Povezivanje usluga temeljenih na lokaciji korisnika i IoT-a za nadzor stanja korisnika u stvarnom vremenu

Grganić, Damir

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:119:274928

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Damir Grganić

POVEZIVANJE USLUGA TEMELJENIH NA LOKACIJI KORISNIKA I IOT-A ZA NADZOR STANJA KORISNIKA U STVARNOM VREMENU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 24. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za inteligentne transportne sustave**
Predmet: **Lokacijski i navigacijski sustavi**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 4377

Pristupnik: **Damir Grganić (0135227153)**
Studij: Promet
Smjer: Informacijsko-komunikacijski promet

Zadatak: **Povezivanje usluga temeljenih na lokaciji korisnika i IoT-a za nadzor stanja korisnika u stvarnom vremenu**

Opis zadatka:

Navesti usluge temeljene na lokaciji korisnika i tehnološke zahtjeve koje je potrebno ispuniti za njihovo ostvarenje. Definirati koncept Internet of Things (IoT) i prateće tehnologije. Opisati sustav prikupljanja informacija o zdravstvenom stanju korisnika primjenom senzorskih sustava koji komuniciraju s pametnim mobilnim telefonom. Načiniti simulaciju sustava za prikupljanje i obradu podataka o trenutnom stanju korisnika te donošenje odluke o mogućim koracima koje korisnik treba poduzeti, kao i o potencijalnom obavještavanju liječnika hitne službe ako se radi o kritičnom stanju. Predložiti rješenje sustava koji omogućava povećanje kvalitete života korisnika kroz povećanu sigurnost u kritičnim zdravstvenim situacijama.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

doc. dr. sc. Mario Muštra

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

POVEZIVANJE USLUGA TEMELJENIH NA LOKACIJI KORISNIKA I IOT-A ZA NADZOR STANJA KORISNIKA U STVARNOM VREMENU

CONNECTING CUSTOMER-BASED SERVICES AND IOT TO REAL-TIME USER MONITORING

Mentor: doc. dr. sc. Mario Muštra

Student: Damir Grganić, 0135227153

Zagreb, rujan 2017.

SAŽETAK

U ovome radu je dan prijedlog sustava koji bi se temeljio na uslugama temeljenih na lokaciji korisnika i koncepta Interneta stvari, čija je glavna ideja poboljšanje kvalitete korisnikovog života. Kako se prijedlog sustava zasniva na uslugama temeljenih na lokaciji i konceptu Interneta stvari, navedene tehnologije su detaljno objašnjene i analizirane. Objašnjen je i način prikupljanja informacija o korisniku, odnosno tehnologije koje bi se koristile u predloženom sustavu. U svrhu rada je napravljena i simulacija sustava koja prikazuje proces prikupljanja i obrade podataka, a za izradu navedene simulacije se koristio programski jezik Matlab. Osim toga, navedena je i arhitektura sustava, kao i prednosti koje sustav donosi.

KLJUČNE RIJEČI: Usluge temeljene na lokaciji; Internet stvari; simulacija; sustav

SUMMARY

This labor presents a system proposal that would be based on Location-Based Services and the concept of the Internet of Things, where the main idea is to improve the quality of the user's life. As the system proposal is based on Location-Based Services and the concept of the Internet of Things, these technologies are explained and analyzed in detail. It is also explains how to collect user information, that is the technology that would be used in the proposed system. For the purpose of the work, a simulation of a system that represents the process of data collection and processing has been made, and the programming language Matlab was used to create the simulation. In addition, the system architecture is mentioned as well as the benefits of the system

KEYWORDS: Location-Based Services; Internet of Things; simulation; system

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Usluge temeljene na lokaciji korisnika 3
2.1 LBS arhitektura 4
2.2 Podjela LBS-a 7
2.3 Tehnologije pozicioniranja 8
2.3.1 Satelitsko pozicioniranje 8
2.3.2 Pozicioniranje pomoću mobilnih mreža 10
2.3.3 Hibridno pozicioniranje 11
2.4 LBS aplikacije 11
2.4.1 Marketing 12
2.4.2 Navigacija 12
2.4.3 Hitne službe 13
2.4.4 Informacijske usluge 13
2.4.5 Praćenje 13
2.4.6 Naplata 14
3. Koncept *Internet of Things* i prateća tehnologija 15
3.1 Definicije IoT-a 16
3.2 Arhitektura IoT-a 18
3.3 IoT aplikacije 20
3.3.1 *Connected Industry* 21
3.3.2 *Smart City* 22
3.3.3 *Smart Energy* 23
3.3.4 *Connected Health* 23
3.4 Izazovi IoT-a 24
4. Prikupljanje informacija o korisnikovom zdravlju 26
4.1 *Radio Frequency Identification* 27
4.1.1 RFID tag 27
4.1.2 RFID čitač 28
4.1.3 Princip rada 29

4.2 *Near Field Communication* 30
4.2.1 Princip rada 30
4.2.2 Aktivna komunikacija 31
4.2.3 Pasivna komunikacija 31
4.3 *Bluetooth* 31
4.3.1 *Bluetooth Low Energy* 32
4.3.2 *Beacon* tehnologija 33
4.4 *Wireless Sensor Network* 33
5. Simulacija sustava prikupljanja i obrade podataka 35
5.1 DataCreator 35
5.2 HealthCenter 36
6. Prijedlog rješenja sustava za poboljšanje kvalitete života korisnika 42
6.1 Arhitektura sustava 42
6.1.1 Baza podataka 43
6.1.2 Poslužitelj 44
6.2 Prednosti predloženog sustava 44
7. Zaključak 47
Literatura 48
Popis slika 50

1. Uvod

U današnje vrijeme, sa sve većim tehnološkim razvitkom, nastaju tehnologije i sustavi koji na razne načine unaprjeđuju kvalitetu života svojih korisnika. Primjeri takvih tehnologija su i usluge temeljene na lokaciji korisnika (LBS) i koncept Interneta stvari (IoT). Za LBS se može reći da su to informacijske usluge koje su korisnicima dostupne na mobilnim terminalnim uređajima koji imaju pristup raznim komunikacijskim mrežama i imaju mogućnosti određivanja lokacije uređaja. Ove usluge se najčešće koriste kako bi korisnici dobili informacije o određenim lokacijama i rutama, ali i traženje raznih sadržaja koje zanimaju korisnike. Osim toga, LBS koristi lokaciju mobilnog uređaja, odnosno korisnika, s ostalim informacijama kako bi se dobila dodana vrijednost za korisnika.

Za Internet stvari se može reći da je to globalna mreža koja se sastoji od niza drugih mreža i koja prvenstveno služi za razmjenu raznih informacija i usluga. Osim toga, IoT je skup uređaja koji su dizajnirani za upravljanje i pružanje informacija bežičnom mrežom putem Interneta i koji omogućuje razne napredne usluge. Ovaj koncept ima velike mogućnosti i broj mogućih primjena ove tehnologije je toliko velik da će IoT zamijeniti ljude kao najveći korisnik i proizvođač informacija na Internetu. Mogućnosti koje Internet stvari donosi su još uvijek neistražene i može se samo nagađati koji su krajnji dometi ovoga koncepta.

Naslov diplomskog rada je: Povezivanje usluga temeljenih na lokaciji korisnika i IoT-a za nadzor stanja korisnika u stvarnom vremenu i sastoji se od 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Usluge temeljene na lokaciji korisnika
3. Koncept *Internet of Things* i prateća tehnologija
4. Prikupljanje informacija o korisnikovom zdravlju
5. Simulacija sustava prikupljanja i obrade podataka
6. Prijedlog rješenja sustava za poboljšanje kvalitete života korisnika
7. Zaključak

U drugom poglavlju ovoga rada, opisat će se glavne karakteristike LBS usluga. Osim toga, objasnit će se arhitektura i glavne komponente koji su potrebni za uspješno funkcioniranje usluga, navesti različite tehnike pozicioniranja i aplikacije koje se najčešće koriste od strane korisnika.

Koncept Interneta stvari će biti opisan u trećem poglavlju ovoga rada. Iz razloga što je ovaj koncept još uvijek nepoznat velikoj većini korisnika, pokušat će se dati definicije i pobliže objasniti što on predstavlja. Nakon toga će biti opisana njegova arhitektura i navesti

glavne aplikacije koje se koriste u konceptu Interneta stvari. Kako je još uvijek velika nepoznanica, opisat će se i glavni izazovi koji ga očekuju i s kojima će se susresti.

Kako je u ovome radu riječ o sustavu koji će prikupljati i obrađivati informacije, iz toga razloga će se u četvrtom poglavlju navesti načini i tehnologije pomoću kojih je moguće prikupiti informacije o korisniku. Osim toga, opisat će se i način rada svakoga od njih i navesti njihove glavne karakteristike i ograničenja.

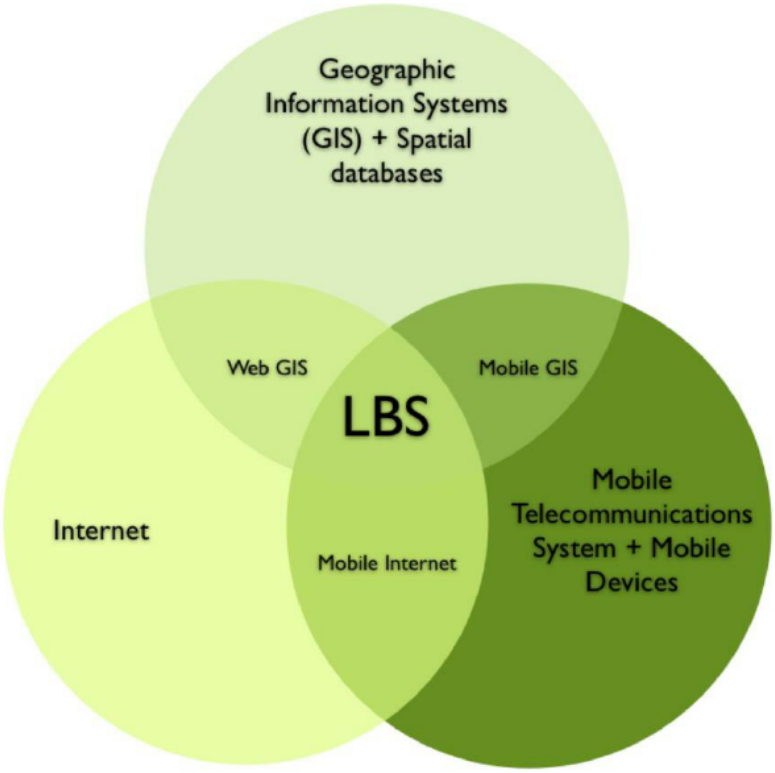
U petom poglavlju ovoga rada bit će prikazana simulacija prikupljanja i obrade podataka. Sama simulacija je podijeljena u dva dijela, a prikaz simulacije će biti potkrijepljen slikama. Osim toga, objasnit će se i opisati funkcionalnosti i mogućnosti koje navedena simulacija posjeduje.

Nakon toga, u šestom poglavlju će se predložiti sustav koji koristi karakteristike LBS-a i IoT-a i kojemu je glavna zadaća poboljšanje kvalitete života korisnika. Objasnit će se arhitektura sustava i objasniti mogućnosti istoga. Osim toga, navesti će se i prednosti koje predloženi sustav donosi i za koje korisnike bi isti bio namijenjen.

2. Usluge temeljene na lokaciji korisnika

Porastom broja pametnih telefona, odnosno svih oblika mobilnih terminalnih uređaja koji imaju mogućnosti korištenja navigacije, mobilnih podataka ili bežične mreže, porasla je i potreba za uslugama koje se temelje na lokacijama korisnika. U početku se LBS koristio u vojne svrhe i koristio je sustav GPS (*Global Positioning System*), odnosno satelitsku infrastrukturu koja služi za lociranje ljudi i objekata. Nakon toga je američka vlada učinila GPS dostupnim i drugim djelatnostima te je krenula ekspanzija ove usluge kada se pojavio interes za podatkovnim uslugama na tržištu.

LBS je nastao kao produkt tri tehnologije, odnosno Interneta, GIS-a (*Geographical Information System*) te mobilnih uređaja i mreže koja je potrebna za ostvarivanje komunikacije između istih, što je prikazano slikom 1. Na slici je vidljivo kako LBS koristi mogućnosti i sposobnosti sve tri tehnologije u svrhu obavljanja zadaće za koju je namijenjen. Osim toga, ove tri tehnologije se i međusobno isprepliću te samim time stvaraju dodatne nadtehnologije koje su također potrebne za obavljanje svih zadataka koje LBS zahtjeva.



Slika 1. LBS kao presjek triju tehnologija, [1]

Prema tome, usluge temeljene na lokaciji korisnika, mogu se definirati kao informacijske usluge koje su dostupne na mobilnim terminalnim uređajima koji imaju pristup mobilnim komunikacijskim mrežama te imaju mogućnost lociranja mobilnog uređaja. Osim toga, LBS integrira lokaciju mobilnog uređaja s ostalim informacijama kako bi se dobila dodatna vrijednost za korisnika. Ključna komponenta svake LBS usluge je utvrđivanje geografskog položaja mobilnog uređaja, pa samim time i korisnika, odnosno njegovo lociranje, [2].

2.1 LBS arhitektura

Arhitektura Usluga temeljenih na lokaciji se sastoji od nekoliko glavnih dijelova, a to su:

- Mobilni sustav za pozicioniranje
- Bežična mreža
- LBS aplikacija
- LBS *middleware*
- Aplikacijski server.

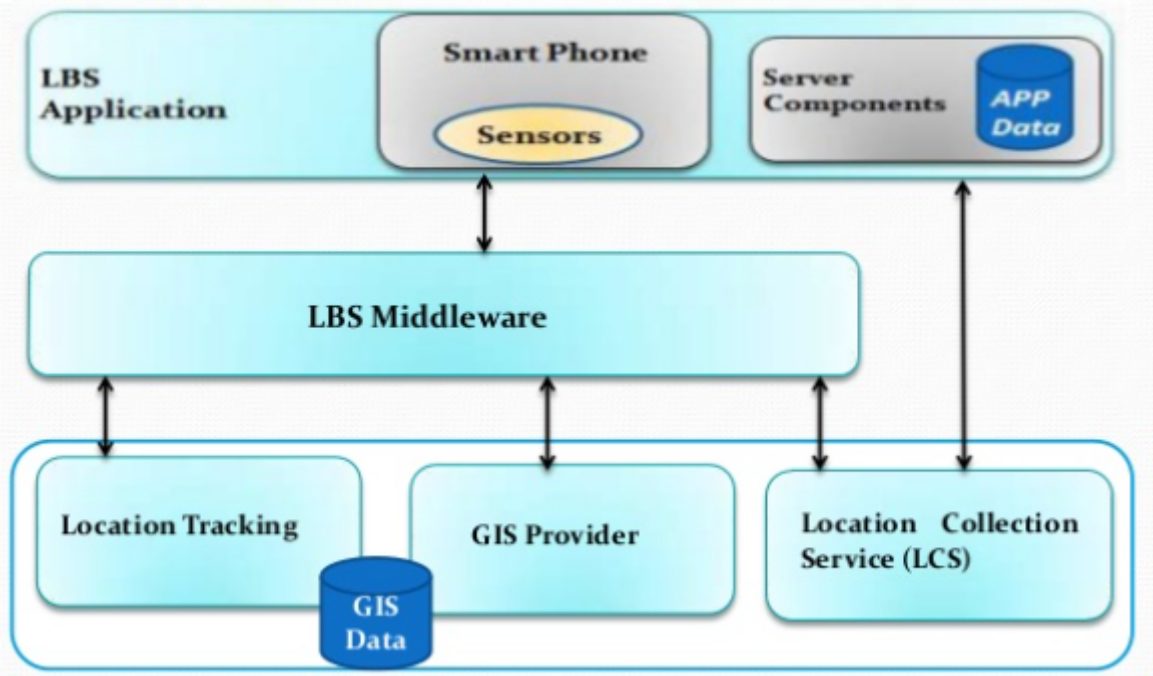
Mobilni sustav za pozicioniranje se koristi kako bi se odredio položaj mobilnog uređaja korisnika. Korisnik može sam unijeti svoje koordinate ili se položaj može dobiti pomoću tehnika pozicioniranja koje će kasnije biti objašnjene.

Glavna zadaća bežičnih mreža je povezivanje sa sustavom za pozicioniranje i LBS aplikacijom. Osim toga, bežične mreže pružaju usluge od davatelja usluga pa sve do korisnika.

LBS aplikacija je sučelje pomoću kojega korisnik pristupa LBS uslugama, a sastoji se od aplikacijskog servera i prostorne baze podataka, odnosno GIS-a. GIS je računalni sustav koji se koristi za spremanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje geografskih informacija, odnosno to je sustav koji se koristi za upravljanje prostornim podacima kao i osobinama koje su pridružene njima. Zbog svojih karakteristika najčešće se koristi za kartografiju, planiranje puta, znanstvena istraživanja, upravljanje resursima i slično, [3].

LBS *middleware* odnosno povezni sloj, spaja Internet i bežične tehnologije s različitim komunikacijskim protokolima, te olakšava implementaciju LBS aplikacija u heterogenim mrežnim okruženjima.

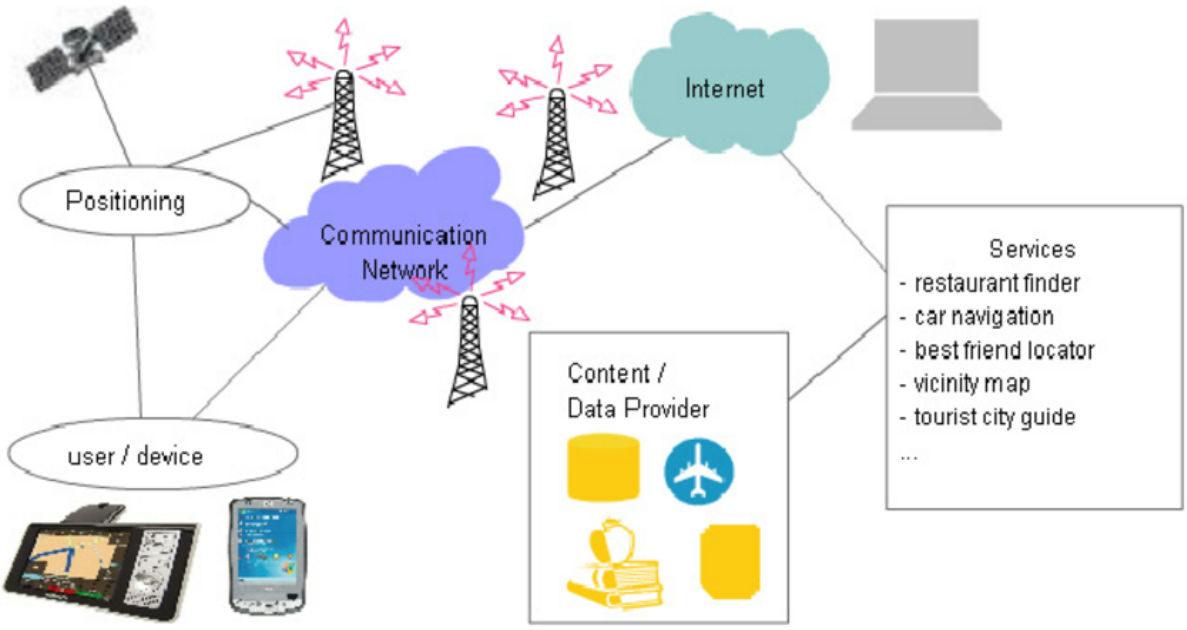
Aplikacijski server predstavlja „mozak“ LBS arhitekture zato što je on zadužen za obradu korisničkih funkcija sučelja te obavlja zadaću komuniciranja s prostornom bazom podataka, [4]. Navedene komponente LBS arhitekture su prikazane slikom 2.



