

Ponuda usluga temeljenih na lokaciji putem mobilnih mreža

Valjetic, Valentin

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:342250>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Valentin Valjetić

PONUĐA USLUGA TEMELJENIH NA LOKACIJI PUTEM
MOBILNIH MREŽA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PONUĐA USLUGA TEMELJENIH NA LOKACIJI PUTEM
MOBILNIH MREŽA

OFFER OF LOCATION BASED SERVICES USING MOBILE
NETWORKS

Mentor: doc. dr. sc. Mario Muštra

Student: Valentin Valjetić

Zagreb, 2016.

SAŽETAK

Napretkom tehnologije dolazi do konstantnog rasta i poboljšanja performansi mobilnih uređaja, a samim time porasta usluga temeljenih na lokaciji. Svaka usluga koja prilikom rada koristi sustav za pozicioniranje naziva se lokacijski bazirana usluga (LBS, *Location Based Service*). Računanje lokacije korisnika obavlja se pomoću raznih matematičkih parametara te svaka tehnologija ima određene specifičnosti. Trenutna lokacija može se odrediti direktno putem mobilne mreže ili u kombinaciji mobilne mreže i satelitskih navigacijskih sustava. Usluge temeljene na lokaciji koriste se u svakodnevnim djelatnostima kao što su promet, turizam, marketing i medicina kako bi olakšali procese unutar samih djelatnosti, često se koriste i za zabavu te su važan dio socijalnog aspekta života.

SUMMARY

With the evolution of technology comes to the constant growth and improvement of mobile devices performances and also increase in number of customers and applications in location-based services. Each service which uses some kind of positioning system is called location-based services (LBS). User's location is calculation using various mathematical parameters, and each technology has certain characteristics. The current location can be determined directly via mobile network or in combination with global navigation satellite systems. Location-based services are used in everyday activities such as transport, tourism, marketing and medicine to facilitate the processes inherent in the activities. LBS are also used for fun and they became an important part in the social aspect of life.

SADRŽAJ

1	UVOD	1
2	Značajke mobilne mreže	3
2.1	Prijenos signala.....	3
2.2	Sustavi prve generacije.....	4
2.3	Sustavi druge generacije.....	5
2.4	Sustavi treće generacije	5
2.5	Sustavi četvrte generacije	6
2.6	Arhitektura mobilne mreže.....	6
3	Lokacijske tehnologije i metode.....	8
3.1	Metode lociranja.....	8
3.1.1	Triangulacija	8
3.1.2	Lateracija.....	8
3.1.3	Računsko pozicioniranje	10
3.2	Lokacijske tehnologije	10
3.2.1	Rješenja temeljena na mobilnoj mreži	11
3.2.1.1	ID ćelije.....	11
3.2.1.2	AOA	12
3.2.1.3	TOA	12
3.2.1.4	E-OTD.....	13
3.2.1.5	U-TDOA	14
3.2.1.6	OTDOA.....	15
3.2.2	Rješenja temeljena na mobilnoj mreži i korisničkom uređaju.....	16
3.2.2.1	A-GPS	17
3.2.2.2	Hibridne tehnologije	17
4	Lokacijske usluge i terminalni uređaji	18
4.1	Funkcijske jedinice.....	18

4.2	Komunikacijska sklopovska podrška	19
4.2.1	IrDA	19
4.2.2	Bluetooth.....	19
4.2.3	WiFi	19
4.3	Pametni satovi	20
4.4	Mobilni telefoni	22
5	Lokacijske usluge i operacijski sustavi	24
5.1	Android.....	25
5.2	iOS.....	25
5.3	Windows Phone.....	26
5.4	Symbian.....	26
6	Lokacijski bazirane aplikacije	28
7	Zaštita i sigurnost	32
8	Zaključak	35
	LITERATURA	36
	LITERATURNI IZVORI SLIKA, TABLICA I GRAFOVA	38
	POPIS TABLICA I GRAFOVA	40
	POPIS KRATICA	41

1 UVOD

Današnji svijet gotovo je nemoguće zamisliti bez mobilnih mreža. Upravo zbog toga će biti definirani osnovni pojmovi vezani uz ovu tematiku što uključuje definiciju mobilnih mreža, lokacijskih tehnologija i usluga te terminalnih uređaja. Nadalje će biti potrebno razumjeti što koriste pojedine mobilne aplikacije za trenutno lociranja uređaja.

Naziv završnog rada je: Ponuda usluga temeljenih na lokaciji putem mobilnih mreža, i podijeljen je na osam velikih poglavlja u kojima će se razmotriti ponuda lokacijskih usluga temeljenih na mobilnim mrežama:

1. Uvod
2. Značajke mobilnih mreža
3. Lokacijske tehnologije i metode
4. Lokacijske usluge i terminalni uređaji
5. Lokacijske usluge i operacijski sustavi
6. Lokacijski bazirane aplikacije
7. Zaštita i sigurnost
8. Zaključak

Uvodno poglavlje uvodi u predmet rada te izlaganje njegovog problema. Bitno je shvatiti što su mobilne mreže te što je dovelo do toga da nuđenje usluga bude temeljeno na lokaciji putem njih.

U drugom poglavlju bit će definirane mobilne mreže te princip rada između izvorišta do odredišta putem nje. Kako su se mobilni sustavi uvelike razvijali proteklih 40 godina, u nastavku poglavlja bit će kronološki objašnjene četiri velike generacije sustava.

Treće poglavlje donosi lokacijske tehnologije i metode. Ovdje treba razumjeti metode lociranja, kako se triangulacijom određuje položaj koristeći geometrijska načela trokuta i kutova, kada se primjenjuje lateracija i što je to računsko pozicioniranje. Cilj primjene tih navedenih metoda je točno određivanje lokacije korisničkih mobilnih uređaja

Četvrta cjelina se bavi lokacijskim uslugama i terminalnim uređajima. Kako je jedna od važnijih stavki modernih terminalnih uređaja pozicioniranje u prostoru, tako se na tržištu se trenutno nalaze različite vrste terminalnih uređaja i proizvođača. Radi kvalitetnog

razumijevanja ovog poglavlja, u nastavku će biti definirane funkcijske jedinice, komunikacijska sklopovska podrška, pametni satovi i mobilni telefoni.

Veza između lokacijskih usluga i operacijskih sustava bit će objašnjeno u petom poglavlju. Operativni sustavi je softver koji djeluje kao veza između korisnika i hardvera. Dijele se na *Non – proprietary OS* (eng. *Operating system*) i *Proprietary OS*, a neki od današnjih operacijskih sustava su: Android, iOS, Windows Phone i Symbian.

U skupinu lokacijski baziranih aplikacija spadaju sve aplikacije koje koriste informacije o trenutnoj lokaciji uređaja pa će u ovoj šestoj cjelini biti opisane njihove podjele, primjena i implementacija usluge u većinu mobilnih uređaja.

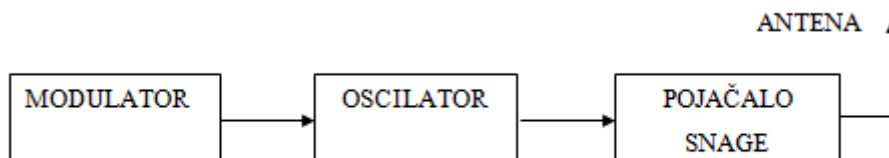
Zadnja cjelina prije zaključka odnosi se na zaštitu i sigurnost. Sigurnost informacijskih sustava obuhvaća primjenu mjera za zaštitu podataka koji su u obradi, ili su pohranjeni, ili je u tijeku njihov prijenos, od gubitka povjerljivosti, cjelovitosti i raspoloživosti, te radi sprječavanja gubitaka cjelovitosti ili raspoloživosti samih sustava.

2 Značajke mobilne mreže

Mobilne mreže su mreže koje za povezivanje između izvorišta i odredišta koriste elektromagnetske radio signale. Koriste se elektromagnetski valovi mikrovalnog područja od 300 MHz do 3 GHz. One su strogo ograničene i usklađene sa sveukupnom podjelom spektra u određenim zemljama. Mobilne mreže najčešće koriste ćelijski koncept.

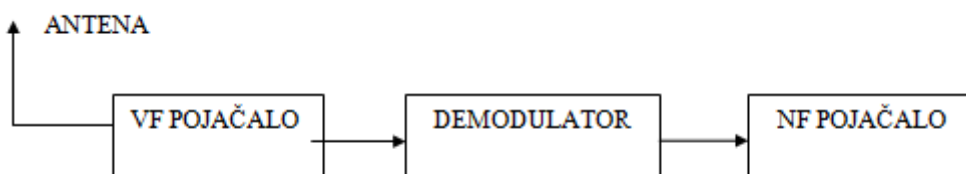
2.1 Prijenos signala

Za prijenos signala potreban je odašiljač i prijemnik. Odašiljač je izvor signala koji transformira signal poruke kako bi bio pogodan za bežični prijenos. Prijemnik je uređaj koji prima signal i obavlja postupke kako bi informacija bila čitljiva primatelju.



Slika 1. Blok shema odašiljača, Izvor: [1]

Modulator je sklop koji obavlja upisivanje informacije u elektromagnetski val. Demodulator obavlja istu funkciju ali na inverzan način. Svrha pojačala je pojačati snagu signala kako bi bio otporan na slabljenje radi udaljenosti i ostale smetnje na prijenosnom putu. Zadaća oscilatora je pretvorba istosmjerne struje izvora napajanja u izmjeničnu struju visoke frekvencije. [22]



Slika 2. Blok Shema prijemnika, Izvor: [2]

Prijelaz između sklopovlja odašiljača koji su realizirani u nekoj od sklopovskih tehnologija prema slobodom prostoru osiguravaju antene. Antene su elementi koji napone i struju pretvaraju u elektromagnetski val i obratno. Kada su u pitanju antene, opisuju ih parametri kao što su polarizacija, dijagram zračenja, impedancija, usmjerenost, temperatura šuma, dobitak i dr.

Modulacija je postupak izmjene signala u cilju optimalnog prenošenja komunikacijskim kanalom. Demodulacijom se ostvaruje obratni postupak kako bi se ponovno dobila informacija. Kod analognih modulacija signala mijenja se amplituda (AM), frekvencija (FM) ili faza (PM) sinusnog signala. U digitalnim modulacijskim postupcima također postoje promjene frekvencije (FSK), amplitude (ASK) i faze (PSK) koje su diskretne. Osim osnovnih vrsta modulacija postoje i hibridne kao MSK (eng. *Minimum Shift Keying*), GMSK (GSM *Minimum Shift Keying*).

Tablica 1. Prikaz značajki mobilnih mrežnih tehnologija

	GSM	UMTS	LTE
Postupak modulacija	MSK, GMSK	QPSK, DQPSK	QPSK, 64QAM
Prekapčanje	Meko	Meko	Tvrdo
Shema višestrukog pristupa	TDMA	CDMA, WCDMA	OFDM

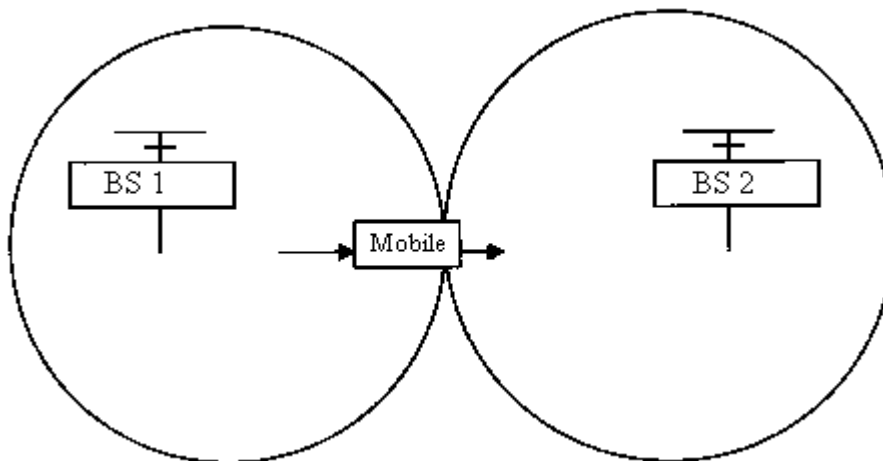
2.2 Sustavi prve generacije

Prva generacija mobilnih sustava nastala je u 1970-im godinama te je bila temeljena na analognim prijenosnim tehnologijama. Tada nisu postojali standardi za mobilne tehnologije na svjetskoj niti europskoj razini te su se diljem svijeta koristile različite tehnologije. NMT je prva internacionalna tehnologija temeljena na jednoslojnom ćelijskom konceptu, a u počecima je bio dizajniran za postavljanje u automobile. Kasnije, ovu tehnologiju počinju rabiti i mobilni uređaji koji su razvitkom tehnologije postali dostupni široj populaciji. Razvijena je 1980-ih te je korištena u skandinavskim zemljama, dok su Velika Britanija i Irska prihvatile TACS (eng. *Total Access Communication System*). U 1G sustavima nije bilo učinkovite upotreba frekvencijskog spektra te roaming nije bio moguć. Sustavi prve generacije koriste FDMA (eng. *Frequency-division multiple access*) tehniku višestrukog prijenosa signala. U

Hrvatskoj je 1987. godine, u Zagrebu, postavljena prva NMT bazna stanica, a s radom počinje 1989. godine.

