Dizajniranje aplikativnih modula u funkciji informiranja korisnika temeljenih na konceptu Internet stvari

Bucak, Boris

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:119:546101

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Boris Bucak

DIZAJNIRANJE APLIKATIVNIH MODULA U FUNKCIJI INFORMIRANJA KORISNIKA TEMELJENIH NA KONCEPTU INTERNET STVARI

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

Diplomski rad

DIZAJNIRANJE APLIKATIVNIH MODULA U FUNKCIJI INFORMIRANJA KORISNIKA TEMELJENIH NA KONCEPTU INTERNET STVARI

DESIGNING APPLICATION MODULES IN FUNCTION OF INFORMING USERS BASED ON THE INTERNET OF THINGS CONCEPT

Mentor: doc. dr. sc. Marko Periša

Student: Boris Bucak, 0035176743

Zagreb, rujan 2016.

Sažetak

Prilikom kretanja dijelom prometne mreže poput pločnika, raskrižja i velikih otvorenih prostora kao što su trgovi, korisnicima nedostatak informacija predstavlja problem. Cilj rada je dizajniranje aplikativnih modula koji bi informirali korisnike i time im olakšati kretanje prometnom mrežom. Svrha rada je pružanje pravovremenih i točnih informacija korisnicima prilikom kretanja kako bi se omogućilo podizanja kvalitete života korisnika. Korištenjem koncepata Interneta stvari (*Internet of Things*) i Računarstva u oblaku (*Cloud Computing*) razvijen je sustav koji korisnicima, u bilo kojem trenutku i gdje god se nalazili, daje informacije o njihovoj okolini. To se postiže korištenjem *Bluetooth* odašiljača, NFC oznaka i GPS sustava. Korisnik sustava informacije dobiva u stvarnom vremenu, čime se, primjerice, osobama s oštećenjem vida značajno povećava stupanj samostalnosti i sigurnost kretanja.

KLJUČNE RIJEČI: Internet stvari, univerzalni dizajn, Računarstvo u oblaku, pomoćna tehnologija, kvaliteta života

Summary

When users have to use parts of the traffic network, like the sidewalk, traffic intersections and large open areas, the lack of information often poses an issue. The goal of this paper is to design application modules that will facilitate users in the traffic network. The purpose is providing real-time and accurate information to users while they are walking in order to increase their quality of life. Using the *Internet of Things* and *Cloud Computing* concepts, a system has been developed that gives users the information about their environment at any moment, wherever they are. It is accomplished by using Bluetooth beacons, NFC tags and the GPS system. User of the system receives information in real-time, which is for visually impaired users very useful when they are walking. By using the system, their autonomy and safety while in traffic network increases.

KEY WORDS: Internet of Things, universal design, Cloud Computing, assistive technology, quality of life

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Definiranje korisniku potrebnih informacija o okolini 3
2.1. Dosadašnja istraživanja u svijetu u području informiranja korisnika 3
2.2. Istraživanje potrebnih informacija za korisnike starije životne dobi 5
2.3. Istraživanje potrebnih informacija za korisnike s oštećenjima 9
3. Analiza tehnologija korištenih za informiranje korisnika 15
3.1. Wi-Fi tehnologija 15
3.2. *Bluetooth* tehnologija 16
3.3. AIDC tehnologije 18
3.4. GPS tehnologija 19
3.5. Koncept Internet stvari i njegova arhitektura 20
4. Dizajniranje sustava prema načelima univerzalnog dizajna 25
4.1. Univerzalni dizajn 25
4.2. Definiranje elemenata sustava informiranja korisnika prema načelima univerzalnog dizajna 26
4.2.1. Definiranje aplikacije prema načelima univerzalnog dizajna 26
4.2.2. Definiranje aplikativnih modula prema načelima univerzalnog dizajna 27
4.3. Elementi sustava koji koristi aplikativne module 28
5. Prijedlog razvoja aplikativnih modula u svrhu informiranja korisnika 29
5.1. Definiranje aplikativnih modula 29
5.1.1. Konekcijski modul 30
5.1.2. Modul za očitavanje NFC oznaka 31
5.1.3. Modul lokacije korisnika 32
5.1.4. Dodatni moduli 33

5.2. Arhitektura sustava 33
5.3. Funkcionalnosti sustava 36
5.3.1. Informiranje na javnim površinama 37
5.3.2. Informiranje u prometu 38
5.3.3. Informiranje u ustanovama 39
5.3.4. Informiranje na javnim prometnim terminalima 41
6. Zaključak 44
Literatura 45
Popis kratica 47
Popis slika 48
Popis grafikona 49

1. Uvod

U današnjem svijetu korisnici žele biti informirani o svojoj okolini u stvarnom vremenu. To je posebno izraženo pri kretanju prometnom mrežom, pogotovo ako se kreću dijelom prometne mreže po prvi puta. Kod slijepih i slabovidnih osoba to je posebno izraženo. Kako bi svi korisnici bili informirani o svom okruženju, potrebno je osmisliti sustav koji korištenjem Informacijsko-komunikacijskih (IK) tehnologija korisnicima pruža relevantne i pravovremene informacije. Korisnici u ovom radu su definirani kao osobe starije životne dobi te osobe s raznim oštećenjima, od kojih su najviše zastupljene slijepe i slabovidne osobe. Danas velika većina ljudi posjeduje pametni mobilni terminalni uređaj (MTU), te je pružanje navedenih informacija moguće postići mobilnom aplikacijom. Korisnik kretanjem dijelom prometne mreže (pločnik, raskrižja, javni prometni terminali poput željezničkog i autobusnog kolodvora te aerodroma) ulazi u područja *Bluetooth* (BT) odašiljača, koji njihovim mobilnim uređajima šalju važne podatke prema kojima mobilna aplikacija može informirati korisnika o vlastitoj okolini.

Dosadašnji oblici informiranja korisnika imaju niz nedostataka. Veliki je problem što informacije često nisu aktualne ili su čak netočne. Skupljanjem u jedinstveni sustav svih važnih informacija koje su mogu modificirati u realnom vremenu od strane odgovornih osoba, ali i samih korisnika, dovodi u konačnici do točnijih i upotrebljivijih informacija.

Korisnicima u javnim i privatnim ustanovama dobivanje potrebnih informacija i snalaženje unutar objekata je ponekad teško, pa bi kvalitetnim informiranjem u takvim situacijama njima bilo uvelike lakše.

Svrha rada je definirati važne parametre sustava usluge za informiranje korisnika, te definiranje njihovih zahtjeva prilikom dizajniranja usluge.

Cilj rada je dizajniranje aplikativnih modula za informiranje korisnika na temelju dobivenih parametara i zahtjeva. Korisnici bi dobili točne i pravovremene informacije tokom kretanja prometnom mrežom, unutar raznih objekata i otvorenim prostorima poput trgova, korištenjem suvremenih IK tehnologija, primjerice, koncepta Interneta stvari (engl. *Internet of Things*, IoT) i Računarstva u oblaku (engl. *Cloud Computing,* CC).

Ovaj rad podijeljen je u sedam poglavlja, uključujući Uvod i Zaključak.

Drugo poglavlje pod nazivom Definiranje korisniku potrebnih informacija o okolini opisuje dosadašnja istraživanja koja istražuju slične koncepte, također u svrhu informiranja korisnika korištenjem IK tehnologija. Razmatraju se tehnologije korištene u tim radovima kako bi se mogao dizajnirati sustav u ovom radu.

Također, sastoji se od analize prikupljenih podataka provedenom anketom sa korisnicima sustava. Prikazani su rezultati koji su važni za razumijevanje problema s kojima se korisnici susreću i koje su im informacije važne prilikom kretanja prometnom mrežom.

Treće poglavlje Analiza tehnologija korištenih za informiranje korisnika daje pregled tehnologija, njihove karakteristike, prednosti i nedostatke koje bi se koristile u sustavu.

Četvrto poglavlje Dizajniranje sustava prema načelima univerzalnog dizajna razmatra kako se sustav treba definirati korištenjem načela univerzalnog dizajna.

U petom poglavlju, definirani su aplikacijski moduli i funkcionalnosti koje moduli obavljaju kako bi korisnici imali točne i pravovremene informacije gdje god se nalazili. Zatim je predložena arhitektura sustava za informiranje korisnika putem aplikacijskih modula prema prikupljenim podatcima u drugom poglavlju.

2. Definiranje korisniku potrebnih informacija o okolini

Trenutna istraživanja u svijetu pokazuju koliko su ljudi upoznati s novim tehnologijama i mogućnostima koje im one pružaju. Zahvaljujući tim istraživanjima, moguće je odrediti neke od modula za izvršavanje funkcionalnosti mobilne aplikacije koje bi razvijena usluga trebala pružati korisnicima.

Kako je definirano u Uvodu, korisnike u ovom radu predstavljaju osobe starije životne dobi, te osobe s oštećenjima, od kojih su najviše zastupljene slijepe i slabovidne osobe te osobe s lokomotornim oštećenjima. U cilju definiranja potrebnih informacija koje su korisniku potrebne za sigurnije kretanje prometnom mrežom, Laboratorij za primjenu i razvoj IK tehnologija na Fakultetu prometnih znanosti u Zagrebu proveo je dva istraživanja u 2015. i 2016. godini. Prvo istraživanje je provedeno u devet staračkih domova na području grada Zagreba, dok je drugo istraživanje provedeno u suradnji s udrugom UP2DATE u kojem su anketirani studenti s oštećenjem u Zagrebu.

2.1. Dosadašnja istraživanja u svijetu u području informiranja korisnika

U radu „*Pedestrian Guidance for Public Transport Users in Indoor Stations using Smartphones*“ iz 2015. godine, predložen je sustav za navođenje osoba u zatvorenim prostorima poput kolodvora, u svrhu lakšeg kretanja i snalaženja [1]. Sustav je dizajniran tako da putem svojeg pametnog telefona korisnik u svakom trenutku zna gdje se nalazi unutar objekta i da ima potrebnu informaciju o smjeru kretanja kako bi mogao doći do svoje željene lokacije, bio to izlaz ili neko prijevozno sredstvo. Sustav koristi već integrirane tehnologije u pametnim uređajima, poput kamere, GPS (engl. *Global Positioning System*) sustava, BT tehnologije, senzora tlaka i senzora za mjerenje inercije za navigaciju korisnika u zatvorenom prostoru. Svaka javna ustanova mora imati karte za evakuaciju u slučaju nužde i te karte se koriste u kombinaciji s informacijama dobivenih iz senzora za računanje rute kretanja. Senzor tlaka se koristi kako bi se detektirala promjena katova u slučaju korištenja stepenica ili dizala.

Za definiranje lokacije korisnika i njegovo kretanje koristi se tzv. *Pedestrian dead reckoning.* Uz pomoć akcelerometra, žiroskopa i električnog kompasa koji se nalaze u pametnim telefonima omogućava se brojanje koraka i definiranje smjera kretanja korisnika. Navigacijski aspekt

usmjeravanja (georeferenciranje) dobiva se iz GPS sustava, Wi-Fi i BT tehnologije te informacija iz kamere. Planovi objekata i mape katova se dobivaju iz *OpenStreetMap* i projicirani su na koordinatni sustav kako bi se dobila putanja.

Za svaku zgradu se stvara sustav mapa u 2.5 dimenzije prema kojima se korisnik može kretati. Sustav je definiran u 2.5 dimenzije jer se korisnik kreće u samo *x*-*y* ravnini, dok je *z* ravnina diskretna jer se mijenja samo kada korisnik koristi stepenice ili dizalo.

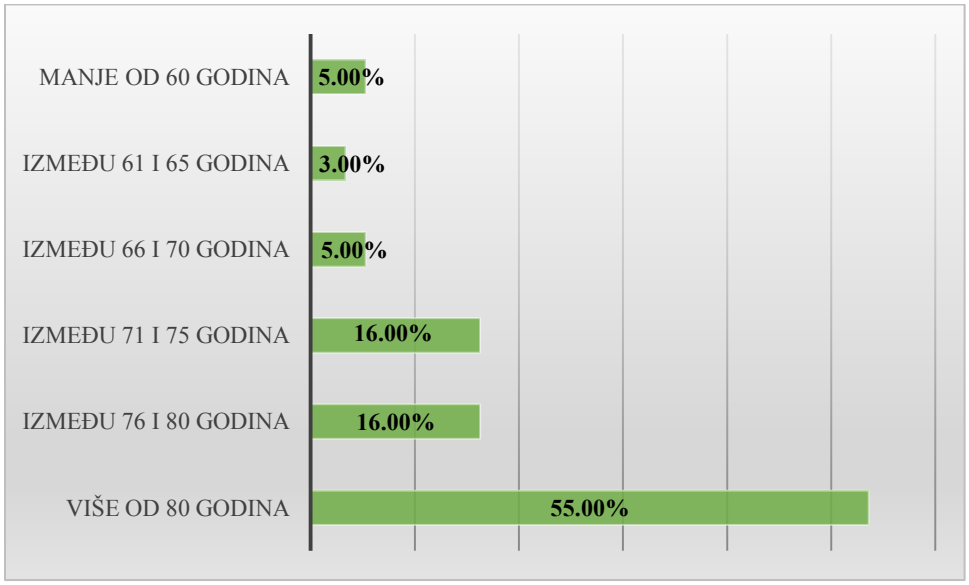
Nadalje, rad „*A Smartphone-Based Indoor Localization System for Visually Impaired People*“ objavljen 2015. godine bavi se razvojem sustava za lociranje i navođenje slijepih osoba u zatvorenim prostorima korištenjem integriranih senzorskih tehnologija pametnih mobilnih uređaja kao što su: akcelerometar, žiroskop i elektronički kompas [2]. Kako bi se dobili potrebni podatci za navođenje slijepih osoba, svi korisnici imaju mogućnost dodavanja i modificiranja baze virtualnih karata te sam sustav ima mogućnost modificiranja karata ovisno o podatcima koje aktivno skuplja tokom kretanja korisnika u zatvorenim prostorima.

Rad iz 2007. godine, „*A System to Aid Blind People in the Mobility: A Usability Test and its Results*“, istražuje mogućnosti korištenja RFID (eng. *Radio-frequency identification*) tehnologija kako bi slijepim osobama pomogao u kretanju u vlastitoj kući, privatnim i javnim ustanovama te otvorenim prostorima u prometu [3]. Korištenjem RFID oznaka stvara se mreža koja pokriva područje kojim se korisnik kreće te ovisno o učitanim oznakama korisnik zna u kojem smjeru se kreće i u kojem smjeru bi se trebao kretati.

Da bi se slijepa osoba mogla kretati u nepoznatom prostoru, najčešće treba pomoć od druge osobe ili psa vodiča. Kako bi se mogla samostalno kretati, treba identificirati referentne točke pomoću kojih bi mogla pretpostaviti optimalno kretanje i udaljenost koju mora proći od jedne točke do druge.

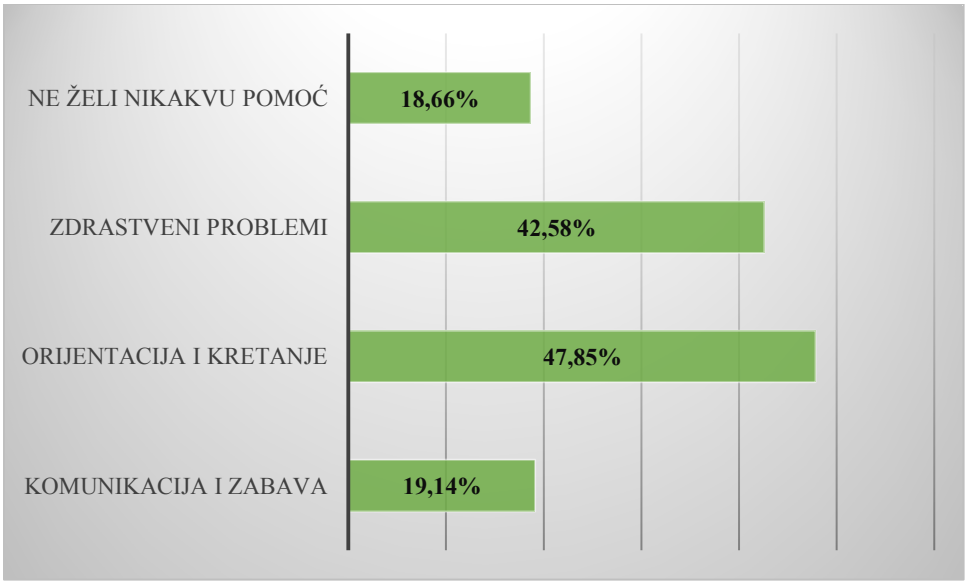
2.2. Istraživanje potrebnih informacija za korisnike starije životne dobi

U anketnom upitniku provedenom u staračkim domovima Grada Zagreba ispitano je 209 ispitanika o mogućnostima korištenja suvremenih IK tehnologija kod osoba starije životne dobi s ciljem dobivanja informacija vezanih uz njihovo korištenje usluga baziranih na navedenim tehnologijama. Od 209 ispitanika, 55,00% ima više od 80 godina dok njih 5,00% ima manje od 60 godina što je vidljivo na grafikonu 1 [17].