Slika 2. LBS arhitektura, [5]

Osim navedenih glavnih dijelova LBS arhitekture, usluge temeljene na lokaciji se sastoje i od još nekoliko komponenti koje su bitne za rad ovoga sustava, a iste su vidljive na slici 3. Na slici je vidljivo na koji način su pojedine komponente povezane te koji uređaji i komponente sudjeluju u pojedinom dijelu ostvarenja LBS usluge. Također je vidljivo da je u središtu komunikacijska mreža, kao i Internet koji su jedni od najbitnijih dijelova i komponenti LBS-a jer omogućavaju komunikaciju i razmjenu informacija koje i jesu najbitnije kada je riječ o ovoj usluzi.

Osim toga, važnu ulogu i zauzimaju i Davatelji podataka i sadržaja jer su oni zaduženi za prikupljanje i pohranu velike količine informacija koje su bitne za pravovremenu i valjanu kvalitetu usluge koje korisnici zahtijevaju od ovih usluga. Sukladno svemu navedenome, LBS usluge koriste velike količine informacija u svakome trenutku te iz toga razloga su za ovu uslugu bitne komponente koje to sve omogućavaju.



Slika 3. LBS komponente, [6]

Navigacijski sustav je sustav koji omogućava geografsko pozicioniranje mobilnog uređaja korisnika. Pozicioniranje je moguće ostvariti na otvorenom ili zatvorenom području uz pomoć satelitskih sustava, bežične lokalne mreže (WLAN-*Wireless Local Area Network*), RFID-a (*Radio Frequency Identification*), Bluetooth-a i identifikacijskog broja bazne stanice (Cell-ID).

Krajnji korisnik je svaka osoba koja koristi mobilni uređaj kako bi putem komunikacijske mreže dobio informacije koje su mu potrebne. Mobilni uređaj je svaki uređaj koji ima mogućnosti korištenja LBS-a, kao što su pametni telefoni, prijenosna računala, osobni navigacijski uređaji, tableti, itd.

Komunikacijska mreža je mreža pomoću koje se šalju podaci između korisnika i davatelja usluga. U današnje vrijeme je to najčešće bežični Internet, odnosno 3G i 4G mreže.

Davatelji usluga i aplikacija pružaju različite usluge i aplikacije krajnjem korisniku te obrađuju korisničke zahtjeve za uslugom. Primjer pružanja takve usluge je pružanje podataka o lokaciji korisnika ili odabir najbolje rute za putovanje.

Davatelj podataka i sadržaja su obično odgovorni za prikupljanje i pohranu podataka, odnosno informacija o lokacijama. Razlog tomu je što davatelji usluga obično ne pohranjuju informacije koje se mogu zatražiti od strane korisnika. Zbog toga će informacije o lokacijama i prostorne baze podataka biti zatražene od kompanija koje su zadužene za njihovo održavanje ili od industrijskih i poslovnih partnera, [7].

2.2 Podjela LBS-a

Usluge temeljene na lokaciji pomažu korisnicima kako bi dobili informacije o određenim rutama, objektima i sl. Jedna od najčešćih uporaba ovih usluga je traženje objekata, odnosno restorana, kafića, benzinskih crpki, kazališta, muzeja, kulturnih znamenitosti, ali i raznih drugih objekata koji nude razne sadržaje koje zanimaju korisnike. To je prepoznato i od strane pružatelja tih usluga, koji koriste LBS kao jednu od vrsta reklamiranja i marketinga kako bi unaprijedili svoje poslovanje, ali i približili svoj sadržaj korisnicima. Takve usluge šalju informacije korisniku bez da ih je on zatražio i tako se reklamiraju. Prema svemu ovome navedenome, pristup LBS uslugama se može podijeliti na:

- Nametnute (*Push*) usluge
- Zatražene (*Pull*) usluge.

Nametnute usluge su usluge koje šalju informaciju korisniku bez da je on zatražio istu. Takve usluge se mogu aktivirati korisnicima koji ulaze u određeno područje gdje dobivaju jedan od oblika marketinških poruka i upravo se iz toga razloga najčešće koriste za marketing kako bi korisnici u pravo vrijeme dobili informaciju o nekoj lokaciji i sadržaju koju ta lokacija pruža.

Zatražene usluge su usluge koje pokreće korisnik u svrhu pronalaska određene lokaciju prilikom ulaska u neko područje. Jedan od najčešćih primjera takve usluge je pronalazak restorana ili neke kulturne znamenitosti. Velika prednost ovih usluga je ta što korisnik ima i mogućnosti odabira i raznih kriterija pretraživanja kao što je kvaliteta usluge ili proizvoda, cijene, ocjene korisnika i sl.

Osim navedene podjele pristupa, LBS usluge se dijele i na:

- Osobi orijentirane usluge
- Uređaju orijentirane usluge.

Usluge koje su orijentirane osobi koriste se za određivanje položaja osobe ili da se iskoristi položaj te osobe kako bi se poboljšala neka usluga. U slučaju ovih usluga, locirana osoba najčešće ima kontrolu nad tom uslugom jer pomoću nje on pretražuje određene informacije koje su njemu potrebne u određenom trenutku. Jedan od najboljih primjera ovih usluga su tražilice prijatelja na društvenim mrežama.

Usluge koje su orijentirane uređaju mogu, ali i ne moraju biti koncentrirane na položaj korisnika, te kod ovakve usluge, osoba ili objekt koji je lociran obično nema kontrolu nad uslugom. Također, kod ovih usluga se umjesto jedne osobe može locirati objekt ili grupa ljudi. Najbolji primjer ovih usluga su aplikacije koje se koriste u slučaju krađe automobila ili mobilnih uređaja korisnika, [1].

2.3 Tehnologije pozicioniranja

Da bi LBS usluge radile, potrebno je u svakom, ili određenom trenutku znati lokaciju korisnika, odnosno njegovog mobilnog uređaja pomoću kojega koristi usluge. Sam položaj korisnika, može unijeti ručno ili se položaj može dobiti putem tehnologija pozicioniranja koje pronalaze lokaciju korisnika. Glavne tehnologije pozicioniranja, prema [8], koje se koriste kod LBS usluga su:

- Satelitsko pozicioniranje
- Pozicioniranje pomoću mobilnih mreža
- Hibridno pozicioniranje.

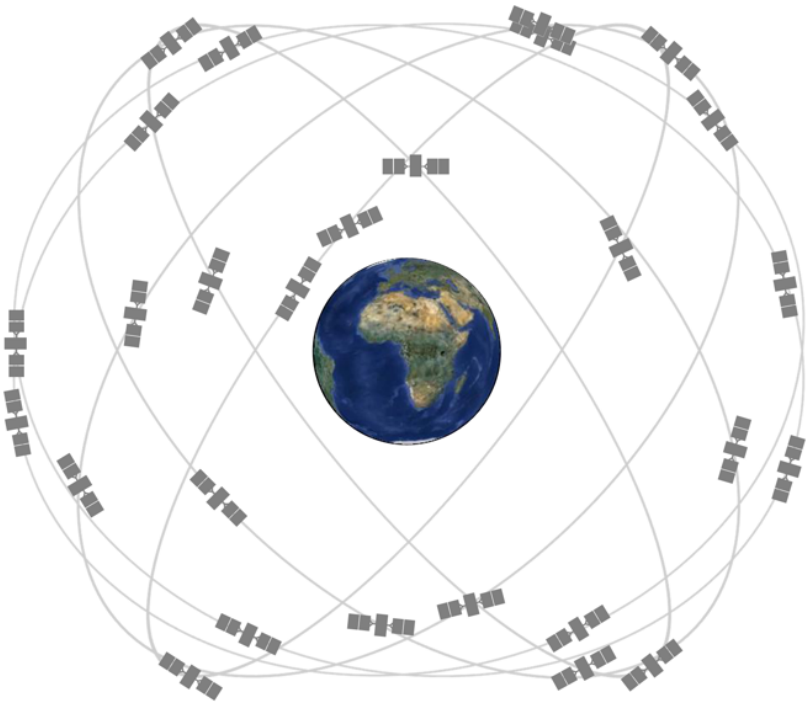
2.3.1 Satelitsko pozicioniranje

U današnje vrijeme za pozicioniranje i određivanje lokacija se najčešće koriste satelitski sustavi, zato što mogu odrediti lokaciju korisnika na bilo kojem dijelu Zemaljske kugle, ali i drugih niza prednosti kao što je jednostavnost, dostupnost, točnost i sl. Globalni navigacijski satelitski sustavi (GNSS-*Global Navigation Satellite Systems*) je termin koji se koristi za satelitske navigacijske sustave koji omogućavaju geoprostorno pozicioniranje s globalnom pokrivenošću. Trenutno postoje četiri navigacijska sustava koje GNSS obuhvaća, a to su GPS (*Global Positioning System*), GLONASS (*Globalnaja Navigacionaja Sputnjikova Sistema*), Galileo i BeiDou.

Sustav GPS je u početku razvijen u vojne svrhe od strane Ministarstva obrane SAD-a, da bi se nakon nekoga vremena krenuo koristiti i u civilne svrhe zbog niza prednosti koje je donosio. Sastoji se od tri segmenta:

1. Svemirski segment
2. Kontrolni segment
3. Korisnički segment.

Svemirski segment (slika 4) čine 32 satelita koja se kreću oko Zemlje u kružnim orbitama na visinama od oko 20000 kilometara. Sateliti su raspoređeni u šest orbitalnih ravnina na način da se u svakom trenutku iznad horizonta nalazi barem pet satelita, čime se postiže globalna pokrivenost. Kontrolni segment je zadužen za upravljanje i nadzor cijeloga sustava, a korisnički segment čine dvije kategorije korisnika, odnosno autorizirani (američka vojska i državne službe) i neautorizirani (ostali korisnici širom svijeta) korisnici. Ovaj sustav se temelji na izračunavanju vremena koje je potrebno za propagaciju signala od satelita do prijemnika, a lociranje se može jamčiti unutar 5-6 metara s jednofrekvencijskim prijemnikom.



Slika 4. Svemirski segment GPS sustava, [9]

Satelitski sustav GLONASS sastoji se od 24 satelita koji su raspoređeni u tri orbitalne ravnine. Takav raspored omogućuje istovremeni prijem signala s pet do 11 navigacijskih satelita, ovisno o poziciji korisnika. Sateliti se nalaze na visini od 19100 kilometara od Zemlje i postoje dvije razine točnosti. Visoka razina točnosti se postiže samo kod autorizirane vojne korisnike i iznosi 20 metara u horizontalnoj i 34 metra u vertikalnoj ravnini. Za civilne korisnike točnost pozicioniranja iznosi puno manje i to 100 metara u horizontalnoj i 150 metara u vertikalnoj ravnini, iako je u praksi točnost pozicioniranja puno veća.

Galileo je europski projekt kojim se Europa željela priključiti navigacijskom sustavu GNSS. Sam sustav je zamišljen kao pomoć u civilnoj navigaciji i interoperabilan je s GPS i GLONASS satelitskim sustavima. Galileo sustav nudi nekoliko usluga od kojih treba istaknuti usluge spašavanje ljudskih života i usluge traganje i spašavanja. Osim tih usluga, postoje još i otvorene usluge, komercijalne usluge i usluge javne sigurnosti. Sustav će se sastojati 30 satelita od kojih će 27 služiti za određivanje pozicije, a 3 kao komunikacijska svemirska podrška i raspoređeni su u orbitama koje su udaljene oko 23000 kilometara od površine Zemlje. Usluge će biti dostupne svima i besplatne, a imat će veliku točnost, od samo nekoliko metara, [10].

BeiDou je navigacijski sustav koji je razvijen od strane Kine kao odgovor Američkom GPS-u. Ovaj sustav se trenutno koristi za navigaciju, usluge mjerenja vremena i slanja poruka u azijsko-pacifičkoj regiji. Kako je plan da se do 2020. godine formira kompletni globalni satelitski navigacijski sustav, ovaj sustav bi tada trebao pružati globalnu pokrivenost.

2.3.2 Pozicioniranje pomoću mobilnih mreža

Pozicioniranje pomoću mobilnih mreža je bilo moguće već od druge generacije, odnosno od pojave GSM-a (*Global System for Mobile Communications*). Razlog zbog kojega se ovakav način lociranja koristi je zbog toga što se može ostvariti bilo gdje zbog jakog signala, ali i unutar zgrada, što pomoću GPS-a nije moguće. Veliki nedostatak ovakvog načina pozicioniranja je velika mogućnost greške, odnosno točnost je jako mala i iznosi nekoliko stotina metara, pa čak i kilometara.

Metode pozicioniranja koje su se koristile u GSM-u su:

- TA (*Timing Advance*)
- EOTD (*Enhanced Observed Time Difference*)
- UTDOA (*Uplink Time Difference of Arrival*)
- GNSS metoda.

TA metoda je poznata i kao E-CID (*Enhanced Cell Identity*) metoda. Kako se mobilna mreža sastoji od ćelija koje prekrivaju određena područja, mreža u svakom trenutku treba znati ćeliju u kojoj se nalazi korisnik. EOTD metoda se zasniva na TDOA (*Time Difference of Arrival*) metodi. TDOA je trilateracijska metoda koja izračunava poziciju korisnika na temelju mjerenja razlike u vremenu dolaska signala koje je potrebno da stigne od mobilnog uređaja do tri ili više baznih stanica. Također, ova metoda ima ugrađenu sinkronizaciju između baznih stanica te izračunava razliku u vremenu prijema. UTDOA metoda je slična kao i EOTD, ali za razliku od nje, ova metoda ne zahtijeva ažuriranje sustava koji je instaliran na mobilni uređaj i ne postoji sinkronizacija između baznih stanica. GNSS metoda koristi satelite za određivanje lokacija.

Nakon razvoja nove generacije mobilne mreže, bilo je potrebno i dodatno razviti i mogućnosti određivanja lokacije korisnika zbog novih elemenata koji su se našli u mrežnoj konfiguraciji. Tako u 3G, odnosno UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) mreži postoje sljedeće metode određivanja pozicije korisnika:

- Identifikacija ćelije (*Cell-ID*)
- OTDOA-IPDL (*Observed Time Difference of Arrival with Idle Period in the Downlink*)
- UTDOA
- GNSS metoda.

Navedene metoda su gotovo iste kao i u 2G mreži osim metode OTDOA-IPDL koja je unaprijeđena zato što jaki signali s bližih baznih postaja mogu onemogućiti detektiranje i demoduliranje signala iz udaljenih baznih postaja. Iz toga razloga se došlo do rješenja u kojemu se koriste periodi praznog hoda u silaznoj vezi u kojemu ćelija odašilje samo

sinkronizacijski kanal ili čak ni to. U tome periodu, mobilni uređaj korisnika mjeri TOA (*Time of Arrival*) vrijeme i tako određuje poziciju korisnika.

Kako LTE (*Long Term Evolution*), odnosno 4G mreža koristi iste mrežne uređaje koji se koriste i u 3G, koriste se i iste metode određivanja pozicije i u ovoj generaciji koja je trenutno najviše zastupljena. LTE mreža ima puno bolje mrežne performanse pa su samim time i ove metode unaprijeđene i imaju veću preciznost određivanja pozicije korisnika, iako je to još uvijek nedovoljno dobro, [11].

2.3.3 Hibridno pozicioniranje

Hibridni sustavi pozicioniranja kombiniraju određene mogućnosti od pojedinih tehnika pozicioniranja. Samim time, ove tehnike imaju veće mogućnosti i prednosti u odnosu na neke prethodne metode. Najčešće korištena metoda hibridnog pozicioniranja je A-GPS (*Assisted* GPS). Navedena metoda koristi mobilni uređaj korisnika koji u sebi posjeduje GPS prijamnik, ćelijsku mrežu i GPS mrežu koja je povezana s ćelijskom mrežom. Referentna GPS mreža u sebi sadrži prijamnik koji stalno komunicira sa satelitima. Nakon što mobilna stanica pošalje zahtjev za određivanjem lokacije korisnika, tada GPS referentna mreža šalje podatke mobilnoj stanici preko ćelijske mreže. Kombiniranjem i korištenjem ovih metoda, dobiva se brže i preciznije lociranje što ponekad može biti od iznimne važnosti.

Osim ove metode, još se koriste i metoda koje su kombinacija AOA/TDOA i slično. Kao i u prethodno navedenoj metodi, i u ovome slučaju se koriste metode nekoliko tehnika kako bi se povećala preciznost lociranja, [12].

2.4 LBS aplikacije

U današnje vrijeme LBS usluge se koriste svakodnevno kako bi korisnik dobio razne informacije o različitim lokacijama, proizvodima i uslugama, ali se koriste i kao sredstvo marketinga pa samim time tko god koristi Internet na svojim mobilnim uređajima, susreće se s nekom od vrsta LBS usluga. U početku su se ove usluge koristile za određivanje lokacije, a danas s razvojem različitih tehnologija se koriste za puno više stvari nego što je to bilo u početku. Samim time, svakim danom nastaje sve više aplikacija koje koriste ove mogućnosti. Prema [13], LBS aplikacije koje su najzastupljenije i koje korisnici najviše koriste su:

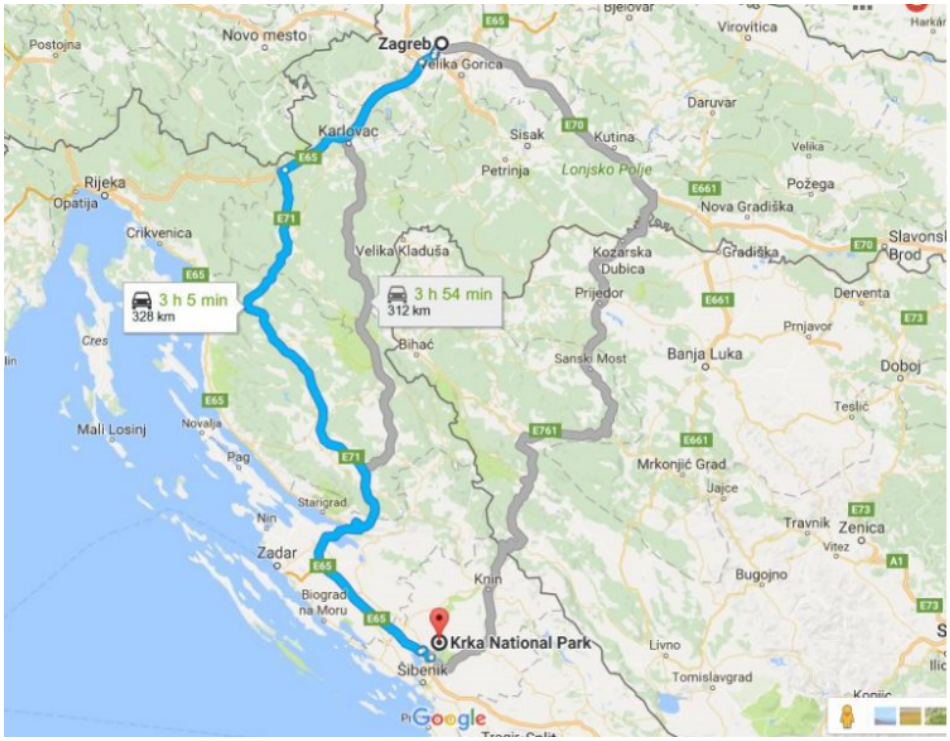
- Marketing
- Navigacija
- Hitne službe
- Informacijske usluge
- Praćenje
- Naplata i sl.