2.3 Sustavi druge generacije

Sustavi druge generacije razvijaju se tijekom 80-ih i ranih 90-ih godina dvadesetog stoljeća. Baziraju se na digitalnom prijenosu informacije. Sustav GSM je prvi takav sustav visoke kvalitete s mogućnosti zaštite prenošenih informacija te autentifikaciju korisnika koji je razvijen pod pokroviteljstvom međunarodnog tijela za standardizaciju u telekomunikacijama. Omogućava prijenos podatkovnog prometa i mnoge druge usluge kao što su sustavi glasovne pošte te slanje kratkih poruka, SMS-a (eng. *Short Message Service*). Jedna od najvećih prednosti je internacionalni roaming koji omogućava uporabu GSM mreža diljem svijeta, tj. izvan granica matične zemlje. 2.5G (HSCSD, EDGE, GPRS) su napredne varijante druge generacije koje omogućavaju veće brzine te kvalitetniji način prijenosa. Za multipleksiranje koristi TDMA (eng. *Time Division Multiple Access*).



Slika 3. Prikaz prelaska iz jedne ćelije u drugu, Izvor: [3]

2.4 Sustavi treće generacije

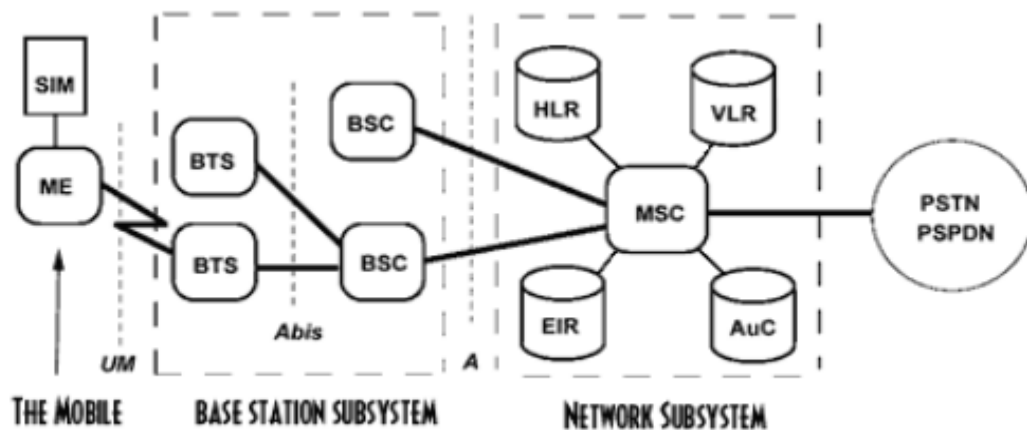
Temeljna ideja je integrirati žične i bežične sustave, uključujući i satelitske mreže u univerzalni širokopojasni mobilni sustav. Javlja se potreba za većim kapacitetom, brzinama i mogućnosti korištenja većega broja aplikacija. U Europi je nazvan UMTS (eng. *Universal*

Terrestrial Mobile System) dok je CDMA2000 ime za američku varijantu 3G sustava. Temelji se na WCDMA (eng. *Wideband Code Division Multiple Access*) pristupu. Ova platforma nudi brojne usluge temeljene na Internetu, videopozive, te je temeljena na IP-u. Velika prednost je temeljena na TCP/IP skupu protokola što omogućava usluge sa znatno nižim cijenama. 3.5 generacija je napredna vrsta tehnologije s brzinama prijenosa do 44 Mbit/s.

2.5 Sustavi četvrte generacije

LTE (eng. *Long Term Evolution*) je u svijetu prihvaćena kao četvrta generacija mobilnih sustava. Povećane brzine prijenosa podataka su glavne odlike četvrte generacije te iznose do 150 Mbit/s u ulaznoj vezi i 50 Mbit/s u silaznoj vezi što ih čini ekvivalentinam onima što ih pružaju fiksne mreže (ADSL+, optički kabel). Povećana je dostupnost, proširen raspon širine frekvencijskog pojasa te podrška za terminalne uređaje pri kretanjima većim brzinama (do čak 500 km/h). LTE je donio poboljšanja primjenom nove tehnologije OFDMA/SC-FDMA na radio sučelju, te ima veću fleksibilnost u pogledu širine pojasa u odnosu na HSPA. [17]

2.6 Arhitektura mobilne mreže



Slika 4. Arhitektura mobilne mreže, Izvor: [4]

SIM (eng. *Subscriber Identity Module*) kartica

BS ili BTS (eng. *Base Transceiver Station*) – bazna stanica kojom se ostvaruje radijski pristup do MS. BTS uključuje opremu koja se odnosi na radio i transmisijska sučelja potrebna u jednoj ćeliji ili na jednoj lokaciji. Svaki BTS radi najmanje sa jednim parom frekvencija (*uplink-downlink*).

BSC (eng. *Base Station Controller*) – upravljač bazne stanice (kontroler) za nekoliko grupiranih baznih stanica, prisutan u GSM-u, a kod ostalih ćelijskih standarda funkcije BSC-a ugrađene su u MSC. BSC se smatra centralnom točkom sustava bazne stanice (BSS, *Base Station System*). BSC upravlja radio mrežom i izvodi sljedeće funkcije: upravljanje pozivima i prekapčanjima, upravljanje radio mrežom, transkodiranje i prilagođavanje brzina, koncentracija prometa, upravljanje transmisijom za bazne stanice te daljinsko upravljanje baznim stanicama.

MSC (eng. *Mobile Switching Centre*) – komutacijsko čvorište ćelijske mreže obavlja osnovne komutacijske funkcije i specijalizirane funkcije vezane uz pokretnu mrežu. MSC je odgovoran za uspostavu, usmjeravanje, upravljanje i nadzor poziva od i prema mobilnim korisnicima. Uz svaki MSC, dolaze i baze s podacima o vlastitim pretplatnicima i pretplatnicima drugih mreža. [23]

- HLR (eng. *Home Location Register*) Domaći lokacijski registar,
- VLR (eng. *Visitor Location Register*) Gostujući lokacijski registar,
- AUC (eng. *Authentication Centre*) Centar za provjeru autentičnosti,
- EIR (eng. *Equipment Identification Register*) Registar identifikacije opreme - provjera vlasnika pokretne stanice.

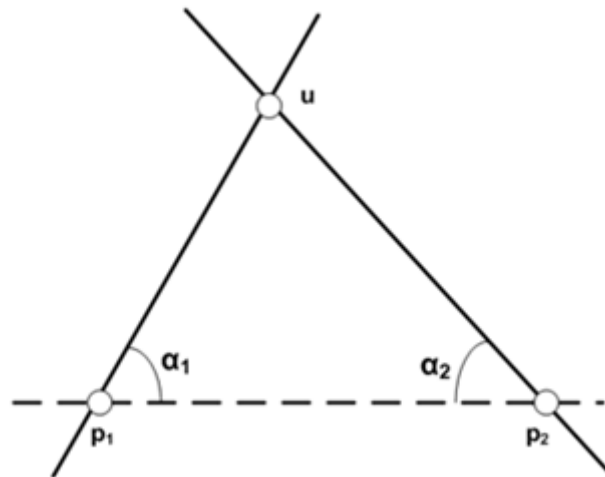
3 Lokacijske tehnologije i metode

3.1 Metode lociranja

Metode lociranja koristeći matematičkih i geometrijskih radnji računaju poziciju. Koriste poznate vrijednosti i u odnosu na njih izračunavaju lokaciju.

3.1.1 Triangulacija

Triangulacijom se određuje položaj koristeći geometrijska načela trokuta i kutova. Mjeri se kut dolaska signala prema mobilnoj stanici te se uz pomoć trigonometrijskih funkcija određuju koordinate.



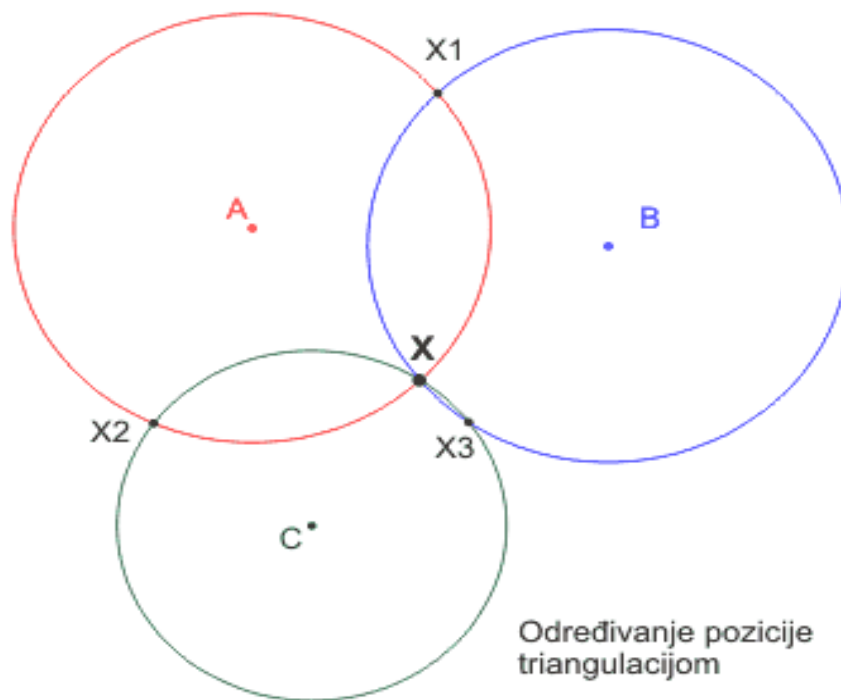
Slika 5. Određivanje položaja postupkom triangulacije, Izvor: [5]

3.1.2 Lateracija

Lateracija je postupak koji se primjenjuje kada su linije položaja u obliku kružnica ili hiperbola, odnosno kada su poznata udaljenosti ili razlike udaljenosti između mobilne stanice i bar tri bazne stanice. U oba slučaja dobiva se sistem od n nelinearnih jednažbi, gdje je n broj baznih stanica. Javlja se u dva oblika:

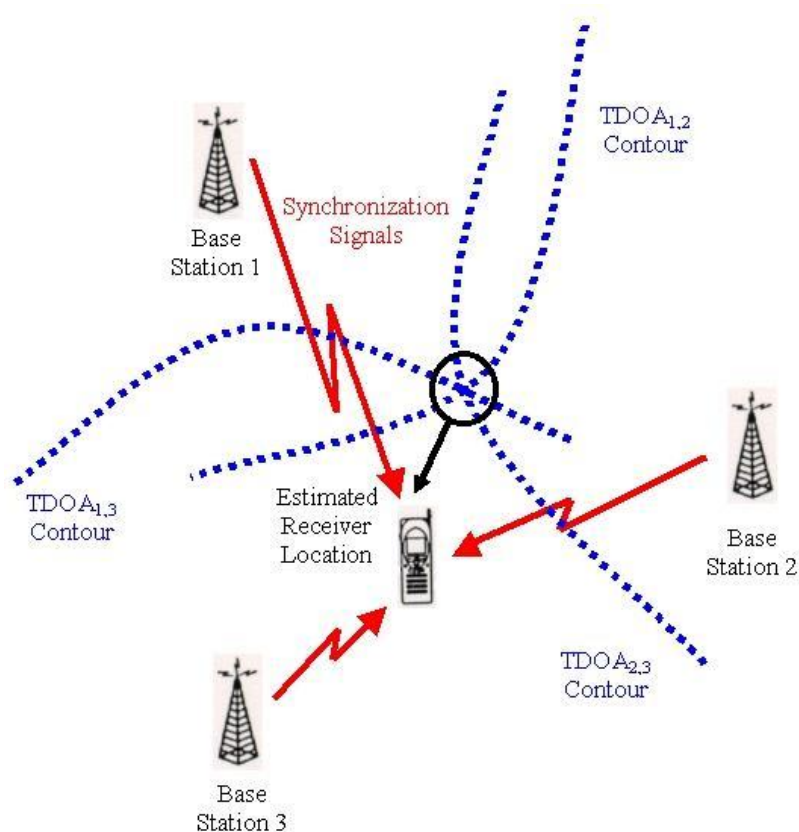
- Kružna lateracija: kada su poznate udaljenosti između mobilne stanice i baznih stanica i
- Hiperbolična lateracija. Kada su poznate razlike u udaljenostima između mobilne stanice i baznih stanica.

