



Mobilni i distribuirani informacioni sistemi

**- Mobilno pozicioniranje i
lokaciono zasnovani servisi –**

**Katedra za računarstvo
Elektronski fakultet u Nišu**



Literatura

- ✿ Schiller J., Voisard A., *Location-Based Services*, Morgan Kaufmann Publishers: San Francisco, CA, USA, 2004.
- ✿ Küpper A., *Location-based Services: Fundamentals and Operation*, John Wiley & Sons, Ltd.: West Sussex, England, 2005.
- ✿ S. A. Ahson and M. Ilyas, Eds., *Location-Based Services Handbook: Applications, Technologies, and Security*. CRC Press, 2010.

Lokaciono zasnovani servisi

- ✿ *Location Based Services* - LBS
- ✿ Lokacija (pozicija) mobilnih korisnika je jedna od osnovnih dimenzija mobilnog računarstva
- ✿ Pokretač ovih servisa je bila potreba **lociranja** mobilnih korisnika koji su uputili urgentne pozive za pomoć
- ✿ U isto vreme GPS prijemnici su postali jeftiniji i zahtevali su manju potrošnju
- ✿ Zasnovanost na **lokaciji** predstavlja jednu od osnovnih karakteristika savremenih mobilnih aplikacija i servisa
- ✿ Ali...
 - ✦ Neophodna je podrška mobilne mreže za obezbeđenje servisa preciznog mobilnog pozicioniranja
 - problem privatnosti
 - ✦ Neophodna je podrška od strane mobilnih uređaja (hardver/softver) da bi se odredila lokacija na osnovu samog uređaja
 - problem potrošnje baterije i cene

Lokaciono zasnovani servisi (2)

- ✿ Konvergencija informacionih i komunikacionih tehnologija: Internet/Web-a, žičanih i bežičnih komunikacija, mobilnog pozicioniranja i GIS-a uticala je na nastanak nove klase mobilnih informacionih servisa i aplikacija, nazvanih lokaciono zasnovani servisi (**LBS** – *Location Based Service*).
- ✿ **Lokaciono zasnovani servisi** su mobilni informacioni servisi koji se putem bežičnog/žičanog Web-a isporučuju korisniku u zavisnosti od njegove lokacije, ili lokacija mobilnih i/ili stacionarnih objekata od njegovog interesa.
- ✿ Osnovne karakteristike **lokaciono zasnovanih servisa** su raspoloživost i dostupnost na svakom mestu, u svakom trenutku, kad god je to potrebno, putem mobilnih (mobilni telefon, tablet, pametni sat, laptop, nosivi računari,...) ili stacionarnih kompjuterskih uređaja (personalni računari, radne stanice, WebTV).

LBS korisničke aplikacije

- ✿ Aplikacije i servisi orijentisani ka pojedinačnim mobilnim korisnicima koji se zasnivaju na lokacionim podacima tih korisnika za selekciju informacija koje treba isporučiti korisniku.
- ✿ Primeri:
 - ✦ **Navigacioni i saobraćajni servisi** u realnom vremenu za obradu zahteva poput: "Kako stići do mesta/adrese najbržim/najkraćim putem preko ...", ili "Obavestiti o postojanju saobraćajnog zastoja i načinu na koji ga izbeći".
 - ✦ **Urgentni servisi** za obradu zahteva poput: "Pokvaren automobil, neophodna pomoć na putu", "Neophodna medicinska pomoć zbog srčanih smetnji!", "Da li postoje zapaljive ili eksplozivne materije u rejonu akcije gašenja požara?".
 - ✦ **Turistički servisi** poput: "Najbliže pozorište ili bioskop koji prikazuje određenu predstavu/film", "Gde se u blizini može kupiti/ručati/videti/ ...".
 - ✦ **Marketinška obaveštenja** zasnovana na lokaciji potencijalnih klijenata, poput: "Popust sportske garderobe u prodavnici 50 m udaljenoj od vas".
 - ✦ **Nalaženje najbližih prijatelja** (dece), poput: "Da li je dete napustilo školu i gde se trenutno nalazi?".
 - ✦ **Lokaciono zasnovane igre**, gde se igrač u prostoru uz elemente proširene realnosti takmiči sa drugim igračima.

LBS poslovne aplikacije

- ✿ Aplikacije i servisi za praćenje i upravljanje mobilnim objektima, ljudima, vozilima, itd.
- ✿ Pretežno namenjene kompanijama i organizacijama u javnom/vladinom sektoru.
- ✿ Primeri:
 - ✦ Praćenje i upravljanje flotom vozila/brodova/aviona,
 - ✦ Automatsko lociranje vozila,
 - ✦ Logistika i upravljanje transportom robe i optimizacija ruta,
 - ✦ Sigurnost i zaštita od krađe mobilnih ili stacionarnih objekata,
 - ✦ Praćenje dece ili ljudi sa posebnim potrebama,
 - ✦ Praćenje životinja (npr. pripadnika ugroženih vrsta),
 - ✦ Upravljanje i koordiniranje akcijama u slučaju incidenata policijske/vojne/civilne prirode,
 - ✦ Upravljanje saobraćajem,
 - ✦ Komandovanje, kontrola i komunikacija korišćenjem digitalnog bojišta.



Propisi - Emergency 112 / 911

- ✚ Glavna pokretačka snaga određivanju lokacije mobilnog korisnika u mobilnoj mreži su urgentne službe i pozivi
 - ✚ SAD: urgentni pozivi sa mobilnih uređaja: 1985 skoro nijedan, 1996: > 20 miliona., 1999 > 43 miliona, ...
- ✚ Švajcarska
 - ✚ 1. Juli 2005, BAKOM: "Technische und administrative Vorschriften für Leitweglenkung und die Standortidentifikation der Nortrufe" (SR 784.101.113 /1.3)
 - ✚ Određivanje ćelije mobilne mreže i korisnika koji je uputio poziv
- ✚ Evropa
 - ✚ 2000: "Directive on Universal Services and User's Rights" definiše da informacija o lokaciji korisnika treba da bude poslata urgentnoj službi (u vidu ćelije iz koje je došao poziv)
 - ✚ CGALIES (Coordination Group Access to Location Information by Emergency Services) ima ulogu koordinisanja i upravljanja budućeg razvoja i instaliranja infrastrukture
- ✚ SAD
 - ✚ Faza 1 (1998) zahteva od operatera da budu u stanju da identifikuju ćeliju u okviru koje je poziv obavljen.
 - ✚ Fazi 2 (2001) operateri treba do kraja 2005 da obezbede lociranje kao i da do septembra 2012 obezbede lokaciju (geografsku širinu i dužinu) poziva do tačnosti od 50 to 300 metara u zavisnosti od korišćene tehnologije pozicioniranja
 - ✚ Faza 3, koja je u planu do 2019, treba da uključi metode autentifikacije korisnika i više kontrole u zaštiti korisnikove privatnosti i izboru neophodnih usluga.