2.4.1 Marketing

U današnje vrijeme, kada su gotovo svima dostupne tehnologije kao što je Internet, GPS, mobilne mreže i slično, pomoću kojih se u svakome trenutku može odrediti položaj korisnika, LBS usluge se predstavljaju kao jedan od najboljih načina marketinga. Pomoću njih je omogućeno ciljno oglašavanje koje omogućuje prikazivanje raznih oglasa i reklama na određenom području u kojemu se korisnik nalazi u pojedinom trenutku. Samim time, oglašavatelji tako oglašavaju svoje proizvode ili usluge na područja na koje misle da bi mogli naći potencijalne kupce. Takav način je već i ranije opisan u ovome radu u kojemu se neki restoran može oglašavati samo u gradu u kojemu se nalazi ili možda samo u određenom dijelu grada.

2.4.2 Navigacija

I danas se LBS usluge ponajviše koriste za navigaciju, kao i što je to bio njihov primarni cilj i zadatak, uz određivanje lokacije korisnika. Navigacija je usmjeravanje ljudi, vozila i drugih objekata s jednog mjesta na drugo. Jedan od najboljih primjera ovakve aplikacije je *Google Maps.* Korisnik najčešće unosi određenu lokaciju i traži upute za dolazak na to odredište. Nakon toga, aplikacija sama izračunava trenutnu lokaciju korisnika i izračunava najbržu rutu po kojoj se korisnik treba kretati, ali i daje mu alternative, ovisno o stanju u prometu, udaljenosti, korisnikovim željama i slično, a prikaz jedne takve navigacije je vidljiv na slici 5.



Slika 5. Primjer navigacije na aplikaciji Google Maps, [14]

2.4.3 Hitne službe

Jedna od najvažnijih mogućnosti koje LBS aplikacije pružaju je svakako mogućnost lociranja osobe u hitnim slučajevima, o čemu je i riječ u ovome radu jer je isti orijentiran na praćenje stanja korisnika u svakom trenutku, za što je potrebna njegova lokacija i druge mogućnosti koje LBS aplikacije i usluge omogućavaju. Određivanje lokacije u hitnim slučajevima za korisnika podrazumijeva određivanje njegove lokacije kada korisnik nije svjestan svoje lokacije ili kada je u životnoj opasnosti.

Najpoznatiji sustav koji se koristi u ovim slučajevima je sustav jedinstvenog europskog broja za hitne slučajeve koji je dostupan svagdje u Europskoj uniji, a pristup sustavu je omogućen pozivom na broj 112. Samim pozivom na taj broj, određuje se točan položaj korisnika koji se u kratkom roku prenosi hitnoj službi i tako se osigurava brza i efikasna pomoć. Jedan od primjera aplikacije je Ushahidi platforma koji je projekt otvorenog koda i koja omogućuje prikupljanje podataka o određenim događajima koji su poslani putem mobilnih uređaja koji imaju mogućnost lociranja, ali i koji su objavljeni na Internetu, lokalnim medijima i slično. Jedan od slučaja kada se ova platforma koristila je bio potres na Haiti-u pomoću kojega su korisnici na temelju prikupljenih podataka vizualizirali stvarno stanje na terenu i tako dobili stvarnu sliku događaja prema kojemu su onda mogli dalje odrediti načine spašavanja osoba, ali i većinu daljnjih postupaka.

2.4.4 Informacijske usluge

U današnje vrijeme, društvene mreže su sve više zastupljene na mobilnim uređajima koji imaju mogućnosti lociranja korisnika te je iz toga razloga omogućena pomoć korisnicima kod traženja prijatelja na društvenim mrežama ili pri pronalasku preporuka koje su drugi korisnici ostavili, komentirajući razne događaje, usluge, proizvode i time pomažući drugima u odabiru istih. Najpoznatije takve aplikacije su *Google Maps* i *Facebook Place* koje omogućavaju označavanje lokacije na određenim slikama, statusima, komentarima i slično.

2.4.5 Praćenje

Usluge praćenja su usluge koje se opisuju kao satelitski sustavi za praćenje, nadzor i upravljanje osobama, vozilima, pošiljkama i sl. Primjer ovakve aplikacije je praćenje pošiljki kod kojih korisnik dobije identifikacijski broj pošiljke pomoću kojega u svakom trenutku može pratiti gdje mu se nalazi pošiljka. Jedino što je potrebno za praćenje pošiljke je unos broja u aplikaciju koja mu omogućava navedene prednosti kod ovih aplikacija.

Također, jedna od mogućnosti praćenja je i mogućnost lociranja ukradenog mobilnog uređaja. Kao i u prethodnom slučaju, to je omogućeno putem aplikacije koja osim mogućnosti lociranja i mogućnosti zaključavanja uređaja na daljinu ili brisanja podataka s istog.

2.4.6 Naplata

Jedna od najpoznatijih usluga naplate kod LBS aplikacija je roaming koja omogućava korisniku primanje i slanje poruka i poziva ili pristup drugim uslugama prema određenoj tarifi ako putuje izvan zemljopisnog dosega domaće mreže.

3. Koncept *Internet of Things* i prateća tehnologija

U današnje vrijeme, Internet predstavlja pojam koji je svakodnevno u upotrebi, predstavlja globalnu mrežu koja se sastoji od niza drugih mreža te služi za razmjenu informacija i usluga. Gotovo se svaki čovjek danas koristi Internetom u svom privatnom i poslovnom životu, odnosno danas je gotovo nemoguće funkcionirati bez njega, pogotovo u poslovnom svijetu zbog velike količine informacija koje poduzeća međusobno razmjenjuju. Većina ljudi ga koristi za pretraživanje, zabavu, kupovinu, društvene mreže, učenje i sl. Svemu tome ide i u prilog činjenica da širokopojasni pristup Internetu postaje dostupan u sve većem broju, izrađuju se uređaji koji u sebi imaju ugrađeni Wi-Fi, pa samim time i troškovi takvih uređaja postaju niži, što rezultira sve većim broj korisnika mobilnih uređaja od kojih se najviše koristi pametni telefon.

Osim što se u uređaje ugrađuje mogućnost povezivanja na bežične mreže, danas se sve više ugrađuju i razni senzori pomoću kojih se mogu mjeriti razne veličine kao što je temperatura, vlažnost zraka, broj koraka, potrošnja kalorija, broj otkucaja srca i mnoge druge. Samim time nastaju mnoge aplikacije i uređaji koji imaju različitu svrhu, od praćenja kretanja korisnika, radnih navika, zdravstvenog stanja, stanja okoliša i niz drugih parametara. Spoj navedenih tehnologija, odnosno Interneta i različitih senzora je doveo do novoga koncepta koji je danas poznat kao IoT (*Internet of Things*).

Za IoT, odnosno „Internet stvari“, se može reći da je to pojam koji je sve više prisutan, ali kojega ljudi još uvijek nisu svjesni u potpunosti. Iako je trenutno najviše rasprostranjen u industriji, sve veću primjenu ima i u domovima kao i u ostalom ljudskom okruženju. Uređaji kao što su pametni satovi, fitness narukvice, senzori, termostati, pametne naočale, kućni alarmi samo su neki od primjera IoT uređaja koji se koriste u ljudskoj svakodnevici i koji im olakšavaju dnevne aktivnosti. Osim ovih, svakim danom sve više entiteta postaje dio koncepta IoT-a kao što su automobili, kuhinjski uređaji pa čak i ljudi.

Prema tome za IoT se može reći da je to skup uređaja koji su dizajnirani za upravljanje i pružanje informacija bežičnom mrežom putem Interneta, najčešće putem aplikacije. Takvi uređaji mogu biti svi oni uređaji koji imaju nekakav oblik senzora te omogućen prijenos podataka. Neki od primjera takvih senzora su senzori topline, senzori kretanja, senzori potrošnje energije i sl. Nakon što senzor očita podatke, šalje te podatke na mjesto na kojemu se obrađuju ti podaci, te se donose odluke. Ta mjesta mogu biti pametni telefoni, različite upravljačke jedinice ili uređaj koji šalje podatke prema Internetu.

3.1 Definicije IoT-a

Kako je ovaj koncept još uvijek nedovoljno poznat i razvijen, tako ne postoji ni opće prihvaćena definicija nego postoje mnoge, koje na sličan ili isti način opisuju ovaj koncept. Jedan od objašnjenja definicije IoT-a je dan prije, a u nastavku će biti dane definicije koje se najčešće pojavljuju u stručnoj literaturi kako bi ovaj koncept bio što razumljiviji.

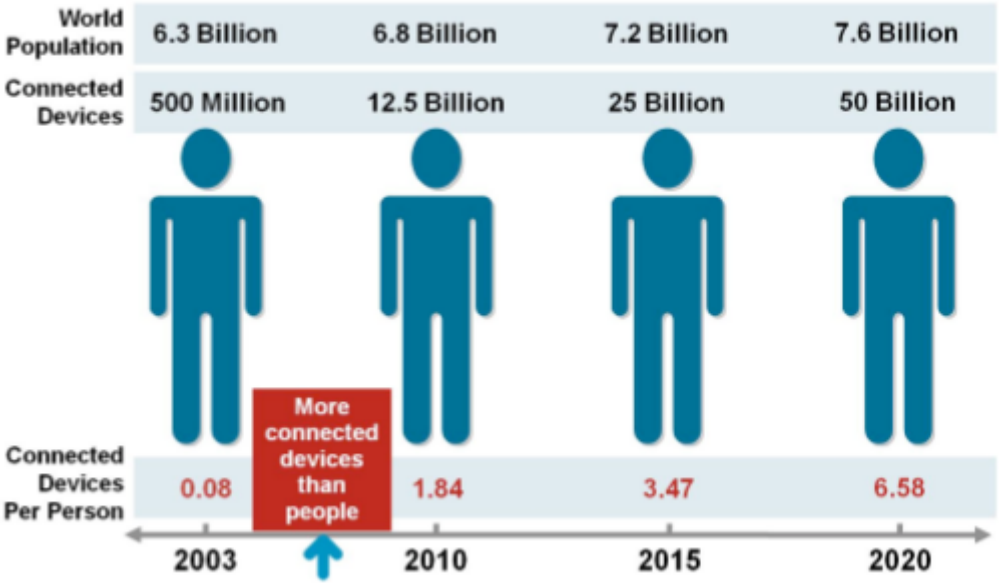
Jedna od najprihvaćenijih definicija je ona od strane ITU-a (*International Telecommunication Union*). ITU je međunarodna telekomunikacijska unija i to je agencija Ujedinjenih naroda (UN) koja je se brine o problemima i pitanjima koji su vezani za informacijske i komunikacijske tehnologije. ITU definira IoT kao: „IoT je globalna infrastruktura informacijskog društva, koja međupovezivanjem stvari (fizičkih i virtualnih) omogućava napredne usluge, a bazira se na postojećim i rastućim interoperabilnim informacijsko-komunikacijskim tehnologijama“, [15].

IETF (*Internet Engineering Task Force*) je velika, otvorena, međunarodna zajednica mrežnih dizajnera, operatora, dobavljača i istraživača i objašnjava da je glavna ideja koncepta IoT-a povezivanje objekata oko nas kako bi pružili besprijekornu komunikaciju i kontekstualne usluge koje pružaju. Također navode i da je razvoj senzora, tagova, mobilnih uređaja omogućio da materijaliziraju IoT što omogućuje surađivanje jednih s drugima što čini uslugu boljom i dostupnom u bilo koje vrijeme i na bilo kojem mjestu, [16].

Europski klaster istraživačkih projekata (IERC- *IoT European Research Cluster*) koji su vezani uz IoT, navodi kako je IoT integralni dio Interneta u budućnosti. Definira ga kao globalnu mrežnu infrastrukturu s mogućnošću konfiguracije, odnosno mrežu koja se bazira na interoperabilnim i standardnim komunikacijskim protokolima. Također navodi i da je to mreža u kojoj fizičke i virtualne „stvari“ imaju identitet, fizička obilježja i virtualne osobnosti, a koriste inteligentna sučelja iako su integrirana u informacijskoj mreži, [17].

RFID (*Radio-Frequency IDentification*) grupa definira IoT kao svjetsku mrežu međusobno povezanih objekata, od kojih svaki od njih posjeduje jedinstvenu adresu i komunicira putem standardnih protokola, [18].

Prema svemu ovome navedenom, može se zaključiti kako je svrha IoT-a povezati što veći broj objekata u jednu jedinstvenu mrežu koja bi prikupljala, spremala, obrađivala i dijelila informacije između velikog broja istih, bilo da su to stvari ili živa bića. Da bi to bilo moguće, potrebno je povezati veliki broj uređaja na Internet kako bi sama komunikacija i djelovanje ovoga sustava bilo moguće. Na slici 6 je vidljivo kako broj uređaja raste eksponencijalno i predviđa se da bi do 2020. godine na Internet trebalo biti povezano 50 milijardi uređaja. Osim toga, vidljivo je i kako će svaki korisnik posjedovati nekoliko uređaja koji će imati mogućnosti međusobne komunikacije i koji će biti temelj ovoga koncepta.



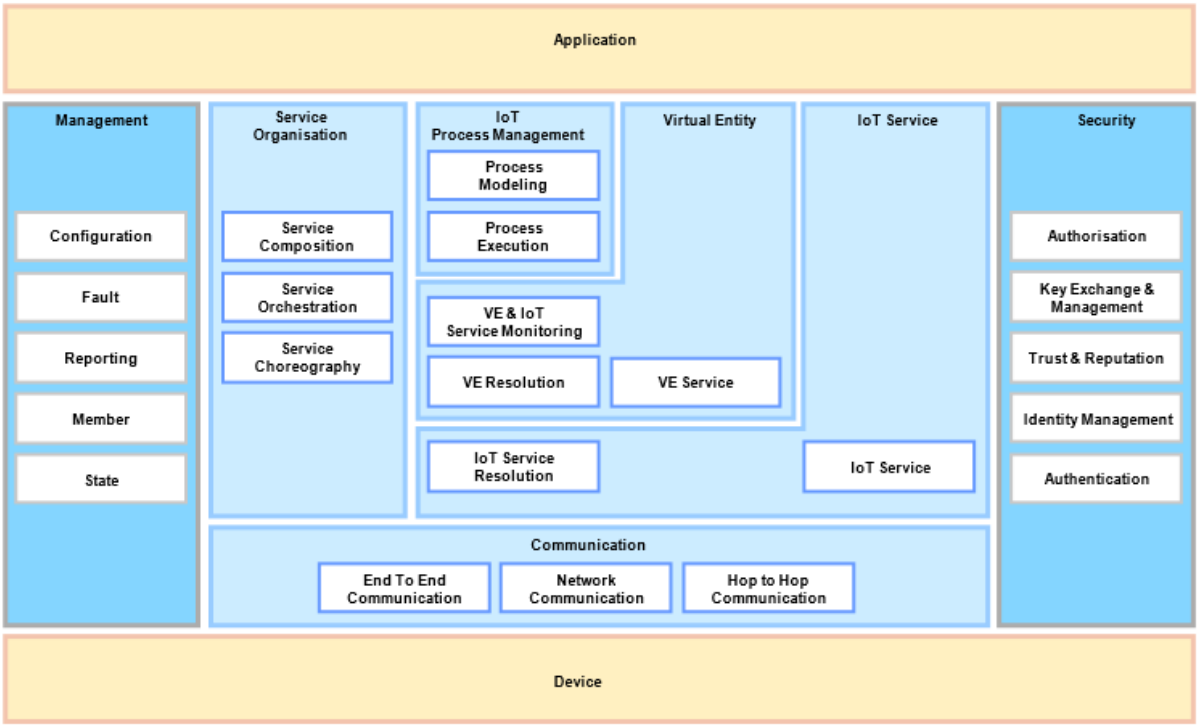
Slika 6. Broj uređaja povezanih na Internet, [19]

Isti izvor navodi i kako je početak ovoga koncepta počeo između 2008. i 2009. godine, kada je broj uređaja koji su bili povezani na Internet premašio broj stanovnika na Zemlji. Iako se broj od približno sedam uređaja po korisniku čini malo, kada bi gotovo sve trebalo biti povezano na Internet, zato što se taj broj računao na svjetskoj populaciji gdje još uvijek velik broj ljudi nema pristupa Internetu, ali i mnogim uređajima koji su potrebni kako bi ovaj koncept zaživio u pojedinim dijelovima svijeta.

Neupitno je kako je IoT budućnost i da će imati veliki utjecaj na ljudsku svakodnevicu, bilo da se radi o privatnom ili poslovnom životu. Ovaj koncept ima velike mogućnosti i broj mogućih primjena ove tehnologije je toliko velik da će IoT zamijeniti ljude kao najveći korisnik i proizvođač informacija na Internetu. Stoga ne čudi da je organizacija NIC (*National Intelligence Council*), čiji je cilj pružiti najbolje informacije donositeljima odluka i izvor je materijalnog znanja o obavještajnim pitanjima u suradnji s obavještajnim zajednicama [20], u svom dokumentu [21], navela potencijalne utjecaje tehnologija na interese Sjedinjenih Američkih država. Oni predviđaju da će se do 2025. godine, IoT nalaziti u svakodnevnim stvarima koje ljudi koriste, bilo da se radi o hrani, namještaju, dokumentima, raznim uređajima i sl. Naglašavaju i da će se pojaviti i brojne druge mogućnosti, a da je najveća potražnja za napretkom u tehnologiji prometa i transporta. Samim time, razvoj ovoga koncepta će doprinijeti i razvoju gospodarstva.

3.2 Arhitektura IoT-a

Kako je IoT još uvijek velika nepoznanica za sve zbog mogućnosti koje donosi, unazad nekoliko godina razvijani su brojni modeli koji bi najbolje prikazali arhitekturu IoT-a. Model koji je najviše prihvaćen je Europski referentni model arhitekture Interneta stvari (IoT-A), koji je razvijen od strane nekoliko partnera unutar europskog istraživačkog projekta FP7. Ovaj model ima za cilj omogućiti svim korisnicima interoperabilnost različitih rješenja na komunikacijskom i uslužnom sloju. Ova arhitektura se sastoji od nekoliko slojeva kako bi bilo moguće izvesti različite arhitekture ovisno o zahtjevima koji se traže. Osim toga, arhitektura IoT-a treba posjedovati veliku količinu mogućnosti, funkcionalnosti, mehanizama i protokola koji će se koristiti za izradu pojedinačne arhitekture.