Kružna lateracija koristi najmanje tri prijemnika. Takva vrsta lateracije ujedno se naziva i trilateracija. Na temelju podataka o udaljenosti praćenog objekta i svakog od prijemnika izračunale kružnice. Sjecište te tri kružnice određuje lokaciju praćenog objekta.



Slika 6. Određivanje položaja postupkom kružne lateracije, Izvor: [6]

Traženje lokacije izvora pomoću sjecišta hiperbola naziva se hiperbolična lateracija. Koristi tri ili veći broj prijemnika da bi se temeljem razlike vremena dolaska signala odredila pozicija izvora. Iz razlike vremena dolaska signala izračunavaju se parametri hiperbola s fokusom u prijemnicima, dok sjecište izračunatih hiperbola određuje poziciju praćenog objekta. Parametri hiperbola su izrazito osjetljivi na preciznost mjerene razlike vremena dolaska signala pa samim time i preciznost ove metode ovisi o udaljenosti između prijemnika, frekvenciji uzorkovanja signala i kvaliteti algoritma za izračun razlike vremena dolaska signala.



Slika 7. Prikaz Hiperbolične lateracije

Izvor: [7]

3.1.3 Računsko pozicioniranje

Dead reckoning u navigaciji je proces računanja trenutne pozicije koristeći prethodnu već određenu. Koristi podatke o brzini, proteklom vremenu te smjeru kretanja. Ova metoda ima mnogo nedostataka te ovisi o mnogo faktora i rijetko se koristi.

3.2 Lokacijske tehnologije

Lokacijske tehnologije su zadužene da primjenom prethodno navedenih metoda točno odrede lokaciju korisničkih mobilnih uređaja. Postoje dvije vrste rješenja:

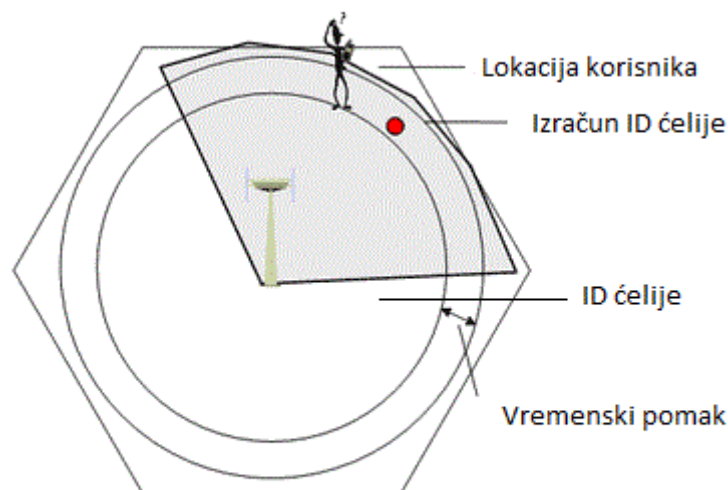
- Rješenja temeljena na mobilnoj mreži i
- Rješenja temeljena na mobilnoj mreži i korisničkom uređaju.

3.2.1 Rješenja temeljena na mobilnoj mreži

U ovu skupinu pripadaju sve metode u kojima se prilikom određivanja lokacije koristi isključivo mobilna mreža. U ovom slučaju se smatra da će mobilna mreža sama odrediti lokaciju korisnika bez pomoći satelitskih sustava. Bazne stanice obavljaju mjerenja i podatke šalju u MSC gdje se onda obavlja izračun lokacije korisnika.

3.2.1.1 ID ćelije

ID ćelije (eng. *Cell ID*) se koristi u mobilnim mrežama kao što su GSM, UMTS i LTE i ujedno je i najjednostavnija tehnologija. Mreža identificira baznu stanicu s kojom komunicira te pripadajuću lokaciju bazne stanice. Na temelju toga lokacijski server koji podržava ID *cell* tehnologiju identificira lokaciju mobilne stanice kao lokaciju bazne stanice te ju prosljeđuje aplikaciji lokalnog servera. Novija verzija unaprijeđena je novim parametrom TA, odnosno *timing advance*. Taj se parametar odnosi na povratno vrijeme propagacije signala poslanog od bazne stanice prema mobilnoj te je proporcionalan dvostrukoj udaljenosti između bazne i mobilne stanice.



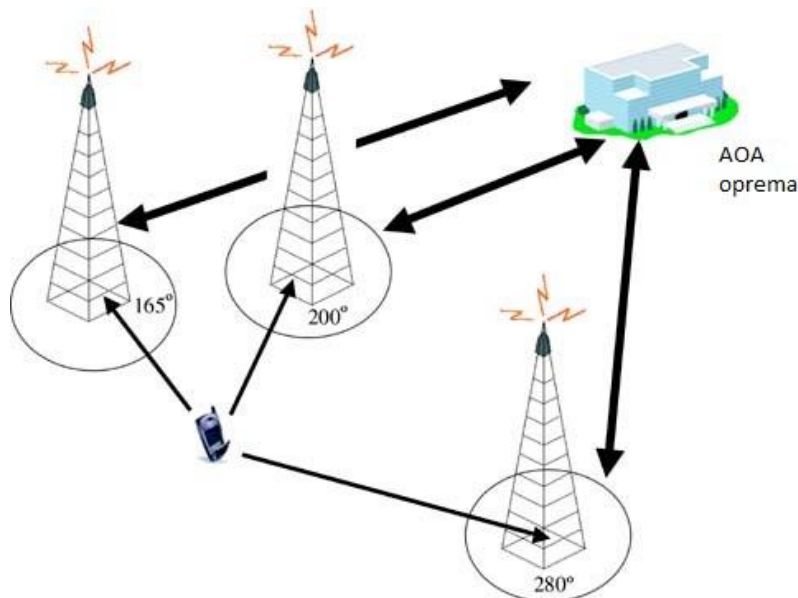
Slika 8. Određivanje lokacije tehnologijom ID ćelije, Izvor: [8]

Kako se mobilni uređaj može nalaziti bilo gdje u ćeliji, točnost ovisi o veličini ćelije i može biti prilično mala. Primjenom TA ili RTT parametara (eng. *Time Advance*) u proračunu

dolazi do povećanja točnosti određivanja lokacije mobilnog uređaja. *Cell ID* tehnologija predstavlja jeftin pristup, no ne daje precizne informacije o lokaciji.

3.2.1.2 AOA

Angle of arrival metoda se često naziva i DOA. Metoda služi procjeni lokacije mobilnog uređaja određivanjem kuta dolaska signala. [1]



Slika 9. Određivanje lokacije AOA tehnologijom, Izvor: [9]

Prednosti:

- Potrebne su samo dvije poznate veličine (bazne stanice) za 2D pozicioniranje, odnosno 3 za 3D,
- Nije potrebna sinkronizacija između baznih stanica.

Nedostaci:

- Potrebna je optička vidljivost jer se točnost smanjuje ukoliko dođe do refleksija, tako da nije pogodno u zatvorenom prostoru i u urbanim sredinama s mnogo visokih građevina,
- Potreban velik i kompleksan hardver,
- S povećanjem udaljenosti mobilne stanice od baznih stanica se smanjuje i točnost.

3.2.1.3 TOA

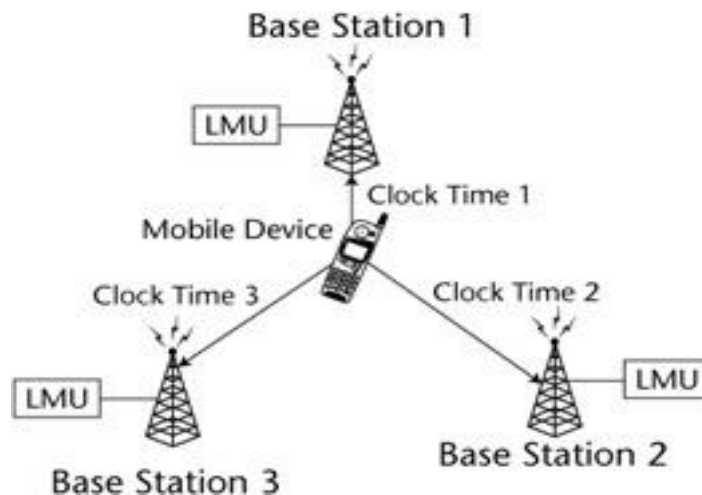
U GSM-u se TOA koristi u obliku TA parametra, a u UMTS-u pomoću RTT (eng. *Round Trip Time*) parametra. U GSM-u, TA parametar je proporcionalan udaljenosti bazne

stanice i mobilnog uređaja te se koristi za povećanje točnosti *Cell ID* metode. U UMTS-u se zbog veće širine pojasa koristi RTT parametar, koji također može koristiti kako bi se povećala točnost *Cell-ID* metodi. [19]

3.2.1.4 E-OTD

E-OTD je metoda koja se koristi GSM sustavima. Temelji se na mjerenjima vremena u *downlinku*, odnosno od bazne stanice prema mobilnom uređaju. U slučaju kružne lateracije, mobilni uređaj mjeri vrijeme (TOA), dok u slučaju hiperbolične lateracije mjeri vremenske razlike signala (TDOA) od baznih stanica u blizini, što znači da za komunikaciju zahtjeva najmanje 3 bazne stanice. Kružna lateracija zahtjeva sinkronizaciju između mobilne stanice i baznih stanica koje sudjeluju u postupku lateracije, a hiperbolična lateracija zahtjeva sinkronizaciju samo između baznih stanica međusobno.

Kako je vrijeme kritičan faktor pri mjerenju položaja mobilnog uređaja, E-OTD zahtjeva preciznije informacije o njemu. U GSM-u ne postoje sinkronizacije te je potrebno koristiti dodatnu komponentu u pristupnoj mreži koja se naziva LMU (eng. *Location Measurement Unit*). Kako bi podržali ovu tehnologiju, potreban je i poseban softver za mobilni uređaj. [13]



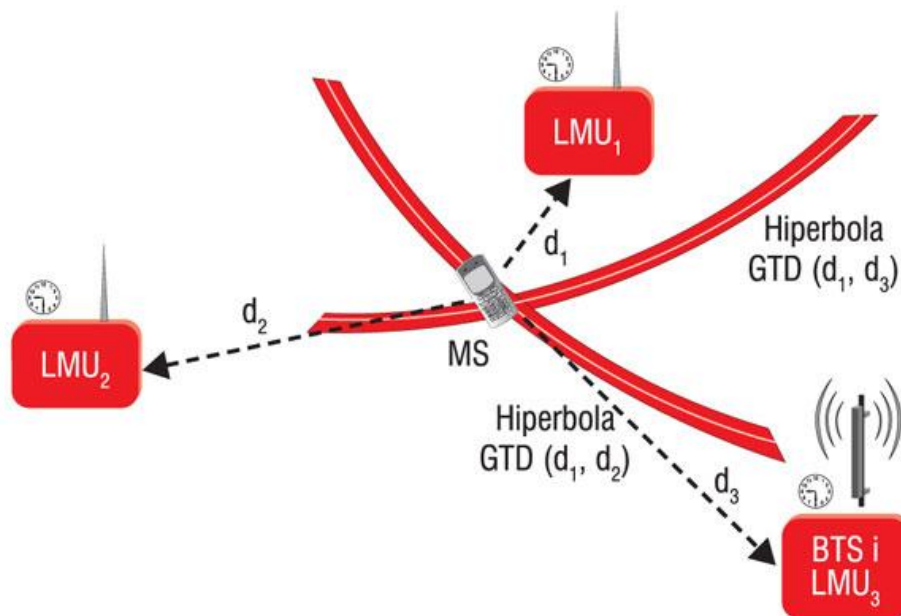
Slika 10. Određivanje lokacije E-OTD tehnologijom, Izvor: [10]

Može se realizirati i kao *mobile-based* i kao *mobile-assisted* rješenje. Točnost određivanja lokacije procjenjuju se od 50m do 500m, s kašnjenjem od 10s. Ne zahtjeva da

svaka bazna stanica ima instaliranu LMU čime dolazi do znatne uštede troškova. E-OTD zahtjeva razmjenu mnogo poruka kojima se šalju podaci za izračun lokacije s tim da se te informacije moraju konstantno osvježavati.