Privatnost i sigurnost

✿ *Big brother*

✿ Švajcarska

- ✦ Nejasni propisi, postoje eksperimentalni servisi od strane operatera; još uvek ne postoji pristup od strane trećih lica/kompanija

✿ Evropa

- ✦ Predlog direktive 2000 godine
- ✦ Korisnik mora biti obavešten o korišćenju lokacionih podataka
- ✦ Pretplatnici moraju imati mogućnost da jednostavno odbiju prikupljanje i procesiranje njihovih lokacionih podataka
- ✦ Izuzetak: urgentni servisi i kriminalne istrage

✿ SAD

- ✦ Wireless and Public Safety Act (1999, Section 222)
- ✦ Korisnik mora da pruži autorizaciju pre nego njegove lokacione informacione informacije mogu biti prikupljene, korišćenje i sačuvane
- ✦ Operatori su ograničeni da lokacione informacije dele sa trećim licima/kompanijama

✿ *Meet Jack or, What The Government Could Do With That Location Data*

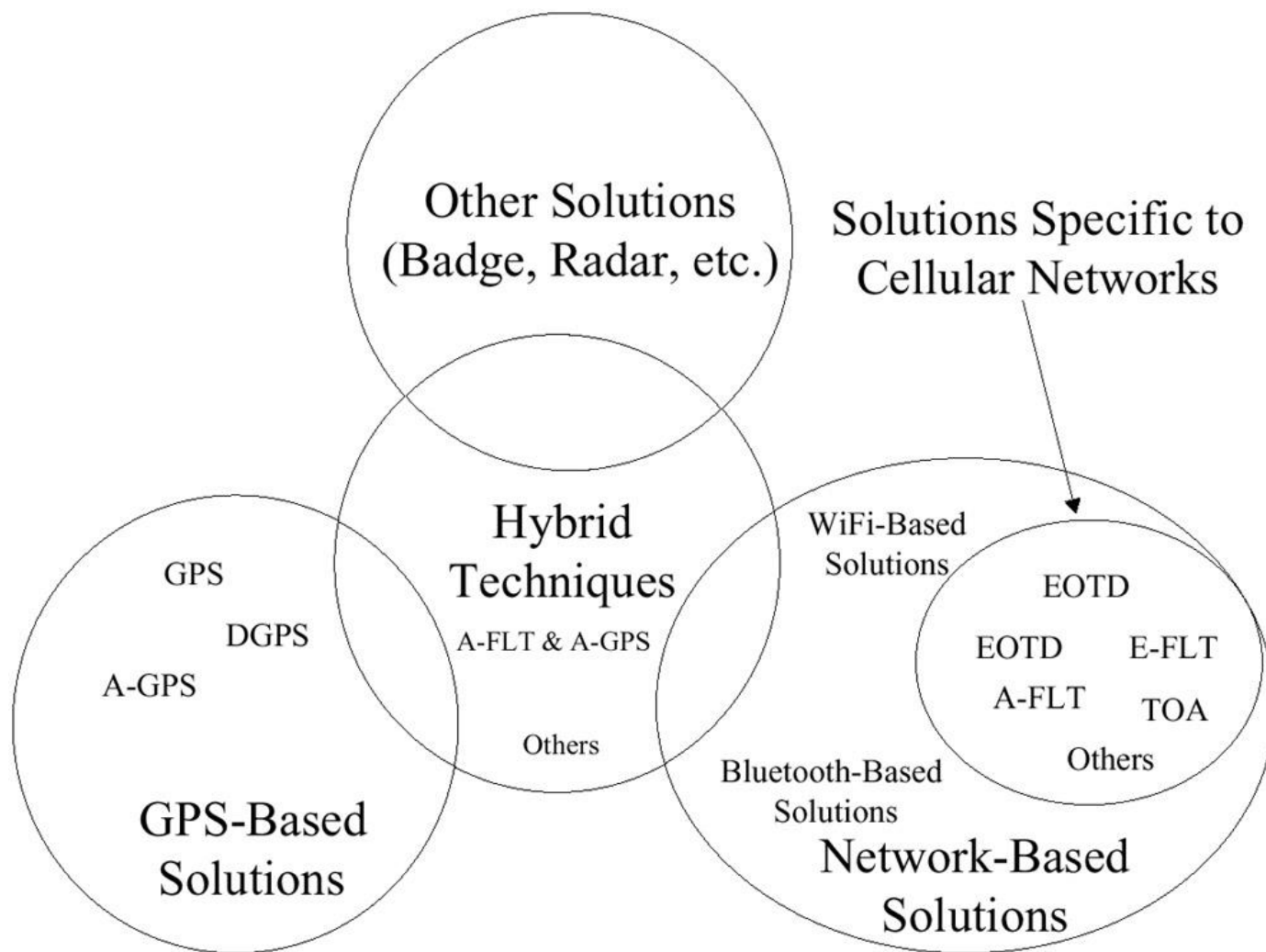
- ✦ https://www.youtube.com/watch?v=ZTWOL_U-OMg

Mobilno pozicioniranje i LBS

Mobilno pozicioniranje

- **Mobilno pozicioniranje** predstavlja određivanje lokacije objekta, tačnije njegove pozicije u prostoru i vremenu u odnosu na određeni prostorni i vremenski referentni sistem
- Postoji veliki broj tehnoloških rešenja za mobilno pozicioniranje koja se mogu podeliti u četiri grupe:
 - ❑ Pozicioniranje **zasnovano na mobilnom uređaju** – (*device based positioning*),
 - ❑ Pozicioniranje zasnovano na **mobilnoj mreži** (*network based positioning*),
 - ❑ **Hibridno pozicioniranje** zasnovano i na mobilnom uređaju i na mobilnoj mreži,
 - ❑ Pozicioniranje na osnovu **posebno razvijene infrastrukture** (obično u zatvorenim prostorima)

Tehnike mobilnog pozicioniranja



Aspekti lokacionih informacija

- ✿ Lokacija u unutrašnjem (**zatvorenom**) ili spoljašnjem (**otvorenom**) prostoru
 - ✦ *Indoor vs. Outdoor*
- ✿ Aposolutna, relativna ili simbolička lokacija
- ✿ Tehnike i metode lociranja
- ✿ Tačnost i preciznost određene lokacije
- ✿ Privatnost korisnika



Lokacija mobilnog uređaja



Apsolutna lokacija

- Geografske koordinate (Lat: 43.33, Lon: 21,89)
- U lokalnom koordinatnom sistemu (sobe, zgrade,...)