Slika 7. Referentni model arhitekture Interneta stvari IoT-A, [22]

Na slici 7 je prikaz navedene arhitekture na kojoj je vidljivo kako se sastoji od nekoliko slojeva, počevši od sloja uređaja, komunikacijskog sloja, sloja virtualnog entiteta, sloja organizacije usluge, sloja upravljanja IoT poslovnim procesima, upravljačkog sloja, aplikacijskog sloja, sloj upravljanja kvalitetom usluge i sloj sigurnosti.

Sloj uređaja (*Device*) služi za integraciju i interoperabilnost različitih uređaja, bez obzira na njegove karakteristike, odnosno na njegovog proizvođača i funkcionalnosti koje

posjeduju. U ovome modelu arhitekture, uređaji se tretiraju kao virtualni senzori koji su povezani na platformu.

Glavni zadatak komunikacijskog sloja (*Communication*) je interoperabilnost različitih uređaja, kao i svladavanje razlika u protokolima. Osim toga, ovaj sloj daje metode za povezivanje i komunikaciju uređaja koji koriste različite protokole, te sadrži metode za usmjeravanje koje se temelji na sadržaju.

Sloj usluge (*IoT service*) sadrži podatke o svim uslugama koje se koriste zato što mora vratiti opis usluge i dati poveznicu na sve resurse koje pojedina usluga koristi. Također, ovaj sloj ima dodatnu funkcionalnost u obliku obrade informacija i slanja obavijesti uslugama i aplikacijama vezanim za resurse i objekte koji se koriste.

Sloj koji je zadužen za održavanje i organiziranje informacija koji su vezani za fizičke objekte je sloj virtualnog entiteta (*Virtual entity*). Ovaj sloj omogućuje pretraživanje usluga prema resursima i njihovim povezanim fizičkim objektima, te pretraživanje usluga na temelju fizičkih objekata s kojima su povezani.

Centralni sloj koji djeluje kao komunikacijski poveznik nekoliko slojeva je sloj organizacije usluge (*Service organization*). Ovaj sloj povezuje upite s višeg sloja ili vanjskih aplikacija s jednostavnim uslugama koje resursi IoT-a omogućavaju i sastoji se od dvije funkcijske komponente, odnosno komponente koja je zadužena za sastavljanje usluga i komponente koja je zadužena za orkestraciju usluga. Usluga sastavljanja je centralni koncept arhitekture zato što IoT usluge često imaju ograničene funkcionalnosti zbog slabije računalne snage i životnog vijeka baterija koje se koriste u IoT uređajima. Upravo u takvim slučajevima, ova komponenta pomaže u sastavljanju više različitih i jednostavnih usluga kako bi odgovorila na pitanje koje je dobila od višeg sloja. Jedan od primjera sastavljanja je i povezivanje usluge detekcije vlage s uslugom mjerenja temperature kako bi se dobila usluga detekcije požara.

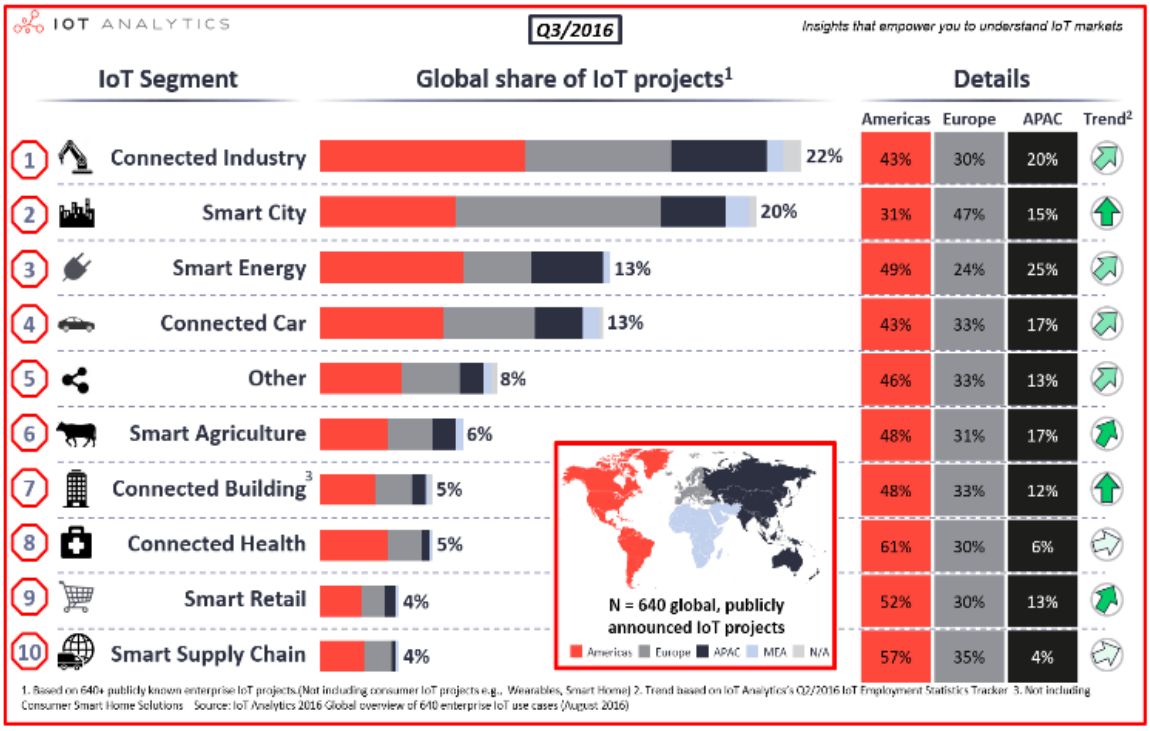
Sloj upravljanja IoT poslovnim procesima (*IoT Business Proces Management*) omogućuje integraciju tradicionalnih sustava koji su uobičajeni u poslovnom svijetu za upravljanje poslovnim procesima s referentnim modelom IoT-A. Glavna zadaća ovoga sloja je omogućavanje funkcionalnih koncepata i sučelja za proširivanje i povezivanje tradicionalnih poslovnih procesa s mogućnostima IoT okruženja. Iz toga razloga, kompanije i poduzeća mogu na učinkovit način koristiti prednosti i mogućnosti IoT okruženja primjenjujući najbolju praksu i korištenje uobičajenih standarda, čime se izbjegavaju dodatna opterećenja i troškovi koji mogu doći zbog korištenja vlasničkih rješenja u području Interneta stvari.

Sloj upravljanja (*Management layer*) je odgovoran za slaganje, nadzor i praćenje akcija koji uključuju jedan ili više slojeva arhitekture. Neki od primjera akcija je stavljanje IoT sustava u stanje spavanja u svrhu uštede energije. Drugi primjer je interakcija između uređaja i aplikacija koji zahtijevaju praćenje od strane barem dvije grupe.

Sigurnosni sloj (*Security layer*) je odgovoran za sigurnost i privatnost IoT sustava tako da osigurava da samo provjereni klijenti imaju pristup uslugama na IoT infrastrukturi pomoću određivanja inicijalne registracije klijenta. Osim toga, ovaj sloj je zadužen i za osiguravanje komunikacije između krajeva koji su autorizirani za statističku komunikaciju. Sigurnosni sloj također osigurava zaštitu privatnih korisničkih podataka putem funkcije anonimnosti i sposobnosti prekidanja veze, [22].

3.3 IoT aplikacije

Mogućnosti koje Internet stvari donosi su još uvijek neistražene u potpunosti i može se samo nagađati koji su to krajnji dometi ovoga koncepta. Potencijal koji već sada IoT ima, nudi mnoge mogućnosti razvoja usluga i aplikacija, ali za sada taj potencijal još uvijek nije dovoljno iskorišten iz mnogobrojnih razloga koji sprječavaju ekspanziju ovoga koncepta. Jedan od najvećih razloga sporog razvoja aplikacija je taj što većina uređaja nema jedan od oblika komunikacije s drugim uređajima. Samim time, za sada je na tržištu jako mali broj usluga i aplikacija koje su dostupne današnjem društvu iako one donose niz prednosti.



Slika 8. Udio IoT projekata u pojedinim segmentima, [23]

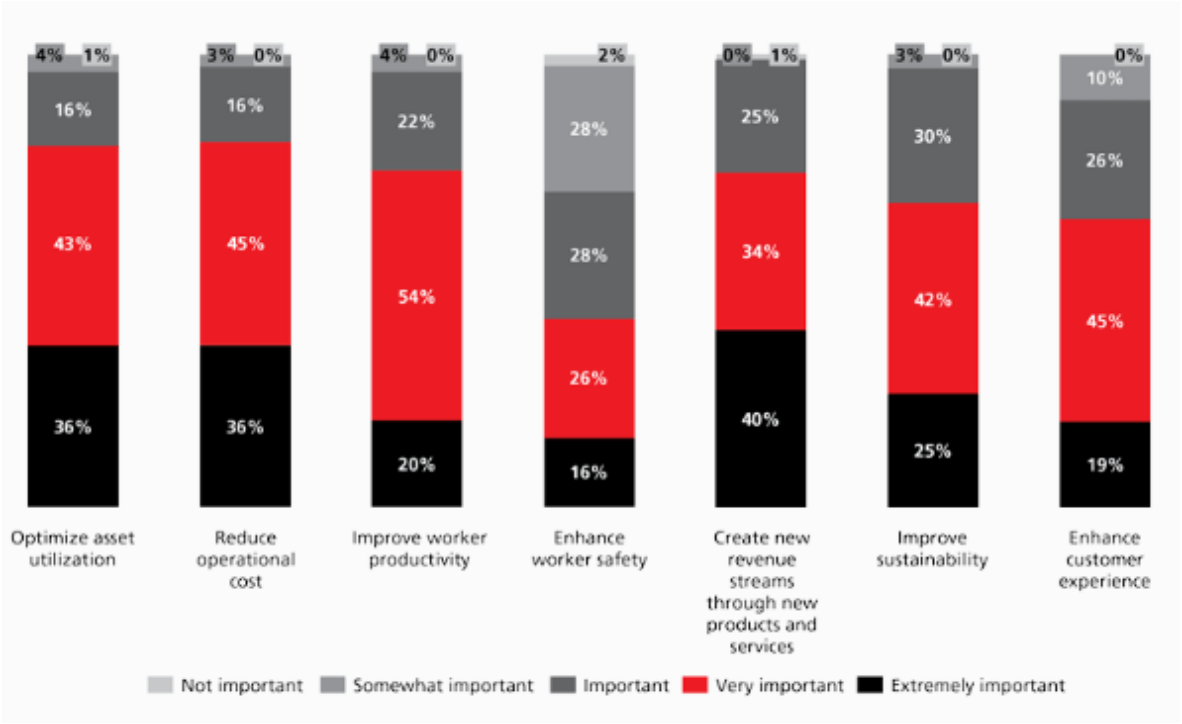
Iako se pretpostavljalo da će se ovaj koncept puno brže razvijati, u posljednje vrijeme se pojavljuju sve veći broj usluga, aplikacija, ali i područja u kojima će Internet stvari imati jednu od značajnih uloga u skorijoj budućnosti. Na slici 8 je vidljivo u kojim područjima je IoT najzastupljeniji, u kojim dijelovima svijeta i koji je trend porasta aplikacija i usluga u pojedinom području.

Navedeno istraživanje se temeljilo na broju IoT projekata u pojedinim segmentima Interneta stvari. Vidljivo je kako najveći dio projekata otpada na dio industrije (*Connected Industry*), odnosno točnije 141 projekt, dok za pametni grad (*Smart City*) otpada 128 projekata. Područje Sjeverne i Južne Amerika prednjači u broju projekata, a samim time i u razvoju IoT koncepta, osim u dijelu Pametnih gradova gdje veći udio ima Europa. Kako su još uvijek ovi pojmovi i područja relativno nepoznati, u nastavku će se pokušati pojedinačno objasniti neke od najvažnijih.

3.3.1 *Connected Industry*

Pojam *Connected Industry*, još znan i kao IIoT (*Industrial Internet of Things*), predstavlja najveći segment Interneta stvari. Prema [24], definicija IIoT-a je: „Strojevi, računala, i ljudi koji omogućuju inteligentne industrijske operacije pomoću napredne analize podataka za transformacijske poslovne rezultate“. Kao i u ostalim segmentima IoT-a, i u ovome segmentu se povezuju stvarni i virtualni svijet proizvodnje. Samim time je omogućeno proizvođačima povezivanje strojeva, proizvoda i sustava koji su uključeni u poslovni proces.

Pod pojmom industrija, mnogi ljudi smatraju „tešku“ industriju, kao što je proizvodnja, nafta i plin i te industrije ponajviše i predstavljaju ovaj koncept. Osim ovih industrija, odnosno djelatnosti, neki ljudi i pod IIoT smatraju i djelatnosti Pametnih gradova, prijevoza i poljoprivrede iako se u novije vrijeme ove djelatnosti sve više izdvajaju kao zasebne. IIoT svakako predstavlja novu paradigmu koja će donijeti niz promjena u načinu proizvodnje, ali i poslovanja, do mjere da ga nazivaju i četvrtom industrijskom revolucijom. Samim time donosi i niz prednosti kao što je povećanje sigurnosti radnika, smanjivanje troškova, povećanje produktivnosti radnika kao i mnoge druge prednosti koje su vidljive na slici 9. Na slici je također vidljivo i kako su sve nabrojane prednosti u jako velikoj mjeri važne i koliko ustvari ovaj koncept znači za razvoj proizvodnje, a samim time i razvoj novih i boljih proizvoda koji će slijediti ovaj koncept.



Slika 9. Prednosti IIoT-a, [25]

3.3.2 *Smart City*

Pametni gradovi su danas pretežno još uvijek vizije i planovi kako bi oni trebali izgledati i funkcionirati u budućnosti. Razlog tomu je niz zadataka i aktivnosti koje je potrebno provesti kroz infrastrukturu kako bi ovaj koncept stvarno mogao zaživjeti, iako je već sada drugi po redu po broju projekata u IoT segmentima. Osim toga, samo shvaćanje i implementacija je nevjerojatno složena jer su uključene mnoge strane, čimbenici i zadaci koje grad mora ispuniti kako bi niz tehnologija moglo činiti jedan grad pametnim, a do tada će proći nekoliko godina kako bi jedan od gradova mogli tako nazvati. Samim time, koncept Pametnog grada, čini najkompleksniji i najzahtjevniji segment Interneta stvari.

Glavni zadatak koji se pomoću Pametnih gradova želi postići je bolja kvaliteta života, pogotovo zato što će u sljedećih 30 godina u gradovima živjeti 70% svjetske populacije, odnosno 2,5 milijardi ljudi više nego što trenutno živi. Kako današnji svijet postaje sve više užurban i kompleksan, ova tehnologija bi trebala omogućiti lakše funkcioniranje u takvom okruženju. Jedna od glavnih ideja Pametnog grada, uz povećanje kvalitete života, je i povezivanje ljudi i stvaranje osjećaja sigurnosti i ugode. Postoji niz mogućnosti koje Pametni gradovi donose pa samim time i niz aplikacija, usluga i funkcionalnosti koje će se koristiti u njima. Neke od njih, koje su najvažnije za razvoj su pametni javni prijevoz, pametna energija, pametno parkiranje, pametne zgrade, pametno planiranje, lako dostupne i jasne informacije i niz drugih koje čine ovaj koncept, [26].

3.3.3 *Smart Energy*

Pametna energija predstavlja inteligentnu integraciju decentraliziranih obnovljivih izvora energije i potrošnju energije za stvaranje budućeg energetskog sustava [27]. Kako je danas energija jedan od glavnih preduvjeta funkcioniranja i rada bilo koje tehnologije, može se reći da je ona osnova svih ostalih tehnologija koje zahtijevaju jedan od oblika energije. Osim toga, ona predstavlja i jedan od najčešćih, ali i najvećih troškova koje kućanstva, gradovi i tvornice imaju. Napredak ovoga segmenta će značiti i napredak ostalih grana tehnologije što je od iznimne važnosti za daljnji napredak.

Razvoj ovoga koncepta je bitan i zato što je sve manje resursa koji se koriste za proizvodnju energije, a ovaj koncept donosi ideje i načine korištenja i pronalaska novih izvora energije, kao i korištenje postojećih obnovljivih izvora. Ovaj koncept omogućuje i praćenje potrošnje energije, a samim time i uštedu što će doprinijeti uštedi resursa koji se mogu iskoristiti za razne druge potrebe, koje su u današnje vrijeme dosta velike kada je riječ o potrošnji energije.

3.3.4 *Connected Health*

Internet stvari već sada ima brojne aplikacije u zdravstvu, kao što je daljinsko praćenje, pametne senzore i integraciju medicinskih uređaja. Ovaj koncept u medicini ima veliki potencijal jer omogućuje liječnicima da lakše prate i nadziru pacijenta, poboljšaju tretman, imaju pristup svim informacijama u stvarnom vremenu, ali i da pacijenti budu sigurniji i zdraviji. Samim time, potaknut će se i korisnikovo angažiranje i zadovoljstvo uslugom dopuštajući korisnicima da provedu više vremena u interakciji s njihovim liječnicima.

Navedene mogućnosti i aplikacije uvelike pogoduju ne samo pacijentima i liječnicima, nego i njihovim obiteljima, ustanovama koje se brinu o njima i sl. Neke bolnice za sada koriste IoT samo za praćenje inventara, a neke bolnice ga koriste kako bi svaki pacijent bio siguran i zdrav. Nema sumnje kako će Internet stvari potpuno promijeniti zdravstvenu industriju, ponajviše zato što će sve biti međusobno povezano, bilo da su to pacijenti, medicinski uređaji, razni senzori i mnoštvo drugih rješenja koje će činiti ovaj koncept. Samim time, ovaj koncept će donijeti mnoštvo mogućnosti i prednosti u radu medicine i brige o korisniku. Kako je upravo to tematika ovoga rada, u nastavku su dane neke od najvažnijih prednosti koje ovaj sustav donosi:

- Smanjeni troškovi: kada se implementiraju rješenja u sustav i kada se iskoristi povezanost istih, praćenje korisnika se može izvršiti u stvarnom vremenu čime se smanjuju nepotrebne posjete liječniku. Osim toga, napredni uređaji koji će se koristiti za kućnu njegu će smanjiti boravak u bolnici.
- Poboljšani ishodi liječenja: kako će se povezivanje zdravstvenih rješenja, ali i svih potrebnih informacija, zasnivati na računalstvu u oblaku, sve osobe zadužene za pacijenta će imati pristup informacijama u stvarnom vremenu i na temelju toga će

moći donositi odluke. Samim time se osigurava pružanje zdravstvene skrbi pravovremeno, kao i poboljšavanje ishoda liječenja.