3.2.1.5 U-TDOA

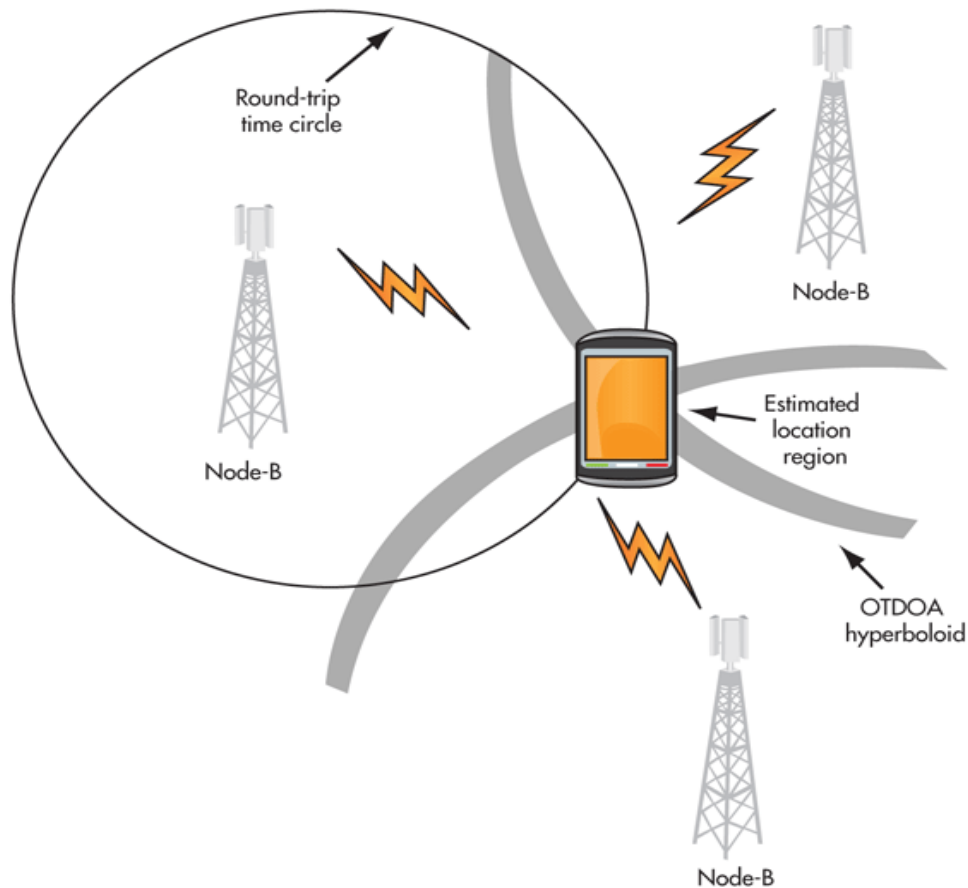
Temelji se na mjerenju vremena i primjenjuje se princip hiperbolične lateracije, kao i E-OTD. U-TDOA je rješenje temeljeno na mreži. Mjeri se vrijeme dolaska (TOA) poznatog signala sa mobilne stanice do 3 ili više LMU jedinica. Od izmjerenih vrijednosti SMLC računa TDOA, a zatim primjenjuje hiperboličnu trilateraciju u cilju dobivanja nepoznatih koordinata mobilne stanice. Mobilna stanica mora biti u *dedicated* modu kako bi mogla LMU mogla mjeriti neophodna vremena. U slučaju kada je mobilna stanica u *idle* modu, a javi se zahtjev za određivanjem lokacije, mreža mora stimulirati emisiju signala sa mobilne stanice kako bi se obavila mjerenja. Bitan uvjet za rad je dovoljan broj LMU jedinica u blizini mobilnog uređaja. Bolja točnost određivanja lokacije ovom metodom je u ruralnim sredinama te uvelike ovisi o broju LMU jedinica, čijim se povećanjem povećava i točnost. Nedostatak je znatno veća cijena od E-OTD zbog potrebe za instalacijom većeg broja LMU jedinica. Ova metoda se koristi i u UMTS i GSM sustavima.[2]



Slika 11. Određivanje lokacije U-TDOA tehnologijom, Izvor: [11]

3.2.1.6 OTDOA

Metoda se koristi za određivanje lokacije u UMTS mrežama i predstavlja ekvivalent E-OTD u GSM mrežama. To znači da su princip rada i uvjeti koje ova metoda zahtjeva su isti kao i u E-OTD, a to su kružna i hiperbolična lateracija, dostupnost i u *dedicated* i u *idle* načinu rada. Ključna razlika proizlazi iz mjerenja vremena, što je posljedica drugačijeg radijskog sučelja u UMTS mrežama. Za mjerenje vremena koje će se koristiti u svrhe određivanja lokacije, zahtjeva se sinkronizacija između mobilne i bazne stanice, ili baznih stanica međusobno. Ako ovaj zahtjev nije ispunjen, mora se ostvariti *posteriori* sinkronizacija primjenom dodatne komponente u sustavu, LMU jedinice. LMU jedinice vrše neophodna mjerenja vremena dolaska signala sa referentne i susjednih baznih stanica, samo što se mjerenja u ovom slučaju vrše na pilot signalima, CPICH (eng. Common Pilot Channel).



Slika 12. Određivanje lokacije OTDOA tehnologijom, Izvor: [12]

Nedostaci metode OTDOA su nepostojanje *priori* sinkronizacije baznih stanica u UTRAN-FDD načinu, osjetljivost na geometrijski raspored baznih stanica u prostoru, smanjenje kapaciteta i neophodne modifikacije mobilnog uređaja. Kako je UMTS baziran na

CDMA tehnologiji javlja se problem čujnosti (eng. *Hearability*). Dolazi do blokiranja signala ukoliko se mobilni uređaj nalazi blizu pristupne bazne stanice koja u tom slučaju blokira signale s ostalih baznih stanica koje rade na istoj frekvenciji. Kako bi se izbjegao ovaj problem, svaka bazna stanica mora u nekom kratkom vremenskom periodu prekinuti svoj prijenos kako bi mobilna stanica opet mogla primiti pilot signale sa susjednih baznih stanica i izvršiti neophodna mjerenja. [2]

3.2.2 Rješenja temeljena na mobilnoj mreži i korisničkom uređaju

Za razliku od rješenja temeljenih na mobilnoj mreži ove tehnologije koriste i pomoć satelitskih navigacijskih sustava kao što je GPS.

GNSS (eng. *Global Navigation Satellite System*) su globalni navigacijski satelitski sustavi koji zemaljskim elektroničkim uređajima pružaju mogućnost određivanja njihove lokacije, a temelje se na velikom broju satelita koji su stalno u orbiti oko zemlje. U počecima mu je svrha bila za vojne potrebe, a za civilnu upotrebu postaje dostupan 60-ih godina 20-og stoljeća (NNSS, *Navy Navigation Satellite System*). NNSS poznat i pod nazivom Transit sustav je razvila vojska SAD s osnovnim ciljem određivanja koordinata vojnih brodova i aviona.. Sustav se sastojao od 6 satelita koji su letjeli na visini od oko 1100 km u približno kružnim polarnim orbitama, a njegova točnost je iznosila razinu ispod jednog metra. [1]

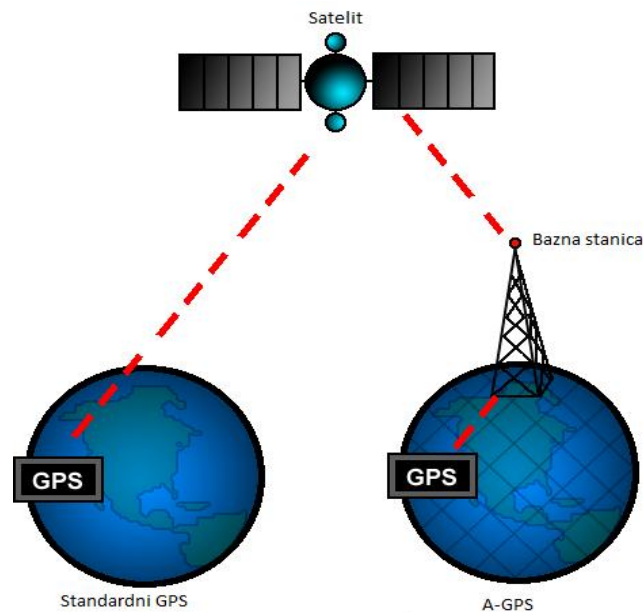
U cilju uklanjanja uočenih nedostataka sustava TRANSIT, prije svega velikih razmaka između razdoblja kada su se signali s pojedinog satelita mogli registrirati (svakih 90 min.) i male navigacijske točnosti razvijen je novi sustav za globalno pozicioniranje, *Global Positioning System* (GPS). Cilj mu je da odgovori na pitanje „Koje je vrijeme, koja pozicija i koja brzina gibanja?“ Razvijen je od strane vojske SAD 1973. kao NAVSTAR GPS no ubrzo je kongres uz vođenje predsjednika naredio ministarstvu obrane da dozvoli i njegovu civilnu upotrebu. Za apsolutno pozicioniranje GPS nudi dvije razine usluga: Standardni pozicijski servis (SPS) dostupan samo civilnim korisnicima te Precizni pozicijski servis (PPS) dostupan samo autoriziranim korisnicima. [1]

GPS se sastoji od tri osnovna segmenta:

- Svemirskog, kojeg tvore sateliti koji odašilju signale,
- Kontrolnog, koji upravlja cijelim sustavom i
- Korisničkog, koji uključuje različite tipove prijemnika.

3.2.2.1 A-GPS

GPS signali ponekad pokraj unutar ili pokraj velikih zgrada ne mogu doći do mobilnih uređaja. Assisted GPS poboljšava performanse standardnog GPS-a u uređajima povezanim na mobilnu mrežu (GSM, UMTS, LTE). Preuzima i pohranjuje podatke o lokacijama satelita pomoću mobilne mreže tako da se informacije ne moraju prenositi direktno sa satelita. Tako A-GPS koristi blizinu bazne stanice koja služi kao posrednik da bi odredio lokaciju ukoliko GPS signali nisu dostupni za što je potrebno mnogo manje utrošene energije. Bazna stanica prijemniku daje procjenu njegove početne lokacije i dio dekodiranih informacija sa satelita. U ovom slučaju dolazi do znatne uštede energije te mnogo veće točnosti i dostupnosti u usporedbi sa standardnim GPS pozicioniranjem. [1]



Slika 13. Prikaz rada Assisted GPS sustava, Izvor: [13]

3.2.2.2 Hibridne tehnologije

Hibridne tehnologije uglavnom koriste A-GPS u kombinaciji s nekom od tehnologija mobilne mreže. Kombiniraju se zajedno da bi uklonili nedostatke koje imaju pojedinačnom upotrebom. Koriste podatke A-GPS-a iz zemaljskih stanica kako bi prilikom određivanja lokacije imale bolju preciznost. Prisutne su GSM-u, UMTS-u i LTE-u.