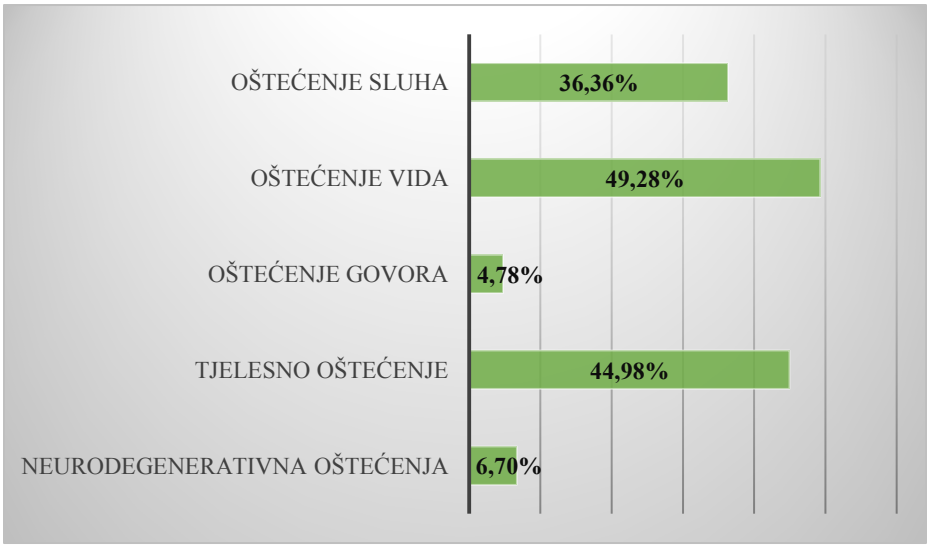
Grafikon 1. Dobna skupina korisnika [17]

Na pitanju o vrsti potrebne pomoći, 47,85% korisnika je odgovorilo kako im je potrebna pomoć kod orijentacije i kretanja, kako je i vidljivo na grafikonu 2.



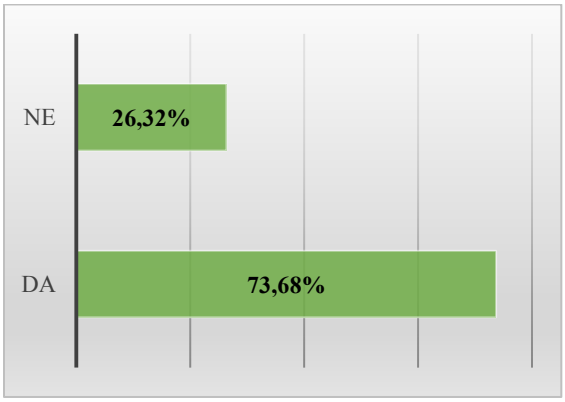
Grafikon 2. Vrsta pomoći potrebna korisnicima [17]

Kako bi pružena usluga mogla zadovoljiti njihove potrebe i povećati kvalitetu života, također je potrebno ispitati koju vrstu oštećenja korisnici imaju. Najveći postotak oštećenja koji se javlja kod korisnika je oštećenje vida i to 49,28%, što ukazuje na potrebu za prilagodljivost sadržaja u smislu veličine teksta te boje podloge na kojoj se tekst nalazi. Nadalje, na grafikonu 3 vidljivo je kako 44.98% ispitanika ima tjelesno oštećenje, što ukazuje na potrebu za prilagodbom prometnog okruženja.



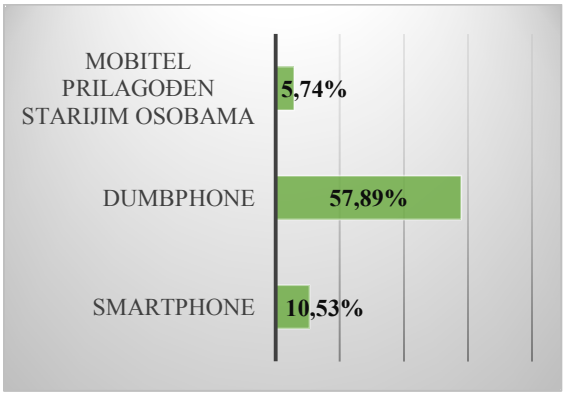
Grafikon 3. Vrsta oštećenja kod korisnika [17]

Sustav će se bazirati na aplikativnom rješenju za pametne mobilne uređaje temeljene na pametnoj narukvici, te je iz tog razloga ispitano je u kojoj mjeri korisnici koriste pametne mobilne uređaje. Od ispitanika 73,68% ispitanika koristi MTU što je vidljivo na grafikonu 4, a 11% njih koristi pametni mobilni uređaj.



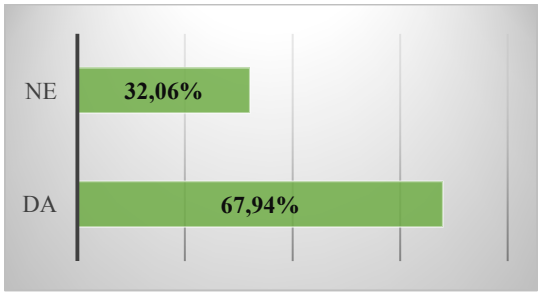
Grafikon 4. Postotak korištenja mobilnog terminalnog uređaja [17]

Grafikon 5 prikazuje da još uvijek 57,89% korisnika koristi *dumbphone*, a kada su korisnici pitani zašto ne žele koristiti pametne uređaje, najčešći odgovori su bili da imaju strah od nove tehnologije te da smatraju da ne mogu naučiti koristiti uređaj na kvalitetan način jer su njegove funkcionalnosti kompliciranе za korištenje. Iznenađujuće je velik broj korisnika koji koriste *smartphone* uređaje, ali nedovoljno koristi sve funkcionalnosti kako bi korisnici sami mogli konfigurirati uslugu na navedenom uređaju.



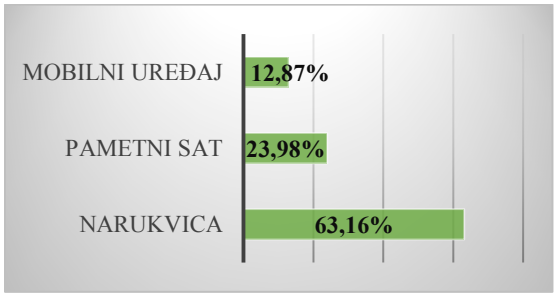
Grafikon 5. Vrsta korištenog mobilnog terminalnog uređaja [17]

Kako osobe starije životne dobi imaju strah od korištenja novih tehnologija, tako su također bili ispitani imaju li želju koristiti uslugu koja bi im mogla pomoći u svakodnevnom životu, ali da je prilagođena njihovim potrebama. Prema grafikonu 6 iznenađujući je rezultat da je 67,94% korisnika zainteresirano za takvu vrstu usluge.



Grafikon 6. Postotak korisnika željnih koristiti uslugu koja bi im pomogla u svakodnevnom životu [17]

Korisnici su ispitani u kojem obliku bi željeli dobivati informacije, te je 63,16% korisnika odgovorilo da bi htjeli informacije dobivati putem pametne narukvice, što je vidljivo u grafikonu 7.



Grafikon 7. Oblik informiranja korisnika [17]

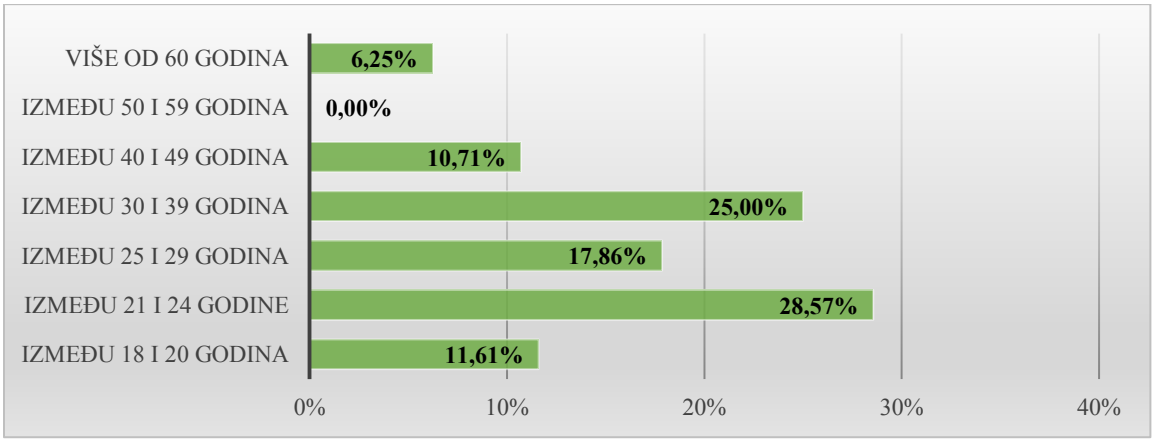
Budući da korisnici imaju problema s orijentacijom i kretanjem, također su bili ispitani žele li koristiti uslugu informiranja i identifikacije u javnom gradskom prijevozu. Većina korisnika, njih 53,00%, izjasnilo se da bi im takva usluga uvelike pomogla, dok 47,00% korisnika nije bilo za takvu vrstu usluge iz razloga što se kreću na dobro poznatim rutama i na malim udaljenostima od njihovog doma.

Iz navedenog istraživanja, moguće je zaključiti kako osobe starije životne dobi imaju želju naučiti koristiti vrstu usluge bazirane na novim tehnologijama, ali usluga mora biti prilagođena njihovim mogućnostima i potrebama. Orijentacija i kretanje najzastupljeniji su problemi s kojima

se korisnici svakodnevno susreću, stoga usluga mora omogućiti funkcionalnosti kojima bi se navedeni problemi mogli riješiti.

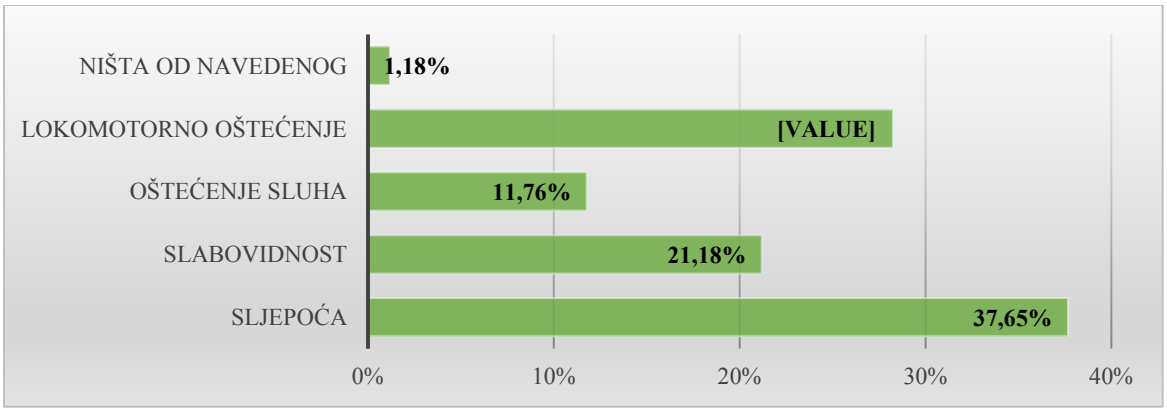
2.3. Istraživanje potrebnih informacija za korisnike s oštećenjima

U suradnji s udrugom UP2DATE anketnim upitnikom ispitani su njihovi članovi. Ispitano je 112 ispitanika o korisničkim potrebama prilikom kretanja dijelom prometne mreže i o načinima te mogućnostima korištenja suvremenih IK tehnologija u svakodnevnim aktivnostima. Od 112 ispitanika, 28,57% je u dobnoj skupini između 21 i 24 godine, dok je 6,25% ispitanika starije od 60 godina što je vidljivo iz grafikona 8.



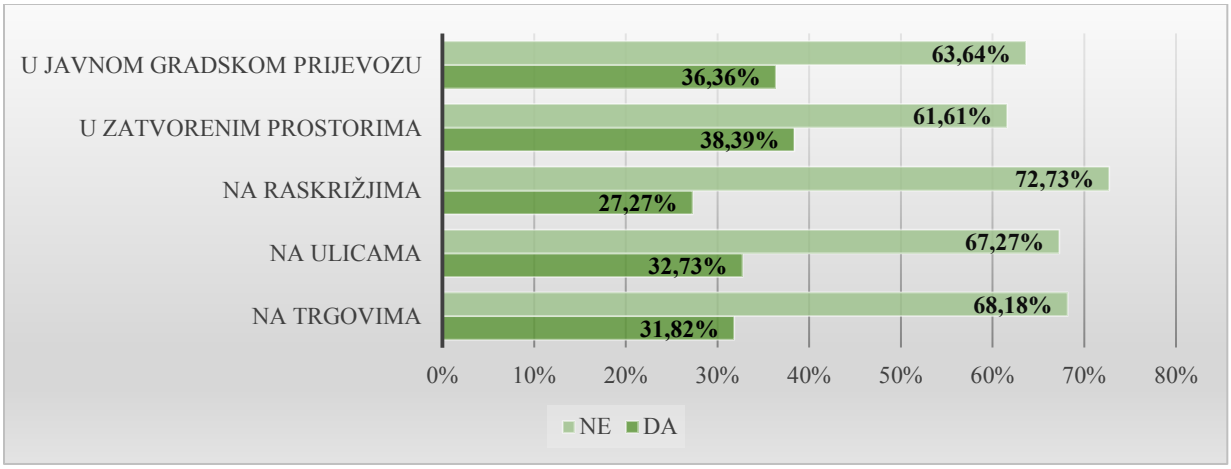
Grafikon 8. Dobna skupina ispitanika [17]

Među ispitanicima je najviše studenata (51,79%) i zaposlenika (31,25%). Na pitanje o oštećenju, 72,32% ispitanika izjasnilo se kako ima neku vrstu oštećenja. Najveća zastupljenost oštećenja je oštećenje vida gdje se 37,65% ispitanika izjasnilo kako je slijepo, dok je lokomotorno oštećenje drugo najzastupljenije oštećenje (28,24%), kao što je i vidljivo u grafikonu 9.



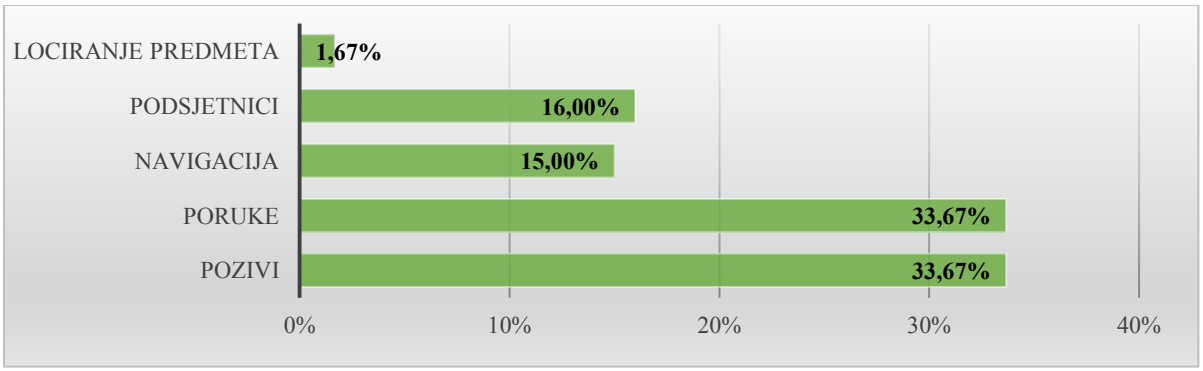
Grafikon 9. Vrsta oštećenja kod korisnika [17]

Ispitano je zadovoljstvo korisnika trenutnim načinom informiranja u prometu. Kao što je prikazano grafikonom 10, u svim navedenim slučajevima većina korisnika nije zadovoljna trenutnim načinom informiranja. Ispitanici su najnezadovoljniji načinom informiranja na raskrižjima, njih 72,73%. Ostala područja ne zaostaju za tako velikim brojem nezadovoljnih korisnika pa se njih 68,18% izjasnilo kako nisu zadovoljni načinom informiranja na trgovima.



