenim za širu javnost. Primarna ideja univerzalnog dizajna je olakšavanje korištenja navedenih funkcionalnosti svim korisnicima. Isto tako, utječe na promicanje istraživanja i razvoja koji vode do univerzalno dizajniranih dobara, usluga, opreme i objekata. Uz zahtijevanje minimalne moguće prilagodbe i minimalnog troška promiče se njihova dostupnost i uporaba u svrhu zadovoljavanja specifičnih potreba osoba s invaliditetom. Univerzalni dizajn sastoji se od 7 načela koji će detaljnije biti prikazani na primjeru u 6. cjelini, [1]:

1. Nepristrana mogućnost korištenja
2. Fleksibilnost kod korištenja
3. Jednostavna i intuitivna uporaba
4. Uočljive informacije korisniku
5. Toleriranje pogreške
6. Nizak fizički napor
7. Mjere i prostor za pristup i uporabu

Prvenstveno je zamišljeno bilo kako bi univerzalni dizajn trebao nadilaziti minimalne zahtjeve pristupačnosti propisane zakonom u mnogim zemljama i potaknuti dizajnere, arhitekta i druge koji su uključeni u izgradnju fizičkih i virtualnih okruženja da implementiraju njegova načela od početka procesa projektiranja te tako izbjegnu stvaranje prepreka koje kasnije treba ublažiti upotrebom pomoćne tehnologije. Ukoliko se prilikom stvaranja usluge, opreme, objekta ili nekog dobra unaprijed obrati pozornost na univerzalni dizajn to uvelike olakšava implementaciju i korištenje osobama s poteškoćama budući da nema potrebe za naknadnim dorađivanjem i prilagođavanjem njima. Na slici 2. prikazan je način na koji se jednostavnim postavljanjem taktilnih staza za osobe s oštećenjem vida na hodnike zgrada postiže

zadovoljavanje načela univerzalnog dizajna u odnosu na češće postavljene znakove za usmjeravanje kretanja u zatvorenom prostoru [1].



Slika 2. Usporedba načina usmjeravanja korisnika u zatvorenim prostorima prema načelima univerzalnog dizajna, [1]

3. BEŽIČNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE

Prema svim parametrima i mjerama bežične komunikacije su najbrže rastući segment komunikacijske industrije. Kroz razvoj su se korak po korak implementirale u gotovo sve sfere ljudskih života. Mobilni telefoni doživjeli su eksponencijalni rast koji se nezaustavljivo širi diljem svijeta te su postali ključni poslovni alat i veliki dio svakodnevnog života u većini razvijenih zemalja. Osim toga, bežične lokalne mreže nadopunjavaju ili mijenjaju žične mreže u mnogim tvrtkama i kampusima.

Mnoge nove aplikacije, uključujući bežične mreže senzora, automatizirane autoceste i tvornice, pametne domove i uređaje te daljinsku telemedicinu, pojavljuju se od istraživačkih ideja do konkretnih sustava. Eksplozivni rast bežičnih sustava zajedno s masovnom uporabom prijenosnih računala i pametnih telefona ukazuje na svijetlu budućnost za bežične mreže, kao samostalne sustave te kao dio veće mrežne infrastrukture.

Prve bežične mreže razvijene su u predindustrijsko doba. Ti su sustavi odašiljali informacije na udaljenosti koje su bile izvan vidnog polja (kasnije je to dodatno prošireno teleskopima) koristeći dimne signale, signalizaciju baklji, bljeskanje zrcala, signalne baklje ili semaforne zastavice.

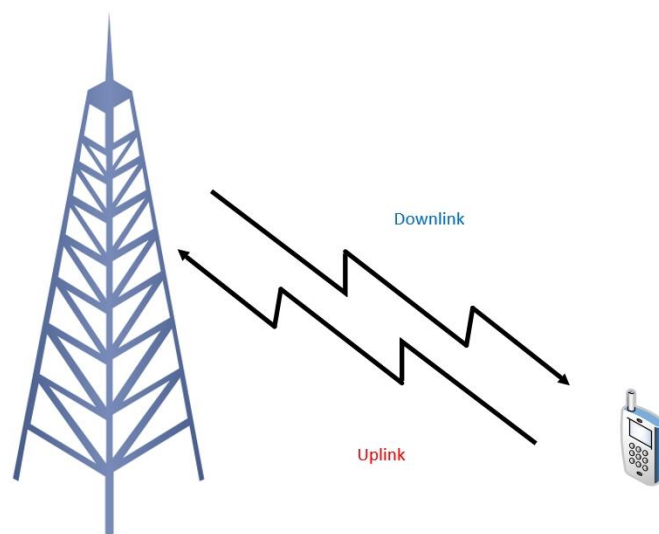
Prve komunikacijske mreže prvenstveno je zamijenila telegrafska mreža (koju je izumio Samuel Morse 1838. godine), a kasnije telefon. Godine 1895., nekoliko desetljeća nakon što je izumljen telefon, talijanski inženjer i fizičar Guglielmo Marconi je demonstrirao prvi radijski prijenos s otoka Wight do tegljača udaljenog 18 [milja] i tako su rođene radiokomunikacije. Radiotehnologija je brzo napredovala kako bi omogućila prijenos na veće udaljenosti s boljom kvalitetom, manje energije i manjim, jeftinijim uređajima, čime je omogućena javna i privatna radiokomunikacija, televizija i bežično umrežavanje, [11].

Daleko najuspješnija primjena bežičnog umrežavanja upravo je mobilni komunikacijski sustav koji će biti prikazan detaljno u sljedećem podnaslovu. Isto tako, bit će prikazane neke od bežičnih komunikacijskih tehnologija koje se često koriste kao dio pomoćnih tehnologija.

3.1 Mobilni komunikacijski sustavi

Najčešće korišten i najrazvijeniji bežični komunikacijski sustav u modernom dobu je mobilni komunikacijski sustav. Mobilni uređaji su postali nezamjenjivi u svakom aspektu današnjeg društva. Integrirali su se u svaki dio ljudskog života, počevši od svakodnevne komunikacije, olakšavanja u učenju pa sve do poslovnih okruženja, koje je razvoj bežične tehnologije, uvelike unaprijedio.

Mobilni uređaji rade na principu antenskog odašiljanja i prijema informacija od bazne stanice. Centralni primo-predajni sustav omogućava istovremenu dvosmjernu komunikaciju s mobilnim uređajem jednog korisnika i povezuje ga na isti način na nekom drugom udaljenom mjestu s drugim korisnikom. Upravo ta funkcionalnost donijela je ogromnu popularnost ovim sustavima. Prikaz uzlazne i silazne komunikacije između mobilnog terminalnog uređaja i bazne stanice prikazan je na slici 3.



Slika 3. Prikaz bežične mobilne komunikacije

Industrija mobilne bežične tehnologije započela je stvaranje tehnologije, revoluciju i evoluciju od ranih 1970-ih. Posljednjih nekoliko desetljeća mobilne bežične tehnologije klasificirane su prema njihovoj generaciji, što uvelike određuje vrstu usluga i brzine prijenosa podataka svake klase tehnologija, [11].

Prethodnici prve generacije mobilnih telefona ponekad se nazivaju 0G (nulta generacija). 0G se odnosi na tehnologiju mobilne telefonije prije mobilnih uređaja 1970-ih. Ovi mobilni telefoni obično su se postavljali u automobile ili kamione, iako su se izrađivali i modeli s aktovkama. Mobilni radiotelefonski sustavi prethodili su modernoj tehnologiji mobilne telefonije.

0.5G razlikuje se od 0G na način da su ovi mobilni telefonski sustavi bili dio komercijalne i široke uporabe. Svaki uređaj imao je svoj jedinstveni pozivni broj za razliku od sustava prije koji je bio "zatvoren" (primjerice policija ili taksu).

Prva generacija mobilnih sustava (1G) koristila je analognu tehnologiju za prijenos govora. Godine 1979. *Nippon Telephone and Telegraph* (akr. NTT) u Tokiju, Japan, pustio je u rad prvi mobilni sustav na svijetu. Dvije godine kasnije, era mobilnih tehnologija stigla je u Europu. Dva najpopularnija analogna sustava bili su engl. *Nordic Mobile Telephones* (akr. NMT) i engl. *Total Access Communication Systems* (akr. TACS). Svi ovi sustavi nudili su mogućnosti primopredaje i *roaminga*, ali mobilne mreže nisu bile u mogućnosti međusobno surađivati između zemalja. U Sjedinjenim Američkim Državama, engl. *Advanced Mobile Phone System* (akr. AMPS) lansiran je 1982. godine.

Druga generacija mobilnih mreža (2G) donijela je digitalnu tehnologiju koja omogućuje korištenje naprednih tehnika izvornog kodiranja što je omogućilo mnogo učinkovitiju upotrebu spektra i time smanjenje propusnosti potrebne za glas i video. Također, s digitalnim sustavima se učinkovitije rukuje kontrolnim informacijama, što

olakšava kontrolu mreže. Prva komercijalna mobilna mreža druge generacije je puštena u promet 1991. godine u Finskoj na GSM (engl. *Global System for Mobile communication*) standardu. Digitalni sustavi druge generacije mogu se klasificirati prema tehnikama višestrukog pristupa kao što su višestruki pristup s frekvencijskom podjelom (engl. *Frequency Division Multiple Access*, FDMA), višestruki pristup s vremenskom podjelom (engl. *Time Division Multiple Access*, TDMA) ili višestruki pristup kodne podjele (engl. *Code Division Multiple Access*, CDMA), [12].

2.5G – GPRS (engl. *General Packet Radio Service*) predstavlja mobilnu bežičnu tehnologiju koja je razvijena između druge i treće generacije, a opisuje sustave druge generacije koji imaju implementiranu komutaciju paketa kao dodatak komutaciji kanala. Može se koristiti za usluge kao što su bežični aplikacijski protokol (engl. *Wireless Application Protocol*, WAP), usluge multimedijских poruka (engl. *Multimedia Messaging Service*, MMS) i za internetske komunikacijske usluge kao što su e-pošta (engl. *e-mail*) i pristup internetskoj mreži (engl. *World Wide Web*, WWW).

EDGE (engl. *Enhanced Data rates for GSM Evolution*) je tehnologija digitalnog mobilnog telefona koja djeluje kao dodatak 2G i 2.5G mrežama. EDGE tehnologija je proširena verzija GSM-a. Omogućuje jasan i brz prijenos podataka i informacija i dio je tehnologija treće generacije (3G), [12].

3G tehnologije omogućuju mrežnim operaterima da korisnicima ponude širi raspon naprednijih usluga uz postizanje većeg mrežnog kapaciteta kroz poboljšanu spektralnu učinkovitost. Usluge uključuju širokopojasnu bežičnu govornu telefoniju, video pozive i širokopojasne bežične podatke, sve u mobilnom okruženju. Dodatne značajke također uključuju HSPA (engl. *High-Speed Packet Access*) mogućnosti prijenosa podataka koje mogu isporučiti brzine do 14.4 [Mbit/s] na silaznoj vezi (engl. *downlinku*) i 5.8 [Mbit/s] na uzlaznoj vezi (engl. *uplinku*).

4G se odnosi na engl. *all-IP* paketno komutirane mreže, mobilni ultra-širokopojasni pristup (gigabitna brzina) i prijenos s više nositelja. Očekivanja od 4G tehnologije su u osnovi visokokvalitetni audio/video *streaming* od kraja do kraja putem internetskog protokola (engl. *Internet Protocol*, IP).

5G se smatra da je puno više od same nadogradnje prethodnih verzija. Glavna ideja tehnologije pete generacije je omogućiti sveobuhvatno povezivanje na Internet. Neprekidna potreba kontinuirane povezanosti za različite aplikacije, preuzimanje velikih količina podataka, upravljanje na daljinu te vrlo velike brzine prijenosa podataka bile su temelj za iniciranje nove generacije mobilnih mreža, [12].

3.2 Automatic Identification and Data Capture

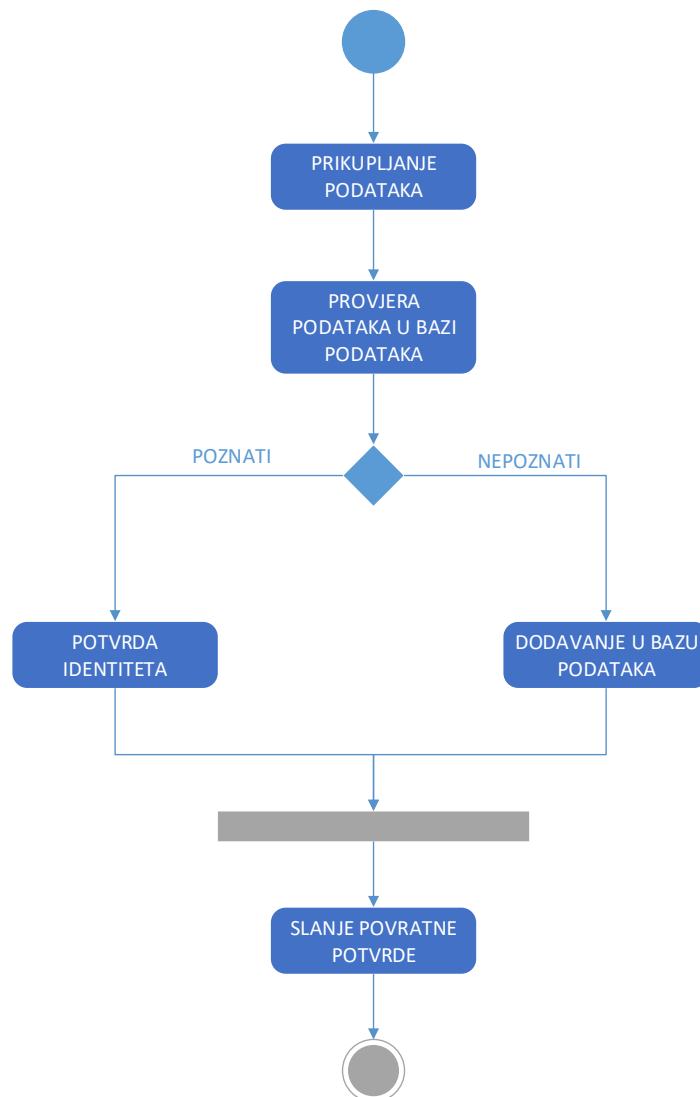
Iz mnoštva različitih definicija koje daju mnogobrojni autori razvio se generički pojam koji se odnosi na proces prikupljanja/hvatanja podataka automatskim sredstvima te pohranjivanje tih podataka izravno u uređaj kojim upravlja mikroprocesor, kao što je računalo. Taj pojam poznatiji je kao engl. *Automatic Identification and Data Capture* (akr. AIDC) tehnologija. Ova tehnologija isto tako koristi nazive kao što su "automatska identifikacija" (engl. *Automatic Identification*),

"automatski ID" (engl. *Auto-ID*) ili *Automatic Data Capture* i *Automatic Data Collection*, [13].

AIDC tehnologije pružaju pouzdan način i za praćenje predmeta, a ne samo za prepoznavanje. Moguće je kodirati širok raspon informacija koje potencijalno uvelike olakšavaju identifikaciju tog predmeta, usluge ili čak i osobe. Podaci mogu biti jednostavni kao osnovna identifikacija predmeta ili osobe ili kompleksniji koji nude sveobuhvatne detalje o predmetu ili osobi, npr. opis predmeta, veličina, težina, boja itd.

AIDC isto tako predstavlja korištenje tehnologije za pružanje izravnog unosa podataka u računalo ili neki drugi sustav kontroliran mikroprocesorom, bez da je potrebna uporaba ručnih metoda unosa podataka. AIDC tehnologije eliminiraju upravo dvije aktivnosti koje su najčešće sklone pogreškama i dugotrajne su, a to su ručno prikupljanje podataka i ručni unos podataka. AIDC zaobilazi ova dva koraka pružajući brz, točan i financijski isplativ način prikupljanja i unosa podataka, [14].

Na slici 4. dan je prikaz principa rada AIDC tehnologije dijagramom aktivnosti. Informacije povezane s objektom nazivaju se identifikacijski podaci (engl. *identification data*) i mogu biti u slikovni, zvučni ili video. Podaci se pretvaraju u digitalni oblik prije njihove pohrane te se kao takvi pohranjuju u računalo. U svrhu verifikacije i autentifikacije prilikom ulaska u sigurnosni sustav računalo analizira pohranjenu datoteku ili je uspoređuje s podacima pohranjenim u bazi podataka. Sustav kada prepozna prikupljenu datoteku šalje povratnu informaciju na korišteni uređaj. Isto tako, nakon unosa nove datoteke u bazu podataka šalje povratnu informaciju o uspješnosti unosa na korišteni uređaj, [15].



Slika 4. Princip rada AIDC tehnologije dijagramom aktivnosti, [15]

Postoje različite vrste tehnologija koje su sposobne odmah identificirati fizičke objekte sa 100%-tnom točnošću koristeći jednu od karakteristika objekata, poput vizualnih, magnetskih, elektroničkih, zvučnih ili radio valova itd. Podaci se pohranjuju u objekte pomoću određenih medija i kasnije se detektiraju pomoću jedne od tehnika za identifikaciju promatranog objekta. Ti se podaci pohranjuju u računalni sustav kao ulazni podaci i dalje se obrađuju prema potrebi.

AIDC tehnologije omogućuju prijenos podataka u računalni sustav u stvarnom vremenu. To pomaže u donošenju informiranih odluka u vrlo kratkom vremenu. Bar kodovi, RFID (engl. *Radio-frequency identification*), biometrija, magnetske trake, Optičko prepoznavanje znakova (engl. *Optical character recognition*, OCR), pametne kartice, prepoznavanje glasa itd. glavne su tehnologije koje se smatraju dijelom AIDC-a, [13].

Prednost korištenja AIDC tehnika je učinkovitija organizacija, pravovremeno donošenje odluka, učinkovito iskorištavanje vremena, ljudi i materijala i tako dalje. Najveća upotreba AIDC tehnologije je za osobe koje su izravno uključene u posao

unosu podataka. Oni koriste kombinaciju nekog ulaznog hardvera i softvera za unos podataka u sustav općenito za obradu u stvarnom vremenu. Budući da su automatski, vrlo su brzi i točni.

AIDC tehnologije uglavnom se sastoje od tri glavne komponente. Kodiranje podataka (engl. *Data encoding*) predstavlja pretvaranje alfanumeričkih znakova u oblik koji računalo (ili stroj) može čitati. Strojno skeniranje (engl. *Machine scanning*) predstavlja proces čitanja kodiranih podataka i pretvaranja u električne signale. Dekodiranje podataka (engl. *Data decoding*) predstavlja proces u kojem se električni signali pretvaraju u digitalne podatke te zatim i u alfanumeričke znakove, [15].