4 Lokacijske usluge i terminalni uređaji

Napretkom tehnologije bilježi se znatan rast mobilnih terminalnih uređaja, kako u privatne tako i u poslovne svrhe. Jedna od važnijih stavki modernih terminalnih uređaja je pozicioniranje u prostoru. Ne samo radi određivanja lokacije samog uređaja već i zbog mnogobrojnih aplikacija, privatnih ili poslovnih, koje zahtijevaju praćenje uređaja. Na tržištu se trenutno nalaze različite vrste terminalnih uređaja i proizvođača koje podržavaju LBS usluge:

- Pametni telefoni/tableti (Samsung, Apple, Microsoft, Huawei, LG);
- Osobna računala (Apple, Acer, Asus, HP);
- Pametni satovi (Microsoft, Apple, Gnomio, Suunto);
- Kamere (Canon, Nixon, Sony);
- Uređaji za praćenje (Garmin, Pocket Finder, Teltonika);

Svaki uređaj se sastoji od hardvera i softvera

Hardverski dio čine materijalni dijelovi koji se dijele funkcijske jedinice i komunikacijsku sklopovsku podršku. Softverski dio čine operativni sustavi i aplikacije o koji će biti detaljno razrađeni u sljedećem poglavlju.

4.1 Funkcijske jedinice

Funkcijske jedinice:

- Centralna procesorska jedinica upravlja izvođenjem operacija.
 - Aritmetičko-logička jedinica;
 - Upravljačka jedinica;
 - Skup registara;
 - Grafički procesor;
- Memorija se koristi za pohranu podataka i programa.
 - Radna memorija;
 - Priručna memorija;

4.2 Komunikacijska sklopovska podrška

Komunikacijska sklopovska podrška koja služi za pristup raznim komunikacijskim tehnologijama. Komunikacijsko sklopovskoj podršci pripadaju GPS, WiFi, Bluetooth i IrDA. GPS tehnologija je već navedena u tekstu, a treba spomenuti GPS prijemnik koji je implementiran u uređaj. Postoje višekanalni i jednokanalni prijemnici. Višekanalni prijemnici obično imaju 5 do 12 prijamnih krugova, svaki pridružen jednom satelitskom signalu. Jednokanalni prijemnici ne mogu primiti signale u teškim uvjetima. [21]

4.2.1 IrDA

IrDA (eng. *Infrared Data Association*) koja za bežično povezivanje koristi infracrveno zračenje čija je valna duljina veća od vidljivog svjetla a manja od mikrovalova. Koristi se na malim udaljenostima. Uređaji moraju biti usmjereni i maksimalne brzine su do 1 Gbit/s (GigaIR). [4]

4.2.2 Bluetooth

Bluetooth je bežična tehnologija za komunikacije na kraćim udaljenostima. Domet Bluetooth signala ovisi o klasi (3 klase sa dometom od 0.5m do 100m). Radi na frekvenciji od 2.4 GHz do 2.48 GHz. Za određivanje lokacije potrebno je pronaći i prepoznati odabrane uređaje. Svaki pojedini senzor može prepoznati i do 200 uređaja. Ima malu izlaznu snagu te tako izbjegava interferenciju s ostalim uređajima, s tim da mala snaga ograničava radijus na 10 m. [4]

4.2.3 WiFi

WiFi (eng. *Wireless Fidelity*) je bežična tehnologija koja omogućuje spajanje na mrežu. Bazirana je na IEEE 802.11 standardima. Koristi tehniku kodiranja OFDM na frekvenciji od 5 GHz (eng. *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) i CCK modulaciju na frekvenciji od 2.4GHz (eng. *Complementary Code Keying*) kako bi se postigle veće brzine i izbjegla interferencija. WiFi tehnologija se koristi za pristup Internetu, VoIP-u te povezivanju uređaja kao što su televizor ili DVD uređaj. Za razliku od Bluetooth-a i IrDA

omogućuje povezivanje P2P (eng. *peer to peer*) više uređaja međusobno na većim udaljenostima. Maksimalna brzina prijenosa je 7 Gbit/s. (IEEE 802.11ac). [11]

Tablica 2. Usporedba komunikacijskih tehnologija

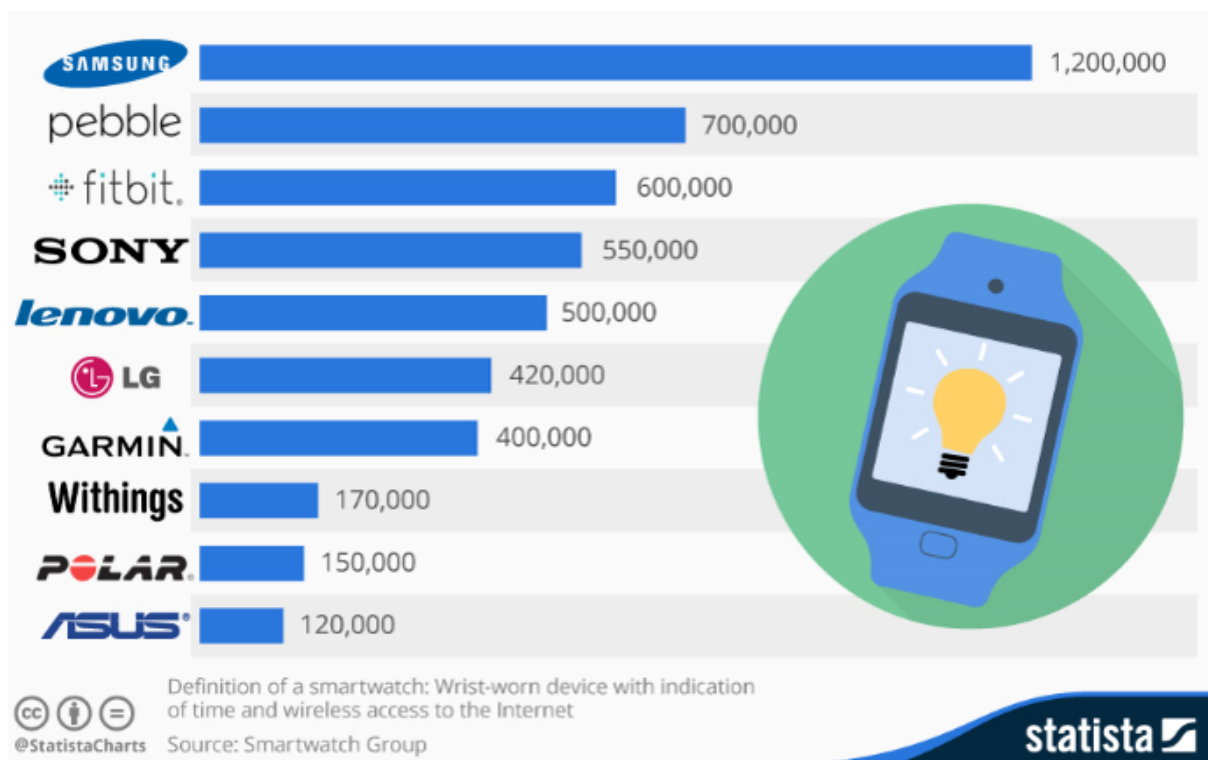
Tehnologija	IrDA	Bluetooth	WiFi
Domet	0 do 2 m	10 m do 100 m	20 m do 100 m
Broj povezanih uređaja	2 uređaja	2 do 8 uređaja	Više uređaja
Potrebna optička vidljivost	Da	Ne	Ne
Brzina prijenosa	16 Mbit/s	3 Mbit/s	54 Mbit/s
Potrošnja baterije	Vrlo mala	Mala	Velika
Tolerancija na interferencije	Odlična	Dobra	Loša
Autentifikacija, autorizacija i enkripcija	Ne	Da	da

4.3 Pametni satovi

Pametni satovi su izuzetno korisni uređaji za korisnike koji se sportskim aktivnostima. Mogućnosti koje nude su isključivo u tu svrhu:

- Brojači koraka;
- Brzina i prijeđena udaljenost (biciklizam);
- Barometar, mjeri promjene u visini (penjanje stepenicama, planinarenje);
- Mjerenje otkucaja srca;
- Brojač utrošenih kalorija;
- E-mail preglednik;
- Slanje tekstualnih i glasovnih poruka;

Pametne satove proizvode razni proizvođači te se razlikuju po cijenama, hardverskim i softverskim komponentama. Gore navedene mogućnosti imaju satovi gotovo svih proizvođača. Jedna od bitnijih stavki je trajanje baterije. Ono ovisi o aplikacijama i aktivnostima na uređaju. Uz intenzivno korištenje trajanje baterije iznosi oko 24 sata.



Slika 14. Statistika prodanih pametnih satova u 2014. godini, Izvor: [14]

Microsoft Band je naziv za pametni sat tvrtke Microsoft. Mnogo je jeftiniji od Apple Watcha i ima *user friendly* sučelje. Ima ugrađen GPS prijemnik te ne mora koristiti *smartphone* za određivanje lokacije. WiFi tehnologija nije implementirana te za povezivanje s ostalim uređajima koristi isključivo Bluetooth. Microsoftov sat je kompatibilan i sa raznim aplikacijama drugih proizvođača. Veliki nedostatak mu je memorija za pohranu podataka od samo 64MB.

Apple Watch je boljeg dizajna i dolazi u muškom i ženskom izdanju. Koristi WiFi i GPS prijemnik implementiran u iPhone-u za pozicioniranje. Mnogo je složeniji te nije kompatibilan s ostalim proizvođačima (korisnik Androida ne može koristiti Apple Watch). Kapacitet za pohranu podataka je 8GB te ima mogućnost bežičnog punjenja.[18]



Slika 15. Prikaz Microsoft Band-a i Apple Watch-a, Izvor: [15]

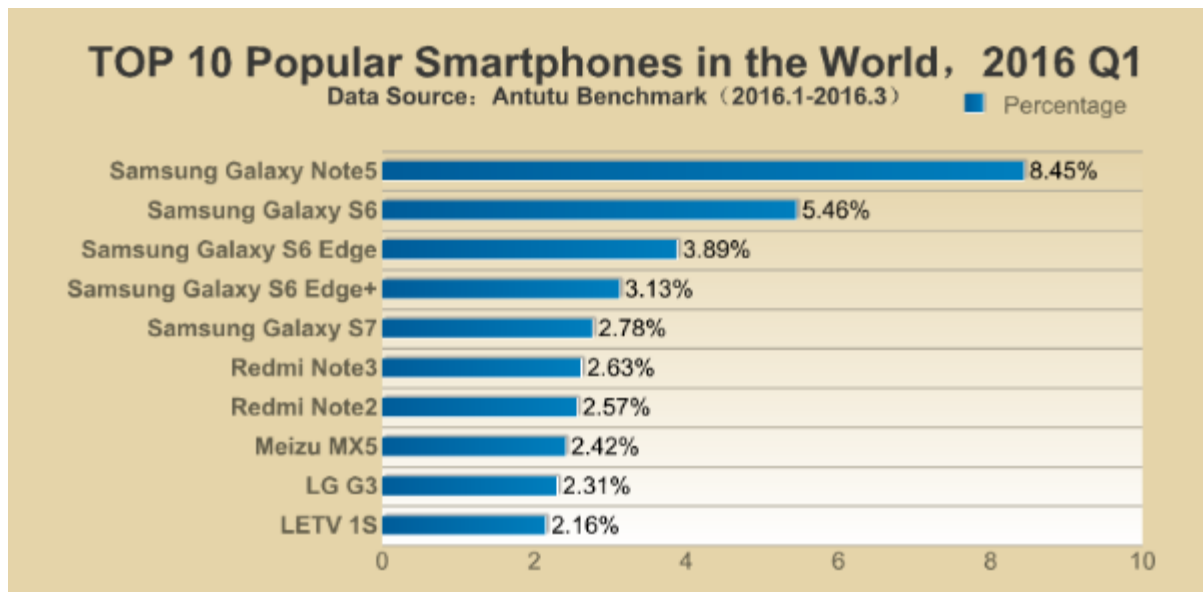
4.4 Mobilni telefoni

U modernom dobu život gotovo svi imaju pametne telefone te je život gotovo nezamisliv bez njih. Prema istraživanjima iz 2013. godine 91 % punoljetnih državljana SAD-a posjeduje mobilni telefon. [16]

Njihova multifunkcionalnost se koristi u mnogo svrha, od slanja govornih i tekstualnih poruka, pristupa Internetu, igranja igara, slušanja glazbe pa do pronalaska uputa i preporuka u navigaciji.