Relativna lokacija

- 1 blok severno od glavne zgrade
- Pored štanda BMW-a



Simbolička lokacija

- Opis na višem nivou apstrakcije, semantička lokacija
- Kuća, spavaća soba, ulica i broj, adresa, kompanija,...
- Prevodi se u apsolutnu lokaciju

Tehnike pozicioniranja (lociranja)

Metode za određivanje lokacije

- ❏ **Bliskost** (*Proximity*) sa referentnom tačkom – zasnovan na prijemu signala, fizičkom kontaktu, itd.
- ❏ **Trilateracija** – na osnovu poznatih udaljenosti od tri ili više referentnih tačaka poznate lokacije
- ❏ **Angulacija** (Triangulacija) – na osnovu poznatih uglova prema tri ili više tačaka poznate lokacije
- ❏ **Analiza scene** i poklapanje uzoraka

Određivanje rastojanja od referentnih tačaka pri trilateraciji

- ❏ Vreme prostiranja signala
- ❏ Slabljenje snage signala

Sistemi mobilnog pozicioniranja

System	Technique (Algorithm)	Technologies	Accuracy
GPS	Trilateration	Plain GPS DGPS WAAS A-GPS	10-15 m 3 – 5 m (DGPS, WAAS)
Cellular network	Proximity Trilateration Angulation	Cell-ID Cell-ID+TA TOA TDOA AOA EOTD, RSSI	100 m-10 km 50-100m
Wi-Fi	Proximity Trilateration Angulation Scene analysis	Cell-ID TOA TDOA AOA RSSI	10-100 m (Proximity) 1-10 m
UWB	Trilateration Angulation	RSSI TOA	10 cm-1 m
Bluetooth	Proximity Scene analysis Trilateration	Cell-ID RSSI TOA	1-5 m

Mobilno pozicioniranje i LBS

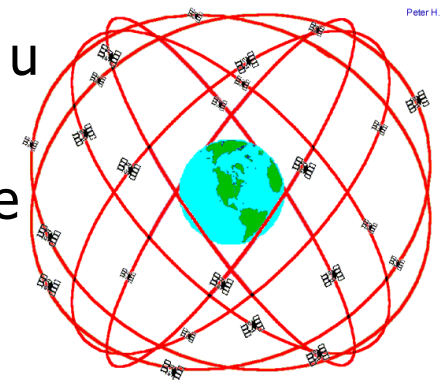
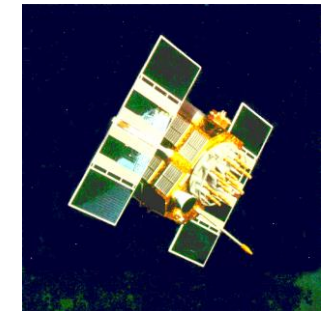
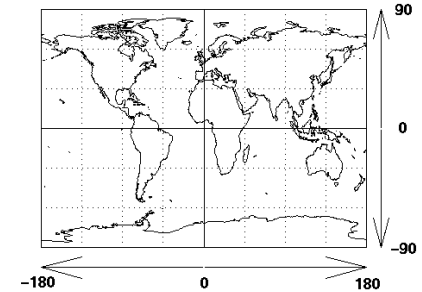


Sistemi mobilnog pozicioniranja (nastavak)

RFID	Proximity Trilateration Scene analysis	Cell-ID RSSI	1-5 m
Zigbee	Proximity Scene analysis	Cell-ID RSSI	1-10 m
Infrared	Proximity Trilateration	Cell-ID TOA	1 cm-1 m
Ultrasound	Trilateration	TOA	1 cm-10 m
Video scene analysis (computer vision)	Scene analysis Angulation	Computer vision	1-10 m
Barcodes	Proximity Angulation	Pattern recognition	1-10 m
Sensor networks	Proximity Trilateration	Cell-ID RSSI	10 cm-1 m
INS	Dead reckoning		10-100 m

GPS

- Upravljan od strane Ministarstva Odbrane SAD, sistem započet 1970-ih, potpuno operativan od 1995
- 3 segmenta:
 - Svemirski segment: sateliti
 - Upravljački (kontrolni) segment
 - Korisnički segment: svi GPS korisnici, vojni i civilni, sa odgovarajućim GPS prijemnicima
- Svemirski segment
 - Kompletna konstelacija Navstar GPS satelita u Zemljinim orbitama (24 operativna, 7 rezervna)
 - U 6 orbita (po 4 satelita u svakoj) nagnutih 55° u odnosu na Ekvatorsku ravan na udaljenosti od 20200 km
 - Jedan obilazak satelita oko Zemlje po orbiti traje 11 časova 58 minuta (brzina oko 11000 km/h)
 - Napajaju se solarnom energijom
 - Planiran životni vek iznosi 7.5 godina
 - Proizvođač: Rockwell International

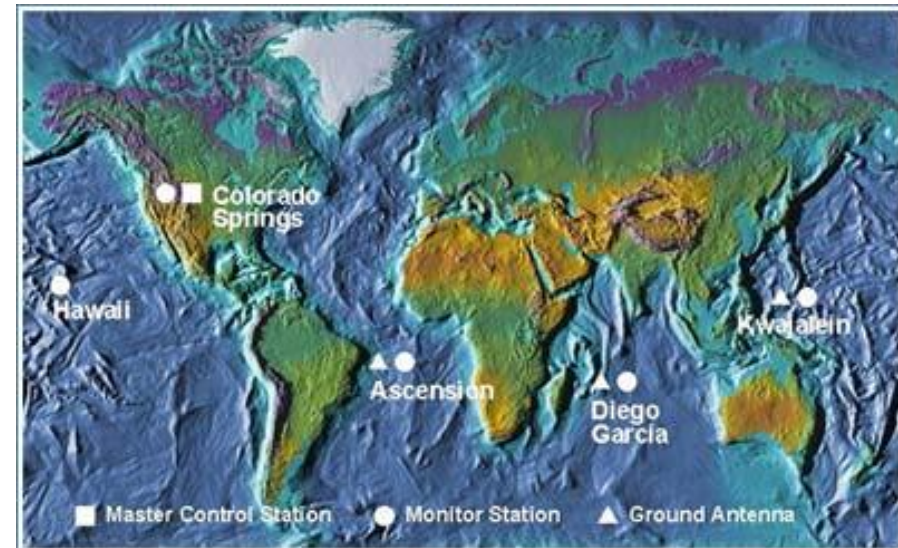


GPS Nominal Constellation
24 Satellites in 6 Orbital Planes
4 Satellites in each Plane
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