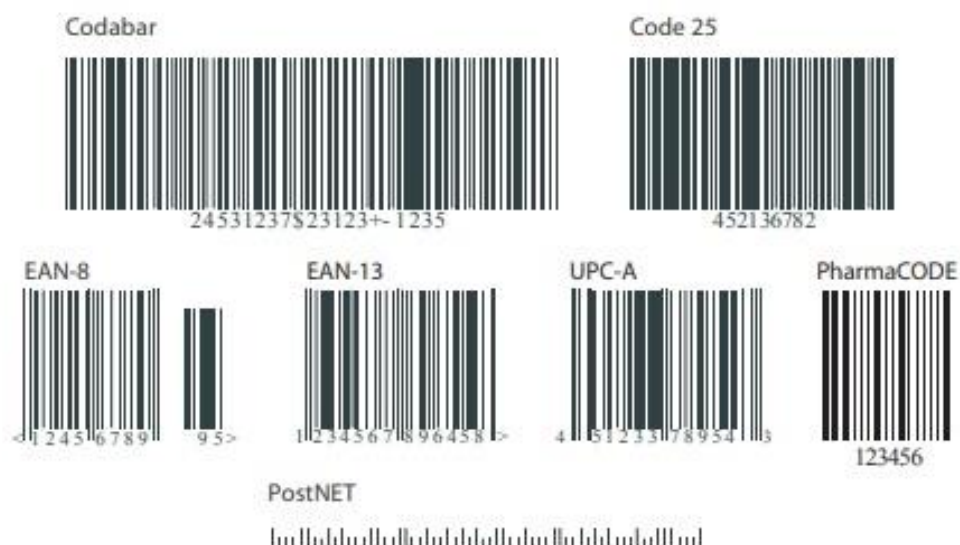
3.2.1 Bar kod tehnologija

Bar kod je strojno čitljiva traka koja sadržava podatke ispisane u strogo definiranim paralelnim linijama tamnijih i svjetlijih nijansi. Koristi se za predstavljanje mnogobrojnih informacija. Bar kod skeneri tradicionalno se koriste u maloprodaji i veleprodaji za praćenje zaliha i ubrzavanje unosa podataka. Zbog velike upotrebe u komercijalnom i industrijskom sektoru, aplikacije za skeniranje bar koda usmjerene su na proizvođača, s fokusom na poboljšanje učinkovitosti, točnosti i produktivnosti upravljanja nabavom, [16].

Komercijalna uporaba bar kodova zaživjela je početkom 1970-ih. Prvenstveno su napravljeni kako bi pomogli velikim maloprodajnim trgovinama i trgovinama mješovitom robom da obrade svoju robu. Nekada je bilo potrebno da blagajnica uzme proizvod, rukom upiše cijenu u blagajnu, a blagajna bi obračunala ostatak i ispisala račun. Danas se uz pomoć sofisticiranih računalnih sustava skenira niz brojeva koji predstavlja proizvod u obliku bar koda. Računalo traži cijenu u glavnoj bazi podataka, oduzima je od zaliha trgovine i izračunava ostatak novca. Softver također stvara izvješća o razinama zaliha, pokazuje koji su proizvodi najpopularniji, a koji najmanje popularni, stvara demografska izvješća o pojedinačnim proizvodima i kupcima i prati mnogo više.

Barkodiranje je postalo vrlo bitno za praćenje inventara za mnoga velika i srednja poduzeća tijekom 1980-ih budući da je postupno zamjenjivalo veće grupe zaposlenika koji su prethodno sve podatke ručno unosili. Kako je tehnologija usvojena za industrijske i skladišne aplikacije, više komercijalnih poduzeća shvatilo je vrijednost poboljšanog upravljanja podacima i dostupnosti putem uporabe bar kodova. Najčešća podjela je na jednodimenzionalne (1D) i dvodimenzionalne (2D) bar kodove, [16].

Jednodimenzionalni bar kodovi kodiraju informacije duž jedne dimenzije s izmjenjivanjem intervala crne i bijele boje. Informacije su kodirane u stupcima koji predstavljaju bar kod. Pojam traka odnosi se na pravokutnike s bojom prednjeg plana, dok razmaci označavaju intervale između pruga. Primjeri 1-D barkodova su poput *Codabara*, *Code 25*, europskog broja artikla (EAN-8, EAN-13), *UPC-A* i *PharmaCODE* koji su prikazani na slici 5. 1-D crtični kodovi razlikuju se jedni od drugih po načinu na koji su informacije kodirane. Neke simbologije dopuštaju kodiranje numeričkih i alfanumeričkih znakova, [17].



Slika 5. Uobičajeni jednodimenzionalni bar kodovi, [17]

Dvodimenzionalni (2-D) bar kodovi mogu predstavljati više informacija po području i razvijeni su kako bi se prevladala ograničena količina informacija koja se može implementirati u 1-D bar kodove. 2-D bar kodovi predstavljaju informacije u dvije osi, stvarajući područje bar koda. Osim toga, 2-D bar kodovi su manji i imaju nižu stopu pogreške u usporedbi s 1-D. Najveća mana 2-D barkodova je što zahtijevaju sofisticiranije čitače, što ih čini skupljima i nepopularnijima u maloprodajnoj industriji, [17].

Isto tako, dvodimenzionalni (2-D) bar kodovi omogućuju ugrađivanje internetskih adresa, teksta ili drugih podataka u format čitljiv kamerom. Ovo korisnicima modernih mobilnih telefona omogućuje skeniranje 2D crtičnog koda sa svojim oblikom i automatsko usmjeravanje na web stranicu ili druge podatke sadržane u kodu. To pojednostavljuje pamćenje ili ponovno unošenje URL-ova (engl. *Uniform Resource Locator*) na web-stranice na tiskanom ili drugom fizičkom materijalu. Najčešće korišteni oblik dvodimenzionalnog koda je QR kod (engl. *Quick response*) prikazan na slici 6.



Slika 6. QR kod s poveznicom na mrežne stranice Fakulteta prometnih znanosti

QR kodovi mogu se pronaći u mnoštvu različitih sfera života pa tako i u urbanim sredinama. Najčešća primjena upravo je na stajalištima javnog gradskog prijelaza gdje se skeniranjem koda dolazi do dodatnih informacija vezanih za vozni red. Upravo ovakve ideje su one koje bi osobama s invaliditetom trebale uvelike olakšavati snalaženje i kretanje, međutim problem je što QR kod najčešće odvodi korisnika na internetsku stranicu koja sadrži mnoštvo različitih informacija koje često nisu prilagođene za osobe s invaliditetom i samim time im ne omogućavaju olakšano korištenje istih.

3.2.2 *Radio frequency identification* tehnologija

RFID (engl. *Radio Frequency IDentification*) je bežična komunikacijska tehnologija koja se koristi za prikupljanje podataka koji mogu biti povezani s različitim identifikacijskim atributima (serijski broj, položaj, boja, datum kupnje, itd.) entiteta koji nose RFID naljepnice (engl. *tagove*). Proces prikupljanja podataka temelji se na razmjeni elektromagnetskih valova između RFID *tagova* i RFID ispitivača (čitača), [18].

Općeniti RFID sustav se generalno sastoji od RFID *tagova* koji se nalaze pričvršćeni na promatranim entitetima koje je potrebno identificirati. RFID *tag* u sebi sadrži mikročip i antenu koji se koriste za prijenos informacija prema RFID čitaču. Prikaz RFID *taga* i njegovih dijelova prikazan je na slici 7.



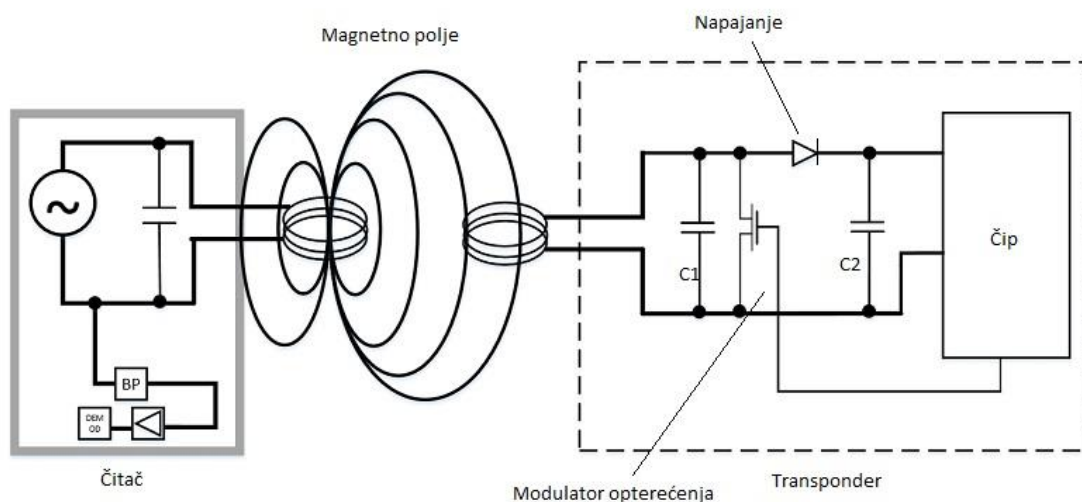
Slika 7. RFID tag – antena i mikročip, [18]

RFID *tagovi* dijele se na dvije vrste: pasivni i aktivni. Pasivni RFID *tag* napaja se elektromagnetskom energijom koju zrače antene RFID čitača na temelju odbijanja odašiljanja. Pasivni *tag* ne može sam odašiljati radiovalove, a njegov kapacitet pohrane informacija i računalne mogućnosti su ograničeni. Može se čitati samo na maloj udaljenosti (0,6 do 3 metra). Pasivni *tag* aktivira se onog trenutka kada uđe u zonu interakcije sa čitačem i postaje aktivirani *tag*. Aktivni *tag* napaja ugrađena dugotrajna baterija koja daje dovoljno energije da omogući neovisnu komunikaciju unutar većeg dometa (otprilike 90 metara). Druga komponenta su RFID čitači koji su

povezani s bazama podataka u realnom vremenu. Za uspostavljanje komunikacije između RFID *tagova* i čitača potrebne su antene. Postoji nekoliko vrsta antena za aktivne i pasivne RFID sustave, a obično se biraju prema širini snopa (za užu ili širu pokrivanje), [18].

RFID sustav funkcionira na način da se *tag* aktivira u trenutku kada prolazi kroz radio frekventno područje koje je generirano uz pomoć čitača i antene. U tom trenutku *tag* postaje aktivirani *tag* te odašilje programirani odgovor u obliku traženih informacija. Antena koja je povezana sa čitačem i koja stvara radio frekvencijsko polje detektira odgovor. Podatke koje sadrži mikročip čitač zatim šalje u računalo, [19].

Prikaz bežičnog prijenosa informacija između čitača i *taga* (transpondera) prikazan je na slici 8. U trenutku kada se čitač uključi on počinje emitirati signal određene frekvencije. *Tag* koji se nalazi u frekvencijskom polju čitača detektira signal te koristi energiju dobivenu iz polja kako bi aktivirao mikročip. Nakon što *tag* dekodira signal i autorizira ga, šalje povratni odgovor čitaču te inicira svoju prisutnost utječući na čitačko polje, [19].



Slika 8. Princip izmjene radio frekventnih valova između čitača i taga, [19]

Među brojnim primjenama RFID *tagovi* se također koriste u zdravstvenoj industriji. RFID *tag* se koristi za pohranjivanje povijesti bolesti pacijenta te se svaki put skenira kako bi se saznalo o razvoju i promjenama zdravstvenog stanja pacijenta i lijekova. RFID *tagovi* često se koriste za različite medicinske transakcije.

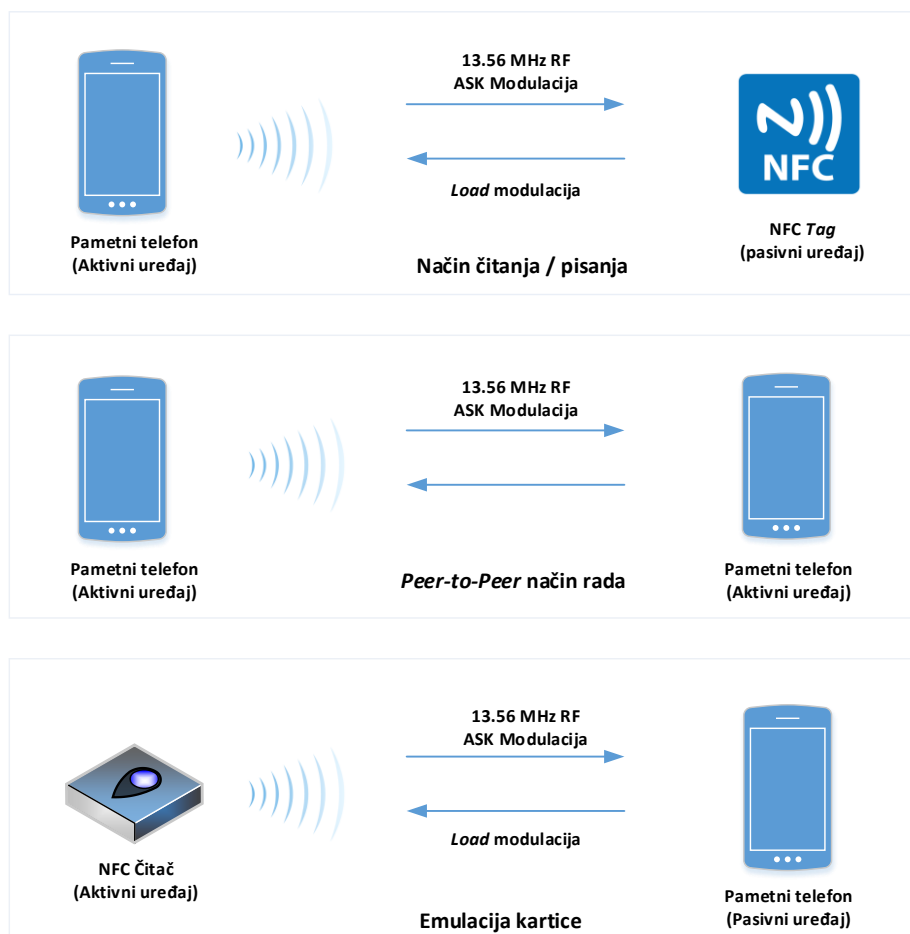
3.2.3 Near field communication tehnologija

NFC (engl. *Near Field Communication*) je bežična komunikacijska tehnologija kratkog dometa. NFC ispunjava potrebu za pružanjem sigurne i implicitno uparene komunikacije na kratim udaljenostima. Snaga NFC tehnologije proizlazi iz njezine jednostavnosti korištenja, a funkcionira na način tako što se komunikacija pokreće samo jednostavnim približavanjem dvaju uređaja jedan drugome na malu udaljenost ili dodir, a prekida se čim se uređaji dovoljno udalje jedan od drugoga. Jedan od

najvažnijih aspekata NFC tehnologije je njezina svojstvena sigurnost, budući da je domet komunikacije iznimno kratak.

NFC tehnologija nudi mogućnost zamjene za mnoge druge uređaje, komponente, materijale i predmete pametnim telefonima. Budući da su pametni telefoni integrirani u svakodnevni ljudski život moguća je njihova široka primjena koristeći NFC tehnologiju. Pametni telefoni mogu se koristiti za zaključavanje/otključavanje kuće, automobila i vrata ureda, plaćanje na blagajnama, razmjenu posjetnica, plaćanje javnog prijevoza, pomoć osobama s invaliditetom ili starijim osobama u svakodnevnom životu i još mnogo toga, [20].

NFC komunikacija odvija se između dva NFC kompatibilna uređaja postavljena unutar nekoliko centimetara jedan od drugog koristeći radnu frekvenciju od 13,56 [MHz]. Omogućuje jednostavnu komunikaciju između različitih NFC uređaja na zračnim sučeljima ISO/EC 18000-3, s brzinama prijenosa od 106, 212 i 424 [Kbita u sekundi]. NFC pametni telefon i NFC čitači koriste vlastitu snagu, što ih čini aktivnim uređajima, dok NFC *tag* koristi snagu druge strane pa se stoga naziva pasivnim uređajem. Svi uređaji koji iniciraju razmjenu podataka, odnosno pokretači obično su aktivni uređaji, međutim ciljni uređaj može biti aktivan ili pasivan, ovisno o načinu rada, [20].



Slika 9. NFC stilovi interakcije i načini rada, [20]

Tri vrste NFC uređaja uključene su u NFC komunikaciju: pametni telefoni, NFC *tagovi* i NFC čitači. Mogući stilovi interakcije između NFC uređaja pružaju tri različita načina rada kao što je prikazano na slici 9.: način rada čitač/pisač u kojem jedan aktivni uređaj prikuplja podatke iz pasivnog, engl. *peer-to-peer* način rada koji omogućuje razmjenu podataka dvaju pametnih telefona i emulacija kartice gdje se komunikacija odvija između pametnog telefona s jedne strane i NFC *taga*, drugog pametnog telefona, odnosno NFC čitača s druge strane.

Protokol NFC koristi dva načina komunikacije: aktivni i pasivni način. U aktivnom načinu komunikacije oba uređaja koriste vlastitu energiju za generiranje radiofrekvencijskog polja za prijenos podataka. U pasivnom načinu komunikacije samo inicijator stvara radiofrekvencijsko polje dok ciljni uređaj koristi već stvorenu energiju. U NFC komunikaciji koja se odvija s aktivnog uređaja na pasivni uređaj, koristi se tehnika modulacije pomaka amplitude (engl. *Amplitude Shift Keying*, ASK) pri svim mogućim brzinama prijenosa podataka. U slučaju komunikacije s pasivnog uređaja na aktivni uređaj koristi se tehnika engl. *Load modulation*, [20].

NFC tehnologija pokriva širok raspon primjena. Jedna od tih primjena, a od velikog interesa za ovaj diplomski rad, je i zdravstveni sustav. Zdravstveni ekosustav sastoji se od raznih dionika uključujući pojedince kao što su pacijenti, liječnici, medicinske sestre i ljekarnici, organizacije kao što su bolnička administrativna uprava i spremnici lijekova te predmeti kao što su lijekovi i medicinski uređaji. NFC može olakšati učinkovitu interakciju između pacijenata i liječnika ili ljekarni pa čak i omogućiti praćenje lijekova. Točna razmjena podataka između pacijenata i liječnika omogućava pravilnije liječenje. Točna razmjena podataka između pacijenata i ljekarni omogućava učinkovitu i pravilnu kupnju lijekova dok točna razmjena podataka koja uključuje interakciju između pacijenta i lijeka može upravljati rizicima kao što su praćenje nuspojava lijeka ili predoziranje.

Isto tako, NFC tehnologija koristi se i u sustavima upravljanja zdravstvenom skrbi. Neke od primjena mogu se pronaći prilikom prijave na pregled u liječničkim ordinacijama i bolnicama, upravljanje osobljem, kontakti za hitne slučajeve u slučaju ozljeda, korištenje NFC *tagova* za povezivanje pacijenata s bolničkim kartonima itd., [20].

Primjena NFC tehnologija uvelike može pomoći i olakšati život osobama s invaliditetom budući da im može omogućiti dodatni izvor informacija koji je često prijeko potreban. Skeniranje NFC *taga* može korisnicima omogućiti dodatne informacije o njihovom okruženju putem glasovnog asistenta ili tekstualnih sadržaja posebno prilagođenih ovoj vrsti korisnika. Više o primjerima korištenja NFC tehnologija za osobe s invaliditetom bit će prikazano u sljedećem poglavlju.

Izuzev primjene u zdravstvu, NFC tehnologija pronalazi čestu primjenu i u financijskom sektoru gdje se sve češće koristi za beskontaktna plaćanja putem pametnih telefona kroz usluge električnog novčanika (engl. *e-Wallet*). Isto tako, ističe se učestala primjena u svrhu zabave i učenja na novi, dinamičniji i digitalni način, [20].