Prema tim istraživanjima 49 % korisnika mobilnih telefona koristi ih za upute i preporuke u navigaciji, dok 8 % koristi za dijeljenje lokacije na društvenim mrežama. 2014. godine broj mobilnih telefona je nadmašio ukupnu svjetsku populaciju. 74 % punoljetnih korisnika pametnih telefona koristi svoje uređaje da za navigaciju na temelju određene trenutne lokacije. [16]

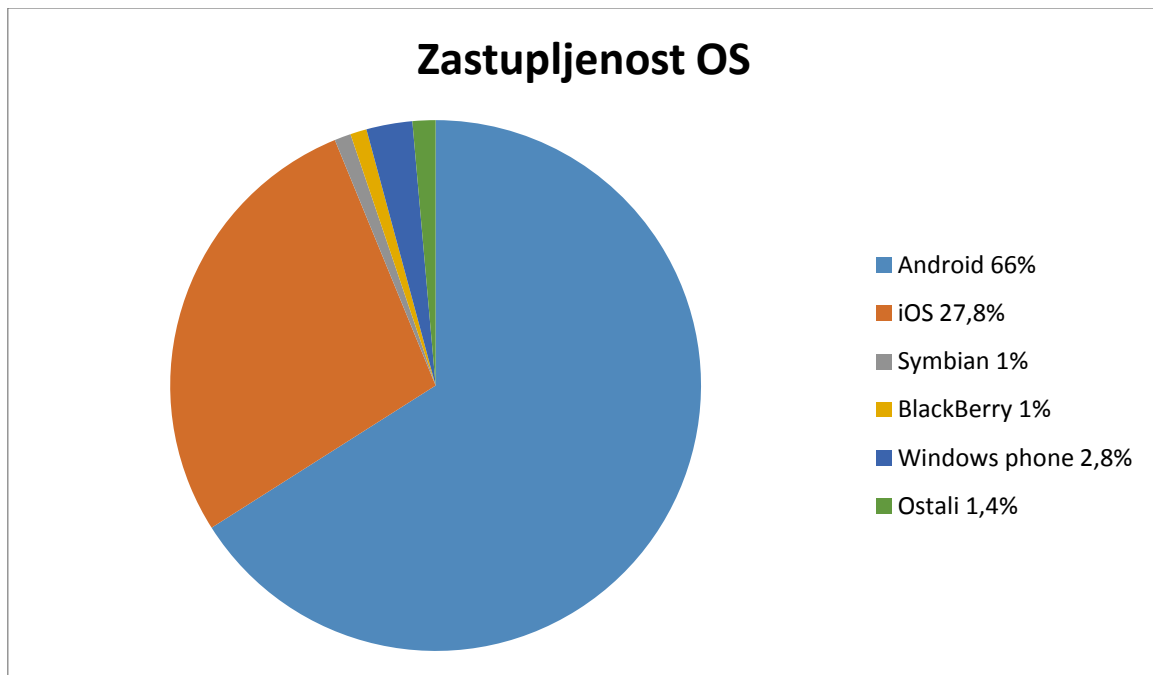
Temeljna svrha uređaja za praćenje je određivanje lokacije određenog objekta. Najčešće se koristi prometne svrhe, ali u novije vrijeme pronalazi i širu namjenu. Iako im je prvotna namjena bila orijentacija, služe i kao odličan sustav protiv krađa, odnosno za pronalazak otuđenih stvari. Moderne ogrlice za ljubimce također imaju uređaje u slučajevima da se izgube ili nestanu. Znanstvenici na području zoologije ih također koriste kako bi pratili kretanja i seobe životinja. Isto tako ovi uređaji postoje u obliku satova i ogrlica koje nose djeca te olakšavaju roditeljima da u većim gužvama ne izgube, odnosno brzo pronađu dijete. Trenutno prema broju prodanih uređaja, odnosno ostvarenom profitu prednjači Samsung, kojeg slijede Apple, Lenovo-Motorola i Huawei.



Slika 16. Prikaz statistike najpopularnijih pametnih telefona, Izvor: [16]

5 Lokacijske usluge i operacijski sustavi

Operativni sustavi je softver koji djeluje kao veza između korisnika i hardvera. Sastoji se od skupa programa koji upravljaju resursima u računalnom sustavu imaju kontrolu nad izvođenjima ostalih programa. Razvoj operativnih sustava u mobilnim uređajima je doveo mobilne uređaje gotovo na razinu stolnih računala. MOS (eng. *Mobile Operating System*) su sustavi koji upravljaju mobilnim uređajem s time da su jednostavniji od tradicionalnih operacijskih sustava(Windows, Linux). U MOS industriji vodeće platforme su iOS, Android, Windows Mobile, BlackBerry, Symbian te PalmOS. Podaci o trenutnoj zastupljenosti pojedinih OS-a (eng. Operating System) konstantno variraju no trenutno Android OS prednjači.



Graf 1. Zastupljenost operativnih sustava na mobilnim uređajima, 2013. godina, Izvor: [19]

Operativni sustavi se dijele na *Non – proprietary OS* (operativni sustav koji je razvijen za izvršavanje na raznim *hardware* platformama) i *Proprietary OS* (određena vrsta operativnog sustava zadužena za izravno upravljanje hardware-om i osnovnim sistemskim operacijama).

5.1 Android

Današnji operacijski sustav Android nastao je 2007. godine kao novi proizvod Google. Treba napomenuti da je Google 2005. godine kupio tvrtku Android Inc. koja je dvije godine prije prva razvila taj MOS. Operacijski sustav Android baziran je na programskom jeziku Java, a njegovu jezgru sačinjava jezgra Linuxa inačice 2.6. Pokretni uređaji na kojima će se pokretati operacijski sustav Android imaju ograničene resurse u pogledu procesne moći i memorijskih kapaciteta naspram osobnih računala pa su jezgra i arhitektura sustava prilagođeni za pokretanje i predviđeni za rad u ograničenim uvjetima. Baziran je programskom jeziku Java.

Android ima jednostavan pristup milijunima aplikacija koje nudi preko Google Android App. Marketa te je jednostavan za skidanje na terminalni uređaj. Pripada *non-proprietary* operativnim sustavima te ga koriste razne tvrtke kao što su Motorola, HTC i Samsung s čime je postignuta dodatna fleksibilnost OS-a.

5.2 iOS

iOS je ime za operacijski sustav razvijen od strane američke tvrtke Apple Inc. Prvotno je osmišljen isključivo za iPhone no danas ga koriste i drugi proizvodi tvrtke Apple kao što su iPad, Apple TV. Prvi iPhone je izašao na tržište početkom 2007. godine. Imao je zaslon osjetljiv na dodir te se kao prvi takve vrste smatra revolucijom u daljnjem razvoju pametnih telefona. Kako pripada u *proprietary* OS, u samim počecima nije podržavao aplikacije treće strane. Danas je jedan od vodećih kompanija u mobilnoj telefoniji. Na najvišoj razini, iOS djeluje kao posrednik između temeljnog hardvera i aplikacije koja je kreirana, a komuniciraju putem skupa dobro definiranih sučelja sustava. Jezgra iOS-a je temeljena na inačici Mach jezgre2 koja se koristi i u sustavu Mac OS X-u. Na jezgri su također izgrađeni dodatni slojevi za implementaciju aplikacija u sustav. Razvoj aplikacija na iOS-u je složeniji nego na ostalim platformama. Koristi se iPhone SDK (eng. *Software Development Kit*) pomoću kojeg programeri izvan tvrtke Apple mogu razvijati svoje vlastite aplikacije. On je besplatan za korištenje, no za pokretanje aplikacija je potrebno platiti licencu. Do danas je izašlo 9 inačica iOS-a.

5.3 Windows Phone

Windows Phone pripada u skupinu *proprietary* operativnih sistema razvijen od strane Microsofta. Vrlo je sličan sustavu za osobna računala, ali je prilagođen za korištenje na mobilnim uređajima.

Windows OS djeluje na više vrsta uređaja:

- PocketPC je uređaj za koji je operativni sustav prvotno osmišljen,
- Smartphone se razlikuje od gore navedenoga PocketPC-ja po tome što u počecima nije bio osmišljen za zaslone osjetljive na dodir i zato ima manju rezoluciju zaslona,
- Portable Media Centar su uređaji koje služe za spremanje i preslušavanje videa i glazbe,
- uređajima za praćenje. [6]

Microsoft se dugi niz godina nije uspio probiti na tržište mobilnih operativnih sistema. Tek inačicom Windows Phone 8 uspijeva parirati Androidu i iOS-u. Ona je bazirana na NT Kernel jezgri kao i Windows 8. Napisana je u C/C++ programskom jeziku te je kompatibilan sa Visual Studio razvojnom okolinom. Najveći nedostatak je što za rad platforme hardverska komponenta radne memorije ne smije biti manja od 512 MB, stoga nije moguća implementacija na starije uređaje.

Najmlađi je na tržištu mobilnih operativnih sistema. Većina proizvođača mobilnih uređaja na svoj uređaj odabiru Android OS kao platformu. Rijetki proizvođači, kao što je Nokia i HTC su za rješenje odabrali Windows Phone. Trenutno je najnovija verzija Windows Phone 10.

5.4 Symbian

Symbian je sustav osmišljen isključivo za rad na mobilnim uređajima. Kako je postalo nepraktično koristiti *proprietary* OS-ove, veći proizvođači kao Motorola, Nokia, Ericsson i Psion udružili su se i zajedno stvorili Symbian. Cilj im je bio načiniti standardni operacijski sustav za pametne telefone i PDA (eng. Personal Digital Assistant) uređaje sustavom koji se bazira na Psionovom EPOC OS-u. 1999. godine pušten je u rad, inačica EPOC 5 počinje s komercijalnom upotrebom te je radila samo na uređajima s rezolucijom zaslona 640x240. To

je ujedno i bila zadnja inačica s nazivom EPOC, a ostale su i službeno postale Symbian OS. 2000. godine izlazi Symbian OS 6.0 inačica koja donosi niz novih poboljšanja, TCP/IP protokoli, GSM kompatibilnost, Bluetooth, IrDA. Kompatibilan je sa C++ i java programskim jezikom. Nakon dvije godine nastaje Symbian 7.0 koji je dizajniran isključivo zbog zahtjeva novih, naprednijih 2.5G i 3G tehnologija. 2013. godine Nokia kao posljednja tvrtka koja rabi Symbian OS prestaje sa suradnjom te prelazi na Microsoftov Windows Phone OS. Accenture tvrtka, kao vanjski suradnik Nokia kompanije se i danas bavi održavanjem sustava. Iako se danas koristi samo na starijim uređajima, ostaje zabilježen u povijesti kao jedan od dominantnijih mobilnih operacijskih sustava na tržištu početkom 2000-ih.

6 Lokacijski bazirane aplikacije

U skupinu lokacijski baziranih aplikacija pripadaju sve aplikacije koje koriste informacije o trenutnoj lokaciji uređaja. Koristi se u raznim djelatnostima današnjice kao što su promet, medicina, marketing, komunalne usluge. LBS aplikacije se dijele na dvije skupine:

- *Person-oriented* LBS su aplikacije koje se odnose na korisnika. Korisniku pružaju različite informacije vezane za njegov položaj te on sam kontrolira uslugu.
- *Device-oriented* LBS su aplikacije koje se odnose na objekte. Pružaju korisniku lokaciju objekta i uglavnom se koriste prilikom krađa mobilnih uređaja, automobila i ostalih objekata.

Najveću primjenu lokacijski bazirane aplikacije imaju upravo u prometu. U 20. stoljeću prilikom navigacije ljudi su koristili papirnatu auto-karte koje su danas rijetka pojava te su ih gotovo u potpunosti zamijenile LBS aplikacije. One nude informaciju o čitavom putu od polazišta do odredišta.