- Poboljšano upravljanje bolestima: kako će se pacijenti pratiti kontinuirano i kako će pružatelji zdravstvene skrbi moći pristupiti podacima u stvarnom vremenu, omogućit će se liječenje i tretman prije nego što dođe do bolesti ili pak dok je još u ranoj fazi.
- Smanjivanje broja pogreški: iz razloga što će ovaj sustav precizno prikupljati sve podatke, automatizirane procedure u kombinaciji s upravljanim podacima su izvrstan način za smanjivanje otpada, smanjivanja troškova sustava i najvažnije smanjenje pogrešaka liječenja.
- Poboljšano iskustvo korisnika: povezivanje sustava zdravstvene skrbi putem Interneta stvari stavlja naglasak na potrebe pacijenta. Pravovremene intervencije liječnika, poboljšana točnost dijagnoze, kao i poboljšani rezultati liječenja rezultiraju odgovornoj skrbi što podiže povjerenje među pacijentima, a samim time i zadovoljstvo uslugom.
- Poboljšano upravljanje lijekovima: kako stvaranje i upravljanje lijekovima predstavlja jedan od najvećih troškova u zdravstvenoj industriji, nužno je te troškove smanjiti što je više moguće. U tome će bitnu stavku imati Internet stvari zato što pomoću svojih uređaja i procesa može brinuti o mnoštvu podataka koji se tiču lijekova, pa samim time i organizirati korištenje i upravljanje istih što pridonosi smanjenju troškova, [28].

3.4 Izazovi IoT-a

Internet stvari predstavlja velike mogućnosti, ali nažalost danas još uvijek nije raširen koliko bi mogao biti. Mnoge tvrtke i kompanije rade na proizvodima koji se već sada koriste, a svakim danom dobivamo sve bolje uređaje i usluge. Danas su definitivno najpopularnije pametne kuće i pametni gradovi, kao i *wearables*, odnosno nosiva tehnologija. Pod tu tehnologiju pripadaju svi oni uređaji koje ljudi na neki način mogu nositi kao što su pametni satovi, pametne narukvice, pametne majice i niz drugih, koji na razne načine prate niz podataka iz okoliša, ali i same osobe koja posjeduje jedan takav uređaj.

Kako se sve više uređaja povezuje na Internet, a tehnička rješenja postaju sve dostupnija, tako rastu i očekivanja korisnika. IoT obećava puno, ali prvo je potrebno odgovoriti na mnoge tehničke, sigurnosne i ekonomske izazove. Jasno je kako razvoj Interneta stvari ovisi o dinamici razvoja uređaja i usluga u brojnim aspektima tehnologija, pa će tako za potpuno usvajanje ovoga koncepta biti potrebno dosta vremena.

Napredak tehnologije senzora i razmjene informacija omogućit će prikupljanje i obradu podataka u bilo koje vrijeme i na bilo kojemu mjestu. Samim time, povećavat će se i količina informacija koja će se upotrebljavati i koja će biti potrebna kako bi ovaj koncept funkcionirao. Da bi se tolika količina informacija mogla koristiti, potrebno je pronaći rješenje na koji način će se ona pohranjivati. Danas se koristi pohranjivanje informacija u „oblaku“ koje se naziva *Cloud Computing* i predstavlja sasvim zadovoljavajuće rješenje za pohranu svih

oblika informacija koje se danas koriste, ali veliko je pitanje hoće li biti i u budućnosti kada se krenu koristiti puno veće količine informacija.

Osim toga, potrebno je osigurati i mreže koje će imati mogućnosti korištenja velike količine podataka, a zbog kojih kvaliteta usluge neće opadati. Već se radi na petoj generaciji mobilnih mreža, koja predstavlja budućnost razmjene informacija u tome segmentu. Peta generacija će donijeti puno veće brzina prijenosa informacija, puno veću propusnost kanala, ali i niz drugih prednosti koje će razni uređaji moći iskoristiti i samim time dodatno doprinijeti razvoju tehnologije Interneta stvari.

Najveći problem Interneta stvari predstavlja sigurnost i privatnost informacija i to je jedan od najvećih razloga zbog čega IoT još uvijek nije prihvaćen od velikog broja korisnika. Kako se gotovo sva komunikacija odvija bežično, postoji opasnost od prisluškivanja i zlouporabe informacija. Osim toga, veliki broj uređaja je većinu vremena bez nadzora pa ih je lako fizički napasti. Nadalje, veliki problem predstavlja i provjera autentičnosti i integriteta informacija ali i korisnika. Jedan od razloga zbog kojega sigurnost i privatnost podataka predstavlja najveći problem, je taj što se ova tehnologija razvija velikom brzinom i jednostavno nije moguće pratiti razvoj svih uređaja i tehnologija, a koji bi imali adekvatne programe i sustave koji bi upravljali njima.

Internet stvari svakako predstavlja budućnost koja će se koristiti u svakodnevici i u svim aspektima ljudskoga života, ali će proći dugi niz godina dok ga većina korisnika ne prihvati. To je ponajviše zato što ovaj koncept još uvijek nije dovoljno razvijen pa iz toga razloga za sobom vuče niz pitanja i problema za koje tek treba pronaći pravo rješenje kako bi svi korisnici bili zadovoljni.

4. Prikupljanje informacija o korisnikovom zdravlju

Informacije su oduvijek imale veliki značaj jer služe za prijenos raznih podataka, činjenica, ali i znanja. Može se reći da je informacija skup smisleno organiziranih podataka, odnosno skup činjenica koje su stavljene u određeni kontekst te pružaju određenu vrijednost. Sa samim pojmom „informacija“, ljudi se svakodnevno susreću u raznim situacijama, bilo od uporabe u svakodnevnom životu ili u specijaliziranim znanstvenim područjima. Prema tome, informacija je jedan od najvažnijih parametara koje čovjek susreće u svom životu. To je pogotovo vidljivo u današnje vrijeme kada postoji velika količina informacija koja kruži oko nas. Informacije o vremenu, stanju u prometu, informacije o raznim događajima, dešavanjima, pojavama, poslovne informacije, samo su mali djelić informacija koje okružuju ljudsku svakodnevicu. Svakim danom nastaje sve veća količina informacija i svakim danom postaju sve važnije.

Da bi sve informacije bile valjane, odnosno da bi se isporučile na pravo mjesto u pravo vrijeme, informacije je potrebno adekvatno prikupiti, obraditi, spremiti i ovisno za što i koga su namijenjene, poslati na određeno mjesto. Jedan od najčešćih oblika prijenosa informacija je usmenim putem između dvije ili više osoba. Postoje mnogo drugih načina prijenosa informacija, ali u današnje vrijeme se ponajviše koriste razne telekomunikacijske mreže i uređaji koji to omogućavaju. Osim toga, današnja tehnologija je napredovala do razine da samo jedan uređaj ima sve navedene mogućnosti, odnosno prikupljanje, obrada, skladištenje i razmjena informacija. Jedan od najboljih primjera takvog uređaja je pametni telefon. On u sebi sadrži niz elemenata i uređaja koji mu omogućavaju da obavlja sve radnje koje su potrebne kako bi imao sve navedene mogućnosti.

Osim uređaja kao što je pametni telefon, sve više tehnologija i koncepata se zasniva upravo na informacijama, odnosno njihovom prikupljanju, obradi i razmjeni istih. Možda i dva najbolja primjera takvih koncepata koji se zasnivaju na stvarnim informacijama su prethodno opisana u ovome radu. LBS i IoT su tehnologije velikih mogućnosti, ali da bi funkcionirali potreban je niz elemenata i uređaja koji će omogućiti njihov rad. Za oba koncepta se može reći da rade na sličan način. Prikupljaju informacije iz okruženja, obrađuju ih i šalju povratnu informaciju, bilo to osobi ili stroju, ovisno o namjeni koju imaju. Kako se radi o tehnologijama koje su duboko ukorijenjene u ljudske živote i koje pružaju svoje mogućnosti u raznim aspektima života, potrebna je i velika količina uređaja koji omogućavaju rad ovih tehnologija. Kako je IoT puno kompleksniji i rasprostranjeniji u raznim segmentima društva, tako je i za ovaj koncept potrebno puno više uređaja koji će omogućavati njegov rad. Bez obzira na količinu ili kompleksnost, može se reći da oba koncepta koriste većinu istih uređaja kada je riječ o prikupljanju informacija iz okoline.

Postoje razni načini prikupljanja informacija o nečemu. Jedan od primjera je da se isti ručno unose u sustav. Kako je danas u opticaju velika količina informacija i kako svakoga trenutka nastaje enormna količina istih, takav način jednostavno nije moguć u današnje vrijeme. Upravo je iz toga razloga nastalo nekoliko načina, odnosno tehnologija, koje imaju mogućnosti prikupljati informacije, ali i slati iste na odredište. Te tehnologije su i od velikog značaja za navedena dva koncepta. Kako je upravo proces prikupljanja informacija najbitniji za ove koncepte, u nastavku će se opisati najvažniji sustavi koji se koriste za prikupljanje informacija u LBS i IoT konceptima i koji bi se koristili u prijedlogu sustava koji će biti opisan u nastavku. Sustavi kao RFID, NFC (*Near Field Communication*), *Bluetooth,* WSN (*Wireless Sensor Network*) su najvažniji sustavi pomoću kojih bi se prikupljale informacije o korisnicima. Osim ovih sustava, u prijedlogu rješenja bi se koristio i GPS sustav koji je već prethodno objašnjen, ali i senzori kao što su senzori temperature, brojača koraka, mjerač otkucaja srca i mnogi drugi koji se zasnivaju na istim ili sličnim mogućnostima kao sustavi koji će biti objašnjeni.

4.1 *Radio Frequency Identification*

RFID je naziv za tehnologiju koja koristi radio valove za identifikaciju objekata i komunikaciju, odnosno razmjenjivanje podataka. Radiofrekvencijska komunikacija se temelji na stvaranju elektromagnetskih valova u odašiljačima i otkrivanje istih na udaljenom prijamniku. Koristi se nekoliko metoda identifikacije objekata, ali najčešća je pohranjivanje identifikacijskog serijskog broja ili neke druge informacije na mikročip koji zajedno s antenom čini RFID tag. Tag komunicira s čitačem putem radio signala, a čitač je povezan s računalom u kojemu se nalazi baza podataka.

Velika prednost RFID-a je ta što omogućava veliki broj primjena, koji s vremenom i razvojem tehnologija sve više i brže raste. Razlog tomu je što je ugrađivanje RFID tagova moguće u gotovo sve što okružuje ljude. Stvari kao što su automobili, vlakovi, donje rublje, pametni telefoni, pametne narukvice su samo neki od primjera u kojima se nalaze ovi elementi. Osim stvari, RFID se sve češće nalazi i u životinjama, ali i ljudima. Samim time što se nalazi gotovo posvuda, ova tehnologija omogućuje lakše, brže i efikasnije obavljanje svakodnevnih radnji, ali i poslova. Upravo je iz toga razloga ova tehnologija jedan od najčešće korištenih metoda prikupljanja i razmjene informacija u LBS i IoT konceptima. Kako bi razmjena informacija bila moguća, potrebni su dijelovi, odnosno uređaji koji to omogućuju. Tako se RFID sastoji od dva glavna dijela i to od RFID taga i čitača.

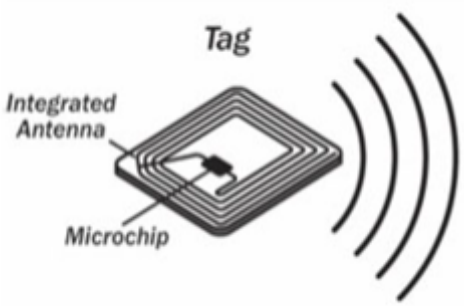
4.1.1 RFID tag

Tag je nositelj podataka i njegova glavna zadaća je odgovaranje na transmisiju koju šalje čitač. Sastoji se od mikročipa i antene za komunikaciju koji su zaliveni u kućište koje je otporno na utjecaj okoline. Mikročip se još sastoji od radio prijamnika, radio modulatora za slanje odgovora čitaču, memorije, sustava za upravljanje napajanjem i upravljačke logike.

Tagovi mogu imati različite kapacitete memorije, izvore energije, radne frekvencije i sl. Postoji nekoliko značajki koje svrstavaju RFID tagove u različite grupe. Te značajke mogu biti sredstvo napajanja, opcije programiranja, radna frekvencija, fizički oblik, sposobnost pohrane podataka, ali i cijena. Glavna podjela tagova je na aktivne, polu-aktivne i pasivne.

Aktivni RFID tag sadrži odašiljač i vlastiti izvor napajanja. Izvor napajanja je najčešće baterija koja ima ograničeni vijek trajanja koji je, ovisno o uvjetima okoline, najčešće nekoliko godina. Izvor napaja mikročip i služi za odašiljanje signala prema čitaču. Prednost aktivnih tagova je u tome što omogućavaju odašiljanje na veće udaljenosti pa su time pogodni kada je potrebno pročitati informaciju koja se nalazi na većoj udaljenosti. Nedostatak im je veća cijena i dimenzije zbog vlastitog napajanja.

Polu-aktivni tag također sadrži bateriju za napajanje mikročipa, ali za komunikaciju s čitačem crpe energiju iz samoga čitača. Za razliku od navedena dva taga, pasivni tag ne sadrži bateriju za napajanje. Umjesto baterije, pasivni tagovi crpe snagu iz čitača koji odašilje elektromagnetske valove koji induciraju struju u anteni. Iz toga razloga je pasivni tag manji, jeftiniji i laganiji od aktivnog taga i ima gotovo neograničeni životni vijek. Negativna strana mu je manji domet signala, kapacitet pohrane podataka, kao i manja otpornost na okolinu. Primjer taga je vidljiv na slici 10. Na slici su također vidljivi i glavni dijelovi od kojih se tag sastoji, odnosno od mikročipa i integrirane antene.



Slika 10. RFID tag, [29]

4.1.2 RFID čitač

RFID čitači se prilično razlikuju po kompleksnosti, što ponajviše ovisi o tipu taga s kojima čitač radi i o potrebnim funkcijama. Glavni zadatak je komunikacija s tagovima i prijenos podataka do računala gdje se obavlja obrada informacija. Sastoje se od antene za razmjenu podataka i upravljačkog uređaja koji komunicira s računalom i obrađuje podatke. Najjednostavniji čitači imaju mogućnosti čitanja samo jedne vrste taga jer koriste samo jednu

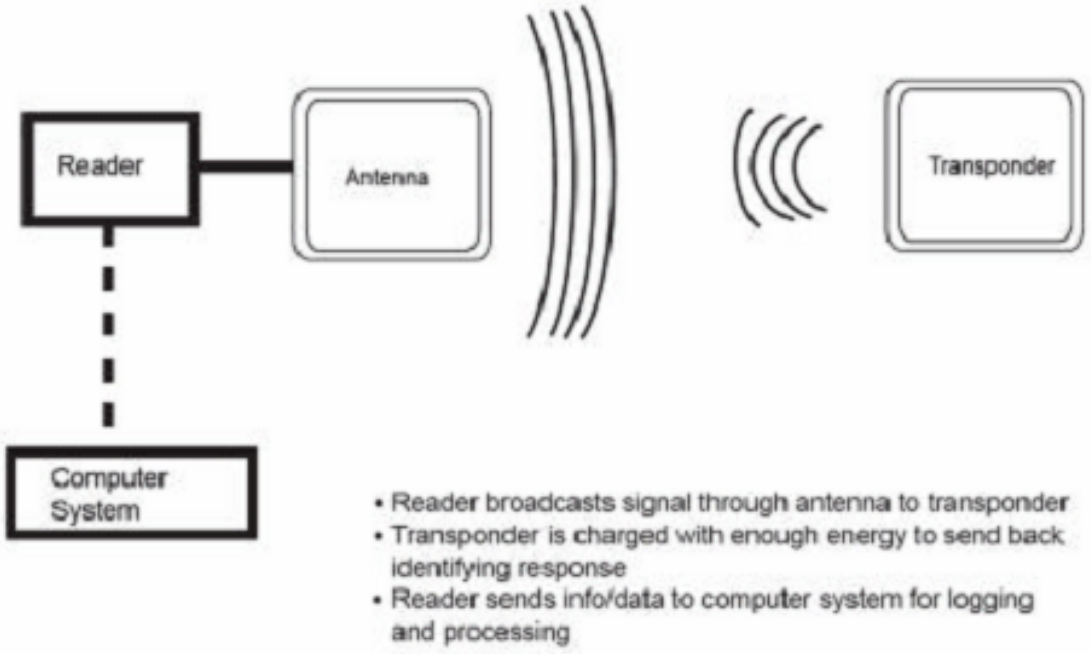
frekvenciju i jedan protokol, za razliku od složenijih koji koriste različite protokole i imaju mogućnosti selekcije, provjere i ispravljanje grešaka.

Ovi uređaji su pretežno stalno aktivni zato što odašilju energiju radio signalom. Kod nekih primjena je to nepotrebno, pogotovo kada se radi o baterijski napajanim uređajima jer troše velike količine energije. Zbog toga neki čitači imaju mogućnosti slanja radio impulsa na neki vanjski podražaj.

4.1.3 Princip rada

Kako bi čitač i tag mogli komunicirati, moraju biti namješteni na istu frekvenciju. Najčešće korištene frekvencije su *Low Frequency* (125 kHz ili 134 kHz), *High Frequency* (13,56 MHz) i *Ultrahigh Frequency* (860-960 MHz). Zavisno o frekvencijama i njihovoj jačini, povećava se i domet čitanja. Tako je za *Low Frequency* domet od samo 1 mm pa do 100 mm, dok *Ultrahigh Frequency* ima domet i do nekoliko desetaka metara s posebnim tehnologijama.

Sami princip rada, odnosno komunikacija između čitača i taga je vidljiva na slici 11. Čitač emitira energiju prema tagu koji odgovara kada istu primi. Nakon toga, čitač pretvara radio valove u nule i jedinice gdje onda ti binarni podaci dolaze do *middlewarea* radi filtracije. *Middleware* je računalni softver koji pruža usluge softverskim aplikacijama izvan onih dostupnih iz operacijskog sustava. Nakon filtracije i obrade, podaci se prosljeđuju aplikativnom softveru. Ti podaci mogu biti identifikacijski kodovi ili niz podataka koji je ranije pohranjen u mikročipu i koji korisniku ili računalu daju potrebne informacije, [30].



Slika 11. Princip rada RFID-a, [31]

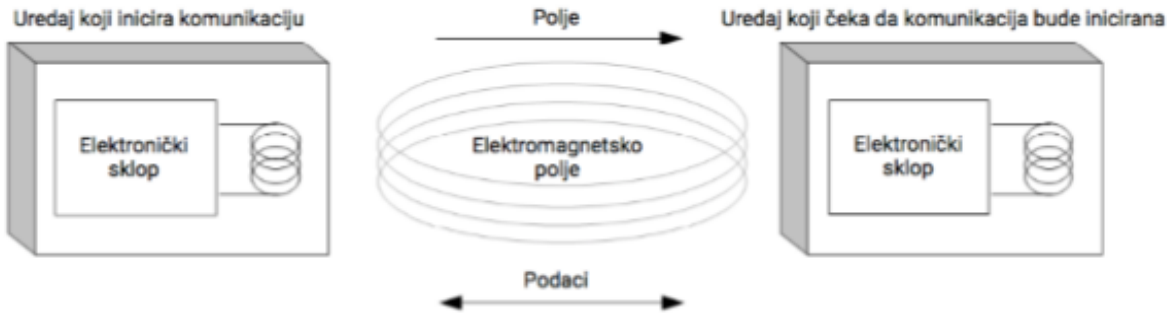
4.2 *Near Field Communication*

NFC je bežična tehnologija kratkog dometa koja se razvila na temelju dosadašnjih bežičnih tehnologija i mrežnih protokola. Glavni zadatak ove tehnologije je prijenos podataka između dva uređaja u kratkom dometu. NFC je osmišljen da korisnicima pruži brzo, sigurno i jednostavno uparivanje uređaja, beskontaktnu transakciju te pristup digitalnom sadržaju i raznim informacijama. Za razliku od RFID-a, NFC tehnologija se temelji na razmjeni informacija pri dodiru dva uređaja ili pri njihovoj neposrednoj blizini od najviše 10 cm. Upravo iz toga razloga je ova tehnologija jedna od najsigurnijih jer je gotovo nemoguće presresti podatke između uređaja koji obavljaju razmjenu informacija.