GPS - Upravljački segment

Upravljački segment

- ❖ Ovaj segment se nalazi na površini Zemlje i zadužen je za nadgledanje GPS satelita, proveru njihove funkcionalnosti i tačne pozicije u svemiru.
- ❖ Sastoji se od:
 - Glavne upravljačke stanice koja šalje satelitima korekcije njihovih pozicionih podataka (*efemeris*), kao i korekciju sata na satelitu. Sateliti prihvataju ove korekcije i ažuriraju signal koji se šalje GPS prijemnicima. Nalazi se u Flacon AFB Colorado Springs, Colorado.
 - 5 *monitoring* stanica koje prate satelite i ažuriraju podatke o njihovoj lokaciji i vremenu koje šalju glavnoj upravljačkoj stanici



GPS - Korisnički segment

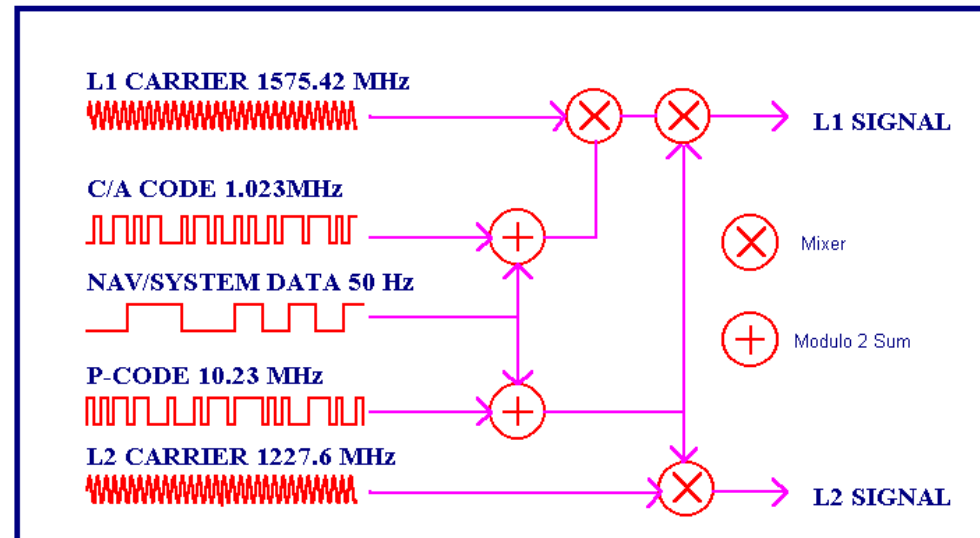
✿ Korisnički segment:

- ✦ GPS prijemnik
- ✦ Prijemnici obično zahtevaju liniju vidljivosti do barem **4 satelita**
- ✦ Orbitalni podaci o satelitima se prenose relativno sporo, obično u trajanju od 20sec – 45sec do dobijanja prvih pozicionih informacija
- ✦ Vojne aplikacije
 - Koriste L1 & L2 kanale
- ✦ Civilne aplikacije
 - Koriste L1 kanal
 - Lociranje, navigacija, praćenje, ...



Struktura GPS signala

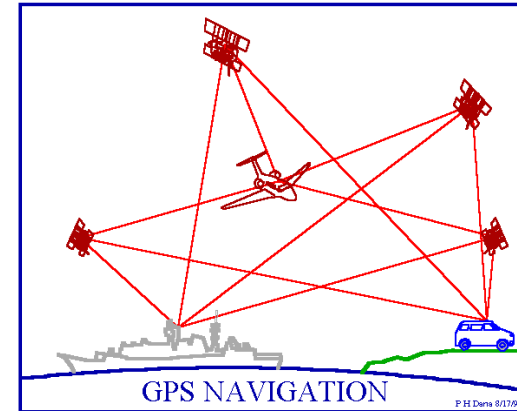
- ✿ Kodovi su dodati na noseće radio talase
- ✿ Dve noseće frekvencije
 - ✦ L1 noseća frekvencija: 1575.42 MHz (C/A i P-kod)
 - ✦ L2 noseća frekvencija: 1227.60 MHz (P- kod)
- ✿ Kodovi predstavljaju serije binarnih signala (0 i 1) i nazivaju se PRN kodovi (*Pseudo Random Noise Codes*)
 - ✦ C/A Code ili "Civilni kod" nosi manje informacija.
 - ✦ P-Code (Protected Code) – zaštićeni (kriptovani) kod namenjen vojsci SAD
- ✿ Navigaciona poruka: signal frekvencije 50 Hz kodira se ovim kodovima, nosi informacije o lokaciji satelita, vremenu, itd.



GPS

✚ Princip funkcionisanja

- ✚ Sateliti emituju jedinstveni signal koji uključuje i vremenske informacije
- ✚ Rastojanje od satelita se određuje merenjem vremena prenosa ovog signala (koji se kreće brzinom svetlosti)
- ✚ Usled grešaka u časovniku, i drugih mogućih grešaka, dobija se tzv. pseudo rastojanje
- ✚ Trilateracija
 - Lokacija prijemnika se nalazi u preseku tri sfere, čiji su poluprečnici rastojanja do satelita
 - Četvrti satelit se koristi zbog problema sa sinhronizacijom clock-a i određivanja tačne pozicija