Grafikon 10. Zadovoljstvo korisnika trenutnim načinom informiranja u prometu [17]

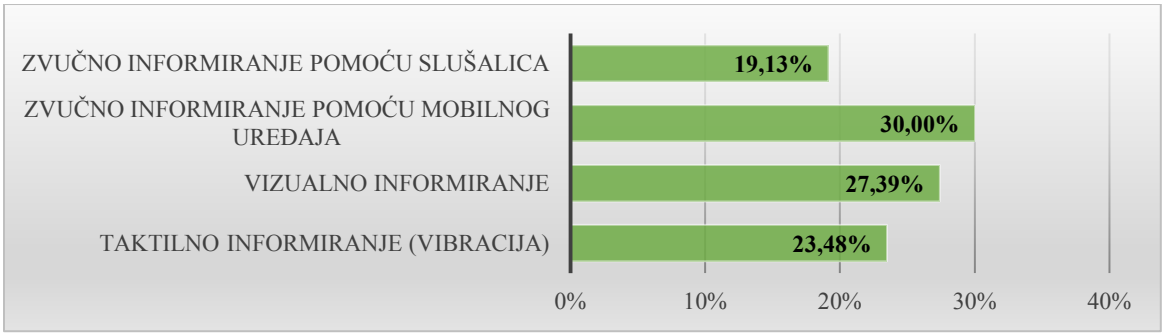
Korisnike se također pitalo koriste li MTU te koju vrstu operativnog sustava koriste. Njih 93,75% izjasnilo se da koristi MTU te da 73,33% ispitanika koristi Android OS. Kako je vidljivo na grafikonu 11 ispitanici najviše koriste MTU u svrhu poziva i poruka.



Grafikon 11. Svrha korištenja mobilnog terminalnog uređaja [17]

Ispitanike se pitalo o zainteresiranosti za suvremene tehnologije. Tako se 50,89% ispitanika izjasnilo kako su izrazito zainteresirani za korištenje suvremenih IK tehnologija, a njih 36,61% kako su zainteresirani, dok se 0,89% ispitanika izjasnilo se kako su nezainteresirani za suvremene IK tehnologije, odnosno 1,79% ih je izrazito nezainteresirano.

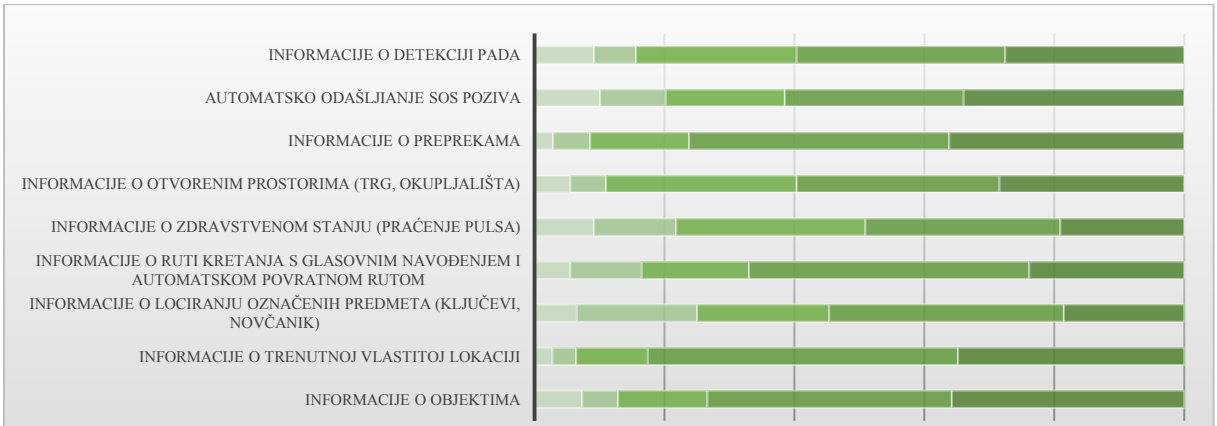
Grafikon 12 prikazuje pogodne načine informiranja korisnika koji ovise o njihovom oštećenju. Najpogodnijim načinom informiranja smatraju zvučno informiranje (30.00%), a zatim vizualno informiranje (27,39%).



Grafikon 12. Pogodni načini primanja informacija [17]

Ako se ponudi usluga informiranja o okruženju koja je ovisna o potrebama korisnika, 95,54% ispitanika izjasnilo se kako bi ju koristili. Izrazito velika zainteresiranost korištenja takve vrste usluge je na MTU (51,74%), u obliku aplikacije, dok je nešto manja na pametnoj narukvici (31,98%).

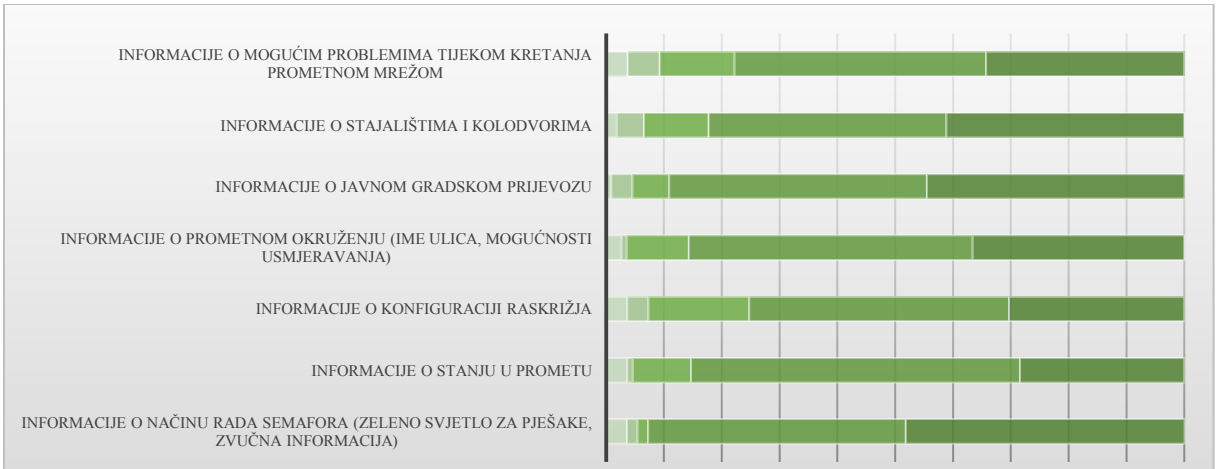
Za utvrđivanje funkcionalnosti usluge za informiranje korisnika u prometu, ispitanike se pitalo o važnosti pojedinih informacija. Rezultati su prikazani grafikonom 13 i grafikonom 14.



	Informacije o objektima	Informacije o trenutnoj vlastitoj lokaciji	Informacije o lociranju označenih predmeta (ključevi, novčanik)	Informacije o ruti kretanja s glasovnim navođenjem i automatskom povratnom rutom	Informacije o zdravstvenom stanju (praćenje pulsa)	Informacije o otvorenim prostorima (trg, okupljališta)	Informacije o preprekama	Automatsko odašljianje SOS poziva	Informacije o detekciji pada
Jako nevažno	7,34%	2,75%	6,48%	5,50%	9,09%	5,50%	2,86%	10,09%	9,17%
Nevažno	5,50%	3,67%	18,52%	11,01%	12,73%	5,50%	5,71%	10,09%	6,42%
Niti nevažno, niti važno	13,76%	11,01%	20,37%	16,51%	29,09%	29,36%	15,24%	18,35%	24,77%
Važno	37,61%	47,71%	36,11%	43,12%	30,00%	31,19%	40,00%	27,52%	32,11%
Jako važno	35,78%	34,86%	18,52%	23,85%	19,09%	28,44%	36,19%	33,94%	27,52%

Grafikon 13. Važnost informacija za korisnike sustava [17]

Dobivenim rezultatima moguće je definirati važnost pojedine funkcionalnosti sustava. Informacije o preprekama 36.19% korisnika smatra jako važnim, dok informacije o objektima i otvorenim prostorima smatraju važnim (37.61% i 31.19%). Korisnici informacije o trenutnoj vlastitoj lokaciji i glasovnom navođenju smatraju važnim (47.71% i 43.12%).

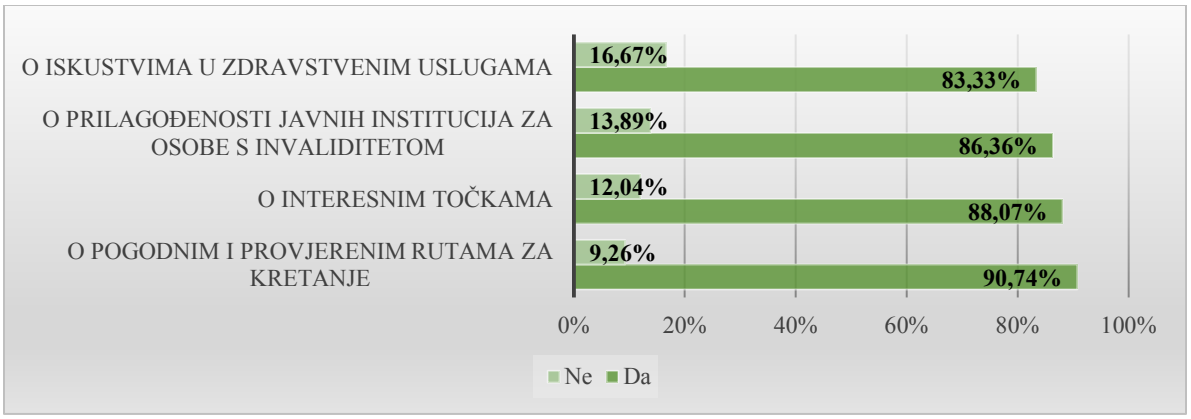


	Informacije o načinu rada semafora (zeleno svjetlo za pješake, zvučna informacija)	Informacije o stanju u prometu	Informacije o konfiguraciji raskrižja	Informacije o prometnom okruženju (ime ulica, mogućnosti usmjeravanja)	Informacije o javnom gradskom prijevozu	Informacije o stajalištima i kolodvorima	Informacije o mogućim problemima tijekom kretanja prometnom mrežom
Jako nevažno	3,64%	3,67%	3,67%	2,68%	0,91%	1,87%	3,70%
Nevažno	1,82%	0,92%	3,67%	0,89%	3,64%	4,67%	5,56%
Niti nevažno, niti važno	1,82%	10,09%	17,43%	10,71%	6,36%	11,21%	12,96%
Važno	44,55%	56,88%	44,95%	49,11%	44,55%	41,12%	43,52%
Jako važno	48,18%	28,44%	30,28%	36,61%	44,55%	41,12%	34,26%

Grafikon 14. Procjena važnosti informacija za informiranje korisnika u prometu [17]

Za informiranje u prometu, 48,18% ispitanika smatra način rada semafora jako važnim. Ispitanici važnim smatraju informacije o: stanju u prometu, konfiguraciji raskrižja, prometnom okruženju, javnom gradskom prijevozu, stajalištima i kolodvorima te problemima na prometnoj mreži.

Grafikon 15 prikazane su želje korisnika za međusobnim dijeljenjem informacija. Te informacije su informacije o: iskustvima u zdravstvenim uslugama, prilagođenosti javnih institucija za osobe s invaliditetom, interesnim točkama i pogodnim i provjerenim rutama za kretanje.



Grafikon 15. Interes korisnika za međusobnim dijeljenjem informacija [17]

U svim navedenim slučajevima, većina korisnika zainteresirana je za dijeljenje informacija o iskustvima u zdravstvenim uslugama (83,33%), prilagođenosti javnih institucija za osobe s invaliditetom (86,36%), interesnim točkama (88,07%) te pogodnim i provjerenim rutama za kretanje (90,74%).

Kako korisnici imaju razna oštećenja, usluga mora biti dizajnirana prema načelu univerzalnog dizajna. Time bi se omogućila dostupnost sadržaja i traženih informacija korisnicima neovisno o vrsti njihovog oštećenja. Svaka tražena informacija treba biti dizajnirana na način da može biti dostupna korisnicima s navedenim vrstama oštećenja.

Prema dobivenim podatcima moguće je zaključiti koje su funkcionalnosti korisnicima važne. Te funkcionalnosti korisnici bi htjeli da im se isporučuju putem aplikativnih modula koji se nalaze na pametnoj narukvici. Prilikom kretanja u otvorenim prostorima korisnici imaju nedostatnu količinu informacija o mogućim problemima s kojima se mogu susresti dok se kreću prometnom mrežom, kao što su mogući radovi na cesti, blokirani nogostupi i slično. Navedene informacije im se mogu pružiti putem aplikativnih modula koji se povezuju na određeni *hardware* koji je raspoređen po interesnim točkama u okolini korisnika. Korisnici također žele informacije o stajalištima i kolodvorima javnog gradskog prijevoza s pravovremenim informacijama o prijevoznim sredstvima. Informacije poput imena ulica i mogućnost usmjeravanja prema tim informacijama im je također važna. Kako bi korisnici dobili sve navedene informacije potrebno je dizajnirati aplikativne module koji koriste razne bežične tehnologije kako bi se mogli povezivati na *hardware.* Te tehnologije analizirane su u sljedećem poglavlju.

3. Analiza tehnologija korištenih za informiranje korisnika

Primjena Interneta dovodi do lakšeg pružanja informacija korisnicima, a korisnici sami imaju mogućnost definiranja njima važnijih informacija koje im mogu pomoći kod svakodnevnog kretanja u otvorenim i zatvorenim prostorima. Sama umreženost omogućuje jednostavniji pristup informacijama i time dolazi do prebacivanja fokusa sa samih tehnologija na usluge koje one omogućuju.

Usluge informiranja korisnika koji se kreću dijelom prometne mreže moguće je temeljiti na bežičnim tehnologijama kao što su AIDC (engl. *Automatic Identification and Data Capture*) tehnologije u koje spadaju RFID i NFC (engl. *Near Field Communication*), te BT, Wi-Fi i GPS. Navedene tehnologije omogućuju komunikacijsku povezanost korisnika, ostalih prometnih entiteta i cjelokupnog prometnog okruženja u jedinstvenu cjelinu primjenom načela IoT. Sve tehnologije se ne koriste kod svih skupina korisnika. Kod slijepih i slabovidnih osoba potrebno je koristiti većinu tehnologija kako bi im se informacije iz okoline, koje druge skupine korisnika mogu dobiti vizualno, pružile zvučno pomoću očitavanja NFC oznaka.

3.1. Wi-Fi tehnologija

Wi-Fi je tehnologija koja za prijenos podataka koristi radio valove, a služi za osiguravanje bežičnog Interneta i za stvaranje bežičnih lokalnih mreža (engl. *Wireless Local Area Network,* WLAN). Wi-Fi tehnologija može se koristiti u području u kojem se korisnik može spojiti na internetsku vezu preko nekog bežičnog usmjerivača i tako pristupati internetskim uslugama (engl. *hotspot*). Kako uređaji koji koriste Wi-Fi mrežu nisu žično povezani, mogu se slobodno kretati u području pokrivanja Wi-Fi pristupom. Iako je time se omogućena sloboda i neovisnost kretanja, problem je sigurnost koja može biti narušena spajanjem se na javne mreže.

Wi-Fi se temelji na 802.11 standardu i maksimalni domet je od oko 100 [m]. Radi na frekvencijama od 2.4 [GHz] i 5 [GHz], a brzina prijenosa podataka je 11 [Mbit/s] i 54 [Mbit/s]. Negativna strana Wi-Fi tehnologije je ograničeno područje pokrivanja i interferencija uslijed refleksija na preprekama poput zidova i slično. Kako bi se željeno područje pokrilo, jačina emitiranja signala mora biti velika, a to pridonosi velikoj potrošnji električne energije. S druge strane Wi-Fi tehnologija povezuje različite uređaje na Internet (engl. *Infrastructure mode*) i same

uređaje međusobno (engl. *Ad-hoc mode*) bežičnim putem. Ova tehnologija je vrlo pristupačna i jednostavna za korištenje, pa većina korisnika ima iskustva s istom [5].

3.2. *Bluetooth* tehnologija

Bluetooth (BT) tehnologija predstavlja otvoreni standard primjenjiv u konceptu IoT i AAL (engl. *Ambient Assisted Living*). Tehnologija omogućuje komunikaciju između uređaja i njihovo bežično povezivanje putem BT pristupnih točaka s mrežom za prijenos govora ili s Internet mrežom velikim brzinama. Postoji nekoliko verzija tehnologije od kojih je najnovija BT v. 4.0. BLE (engl. BT *Low Energy*). Navedena verzija kao prednost ima jednostavnost korištenja te malu potrošnju baterije, dok mu je nedostatak što ne omogućuje velike brzine prijenosa podataka poput Wi-Fi tehnologije.