3.3 Bluetooth tehnologija

Bluetooth je još jedna od tehnologija za bežičnu komunikaciju koja koristi radiofrekventne signale s digitalno ugrađenim informacijama. Izvorno je bio namijenjen za dijeljenje podataka na kratkim udaljenostima i bio je određen standardom IEEE 802.15.1. Udaljenost između dva elektronička uređaja mnogo je manja od prijenosa podataka. Ključni ciljevi tehnologije su poticanje kontakta između mobilnih i fiksnih uređaja ili između dva mobilna uređaja, uklanjanje kabela i konektora između uređaja te olakšavanje sinkronizacije podataka između dva osobna uređaja, [21].

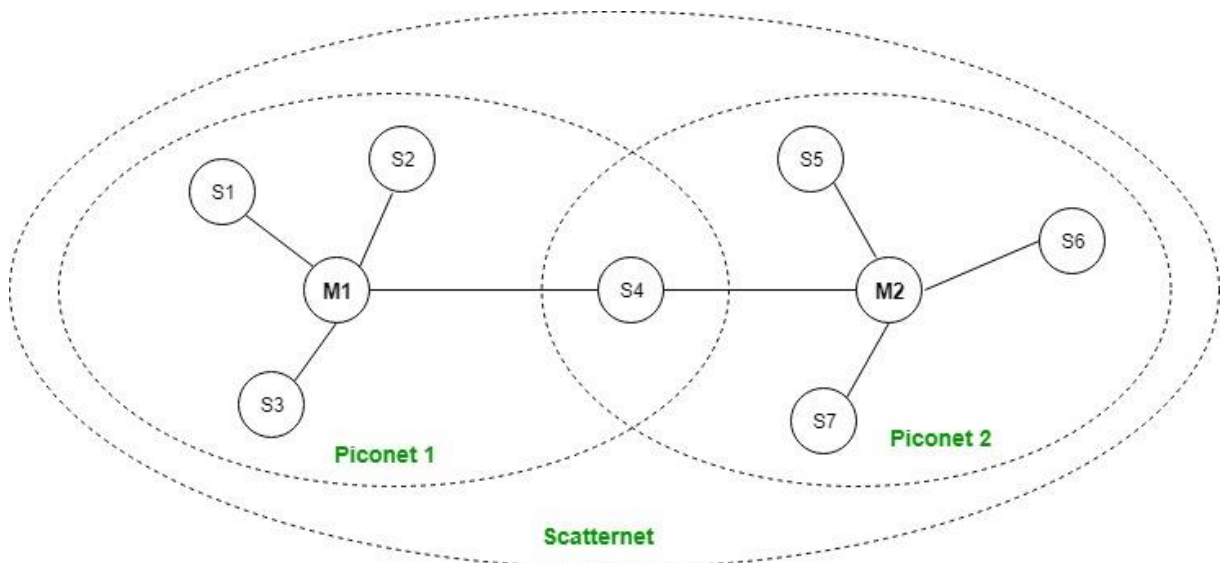
Razvoj *Bluetooth* industrijskog standarda započeo je kasno u zimu 1998. godine kada su kompanije Ericsson, IBM, Intel, Nokia i Toshiba osnovali engl. *Bluetooth Special Industry Group* (akr. SIG) za razvoj i promicanje globalnog rješenja za bežičnu komunikaciju kratkog dometa koja radi u nelicenciranom 2.4 [GHz] ISM (industrijskom, znanstvenom, medicinskom) pojasu, [22].

Bluetooth standard temelji se na malenom mikročipu koji uključuje radio primopredajnik ugrađen u digitalne uređaje. Primopredajnik služi kao zamjena za fizički kabel za uređaje kao što su mobilni telefoni, prijenosna i dlanovna računala, prijenosni pisači i projektori te mrežne pristupne točke. *Bluetooth* se uglavnom koristi za komunikaciju kratkog dometa, primjerice s prijenosnog računala na obližnji pisac ili s mobilnog telefona na bežične slušalice. Njegov normalni radni domet je 10 metara (pri snazi odašiljanja od 1 [mW]), a taj se domet može povećati na 100 metara povećanjem snage odašiljanja na 100 [mW]. *Bluetooth* standard omogućuje 1 podatkovni kanal pri 721 [Kbps] i do tri glasovna kanala pri 56 [Kbps] za ukupnu brzinu prijenosa od 1 [Mbps]. Umrežavanje se vrši preko protokola za komutaciju paketa koji se temelji na frekvencijskim skokovima od 1600 skokova u sekundi, [11].

Na malim udaljenostima između fiksnih i mobilnih uređaja *Bluetooth* se koristi za razmjenu podataka pomoću UHF (engl. *Ultra high frequency*) radio valova. To je sustav u kojem se uspostavljaju veze između engl. *master* (vodeći uređaj) i engl. *slave* (prateći uređaj). *Master* uređaj postavlja redoslijed promjena frekvencije, a *slave* uređaj se prilagođava promjenama. U jednom trenutku *master* može biti povezan s maksimalno 7 *slave* uređaja, no samo s jednim od njih može u trenutku razmjenjivati podatke. Mreža koju čini jedan *master* i do sedam *slave* uređaja naziva se engl. *piconet*. Veze se održavaju dok se ne prekinu, bilo namjernim isključivanjem jednog od sudionika ili tako što veza postane toliko loša da se komunikacija ne može održavati – to se obično događa jer uređaji napuštaju područje djelovanja drugih uređaja. Komunikaciju obično započinje korisnik uređaja.

U arhitekturi *Bluetootha* postoje dvije vrste mreža, a to su *piconet* i engl. *scatternet*. Kao što je već spomenuto *piconet* je jedna vrsta *Bluetooth* mreže koja se sastoji od sedam sekundarnih, aktivnih čvorova koji se nazivaju podređeni čvorovi te od jednog primarnog čvora koji se naziva glavni čvor. Može se pretpostaviti da postoji ukupno 8 aktivnih čvorova koji su prisutni na udaljenosti od 10 metara. Mogu postojati veze jedan-prema-jedan ili jedan-prema-više između primarnog i njegovih podređenih sekundarnih čvorova. Jedina vrsta potencijalnog kontakta je između *master* i *slave* čvora, dok nema šanse za komunikaciju *slave-slave*. *Piconet* arhitektura također sadrži 255 sekundarnih, „parkiranih“ čvorova, koji osim u slučaju da pređu u aktivno stanje,

ne komuniciraju. Više *piconet* mreža čini *scatternet*, što rezultira time da jedan uređaj može u jednom *piconetu* biti *master*, dok taj isti uređaj u drugom *piconetu* može biti *slave*. Na slici 10. prikazana je arhitektura dviju vrsta mreža i način na koji su one povezane, [21].



Slika 10. Prikaz arhitekture dviju vrsta mreža kod Bluetootha, [21]

Bluetooth tehnologija smatra se konkurentom *Wi-Fi* (engl. *Wireless Fidelity*) tehnologiji za unutarnje sustave za pozicioniranje, posebno od širokog usvajanja *Bluetooth Low Energy* (akr. BLE). BLE tehnologija nailazi na široku primjenu zahvaljujući svojoj dostupnosti, niskoj cijeni i stvarno niskoj potrošnji energije, što omogućuje rad fiksnih odašiljača na baterije nekoliko mjeseci ili čak možda godina. Najčešće se upotrebljava za aplikacije kontrole i nadzora. *Bluetooth* se često upotrebljava za međusobno povezivanje različitih kućanskih uređaja u okruženje pametne kuće (engl. *Smart Home*) gdje se povezuju uređaji poput hladnjaka, pećnice, perilice rublja, klima uređaja, kućnog sigurnosnog sustava, svjetla, roleta itd., kojima se može upravljati putem tableta ili mobilnog uređaja s omogućenom *Bluetooth* tehnologijom, [23].

U današnje vrijeme uporaba *Bluetooth* tehnologije je sveprisutna. Može se koristiti u svrhu povezivanja nekolicine prijenosnih računala i/ili stolnih računala međusobno ili s trećom vrstom uređaja kao što su pisači kako bi se olakšao prijenos informacija bežičnim putem. Isto tako, pametni telefoni u današnje vrijeme postaju neizostavan dio svakodnevice pa se tako koristeći *Bluetooth* tehnologiju na pametni uređaj mogu povezati brojni dodaci kao što su pametni satovi, pametne narukvice, slušalice, bežične digitalne kamere, zvučnici te engl. *hands-free* sustavi u vozilima. Nadalje, ova tehnologija služi za prijenos različitih oblika informacija s jednog pametnog telefona na drugi kao što su fotografije, videozapisi, audio zapisi itd. Česta primjena je i u zdravstvene svrhe, u sportu te u vojne svrhe [21]. Prikaz na koji način *Bluetooth* tehnologiju mogu koristiti osobe s invaliditetom prikazana je u sljedećem poglavlju.

Bluetooth beacons predstavljaju uređaje koji emitiraju signale u određenim intervalima i unutar svog dometa prijensa. Analogija rada *beacona* je s radom

svjetionika, koji predstavlja svoju lokaciju koja se može jednoznačno identificirati prema izvoru svjetlosti. Svako plovilo koji vidi svjetlo zna za postojanje svjetionika, međutim taj svjetionik ne uspostavlja komunikaciju s brodovima niti zna koliko brodova se nalazi u dometu njegovog svjetla. Na sličan način *beacon* emitira radio signal kako bi oglasio uređajima koji podržavaju BLE svoju prisutnost u tom području. On također ne može komunicirati s uređajima niti identificirati koliko uređaja prima njegov signal. Nekoliko *beacona* u jednom području mogu emitirati svoje signale. Uređaji koji podržavaju BLE, poput pametnih telefona, pametnih satova i računala s jednom pločom poput *Raspberry Pis-a*, mogu detektirati signal i putem instaliranih aplikacija pokrenuti određene radnje. Te se aplikacije pokreću na korištenim uređajima, dok *beaconi* nisu svjesni njih niti broja obližnjih *beacon* uređaja, [24].

3.4 Globalni navigacijski satelitski sustavi

Globalni navigacijski satelitski sustavi (engl. *Global Navigation Satellite Systems*, GNSS) predstavljaju satelitske konstelacije koje generiraju signale koji se mogu primati u bilo kojem trenutku i po svim vremenskim prilikama bilo gdje na svijetu. GNSS jednostavnije rečeno predstavlja zajednički naziv za one sustave koji omogućavaju pozicioniranje i navigiranje na zemaljskoj površini. Od 2010. godine dva satelitska navigacijska sustava u potpunosti su funkcionalna: Globalni sustav pozicioniranja (engl. *Global Positioning System*, GPS) koji je razvilo i njime upravlja Ministarstvo obrane Sjedinjenih Američkih Država te Globalni orbitalni navigacijski sustav (rus. *GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*, GLONASS) koji je razvila i njime upravlja Ruska Republika. GNSS Galileo još je uvijek u fazi razvoja od strane Europske unije. Važno je napomenuti kako bi sustavi GPS, GLONASS i Galileo trebali biti neovisni, komplementarni i interoperabilni.

U svrhu povećanja točnosti i integriteta GNSS-a, a samim time i povećanja sigurnosti korisnika, regije su u postupku razvoja sustava za poboljšanje rada GNSS-a, takozvani engl. *augmentation systems*. Oni uključuju Američki WAAS (engl. *Wide Area Augmentation System*), EGNOS Europske Unije (engl. *European Geostationary Navigation Overlay System*), Japanski MSAS (engl. *MTSAT Satellite Based Augmentation System*), Kanadski CWAAS (engl. *Canadian WAAS*), Kineski SNAS (engl. *Satellite Navigation Augmentation System*) te Indijski GAGAN (engl. *GPS & GEO Augmented Navigation*). Općenito, ove stanice za poboljšanje rada sustava uključuju korisnički GPS prijamnik koji prima korekcije određene iz mreže referentnih postaja raspoređenih na širokom geografskom području. Zasebne korekcije obično se određuju za specifične izvore pogrešaka poput satelitskog sata, kašnjenja širenja ionosfere i efemerida. Ispravci se primjenjuju u korisničkom prijemniku ili priključenom računalu u izračunavanju koordinata prijemnika. Ispravci se obično dostavljaju u stvarnom vremenu putem geostacionarnog komunikacijskog satelita ili putem mreže zemaljskih odašiljača. Ispravci se također mogu dostaviti kasnije za naknadnu obradu prikupljenih podataka, [25].

3.4.1 *Global Positioning System*

GPS je svemirski sustav za navigaciju i pozicioniranje koji je osmislila američka vojska u svrhu omogućavanja jednom vojniku ili grupi vojnika da samostalno odrede svoj položaj s točnošću od 10 do 20 metara. Koncept samostalnosti bio je važan jer je bilo potrebno osmisliti sustav koji bi vojniku omogućio da može odrediti gdje se nalazi

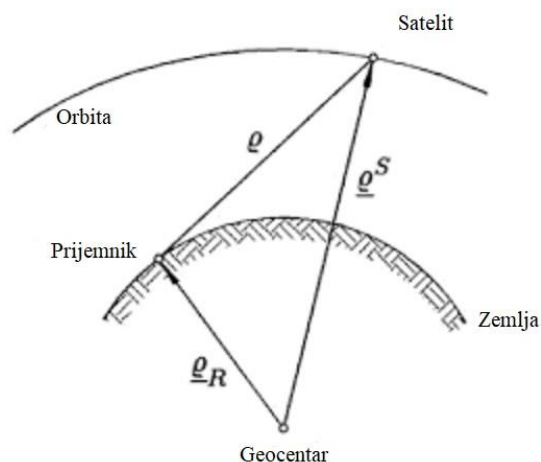
bez ikakve radio (ili druge bežične) komunikacije. Drugim riječima, s jednim, jednosmjernim prijemnikom čiju upotrebu potencijalni neprijatelji ne mogu otkriti.

Budući da je primjena GPS-a imala globalne zahtjeve bilo je potrebno razviti sustav koji može omogućiti pokrivenost u svakom trenutku na bilo kojem dijelu svijeta. Isto tako, zbog osjetljivosti prenošenih podataka obavezna je visoka razina zaštite i sigurnosti tih podataka te onemogućavanje drugih od neautoriziranog korištenja tih sustava, [26].

GPS uključuje 31 aktivni satelit koji su približno ravnomjerno raspoređeni oko šest kružnih orbita s pet ili više satelita u svakoj. Orbite su nagnute pod kutom inklinacije od 55° u odnosu na ravninu ekvatora i međusobno su razmaknute kutom od 60° . Orbite nisu geostacionarne, imaju oblik kružnice te imaju orbitalne periode od približno 12 zvjezdanih sati. U teoriji bi u svakom trenutku trebalo biti vidljivo tri ili više GPS satelita s većine točaka na zemljinoj površini, a četiri ili više GPS satelita mogu se koristiti za određivanje položaja promatrača bilo gdje na zemljinoj površini 24 sata dnevno, [25].

Civilni pristup GPS signalu, bez naplate korisniku, službeno je započeo 1984. godine. Pokazalo se kako je civilna uporaba GPS-a daleko premašila vojnu. Aplikacije bliske korisnicima su se pokazale toliko korisnima da je došlo do rastuće ovisnosti o sustavu za koji se očekuje da će se ubrzo implementirati i u kritična područja kao što je zrakoplovna navigacija. Mogućnosti primjene su praktički neograničene. Brojne tvrtke koje se bave logistikom svakodnevno koriste sustave kako bi olakšali proces prijevoza dobara s lokacije na lokaciju. Isto tako, GPS sustavi pomažu baš svakome tko želi odrediti svoju trenutnu lokaciju i svakome tko ima potrebu za navigacijom prema određenoj lokaciji. Sustavi za pozicioniranje i navigiranje uvelike olakšavaju kretanje urbanim sredinama osobama s invaliditetom također budući da korisnici često ovise o njima za snalaženje u prostoru, [26].

Sustav za globalno pozicioniranje sastoji se od tri dijela: prostorni segment (njega čine sateliti), kontrolni segment (sastoji se od zemaljskih stanica) te korisnički segment (sastoji se od korisnika i njihovih prijemnika). Na slici 11. prikazan je temeljni princip satelitskog povezivanja.



Slika 11. Princip satelitskog povezivanja, [26]

Prostorni segment čine sateliti koji orbitiraju na visini od oko 20 200 [km] iznad Zemljine površine na ruti koja je slična približnoj zamišljenoj kružnici s periodom od gotovo 12 zvjezdanih sati. Ovakav raspored satelita s vremenom se mijenjao od početna 24 satelita u tri orbitalne ravnine koji se pozicionirani uz inklinaciju od 63° prema ravnini ekvatora, do današnjih 31 satelit u šest orbitalnih ravnina, uz inklinaciju od 55° prema ekvatoru (u svakoj ravnini nalaze se četiri satelita). GPS sateliti pružaju platformu za rad računala, radio primopredajnike, atomske satove i različitu dodatnu opremu koja se koristi za vođenje sustava.

Kontrolni segment uključuje operacijski kontrolni sustav (engl. *Operational Control System*) koji se sastoji od tri različite vrste stanica: glavne kontrolne stanice, promatračke stanice koje su rasprostranjene diljem svijeta te zemaljske kontrolne stanice. Neke od glavnih zadaća koje kontrolni segment obavlja su praćenje satelita u svrhu određivanja njihovih orbita, sinkronizacija vremena, korekcija sata (tzv. predikacijsko modeliranje) te konačno slanje poruka prema satelitima, [27].

Korisnički segment razlikuje vojne korisnike i civilne korisnike. Prvobitni korisnik GPS-a kod vojnih korisnika bilo je Ministarstvo obrane SAD-a, koje je ovaj sustav koristio kao dopunu programu nacionalne sigurnosti. Primarni cilj Ministarstva obrane SAD-a bio je implementirati GPS prijarnike u gotovo svaku vojnu jedinicu, bile one na kopnu, moru ili u zraku.

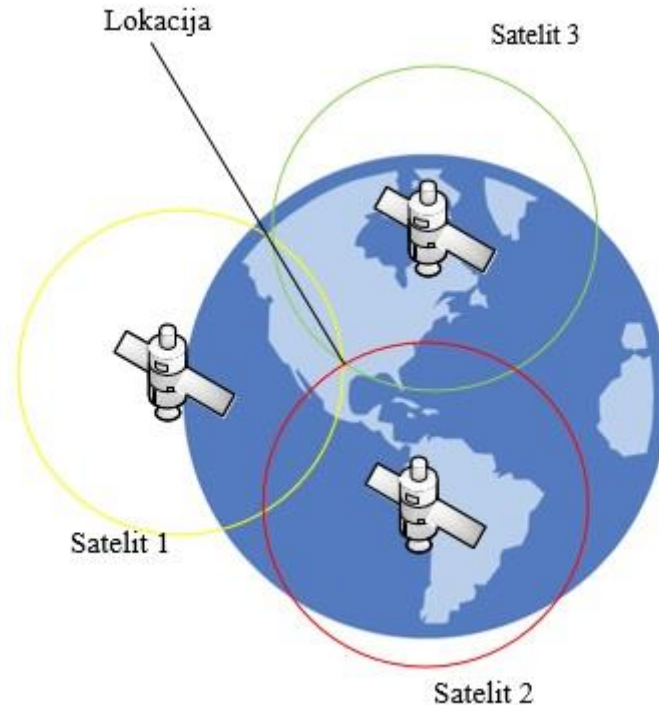
U civilnoj uporabi GPS najčešću primjenu pronalazi u lokaciji i navigaciji korisnika i flote vozila te se tako sve češće pronalazi kao integrirani dio automobila te pametnih mobilnih uređaja. Ova tehnologija omogućava korisnicima lakše snalaženje u njima nepoznatom prostoru, isto tako pruža upute o pravcu kretanja te o trenutnoj lokaciji. U današnje vrijeme veliki broj tvrtki koje posjeduju određenu flotu vozila koriste GPS sustave kako bi nadzirali kretanja svojih vozila, [27].