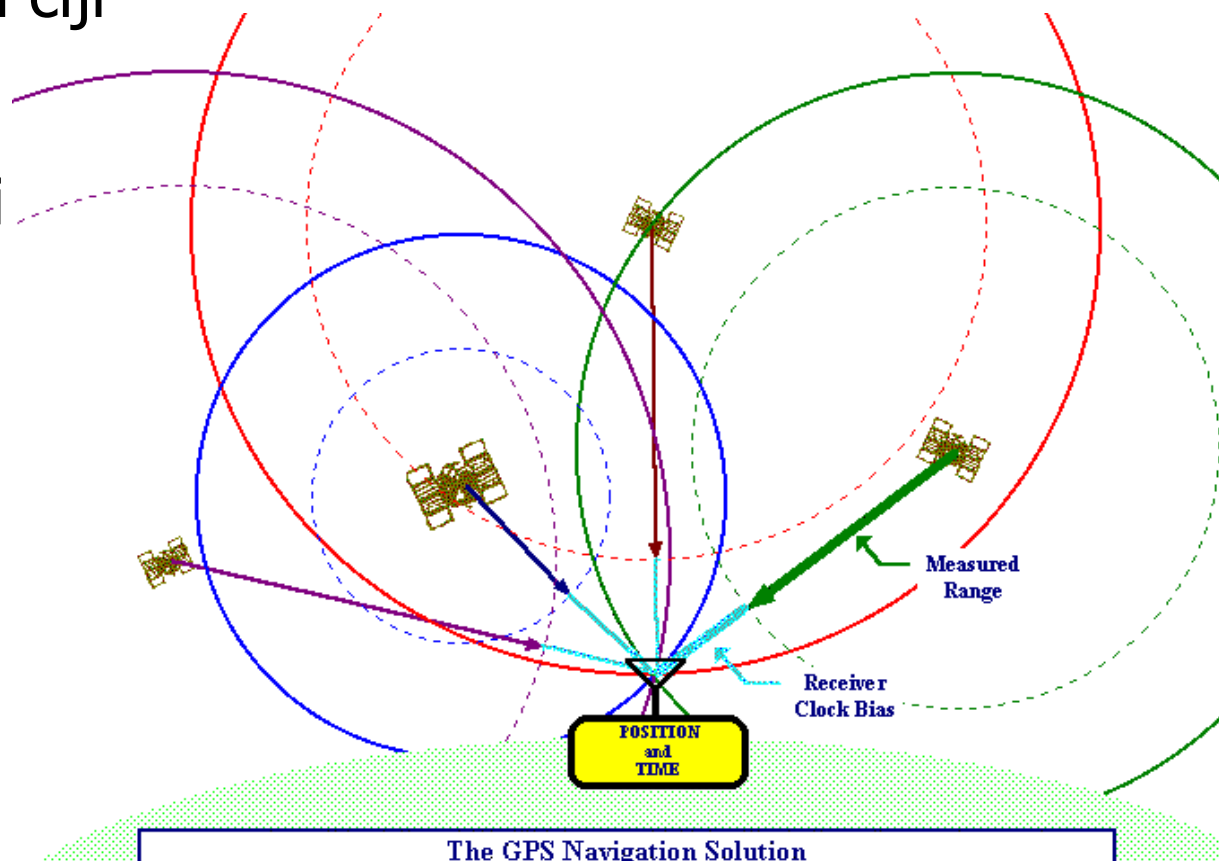


✚ Denial Of Accuracy (DOA) : Vojska SAD koristi dve metode da omete potpunu funkcionalnost sistema

- ✚ Selective Availability (SA) – šum koji je bio dodat *signclock* signalu i tako smanjio kvalitet signala za potrebe lociranja
- ✚ SA je isključen maja 2000
- ✚ Anti-Spoofing (AS) - P-code je kriptovan --> P (Y)-code

Kako funkcioniše GPS?

- ✿ Pozicija GPS prijemnika određuje se u preseku sfera čiji poluprečnici predstavljaju udaljenosti od 4 ili više satelita



Navigaciona poruka

- Da bi se odredila pozicija GPS prijemnika na osnovu podataka o udaljenosti do satelita neophodno je poznavanje veoma precizne pozicije satelita
- Sateliti se kreću po veoma visokim i predvidivim orbitama, i gravitacioni efekti Sunca i Meseca ih veoma malo menjaju
 - GPS upravljački segment nadgleda i konstantno ažurira njihove tačne pozicije
- Svaki satelit kontinualno emituje navigacionu poruku na L1 (C/A i P/Y) i L2 (P/Y) frekvencijama brzinom 50 bit/s
- Da bi se emitovala kompletna poruka potrebno je 12.5 minuta
- Poruka sadrži 1500 bit-ova (30 sekundi) podeljenih u 5 frame-ova svaki od 300 bitova (6 sec)

GPS message format

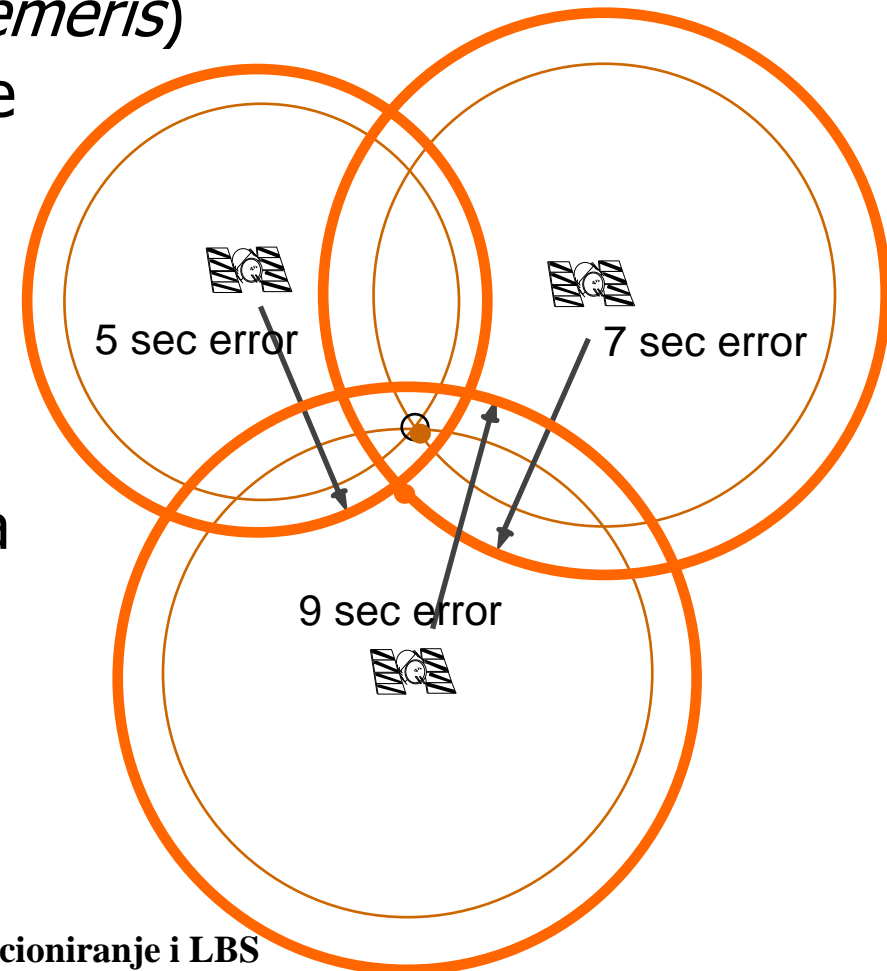
Subframes	Description
1	Satellite clock, GPS time relationship
2–3	Ephemeris (precise satellite orbit)
4–5	Almanac component (satellite network synopsis, error correction)