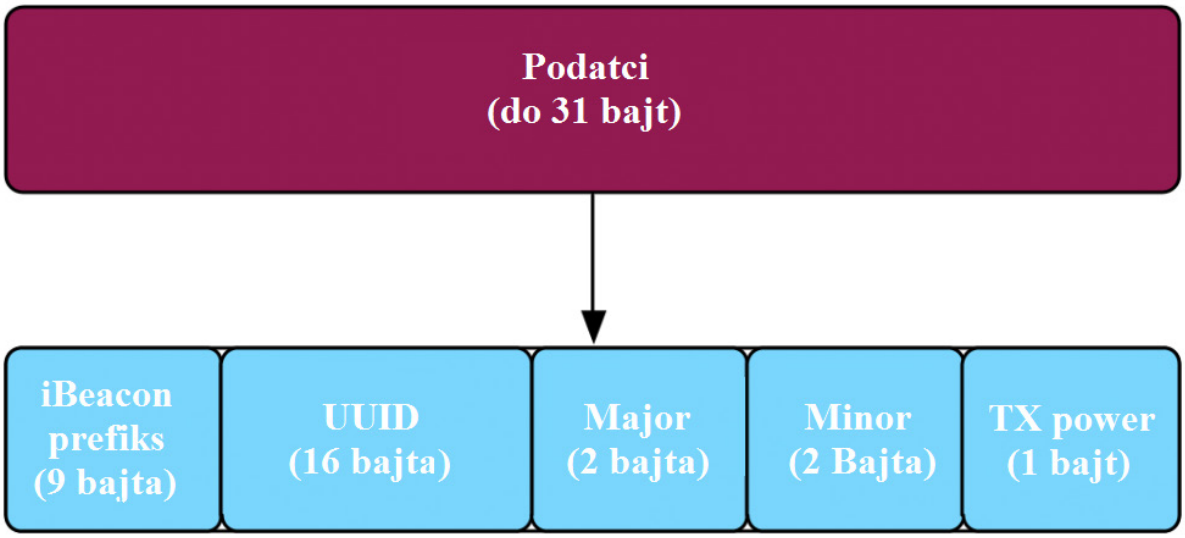
BT tehnologija se zasniva na IEEE 802.15.1 standardu i usvojen je 2002. godine. Udaljenosti na kojoj uređaji mogu komunicirati su 10 [m] kada je snaga odašiljanja 1 [mW], a kada se snaga odašiljanja poveća, moguće je doseći u savršenim uvjetima i do 100 [m]. U realnim uvjetima maksimalni domet na kojemu se ova tehnologija koristi je 30 [m]. Za komunikaciju kod BT tehnologije koristi se ISM (engl. *Industrial-Scientific-Medicine*) nelicenciran frekvencijski pojas od 2.4 [GHz] do 2.4835 [GHz] i koristi FHSS (engl. *Frequency-hopping spread spectrum*) modulacijsku tehniku [6].

Prednost BLE tehnologije je to što ima razvijene BT odašiljače koji u svojem krugu korisnicima mogu pružati korisne informacije. Odašiljači imaju vlastita napajanja u obliku baterija, a zbog vrlo niske potrošnje električne energije te baterije u uređajima mogu trajati i preko godinu dana.



Slika 1. Kontakt.io Tough Beacon [7]

Napravljeni su tako da su otporni na vanjske smetnje poput meteoroloških neprilika i slabijih udaraca, pa su vrlo pogodni za korištenje u otvorenim prostorima i zatvorenim prostorima s visokom fluktuacijom ljudi. Primjer takvog odašiljača je *Tough Beacon*, od tvrtke kontakt.io koji je prikazan na slici 1.



Slika 2. Podatci na iBeacon-u

Podatci na odašiljaču podijeljeni su u 4 glavna dijela informacije, UUID (engl. Universally unique identifier), *Major, Minor, TX Power*. UUID je 16 [B] kod koji služi za razlikovanje

velikih grupa odašiljača. *Major* je kod od 2 [B] koji služi za razlikovanje manjih podgrupa odašiljača unutar veće grupe. *Minor* je kod od 2 [B] koji služi za identifikaciju individualnih odašiljača. *TX Power* služi za određivanje udaljenosti od odašiljača. Definiran je kao jačina signala točno 1 [m] od uređaja. Primjer podataka na odašiljaču vrste *iBeacon* je vidljiv na slici 2. Ovaj podatak je kalibriran i definiran unaprijed i ne može se mijenjati. Uređaji koji se spajaju na odašiljače mogu koristiti ovaj podatak kako bi dobili grubu procjenu udaljenosti od odašiljača [8].

3.3. AIDC tehnologije

RFID je pojam koji označava mogućnost beskontaktne identifikacije u elektromagnetskom polju ili radio valovima. Nosioci informacije su *tag*-ovi, odnosno transponderi koji mogu biti aktivni i pasivni. Sustavi s ovom tehnologijom smatraju se kao jedni od najučestalijih načina za određivanje pozicije u zatvorenim prostorima, primjerice u slučaju da GPS sustav ne djeluje. RFID tehnologija zasnovana je na IEEE 802.15.1 standardu, brzina prijenosa podataka je oko 50 [kbit/s], domet mu je unutar jednog metra i koristi više frekvencija za rad, ovisno o vrsti [10]. Dijeli se na 3 vrste:

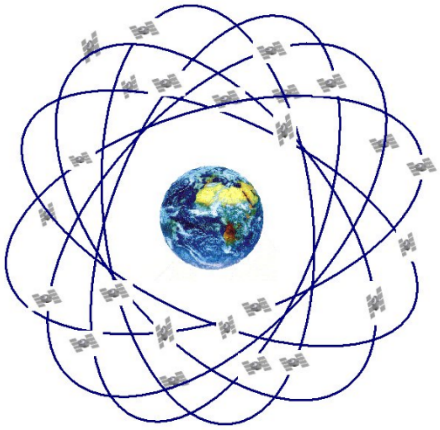
- *Low Frequency* 125 [KHz],
- *High Frequency* 13.56 [MHz] i
- *Ultra high frequency* od 300 [MHz] do 3 [GHz].

NFC tehnologija predstavlja evoluciju postojeće RFID tehnologije. Razlikuje se po tome što je NFC dizajniran za upotrebu uređaja koji se nalaze na maloj međusobnoj udaljenosti. Kao i RFID, tako i NFC ima aktivne i pasivne *tag*-ove. Pasivni samostalno nemaju mogućnost čitanja informacije koju skladište, dok aktivni imaju, uz mogućnost prosljeđivanja informacije [4]. Velika prednost nad ostalim tehnologijama leži u činjenici da ne zahtijeva uparivanje uređaja, čime je olakšano korištenje tehnologije.

NFC je zasnovan na ISO 13157 standardu i domet mu je do 10 [cm]. NFC radi na frekvenciji od 13.56 [MHz] i brzina prijenosa podataka je 424 [kbit/s].

3.4. GPS tehnologija

GPS (engl. *Global Positioning System*) je sustav za globalno pozicioniranje koji se sastoji od mreže od 24 satelita (Slika 3) u geostacionarnoj orbiti, kontrolno-nadzornog sustava na Zemlji te korisničkih terminala (GPS prijamnika). Sateliti kontinuirano šalju informacije putem radio signala i time omogućavaju korisniku da putem prijamnika odredi svoj položaj na Zemlji. GPS sustav omogućuje određivanje pozicije prijamnika u tri dimenzije, geografsku širinu i duljinu te nadmorsku visinu na kojoj se prijamnik nalazi, a točnost je unutar nekoliko metara. GPS također omogućuje izračun brzine kretanja i proteklog vremena uz vrlo niska odstupanja. Sustav ima široku primjenu i pozicioniranje je moguće bilo gdje na Zemlji. Nedostatak GPS-a je što ne funkcionira u zatvorenim prostorima, te ima malu točnost u urbanim sredinama zbog interferencije uzrokovane objektima.



Slika 3. GPS sustav [9]

GPS sateliti emitiraju signale male snage na dvije frekvencije (tzv. signali L1 i L2). GPS je razvijen od strane Američke vojske, te se u komercijalnoj primjeni koristi samo L1 signal na frekvenciji 1575.42 [MHz]. L1 sadrži dva "*pseudoslučajna*" signala, zaštićeni P-kod i „otvoreni“ C/A-kod (potonji poboljšan isključivanjem tzv. SA - *Selective Availability* moda predsjedničkom uredbom 2000. g.), dok L2 sadrži samo zaštićeni P-kod i koristi se isključivo na profesionalnim GPS prijamnicima poglavito za vojne namjene. Svaki satelit emitira jedinstveni kod, omogućujući GPS-prijamniku da identificira pojedine satelite i opći status sustava (tzv. almanah). Načelo pozicioniranja temelji se na računanju vremena putovanja signala od satelita do GPS prijamnika. To se vrijeme također naziva vremenom dolaska, a pomnoženo s brzinom

svjetlosti daje udaljenost od satelita do GPS prijamnika. Signali na toj frekvenciji ponašaju se kao zraka svjetlosti, stoga mogu prolaziti kroz prepreke poput oblaka, stakla i plastike, ali ne mogu proći kroz većinu čvrstih prepreka poput zgrada i planina. Može se općenito reći da kako bi GPS sustav optimalno radio, optička vidljivost između satelita i prijamnika mora biti omogućena [9].

3.5. Koncept Internet stvari i njegova arhitektura

Koncept Internet stvari (engl. *Internet of Things,* IoT) definiran je kao sustav senzora i uređaja koji prema dogovorenom protokolu, putem Interneta razmjenjuju informacije i podatke u svrhu postizanja inteligentnog identificiranja, lociranja, praćenja, nadzora i upravljanja mrežom. Pojam IoT se prvi puta pojavio 1999. godine i označavao je materijalne objekte koji su spojeni na Internet.

Nakon izoliranog razvoja pojedinih područja tehničkih znanosti samostalno, npr. tehnologije povezivanja uređaja u pokretu, bežične senzorske mreže, obrada velikih količina podataka, dodavanjem posredničkog programskog sloja ostvaruje se koncept Interneta stvari. Suradnja nekad nezavisnih tehnologija i platformi otvara mogućnost ostvarivanja naprednih usluga bez potrebe za posjedovanjem specijaliziranih znanja o svakoj tehnologiji koja se koristi za ostvarivanje usluge. Primjene usluga u području IoT su raznolike, od korisničkih aplikacija koje će pružati dodanu vrijednost samo korisniku koji ih je definirao (npr. odabir najpovoljnije rute putovanja) do cjelokupnih grana znanosti kojima je omogućeno pojednostavljeno dijeljenje ograničenih resursa (npr. promatranje prirodnih pojava pomoću mreže senzora) [11].

Potvrda da koncept IoT ima sve veći utjecaj na tržištu je vidljiv iz broja povezanih uređaja. 2003. godine broj uređaja povezanih u IP-baziranu mrežu bio 500 milijuna, dok 2010. godine taj broj procijenjen na 12,5 milijardi, čime je broj povezanih uređaja premašio broj stanovnika na Zemlji. Predviđanje je da će se broj od 25 milijardi povezanih uređaja dosegnuti već 2015. godine, a do 2020. bi se trebao popeti na 50 milijardi uređaja. Ako se u razmatranju promatraju samo korisnici koji koriste Internet, 2010. godine takvih korisnika je bilo 2 milijarde, čime dolazimo da u prosjeku svakom korisniku pripada 6 umreženih uređaja. Brzi rast broja uređaja spojenih na Internet je vidljiv u veličini globalnog tržišta senzora koje je u 2010. godini iznosilo 56.3 milijarde američkih dolara, a za 2016. godinu je procjena 91.5 milijardi američkih dolara što

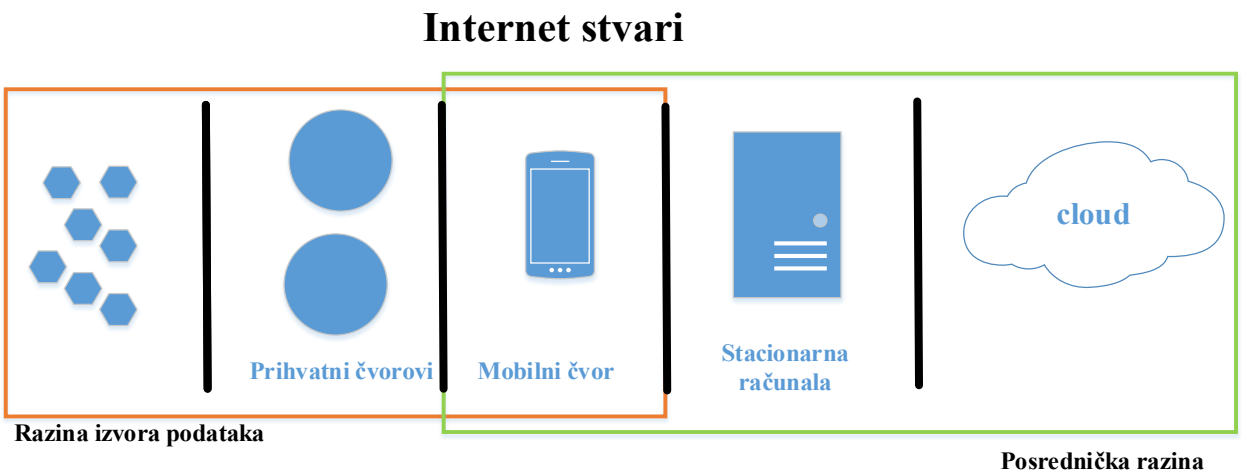
čini stopu od 7.8% godišnjeg rasta. Osim širenja infrastrukture i broja korisnika Interneta stvari, u prilog razvoju IoT idu i brojke koje govore o očekivanjima koristi od IoT-a u malim i srednjim poduzećima. Istraživanja pokazuju da su očekivanja da IoT dovede do smanjenja troškova poduzeća, ubrzavanje ponovljivih akcija ili brži povrat sredstava uloženih u razvoj. Usluge u kojima očekuju najveće koristi su praćenje i identifikacija objekata te logistika [11].

U konceptu IoT, stvari koje nas okružuju će biti dio Internet mreže. Zbog toga doći će do vrlo velikog porasta u količini podataka koje moraju biti pohranjene, obrađene i prezentirane u prihvatljivom obliku. CC može pružiti virtualnu infrastrukturu za takav program računarstva, koji objedinjuje uređaje za praćenje, uređaje za pohranu, alate za analizu, vizualizaciju i sl. Pametno povezivanje s postojećim mrežama i svjesnost korištenjem mrežnih resursa čini neizostavni dio IoT [10].

Svi izvori podataka i podržane usluge u konceptu IoT generiraju veliku količinu podataka. Pojavom i razvojem Interneta stvari dolazi do izražaja fenomena velike količine podataka (engl. *Big Data*) jer osim povećanja broja uređaja spojenih u globalnu mrežu otvara se i prostor otvorenom pristupu i dijeljenju podataka iz drugih izvora. Fenomen velike količine podataka je definiran kao veliki i složeni podatkovni skup koji nije moguće obraditi aktualnim rješenjima iz područja baza podataka. Internet stvari osim "*sirovih*" podataka iz izvora može generirati i veliku količinu meta-podataka ili privremenih podataka potrebnih za realizaciju usluga (npr. senzorsko očitanje može biti spremljeno u relacijskoj i semantičkoj bazi podataka). Ako se promotri ukupna količina generiranih podataka cjelokupnog čovječanstva, u 2010. godini je iznosila 1 zetabajt (ZB), a već krajem 2011. godine se ta brojka skoro udvostručila (1,8 ZB). Očekivanje za 2020. godinu je količina od 35 ZB. Opravdanje ovog rasta treba tražiti i u očekivanjima da će platforme Interneta stvari do tada zaživjeti u većem broju. Fenomen velike količine podataka može nastati iz različitih izvora: senzorska očitanja, računalne mreže, Internet ili kombinirajući više izvora, a prepoznatljiv je po tri svojstva koja ga razlikuju od "običnih" podataka. Svojstva su: količina (veličina podataka), raznolikost (heterogenost podataka koji se obrađuju, npr. tablice, slike, elektronička pošta) i dinamičnost (karakteristike podataka, intenzitet i učestalost dolazaka, način obrade). Izazovi koje fenomen velike količine podataka postavlja su: spremanje, pretraživanje, dijeljenje, vizualizacija, analiza i obrada podataka. S obzirom na raznolikost izvora i primjene IoT podataka, može se zaključiti da su navedeni izazovi svojstveni i za obradu IoT

podataka. Za uspješnu obradu takvih podataka nije samo dovoljno koristiti platformu računalnog oblaka, već je potrebno i definirati učinkovite algoritme za obradu u stvarnom vremenu, prilagođene primjeni za koju se koriste i infrastrukturi na kojoj se obrada izvodi [11].