Starije aplikacije koje su se koristile u navigaciji služile su isključivo za prometne svrhe. Nove aplikacije za navigaciju su blisko povezale prometnu i turističku djelatnost. Osim zadaće navigiranja, sadrže i informacije o popularnim događajima, restoranima, hotelima te ostalim ugostiteljskim objektima i aktivnostima. Također postoje aplikacije koje na temelju brzine vozila onemogućavaju korisniku da prilikom vožnje koristi mobilni uređaj.

HAK-ova usluga za pametne telefone je dostupna na platformama iOS, Android i Windows Phone te nudi niz mogućnosti:

- Interaktivna karta Hrvatske;
- „*mParking*“ usluga koju omogućuje brzo i jednostavno plaćanje parkiranja SMS-om. Na temelju lokacije nudi detekciju grada po GPS lokaciji te detekciju parkirne zone u gradu Zagrebu;
- Popis najbližih benzinskih postaja sedam naftnih kompanija u hrvatskoj. Na njemu se nalazi popis od 677 benzinskih postaja diljem Hrvatske te je omogućen uvid u aktualne cijene goriva na pojedinim postajama;
- Nudi lokacije o različitim događajima, odmorištima ili znamenitostima;
- Pregled zauzeća javnih garaža i parkirališta;
- Pregled cestarina na autocestama;
- Olakšano traženje usluge pomoći na cestama. Na temelju GPS-a lokacija korisnika se odmah prikazuje na karti te se preuzimaju podaci o korisniku;
- Informacije o stanju na cestama, graničnim prijelazima i u trajektnom prometu;[20]



Slika 17 Prikaz HAK-ove aplikacije, Izvor: [17]

➤ Hitni slučajevi

Medicina se u prošlosti susretala s mnogo poteškoća kada su u pitanju lokacijski bazirane usluge, jer su takve vrste usluga bile iznimno skupe. LBS usluge donose mogućnost praćenja medicinskog osoblja, pacijenata te opreme. Pacijentima teškog zdravstvenog stanja omogućeno je konstantno praćenje te u slučajevima pogoršanja, osoblje može brzo reagirati. Isto tako se lociranjem medicinskog osoblja može povećati efikasnost prilikom hitnih situacija. Osim hitnih slučajeva u zdravstvu, LBS usluge koriste i u vatrogasnoj i gorskoj službi spašavanja.

➤ Praćenje

Usluge praćenja omogućuju roditeljima da korištenjem Interneta imaju stalan nadzor na kretanju vlastite djece. Primjer takve aplikacije je *catchme – if you can*. Starijim osobama koji pate od demencije ili sličnih psihičkih bolesti određivanjem lokacije onemogućuje se da se izgube ili zalutaju. No, ovakve vrste aplikacija služe i u slučaju krađe ili gubitka uređaja te omogućavaju brz i efikasan pronalazak.

➤ Društvene mreže

Društvene mreže, koje su danas hit, također koriste lokacijske usluge. Facebook, koji je danas najpopularniji, nudi objavljivanje lokacije uz sve moguće radnje. Društvene mreže kao što su *FourSquare* i *Gowalla* nude stalno pozicioniranje i dijele vašu lokaciju s prijateljima. Sustav funkcionira da se korisnici prijavljuju na lokaciji sa gdje se trenutno nalaze te u slučaju da lokacija ne postoji nudi mogućnost da ju unesu sami. Također, LBS usluge podržavaju i razne aplikacije koje se koriste za pronalaženje partnera. Jedna od takvih usluga je *Badoo*, koji na temelju lokacije u blizini nudi moguće partnere.

➤ Upravljanje mrežom

Točan nadzor kretanja mobilnih uređaja u mreži omogućuje jednostavnije upravljanje i pomaže u daljnjem planiranju.

➤ Zabava

Implementacijom LBS usluge u većinu mobilnih uređaja, nastaju i mnoge igre koje se temelje na istom. *Pokemon Go* aplikacija, koja je postala pravi hit u mnogobrojnim zemljama diljem svijeta i tako bez premca postala najpopularnijom LBS aplikacijom. Samo 3 tjedna nakon pojavljivanja na tržištu zabilježeno je preko 100 milijuna instalacija. Kao i u popularnom crtanom filmu nudi mogućnost skupljanja džepnih čudovišta te je tako ispunila san mnogih da jednog dana postanu pokemon treneri. Koristi *Google maps* te se prilikom igranja lokacija stalno ažurira i pruža virtualnu stvarnost. Prilikom kretanja stvarnim svijetom, na karti u aplikaciji prikazuju se pokemoni koji se hvataju bacanjem pokemon lopti. Još boljim prikazom pokemona u stvarnom svijetu postiže se uključivanjem kamere koja je kompatibilna s aplikacijom. Tako se pokemoni pojavljuju na zaslonu u slici koju projicira kamera te se stječe dojam kao da su u stvarnom svijetu.

Zombies, Run! je još jedna od popularnijih aplikacija u kojoj se na karti pojavljuju mrtva tijela i tjeraju korisnike da bježe od njih. Ovakve vrste aplikacija pružaju korisnicima da se zabave, a ujedno i održavaju tjelesnu kondiciju. No, s druge strane postoji opasnost, jer prilikom korištenja u prometu korisnici često zanemaruju sigurnost.



Slika 18. Prikaz interaktivne mape i kamere u aplikaciji Pokemon Go, Izvor: [18]

➤ Naplaćivanje usluga

Određivanjem trenutne lokacije korisnika, omogućava pružateljima usluga naplaćivanje ovisno o lokaciji korisnika prilikom njenog korištenja.

➤ Marketing

Lokacijske usluge se usko vezane uz djelatnost marketinga i promidžbe. No zbog velikog broja aplikacija na tržištu teško se probijaju do korisnika. Tim vrstama LBS usluga imaju korist i kupci i prodavači. Jedna od takvih usluga koji traži lokaciju korisnika je *shopkick*. *Shopkick* aplikacija kupcima pruža razne nagrade i sniženja, za sam ulazak u trgovinu, za skeniranje proizvoda ili za pozivanje prijatelja na instalaciju aplikacije.

➤ Podsjetnik

Korisnici u podsjetnik ubace podatke što bi trebali napraviti na određenim lokacijama. Npr. prilikom dolaska ili odlaska s određene lokacije korisnik unosi u podsjetnik da treba obaviti određenu aktivnost, npr. prilikom dolaska na posao nazvati šefa. LBS podsjetnici prilikom dolaska na tu lokaciju zvučnim signalom podsjećaju korisnika da treba napraviti aktivnost koja je unesena u podsjetnik.

7 Zaštita i sigurnost

Informacijska sigurnost se ponekad povezuje sa informacijskim operacijama koje štite i brane informacijski sustav kako bi osigurale njegovu raspoloživost, integritet, autentifikaciju, povjerljivost (tajnost) i neporecivost. Informacijska sigurnost također uključuje oporavak informacijskih sustava kroz uključene sposobnosti za zaštitu, detekciju i reakciju. Sigurnost informacijskih sustava obuhvaća primjenu mjera za zaštitu podataka koji su u obradi, ili su pohranjeni, ili je u tijeku njihov prijenos, od gubitka povjerljivosti, cjelovitosti i raspoloživosti te radi sprječavanja gubitaka cjelovitosti ili raspoloživosti samih sustava. Kako bi se formulirale sigurnosne potrebe prvo je potrebno definirati sudionike, poticaje i ciljeve za lokacijske usluge i sigurnosne potrebe.

Ciljevi sigurnosti informacijskog sustava su:

- Povjerljivost (eng. *Confidentiality*);
- Cjelovitost (eng. *Integrity*);
- Raspoloživost (eng. *Availability*).

Sudionici koji čine sustav lokacijskih usluga su pružatelji lokacije, korisnik usluge i pružatelji lokacijski baziranih usluga. Lokacijske usluge su izgrađene na samim pružateljima lokacijskih usluga. Pružatelji lokacije su u direktnoj komunikaciji s korisnikom, kako bi mu se odredila lokacija. Nakon određene lokacije, dolazi do komunikacije između pružatelja lokacijske usluge s korisnikom i pruža se lokacijska usluga koju je korisnik zatražio.

Za određivanje sigurnosnih potreba, potrebno je razumjeti poticaje i ciljeve sudionika za korištenje i pružanje lokacijskih usluga. Pružatelji lokacije mogu biti komercijalni (privatni) ili vladini (javna usluga). Cilj komercijalnih pružatelja usluge je naplata i ostvarenje profita na uslugama koje pružaju, dok javni pružatelji usluge nemaju cilj. Korisnici danas sve više koriste lokacijske usluge radi lakšeg orijentiranja, praćenje vremena, pronalazak otvorenih restorana u blizini, gustoća prometa, itd. Poznavanje same lokacije korisnika nije dovoljna, potrebna je i usluga koja pruža informacije vezano za lokaciju korisnika. Zato je cilj i poticaj lokacijski baziranih usluga profit, koji može biti direktan (koji se odmah naplaćuje) ili indirektan, gdje je usluga besplatna, ali ispituje tržište, prikupljanjem podataka o kretanju korisnika i profilira korisnike i tako pruža informacije recimo poduzećima za reklamiranje, gdje je najbolje postaviti reklamu.

Na redu su sigurnosne potrebe i prvi su na redu pružatelji lokacije (komercijalni i vladini). Za obje kategorije vrijedi da moraju posjedovati minimalnu razinu kvalitete usluge. To uključuje određenu razinu cjelovitosti i dostupnosti usluge, kako bi se osigurao dobit usluge.

S korisničke strane, sigurnosne potreba na prvom mjestu je efektivno korištenje lokacijski baziranih usluga. To podrazumijeva dostupnost, očuvanje integritet i točnost pružene usluge. U slučaju da postoji sustav naplate tih usluga, korisnički zahtjevi su da proces naplate bude zaštićen u suglasnosti sa njegovom upotrebom.

Kako bi pružatelji LBS usluga ostvarili profit potrebna je zaštita poslovnog modela. U to ulazi zahtjevi kao što su sigurnost vođenja sustava za naplatu, sustavi za zaštitu od krađe usluge te sustav za zaštitu krađe povjerljivih podataka. Često dolaze od izravnih konkurenata na tržištu. Kao primjer može poslužiti primjer korisnika usluge koja traži taxi vozila na određenom području. Takve usluge i korisnikova lokacija trebaju ostati tajne radi konkurentnih taxi kompanija.

Kao i u sustavu za određivanje sigurnosnih potreba, prijetnje se odnose na sve sudionike koji čine LBS sustav. Prijetnje uglavnom dolaze od korisnika koji su izvan sustava, ali ponekad prijetnje izazivaju i sudionici. Prijetnje se mogu podijeliti prema načinu na koji koriste sadržaj LBS informacije. Glavni razlozi, odnosno vrste prijetnji su:

- Pregledavanje informacija;
- Ubacivanje neželjenih informacija;
- Mijenjanje informacija;
- Zaustavljanje, odnosno blokiranje informacija.

Što se tiče pružatelja lokacija, glavna prijetnja je određivanje pogrešne lokacije. Tim postupkom korisnik prima krivu informaciju te mu pruža pogrešno navođenje. Pogrešno određena lokacija korisnika nerijetko dovodi u opasnost.

Korisnik, često izazivanje prijetnje kako bi dobivenu uslugu platio što manje. Npr. smanjivanje troškova usluge prijevoza varanjem službe za naplatu cestarina, pritom maskirajući trenutnu lokaciju dok koriste uslugu.

Kao i kod korisnika, Pružatelj LBS može izazvati prijetnju smanjivanjem troškova ili povećavanjem dobiti. Prilikom održavanja baze podataka, točne informacije su skupe te se na način pružanja netočnih informacija dolazi do ušteda. Što se tiče povećavanja dobiti, LBS

usluge mogu pružati netočne informacije. Npr. trgovački lanci umjesto da korisnike navode prema najbližim centrima, šalju ih prema najskupljim s čime ostvaruju povećan dobitak.[9]

U slučajevima da prijetnje dolaze izvan LBS sustava, postoji niz sigurnosnih mjera zaštite protiv neželjenih radnji. Jedna od metoda je autentifikacija, odnosno postupak verifikacije identiteta korisnika. Ona postoji kako bi se spriječilo krivo predstavljanje. Enkripcija podataka je također jedna od metoda zaštite, a odnosi se na zaštitu informacija koje se prenose među sudionicima. Kriptografska metoda kojom se mijenjaju informacije tako da se učine nečitljivim za neautorizirane osobe. [10]

8 Zaključak

Mobilne mreže su mreže koje za slanje informacija s izvorišta na odredište koriste elektromagnetske valove. LBS usluge su usluge koje prilikom rada koriste informacije o trenutnoj lokaciji. LBS usluge koriste se u navigaciji, turizmu, marketingu, praćenju i za zabavu. Mobilne mreže se razlikuju po kvaliteti pružene usluge i o metodama koje koriste da bi odredile lokaciju.