Način rada sustava globalnog pozicioniranja u stvari je, konceptualno, vrlo jednostavan. GPS sustav je zapravo sustav udaljenosti (dometa). Drugim riječima, ono što korisnik zapravo pokušava je odrediti koliko je udaljen od bilo kojeg satelita. GPS satelit emitira signal u svim smjerovima, iako je preferirana orijentacija prema Zemlji.

U biti, GPS radi na principu trilateracije. U trilateraciji, položaj nepoznate točke određuje se mjerenjem duljina stranica trokuta između nepoznate točke i dvije ili više poznatih točaka (točke predstavljaju satelite). Ovo je suprotno od uobičajenije shvaćene triangulacije, gdje se položaj određuje uzimanjem kutnih smjerova iz dviju točaka na poznatoj udaljenosti i izračunavanjem položaja nepoznate točke iz rezultirajućeg trokuta. Sateliti to čine odašiljanjem koda radijskog signala koji je jedinstven za svaki satelit. Prijemnici na zemlji pasivno primaju radijski signal svakog vidljivog satelita i mjere vrijeme koje je potrebno signalu da putuje do prijarnika. Udaljenost je tada jednostavna stvar izračunavanja ili izvođenja udaljenosti množenjem vremena putovanja signala s brzinom emitiranog signala. Stoga je jedino što korisniku treba za izračunavanje udaljenosti od bilo kojeg satelita mjerenje vremena koje je radio signalu trebalo da putuje od satelita do prijarnika, [26].

Određivanje položaja korisnika putem GPS sustava postiže se u nekoliko koraka. Prvenstveno GPS prijarnik izračunava udaljenost od korisnika do tri različita

satelita. Prijemnik zatim pronalazi položaj tih satelita iz informacija koje dobiva u navigacijskim porukama sa satelita. Dobivene informacije od satelita kao što su domet i položaj satelita konačno se koriste za izračunavanje položaja korisnika (geografske širine, dužine i nadmorske visine) na površini zemlje, što je prikazano na slici 12., [25].



Slika 12. Prikaz određivanja pozicije prijarnika, [25]

3.4.2 GLONASS

GLONASS također je poput GPS-a satelitski radio-navigacijski sustav koji korisniku pruža informacije o položaju i vremenu. Njime upravlja Ministarstvo obrane Ruske Federacije. Konstelacija GLONASS-a sastoji se od 24 satelita, jednako raspoređenih u 3 orbitalne ravnine, koje su odvojene 120° u ekvatorijalnoj ravnini. Sateliti GLONASS kruže na visini od 19 130 [km], odnosno oko 1000 km ispod GPS satelita (20 200 km) što rezultira orbitalnim periodom od 11 h 15 min 44 s, [28] Prikaz konstelacije GLONASS satelita nalazi se na slici 13.



Slika 13. Konstelacija GLONASS satelita, [29]

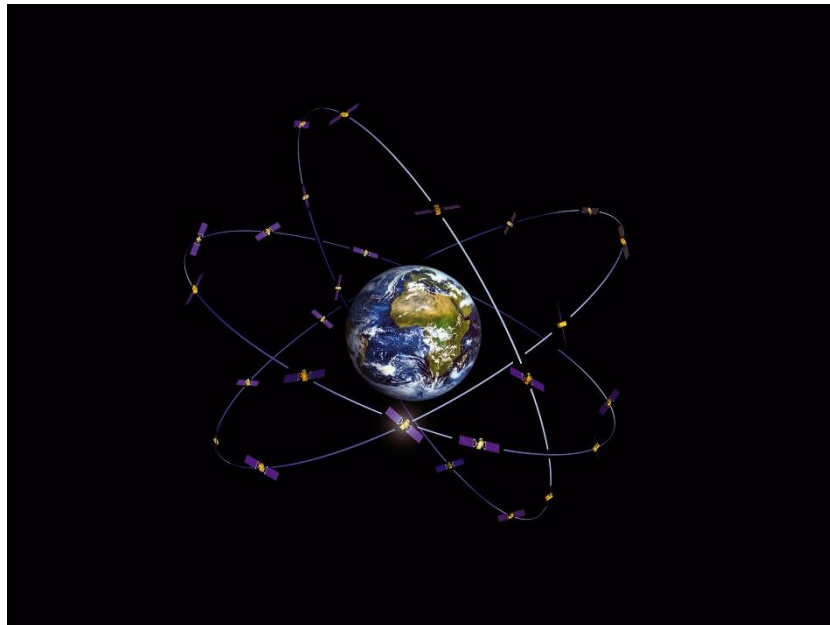
GLONASS sustav također uključuje tri komponente: Konstelacija satelita (svemirski segment), kontrolni objekti na zemlji (kontrolni segment) te korisnička oprema (korisnički segment). Kontrolni segment uključuje centar za upravljanje sustavom (engl. *System Control Center*) i mrežu zapovjedno-nadzornih stanica koje su smještene na cijelom teritoriju Rusije. Kontrolni segment omogućuje nadzor statusa GLONASS konstelacije, korekciju orbitalnih parametara i učitavanje navigacijskih podataka dok se korisnička oprema sastoji se od prijemnika i procesora koji primaju i obrađuju GLONASS navigacijske signale, a korisniku omogućuju izračunavanje koordinata, brzine i vremena.

Korisnička oprema obavlja pasivna mjerenja pseudodometra i brzine pseudodometra četiri, odnosno tri, GLONASS satelita te prima i obrađuje navigacijske poruke sadržane u navigacijskim signalima satelita. Navigacijska poruka opisuje položaj satelita u prostoru i vremenu. Kombinacijom obrade mjerenja određenih parametara te navigacijskih poruka četiri, odnosno tri, GLONASS satelita korisniku se omogućuje određivanje tri ili dvije koordinate položaja, [29].

3.4.3 GALILEO

Galileo je također globalni navigacijski satelitski sustav koji omogućava garantirano visoku preciznost globalnog pozicioniranja pod civilnom kontrolom. Posebnost ovog sustava je to što je on prvi satelitski sustav koji nije razvijen prvenstveno za vojnu nego civilnu uporabu. Razvoj se odvija pod nadzorom Europske Unije od 1994. godine, a prvi satelit poslan u orbitu bio je u prosincu 2005. godine, [30].

Prema podacima sa engl. *European Union Agency for the Space Programme* konstelacija Galileo sustava sadrži 28 satelita od kojih je 23 upotrjebljivo. U trenutku kada bude kompletna konstelacija Galileo sustava sastojat će se od satelita ravnomjerno raspoređenih oko tri orbitalne ravnine nagnute pod kutom od 56° prema ekvatoru te će svakom satelitu trebati oko 14 sati da obiđe Zemlju. Jedan satelit u svakoj ravnini bit će rezervni, odnosno u pripravnosti u slučaju kvara bilo kojeg operativnog satelita. S većine lokacija uvijek će biti vidljivo šest do osam satelita, što omogućuje vrlo precizno određivanje položaja i vremena do unutar nekoliko centimetara, [31]. Prikaz Galileo konstelacije satelita nalazi se na slici 14.



Slika 14. Galileo konstelacija satelita, [32]

4. PRIKAZ RAZVIJENIH POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA POMOĆ PRI KRETANJU KORISNIKA

Prema podacima WHO-a procjenjuje se da 1,3 milijarde ljudi ima značajan invaliditet te kako pojedine osobe s invaliditetom umiru i do 20 godina ranije od osoba bez invaliditeta. Isto tako, smatra se kako osobe s invaliditetom imaju dvostruko veći rizik od razvoja stanja kao što su depresija, astma, dijabetes, moždani udar, pretilost ili loše oralno zdravlje. Svi ovi razlozi utječu na sve učestaliji razvoj pomoćnih tehnologija kako bi ovoj skupini ljudi pokušali omogućiti lakše i normalnije funkcioniranje u svakodnevnom okruženju, [33].

Nedostatak pristupa najčešćim pomoćnim proizvodima kao što su invalidska kolica, slušni aparati ili naočale, isto kao i manje istaknutim proizvodima kao što su jastučići za inkontinenciju, aplikacije za mobilne telefone ili štapovi za hodanje pogađa čak 2,5 milijarde ljudi diljem svijeta, [34]. Veliki je problem također to što većina pomoćnih proizvoda kojima se korisnici koriste imaju ograničenja u korištenju što rezultira otežanim korištenjem ili smanjenom mogućnošću uporabe istih, [33].

Kao što je već ranije navedeno prema Pravilniku o sustavu i načinu rada tijela vještačenja u postupku ostvarivanja prava iz socijalne skrbi i drugih prava po posebnim propisima (NN, 79/2014., 110/2014., čl. 28-40), promjene u zdravstvenom stanju dijele se u 4 skupine: tjelesna oštećenja, intelektualna oštećenja, mentalna oštećenja i poremećaji autističnog spektra (PAS). Kako bi se što pravilnije prikazale razvijene pomoćne tehnologije u sljedećim potpoglavljima prvenstveno će biti predstavljene pomoćne tehnologije koje koristi skupina korisnika s tjelesnim oštećenjima (s naglaskom na oštećenja vida i sluha) te zatim pomoćne tehnologije koje koriste osobe s intelektualnim i mentalnim oštećenjima.

4.1 Razvijene pomoćne tehnologije za osobe s tjelesnim oštećenjima

Kao što je već ranije definirano tjelesno oštećenje se definira kao gubitak, bitnije oštećenje ili znatniju onesposobljenost pojedinog organa ili dijelova tijela. Budući da se prema podacima iz WHO u svijetu nalazi približno 2.2 milijarde osoba s manjim ili većim oštećenjem vida upravo će ova grupa korisnika biti najviše promatrana u ovom diplomskom radu.

Smatra se kako vizualna pomoćna tehnologija može biti podijeljena u tri kategorije: poboljšanje vida (engl. *vision enhancement*), zamjena za vid (engl. *vision substitution*) i nadomjestak vida (engl. *vision replacement*). Ova pomoćna tehnologija postala je dostupna slijepim i slabovidnim osobama putem elektroničkih uređaja koji korisnicima omogućuju detekciju i lokalizaciju objekata kako bi im se približio osjećaj njihove vanjske okoline pomoću funkcija senzora. Senzori također pomažu korisniku u zadatku mobilnosti na temelju određivanja dimenzija, dometa i visine objekata. Kategorija *vision replacement* složenija je od druge dvije kategorije. Ona se bavi medicinskim i tehnološkim pitanjima budući da nadomjestak vida uključuje prikazivanje informacija izravno u vidni korteks mozga ili kroz očni živac. Međutim, *vision substitution* i *vision enhancement* slični su po konceptu, ali je kod njih razlika u tome što se kod poboljšanja vida obrađuje videozapis s kamere te se rezultati vizualno prikazuju. *Vision substitution* slična je poboljšanju vida, međutim rezultat predstavlja

nevizualni prikaz, koji može biti vibracijski, slušni ili oboje, a temeljen je na osjetilima sluha i dodira koje slijepi korisnik može lako kontrolirati i osjetiti, [33].

Vision substitution kategorija može se dodatno podijeliti u 3 potkategorije: Elektronička putna pomoć (engl. *Electronic Travel Aid*, ETA), elektronička pomoć za orijentaciju (engl. *Electronic Orientation Aid*, EOA) i uređaji za lociranje položaja (engl. *Position Locator Devices*, PLD). ETA predstavlja uređaje koji skupljaju informacije o okolini i prenose je do korisnika putem senzorskih kamera, sonara ili laserskih skenera. ETA funkcionira na principu 6 pravila, [33]:

1. Određivanje prepreka oko tijela korisnika od tla do glave,
2. Davanje određenih uputa korisniku o površini po kojoj se kreće kao što su rupe ili tekstura,
3. Pronalaženje predmeta zaobilaznjem prepreka,
4. Davanje informacija o udaljenosti između korisnika i prepreke s bitnim uputama za smjer kretanja,
5. Predlaganje značajnih lokacija znamenitosti uz identifikacijske upute,
6. Pružanje informacija koje daju sposobnost samoorijentacije i stvaranje mentalne mape okoline.

EOA su uređaji koji pješacima daju upute na nepoznatim mjestima. Smjernice EOA-a su: Definiranje rute za odabir najboljeg puta, praćenje puta za približno izračunavanje lokacije korisnika te pružanje uputa o kretanju i putokaznih znakova za vođenje korisnika te razvijanje njegova/njegovog mozga o okolišu. PLD su uređaji koji određuju točan položaj svog korisnika kao što su uređaji koji koriste GPS tehnologija, [33].

Većina pomoćnih tehnologija koristi elektronička pomagala koja pružaju usluge osobama s oštećenjem vida. Ovakva pomagala ovise o podacima prikupljenim iz okoline (putem laserskog skenera, senzora kamere ili sonara) koje se prenose korisniku putem taktilnog formata, audio formata ili oboje. Postoje različita mišljenja o tome koji je format prihvatljiviji budući da se analizira koja je vrsta povratne informacije bolja za korisnike.

Bez obzira na usluge koje pojedini sustav pruža, postoje osnovne značajke koje su potrebne u tom sustavu kako bi se ponudila određena kvaliteta usluge. Ove značajke mogu biti ključne za mjerenje učinkovitosti i pouzdanosti bilo kojeg elektroničkog uređaja koji omogućuje navigaciju i usluge orijentacije za osobe s oštećenim vidom. Uzevši to u obzir, u ovom dijelu diplomskog rada bit će predstavljene neke od najvažnijih i najkorištenijih pomoćnih tehnologija s kratkim sažetkom uključujući kakav je to sustav, njegov prototip, ukratko kako radi, poznate tehnike koje se koriste u tom sustavu i prednosti te nedostatke, [33].

4.1.1 Pametni štap

Pametni štap predstavlja uređaj koji se koristi za otkrivanje objekata u okolini korisnika te za stvaranje uputa za navigaciju. Dizajn pametnog štapa prikazan je na slici 15. Pametni štap zapravo je prijenosni uređaj koji je opremljen senzorskim sustavom. Sustav se sastoji od ultrazvučnih senzora, mikrokontrolera, vibratora, zujalica i detektora vode za navođenje slabovidnih osoba. Uređaj koristi servo motore,

ultrazvučne senzore te izraziti upravljački sustav (engl. *fuzzy controller*) za otkrivanje prepreka koje se nalaze ispred korisnika te zatim pretvaranje tih analognih unosa u pružanje uputa korisniku putem glasovnih poruka ili vibracije ruke. Servo motori se koriste za davanje precizne povratne informacije o položaju korisnika dok se ultrazvučni senzori koriste za otkrivanje prepreka što rezultira time da *fuzzy controller* može donositi precizne odluke o navigiranju korisnika na temelju prikupljenih informacija. Upute koje pametni štapi prenosi korisniku upravo ovise o prikupljanju gore navedenih informacija koje se pretvaraju u zvučne poruke koje se zatim korisniku reproduciraju putem zvučnika. Kao dodatak za osobe s oštećenim sluhom postoji i posebna vibrirajuća rukavica koja se ovisno o potrebi može koristiti uz pametni štapi. Vibrirajuća rukavica izvedena je na način da postoji određena vibracija za svaki prst koji individualno ima specifično značenje, [35].

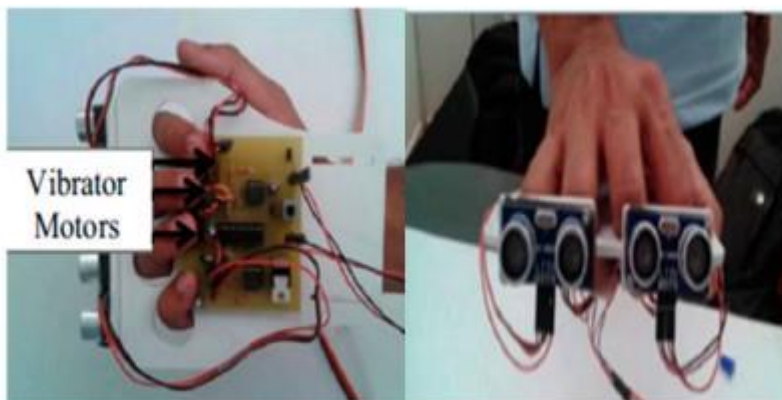


Slika 15. Pametni štapi, [35]

Pametni štapi realizirao je svoje ciljeve u otkrivanju objekata i prepreka te u stvaranju potrebnih povratnih informacija. Kao što je prikazano na slici 14, pametni štapi lako se nosi u ruci te sklapa po završetku korištenja. Neki od nedostataka su ti da senzor za vodu neće detektirati vodu osim ako je dubina 0,5 cm ili dublja te da zujalica detektora vode neće prestati zujati sve dok se ne osuši ili ne obriše senzor. Isto tako, stručnjaci smatraju kako bi za praćenje statusa napajanja bilo bolje implementirati mjerač izvora napajanja (engl. *power supply meter*), zatim kako bi se trebalo dodati vremensko ograničenje na zujalicu bi se riješio problem predugačkog trajanja „zujanja“ te kako bi bilo poželjno dodati alarmni sustav koji može pozvati nekoga u pomoć korisnicima u slučaju nužde, [35].

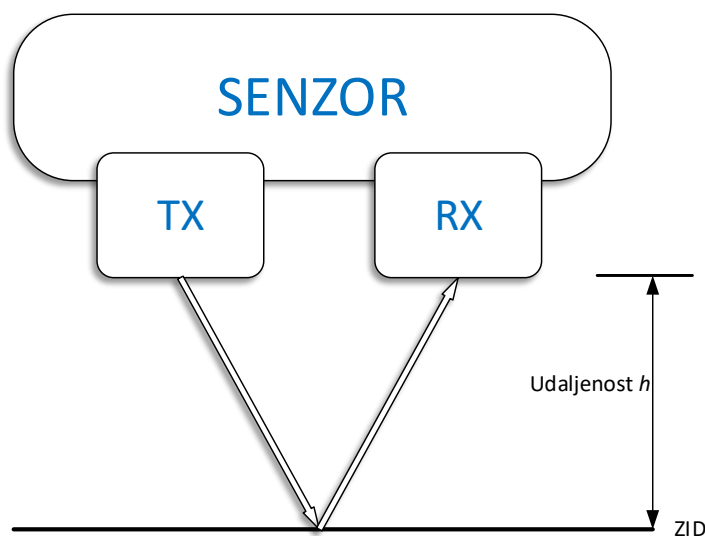
4.1.2 Eye Substitution

Sljedeća analizirana pomoćna tehnologija koristi ugrađeni uređaj na ljudsku ruku koji djeluje kao nadomjestak oka za osobe s oštećenjem vida koji pomaže pri usmjeravanju i navigaciji kao što je prikazano na slici 16. Predloženi algoritmi implementirani su pomoću Android aplikacije koja je dostupna korisnicima. Uloga ove aplikacije je korištenje GPS-a, poboljšanog GSM-a i GPRS-a za dobivanje lokacije osobe i generiranje boljih uputa, [36].



Slika 16. Nadomjestak za vid, [36]

Ugrađeni uređaj sastoji se od dva ultrazvučna senzora i tri vibratorska motora. Ultrazvučni senzori odašalju niz ultrazvučnih impulsa koji u trenutku nailaska na prepreku reflektiraju zvuk natrag do prijemnika kao što je prikazano na slici 16. TX predstavlja *pin* za odašiljanje, a RX *pin* za prijem impulsa. Mikrokontroler obrađuje očitavanja ultrazvučnih senzora kako bi aktivirao motore slanjem modulacije širine impulsa (engl. *pulse width modulation*). Također pruža nisku potrošnju energije.