Arhitektura Interneta stvari se temelji na slojevitom modelu, pri čemu niži slojevi služe kao blokovi koji izgrađuju uslugu višeg sloja. Slojevita arhitektura koja se sastoji od pet slojeva je prikazana na slici 4. Najniži sloj su objekti (npr. senzori i osjetila) koja su raspoređena u okolišu, a koriste se isključivo kao izvor podataka. Senzorski čvorovi zbog ograničenih resursa (procesorska snaga i dostupna energija) uobičajeno ne obavljaju obradu podataka. Prihvatni čvorovi (engl. *Sink Node*) služe kao posrednik u dostavi podataka od senzorskih čvorova prema višim slojevima. Na ovoj je razini moguća ograničena obrada podataka i/ili upravljanje senzorskim čvorovima. Mobilni čvorovi imaju mogućnost ograničene obrade podataka i filtriranja podataka radi uštede resursa. Dodatno, mobilni čvorovi su bogati izvor podataka o korisnicima, njihovim navikama i okruženju. Četvrti sloj obuhvaća stacionarna računala koja omogućavaju složeniju obradu podataka te služe kao posrednik prema oblaku u kojem se podaci pohranjuju i obrađuju te izvršava obrada korisničkih upita. Podaci se obrađuju u oblaku s obzirom na to da je riječ o potencijalno velikoj količini podataka koja pristiže velikom brzinom, oblak treba pružiti podršku za rješenje koje je elastično, otporno na kvarove i troši optimalnu količinu resursa [11].



Slika 4. Arhitektura koncepta Interneta stvari [11]

Slojeve možemo povezati pomoću dvije komponente koje čine dvije razine Interneta stvari: posrednička razina i razina izvora podataka. Razina izvora podataka obuhvaća senzorske mreže. Senzorske mreže su se počele razvijati puno prije nego što je uopće osmišljen koncept Interneta stvari, a pritom su pokrivale manje zemljopisno područje koje pruža kompletnu uslugu korisnicima. Senzorske mreže u arhitekturi obuhvaćaju same senzore i druge osjetilne elemente, te prihvatni čvor koji služi za prosljeđivanje podataka od senzora zainteresiranim korisnicima ili uslugama koje ih zahtijevaju, odnosno razvojem mobilne mreže i mobilnog pristupa Internetu, njihovu ulogu preuzimaju mobilni uređaji koji imaju izravan pristup Internetu. U tom slučaju MTU mogu obavljati i jednostavnija filtriranja podataka iz senzora radi uštede resursa, odnosno upravljati senzorima u svrhu istog cilja. Senzorske mreže razvijaju se za unaprijed definiranu primjenu; u početku su se razvijale za nadgledanje okoline, a kasniji razvoj je omogućio i njihovo djelovanje ovisno o promotrenom fenomenu bez izravne ljudske intervencije. Senzorske mreže mogu biti samostalni sustavi pri čemu pružaju uslugu za koju su izgrađene, ali pritom i čine osnovni element Interneta stvari jer se Internet objekata oslanja na njihove mogućnosti promatranja okoline. Podrška za ostvarivanje apstraktnijih funkcija te širih primjena koje Internet objekata već po svojoj definiciji nudi, postignuta je preko komponente posredničkog sloja (engl. *Middleware*). Posrednička razina se nalazi na slojevima koji imaju mogućnost složenije obrade podataka i masovne distribucije opažanih informacija i izvedenih zaključaka iz opažene okoline. Mobilni čvorovi, osim što mogu biti izvor podataka o korisnicima i iz neposredne korisničke okoline, pružaju mogućnost distribucije podataka sustavima koji ih trebaju, pri čemu mogu izvršiti i osnovnu obradu opaženih podataka u svrhu uštede resursa prilikom slanja. Mobilni čvorovi podatke mogu slati do stacionarnih računala, npr. zaduženih za pružanje korisničke usluge ili do oblaka u kojem se obavlja daljnja obrada podataka i spremanje opažanja u svrhu budućih potreba za podacima. Oblak se osim kao spremište podataka koristi i kao centralna jedinica za obradu podataka, ponajviše za složene procese obrade podataka, odnosno za obradu i pružanje usluga koje zahtijevaju cjelokupno znanje, tj. očitanja različitih senzora te pristup drugim uslugama i njihovo stanje. Posrednički sloj pruža podršku za izgradnju platformi Interneta stvari pri čemu je omogućena interoperabilnost različitih senzorskih platformi koje se koriste kao jedinstveni izvor podataka, a nudi i podršku sigurnosti pristupa i naplati usluge te omogućava definiranje konteksta informacija. Posjedovanje konteksta omogućava pružanje

naprednih usluga koje će biti prilagođene zahtjevima i željama korisnika bez potrebe za njihovim izravnim intervencijama u prilagođavanju usluge.

Kombiniranjem i suradnjom dva osnovna elementa IoT ostvaruje se i definicija IoT-a. Modularnost i slojevitost komponenti pružaju generički okvir za ostvarivanje svih preduvjeta Interneta stvari: ostvarivanje inteligentnih usluge (kroz korištenje ontologije i semantički označenih podataka), proširivost na arhitekturnoj razini te podršku za složene sustave koji sadrže milijune komponenti proizvoljnog položaja koje neovisno komuniciraju i čiji se tokovi podataka obrađuju paralelno [11].

4. Dizajniranje sustava prema načelima univerzalnog dizajna

Pojam univerzalnog dizajna predstavlja pristup dizajniranja proizvoda, usluga i okoliša kako bi u najvećoj mjeri bili uporabljivi svim ljudima, bez potrebe za prilagodbama ili nekim posebnim dizajnom. Njime se omogućava i osnažuje raznolikost ljudske populacije kroz poboljšanje njihovih performansi, zdravlja i sudjelovanja u društvu.

4.1. Univerzalni dizajn

Nacionalna strategija izjednačavanja mogućnosti za osobe s invaliditetom od 2007. do 2015. godine navodi [12] da je nužna primjena univerzalnog dizajna prilikom pristupa informacijama i komunikacijama za sve osobe s invaliditetom. Isto tako, navodi da primjena univerzalnog dizajna osigurava samu primjenu suvremenih tehnologija u svim aspektima života korisnika.

Univerzalni dizajn se dijeli na sedam načela, ta načela su [13]:

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

Važno je korištenje sustava prilagoditi svim korisnicima, bez obzira imali oni neki stupanj oštećenja ili ne. Univerzalni dizajn može povećati iskoristivost okoline ili proizvoda bez znatnog povećanja njegove cijene smanjujući potrebu izmjenama u dizajnu kasnije kada se sposobnosti ili okolnosti promjene.

4.2. Definiranje elemenata sustava informiranja korisnika prema načelima univerzalnog dizajna

Prema načelima univerzalnog dizajna, potrebno je definirati elemente sustava kako bi sustav bio pristupačan svim korisnicima. Elementi sustava koje treba definirati su mobilna aplikacija i aplikacijski moduli.

4.2.1. Definiranje aplikacije prema načelima univerzalnog dizajna

Kako bi izgled mobilne aplikacije bio pristupačan svim korisnicima, potrebno je uzeti u obzir da nemaju svi korisnici istu korisničku opremu, da ne žele svi korisnici koristiti sve usluge koje su im ponuđene te da nemaju svi korisnici istu razinu znanja.

Prilikom izrade aplikacija potrebno je odrediti prirodni jezik što je u ovom slučaju hrvatski. Međutim, postoje i građani stranog državljanstva, stoga mobilna aplikacija treba imati podršku i za engleski jezik. Korisnicima se treba omogućiti pretraga putem tražilice, primjerice prilikom određivanja rute kretanja prometnom mrežom [14]. Osim toga, sadržaj aplikacije treba biti jednostavan i jasan kako bi ga korisnici mogli shvatiti te je potrebno osmisliti dobar raspored same aplikacije.

S obzirom da su potencijalni korisnici mobilne aplikacije u potpunosti slijepe osobe, za njih treba postojati *read screen text* koji će im omogućiti čitanje sadržaja. Isto tako, treba imati i mogućnost glasovnih naredbi za što jednostavnije korištenje. Osim toga, za slabovidne osobe i osobe starije životne dobi postoji mogućnost prilagodbe veličine teksta i pozadine za lakše razumijevanje.

Dizajn same aplikacije također mora biti lako razumljiv, bez obzira na korisnikovo iskustvo, znanje, vladanje jezikom ili trenutačnu razinu koncentracije. Time se osigurava da osobe starije životne dobi nemaju problema u snalaženju u samoj aplikaciji i njenim funkcionalnostima. Uz sve navedeno, treba omogućiti djelotvornu pomoć i povratnu informaciju tijekom i po svršetku izvršavanja funkcija.

4.2.2. Definiranje aplikativnih modula prema načelima univerzalnog dizajna

Prema načelima aplikativnog dizajna svaki sustav, proizvod ili dizajn mora imati nepristranu mogućnost korištenja. Aplikativni moduli koji bi se nalazili na pametnoj narukvici moraju biti laki za korištenje, svaki element mora biti izričito definiran i razumljiv, neovisno o prethodnom znanju korisnika ili njihovom stupnju oštećenja. Dio korisnika je slijep ili slabovidan te svaki element mora biti označen taktilnom oznakom. Time su i informacije uočljivije svim korisnicima.

U slučaju fizičkog oštećenja poput korisnika koji nema jednu ruku, narukvica na kojoj su moduli mora biti fleksibilna kod korištenja i imati mogućnost rada s jednom rukom i da nije određeno koja ruka mora biti da bi se narukvica nosila.

Kako je prethodno rečeno, nemaju svi korisnici jednako predznanje u korištenju MTU, pa jednostavnim i intuitivnim dizajnom se svim korisnicima olakšava privikavanje na novi sustav.

U slučaju da korisnici pate od neurodegenerativnih bolesti poput Parkinsonove bolesti, može doći do odabira neželjenih funkcionalnosti, grešaka kod konfiguracije, ili slučajnog gašenja sustava. Da do toga ne bi došlo potrebno je definirati sigurnosne mjere koje potvrđuju svaku akciju koju korisnik napravi.

Vrlo važno načelo je nizak fizički napor kod korištenja sustava. Ako je sustav tako dizajniran da od korisnika zahtijeva veći napor kod kretanja nego su imali do sada, sustav nije pravilno dizajniran i korisnici neće imati želju ga koristiti. Sustav treba biti dizajniran da korisnicima olakšava kretanje.

4.3. Elementi sustava koji koristi aplikativne module

Elementi sustava se također mogu definirati prema Informacijskom sustavu. Opći elementi informacijskog sustava su [16]:

- *Hardware,*
- *Software,*
- *Dataware,*
- *Orgware,*
- *Lifeware i*
- *Netware* .

Hardware predstavlja fizičku komponentu sustava, opremu potrebnu za rad samog sustava i ostale fizičke komponente koje čine materijalnu osnovu sustava. U predloženom sustavu *hardware* komponentu na strani korisnika koju on koristi i upravlja njima predstavljaju MTU i aplikacijski moduli, dok *hardware* od pružatelja usluge čine odašiljači i NFC oznake. *Software* je mobilna aplikacija koja se nalazi na MTU korisnika koju daje pružatelj usluga. Pomoću aplikacije korisnik dolazi do njemu potrebnih informacija koje mu se pružaju putem *hardware* komponenti. *Orgware* je organizacijski dio sustava koji se sastoji od postupaka, metoda i procedura te načina povezivanja ostalih komponenti sustava. *Orgware* definira kako i koje informacije utjecajno-interesne skupine putem sustava korisniku pružaju potrebne informacije, te kako korisnik do njih dolazi. *Netware* je hardversko-softverska komponenta sustava koja omogućuje povezivanje ostalih elemenata i dijelova u jednu cjelinu. *Cloud Computing* (CC) predstavlja *Netware* dio predloženog sustava, putem CC-a svi elementi međusobno komuniciraju te se podaci obrađuju kako bi korisnik dobio željene informacije kada su mu potrebne.

Baza podataka koja se nalazi unutar CC-a predstavlja *Dataware* komponentu sustava jer u sebi sadrži informacijske resurse sustava. *Lifeware* dio sustava predstavljaju utjecajno-interesne skupine i korisnici, kao ljudski faktor sustava, koji koristi sustav i unosi podatke i informacije u sustav. Svaki član utjecajno-interesne skupine je zadužen za određeni dio informacija koje se pružaju korisniku, ovisno o vrsti informacije i lokaciji samog korisnika.

5. Prijedlog razvoja aplikativnih modula u svrhu informiranja korisnika

Kako bi se sustav mogao dizajnirati, potrebno je definirati arhitekturu sustava. Uz arhitekturu, potrebno je dizajnirati aplikativne module čiji je cilj omogućiti izvršavanje funkcionalnosti definiranih prema zahtjevima korisnika. Arhitektura se dizajnira primjenom skupa IK tehnologija, te se definiraju njeni elementi.

5.1. Definiranje aplikativnih modula

Kako bi se korisnicima olakšalo dobivanje potrebnih informacija, korisnik uz MTU koristi pametnu narukvicu. Pametna narukvica omogućava korisniku da dobiva informacije o svojoj okolini bez potrebe za konstantnim držanjem i provjeravanjem MTU kod nailaska na novu interesnu točku. Pošto svi korisnici nemaju iste potrebe kod informiranja, iz tog razloga pametna narukvica treba biti modularna. Prema potrebi, korisnik može dodavati i uklanjati određene module koji omogućavaju korištenje određenih funkcionalnosti, kako bi korisnik mogao dobivati one informacije koje on želi.

Moduli su podijeljeni na senzorske i konekcijske module; senzorski moduli daju informacije o samom korisniku, poput akcelerometra i žiroskopa koji prate korake korisnika ili mjerač pulsa, dok konekcijski moduli služe za spajanje i očitavanje vanjskih odašiljača, poput *BT* odašiljača, NFC ili RFID oznaka.

Moduli su podijeljeni u dvije skupine, glavne i dodatne. Pod glavne spadaju konekcijski modul, modul za očitavanje NFC oznaka i modul lokacije korisnika. Definirani su kao glavni moduli, jer bez njih korisniku nije moguće pružiti kvalitetne informacije o okolini u kojoj se nalazi. Dodatni moduli su senzorski moduli pomoću kojih se mogu poboljšati informacije pružene korisniku dodavanjem drugih informacija pomoću broja koraka, pulsa korisnika, atmosferskog tlaka i slično.

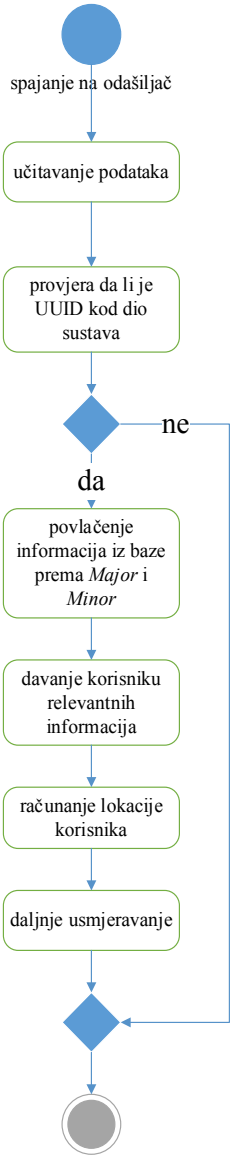
Primjer sustava koji koristi aplikativne module za informiranje korisnika definiran je u radu „Prijedlog informacijsko-komunikacijskog sustava za pružanje usluge informiranja korisnika u

prometnom okruženju – Sa*for*A“ gdje pametna narukvica služi za informiranje i praćenje stanja korisnika, koristeći modularni dizajn za definiranje željenih funkcionalnosti [17].

5.1.1. Konekcijski modul

Konekcijski modul služi za konekciju između pametne narukvice i MTU, te lociranje i očitavanje BT odašiljača u svojoj okolini. Konekcijski modul kada uđe u područje očitavanja odašiljača, povlači podatke s njega, prvo uspoređuje UUID, prema kojemu definira da li je taj odašiljač dio sustava. U slučaju da odašiljač nije dio sustava, konekcijski modul zanemaruje odašiljač i nastavlja s daljnjom pretragom drugih odašiljača. Kada modul očita odašiljač koji ima ispravan UUID čime potvrđuje da je dio sustava, s njega očitava *Major i Minor* kodove. Dobivene kodove konekcijski modul šalje u mobilnu aplikaciju koja prosljeđuje podatke u CC. CC iz baze podataka povlači relevantne informacije prema dobivenim *Major* i *Minor* kodu. CC prema dobivenom *Major* kodu definira u kojem užem području se korisnik nalazi kao što je dio prometne mreže poput pločnika, raskrižja, otvorenog prostora poput trgova ili zatvoreni prostori i objekti poput javnih prometnih terminala i javne i privatne ustanove. Prema *Minor* kodu aplikacija definira gdje se korisnik nalazi unutar užeg područja. Ti podatci se šalju u aplikaciju, koja korisniku prosljeđuje informacije. Aplikacija prema vrijednosti *TX Power* također može odrediti koliko je korisnik udaljen od tog odašiljača.