Ephemeris & Almanac

- ❁ ***Ephemeris*** – Predstavlja deo navigacione poruke koji sadrži podatke o **poziciji i trenutnim orbitama** koje se šalju GPS prijemnicima svakih **30 sekundi** i na osnovu kojih je moguće da GPS prijemnik odredi poziciju u odnosu na satelit (ažurira se svaka 2 sata i validan je do 4 sata).
- ❁ ***Almanac*** – Predstavlja podatke o orbitama i statusu svih satelita kao deo navigacione poruke u okviru satelitskog signala svakog od satelita koji se u potpunosti emituje svakih **12.5 minuta**, ažurira se svaka 24 sata i validan je od 30-180 dana
- ❁ Za kompletan ***Almanac*** neophodno je **25** navigacionih poruka od po **1500 bitova** → vreme slanja **750 s = 12.5 min**

Izvori GPS grešaka

- Greška u časovniku satelita/prijemnika
- Greška u poziciji satelita (*ephemeris*)
- Uticaj atmosfere na prostiranje satelitskih signala
 - Refrakcija u jonosferi
 - Refrakcija u troposferi
 - Ugao položaja satelita
- Šumovi
- Višestruki putevi do prijemnika (Multipath)
- Smanjivanje preciznosti usled opstrukcije signala
- Selektivna raspoloživost (S/A)



GPS – prednosti i nedostaci

- ✿ Tačnost može biti poboljšana korišćenjem diferencijalnog GPS (D-GPS)
 - ✦ Dodavanjem prijemnika sa tačno određenom pozicijom
- ✿ Mobilni uređaji
 - ✦ Sve veći broj mobilnih (pametnih) telefona poseduje ugrađeni GPS prijemnik, i očekuje se da će u budućnosti to biti standardna karakteristika
 - ✦ GPS prijemnici se mogu priključiti preko Bluetooth interfejsa
- ✿ Prednosti
 - ✦ Pozicioniranje zasnovano isključivo na mobilnom uređaju
 - ✦ Globalna dostupnost
 - ✦ Dobra preciznost
- ✿ Nedostaci
 - ✦ Veliko kašnjenje do dobijanja prvih informacija o poziciji
 - ✦ Nemogućnost pozicioniranja u zatvorenim prostorima i prirodnim i urbanim kanjonima
 - ✦ Neophodan dodatan hardver (cena + potrošnja snage)

Diferencijalni GPS - DGPS

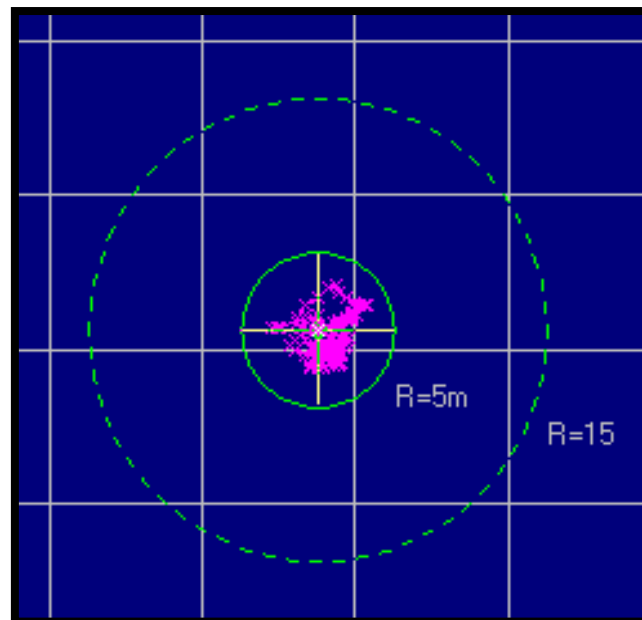
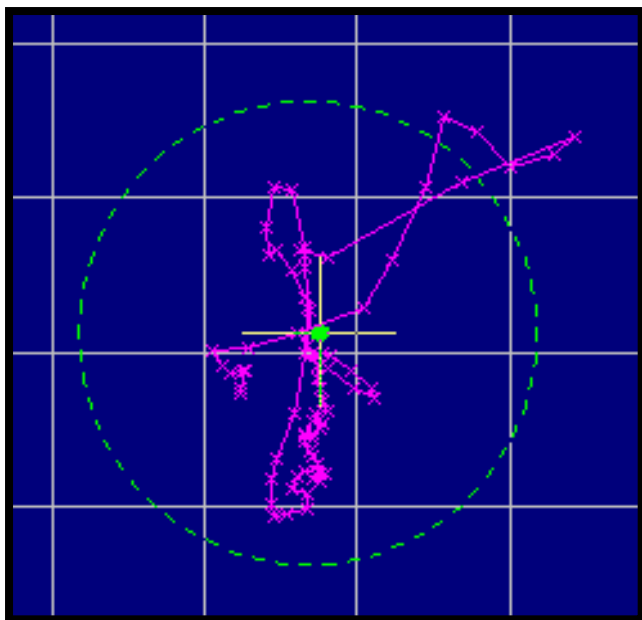
- ✚ Koriste se dva GPS prijemnika.
- ✚ Osnovni GPS prijemnik visoke preciznosti u okviru bazne stanice postavljen je na poznatoj referentnoj tački poput National Geodetic Survey markera. Ovaj prijemnik prikuplja GPS signale i poredi izračunatu poziciju sa sopstvenim poznatim koordinatama
- ✚ Mobilni GPS prijemnik prikuplja autonomne informacije na terenu
- ✚ U okviru bazne stanice izračunava se korekcija (razlika) između poznate pozicije i GPS pozicije
- ✚ Ova razlika je efektivna mera greške u pozicioniranju i može se koristiti u korekciji pozicionih grešaka u realnom vremenu ili nakon postupka merenja pozicija (*post processing*)
- ✚ Bazna stanica i GPS prijemnik moraju da mere poziciju u isto vreme i da budu na udaljenosti do 300 - 500 km da bi se obezbedilo da primaju signale sa istih satelita (što manje to bolje)