Slika 17. Refleksija niza ultrazvučnih impulsa između pošiljatelja i primatelja, [36]

Dizajn uređaja je lagan i vrlo praktičan. Nadalje, sustav koristi dva senzora za prevladavanje problema uskog kuta stošca. Dakle, umjesto da pokrivaju dva raspona, ultrazvučni uređaji pokrivaju tri raspona. To ne pomaže samo u otkrivanju prepreka, već i u njihovom lociranju. Mane ovog uređaja pronalaze su u dizajnu koji je mogao biti bolji da autori nisu koristili drvenu podlogu, budući da ih korisnici većinu vremena nose na rukama te to što sustav nije pouzdan i ograničen je isključivo na Android uređaje, [36].

4.1.3 FAV&GPS

Fuzija umjetnog vida i GPS-a (engl. *Fusion of Artificial Vision and GPS*, FAV&GPS) predstavlja pomoćni uređaj za slijepe osobe koji je uveden kako bi se

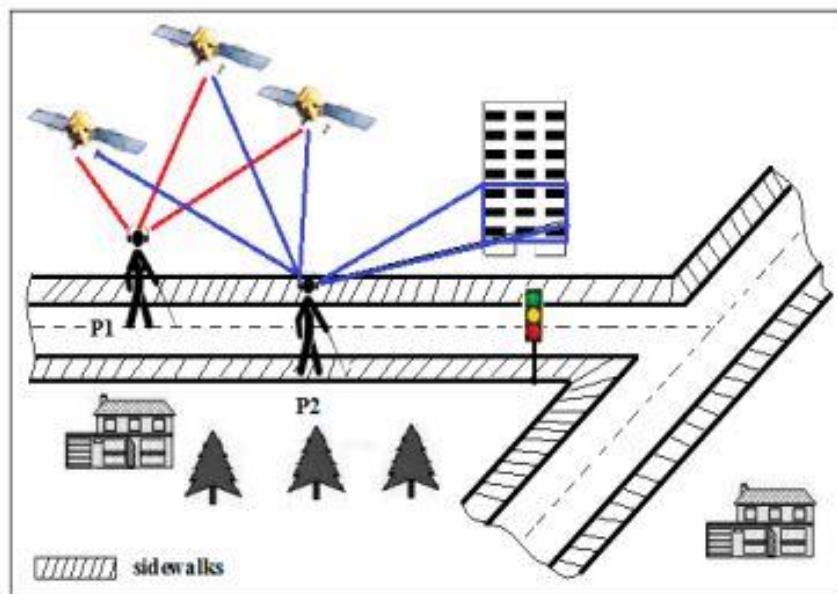
poboljšalo mapiranje korisnikove lokacije i pozicioniranje okolnih objekata pomoću dvije funkcije koje su temeljene na pristupu usklađivanja karte (engl. *map matching*) i umjetnom vidu. Prva funkcija pomaže u lociranju traženog objekta te omogućuje korisniku da utječe na davanje uputa pomicanjem svoje glave prema meti dok druga funkcionalnost pomaže u automatskom otkrivanju vizualnih ciljeva, [37].



Slika 18. Pomoćni uređaj za slijepo osobe koji se temelji na pristupu usklađivanja karte i umjetnom vizijom, [37]

Kao što je prikazano na slici 18, ovaj uređaj je nosivi uređaj koji se postavlja na glavu korisnika, a sastoji se od dvije *stereo* kamere za video ulaz koje se postavljaju na kacigu, GPS prijemnika, slušalica, mikrofona i Xsens Mti uređaja za praćenje kretanja. Sustav obrađuje video *stream* pomoću SpikNet algoritma za prepoznavanje kako bi locirao vizualne značajke koje obrađuju sliku od 320 × 240 [piksela].

Za brzu lokalizaciju i otkrivanje takvih vizualnih ciljeva, ovaj sustav integrirao je GPS, modificirani geografski informacijski sustav (engl. *Geographic Information System*, GIS) te pozicioniranje temeljeno na viziji. Ovaj dizajn može poboljšati performanse navigacijskih sustava gdje se signal zamjenjuje, stoga se ovaj sustav može kombinirati s bilo kojim navigacijskim sustavom kako bi se prevladali problemi navigacije u određenim područjima, [37].



Slika 19. Prikaz razlika u preciznosti komercijalnih i prilagođenih GPS i GIS tehnologija, [37]

Zbog nedostatka dostupnih informacija o dosljednosti mobilnosti pješaka od strane komercijalnog GIS-a, ovaj sustav mapira GPS signal s prilagođenim GIS-om za procjenu trenutne pozicije korisnika kao što je prikazano na slici 19. Na slici korisnik P1 koristi komercijalne GPS i GIS tehnologije, dok P2 korisnik koristi mapiranje signala GPS-a s prilagodbom GIS-a. Položaj 3D cilja izračunava se pomoću matrica leća i stereoskopske varijance. Nakon otkrivanja položaja korisnika i cilja, vizualni agent šalje ID cilja i njegove 3D koordinate. Nakon otkrivanja položaja korisnika i cilja, vizualni agent šalje ID cilja i njegove 3D koordinate, [37].

4.1.4 TED

Dizajn sićušne dipolne antene razvijen je za spajanje unutar elektro-taktilnog uređaja koji se nalazi na jeziku (engl. *Tongue-placed electro-tactile device*, TED) za pomoć slijepim osobama u prijenosu informacija i navigaciji. Ova antena je dizajnirana za uspostavljanje bežične komunikacije između TED uređaja i matrice elektroda. Ideja TED sustava je razvoj sustava koji je ranije razvio neuroznanstvenik Paul Bach-Y-Rit u maleni bežični sustav. Vizualne informacije svih video ulaza prikazuju se na jedinici taktilnog zaslona. Dizajn ovog sustava temelji se na tri glavna dijela: sunčane naočale s detektivskom kamerom za objekte, elektrotaktilni uređaj za jezik (TED) i glavno računalo. Uređaj sadrži antenu koja podržava bežičnu komunikaciju u sustavu, matricu elektroda koje bi korisniku trebale omogućiti dodatne osjete kroz jezik, središnji procesorski blok (engl. *Central processing unit*, CPU), bežični prijenosni blok, kontrolni blok elektroda i bateriju. Matrica od 33 elektrode koja je raspoređena u 8 impulsa bit će implementirana u jezik slijepice osobe, a preostale komponente stvaraju integrirani krug. Svaki impuls odgovara određenom smjeru kretanja, [38].

Signali u obliku slika koji se šalju iz kamere u matricu elektroda prvenstveno prima glavno računalo, a zatim se prenosi u informacijama koje su interpretirane na način razumljiv korisniku. To znači da će ovu pretvorenu informaciju prvenstveno primiti blok za bežični prijenos TED uređaja. Zatim će središnji blok za obradu obraditi

signal slike u kodirani signal, a koje će blok za upravljanje elektrodama naknadno obraditi u kontrolirani signal. Na kraju će se kontrolirani signal poslati elektrodama.

Iako ovaj uređaj ispunjava svoj cilj i pokazuje učinkovite performanse, rezultati pokazuju da antena nije potpuno svesmjerna (ne emitira jednoliko u svim smjerovima). To pokazuje da sustav nije optimiziran i zahtijeva daljnje testove. Rezultati pokazuju da korisnik ne reagira na neke od impulsa što znači da sustav ne šalje impuls na tu određenu točku, [38].

4.1.5 CASBlip

CASBlIP (engl. *Cognitive Aid System for Blind People*) također spada u sustav nosivih pomagala za slijepo osobe. Ciljevi ovog dizajna su pružiti pomoć u detekciji predmeta, orijentaciji i navigaciji za djelomično i potpuno slijepo osobe. Ovaj sustav ima dva važna modula: senzorski modul i akustični modul. Senzorski modul sadrži par naočala koje uključuju senzore slike i laserske svjetlosne zrake za detekciju objekta. Osim toga, ima funkciju implementiranu korištenjem FPGA (engl. *Field Programmable Gate Array*) koja kontrolira refleksiju laserskih svjetlosnih zraka nakon sudara sa zatvorenim objektom na leće kamere, izračunavanje udaljenosti, prikupljanje podataka i upravljanje aplikacijskim softverom. Druga funkcija FPGA implementirana je unutar akustičnog modula kako bi se obradile informacije o okolišu za lociranje objekta i pretvorile te informacije u zvukove koje će primati stereofonske slušalice, [39]. Prikaz prototipa nalazi se na slici 20.



Slika 20. Prototip CASBlip nosivog uređaja, [40]

Razvijeni akustički sustav omogućuje korisniku odabir rute i puta nakon detekcije prisutnosti objekta i korisnika. Međutim, mali domet ovog uređaja može uzrokovati ozbiljan incident. Međutim, rezultati pokusa na otvorenom nisu bili tako dobri kao pokusi u zatvorenom prostoru budući da su izrazito padali pod utjecaj vanjske buke. Jedna od preporuka za daljnji razvoj ovog sustava je korištenje stereovizije (engl. *stereovision*) ili dodavanje više senzora za poboljšanje snimanja slike, [39].

4.1.6 LowCost Nav

LowCost Nav (engl. *A Low Cost Outdoor Assistive Navigation System*) predstavlja navigator s 3D zvučnim sustavom razvijen za pomoć slijepim osobama u navigaciji. Uređaj se nalazi na struku korisnika opremljen s tehnologijom *Raspberry Pi*, GPS prijammikom i tri glavna gumba za pokretanje sustava. Korisnik može odabrati ugodan zvuk s popisa prethodno snimljenih zapisa kako bi primio navigacijske upute za kretanje u zvučnom formatu. Dakle, uređaj je opremljen glasovnim uputama i prepoznavanjem govora za pružanje boljih mogućnosti korištenja korisnicima, [41].

Sustav izračunava udaljenost između korisnika i objekta pomoću žiroskopa i magnetskog kompasa, dok *Raspberry Pi* kontrolira proces navigacije. Moduli engl. *Mo Nav* (engl. *Navigation modul*) i engl. *Geo-Coder-US* korišteni su za generiranje pješачke rute. Dakle, sustav funkcionira na sljedeći način: korisnik može koristiti samo mikrofon da izgovori željenu adresu ili koristiti jedan od tri ponuđena gumba ukoliko je adresa već prethodno pohranjena u sustavu. Isto tako, korisnik može pritisnuti gumb za odabir pohranjene adrese, npr. kućne adrese ili unijeti novu adresu pritiskom na drugi gumb na uređaju te započeti snimanje nove adrese. Srednji gumb bit će odabran za nastavak nakon što se uređaj uvjeri da je odabrana adresa točna adresa. Sustav se sastoji od pet glavnih modula: učitavač (engl. *loader*) je kontrolor sustava, inicijalizator provjerava postojanje potrebnih podataka i rječnika, korisničko sučelje prima željenu adresu od korisnika, adresni upit prevodi unesenu adresu u geografske koordinate dok upit o ruti dobiva trenutnu lokaciju korisnika iz GPS-a i transverzalu rute koja daje zvučne upute korisniku kako doći do odredišta.

Ovaj uređaj pokazuje dobre performanse unutar stambenog područja korisnika. Isto tako, cijena uređaja je ekonomski prihvatljiva za osobe s niskim primanjima i sam uređaj je lagan i jednostavan za nošenje. Međutim, uređaj pokazuje niske performanse u urbanim sredinama gdje se nalaze visoke zgrade budući da one utječu na nešto nižu razinu točnosti korištenog GPS prijammnika, [41].

4.2 Razvijene pomoćne tehnologije za osobe s intelektualnim i mentalnim oštećenjima

Uporaba pomoćnih tehnologija i proizvoda od strane osoba s intelektualnim i mentalnim oštećenjima zanemareno je područje istraživanja i prakse, a nudi značajne mogućnosti za unapređenje zdravlja stanovništva i ostvarivanje osnovnih ljudskih prava. Nije poznato koliko ljudi s intelektualnim oštećenjima na globalnoj razini ima pristup odgovarajućim pomoćnim proizvodima i tehnologijama te koji čimbenici utječu na njihov pristup. Pomoćne tehnologije mogu poboljšati kvalitetu života osoba s oštećenjima, uključujući opseg njihove uključenosti i sudjelovanja u društvu. Oko 1% ukupnog stanovništva ima intelektualne poteškoće, s višim stopama prevalencije u zemljama s niskim i srednjim prihodima. Istraživanja pokazuju kako kod osoba s intelektualnim oštećenjima često postoji visoka stopa postavljanja nepotpunih dijagnoza te pogrešno dijagnosticiranje stanja što rezultira time da često ne primaju ispravan oblik liječenja. Nadalje to rezultira rastućom potrebom za rehabilitacijom budući da im je zdravstvena njega nepristupačna ili neučinkovita. Atipična prezentacija simptoma kod osoba s intelektualnim oštećenjem često je izazov za sustav zdravstvene skrbi. Točnija procjena i odgovarajuće intervencije uz korištenje pomoćnih tehnologija korisnicima može biti, ne samo omogućavanje i osnaživanje, već i

transformativno u olakšavanju novih životnih vještina i mogućnosti za osobe s intelektualnim poteškoćama, [42].

4.2.1 Ručna računala

Ručna računala poznata i kao PDA (engl. *Personal Digital Assistant*) obično se opisuju kao prijenosni uređaji s malom tipkovnicom za unos informacija koji mogu biti potpuno funkcionalni dok ih se drži. Zbog svoje kompaktne veličine, ova se računala mogu pohraniti u džep i ponekad se nazivaju osobnim digitalnim pomoćnikom. Isto tako, ova računala imaju potencijal pomoći pojedincima s intelektualnim poteškoćama poboljšavajući njihove organizacijske sposobnosti i omogućavanjem im da samostalno dovrše posao. Ovi uređaji promiču promjenu u kontroli stimulansa kako bi se poboljšala autonomija zaposlenika i smanjila ovisnost o učiteljima, voditeljima posla, suradnicima i vršnjacima. Nekoliko istraživača napravilo je prototipove ručnih promptnih sustava za podršku pojedincima s intelektualnim poteškoćama u profesionalnim okruženjima integracijom prijenosnih računala i komunikatora posebne namjene s pomoćnom tehnologijom za pružanje podrške prilikom izvršavanja zadataka, [43].

Provedeno istraživanje uključivalo je edukaciju mlade osobe s intelektualnim poteškoćama kako obaviti 3 jednostavna zadatka na način da su bili prikazani video isječci na iPodu prije obavljanja svakog zadatka. Ukoliko bi se desila pogreška u obavljanju zadatka video bi se korisniku ponovno reproducirao prije ponovnog pokušaja obavljanja zadatka. Zaključak je bio kako su video isječci olakšali obavljanje zadataka te kako su povećali samostalno obavljanje zadataka osobi s intelektualnim oštećenjem, [44].

Čini se kako su ručna računala, kada se koriste kao promptni sustavi, učinkoviti za promicanje ispravnog, neovisnog reagiranja među pojedincima s umjerenim do teškim invaliditetom. Osim toga, čini se da su ručni uređaji učinkoviti u smanjenju vanjskih utjecaja od strane drugih osoba koje okružuju osobe s intelektualnim oštećenjima tijekom angažmana na zadatku, a također se koriste za poticanje upravljanja vremenom i planiranja među pojedincima s intelektualnim i mentalnim oštećenjima.

Ručni uređaji su također poželjni jer su prenosivi, relativno jeftini i često se koriste među osobama bez invaliditeta, što njihovo korištenje čini društveno prihvatljivim i osnažujućim. Iako se čini da su ručna računala korisna za podučavanje osoba s invaliditetom, dosadašnja istraživanja su se prvenstveno usredotočila na prezentaciju fotografija, zvučne upute i signalne sustave (vibracije ili alarme) s ovim uređajima, [44].

4.2.2 Nosiva tehnologija

Nosiva tehnologija novija je komercijalno dostupna inovacija u tehnologiji koja uključuje pametne senzore. Svrha nosive tehnologije je osigurati stalni, prenosivi i uglavnom engl. *hands-free* digitalni pristup. Pametni sat primjer je moderne nosive tehnologije koja može koristiti osobama s intelektualnim oštećenjem. Pametni satovi razmjenjuju podatke s drugim povezanim uređajima i operaterima bez potrebe za ljudskom intervencijom, omogućujući tako korisnicima da samostalno pristupaju mnoštvu aplikacija za podršku produktivnosti, kao i mogućnost poslodavcima da prate učinkovitost. Vibrirajući satovi još su jedan jednostavan oblik nosivih pomoćnih

tehnologija koje zahtijevaju minimalne vještine, ali su vrlo učinkovite u pružanju obavijesti korisniku o dnevnim događajima i rutinama. Te tehnologije mogu pružiti brojne potpore koje bi inače mogle zahtijevati pomoćnika da nadgleda ili potakne pojedinca da dovrši zadatak vezan uz posao, [43].



Slika 21. Vibrirajuća narukvica tvrtke Neosensory, [45]

Prikaz vibrirajuće narukvice koja koristi haptičku tehnologiju za prijenos tokova podataka u mozak kroz osjetilo dodira prikazan je na slici 21. Narukvica radi na principu prikupljanja audio informacija iz okoline korisnika te prijenos informacija direktno na kožu korisnika putem vibracija. Isto tako, narukvica dolazi uz nekoliko funkcionalnosti koje se mogu kontrolirati putem aplikacije za mobilne uređaje kao što su umanjivanje svakodnevne buke iz korisnikova okruženja te samim time i umanjivanjem vibracija, prilagođavanje načina rada za spavanje koji će i dalje reagirati na sirene ili glasne obavijesti, ali ne i na hrkanje te glazbeni način rada koji omogućava korisnicima uživanje glazbi koja svira u njihovom okruženju putem vibracija u ritmu spomenute glazbe, [45].

4.2.3 Prijenosni mobilni uređaji

Prijenosni mobilni uređaji (npr. pametni telefoni) su lagani prijenosni uređaji na električni pogon koji mogu pohranjivati, obrađivati i prenositi informacije pojedincu. Osim prenosivosti, ovi uređaji imaju mogućnost pružanja različitih vrsta upita kako bi pomogli pojedincima s intelektualnim i mentalnim oštećenjima da dovrše zadatak umjesto da se oslanjaju na ljudsku podršku. Prijenosni mobilni uređaji uspješno su korišteni za pomoć osobama s intelektualnim oštećenjima u samostalnom obavljanju radnih zadataka pružajući korisnicima audio, video i slikovne upute, [43].

Mnogi tableti i druge mobilne tehnologije imaju ugrađene funkcije koje su korisne osobama s invaliditetom, uključujući pristup internetu, telefon (glas i slanje poruka) i druge aplikacije poput navigacije temeljene na ugrađenim mogućnostima (npr. akcelerometri, GPS praćenje i kamere). Osim što su manje i jeftinije, mnoge mobilne tehnologije s aplikacijama i sensorima sada imaju funkcionalnost ekvivalentnu pomoćnoj tehnologiji posebne namjene – na primjer u pogledu otkrivanja pada, pronalaženja puta i pojačavanja zvuka. Iako nije specifična za inicijative za osobe s invaliditetom, mobilna tehnologija sve se više smatra preferiranom tehnologijom za ICT (engl. *Information and Communication Technology*) projekte zbog svoje raširene upotrebe i dostupnosti u zemljama s nižim prihodima. Mobilni uređaji mogu poboljšati

pristup informacijama, promovirati lokalno znanje, kao i olakšati dijeljenje i poboljšanje društvene interakcije za marginalizirane populacije, kao što su zemlje osoba s invaliditetom.