Svakim danom se ova tehnologija sve više koristi i napreduje i predviđa se da će u budućnosti imati široku primjenu. Niska cijena, jednostavno korištenje, mogućnost rada bez izvora energije, samo su od nekih prednosti koje ova tehnologija predstavlja. Beskontaktno plaćanje kreditnim karticama ili pametnim telefonima, otključavanje raznih uređaja kao što su automobili, brave i računala, razmjena vizitki i marketing su samo od nekih primjera za što se ova tehnologija koristi.

4.2.1 Princip rada

Princip rada NFC tehnologije je slična onoj koju koristi RFID tehnologija. Tako se i u ovome slučaju komunikacija obavlja pomoću dva uređaja, odnosno uređaja koji inicira komunikaciju i onoga koji čeka da komunikacija bude inicirana, tj. predajnika i prijamnika. Kako je predajnik uređaj koji inicira komunikaciju, za to mu je potreban izvor napajanja, dok je prijamnik pasivan i njemu nije potrebno napajanje. Prikaz komunikacije između predajnika i prijamnika je vidljiv na slici 12. Vidljivo je kako NFC koristi magnetsku indukciju koja se stvara između dvije antene uređaja. Između te dvije antene se stvara prethodno spomenuto polje kroz koje se mogu slati električni impulsi, odnosno podaci. NFC radi na frekvenciji od 13,56 MHz uz protok podataka od 424 kbit/s.



Slika 12. Komunikacija između dva NFC uređaja, [32]

Prijamnici su *read-only* tip čipova u koje su upisane informacije prilikom proizvodnje i koje mogu biti razni podaci kao što su cijene, podaci o određenim događajima ili znamenitostima, podaci o proizvodu ili osobi i razni drugi. Prijamnici mogu koristiti i dodatni sklop koji može biti spojen na Internet preko kojega je moguće i upravljati podacima koji se nalaze u njemu. Postoje dva načina rada NFC tehnologije, odnosno aktivna i pasivna komunikacija.

4.2.2 Aktivna komunikacija

Aktivna NFC komunikacija predstavlja dvosmjernu komunikaciju između dva NFC uređaja koji imaju vlastite izvore napajanja. Komunikacija se odvija tako da uređaj koji želi poslati poruku aktivira svoje magnetsko polje preko kojega se poruka šalje te ga deaktivira kada je potrebno primiti poruku. Aktivni uređaji se po arhitekturi dijele na tri tipa uređaja koji se ponajviše razlikuju po brzini prijenosa podataka, a to su:

- NFC-A
- NFC-B
- NFC-F.

NFC-A i NFC-B uređaji imaju brzinu prijenosa 106 kbit/s, dok NFC-C uređaji imaju brzinu prijenosa 212 kbit/s i ponajviše se koriste kod prijevoznih karata.

4.2.3 Pasivna komunikacija

Pasivna komunikacija se odvija između aktivnog i pasivnog uređaja tako da aktivni uređaj odašilje signal kroz svoje elektromagnetsko polje. Ako je pasivni uređaj u dometu, polje će inducirati napon u njegovoj zavojnici te će biti u stanju modulirati postojeće polje. Samim time daje znak aktivnom uređaju da je komunikacija ostvarena. Nakon toga aktivni uređaj provjerava koju vrstu komunikacije koristi pasivni uređaj te ovisno o vrsti šalje odgovarajuće zahtjeve za čitanjem memorije što mu pasivni omogućava nakon uspješne validacije. Pasivni uređaji mogu biti samo za čitanje, a neki imaju mogućnosti i za čitanje i pisanje, [30].

4.3 *Bluetooth*

Bluetooth je bežična tehnologija kratkog dometa koja omogućuje bežičnu podatkovnu komunikaciju između raznih digitalnih uređaja kao što su mobilni telefoni, računala, printeri, digitalni fotoaparati i razni drugi. Veza se uspostavlja putem radio valova u frekvencijskom pojasu od 2,4 GHz-a. Zbog korištenja radio valova, uređaji koji se povezuju ne moraju biti u optičkoj vidljivosti kao niti međusobno usmjeriti. Udaljenost do koje je moguće prenositi podatke pomoću ove tehnologije je 10 metara. Razlog tomu je što *Bluetooth* uređaji šalju vrlo slabe signale od oko 10 mW kako bi se izbjeglo ometanje drugih sustava. Ukoliko bi se riješio taj problem, udaljenost na kojoj bi se mogli prenositi podaci bi mogla biti puno veća.

Prednost kod ovoga načina je u tome što niti mala snaga ne zahtijeva vidljivost između uređaja. Prepreke kao što su zidovi ne mogu zaustaviti signal što je vrlo korisno u situacijama gdje je potrebno kontrolirati nekoliko uređaja u različitim sobama. *Bluetooth* se može istovremeno povezati do osam uređaja. Osim toga, *Bluetooth* ima velike brzine prijenosa podataka koje kod novijih verzija iznose čak do 24 Mbps.

Najveći problem kod ove tehnologije i njegovog sporog razvoja do prije nekoliko godina je bila potrošnja energije u uređajima koji su posjedovali ovu tehnologija. Upravo se iz toga razloga razvila tehnologija BLE (*Bluetooth Low Energy*) koja je riješila navedeni problem.

4.3.1 *Bluetooth Low Energy*

BLE je bežični protokol koji uz pomoć radiovalova omogućuje komunikaciju između dva ili više uređaja i nastao je u 2010. godini. Ovaj protokol ustvari predstavlja 4.0 verziju *Bluetootha* iako je u početku zamišljen kao komplementarni protokol. Kako je već i navedeno, ova tehnologija je uspjela riješiti najveći problem kojega je posjedovala ova tehnologija, odnosno smanjiti potrošnju energije u uređajima koji ga koriste. Osim toga, čipovi koji se koriste su puno jeftiniji i manji što daje puno veće mogućnosti za ugradnju u razne elektroničke uređaje što dodatno doprinosi kvaliteti razmjene informacija putem ove tehnologije.

Kako je potrošnja energije kod ove tehnologije znatno smanjena, to je rezultiralo većim brojem paralelnih konekcija što je teorijski beskonačno kod korištenja ove verzije što predstavlja veliku prednost u odnosu na ostale tehnologije koje se koriste za razmjenu informacija. Iako je ova tehnologija donijela niz prednosti, domet protokola u praksi je isti kao i kod *Bluetooth* tehnologije, odnosno 10 metara. U teoriji, domet iznosi čak do 100 metara u idealnim uvjetima, ali zbog radio komunikacije i slabije baterija taj domet je znatno smanjen, odnosno isti kao i kod prijašnjih verzija i koristi isti frekvencijski pojas.

BLE ima široku primjenu i koristi se u raznim područjima i granama ljudske svakodnevice. Kako je već i navedeno, ponajviše se koristi za razmjenu za podataka, ali i niz drugih zadataka kao što je detektiranje lokacije drugog uređaja, upravljanje tipkovnicama, miševima i daljinskim uređajima, omogućava praćenje brzine i ritma hoda ili biciklističke vožnje. Osim ove namjene, BLE tehnologija ima i veliku primjenu u praćenju stanja i mjerenju određenih vrijednosti o korisniku koji koristi navedenu tehnologiju. Tako se koristi za mjerenje krvnog tlaka, otkucaja srca ili mjerenje glukoze kod pacijenta. U svrhu lociranja i informiranja mogu se koristiti *Beacon* uređaji koji pružaju gotovo identične funkcionalnosti, [32].

4.3.2 *Beacon* tehnologija

Beacon tehnologija omogućava interakciju s korisnicima u realnom vremenu identificirajući njihove želje i navike te im pružaju točnu i pravovremenu informaciju. Ova tehnologija koristi *Beacon* uređaje koji se napajaju baterijom i preko BLE tehnologije emitiraju signale. Kao i *Bluetooth* uređaji, *Beacon* uređaji su jeftini i imaju malu potrošnju energije što omogućuje njihovu široku primjenu.

Neki od najvažnijih i najboljih primjera primjene je u bolnicama gdje se koriste za razmjenu raznih podataka o pacijentu. Ova tehnologija se može primijeniti tako da liječnik na prijenosni tablet ili neki drugi uređaj dobiva podatke o pacijentu, kao što je povijest bolesti ili trenutna dijagnoza, kada se približi njegovoj sobi ili krevetu. Osim ovoga primjera, ova tehnologija se može koristiti u trgovinama gdje bi kupci dobivali informacije o proizvodima na popustu u blizini ili neke druge informacije, ovisno o tome koje su potrebne u danom trenutku.

Ovi uređaji se mogu koristiti i kao zamjena za NFC tehnologiju kao sustav beskontaktnog plaćanja na sličan način koji koristi i NFC tehnologija. Ovo su samo neki od primjera primjene ove tehnologije kojih ima mnogo, a dodatna prednost je i u tome što se Beacon uređaji mogu konfigurirati u raznim segmentima što rezultira sve većom uporabom navedene tehnologije, [33].

4.4 *Wireless Sensor Network*

Bežične senzorske mreže su prostorno raspoređeni autonomni senzori za praćenje fizičkih ili okolišnih uvjeta kao što je tlak, temperatura ili zvuk. Osim toga, ova tehnologija ima i mogućnosti slanja podataka kroz mrežu na druge lokacije. Suvremene mreže su dvosmjerne i imaju mogućnosti kontrole aktivnosti senzora. Kako je velika većina tehnologija prvenstveno razvijana u vojne svrhe tako je i ova bila motivirana vojnim aplikacijama kao što je nadzor bojnog polja. U današnje vrijeme, ova tehnologija ima sve veću primjenu, pogotovo u industrijskim aplikacijama za praćenje i kontroliranje industrijskog procesa, nadzor stanja procesa i sl.

WSN je građen od „čvorova“ kojih može biti nekoliko pa sve do nekoliko stotina ili čak i tisuća. Svaki od tih čvorova je povezan na jedan ili više senzora koji se sastoji od baterije, radio primopredajnika s antenom, mikrokontrolera i sklop koji služi za povezivanje sa senzorima. Veličina čvorova može varirati, zavisno od veličine i namjene, pa tako može biti mikroskopski mala, ali može i biti veličine manje kutije. Zbog same veličine, ali i drugih resursa, ova tehnologija ima odgovarajuća ograničenja kao što su energija, memorija, propusnost komunikacije ili brzina računanja. Velika prednost je u tome što se resursi mogu korigirati ovisno o primjeni i namjeni ove tehnologije pa se tako za izvor energije mogu koristiti baterije, mehanički izvor napajanja ili čak i solarno napajanje.

Kao i što je već navedeno, WSN se koristi za područja u kojima je potrebno pratiti određene veličine. Tako se ova tehnologija koristi za razne namjene, a neke od najvažnijih i najrasprostranjenijih primjena je daljinsko praćenje koje se može primijeniti u raznim tehnologijama i područjima primjene. Možda i najvažniju primjenu ima u području praćenja zdravstvene zaštite. Senzorske mreže koje se koriste u medicinske svrhe mogu biti više vrsta, odnosno ugrađene, nosive ili ugrađene u okoliš. Tako ti uređaji mogu biti umetnuti u ljudsko tijelo ili se mogu koristiti na površini tijela ili u neposrednoj blizini korisnika. Neke od primjena koji se koriste za ovu svrhu su mjerenje položaja tijela, smještaj osoba pa i cjelokupno praćenje bolesnih pacijenata u ustanovama u kojima se nalaze. Osim toga, ova tehnologija može prikupljati i informacije kao što je trenutno stanje korisnika ili potrošnja energije, [34].

5. Simulacija sustava prikupljanja i obrade podataka

Za potrebe izrade simulacije koristio se programski jezik Matlab. Matlab je jezik visoke razine koji se koristi za matrično i numeričko računanje te programiranje i vizualizaciju. Pomoću njega je moguće analizirati razne podatke, izraditi algoritme, modele i aplikacije. Velika prednost ovog jezika je što omogućuje brži rad zbog alata i matematičkih funkcija nego tradicionalni programski jezici kao što je Java ili C++. Osim toga, Matlab se može koristiti i za obradu signala i komunikacije, ispitivanja, mjerenja i niz drugih funkcija koje posjeduje, [35].

Sama simulacija je podijeljena na dva dijela. Prvi dio predstavlja primanje podataka s različitih senzora i naziva se DataCreator.m. Drugi dio se naziva HealthCenter.m i predstavlja aplikaciju koja se bavi prijemom i obradom podataka. Prvo će biti opisana skripta koja je vezana za DataCreator, a potom i za HealthCenter.

5.1 DataCreator

Na samom početku su inicijalizirane vrijednosti za neke podatke. Primjerice, broj koraka je postavljen na 0, a koordinate odgovaraju Trgu Bana Jelačića. Početna temperatura je određena slučajnom vrijednošću uz normalnu razdiobu u kojoj najvjerojatnije temperature zauzimaju najveće područje u odabiru. Nadmorska visina (*altitude*) Zagreba iznosi 158 m. Napravljena je beskonačna petlja koja služi za stalno obnavljanje podataka.

```
TableHealthCenter = readtable('HealthCenter.csv');
[nr nc] = size(TableHealthCenter);
```

Prikazani kod učitava tablica iz .csv datoteke „HealthCenter“ u lokalnu tablicu „TableHealthCenter“. Druga naredba uzima dimenzije tablice iz koje je potrebno odrediti broj redaka, odnosno broj korisnika za koju će pristizati podatci (važno je to raditi dinamički zato što aplikacija može dodavati i brisati korisnike pa će se broj redaka povećavati/smanjivati). Nova vrijednost temperature određuje se jednolikom razdiobom pa je jednaka mogućnost da se temperatura mijenja za ±0.1°C ili se ne promijeni. Atmosferski tlak, iako treba doći s barometra, proračunava se na sljedeći način, [36]:

$$P = P_0 \left(1 - \frac{0{,}0065h}{T + 0{,}0065h + 273.15}\right)^{5{,}257} \tag{1}$$

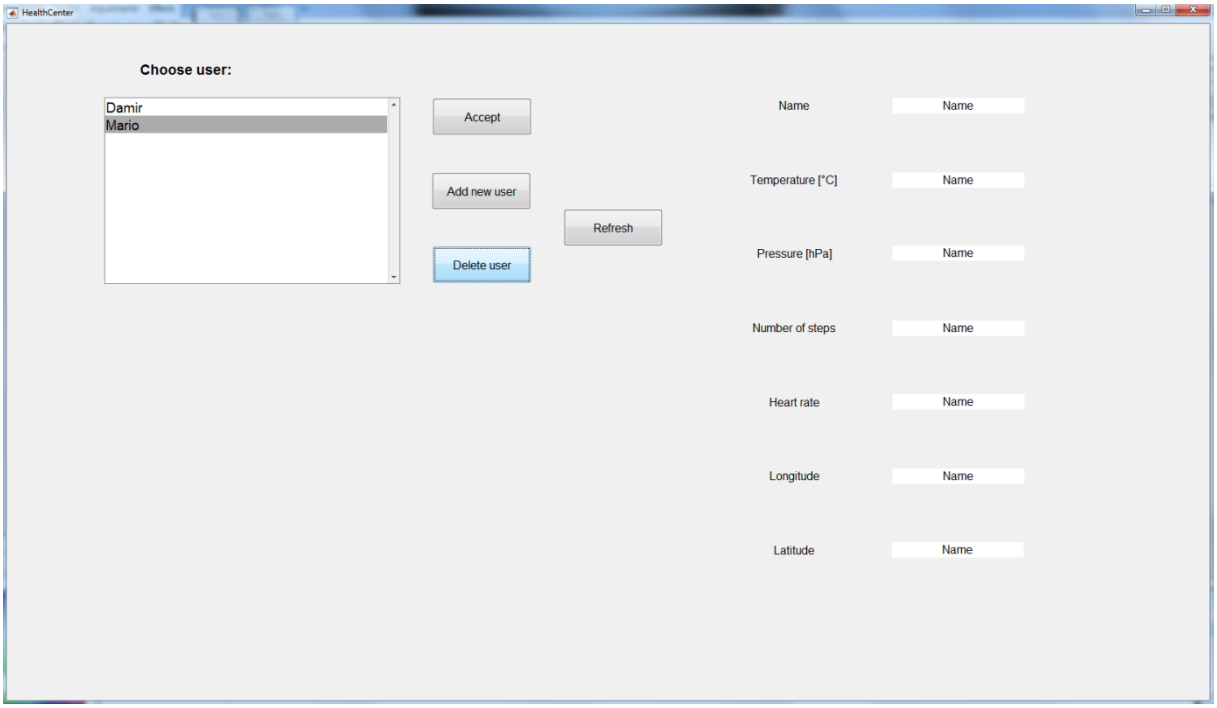
Temperatura je ovdje u Celsiusima pa se naknadno dodaje 273,15 da se dobiju Kelvini.

Broj koraka obnavlja se jednostranom normalnom razdiobom (nije moguće oduzimati broj koraka). Broj otkucaja srca, promjena visine i GPS se također određuju pomoću jednolike razdiobe za svakog korisnika. Podaci se zapisuju u .csv datoteku nakon svakih pet sekundi jer je određeno da se u tome vremenskom periodu obnavlja baza podataka:

```
writetable(TableHealthCenter,'HealthCenter.csv');
pause(5)
```

5.2 HealthCenter

HealthCenter GUI sastoji se od dvije komponente: .fig (u kojem je grafičko oblikovanje aplikacije) i .m datoteke (u kojemu se nalaze pozivi funkcija za pojedine grafičke elemente). Naredbom *guide* otvara se prozor u kojem je moguće stvoriti novi GUI i obraditi prethodno stvorene GUI.



Slika 13. Početni zaslon aplikacije

Kao što je vidljivo na slici, aplikacija se sastoji od liste korisnika, četiri korisničkih gumbova te sedam područja za ispisivanje teksta. Svaki objekt ima svoja svojstva i oznake koje je moguće mijenjati na licu mjesta programskim putem. U ovom je slučaju sve napravljeno programskim putem. Postoje četiri vrste funkcija:

- OpeningFcn: kod se izvršava pri otvaranju objekta (aplikacije)
- OutputFcn: izlaz koda
- Callback: rad nastao u interakciji s korisnikom
- CloseRequestFcn: dio koda koji se izvršava nakon što se stisnuo gumb za zatvaranje.