Razlika u preciznosti

Podaci dobijeni slabijim GPS prijemnicima

Bez diferencijalne korekcije

Sa diferencijalnom korekcijom



WAAS

- ✿ *Wide Area Augmentation System*
- ✿ Sistem koji se sastoji od satelita i zemaljskih stanica koji obezbeđuju korekciju GPS signala, dajući još bolju preciznost pozicioniranja u odnosu na DGPS
- ✿ Originalno projektovan za korišćenje u aero navigaciji
- ✿ Mnogi novi GPS prijemnici imaju mogućnost korišćenja WAAS signala u određivanju pozicije
- ✿ WAAS-osposobljen prijemnik daje poziciju preciznost bolju od 3 metra, 95% vremena, bez potrebe nabavke dodatne opreme ili plaćanja pretplate za korišćenje WAAS servisa.
- ✿ EGNOS (Evropa), MFSAS (Asia, Japan)

Sistemi za globalno pozicioniranje

GLONASS

- ❑ SSSR ekvivalent GPS-u
- ❑ Sateliti lansirani u periodu 1992 - 1996
- ❑ Funkcionalnu konstelaciju čine 24 satelita
- ❑ Arhitekturno sličan GPS
- ❑ Upravljački segment je u granicama bivšeg SSSR
- ❑ Počev od 2001 Rusija je započela njegovo ponovno uspostavljanje i u saradnji sa vladom Indije, kao partnerom, postigla punu funkcionalnost i globalnu pokrivenost 2011 godine.

Galileo

- ❑ Projekat EU započet 1999 godine, interoperabilan sa GPS i GLONASS
- ❑ 30 (24 operativnih satelita i 6 rezervnih satelita, na tri orbitalne ravni (Medium Earth Orbits – MEOs) na visini 23 222 km i inklinaciji od 56° u odnosu na Ekvator.
- ❑ Prva dva operativna satelita lansirana u oktobru 2011



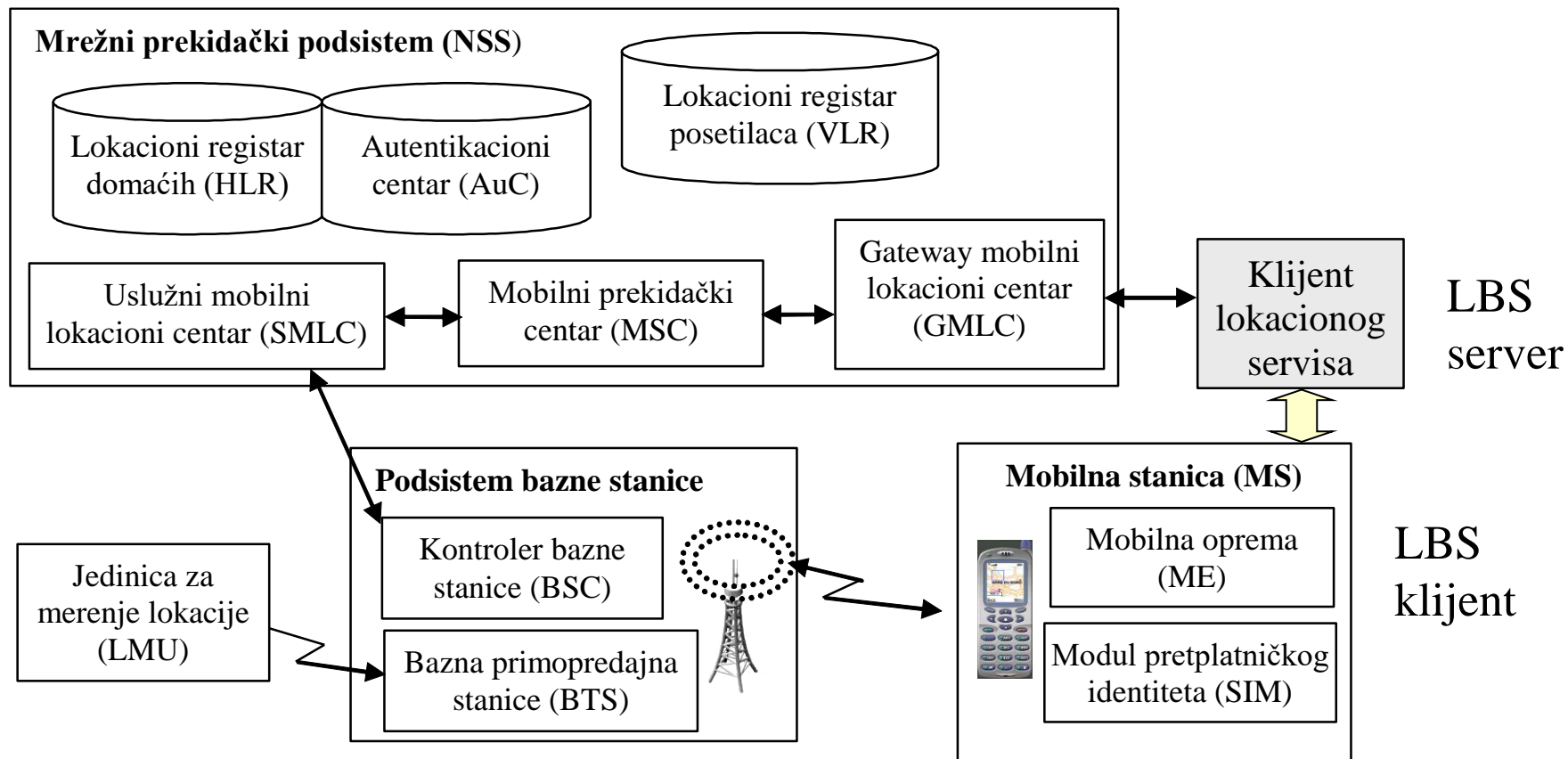
Galileo

- ✿ 2 Galileo kontrolna centra i 20 senzorskih stanica- Interoperabilnost sa GPS i GLONASS
- ✿ 30 (24 operativnih i 6 rezervnih satelita) na visini 23 222 km i inklinaciji od 56° u odnosu na Ekvator.
- ✿ Lansiranje prvog probnog satelita 2005, a drugog 27.4.2008;
- ✿ Prva dva operativna satelita lansirana u oktobru 2011, druga dva oktobra 2012
- ✿ Avgusta 2014 dva satelita lansirana u pogrešnu orbitu (5 i 6)
- ✿ 2015 - mart (7, 8), septembar (9,10), decembar (11,12)
- ✿ 2016 - maj 2016 (4), novembar 2016 (4)
- ✿ 2017 - GSAT-215 (Nicole), GSAT-216 (Zofia), GSAT-217 (Alexandre), GSAT-218 (Irina) - Ariane 5 ES
- ✿ 2020 – 26 lansiranih sateluta (24 funkcionalna) satelita u orbitama u operacionom stanju