Dok će se neke aplikacije osmišljene za poboljšanje uključenosti osoba s invaliditetom razvijati u kontekstima s niskim i srednjim prihodima, druge će se razvijati u kontekstima s visokim prihodima, ali još uvijek mogu povećati uključivanje osoba s invaliditetom u okruženjima s niskim prihodima. Osobe s invaliditetom često se susreću s ekonomskim i jezičnim ograničenjima uz prepreke pristupačnosti. Ta se nejednakost u pristupu ponekad naziva „digitalni jaz“ (engl. „*digital divide*“) – termin koji se koristio 1990-ih za opisivanje nejednakosti među zemljama, ali se u novije vrijeme primjenjuje na nejednakosti unutar zemalja. Osobe s većim brojem invaliditeta mogu znatno više dobiti od upotrebe ICT-a od onih s manjim brojem invaliditeta. Za najmarginaliziranije skupine postoji najmanja vjerojatnost da će dobiti pristup ICT-u, ali kada to uspiju, to može učiniti najveću razliku u njihovim životima (u smislu poboljšanih sposobnosti i funkcioniranja). To vrijedi za mnoge različite postavke i sektore društva i života, [46]

5. PRIKAZ RAZVIJENIH POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA INFORMIRANJE KORISNIKA U TURIZMU

Priroda angažmana s potrošačima i njihova očekivanja od tržišta brzo se mijenjaju. Ipak, tržište koje globalna turistička industrija i dalje nedovoljno opslužuje jest tržište osoba s invaliditetom i onih s potrebama pristupa. Dana 24. srpnja 2009. predsjednik Sjedinjenih Američkih Država, Barack Obama, potpisao je *Konvenciju Ujedinjenih naroda o pravima osoba s invaliditetom* (Ujedinjeni narodi, 2006., 2008.). Sjedinjene Američke Države postale su jedna od niza zemalja potpisnica Konvencije koja nastoji zajamčiti prava osoba s invaliditetom. Članak 30. Konvencije potvrđuje pravo na pristup svim područjima kulturnog života uključujući i turizam. Njime se službeno upozoravaju turistički operateri da promijene svoje poslovanje kako bi osobama s invaliditetom zajamčili pristup turističkim dobrima i uslugama. Važno je da su takve inicijative temeljene na ljudskim pravima već dugo istaknute kao značajna društvena snaga za osiguranje građanskih prava osoba s invaliditetom općenito i, posebno, njihova svrhovitog angažmana u kulturnom životu, [47].

Kako bi se osobama s invaliditetom približio doživljaj ugođaja u muzeju ili kako bi im se omogućilo da prilikom razgledavanja grada saznaju informacije o nekom spomeniku, znamenitostima ili kulturološkim obilježjima grada potrebno je razviti i primijeniti neku od pomoćnih tehnologija koja im to omogućava. Danas već postojeća tehnologija bazira se većinski na audio vodičima koji se koriste u pojedinim muzejima gdje je slijepim osobama omogućeno da saznaju informacije o izložbama, pojedinim umjetničkim djelima i rasporedu u muzeju.

5.1 *Antenna international*

Antenna international je međunarodna kompanija koja se bavi inovativnim i kreativnim informacijsko-komunikacijskim tehnologijama koje su posvećene prvenstveno korisnicima i stvaranju njihovog iskustva. Bave se proizvodnjom audio vodiča, mobilnih aplikacija, multimedijskih vodiča i audio vodiča koji su posebno prilagođeni turama u muzejima, kulturološkim i putničkim sektorima. Osim navedenog, *Antenna* nudi rješenja kojima je moguće analizirati ponašanje posjetitelja i njihovo zadovoljstvo, te također upravljati samim uređajima, [48].

Tijekom dugogodišnjeg rada s posjetiteljima, uključujući slijepe, slabovidne i gluhoonijeme osobe, razvili su svoja vlastita rješenja putem kojih se osobama s poteškoćama omogućava što bolji doživljaj. Cilj *Antenna International* je ispuniti sve zahtjeve svojih korisnika i ponuditi im najbolja rješenja te su zbog toga dobitnici nekolicine nagrada. Njihova rješenja obuhvaćaju integriranje pristupačnosti za korisnike, prilagodbu funkcionalisti čitača zaslona, gestikuliranu navigaciju, videozapise, usmeni opis te mogućnost kontrole brzine opisa, uvećanje teksta i video zapis sa znakovnim jezikom [49]. Uz mogućnosti korištenja mobilnog uređaja kao vodiča, postoje posebni uređaji koji se koriste kao audio vodič. Ti uređaji koriste RFID tehnologiju i moguće ih je koristiti samo u unutrašnjosti prostorija muzeja i sl.

5.2 MOVITECH

MOVITECH je Poljska tvrtka osnovana 2009. godine kao odgovor na zahtjeve modernizacije koje postavljaju kulturne institucije. Primarni cilj je poboljšati kvalitetu udobnosti sustava temeljenih na audio vodičima dizajniranih za upotrebu od strane pojedinaca i grupa koje posjećuju razna kulturna mjesta. Rezultati rada mogu se vidjeti diljem Poljske u više od stotinu velikih projekata, [50].

Rješenja koja nudi tvrtka *MOVITECH* obuhvaćaju:

- audio vodiče za obitelji
- audio vodiče za odrasle
- audio vodiče za grupe
- audio vodiče za slijepce i slabovidne osobe
- audio model za konferencije

Kako bi se slijepim i slabovidnim osobama omogućilo nesmetano i neovisno kretanje, *MOVITECH* označava zone gdje se snimke automatski reproduciraju u skladu sa posjetiteljevom lokacijom. Prethodno pripremljeni zvučni sadržaj pruža navigacijski sadržaj simultano tijekom razgledavanja. Ovime posjetitelj može istražiti željeno mjesto u smislu njegovih potreba. *MOVITECH* uređaji, koji je prikazan na slici 22, imaju mogućnost prilagođavanja situacijama i ponašanju samih posjetitelja. Kada se posjetitelj brže kreće, audio komentari onoga što je osoba zaobišla prilikom kretanja se izostavljaju. Ukoliko se posjetitelj sporije kreće, uređaj će čekati i tek kada posjetitelj stigne do određene lokacije započeti reprodukciju audio komentara, [51]



Slika 22: *MOVITECH Mini Guide*, [52]

Audio komentari su kreirani u svrhu pružanja informacija o tome kako izgleda izložba ili objekt i sadržaj koji se prenosi. Stvoreni su kako bi zadovoljili kognitivne sposobnosti slijepih i slabovidnih osoba. Uređaji tvrtke *MOVITECH* opremljeni su tehnologijama poput RFID, GPS, *WiFi* kako bi poboljšali mogućnosti audio vodiča za raznovrsne korisnike, [51].

5.3 Nubart

Tvrtka *Nubart* je osnovana 2016. godine, kada su na tržište lansirane usluge preuzimanja kartica *Ebook-a* i audio knjiga putem *Seebook-a*. Pomoću *Nubarta* moguće je poboljšati muzeje i bilo koji drugi objekt na svijetu kako bi pružili profitabilni audio vodič.

Audio vodič tvrtke *Nubart* radi na mobilnom uređaju posjetitelja, točnije vodič se koristi pomoću Internet preglednika na mobilnom uređaju. Sučelje samog vodiča je posloženo na način da odgovara slijepoj osobi, svaki gumb u izgovorenom obliku adekvatno pokazuje za što se koristi i što se s time može učiniti. Također, za potrebe slabovidnih osoba razvijen je glasovni vodič koji ima velik font slova i velike oznake kako bi olakšali slabovidnim osobama korištenje vodiča, [53].

Osim navedenog, *Nubart* izrađuje kartice sa reljefnim QR kodom prikazanim na slici 23. Kako je QR kod reljefni, slijepa osoba može locirati gdje se nalazi QR kod na kartici i tako lakše skenirati QR kod mobilnim uređajem. *Nubart* audio vodič ne koristi tehnologiju *WiFi*, GPS niti *RFID-a*, već jednostavno korisnik mora skenirati QR kod i nakon toga može slušati odabrani sadržaj. Ovakvo rješenje nije pretjerano prigodno za slijepo osobe jer im ne omogućava samostalnu upotrebu. Osim vodiča za slijepo i slabovidne osobe, *Nubart* omogućuje pristup sadržaju osobama sa oštećenim sluhom pomoću znakovnog pisma i tekstualnih transkripta.



Slika 23: Kartica sa reljefnim QR kodom, [53]

5.4 BLE-ITS

Prikaz još jednog IoT (engl. *Internet of Things*) rješenja koje je otporno na preklapanja za unutarnji sustav praćenja temeljen na BLE (engl. *Bluetooth Low Energy*) zajedničkog naziva BLE-ITS. BLE-ITS je obećavajuća, jeftina alternativa dobro poznatom GPS-u. Može se koristiti u analizi prometa ljudi, kao što su zatvoreni turistički objekti. Turisti ili drugi kupci označeni su jedinstvenom MAC adresom koja se dodjeljuje jednostavnom i štedljivom BLE *beacon* emiteru. Njihovu lokaciju određuje distribuirana i skalabilna mreža popularnih *Raspberry Pi* mikroracunala opremljenih BLE i WiFi/Ethernet modulima. Samo jednostavne, u trenutku aktivirane poruke u obliku LR-a (engl. *login records*) šalju se na poslužitelj, gdje se postavljaju tzv. PV (engl. *path vectors*) i interesni profil (engl. *interest profile*, IPr).

Jedna od najvažnijih komponenti IoT arhitekture je distribuirana senzorska mreža (engl. *distributed sensor network*, DSN). U promatranom slučaju, DSN bi prvenstveno trebao pružiti informaciju o lokaciji korisnika u određenom trenutku. Postoje mnoge metode za lociranje i praćenje osobe ili objekta. Kroz povijest koristile su se metode poput nadzora kamerama, praćenje putem GPS-a, koristeći RFID tehnologiju ili GSM tehnologiju međutim sve navedene tehnologije prihvatljivije su za nadzor na otvorenom više nego u zatvorenim prostorima, [54].

GNSS dominantna je tehnologija za sustave globalnog pozicioniranja, ali budući da GNSS signali ne mogu prodrijeti kroz zgrade, potrebno je koristiti druge tehnologije za unutarnje sustave pozicioniranja (engl. *Indoor Positioning Systems*, IPS). Predložene su metode koje koriste *WiFi*, *Zigbee* ili komunikacija vidljivom svjetlošću (engl. *Visible light communication*, VLC). *WiFi* se često koristi za grubo urbano određivanje lokacije s točnošću od nekoliko desetaka metara, no razvijene su i neke metode za IPS. Nedavni razvoj *Bluetooth* tehnologije stvorio je nove mogućnosti za IPS. Konkretno, *Bluetooth Low Energy*- BLE podržava jeftine *beacone* male snage koji se mogu lako distribuirati. Štoviše, BLE je dostupan na svim novijim pametnim telefonima i mnogim drugim mobilnim uređajima. Međutim, lokalizacija temeljena na BLE-u donosi nove izazove uzrokovane jedinstvenim svojstvima BLE signala, [54].

Unutarnji lokalizacijski sustavi (engl. *Indoor localization systems*, ILS) temelje se na mjernim signalima koje šalju odašiljači. U tu svrhu koriste se različite tehnike: vrijeme dolaska (engl. *Time of arrival*, TOA), vremenska razlika dolaska (engl. *Time difference of arrival*, TDOA), kut dolaska (engl. *Angle of arrival*, AOA) i indikacija jačine primljenog signala (engl. *Received signal strength indication*, RSSI). Među njima se samo RSSI može primijeniti bez dodatnog hardvera za postojeće bežične tehnologije. Najčešće korištene metode lokalizacije temeljene na RSSI-ju su: trilateracija (engl. *trilateration*), otisak prsta (engl. *fingerprinting*) i triangulacija (engl. *triangulation*).

Trilateracija (ili multilateracija) temelji se na mjerenju jačine signala izračunavanjem udaljenosti između klijentskog uređaja i tri (ili više) pristupnih točaka s poznatim položajima. Ova je metoda jednostavna, ali budući da RSSI ima tendenciju fluktuacije, točnost je niska (oko 2–4 [m]). Uzimanje „otisaka prstiju“ izvodi se u dvije faze. Tijekom prvog koraka (offline faza), za svaku poziciju RSSI iz nekoliko pristupnih točaka se bilježi i pohranjuje u bazi podataka otisaka prstiju. Tijekom drugog koraka (faza mrežnog praćenja), trenutni RSSI se uspoređuje s vrijednostima pohranjenim u bazi podataka i najbliže podudaranje vraća poziciju. Ova metoda daje prihvatljivu točnost (0,6-1,3 m), ali u slučaju bilo kakvih promjena, baza podataka mora biti ažurirana. U slučaju triangulacijske metode, položaj se određuje mjerenjem kutova signala primljenih s najmanje tri pristupne točke.

Predstavljeni sustav prvenstveno je razvijen za prikupljanje informacija o tzv. interesnim profilima (profilima aktivnosti) za osobe koje zahtijevaju različite vrste turističkih aktivnosti u zatvorenom prostoru, poput muzeja ili izložbi. To znači da za svakog klijenta treba dobiti niz specifičnih podataka označenih kao vektor puta (PV). PV predstavlja koje su aktivnosti posjećene, kojim redoslijedom i koliki su interes izazvale kod posjetitelja. Valja napomenuti kako se pojedini objekti interesantni korisnicima (engl. *points of interest*, POI) mogu nalaziti relativno blizu jedni drugima,

posebice nekoliko eksponata može biti smješteno u jednoj muzejskoj prostoriji, [54]. Prijedlog rješenja prikazan u sljedećem odlomku realiziran je koristeći RFID i *Bluetooth* tehnologiju objašnjenim u prethodnim odlomcima.

6. PRIJEDLOG SUSTAVA ZA INFORMIRANJE OSOBA S INVALIDITETOM O TURISTIČKIM ATRAKCIJAMA U URBANOJ SREDINI

Kako je i prethodno spomenuto, u svijetu se nalazi veliki broj osoba s oštećenjem vida, djelomičnim ili potpunim. Prijedlog rješenja upravo se odnosi na tu skupinu korisnika u svrhu olakšavanja kretanja tih osoba s invaliditetom u urbanim sredinama. Glavna zadaća je predložiti funkcionalnosti usluge koje imaju zadatak približiti određene turističke lokacije, znamenitosti ili atrakcije osobama s oštećenjem vida koristeći pomoćne tehnologije opremljene sa audio vodičima.

Audio vodič za slijepce i slabovidne osobe u vanjskom okruženju koncipiran je tako da slijepa ili slabovidna osoba koristi vlastiti mobilni uređaj. RFID čitač koji se spaja na mobilni uređaj omogućava detekciju da je osoba prošla pored ili se nalazi ispred neke znamenitosti i na osnovu toga aplikacija na mobilnom uređaju započinju reprodukciju audio vodiča. Također se putem GPS-a vrši lociranje samog korisnika mobilnog uređaja, prati kretanje te omogućava navigacija slijepce osobe do odredišta.

Osim navedenog, audio vodič nudi i dodatne funkcionalnosti za korisnike poput SOS poziva, mogućnost pregledavanja tekstualnog i video sadržaja posebno prilagođenog za slabovidne osobe te mogućnost saznavanja točnog vremena i vremenske prognoze koja je bitna za korisnike jer se nalaze u vanjskom okruženju. Budući da je riječ o vanjskom okruženju, za audio vodič potrebne su slušalice pomoću kojih se vrši reprodukcija audio vodiča, samim time nema ometanja korisnika. U svrhu boljeg razumijevanja predložene pomoćne tehnologije dan je prikaz HAAT (engl. *Human Activity Assistive Technology*) i CAT (engl. *Comprehensive assistive technology*) modela, isto tako i arhitekture sustava, dijagram slučaja uporabe te definiranje načela univerzalnog dizajna na predloženoj tehnologiji.

6.1 HAAT Model

HAAT model je prihvaćen kao okvir za razumijevanje pomoćnih tehnologija i njihovu primjenu u životima osoba s invaliditetom ili poteškoćama. Ovaj model se primjenjuje kod razvoja pomoćnih tehnologija, kliničkih primjena i kod znanstvenih istraživanja, [55].

Navedeni HAAT model sastoji se od četiri komponente (slika 24):

- Korisnik
- Kontekst
- Aktivnost
- Pomoćna tehnologija



Slika 24: HAAT model

- **Korisnik**

Korisnik je komponenta koja se odnosi na osobe koje koriste pomoćne tehnologije. Osobe mogu posjedovati različite razine vještina i sposobnosti među kojima razlikujemo početne i napredne korisnike. U promatranom slučaju korisnici su slijepi i slabovidne osobe kojima se omogućava snalaženje u prostoru uz simultano educiranje o kulturološkim znamenitostima koji se nalaze oko njih.

- **Aktivnost**

Odnosi se na aktivnost ili skupinu aktivnosti koje predstavljaju izazov za skupinu korisnika koja se definira kod prethodne komponente. Aktivnosti se mogu podijeliti u 3 područja: aktivnosti iz svakodnevnog života (npr. kupanje, oblačenje, jelo i komunikacija), produktivne aktivnosti (npr. posao i edukacija) i slobodne aktivnosti (npr. šetnja, sport i opuštanje), [55]. Aktivnosti koje sustav omogućava slijepim i slabovidnim osobama u ovom slučaju obuhvaćaju: informiranje korisnika, mobilnost, obrazovnu aktivnost, pozicioniranje, kontinuirano praćenje i smatra se aktivnošću koja se obavlja u slobodno vrijeme.

- **Kontekst**

Kontekst je komponenta koja se odnosi na okruženje u kojem korisnik izvršava aktivnosti, [55]. Društvenim napretkom se uvelike promijenio koncept shvaćanja problema na koje nailaze osobe s invaliditetom ili poteškoćama. Prethodno je smatrano da su problemi osoba s poteškoćama, problemi u samoj osobi dok se s vremenom nije u obzir uzeta i okolina u kojoj se nalaze te osobe. Kontekst ovog sustava oslikava se kroz turizam i edukaciju.

Sustav se primjenjuje kako bi olakšao kretanje korisnika gradom te ga informirao o turističkim znamenitostima u njegovoj neposrednoj blizini. Prednost ovog sustava je ta što ne podliježe vanjskom utjecaju buke zbog korištenja slušalica.

- **Pomoćna tehnologija**

Pomoćna tehnologija je komponenta koja se odnosi na opremu, uređaj ili sustav koji povezuje sve prethodno definirane komponente, [55]. U svrhu informiranja korisnika i njegove mobilnosti koristi se mobilni uređaj koji je opremljen čitačem s antenskim sustavom za detektiranje RFID transpondera ili *tagova*, sensorima, GPS-om i audio vodičem. Korisničko sučelje opremljeno je aplikativnim rješenjem koje je posebno prilagođeno za slijepe i slabovidne osobe.

6.2 CAT Model

CAT model je model koji je proizašao iz HAAT modela. Razvijen je za kategorizaciju i opisivanje različitih značajki koje utječu na korištenje pomoćne tehnologije (komponente HAAT modela). Specifikacija dizajna, početna procjena i procjena ishoda identificirani su kao primarne primjene CAT modela. Model je organiziran u strukturi stabla i grana s različitim opcijama prikazivanja (npr. grafikoni, tablice i dijagrami toka), ovisno o potrebama i zahtjevima korisnika, [55].