Prema dobivenim informacijama mobilna aplikacija korisniku daje relevantne informacije o okolini i kombinacijom s vrijednostima *TX Power* može odrediti njegovu lokaciju u odnosu na odašiljač kako bi ga dalje usmjerio. Ovaj postupak je prikazan na slici 5.



Slika 5. Sekvencijalni dijagram spajanja na odašiljač

5.1.2. Modul za očitavanje NFC oznaka

Modul za očitavanje NFC oznaka služi za očitavanje oznaka koje se nalaze unutar objekata. Pošto bi se oznake postavljale na okvire vrata prostorija poput ureda, ambulanti i slično, korisnik bi dobivao relevantne informacije o prostoriji, poput broja prostorije, radno vrijeme ureda ili ambulante, tko se nalazi unutar prostorije i slično. Pozicija samih oznaka na okvirima vrata treba biti unaprijed dogovorena zbog kratkog dometa NFC tehnologije, kako slijepi i slabovidni, pa

čak i stariji korisnici mogu lako doći do željenih informacija. Na ulaze u objekt se mogu također postaviti NFC oznake pomoću kojih korisnik automatski dobiva potrebne sigurnosne podatke za spajanje na lokalnu Wi-Fi mrežu objekta i time moguće rasteretili vlastiti podatkovni promet.

NFC modul se također može koristiti za kontrolu MTU u određenim situacijama. Primjerice, korisnik pri dolasku na radno mjesto gdje mora imati ugašenu zvonjavu na MTU može svoju pametnu narukvicu prisloniti NFC oznaci koja automatski šalje naredbu MTU za gašenje zvuka. Korisnik po potrebi može prije spavanja odložiti pametnu narukvicu na prethodno određeno mjesto gdje se nalazi NFC oznaka. Time se šalje MTU informacija da aktivira alarm koji je prethodno određen. Ovo su samo neki od puno primjera gdje se automatizacija radnji korištenjem NFC modula i NFC oznaka može primijeniti za olakšavanje života.

5.1.3. Modul lokacije korisnika

Modul lokacije korisnika u sustavu služi za lociranje i usmjeravanje korisnika unutar 10 [m] korištenjem GPS tehnologije, jer kako je prethodno navedeno, GPS sustav u urbanim sredinama ima problema s točnosti zbog interferencija koje uzrokuju visoki objekti poput zgrada. Korisnika je moguće navoditi pomoću GPS-a, uz ispravljanje greške koristeći BT odašiljače. GPS modul je moguće također koristiti za *geo-mapping,* pomoću kojeg bi korisnik samostalno odredio okvirnu rutu ili područje u kojem se želi kretati i u slučaju izlaska iz tog područja korisnika se upozorava i usmjerava prema željenoj lokaciji. GPS modul se može koristiti i za slanje trenutne lokacije korisnika unaprijed određenom primatelju, ukoliko se korisnik izgubio ili se dogodila nesreća.

U slučaju da se korisnik nalazi u području gdje BT odašiljača nema, korištenjem njegove lokacije dobivene iz GPS senzora moguće mu je i dalje dati informacije o okolini, ako su podaci o lokaciji uneseni ili od strane korisnika ili od strane Interesno-utjecajne skupine.

GPS modul u određenim vremenskim intervalima očitava vlastitu lokaciju i prosljeđuje ju mobilnoj aplikaciji, koja te podatke obrađuje i koristi ovisno u odabranim funkcionalnostima. Druga korisna funkcionalnost GPS modula je elektronički kompas. Kada korisnik dobije upute za kretanje, a nije siguran u kojem smjeru se kreće, u svakom trenutku može provjeriti vlastiti smjer.

5.1.4. Dodatni moduli

Dodatni moduli sadrže senzorske module koji unaprjeđuju glavne module, kako bi korisnici dobili što točnije informacije. Jedan od tih modula je modul za brojenje koraka, sastoji se od akcelerometra i žiroskopa, a korake koje korisnik napravi tokom dana pretvara u relevantne podatke poput broja prijeđenih kilometara, potrošenih kalorija i slično. Ovaj modul se može koristiti za usmjeravanje korisnika. Sustav nakon prijeđenog broja kilometara može odrediti srednju veličinu koraka korisnika, te pomoću tih informacija korisnicima dati razumljivije informacije za usmjeravanje. Korisnik bi tako umjesto informacije „krećite se 100 [m] u smjeru sjevera“ dobio informaciju „krećite se 120 koraka u smjeru sjevera“.

Drugi dodatni modul je modul za mjerenje pulsa. Ovaj modul korištenjem kombinacije izvora svjetlosti i senzora za svjetlost može odrediti puls korisnika. Osim praćenja zdravlja korisnika ovaj modul se može koristiti za grubu verifikaciju smjera, jer ako se korisnik kreće po usponu, puls mu se povećava. Dođe li do takve situacije, a određena ruta kretanja ne predviđa uspon i GPS modul ne može očitati nadmorsku visinu zbog interferencije, korisnika se upozorava na moguću devijaciju s rute.

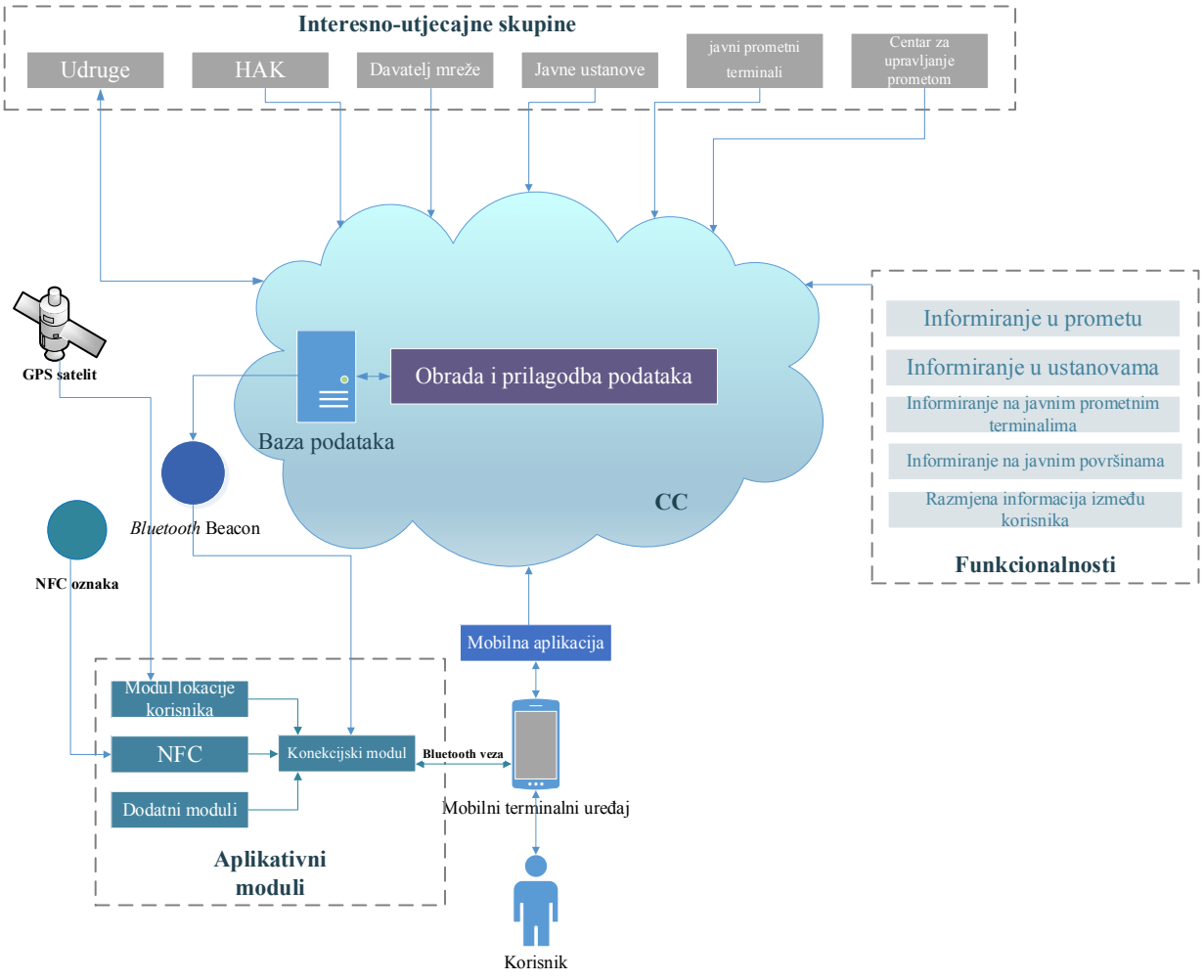
Treći dodatni modul je senzor atmosferskog tlaka. Ovaj modul može pomoći kod kretanja zatvorenim prostorima, jer sustav mjerenjem promjene atmosferskog tlaka može očitati promjenu katova u zatvorenom prostoru. Iz tog razloga kod navođenja je tako lakše potvrditi promjenu katova ako nema BT odašiljača u blizini. Kod korištenja ovog modula potrebno je uvesti korekcijski faktor koji se temelji na brzini promjene atmosferskog tlaka, kako promjena meteorološke situacije ne bi utjecala na točno očitanje.

5.2. Arhitektura sustava

Primjenom skupa IK tehnologija potrebno je dizajnirati konceptualnu arhitekturu sustava temeljenu na CC tehnologiji. Koncept je prikazan na slici 6 i dizajnirana je kako bi se korisniku omogućile sve funkcionalnosti utvrđene prethodnim istraživanjima.

Arhitekturu sustava čine korisnik, MTU, aplikativni moduli, BT *beacon*-i, mobilna aplikacija, baza podataka, interesno-utjecajne skupine i funkcionalnosti za isporuku, kao što je prikazano na slici 6.

Navedena arhitektura dizajnirana je na način da MTU prikuplja informacije uz pomoć aplikacijskih modula iz okoline. Ovisno o funkcionalnostima, aplikativni moduli spajanjem na vanjske izvore poput BT odašiljača ili pomoću senzora omogućuju korisniku dobivanje korisne informacije o okolini u kojoj se nalazi. BT odašiljači šalju podatke, tzv. ključeve pomoću kojih mobilna aplikacija preko CC-a iz baze dobiva informacije koje pruža korisniku. Mobilna aplikacija se nalazi lokalno na mobilnom uređaju jer u slučaju da korisnik nema pristupa na Internet, iz BT odašiljača i NFC oznaka može dobiti osnovne informacije o vlastitoj lokaciji.



Slika 6. Arhitektura predloženog sustava temeljena na CC konceptu

Baza podataka prikuplja informacije i podatke vezane uz okolinu u kojoj se BT odašiljači nalaze. U bazi podataka se također nalaze profili korisnika pa kod konfiguracije aplikacije korisnik odabire važnost podataka o okolini, jer, ovisno u stupnju oštećenja, različiti korisnici

imaju različite zahtjeve. Primjer toga je ako se osoba kreće uz pomoć invalidskih kolica i ide u nekakvu javnu ustanovu, vrlo joj je važno znati ima li ta ustanova rampe za pristup, dok je slijepim osobama važno trebaju li obratiti pozornost kod kretanja tom ustanovom i je li snalaženje unutar same ustanove jednostavno.

Korisnik podatcima pristupa putem mobilne aplikacije na svom mobilnom terminalnom uređaju. Preko te aplikacije korisnik od CC davatelja usluge zahtjeva podatke o svojoj okolini. Ovisno o lokaciji korisnika i broju BT odašiljača u njegovoj blizini, aplikacija radi zahtjev za podacima. *Machine-to-machine* komunikacijom između mobilnog terminalnog uređaja i servera u CC-u dolazi do razmjene podataka, podatci se prilagođavaju prema potrebi korisnika, te mu se pružaju.

Korisnik također može sam unositi informacije vezane uz lokacije BT odašiljača u cilju dodatnog informiranja drugih korisnika. Kako bi korisnici mogli razmjenjivati informacije, potrebno im je omogućiti mijenjanje podataka u bazi. Korisnici nemaju mogućnost brisanja podataka iz baze, nego samo dodavanje novih informacija, a osobe zadužene za održavanje sustava ažuriraju podatke u bazi, tako da uspoređuju stare i nove podatke i prema potrebi brišu stare informacije koje više nisu valjane.

Baza podataka nalazi su u CC bazi podataka pružatelja usluge s treće strane, čime se smanjuju troškovi pružatelja glavne usluge i *stakeholder*-a.

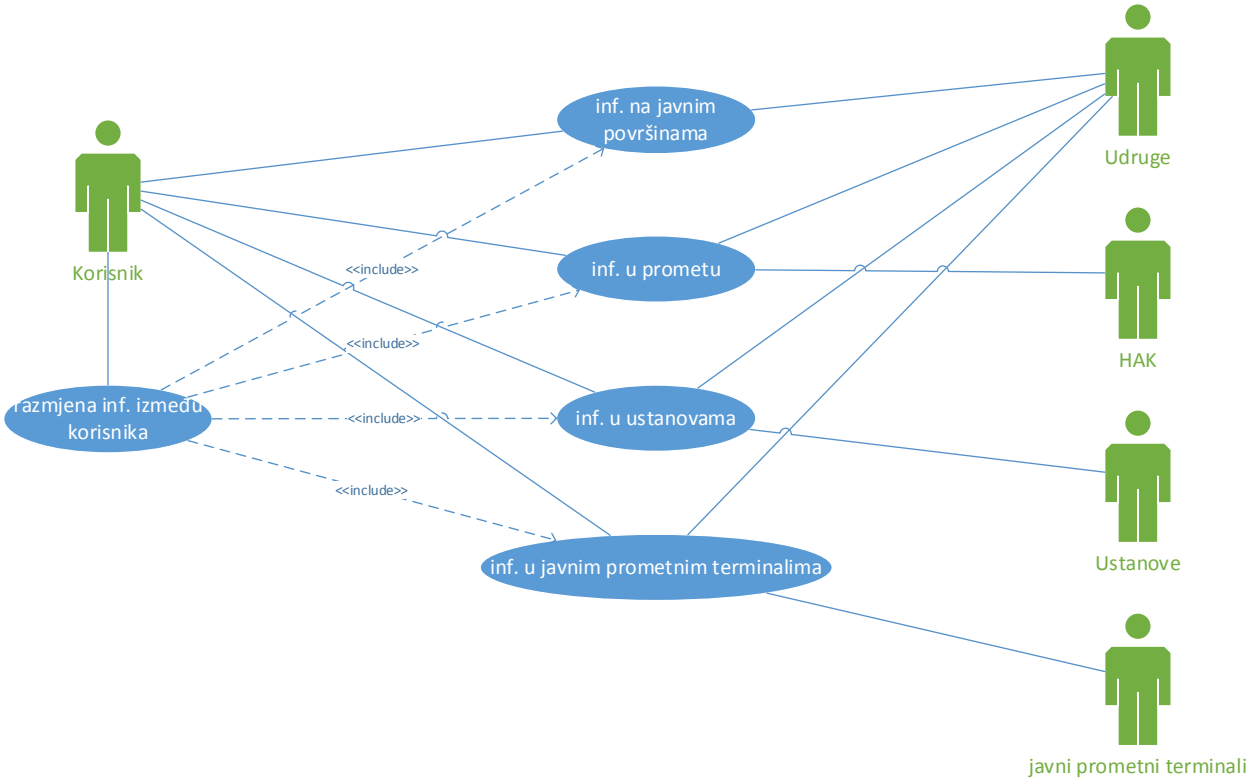
Komunikacija između MTU i BT odašiljača odvija se putem BT veze, dok komunikacija između mobilne aplikacije i CC sustava putem mobilne mreže. Ako se korisnik nalazi unutar područja Wi-Fi mreže, istu također može koristiti za komunikaciju sa sustavom.