Kod koji se pokreće paljenjem aplikacije je sljedeći:

```
function HealthCenter_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin command line arguments to HealthCenter (see VARARGIN)

% Choose default command line output for HealthCenter
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
set(gcf, 'units','normalized','outerposition',[0 0 1 1]);

TableHealthCenter = readtable('HealthCenter.csv');
names = TableHealthCenter.Name;
set(handles.listbox1,'string',names);
```

Jedan od najvažnijih dijelova koda su *CallBack* funkcije. Prvo će biti riječi o pozivu objekta liste (`listbox1_Callback`). Korisnički kod je sljedeći:

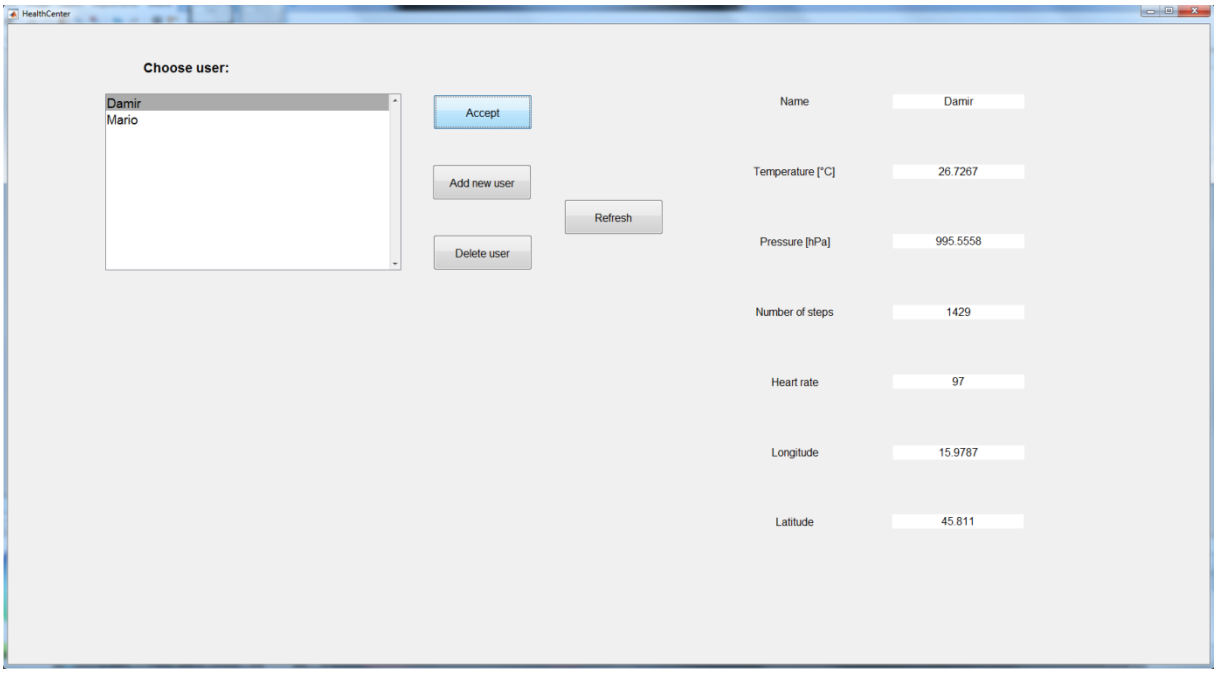
```
IndexSelected = get(hObject,'Value');
setappdata(0,'IndexSelected',IndexSelected);
```

Prva linija sprema vrijednost indeksa odabranog imena u varijablu *IndexSelected*. Primjerice, ako je odabran Damir, spremit će se indeks nula. Taj će indeks govoriti čije podatke treba prenositi. Drugi redak se odnosi na postavljanje varijable da bude vidljiva svima pomoću *setappdata*. Argumenti su joj 0 (nije potrebno ništa drugo zapisati), naziv varijable u koju će se spremiti te varijabla koja će ići na spremanje.

Klikom na gumb „Accept“ prihvaća se novo odabrani korisnik (primjerice Mario) (`pushbutton1_Callback`). Treba napomenuti da se ovaj poziv odvija u beskonačnoj petlji u kojem program neprestano potražuje nove podatke iz tablice:

```
IndexSelected = getappdata(0,'IndexSelected');
TableHealthCenter = readtable('HealthCenter.csv');
```

U ovom dijelu koda preuzimaju se vrijednosti i učitava tablica. Vrijednosti se preuzimaju s *getappdata* na sličan način kako je opisan za *setappdata* i koja je prethodno postavljena sa *setappdata* (drugi argument te funkcije je naziv koji se preuzima). Prvi red koda se odnosi na prije spomenuti *IndexSelected*, a drugi redak na učitavanje tablice.



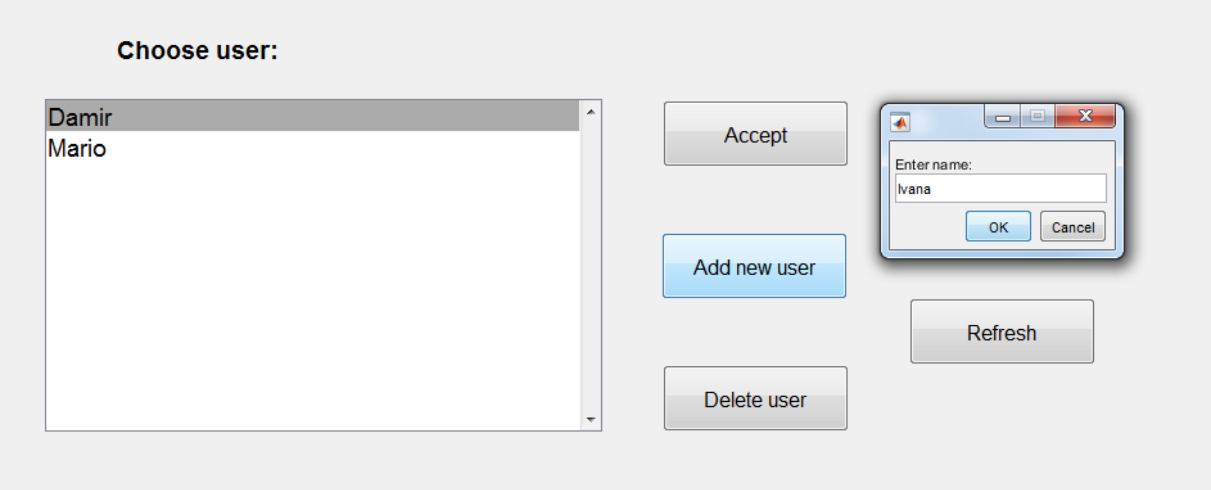
Slika 14. Prikaz aplikacije nakon učitane tablice

Nakon što je tablica učitana, potrebno je namjestiti vrijednosti u statička polja s tekstom, a kod pomoću kojega je to omogućeno je dat u nastavku:

```
set(handles.text12,'string',TableHealthCenter.Name{IndexSelected});

set(handles.text13,'string',num2str(TableHealthCenter.Temperature(IndexSele
cted)));

set(handles.text14,'string',num2str(TableHealthCenter.Pressure(IndexSelecte
d)));

set(handles.text15,'string',num2str(TableHealthCenter.NumberOfSteps(IndexSe
lected)));

set(handles.text16,'string',num2str(TableHealthCenter.HeartRate(IndexSelect
ed)));

set(handles.text17,'string',num2str(TableHealthCenter.Longitude(IndexSelect
ed)));

set(handles.text18,'string',num2str(TableHealthCenter.Latitude(IndexSelecte
d)));
```

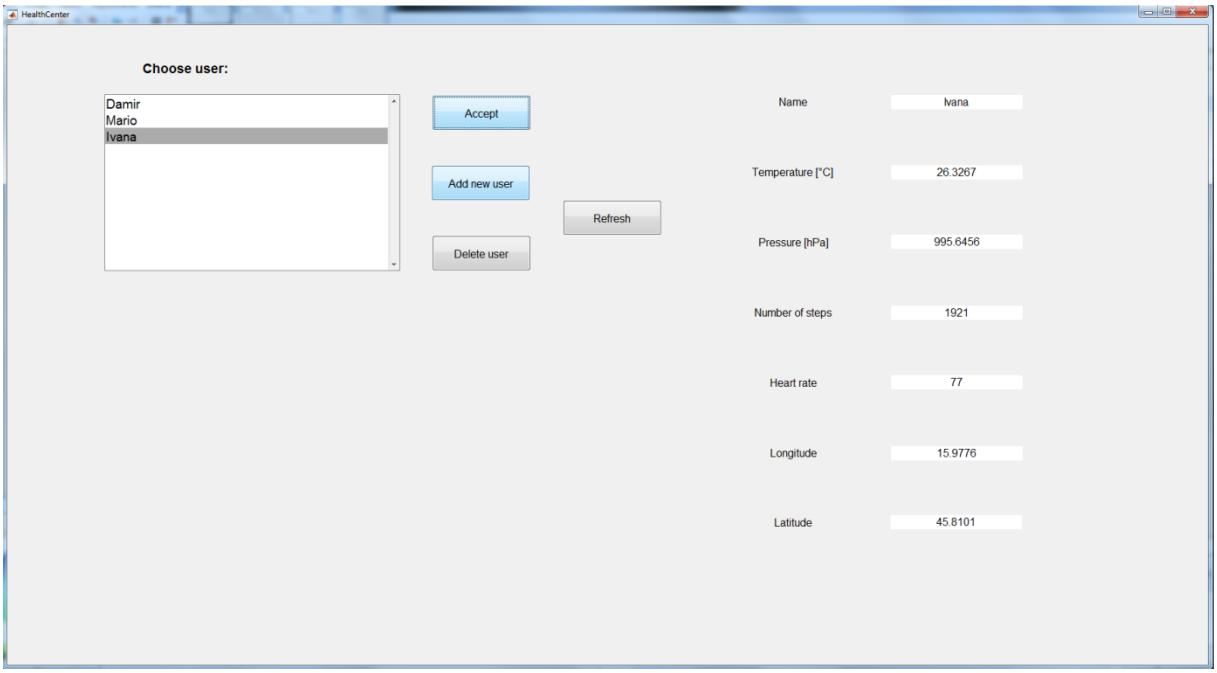
Vrijednosti *static* teksta mora biti *string*, stoga je ispred svih, osim prvoga, potrebno staviti „num2str“ koja numeričke vrijednosti pretvara u *string*. U prvom slučaju se ne radi o numeričkim vrijednostima, već o tekstu. Taj tekst, kada se učita iz tablice, tipa je ćelije te je potrebno drugačije pristupiti tekstu. To se radi tako da, umjesto da se stave obične () zagrade, potrebno je staviti vitičaste {} zagrade te u njih upisati indeks (*IndexSelected*).

Navedena aplikacija ima i mogućnosti dodavanja novoga korisnika pomoću gumba „Add new user“ gdje se otvara prozor za unos imena korisnika što je vidljivo na slici 15.



Slika 15. Dodavanje novog korisnika

U „NewUser“ će biti spremljeno što je napisano u prozoru, u ovome slučaju je to ime „Ivana“. Otvara se prije spomenuta tablica te se dodaje novi korisnik na posljednje mjesto sa svojim ID, imenom i ostalim vrijednostima senzora koji su inicijalizirani na nulu. Zatim se te vrijednosti zapisuju u .csv datoteku. Nakon toga, lista se osvježava kao što je vidljivo na slici 16.



Slika 16. Prikaz novog korisnika

Navedena funkcionalnost dodavanja novog korisnika je omogućena sljedećim dijelom koda:

```
if ~isempty(prompt)
 NewUser = inputdlg(prompt);
 TableHealthCenter = readtable('HealthCenter.csv')
 PatientID = length(TableHealthCenter.PatientID)+1;
 NewRow = {PatientID NewUser{1} 0 0 0 0 0 0};
 TableHealthCenter = [TableHealthCenter; NewRow];

writetable(TableHealthCenter,'HealthCenter.csv','WriteVariableNames',true);
 names = TableHealthCenter.Name;
 set(handles.listbox1,'string',names);
end
```

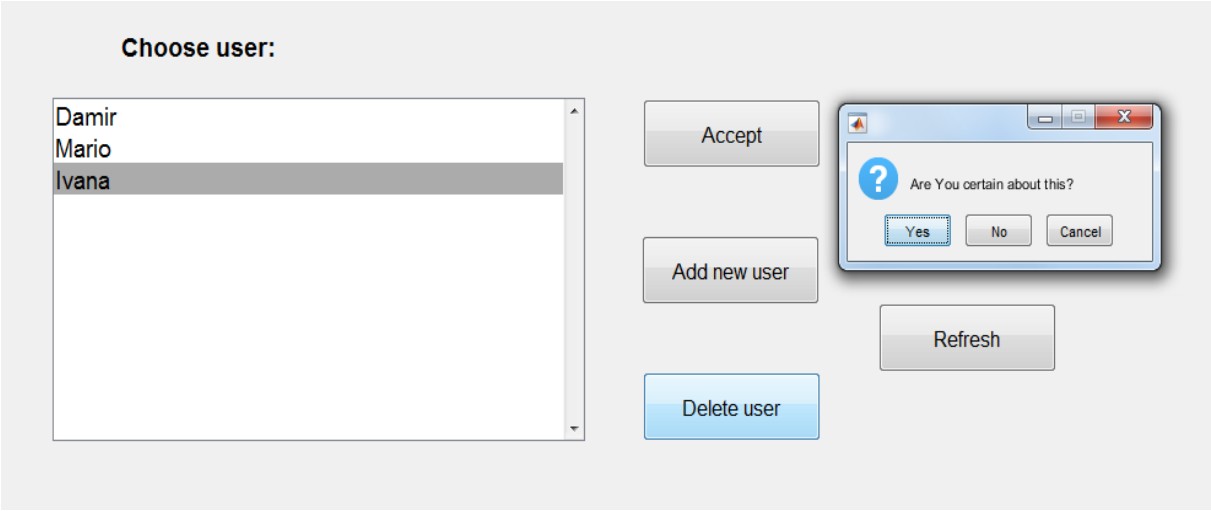
Osim funkcije dodavanja novoga korisnika, ova funkcija ima mogućnosti i brisanja istih. To je omogućeno pritiskom na tipku „Delete user“, nakon čega se događa sljedeće:

```
IndexSelected = getappdata(0,'IndexSelected');
qstring = 'Are You certain about this?';
button = questdlg(qstring);
```

Najprije se preuzima vrijednost indeksa označenog imena na listi, a zatim se otvara malo drugačiji prozor nego kada se dodaje novi korisnik. U slučaju su ponuđena tri gumba za stisnuti, odnosno „Yes“, „No“ i „Cancel“. U slučaju da je odabran gumb „Yes“ izvršava se sljedeći dio koda:

```
if button == 'Yes'
 TableHealthCenter = readtable('HealthCenter.csv');
 TableHealthCenter(IndexSelected,:)=[];
 TableHealthCenter.PatientID(IndexSelected:end)=
TableHealthCenter.PatientID(IndexSelected:end)-1;

writetable(TableHealthCenter,'HealthCenter.csv','WriteVariableNames',true);
 names = TableHealthCenter.Name;
 set(handles.listbox1,'string',names);
end
```

Nakon što se pročita tablica, izbriše se redak u tablici (na način kako je napravljeno u trećem retku koda) te se identifikacijski broj korisnika koji slijede nakon izbrisanog korisnika smanjuje za 1. Vrijednosti se upisuju u tablicu te se osvježava lista, a prikaz mogućnosti brisanja korisnika je vidljiv na slici 17.



Slika 17. Brisanje korisnika

Posljednji gumb koji se koristi jest gumb „Refresh“ (`pushbutton5_Callback`). Navedena funkcija samo osvježava listu, a to je omogućeno sljedećim dijelom koda:

```
TableHealthCenter = readtable('HealthCenter.csv');
names = TableHealthCenter.Name;
set(handles.listbox1,'string',names);
```

Ono što bi se moglo unaprijediti u prikazanoj simulaciji prikupljanja i obrade podataka o korisnicima je dodavanje log-a u kojem bi se mogla zapisivati alarmantna stanja korisnika te upozoravati osobe ili ustanove kako bi se na vrijeme moglo reagirati i pružiti adekvatnu pomoć ako je potrebna. Također, budući da je za prikaz simulacije potrebno korištenje dvaju Matlaba što povećava kompleksnost, optimalno rješenje bilo bi da je *DataCreator* skripta napisana u nekom drugom programskom jeziku (Python, C) pomoću kojeg bi bila olakšana simulacija cijelog sustava.

6. Prijedlog rješenja sustava za poboljšanje kvalitete života korisnika

LBS i IoT su koncepti koji se već danas uvelike koriste, iako ih ljudi možda nisu svjesni. Oba koncepta imaju velike mogućnosti koji će tek doći do izražaja u sljedećih nekoliko godina. Glavni zadatak im je prikupiti što veći i točniji broj informacija o korisnicima i nakon obrade ih izvijestiti o rezultatima i po mogućnosti dati daljnje smjernice na koji način bi trebali postupati u pojedinim situacijama. Osim toga, ovi koncepti donose i niz prednosti koji iz dana u dan sve više rastu. Tako su i te koncepte prepoznale uspješne industrije koje ne mogu zamisliti svoju proizvodnju bez njih, pogotovo IoT koji ima širu primjenu za razliku od LBS-a.

Samo funkcioniranje ovih tehnologija je zamršeno i kompleksno iz različitih razloga. Sam razvitak istih toliko napreduje da jednostavno nije moguće pratiti inženjerima razvoj sustava i nailaze na razne poteškoće i probleme s kojima se susreću. Jedan od njih je i razvoj uređaja i mreže koja može odgovoriti na zahtjeve koje ove tehnologije pred njih postavljaju. U prethodnom dijelu rada je prikazana simulacija koja kombinira navedena dva koncepta i koja služi kako bi se prikupilo što više podataka o korisniku kako bi se ti podaci mogli obraditi i tako shvatiti ponašanje i potrebe korisnika kako bi se mogla unaprijediti sama kvaliteta života istoga.

Kako je potrebno toliku količinu informacija prikupiti, obraditi i spremiti na određeno mjesto, tako su potrebni i određeni sustavi i tehnologije koje to omogućuju. Osim toga, ti sustavi trebaju biti međusobno interoperabilni kako ne bi dolazilo do raznih poteškoća pri obavljanju zadataka s kojima se susreću. U nastavku ovoga rada će biti opisani sustavi koji bi se koristili i objasnit će se princip rada na kojemu bi se zasnivalo navedeno rješenje, odnosno opisat će se arhitektura samog sustava.

6.1 Arhitektura sustava

Navedenu arhitekturu sustava moguće je raščlaniti na dio koji se odnosi na hardver (korišteni senzori i komunikacija) i na softver (prijenos, spremanje i obrada podataka). Budući da su u prethodnim poglavljima opisani senzori u detalje, ovdje će biti opisano samo njihovo međudjelovanje, dok će veći naglasak biti na opisivanju softverskog dijela sustava.