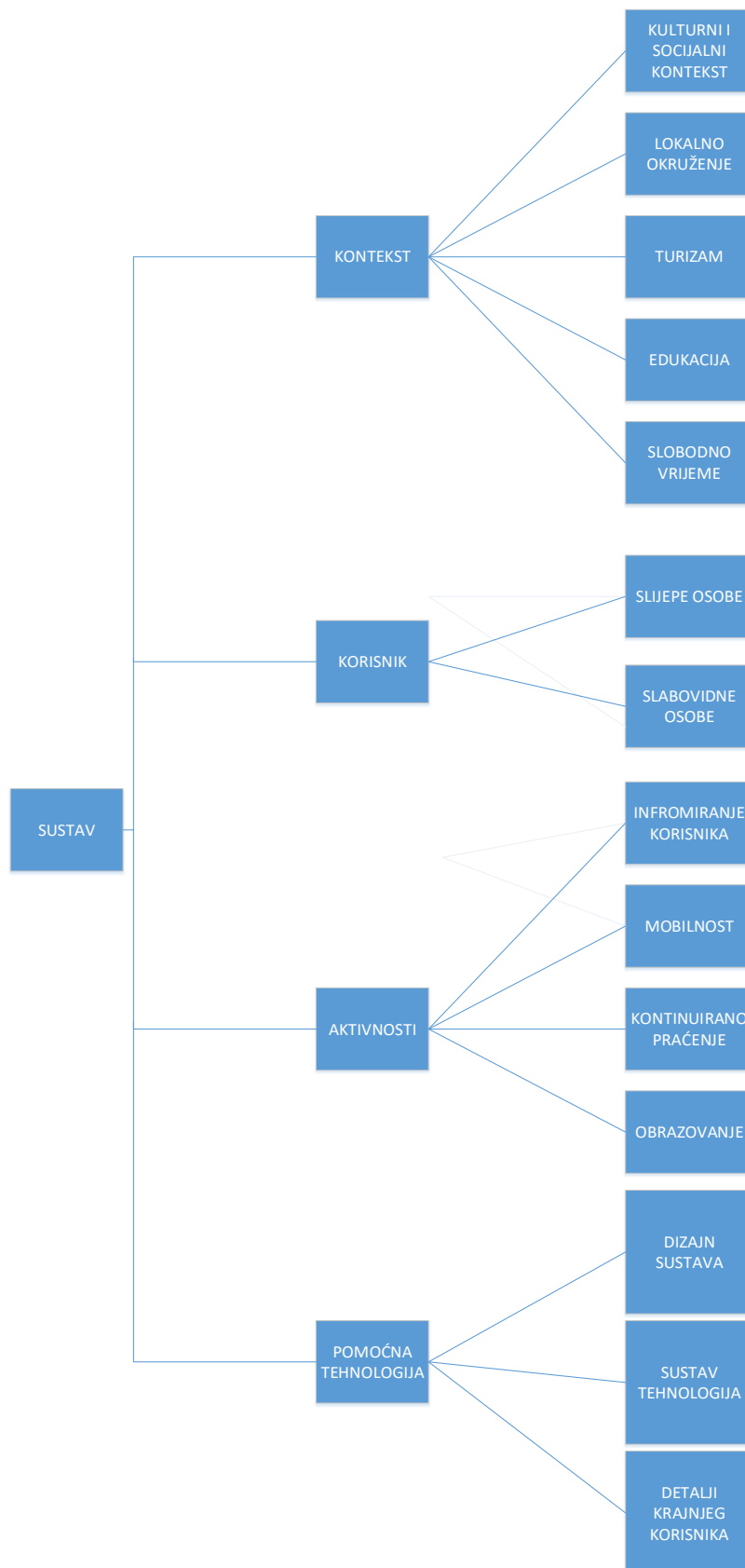
Prema CAT modelu korisnike se može podijeliti prema njihovim karakteristikama i potrebama, tj. na slijepe i slabovidne osobe. Slabovidne osobe imaju puno veći ostatak vida od slijepih osoba, samim time njima je moguće pružiti drugačija rješenja (npr. zaslone uređaja sa uvećanim fontom i tipkama) i time im omogućiti bolji doživljaj. Dok za slijepe osobe zvučni komentari audio vodiča su primarna i jedina pomoć.

Kontekst se dijeli na turizam, edukaciju, slobodno vrijeme, lokalno okruženje te kulturni i socijalni kontekst. S obzirom na to da se predložena pomoćna tehnologija odnosi na lokalno okruženje grada Zagreba u svrhe kulturnog i socijalnog razvoja korisnika smatra se da je glavni kontekst sustava turizam i edukacija u slobodno vrijeme.

Aktivnosti koje sustav omogućava korisnicima su informiranje o poziciji na kojoj se nalaze i o kulturološkim znamenitostima koje se nalaze oko njih, mobilnost samih korisnika čime se podrazumijeva pozicioniranje korisnika u prostoru kontinuiranim praćenjem i obrazovanje korisnika tako što im audio vodič prenosi zanimljivosti o znamenitostima u njihovoj neposrednoj blizini.

U pomoćne tehnologije ubraja se sustav koji služi za prikupljanje informacija iz okoline korisnika koristeći tehnologije GPS, RFID te audio vodič koji prenosi informacije direktno do korisnika. Korisnike je potrebno educirati i prikazati im način upravljanja uređajem te ih testirati prije nego što počnu samostalno koristiti uređaj što se smatra detaljima krajnjeg korisnika.

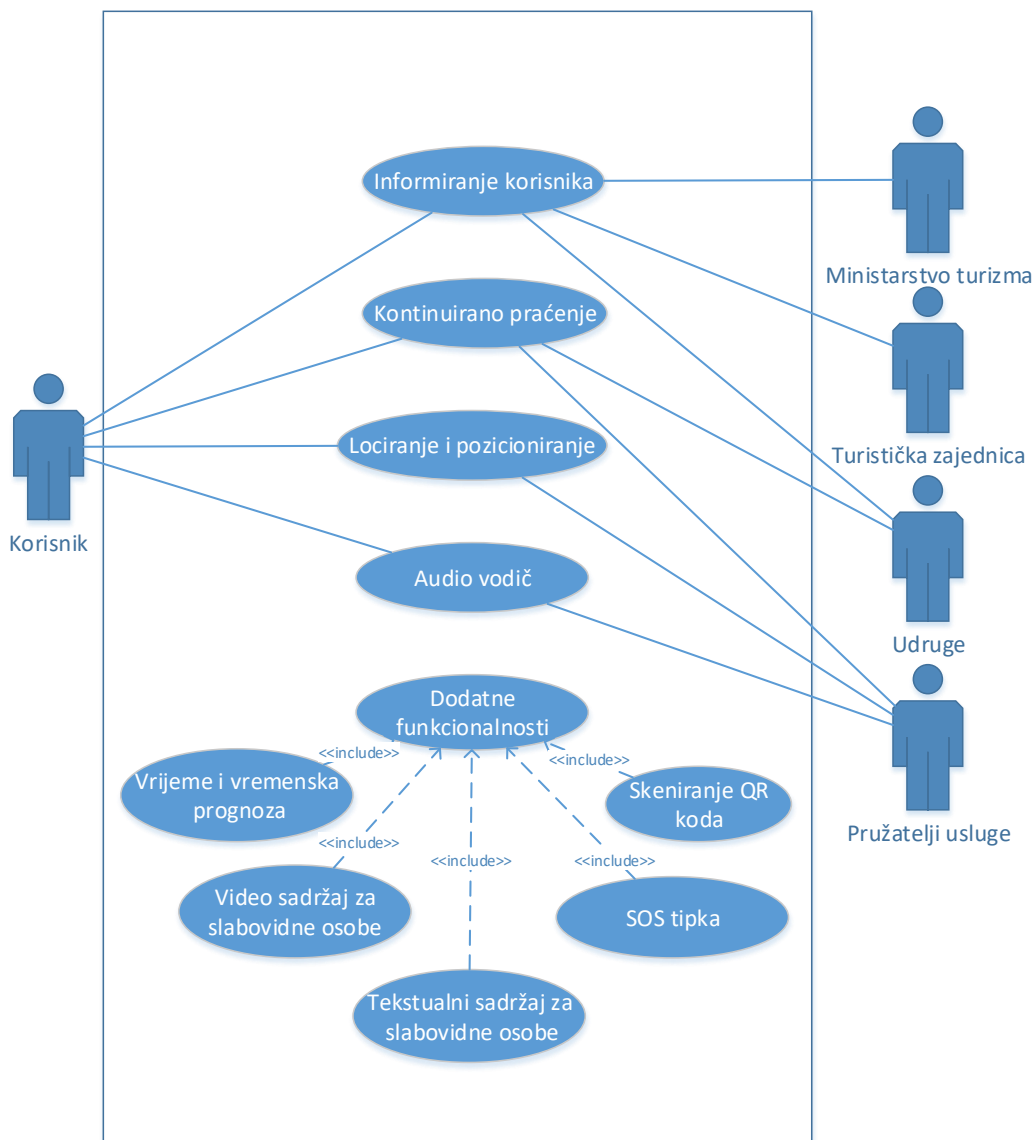
CAT model primjene pomoćne tehnologije u turizmu za osobe s oštećenjem vida prikazan je na slici 25.



Slika 25: CAT model sustava

6.3 Prijedlog funkcionalnosti usluge informiranja korisnika u turizmu

Osnovne funkcionalnosti sustava su informiranje korisnika o turističkim znamenitostima u njihovoj neposrednoj blizini, kontinuirano praćenje kretanja korisnika, lociranje, pozicioniranje i navigiranje korisnika u urbanim sredinama te korištenje audio vodiča u svrhu prenošenja informacija do korisnika na njima razumljiv način. Isto tako, uspostavljanje SOS poziva u slučaju nužde, čitanje vremenske prognoze, video i tekstualni sadržaj za slabovidne osobe te skeniranje QR koda predstavljaju dodatne funkcionalnosti sustava. U dijagramu na slici 26. prikazane su osnovne i dodatne funkcionalnosti sustava dostupne osobama s oštećenjem vida. Dijagram slučaja uporabe (engl. *Use case diagram*) koristi se za prikazivanje ponašanja sustava na način vidljiv korisniku sustava.



Slika 26: Dijagram slučaja uporabe

Informiranje korisnika je jedna od funkcionalnosti i ona podrazumijeva informiranje korisnika putem audio vodiča, gdje audio vodič prenosi informacije korisniku o građevini, lokaciji, spomeniku i slično. Služi kao svojevrsna edukacija

slijepim i slabovidnim osobama koji putem audio vodiča doznaju najbitnije informacije o lokalitetu gdje se nalaze.

Ova funkcionalnost je povezana sa ministarstvom turizma i turističkom zajednicom, koji izdaju dozvolu za korištenje audio vodiča te također kreiraju sadržaj o pojedinoj građevini, lokaciji i sl. Udruge slijepih i slabovidnih osoba su ključne u ovome jer također sudjeluju u stvaranju sadržaja te educiranju i poticanju korisnika na korištenje ovakvih tehnologija.

Sljedeća funkcionalnost predstavlja kontinuirano praćenje. Ova mogućnost uključuje prepoznavanje lokacije RFID transpondera i na temelju toga moguće je saznati informacije o pojedinoj lokaciji. Korisniku je putem tih transpondera omogućeno dobivanje pravih informacija u pravom trenutku. Navedena funkcionalnost je povezana s udrugom i pružateljem usluge. Pružatelj usluge je ključan za određivanje lokacije mobilnog uređaja korisnika te omogućava Internetsku vezu koja je neophodna za ovu tehnologiju.

Nadalje, funkcionalnost lociranja i pozicioniranja omogućava korisniku korištenje GPS-a u svrhu kretanja po gradu i snalaženja u prostoru. Korisniku se omogućava da putem integriranih ili mrežnih (engl. *Online*) karti lakše pronađe put do željenog odredišta te da ga se u bilo kojem trenutku može locirati. Ova funkcionalnost spojena je na pružatelja usluge budući je Internetska veza nužna za korištenje mrežnih karti.

Posljednja funkcionalnost je mogućnost upotrebe audio vodiča. Audio vodič predstavlja integriranu glasovnu komandu unutar aplikacije na mobilnom terminalnom uređaju koja služi za informiranje slijepih i slabovidnih osoba o nekoj građevini, umjetnini, spomeniku i sl.

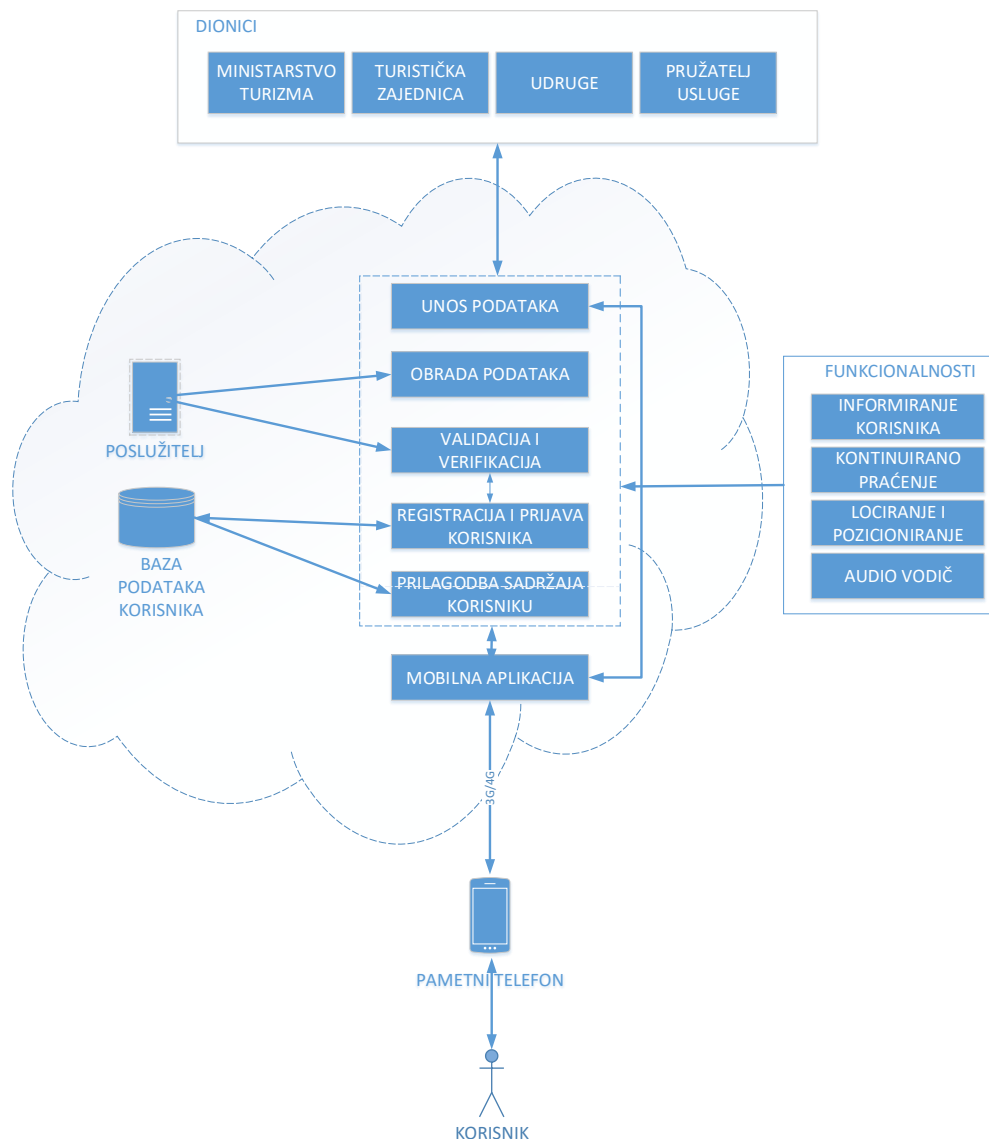
Osim aplikacije ključan element za svaki mobilni uređaj je i RFID čitač opremljen antenskim sustavom koji omogućava očitavanje RFID oznaka te na osnovu toga omogućava izvođenje glasovne komande ili prikaz informacija. Pružatelj usluge omogućuje prijenos informacija na mobilni uređaj korisnika putem mobilne mreže te preuzimanje ažuriranih informacija s Interneta.

Osim navedenog, postoje i dodatne funkcionalnosti koje proširuju mogućnosti ovog sustava a to su: vrijeme i vremenska prognoza, skeniranje QR koda, SOS tipka, video i tekstualni sadržaj za slabovidne osobe. Dodatne funkcionalnosti omogućavaju korisnicima informiranje o vremenskoj prognozi te koliko je sati. Također unutar same aplikacije integriran je posebno prilagođen skener za QR kodove kao i SOS tipka za obavještanje najbližih osoba o nezgodi. Slabovidnim osobama omogućen je pregled tekstualnog sadržaja gdje oni mogu saznati informacije tako što čitaju prilagođeni tekst te također mogu pregledavati video sadržaj na mobilnom uređaju.

6.4 Konceptualno rješenje sustava

U svrhu isporuke usluge i izvršavanja funkcionalnosti, sustav se temelji na konceptualnom rješenju navedenom na slici 27. Korisnik putem mobilnog terminalnog uređaja pristupa internetskoj mreži koristeći *WiFi* tehnologiju ili mobilni bežični Internet (2G,3G,4G ili 5G). Mobilni terminalni uređaj opremljen je mobilnom aplikacijom putem koje korisnik pristupa sadržaju i vrši prijavu i registraciju u sustav. Nakon registracije

putem mobilne aplikacije poslužitelj vrši validaciju i verifikaciju i vraća povratnu informaciju prema bazi podataka korisnika koja prilagođava sadržaj za korisnika. Navedeni dionici zaduženi su za kreiranje sadržaja i unos podataka, a poslužitelj za obradu istih. Funkcionalnosti samog sustava također su dio konceptualnog rješenja.



Slika 27: Konceptualno rješenje sustava

6.5 Načela univerzalnog dizajna

Prema osnovnoj definiciji univerzalni dizajn predstavlja način dizajniranja proizvoda, usluga i okoliša kako bi bili u najvećoj mjeri upotrjebljivi svim ljudima bez potrebe za posebnim prilagodbama ili nekim posebnim dizajnom odnosno zahvatima. Univerzalni dizajn sastoji se od 7 načela, [4]:

1. Nepristrana mogućnost korištenja odnosi se na to da je dizajn tako napravljen da ga mogu koristiti i osobe s različitim mogućnostima što je u prikazanom slučaju vidljivo u tome što je usluga prilagođena i za slijepe i za

slabovidne osobe, ali i za osobe s lokomotornim oštećenjem, nižim stupnjem invalidnosti ili za osobe bez ikakvih oštećenja.