Utjecajno-interesne skupine imaju mogućnost kontrole i ažuriranja informacija koje se pružaju korisniku. U slučaju udruga, one imaju mogućnost informiranja korisnika o raznim događanjima koje se dešavaju u gradu u kojemu žive, da li su neke javne i privatne ustanove poboljšale pristupačnost osobama sa nekim stupnjem oštećenosti. Udruge također informiraju korisnike o pristupačnosti i prilagođenosti javnih površina poput trgova, pothodnika i slično. Uz to, udruge imaju mogućnost pristupa podatcima o korisnicima iz baze u svrhu praćenja stanja korisnika kako bi se informacije koje im nude mogle razvijati. HAK i Centar za upravljanje prometom unose podatke o stanju na cestama i raskrižjima, npr. u slučaju da je neka prometnica zatvorena,

pločnik blokiran za pješake, semafor na raskrižju izvan funkcije i slično. Javni prometni terminali ažuriraju red vožnje i informacije o ukidanju ili kašnjenju prijevoznih sredstava, a javne i privatne ustanove daju informacije poput radnog vremena, gdje se unutar objekta nešto nalazi što je korisniku važno i općenito samo snalaženje unutar objekta.

5.3. Funkcionalnosti sustava

Prijedlog IK usluge bazirane na novim IK tehnologijama uključuje korisnike koji svojim korištenjem aplikativnih modula za dobivanje informacija utječu na dizajniranje usluge. S druge strane, utjecajno-interesnu skupinu predstavljaju sudionici koji korisnicima pomažu prilikom određenih situacija u kojima se mogu svakodnevno susresti.



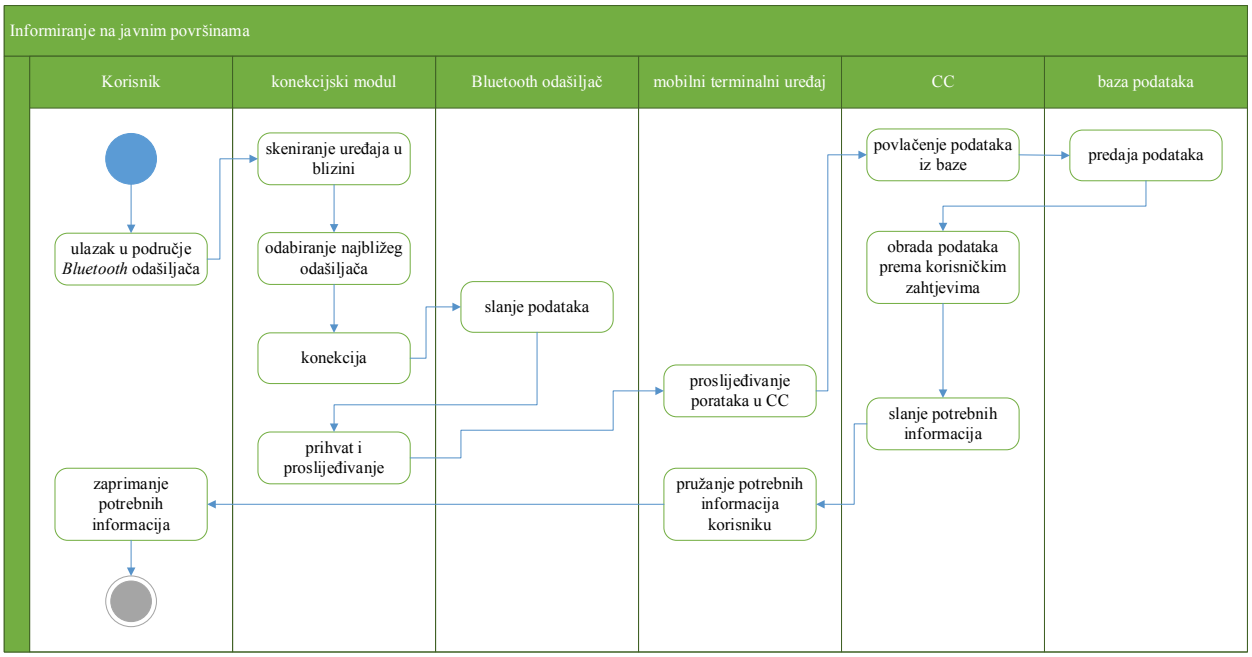
Slika 7. Dijagram slučaja uporabe za odnos funkcionalnosti i sudionika

Slika 7 prikazuje funkcionalnosti koje će korisnici moći koristiti. One su informiranje na javnim površinama, informiranje u prometu, informiranje u ustanovama i informiranje u javnim

prometnim terminalima koje koriste aplikacijske module kako bi korisniku davale potrebne informacije. Korisnik neovisno o svojem stupnju oštećenosti ima pristup svim funkcionalnostima. Kako bi aplikacijski moduli mogli dobivati potrebne informacije koje se prosljeđuju korisnicima, određene utjecajno-interesne skupine ih moraju ažurirati ovisno o vrsti i lokaciji za koju je ta informacija namijenjena. Udruge su jedine koje također imaju pristup svim funkcionalnostima kako bi mogli kontrolirati i ažurirati informacije koje se pružaju korisnicima, te dodati vlastite informacije koje bi mogle koristiti korisnicima usluge. Razmjena informacija između korisnika uključuje sve funkcionalnosti, jer korisnici moraju imati mogućnost dodavanja informacija i komentiranja pruženih informacija ovisno o vlastitom iskustvu.

5.3.1. Informiranje na javnim površinama

Korisnici kod kretanja javnim površinama žele znati gdje se nalaze i što je u njihovoj blizini. Kako bi se to postiglo, na javnim površinama u određenim razmacima bi se postavili BT odašiljači. Na slici 8 UML dijagramom aktivnosti prikazan je proces kojim korisnik dobiva željene informacije na javnim površinama.



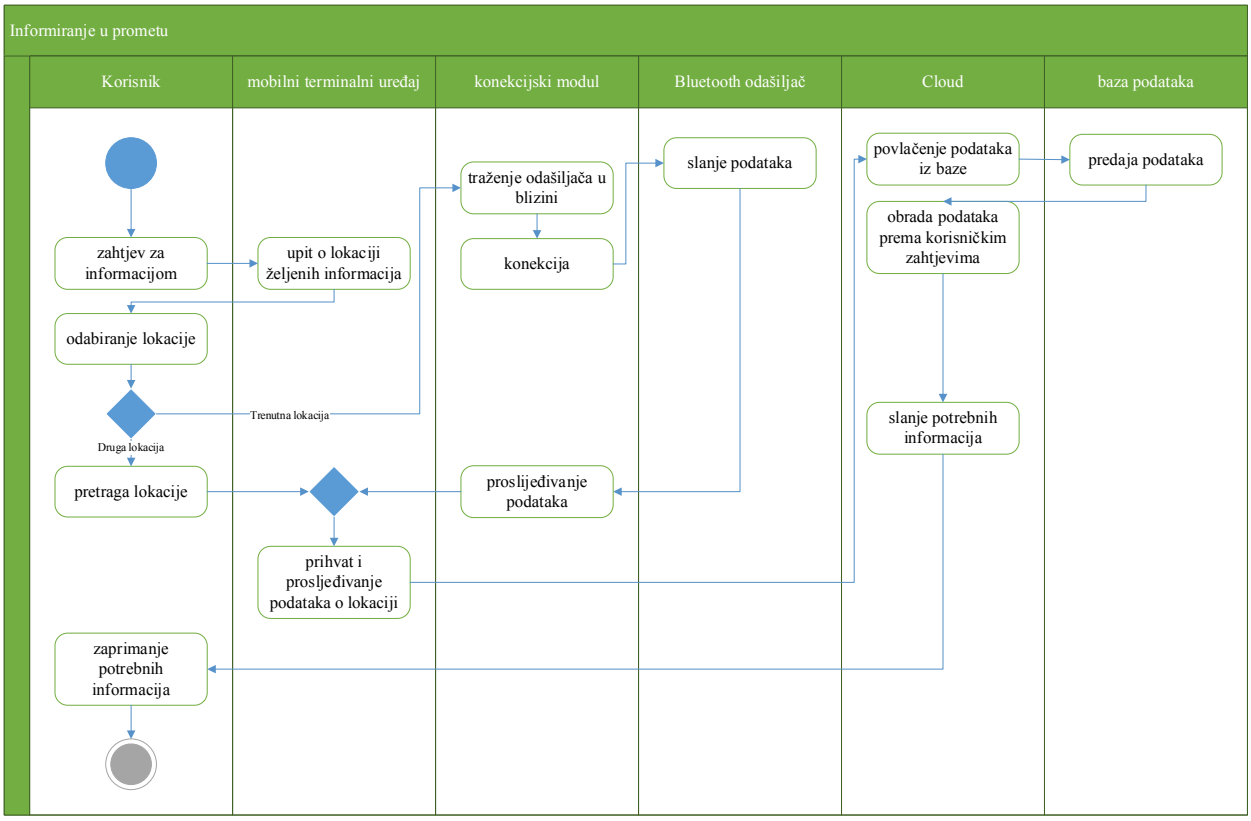
Slika 8. Informiranje na javnim površinama

Kretanjem javnom površinom korisnik ulazi u područje pokrivanja BT odašiljača. Korisnikova pametna narukvica na kojoj se nalaze moduli aktivno u određenim razmacima očitava nalazi li se u njegovoj blizini odašiljač. Kada konekcijski modul očita odašiljač ili više njih u svojoj blizini, odabire prema snazi signala najbliži odašiljač, te se na njega spaja. Odašiljač šalje svoje podatke koje komunikacijski modul prihvaća i prosljeđuje na MTU. MTU zatim prihvaća i prosljeđuje podatke u CC. Nakon toga CC prihvaćene podatke koristi kao ključ i prema njima povlači potrebne informacije iz baze podataka. CC zatim obrađuje podatke prema korisničkim zahtjevima te ih šalje mobilnom uređaju. Mobilni uređaj korisniku daje informacije zvučno ili grafički ovisno o odabiru korisnika.

5.3.2. Informiranje u prometu

Kada se korisnici kreću prometnom mrežom, žele biti informirani o stanju u prometu. To mogu biti informacije o gužvama na cesti, radovima, blokadi prometa, stanju semafora i slično. Korisnici te informacije mogu dobivati traženjem određene lokacije, ili ovisno o svojoj lokaciji sustav im daje informacije o širem području u kojemu se nalaze. Kako bi ove informacije bile točne, sudionici poput HAK-a, Centra za upravljanje prometom i udruge aktivno ažuriraju podatke prema trenutnom stanju.

Kako je prikazano UML dijagramom aktivnosti na slici 9, korisnik može napraviti zahtjev za informacijama u prometu. Aplikacija postavlja upit o lokaciji željenih informacija, je li to korisnikova trenutačna lokacija, ili će sam odabrati lokaciju za željene informacije. U slučaju da korisnika zanimaju informacije gdje se on trenutno nalazi, konekcijski modul na pametnoj narukvici pretražuje BT odašiljače u blizini. Nakon što nađe najbliži, spaja se na odašiljač i preuzima podatke s njega. U slučaju ako je lokacija željenih informacija neka druga, korisnik ima mogućnost pretrage lokacije.



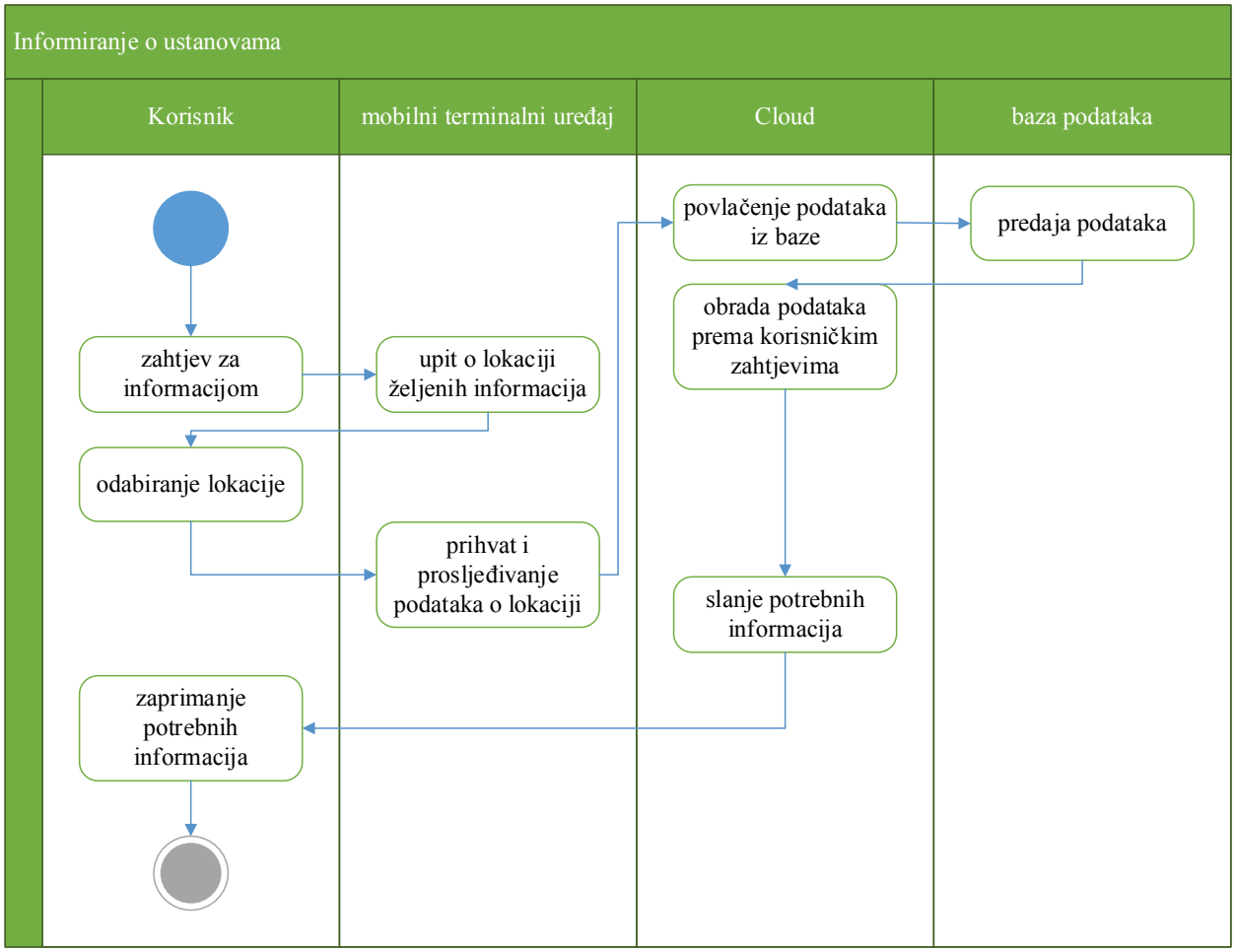
Slika 9. Pružanje informacija u prometu

Mobilna aplikacija ovisno o odabranoj lokaciji prosljeđuje podatke na CC, koji obrađuje zaprimljene podatke, te ih koristi za ključ za povlačenje potrebnih informacija iz baze podataka. CC zatim obrađuje podatke prema korisničkim zahtjevima te ih prosljeđuje mobilnoj aplikaciji, koja pruža korisniku željene informacije prema prethodno određenom obliku.