Prikaz arhitekture predloženog sustava je vidljiv na slici 18. Centralni dio sustava predstavlja računalstvo u oblaku pomoću kojega je omogućeno spremanje i obrada svih podataka o korisniku i u njemu bi se nalazila baza podataka i server. Odabran je zato što je trenutno najbolja tehnologija koja može odgovoriti zahtjevima predloženog sustava jer predstavlja skup računalnih resursa koji su lako dostupni. Ti resursi mogu biti razni, a jedni od njih su i prethodno navedeni koji će se koristiti ovome sustavu i koji su vidljivi na slici.

Osim toga, velika prednost ove tehnologije je i ta što korisniku nije potrebna infrastruktura sustava, nego ih oni samo iznajmljuju. Sama komunikacija u ovakvoj arhitekturi sustava je vrlo jednostavna i obavlja se pomoću raznih tehnologija koji su ranije opisani u ovome radu, kao i način na koji razmjenjuju podatke s korisnikom. Glavna ideja ovoga sustava je prikupljanje informacija pomoću raznih senzora, obrada istih i nakon toga komunikacija s korisnikom ili više njih, ovisno o rezultatima obrade.

Slika 18. Arhitektura predloženog sustava

6.1.1 Baza podataka

Baza podataka je organizirana zbirka podataka pohranjenih u računalu na sustavan način tako da joj se računalni program može obratiti prilikom odgovaranja na problem. Svaki se zapis za bolji povratak i razvrstavanje obično prepoznaje kao skup elemenata (činjenica) podataka. Predmeti vraćeni u odgovoru na upitnike postaju informacije koje se mogu koristiti za stvaranje odluka koje bi inače mogle biti mnogo teže ili nemoguće za stvaranje.

Modeli baze podataka (modeli podataka) načini su na koje je shema organizirana. Najraširenij model koji se koristi jest odnosni (relacijski) model koji prikazuje sve informacije u obliku mnogostrukih odnosnih tablica od kojih se svaka sastoji od redova i stupaca kao matematičkih elemenata i koji bi se koristio i u ovome sustavu. Ovaj model prikazuje odnose uporabom vrijednosti koje su zajedničke za više od jedne tablice. Mnogostruke tablice (za razliku od nekih drugih vrsta modela) sadrže ključeve za slaganje redova podataka u različitim tablicama. Ključ je samo jedan ili više stupaca u jednoj tablici koja odgovara stupcima u drugoj tablici. Svaki stupac može biti ključ ili se mnogostruki stupci mogu grupirati zajedno u pojedinačan ključ.

Korisnici (ili programi) potražuju podatke iz odnosne baze podataka slanjem upitnika koji je napisan u posebnom jeziku, obično pomoću SQL-a. SQL (*Structured Query Language*) je najpopularniji računalni jezik za izradu, traženje, ažuriranje i brisanje podataka iz odnosnih baza podataka. Iako je SQL izvorno namijenjen za krajnje korisnike, mnogo je uobičajenije za SQL upitnike da se ugrađuju u softver koji omogućuje jednostavnije korisničko sučelje. Baza podataka u odgovoru na upitnik vraća skup rezultata koji je samo popis redova koji sadrže

odgovore. Najjednostavniji upitnik je samo vraćanje svih redova iz tablice, ali se mnogo češće redovi filtriraju na određeni način da povrate samo traženi odgovor. Često se podaci iz mnogostrukih tablica spajaju u jednu, tj. provodi se spajanje. To se radi koncepcijski uzimanjem svih mogućih kombinacija redova te zatim filtriranjem svega osim odgovora. U praksi sustavi upravljanja odnosnim bazama podataka prepisuju (optimiziraju) upitnike da se izvode brže, uporabom različitih tehnika, [37].

6.1.2 Poslužitelj

Poslužitelj (server) računalo je ili softver koje prima i distribuira podatke na višestruke klijente, ovisno od samih zahtjeva klijenata. Takav sustav naziva se model klijent-poslužitelj. Poslužitelji se po namjeni mogu podijeliti na web- servere, datotečne (file) servere, poslužitelje e-pošte, poslužitelje za detektiranje štetnog softvera, posredničke servere (proxy), itd. Jedan poslužitelj može posluživati više klijenata, a jedan klijent može se spojiti na više poslužitelja.

Poslužitelji su obično računala koja služi da dijeljenje sadržaja te izgradnju internetskih stranica. Poslužitelji su otvoreni preko domene (internetske adrese) ili IP (*Internet Protocol*) adrese bilo tko može putem računala pristupiti nekom poslužitelju, stranici ili preuzeti sadržaj s istih. Postoje različite veličine servera: to može biti jedno računalo , a može biti i cijela prostorija puna računala.

6.2 Prednosti predloženog sustava

Tijekom ovoga rada je već nekoliko puta spomenuto koje su to prednosti LBS-a i IoT-a i što ova dva koncepta donose korisnicima. Njihov spoj bi samo dodatno unaprijedio navedene mogućnosti što bi bilo od iznimne važnosti za korisnike. Kako danas informacija predstavlja jedan od najvažnijih segmenata ljudske svakodnevice tako ovaj sustav ima veliki značaj iz razloga što je upravo informacija jedna od najbitnijih stavki predloženog sustava za njegovo funkcioniranje. Da bi se te informacije mogle prikupiti, potrebno je koristiti razne tehnologije koje bi odgovarale za prikupljanje podataka.

Ovaj sustav je zamišljen na način da je vrlo jednostavno dodati nove senzore što povećava fleksibilnost sustava. Osim toga, vrlo je jednostavno i dodavanje novih korisnika. Samim time, korisnici bi imali mogućnosti prilagođavati sebi sustav i određivati koje informacije su potrebne za prikupljanje. Tako se korisnici mogu opredijeliti za informacije iz raznih segmenata života jer netko želi svaki dan pratiti ishranu i potrošnju kalorija, netko tko ima zdravstvenih problema će pomoću ovoga sustava pratiti određene parametre koji su mu bitni kako bi ostao zdrav ili kako se ne bi doveo u životnu opasnost, netko može pratiti informacije s poslovnog aspekta, a netko može objediniti sve navedene mogućnosti ili koristiti za nešto drugo.

U novije vrijeme s razvojem tehnologija postaju sve dostupniji i jeftiniji uređaji koji su potrebni za funkcioniranje sustava, a to je od iznimne važnosti kako bi ovaj sustav brzo napredovao i kako bi iskoristio svoj puni potencijal. Nadalje, ti uređaji postaju sve manji i fleksibilniji što je od iznimne važnosti kako bi ih korisnici prihvatili.

Velika prednost kombiniranja ova dva rješenja je u tome što se praktički svugdje može koristiti navedeni sustav. Koncept *Smart House*-a, odnosno Pametnog doma sve više napreduje i uskoro će velika većina imati barem jedan uređaj za kojega se može reći da je „pametan“. Naravno, da bi se neki dom mogao zvati pametnim, potrebno je nekoliko takvih uređaja koji bi to omogućavali. Pomoću ovoga koncepta bi se prikupljali podaci o korisnicima koji se nalaze unutar istoga, dok bi se pomoću mogućnosti LBS-a mogli pratiti i prikupljati podaci ukoliko se korisnik nalazi negdje vani, pogotovo kada se radi o područjima koji nisu naseljeni i u kojima nema tehnologije.

Dodatna mogućnost ovoga sustava bi bilo informiranje drugih korisnika o trenutnom stanju pojedinca ukoliko se pokaže potreba za tim. Ukoliko korisnik ima zdravstvenih problema, sustav bi mogao biti povezan s određenom ustanovom ili liječnikom i razmjenjivati informacije s njima, kako bi u svakom trenutku osobe koje su zadužene za praćenje toga korisnika, imale uvid u stanje istoga. Samim time, točno bi znali kakvu je dijagnozu potrebno pripisati ili na koji način tretirati toga korisnika. Osim toga, sustav bi mogao obavijestiti nadležne službe, kao što je hitna pomoć, ukoliko se nešto dogodi s korisnikom. To bi ubrzalo reakciju jer bi znali gdje se incident dogodio i ukoliko bi korisnik imao određene senzore u svome tijelu ili na sebi, čak mogli i točno znati o čemu se radi i na taj način se pripremiti na vrijeme što uvelike povećava mogućnost spašavanja života korisnika ukoliko se radi o težim slučajevima.

Osim mogućnosti bržeg i efikasnijeg djelovanja nadležnih službi, ovaj sustav bi imao i mogućnosti upozoravanja korisnika o određenim radnjama kada se pokaže potreba za tim. Navedena mogućnost bi se koristila ukoliko sustav detektira anomalije u korisnikovom tijelu kao što je povećanje pulsa ili tlaka. U tim slučajevima, sustav bi davao prijedloge ili smjernice što bi korisnik trebao učiniti na temelju informacija koje je prikupio. Ukoliko bi se dogodilo naglo povećanje tlaka, sustav bi mogao obavijestiti korisnika da popije određenu tabletu ili na temelju prijašnjih slučajeva i prikupljenih informacija sugerirati mu što da napravi. Ukoliko je korisnik taj dan konzumirao prehranu koja bi mogla utjecati na povećanje tlaka, sustav bi mu predložio namirnice koje bi bilo poželjno sljedeće konzumirati kako mu se stanje ne bi pogoršalo. Na sličan način sustav bi funkcionirao u slučaju naglog povećanja pulsa. Ukoliko bi sustav na temelju prikupljenih informacija zaključio da se korisnik trenutno ne bavi fizičkim aktivnostima kao što je trčanje, vožnja biciklom ili vježbanje što bi moglo rezultirati povećanju pulsa, sugerirao bi mu što bi bilo poželjno učiniti sljedeće kako bi mu se puls smanjio.

Kako se može zaključiti iz prethodnog dijela teksta, ovaj sustav ima velike mogućnosti i prednosti koje bi uvelike mogli povećati kvalitetu života korisnika koji bi koristio ovaj sustav. Sam domet ovoga sustava i tehnologija je teško pretpostaviti, ali je sigurno kako će se sve više razvijati i napredovati i predstavljat će veliku ulogu u ljudskoj svakodnevici.

Sukladno svemu navedenome, ovaj sustav je široko primjenjiv na različite vrste korisnika koji mogu biti sportaši, rekreativci, poslovni ljudi, ljudi koji imaju zdravstvenih problema, starije i nemoćne osobe, osobe s raznim poteškoćama, djeca i mnogi drugi. Kao i što je opisano, teško je pronaći određenu skupinu ljudi kojima bi bilo potrebno ili nužno koristiti navedeni sustav zato što svatko može naći određenu primjenu i razlog za korištenje, pogotovo iz razloga što su moguće brojne modifikacije i dodaci pomoću kojih se samo može poboljšati funkcionalnost sustava.

7. Zaključak

LBS i IoT su tehnologije budućnosti koje se u novije vrijeme sve više koriste i razvijaju. Svaka od njih donosi svoje prednosti i mogućnosti koje na razne načine pomažu korisnicima u njihovoj svakodnevici. LBS je tehnologija koja se ponajviše koristi za određivanje lokacije korisnika, ali i davanje raznih informacija na temelju lokacije na kojoj se korisnik neke aplikacije nalazi. IoT je noviji koncept i ima široku primjenu u raznim područjima i njegove mogućnosti tek treba otkriti. Ono što je za sada poznato je to da će IoT uskoro postati jedna od najvažnijih tehnologija koja će sa sobom donijeti niz prednosti i pogodnosti za korisnika kako bi unaprijedio kvalitetu svoga života.

S obzirom na sve prednosti koje donose, kombinacijom ove dvije tehnologije u jedan sustav, omogućilo bi svakom korisniku spajanje raznih aspekata svakodnevice u jedno. Predloženi sustav u ovome radu bi imao mogućnosti prikupljanja informacija o korisniku i njegovom okruženju, obradi tih informacija i informiranju korisnika o radnjama koje bi trebao ili bi bilo poželjno učiniti. Za ovaj sustav korisnik ne bi trebao izdvajati puno vremena i truda jer se oba koncepta zasnivaju na tehnologijama i sustavima koji imaju mogućnosti samostalnog prikupljanja, obrade i razmjene tih informacija. Kako bi se koristila oba koncepta, sustav bi prikupljao informacije o korisniku, bilo da se nalazi na mjestu koje okruženo tehnologijama ili pak u nekom mjestu gdje istih nema.

S razvojem tehnologije, razvijaju se i sustavi i uređaji koji su sve više u uporabi i koji se koriste za razne svrhe. Samim time što ih je svakim danom sve više, cijena im se smanjuje pa postaju sve dostupniji korisnicima. Osim toga, sustavi i uređaji postaju dimenzijama sve manji pa se iz toga razloga mogu koristiti na raznim mjestima, kao što su razni senzori koje se već sada može ugraditi u ljudsku kožu ili odjeću i na taj način pratiti razne karakteristike. Velika prednost ovog sustava bilo bi informiranje ustanova ili hitne pomoći ukoliko se pokaže potreba za tim. Samim time, poboljšala bi se efikasnost liječenja, ali i povećao bi se broj spašenih života jer bi ovaj sustav na vrijeme obavijestio o nesretnom slučaju i imao bi mogućnosti slanja podataka o vrsti povrede koje je korisnik doživio.

Kako je ovaj sustav primjenjiv svim korisnicima, to bi povećalo opseg korištenja samog sustava jer bi svaki korisnik imao mogućnosti prilagoditi sustav po svojim željama i potrebama. Iz razloga što se tehnologije svakim danom sve više razvijaju i napreduju, tako bi i ovaj sustav imao mogućnosti daljnjeg napretka, što ga čini sustavom koji bi mogao upravljati i djelovati u raznim aspektima korisnikovog života, a samim time i poboljšati kvalitetu života u svim segmentima i donijeti niz prednosti koji se mogu svakodnevno koristiti.

Literatura

[1] https://www.researchgate.net/figure/262486457_fig1_Fig-1-LBS-as-an-intersection-of-technologies-9 (ožujak 2017.)

[2] Knjiga: Location-Based Services (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems), Autori: Jochen Schiller, Agnes Voisard, USA 2004. (ožujak 2017.)

[3] http://www.fmlc.com.hr/sto-to-geografski-informacijski-sustav-gis/ (ožujak 2017.)

[4] José R., Roreira A., Rodrigues H.: The AROUND Architecture for Dynamic Location-Based Services. Mobile Networks and Applications 8, 377–387, 2003. (ožujak 2017.)

[5] https://www.slideshare.net/AarajElshahaibi/lbs-415-finalupdate (ožujak 2017.)

[6] https://rightdealrightnow.wordpress.com/tag/location-based-services/ (ožujak 2017.)

[7] http://geoawesomeness.com/knowledge-base/location-based-services/location-based-services-components/ (ožujak 2017.)

[8] hrcak.srce.hr/file/32573 (lipanj 2017)

[9] http://www.gps.gov/systems/gps/ (lipanj 2017)

[10] https://hrcak.srce.hr/file/77761 (lipanj 2017.)

[11] Rafael Saraiva Campos, “Evolution of Positioning Techniques in Cellular Networks, from 2G to 4G,” Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 2017, Article ID 2315036, 17 pages, 2017. (lipanj 2017.)

[12] Mohamad Yassin, Elias Rachid. A Survey of Positioning Techniques and Location Based Services in Wireless Networks. IEEE 2015 Int. Conf. Signal Processing, Informatics, Communication and Energy Systems, Feb 2015, Kozhikode, India. 2015 (lipanj 2017.)

[13] http://geoawesomeness.com/knowledge-base/location-based-services/location-based-services-applications/ (lipanj 2017.)

[14] https://www.croatiaweek.com/how-to-get-to-krka-national-park-from-zagreb-split-dubrovnik/ (lipanj 2017.)

[15] „ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things“, International Telecommunication Union (srpanj 2017.)

[16] https://tools.ietf.org/html/draft-lee-iot-problem-statement-00 (srpanj 2017.)

[17] Harald Sundmaeker, Patrick Guillemin, Peter Friess, Sylvie Woelffle: Vision and Challenges for Realising the Internet of Things, 2010. (srpanj 2017.)

[18] http://www.buyya.com/papers/Internet-of-Things-Vision-Future2013.pdf (srpanj 2017.)
[19] https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf?dtid=osscdc000283 (srpanj 2017.)
[20] https://www.dni.gov/index.php/who-we-are/organizations/nic/nic-who-we-are (srpanj 2017.)
[21] https://fas.org/irp/nic/disruptive.pdf (srpanj 2017.)
[22] http://iotforum.org/wp-content/uploads/2014/09/D1.5-20130715-VERYFINAL.pdf (srpanj 2017.)
[23] https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016/ (srpanj 2017.)
[24] https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/ (srpanj 2017.)
[25] https://www.u-blox.com/en/blog/connected-industry-and-internet-things-really-matter-part-i (srpanj 2017.)
[26] https://www.i-scoop.eu/smart-cities-smart-city/ (srpanj 2017.)
[27] http://www.360consult.com/index.php?id=44 (srpanj 2017.)
[28] https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/6-benefits-of-iot-for-healthcare/ (srpanj 2017.)
[29] https://www.barcodesinc.com/info/buying-guides/rfid.htm (kolovoz 2017.)
[30] Knjiga: RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, Autor: Klaus Finkenzeller, 4. stu 2010 (kolovoz 2017.)
[31] http://rfid-technologies.blogspot.hr/ (kolovoz 2017.)
[32] https://bib.irb.hr/datoteka/819480.0069053128_1442_Bikic_Dino.pdf (kolovoz 2017.)
[33] https://kontakt.io/beacon-basics/what-is-a-beacon/ (kolovoz 2017.)
[34] http://www.spie.org/newsroom/5120-highly-integrated-wireless-sensing-for-body-area-network-applications?SSO=1 (kolovoz 2017.)
[35] https://www.mathworks.com/products/matlab.html (kolovoz 2017.)
[36] http://keisan.casio.com/exec/system/1224579725 (kolovoz 2017.)
[37] http://jadran.izor.hr/~dadic/EKO/baze-podataka.pdf (rujan 2017.)

Popis slika

Slika 1. LBS kao presjek triju tehnologija 3
Slika 2. LBS arhitektura 5
Slika 3. LBS komponente 6
Slika 4. Svemirski segment GPS sustava 9
Slika 5. Primjer navigacije na aplikaciji Google Maps 12
Slika 6. Broj uređaja povezanih na Internet 17
Slika 7. Referentni model arhitekture Interneta stvari IoT-A 18
Slika 8. Udio IoT projekata u pojedinim segmentima 20
Slika 9. Prednosti IIoT-a 22
Slika 10. RFID tag 28
Slika 11. Princip rada RFID-a 29
Slika 12. Komunikacija između dva NFC uređaja 30
Slika 13. Početni zaslon aplikacije 36
Slika 14. Prikaz aplikacije nakon učitane tablice 38
Slika 15. Dodavanje novog korisnika 39
Slika 16. Prikaz novog korisnika 39
Slika 17. Brisanje korisnika 41
Slika 18. Arhitektura predloženog sustava 43

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako 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 diplomskog rada pod naslovom **Povezivanje usluga temeljenih na lokaciji korisnika i IoT-a za nadzor korisnika u stvarnom vremenu** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 14.9.2017 Damir Grganić

(potpis)