2. Fleksibilnost kod korištenja manifestira se u tome što je usluga dostupna i dešnjacima i ljevacima te osobama koje sporije ili brže razgledavaju znamenitosti budući da RFID tehnologija prepoznaje transponder tek kada mu se antena približi na određenu udaljenost.
3. Jednostavna i intuitivna uporaba omogućena je aplikacijom prilagođenom za korisnika gdje su jasno vidljive sve potrebne informacije prema njihovoj važnosti.
4. Uočljive informacije korisniku daje audio vodič koji slijepu ili slabovidnu osobu obavještava o znamenitostima oko njih te educira korisnika najzanimljivijim informacijama o turističkoj znamenitosti.
5. Toleriranje pogreške znači da se nastoji minimizirati opasnost za korisnika prilikom kretanja kroz grad implementiranom GPS tehnologijom koja pozicionira i kontinuirano prati korisnika.
6. Nizak fizički napor se podrazumijeva obzirom da korisnik koristi mobilni terminalni uređaj gabarita otprilike kao i pametni telefon, što se u današnje vrijeme smatra kao „produžetak ruke“.

Mjere i prostor za pristup i uporabu se podrazumijevaju kao i u prethodnoj točki s obzirom na dimenzije uređaja koji je jednostavan i lagan za rukovanje svim korisnicima promatrane kategorije.

7. ZAKLJUČAK

U današnjem digitalnom svijetu tehnologije i informatike vrlo bitnu stavku predstavlja informiranje korisnika. Budući da korisnici imaju konstantnu potrebu biti informirani o svemu što se događa oko njih, razvijaju se brojne aplikacije i usluge koje im to i omogućavaju. Svijet se sve više približava korisnicima, raznovrsne aplikacije omogućavaju da se na „vrhu prsta“ dobije sve što je potrebno putem mobilnih terminalnih uređaja. U istom tom pravcu krenuo je i razvoj pomoćnih tehnologija. Za razliku od ostalih osoba, osobama s invaliditetom, a posebice osobama s oštećenjem vida potrebne su još detaljnije informacije kako bi se što lakše orijentirali u prostoru. U svrhu zadovoljavanja i ostvarivanja potreba korisnika, što zapravo znači osiguravanje što veće kvalitete života osobe s oštećenjem vida, potrebno je omogućiti korištenje neke od pomoćnih tehnologija.

Jedna od pomoćnih tehnologija koje uvelike olakšavaju život ciljanoj korisničkoj skupini je i prijedlog aplikativnog rješenja opisanog u ovom diplomskom radu. Mobilna aplikacija poslužila bi korisnicima prilikom snalaženja u turističkim obilascima Grada Zagreba te informiranje o turističkim atrakcijama i znamenitostima koje se nalaze u njihovoj neposrednoj blizini. Budući da je turizam kao gospodarska grana u velikom porastu, primjena ove usluge mogla bi biti lako prihvaćena od strane korisnika. Razvoj ovakve usluge uvelike bi povećao razinu kvalitete života slabovidnih i slijepih osoba, posebice prilikom putovanja, a i olakšao bi snalaženje i kretanje gradom.

Predložena pomoćna tehnologija koristi RFID tehnologiju za prikupljanje informacija putem RFID čitača te prijenos na mobilnu aplikaciju razvijenu za Android uređaje. Kretanje korisnika po urbanoj mreži Grada Zagreba dodatno se oplemenjuje u trenutku kada korisnik dolazi do određene turističke atrakcije gdje RFID antena prepoznaje RFID *tag* te preuzima informacije na njoj zapisane te ih putem audio vodiča prenosi korisniku. Signali koje mobilni uređaj preuzima koristeći čitač se putem mobilne aplikacije pretvaraju u zvučni zapis kako bi osobe s oštećenjem vida imale pravovremeni pristup svim potrebnim informacijama.

Pomoćna tehnologija predložena u ovom radu razlikuje se od prethodno razvijenih tehnologija prvenstveno na način da je uporaba zamišljena na otvorenom, a ne u zatvorenom prostoru. Većina dosadašnjih razvijenih tehnologija koje koriste audio vodiče razvijene su za zatvorene objekte poput muzeja ili zračnih luka što korisnicima sužava prostor informiranja prilikom kretanja. Ova tehnologija trebala bi dodatno olakšati mobilnost korisnika budući da je opremljena i GPS tehnologijom za lociranje i navigiranje te već spomenutom RFID tehnologijom koje uvelike mogu olakšati snalaženje u urbanim sredinama. Isto tako, ideja je potaknuti osobe s invaliditetom na aktivnije uključivanje u društvo te poticanje razvoja turizma s jednakim mogućnostima za sve.

POPIS LITERATURE

- [1] Global report on assistive technology. Geneva: World Health Organization and the United Nations Children's Fund (UNICEF), 2022. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/354357/9789240049451-eng.pdf> [Pristupljeno: 16.2.2023]
- [2] Priority assistive products list. Geneva: World Health Organization; 2016. [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://www.who.int/publications/i/item/priority-assistive-products-list> [Pristupljeno: 16.2.2023]
- [3] Assistive products for persons with disability — Classification and terminology (ISO 9999). Geneva: International Organization for Standardization; 2016. [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://www.iso.org/standard/60547.html> [Pristupljeno: 16.2.2023]
- [4] M. Dadić, A. Bačić, I. Župa, A. Vukoja, Definiranje pojmova invaliditet i osoba s invaliditetom. [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/file/319128> [Pristupljeno: 16.2.2023]
- [5] Blindness and vision impairment. [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> [Pristupljeno: 17.2.2023.]
- [6] Preuzeto sa: <https://www.vidibolje.com/optika-gallery/novosti/9-vid-2020/#prettyPhoto> [Mrežno.] [Pristupljeno: 17.2.2023.]
- [7] doc. dr. sc. M. Vodanović, Sljepoća, slabovidnost i oralno zdravlje, Zdrav život, 2014. [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://www.bib.irb.hr/750329> [Pristupljeno: 17.2.2023.]
- [8] Intelktualne teškoće. [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://www.savezosit.hr/inelektualne-teskoce/> [Pristupljeno: 17.2.2023.]
- [9] Mental disorders. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders> [Pristupljeno: 18.2.2023.]
- [10] M. Ceganac, S. Šimleša, J. Stošić, RANA DIJAGNOSTIKA POREMEĆAJA IZ AUTISTIČNOG SPEKTRA, Naklada Slap, 2015. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/file/250451> [Pristupljeno: 18.2.2023.]
- [11] A. Goldsmith, Overview of Wireless Communications, 2004., knjiga. Preuzeto sa: https://www.academia.edu/41553251/WIRELESS_COMMUNICATIONS [Pristupljeno: 21.2.2023.]
- [12] A. Sharma, Generations of Wireless Communication. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.academia.edu/3099956/Generations_of_Wireless_Communication_From_0G_to_5G_Abhi [Pristupljeno 22.2.2023.]
- [13] A. Kapila, AIDC (Automatic Identification and Data Capture). [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.academia.edu/38154641/AIDC_Automatic_Identification_and_Data_Capture [Pristupljeno: 23.2.2023.]

- [14] A. Ramya, Automatic Identification and Data capture (aidc) and its technologies, International Journal of Advance Research In Science And Engineering, IJARSE, Vol. No.4, Special Issue (03), March 2015 ISSN-2319-8354(E). [Mrežno.] Preuzeto sa: http://ijarse.com/images/fullpdf/1427711985_1_Research_Paper.pdf [Pristupljeno: 23.2.2023.]
- [15] [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.engineersgarage.com/automatic-identification-and-data-capture-aidc-technology/> [Pristupljeno 23.2.2023.]
- [16] Bar Code Basics, [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.abr.com/wp-content/uploads/2014/04/barcode-basics.pdf> [Pristupljeno: 24.2.2023.]
- [17] U. U. Sheikh, Real-time barcode reader using active vision, Core, 2014. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://core.ac.uk/display/11779425?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1 [Pristupljeno: 25.2.2023.]
- [18] F. Chetouanie, An Overview on RFID Technology Instruction and Application, ScienceDirect journal. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240589631500350X> [Pristupljeno: 26.2.2023.]
- [19] Fakultet Prometnih Znanosti, Sveučilište u Zagrebu, RFID tehnologija, [Mrežno]. Preuzeto sa: <http://materijali.grf.unizg.hr/media/RFID%20tehnologija.pdf> [Pristupljeno 26.2.2023.]
- [20] V. Coskun, B. Ozdenizci, K. Ok, The Survey on Near Field Communication. Sensors 2015, 15, 13348-13405. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/1424-8220/15/6/13348> [Pristupljeno: 27.2.2023.]
- [21] S. N. Arati, B. Ambika, K. Divya, A. Gayathri, S. Nidhi, Bluetooth Technology - Architecture, Applications, and Issues: A Literature Survey, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395-0056 Volume: 07 Issue: 12 | Dec 2020, p-ISSN: 2395-0072. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.irjet.net/archives/V7/i12/IRJET-V7I12411.pdf> [Pristupljeno: 1.3.2023.]
- [22] C. Bisdikian, An overview of the Bluetooth wireless technology, in IEEE Communications Magazine, vol. 39, no. 12, pp. 86-94, Dec. 2001, doi: 10.1109/35.968817. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://ieeexplore.ieee.org/document/968817> [Pristupljeno: 1.3.2023.]
- [23] C. Gomez, J. Oller, J. Paradells, Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy: An Emerging Low-Power Wireless Technology. Sensors 2012, 12, 11734-11753. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/1424-8220/12/9/11734> [Pristupljeno 1.3.2023.]
- [24] P. Spachos, Plataniotis, Konstantinos. (2020). BLE Beacons in the Smart City: Applications, Challenges, and Research Opportunities. IEEE Internet of Things Magazine. 3. 14-18. 10.1109/IOTM.0001.1900073. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/340572111_BLE_Beacons_in_the_Smart_City_Applications_Challenges_and_Research_Opportunities [Pristupljeno 1.3.2023.]

- [25] S. Madry, (2000). Global navigation satellite systems. Computers and Electronics in Agriculture. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.academia.edu/21122575/Global_navigation_satellite_systems [Pristupljeno: 5.3.2023.]
- [26] G. T. French, Understanding of the GPS- An Introduction to the Global Positioning System, knjiga. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://cdn.preterhuman.net/texts/survival/Understanding%20the%20GPS%20-%20An%20Introduction%20to%20the%20Global%20Positioning%20System%20-%20Wha.pdf> [Pristupljeno 7.3.2023.]
- [27] D. Markovinović, Ekscentar 2011., [Mrežno]. Preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/file/145590> [Pristupljeno: 7.3.2023.]
- [28] GPS and GLONASS—Basic Facts, [Mrežno.] Preuzeto sa: http://ftp.aiub.unibe.ch/BERN42/DOCU/DOCU42_2.pdf [Pristupljeno: 8.3.2023.]
- [29] GLONASS, Edition 5.1 2008 ICD L1, L2 GLONASS, Russian Institute of Space Device Engineering, Moscow 2008. [Mrežno.] Preuzeto sa: <http://gauss.gge.unb.ca/GLONASS.ICD.pdf> [Pristupljeno: 8.3.2023.]
- [30] P. Hecker, U. Bestmann, A. Schwithal, M. Stanisak, Galileo Satellite Navigation System: Space applications on earth, Study, October 2018. [Mrežno.] Preuzeto sa: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/614560/EPRS_STU\(2018\)614560_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/614560/EPRS_STU(2018)614560_EN.pdf) [Pristupljeno: 8.3.2023.]
- [31] SAR/Galileo Satellites Information, European Union Agency for the Space Programme. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.gsc-europa.eu/system-service-status/sar-information> [Pristupljeno 8.3.2023.]
- [32] [Mrežno.] https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2002/05/Galileo_constellation [Pristupljeno: 8.3.2023.]
- [33] W. Elmannai, K. Elleithy. Sensor-Based Assistive Devices for Visually-Impaired People: Current Status, Challenges, and Future Directions. Sensors 2017, 17, 565. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/3/565> [Pristupljeno 14.3.2023.]
- [34] V. Austin, C. Holloway, Assistive Technology (AT), for What? Societies 2022, 12, 169. [Mrežno.] Pruzeto sa: <https://www.mdpi.com/2075-4698/12/6/169> [Pristupljeno: 14.3.2023.]
- [35] A. Wahab, M. Helmy, A.A. Talib, H.A. Kadir, A. Johari, A. Noraziah, R.M. Sidek, A.A. Mutalib, Smart Cane: Assistive Cane for Visually-impaired People. Int. J. Comput. Sci. Issues 2011, 8, 4. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/220489558_Smart_Cane_Assistive_Cane_for_Visually-impaired_People [Pristupljeno: 16.3.2023.]
- [36] S. Bharambe, R. Thakker, H. Patil, K.M. Bhurchandi, Substitute Eyes for Blind with Navigator Using Android. In Proceedings of the India Educators Conference (TIIEC),

Bangalore, India, 4–6 April 2013; pp. 38–43. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6757112> [Pristupljeno: 16.3 2023.]

[37] A. Brilhault, S. Kammoun, O. Gutierrez, P. Truillet, C. Jouffrais, Fusion of artificial vision and GPS to improve blind pedestrian positioning. In Proceedings of the 4th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), Paris, France, 7–10 February 2011; pp. 1–5. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/224222192_Fusion_of_Artificial_Vision_and_GPS_to_Improve_Blind_Pedestrian_Positioning [Pristupljeno: 17.3.2023.]

[38] T.H. Nguyen, T.L. Le, T.T.H. Tran, N. Vuillerme, T.P. Vuong, Antenna Design for Tongue electrotactile assistive device for the blind and visually-impaired. In Proceedings of the 2013 7th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Gothenburg, Sweden, 8–12 April 2013; pp. 1183–1186. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/261338565_Antenna_Design_for_Tongue_electrotactile_assistive_device_for_the_blind_and_visually-impaired [Pristupljeno: 17.3.2023.]

[39] L. Dunai, B.D. Garcia, I. Lengua, G. Peris-Fajarnés, 3D CMOS sensor based acoustic object detection and navigation system for blind people. In Proceedings of the 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2012), Montreal, QC, Canada, 25–28 October 2012. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/259672176_3D_CMOS_sensor_based_acoustic_object_detection_and_navigation_system_for_blind_people [Pristupljeno: 17.3.2023.]

[40] [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://newatlas.com/visually-impaired-see-the-world-sound/12164/> [Pristupljeno: 17.3.2023.]

[41] J. Xiao, K. Ramdath, M. Losilevish, D. Sigh, A. Tsakas,, A low cost outdoor assistive navigation system for blind people. In Proceedings of the 2013 8th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), Melbourne, Australia, 19–21 June 2013; pp. 828–833. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/261112456_A_low_cost_outdoor_assistive_navigation_system_for_blind_people [Pristupljeno: 20.3.2023.]

[42] F.H. Boot, Intellectual Disability and Assistive Technology, *Frontiers*. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2017.00010/full> [Pristupljeno: 20.3.2023.]

[43] V. Morash-Macneil, F. Johnson, J.B. Ryan, (2018). A Systematic Review of Assistive Technology for Individuals With Intellectual Disability in the Workplace. *Journal of Special Education Technology*, 33(1), 15–26. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0162643417729166?journalCode=jsta> [Pristupljeno: 21.3.2023.]

[44] T. Van Laarhoven, J. Johnson, T. Laarhoven-Myers, K. Grider, K. Grider, (2009). The Effectiveness of Using a Video iPod as a Prompting Device in Employment Settings. *Journal of Behavioral Education*. 18. 119-141. 10.1007/s10864-009-9077-6.

[Mrežno.] Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/225146303_The_Effectiveness_of_Using_a_Video_iPod_as_a_Prompting_Device_in_Employment_Settings [Pristupljeno: 21.3.2023.]

[45] [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://neosensory.com/> [Pristupljeno: 18.3.2023.]

[46] Thompson S. 2018. Mobile technology and inclusion of persons with disabilities. K4D Emerging Issues Report. Brighton, UK: Institute of Development Studies. [Mrežno.] Preuzeto sa: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5b43205a40f0b678b369e262/Mobile_tech_and_inclusion_of_persons_with_disability.pdf [Pristupljeno: 21.3.2023.]

[47] Darcy, S., Cameron, B., & Pegg, S. (2010). „Accessible tourism and sustainability: a discussion and case study“. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(4), 515 - 537. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/12593/1/2009004829.pdf> . [Pristupljeno: 30.3.2023.]

[48] Antenna International., Solutions,. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.antennainternational.com/solutions/> . [Pristupljeno: 30.3.2023.]

[49] Antenna International., Accessibility and inclusion. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.antennainternational.com/solutions/accessibility-and-inclusion/> [Pristupljeno: 30.3.2023.]

[50] Movitech, What we do. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.movitech.pl/en/what-we-do> [Pristupljeno: 1.4.2023.]

[51] Movitech, Audio tours for the blind and visually impaired. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.movitech.pl/en/audio-tours-for-the-blind-and-visually-impaired> [Pristupljeno: 1.4.2023.]

[52] Movitech, Movi devices. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.movitech.pl/en/movi-devices> [Pristupljeno: 1.4.2023.]

[53] Nubart, Accessible audioguides. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://www.nubart.eu/blog-en/2018/07/11/nubart-accessible-audioguides/> [Pristupljeno: 5.4.2023.]

[54] R. Belka, R.S. Deniziak, G. Łukawski, P. Pięta, 2021. "BLE-Based Indoor Tracking System with Overlapping-Resistant IoT Solution for Tourism Applications" *Sensors* 21, no. 2: 329. [Mrežno.] Preuzeto sa: <https://doi.org/10.3390/s21020329> [Pristupljeno: 10.4.2023.]

[55] S. Federici S, Assistive technology assessment handbook. Second edition., 2007.

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz različitih razina slabovidnosti i sljepoće.....	4
Slika 2. Usporedba načina usmjeravanja korisnika u zatvorenim prostorima prema načelima univerzalnog dizajna	8
Slika 3. Prikaz bežične mobilne komunikacije	10
Slika 4. Princip rada AIDC tehnologije dijagramom aktivnosti.....	13
Slika 5. Uobičajeni jednodimenzionalni bar kodovi.....	15
Slika 6. QR kod s poveznicom na mrežne stranice Fakulteta prometnih znanosti.	15
Slika 7. RFID <i>tag</i> – antena i mikročip.....	16
Slika 8. Princip izmjene radio frekventnih valova između čitača i <i>taga</i>	17
Slika 9. NFC stilovi interakcije i načini rada.....	18
Slika 10. Prikaz arhitekture dviju vrsta mreža kod <i>Bluetootha</i>	21
Slika 11. Princip satelitskog povezivanja.....	23
Slika 12. Prikaz određivanja pozicije prijamnika.....	25
Slika 13. Konstelacija GLONASS satelita.....	26
Slika 14. Galileo konstelacija satelita.....	27
Slika 15. Pametni štap.....	30
Slika 16. Nadomjestak za vid	31
Slika 17. Refleksija niza ultrazvučnih impulsa između pošiljatelja i primatelja	31
Slika 18. Pomoćni uređaj za slijepe osobe koji se temelji na pristupu usklađivanja karte i umjetnom vizijom	32
Slika 19. Prikaz razlika u preciznosti komercijalnih i prilagođenih GPS i GIS tehnologija.....	33
Slika 20. Prototip <i>CASBlip</i> nosivog uređaja.....	34
Slika 21. Vibrirajuća narukvica tvrtke <i>Neosensory</i>	37
Slika 22: <i>MOVITECH Mini Guide</i>	40
Slika 23: Kartica sa reljefnim QR kodom.....	41
Slika 24: HAAT model.....	45
Slika 25: CAT model sustava.....	47
Slika 26: Dijagram slučaja uporabe.....	48
Slika 27: Arhitektura sustava.....	50

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad

(vrsta rada)

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Analiza mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za kretanje osoba s invaliditetom urbanim sredinama , u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 24.4.2023.

Student/ica:



(ime i prezime, potpis)