5.3.3. Informiranje u ustanovama

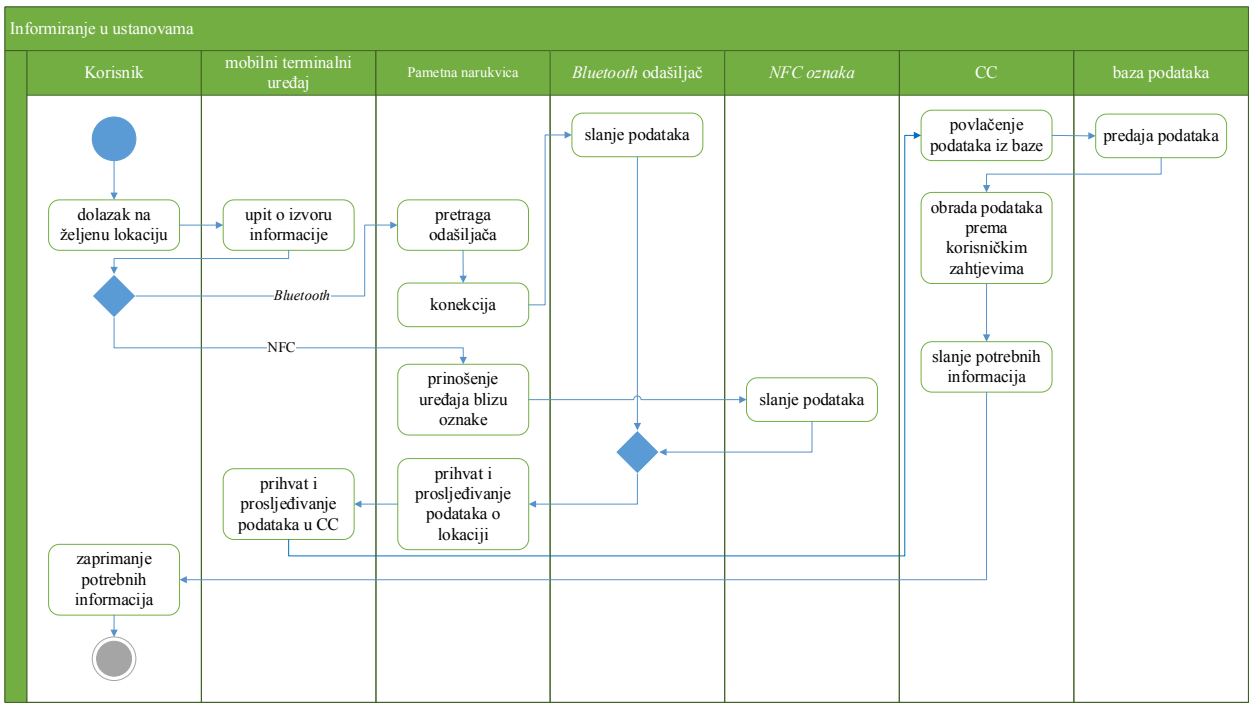
U javnim i privatnim ustanovama korisnici žele biti informirani o pristupačnosti samog objekta, je li prilagođen osobama s oštećenjima, da li se lako snalaziti unutar samog objekta i slično. Kako bi se korisnici informirali o tome, mogu u bilo kojem trenutku pretraživati javne i privatne ustanove koje su dodane u sustavu i dobiti željene informacije. Te informacije su stvarane od strane Interesno-utjecajnih skupina poput udruga i javnih ustanova. Sami korisnici koji su već bili u nekim od objekata mogu dodavati vlastite komentare u svrhu olakšavanja

kretanja drugim korisnicima. Dobivanje ovih informacija je prikazano UML dijagramom aktivnosti na slici 10.



Slika 10. Informiranje o ustanovama

Kada su korisnici već u ustanovi i žele informacije o uredima i katovima, pomoću BT odašiljača i NFC oznaka mogu dobiti te informacije. Odašiljači na svakom katu korisnicima daju informacije o uredima koji su na tim katovima i gdje se ti uredi nalaze na samom katu.

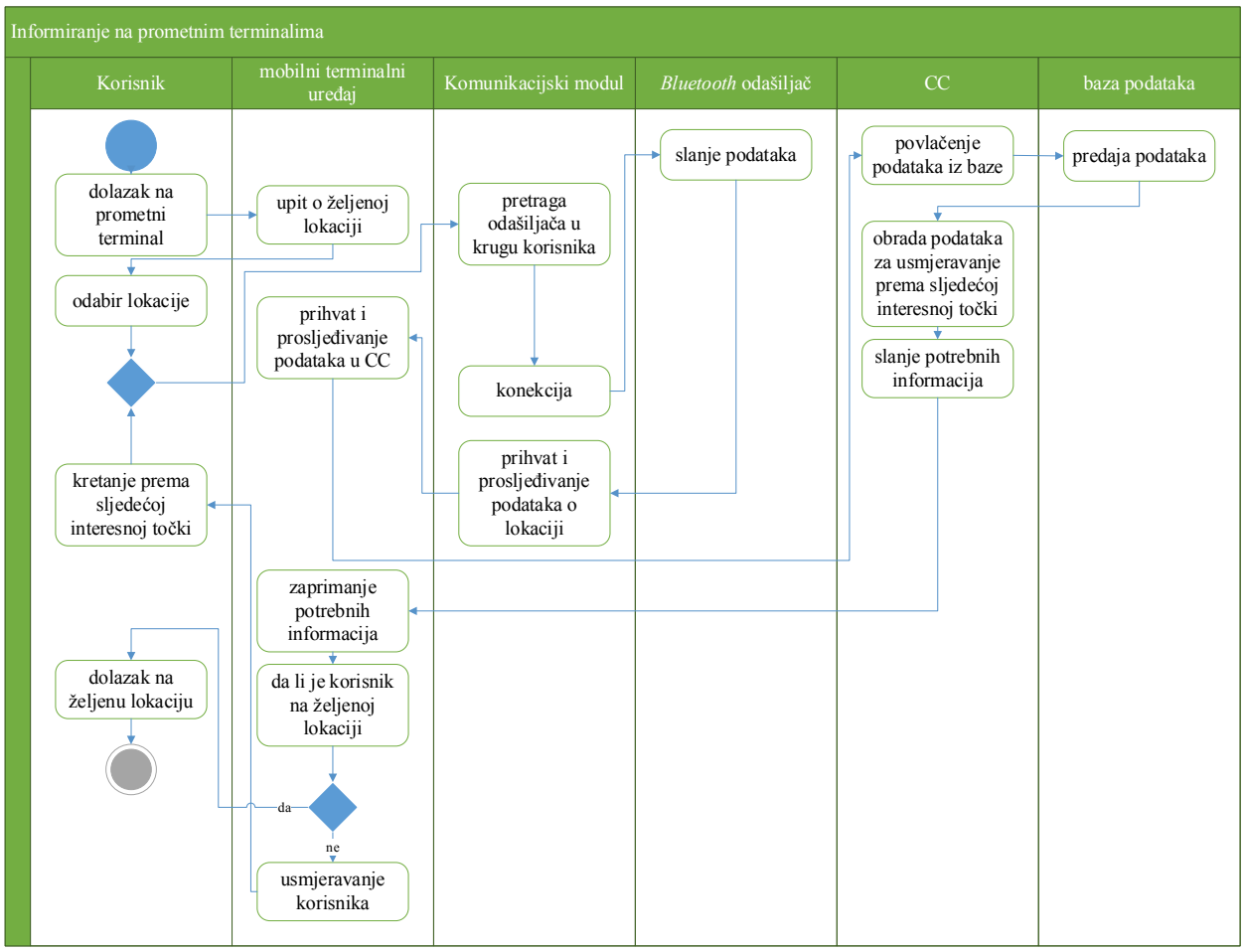


Slika 11. Informiranje unutar objekta

Kod svakog ureda je posebno naznačena NFC oznaka pomoću koje korisnik može dobiti informacije o samom uredu i nalazi se na određenom mjestu na okviru vrata kako bi ga i slijepe i slabovidne osobe mogle pronaći. Dobivanje informacija unutar same zgrade je prikazano UML dijagramom aktivnosti na slici 11.

5.3.4. Informiranje na javnim prometnim terminalima

Prilikom kretanja po javnim prometnim terminalima korisnici žele biti informirani o redu vožnje, lokaciji perona i pultova za informacije i kupovanje karata i slično. Pogotovo je važno logično usmjeravanje prema željenim peronima s kojih korisnicima kreće željeno prijevozno sredstvo. Iz tog razloga funkcionalnost informiranja na javnim prometnim terminalima koristi BT odašiljače kako bi se korisnicima pružile potrebne informacije. Ovaj je proces prikazan UML dijagramom aktivnosti na slici 12.



Slika 12. Informiranje na javnim prometnim terminalima

Korisnik prilikom dolaska na prometni terminal dobiva upit o željenoj lokaciji. Nakon što ju korisnik odabere, komunikacijski modul koji se nalazi na pametnoj narukvici pretražuje okolne BT odašiljače i spaja na najbliži BT odašiljač s kojeg povlači podatke. Prikupljene podatke komunikacijski modul zatim šalje na MTU koji ih prosljeđuje u CC.

CC nakon toga potrebne podatke povlači iz baze podataka i obrađuje ih kako bi korisnika mogao usmjeriti prema sljedećoj točki. Ti se podaci zatim šalju u MTU. Ako se korisnik nalazi na željenoj lokaciji MTU ga o tome obavještava. Ako se korisnik ne nalazi na željenoj lokaciji, MTU daje potrebne informacije kako bi se korisnik mogao kretati prema sljedećoj interesnoj točki.

Komunikacijski modul zatim nastavlja s pretraživanjem BT odašiljača u svojoj okolini sve dok korisnik ne stigne na željenu lokaciju. U slučaju da se željena lokacija nalazi na otvorenom,

korisnika se pomoću GPS modula za lokaciju korisnika može navoditi do željenog odredišta, uz odašiljače koji mogu koristiti za povećanje točnosti pozicioniranja.

Korisnik također u bilo kojem trenutku može dobiti informacije poput reda vožnje, mogućeg kašnjenja, ili bilo kojeg problema koji bi mogao uzrokovati promjene u redu vožnje. Takve informacije korisnik može odrediti da mu se automatski prosljeđuju, kako bi mogao biti pravovremeno obaviješten o promjenama. Ovo se načelo može primijeniti na svim prometnim terminalima poput kolodvora i aerodroma, kako bi se korisnici usmjeravali prema željenim terminalima.

6. Zaključak

Razvojem IK tehnologija informiranje korisnika postalo je uvelike olakšano. Neovisno o oštećenjima korisnika moguće je dizajnirati sustav, koji bi svim korisnicima bio jednako koristan. Informiranje korisnika koji se kreće dijelom prometne mreže olakšano je korištenjem aplikativnih modula, koji prikupljaju relevantne informacije iz okoline korisnika i na jednostavan i brz način ih predaju korisniku.

Prateći načela univerzalnog dizajna kod dizajniranja aplikativnih modula, mogu se definirati relevantni parametri koji su važni krajnjim korisnicima neovisno o stupnju oštećenja koje korisnik može imati. Time se dobiva sustav koji postiže jednaku participaciju osoba s oštećenjem u društvu, te povećanje ili održavanje mogućnosti izvođenja aktivnosti u svakodnevnom životu. Osobama s oštećenjem vida se ovim sustavom omogućava sigurnije kretanje dijelom prometne mreže, trenutačno dobivanje informacija koje im prije nisu bile lako dostupne, te olakšavanje kretanja velikim otvorenim prostorima poput trgova.

Sustav je razvijen prema istraživanjima provedenim na potencijalnim korisnicima, koji su sami definirali potrebne funkcionalnosti koje aplikativni moduli obavljaju. Sustav mora biti izrađen koristeći koncept Internet stvari, kako bi pristup informacijama bio pravovremeni. Koristeći princip modularnosti, sam korisnik ovisno o svojem stupnju oštećenja može definirati koje funkcionalnosti su njemu potrebne, te si time apsolutno prilagoditi sustav prema vlastitim željama i potrebama.

Konstantnim razvojem IK tehnologija dolazi do promjene tehnologija informiranja korisnika. Korištenjem koncepta Interneta stvari i CC, koje su trenutačno najbrže rastuće IK tehnologije, garantiran je daljnji razvoj i osigurana je dugovječnost sustava, a time se zadovoljavaju potrebe i mogućnosti korisnika s ciljem povećavanja kvalitete života.

Literatura

[1] Olaf Czogalla, Sebastian Naumann: Pedestrian Guidance for Public Transport Users in Indoor Stations using Smartphones, IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems, Španjolska, 2015.

[2] Stefano Basso, Guglielmo Frigo and Giada Giorgi: A Smartphone-Based Indoor Localization System for Visually Impaired People, Department of Information Engineering, University of Padova, Italija, 2015.

[3] Edoardo D'Atri, Carlo Maria Medaglia, Alexandru Serbanati, Ugo Biader Ceipidor, Emanuele Panizzi: A system to aid blind people in the mobility: A usability test and its results (2007), Second International Conference on Systems (ICONS'07), Francuska, 2007.

[4] URL: http://www.nearfieldcommunication.org/about-nfc.html (pristupljeno: rujan 2016.)

[5] URL: http://spvp.zesoi.fer.hr/predavanja%202008/WE_skripta.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)

[6] URL: http://spvp.zesoi.fer.hr/predavanja%202008/BT-skripta.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)

[7] URL: https://store.kontakt.io/our-products/28-tough-beacon.html (pristupljeno: rujan 2016.)

[8] URL: http://www.ibeacon.com/what-is-ibeacon-a-guide-to-beacons/ (pristupljeno: rujan 2016.)

[9] URL: http://docbook.rasip.fer.hr/ddb/res/45/Ch2.html (pristupljeno: rujan 2016.)

[10] URL: https://dr.nsk.hr/islandora/object/efzg%3A948/datastream/PDF/view (pristupljeno: rujan 2016.)

[11] URL: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/KDI_Antonic_Aleksandar.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)

[12] Periša, M., Jovović, I., Peraković, D.: Recommendations for the Development of Information and Communication Services for Increasing Mobility of Visually Impaired Persons, Universal Learning Design, Vol. 4, Masaryk University, Brno, 2014.

[13] Mann, W. C.: *Smart Technology for Aging, Disability, and Independence*, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 2005.

[14] URL: https://www.w3.org/TR/WCAG10 (pristupljeno: rujan 2016.)

[15] Peraković, D.: *Ekosustav okruženja Interneta stvari*, Fakultet prometnih znanosti, nastavni materijali, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.

[16] URL: http://tem-journal.com/documents/vol3no1/TemJournalFebruary2014_29_35.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)

[17] Bijelica et al: Prijedlog informacijsko-komunikacijskog sustava za pružanje usluge informiranja korisnika u prometnom okruženju – SA*for*A, rad za rektorovu nagradu, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2016., dostupno na:

http://www.unizg.hr/rektorova/upload/Prijedlog%20informacijsko-komunikacijskog%20sustava%20za%20pru%C5%BEanje%20usluge%20informiranja%20korisnika%20u%20prometnom%20okru%C5%BEenju%20%E2%80%93%20SAforA.docx
(pristupljeno: rujan 2016.)

Popis kratica

GPS (engl. *Global Positioning System*) - globalni sustav za pozicioniranje

RFID (engl. *Radio-frequency identification*) - identifikacija putem radio frekvencije

AIDC (engl. *Automatic Identification and Data Capture*)

NFC (engl. *Near Field Communication*) - komunikacija kratkog dometa

OS - operacijski sustav

IoT (engl. *Internet of Things*) - Internet stvari

WLAN (engl. *Wireless Local Area Network*) - lokalna bežična mreža

AAL (engl. *Ambient Assisted Living*)

BLE (engl. *Bluetooth Low Energy*)

IEEE (engl. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*) - institut inženjera elektrotehnike i elektronike

ISM (engl. *Industrial-Scientific-Medicine*) - nelicencirani frekvencijski pojas

FHSS (engl. *Frequency-hopping spread spectrum*) - modulacija s frekvencijskim skokovima proširenog spektra

ISO (engl. *International Organization for Standardization*) - međunarodna organizacija za standardizaciju

IP - Internet protokol

CC (engl. *Cloud computing*) - računarstvo u oblaku

ITU-T (engl. *Telecommunication Standardization Sector of the International Telecommunications Union*) – Sektor za standardizaciju ITU-a

HAK - Hrvatski autoklub

Popis slika

Slika 1. Kontakt.io Tough Beacon [7] 17
Slika 2. Podatci na iBeacon-u 17
Slika 3. GPS sustav [9] 19
Slika 4. Arhitektura koncepta Interneta stvari [11] 22
Slika 5. Sekvencijalni dijagram spajanja na odašiljač 31
Slika 6. Arhitektura predloženog sustava temeljena na CC konceptu 34
Slika 7. Dijagram slučaja uporabe za odnos funkcionalnosti i sudionika 36
Slika 8. Informiranje na javnim površinama 37
Slika 9. Pružanje informacija u prometu 39
Slika 10. Informiranje o ustanovama 40
Slika 11. Informiranje unutar objekta 41
Slika 12. Informiranje na javnim prometnim terminalima 42

Popis grafikona

Grafikon 1. Dobna skupina korisnika [17] 5
Grafikon 2. Vrsta pomoći potrebna korisnicima [17] 6
Grafikon 3. Vrsta oštećenja kod korisnika [17] 6
Grafikon 4. Postotak korištenja mobilnog terminalnog uređaja [17] 7
Grafikon 5. Vrsta korištenog mobilnog terminalnog uređaja [17] 7
Grafikon 6. Postotak korisnika željnih koristiti uslugu koja bi im pomogla u svakodnevnom životu [17] 8
Grafikon 7. Oblik informiranja korisnika [17] 8
Grafikon 8. Dobna skupina ispitanika [17] 9
Grafikon 9. Vrsta oštećenja kod korisnika [17] 10
Grafikon 10. Zadovoljstvo korisnika trenutnim načinom informiranja u prometu [17] 10
Grafikon 11. Svrha korištenja mobilnog terminalnog uređaja [17] 11
Grafikon 12. Pogodni načini primanja informacija [17] 11
Grafikon 13. Važnost informacija za korisnike sustava [17] 12
Grafikon 14. Procjena važnosti informacija za informiranje korisnika u prometu [17] 13
Grafikon 15. Interes korisnika za međusobnim dijeljenjem informacija [17] 14