Tehnologije koje isključivo na temelju mobilne mreže određuju lokaciju pripadaju u jednu skupinu, dok u drugu skupinu pripadaju tehnologije u kojima za određivanje mobilna mreža surađuje sa satelitskim sustavima. Značajne tehnologije su E-OTD, OTDOA, *Cell ID*, TOA, AOA te A-GPS i hibridne tehnologije. Najnaprednija tehnologija je Hibridna, koja koristi A-GPS metodu u kombinaciji s nekom od prethodno navedenih kako bi poboljšala točnost.

Napretkom tehnologije dolazi do znatnog porasta terminalnih uređaja, a isto tako i porasta uređaja i aplikacija koji podržavaju sustav za pozicioniranje. Uređaji su postali pristupačni široj populaciji te svake godine svjedočimo napretku.

Kao i ostali sustavi, sustav za pozicioniranje treba imati adekvatnu zaštitu kako bi se preventivno ili naknadno otklonile prijetnje. Osim prijetnji izvan sustava postoje i prijetnje unutar koje polaze od sudionikovih želja za smanjenjem troškova, odnosno povećanjem dobiti.

LITERATURA

- [1] Štefanac, I. Sustavi za pozicioniranje i veza s mobilnim uređajima, FOI, Varaždin 2006;
- [2] dr. Simić, M., Lociranje korisnika u ćelijskim radio mrežama – telekomunikacije, Stručno naučni časopis republičke agencije za elektronske komunikacije.
- [3] Zhou, H. Zhang, and L. Mo; “Two-dimension localization of passive RFID tags using AOA estimation,” in Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2011 IEEE, 2011.
- [4] Suvak, D.; IrDA and Bluetooth: A Complementary comparison , USA; 2000.
- [5] A. Küpper: Fundamentals of Positioning in Location-based Services: fundamentals and operation, Wiley, Chichester, England, 2005.
- [6] Husnjak, S.; Razvoj aplikacije za mobilne uređaje u funkciji podsjetnika temeljenog na lokaciji korisnika, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
- [7] Jovović, I.; Razvoj sustava za prilagodbu informacija temeljenih na lokaciji korisnika, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2009.
- [8] Keleman, D., Schneider, A., Štefanac, I.: Sustavi za pozicioniranje i veza s mobilnim uređajima, Seminar, Fakultet organizacije i informatike Varaždin, Varaždin, 2006.
- [9] Jonker, H., Mauw, S., Pang, J.; Location-based Services: Privacy, Security and Assurance ,University of Luxembourg, Luxembourg
- [10] Hadjina, N.; Zaštita i sigurnost informacijskih sustava, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
- [11] <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Mobility/WiFiLBS-DG/wifich3.html>
- [12] <http://www.cert.hr/sites/default/files/NCERT-PUBDOC-2010-10-316.pdf>
- [13] <http://telekomunikacije.etf.rs/predmeti/ot4ppr/LCS>
- [14] https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/KDI,_Marin_Stipanov.pdf
- [15] <http://www.angelfire.com/ne/svetac/diplomski.htm>
- [16] <http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/>
- [17] <http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/lte-long-term-evolution/lte-ofdm-ofdma-scdma.php>
- [18] <http://www.apple.com/hr/watch/>
- [19] <http://www.globalspec.com/reference/81358/203279/chapter-7-time-of-arrival-and-time-difference-of-arrival>
- [20] <http://www.hak.hr/smartphone/hak>

- [21] Prof. dr. sc. Peraković, D.; Klasifikacija terminalnih uređaja „ Terminalni uređaji“, Zagreb, 2016.
- [22] Doc. dr. sc. Muštra, M.; Modulacija signala i šuma, Mobilni komunikacijski sustavi, Zagreb, 2016.
- [23.] Doc. dr. sc. Muštra, M.; Mobilne komunikacije, Mobilni komunikacijski sustavi, Zagreb, 2016.

LITERATURNI IZVORI SLIKA, TABLICA I GRAFOVA

- [1] Muštra, M.; Modulacija signala i šuma, Mobilni komunikacijski sustavi, Zagreb, 2016.
- [2] Muštra, M.; Modulacija signala i šuma, Mobilni komunikacijski sustavi, Zagreb, 2016.
- [3] http://people.seas.harvard.edu/~jones/cscie129/nu_lectures/lecture7/cellular/handoff/Image46.gif
- [4] http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2007/seminari/BorislavZoric_GSM.pdf
- [5] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/Triangulation_method.png
- [6] <http://pedja.supurovic.net/wp-content/uploads/2009/02/triangulacija-gps.gif>
- [7] <http://www.swri.org/3pubs/ird2002/images/16-9222.jpg>
- [8] https://developer.att.com/home/support/faqs/lbsfaqs/lbs_basicCellID.gif
- [9] http://etutorials.org/shared/images/tutorials/tutorial_159/05fig08.jpg
- [10] http://etutorials.org/shared/images/tutorials/tutorial_158/fig437_01.jpg
- [11] http://www.telekomunikacije.rs/upload/images/radovi/br5_Lociranje_korisnika_files/image006.jpg
- [12] <http://3.bp.blogspot.com/bfuq0WZmnqs/UfbO6tYpFsI/AAAAAAAAHBE/FIInfYQEUKk/s1600/cellular+triangulation.jpg>
- [13] http://1.bp.blogspot.com/-3T5D5BQq-Fc/UXIEWnMq9I/AAAAAAAAANU/03oL3ZKIaVs/s1600/a_gps.png
- [14] https://infographic.statista.com/normal/chartoftheday_3290_Samsung_Leads_The_Smartwatch_Market_n.jpg
- [15] http://www.windowscentral.com/sites/wpcentral.com/files/styles/larger/public/field/image/2015/10/band2-applewatch-render.jpg?itok=OWa_8mJ9
- [16] <http://www.antutu.com/static/attachment/articles/201604/08062534-content.png>
- [17] http://hak-marsonia.hr/news/uploads/HAK_APLIKACIJA.jpg
- [18] https://i.guim.co.uk/img/media/3c11ae30e360eff807906a09be39da7559868804/9_1500_900/1500.jpg?w=460&q=55&auto=format&usm=12&fit=max&s=19ea97f9f43068c929e8d58c7e02ef61
- [19] <http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/>

POPIS SLIKA

Slika 1. Blok Shema odašiljača	3
Slika 2. Blok Shema prijemnika.....	3
Slika 3. Prikaz prelaska iz jedne ćelije u drugu.....	5
Slika 4. Arhitektura mobilne mreže	6
Slika 5. Određivanje položaja postupkom triangulacije.....	8
Slika 6. Određivanje položaja postupkom kružne lateracije	9
Slika 7. Prikaz Hiperbolične lateracije	10
Slika 8. Određivanje lokacije tehnologijom ID ćelije	11
Slika 9. Određivanje lokacije AOA tehnologijom	12
Slika 10. Određivanje lokacije E-OTD tehnologijom.....	13
Slika 11. Određivanje lokacije U-TDOA tehnologijom.....	14
Slika 12. Određivanje lokacije OTDOA tehnologijom	15
Slika 13. Prikaz rada Assisted GPS sustava	17
Slika 14. Statistika prodanih pametnih satova u 2014. godini	21
Slika 15. Prikaz Microsoft Band-a i Apple Watch-a.....	22
Slika 16. Prikaz statistike najpopularnijih pametnih telefona	23
Slika 17 Prikaz HAK-ove aplikacije	29
Slika 18. Prikaz interaktivne mape i kamere u aplikaciji Pokemon Go.....	31

POPIS TABLICA I GRAFOVA

Tablica 1. Prikaz značajki mobilnih mrežnih tehnologija.....	4
Tablica 2. Usporedba komunikacijskih tehnologija.....	20
Graf 1. Zastupljenost operativnih sustava na mobilnim uređajima, 2013. godina.....	24

POPIS KRATICA

1G (eng. First-generation wireless telephone technology) – prva generacija mobilnih mreža

2G (eng. Second-generation wireless telephone technology) – druga generacija mobilnih mreža

3G (eng. Third-generation wireless telephone technology) – treća generacija mobilnih mreža

4G (eng. Fourth-generation wireless telephone technology) – četvrta generacija mobilnih mreža

ADSL (eng. Asymmetric Digital Subscriber Line)

AM (eng. Amplitude Modulation) – Amplitudna modulacija

ASK (eng. Amplitude Shift Keying)

AUC (eng. Authentication Centre) Centar za provjeru autentičnosti

A-GPS (eng. Assisted GPS)

BS ili BTS (eng. Base Transceiver Station) – bazna stanica kojom se ostvaruje radijski pristup

BSC (eng. Base Station Controller) – upravljač bazne stanice

CCK (eng. Complementary code keying)

CDMA (eng. Code Division Multiple access)

CPICH (eng. Common Pilot Channel)

E-OTD (eng. Enhanced-Observed Time Difference)

EIR (eng. Equipment Identification Register) – Registar identifikacije opreme

FDD (eng. Frequency Division Duplex) – frekvencijski podijeljen dupleks

FDMA (eng. Frequency Division Multiple access)

FM (eng. Frequency Modulation) – modulacija frekvencije

FSK (eng. Frequency Shift Keying)

GMSK (eng. GSM Minimum Shift Keying)

GNSS (eng. global navigation satellite system) – globalni navigacijski satelitski sustavi

GSM (eng. Global System for Mobile communication) – globalni sustav mobilne komunikacije, druga generacija

HLR (eng. Home Location Register) – Domaći lokacijski registar

HSPA (eng. High Speed Packet Access) – 3.5 generacija mobilnih mreža

IEEE (eng. Institute of Electrical and Electronics Engineers)

IRDA (eng. Infrared Data Association) – infracrveno zračenje

LBS (eng. Location Based Services) – lokacijski bazirane aplikacije

LMU (eng. Location Measurement Unit) – dodatne komponente za pristup mreži

LPS (eng. Location Positioning Systems)

LTE (eng. Long Term Evolution) – četvrta generacija mobilnih sustava

MOS (eng. Mobile Operating System) – mobilni operacijski sustav

MSC (eng. Mobile Switching Centre) – komutacijsko čvorište ćelijske mreže

MSK (eng. Minimum Shift Keying)

NMT (eng. Nordic Mobile Telephone) – prva generacija mobilnih sustava

NNSS (eng. Navy Navigation Satellite System)

OCS (eng. Operational Control System) – Kontrolni segment

OFDM (eng. orthogonal frequency-division multiplexing) – kako bi se postigle veće brzine i izbjegla interferencija.

OS (eng. Operating System) – operacijski sustav

OTDOA (eng. Time Difference of Arrival)

P2P (eng. Peer to Peer)

PDA (eng. Personal Digital Assistant) – Osobno računalo

PM (eng. Pulse Modulation) – modulacija faze

PSK (eng. Pulse Shift Keying)

RTT (eng. Round trip time)

SDK (eng. Software Development Kit)

SIM (eng. Subscriber Identity Module) Identifikacijska kartica

SMS (eng. Short Message Service) – kratka poruka

TA (eng. Timing Advance)

TCP/IP (eng. Transfer Control Protocol / Internet Protocol)

TACS (eng. Total Access Communication System) – komunikacijski sustav sa slobodnim pristupom

UMTS (eng. Universal Terrestrial Mobile System) – dodavanje uslugama druge generacije multimedijske usluge

UTRAN (eng. UMTS Terrestrial Radio Access Network)

U-TDOA (eng. Uplink-Time Difference of Arrival)

VLR (eng. Visitor Location Register) – Gostujući lokacijski registar

WCDMA (eng. Wideband Code Division Multiple Access)

WiFi (eng. Wireless Fidelity)