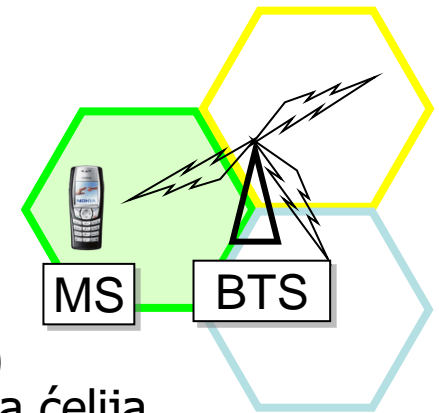
Pozicioniranje zasnovano na mobilnoj mreži

Arhitektura GSM i servera pozicioniranja



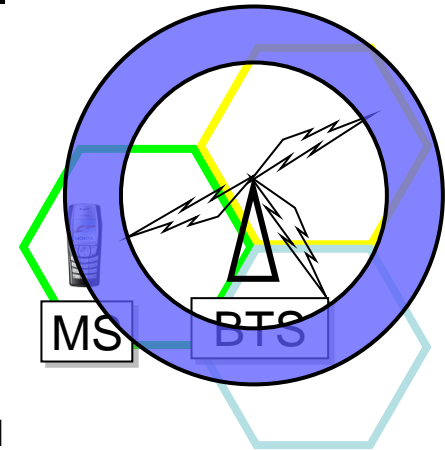
Identitet ćelije - Cell-ID

- ✚ Izvorna ćelija (*Cell of origin*) ili ćelijski identitet (*Cell-ID*) predstavlja metodu za mobilno pozicioniranje u potpunosti zasnovanu na mobilnoj mreži.
- ✚ Ova metoda za pozicioniranje kao lokaciju uzima koordinate bazne stanice koja u tom trenutku opslužuje mobilni uređaj korisnika (putem koje mobilni uređaj obavlja komunikaciju)
- ✚ Preciznost u velikoj meri zavisi od veličine ćelija mobilne mreže. Tipična veličina u urbanim segmentima mreže je oko stotinu metara, dok u ruralnim područjima može iznositi i više kilometara, što predstavlja aproksimativnu preciznost ove metode.
- ✚ Tipično vreme odziva u određivanju lokacije je od 2 - 5 sekundi (2.5 sekundi je uobičajeno).
- ✚ Prednosti
 - ▣ Brzina i cena
 - ▣ Minimalna ili nikakva modifikacija mrežne infrastrukture
- ✚ Nedostaci
 - ▣ Promenljiva i loša preciznost (pošto veličina ćelija varira)
 - ▣ Ćelija preko koje komuniciramo ne mora da bude najbliža ćelija



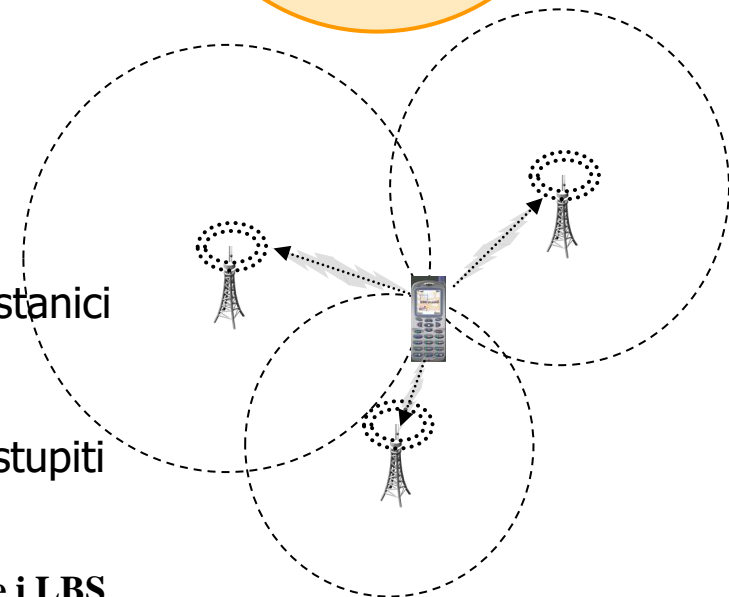
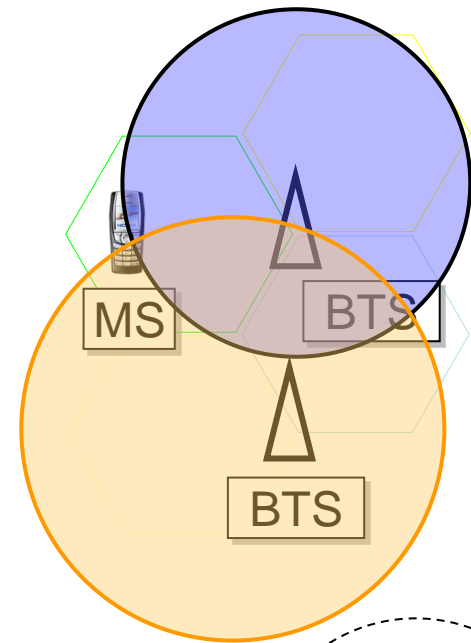
Timing Advance (TA)

- Metoda ćelijskog identiteta je često dopunjena i tehnikom nazvanom **Vremensko napredovanje** (TA - Timing Advance)
- GSM Timing Advance parametar
 - Koristi se za sinhronizaciju vremenskih slotova
 - Može bit definisan kao vremensko kašnjenje između uređaja i bazne stanice
 - Preciznost oko 550 metara
 - Takođe dostupan na uređaju
 - Ukoliko sistem za pozicioniranje registruje i usmerenu antenu bazne stanice preko koje je mobilni uređaj povezan na mobilnu mrežu, može se odrediti i sektor u okviru ćelije u kome se nalazi mobilni uređaj.
- Prednost
 - Brzina i cena
 - Minimalna ili nikakva modifikacija mrežne infrastrukture
- Nedostaci
 - Preciznost
 - Mora biti kombinovana sa drugim metodom da bi se dobila veća preciznost



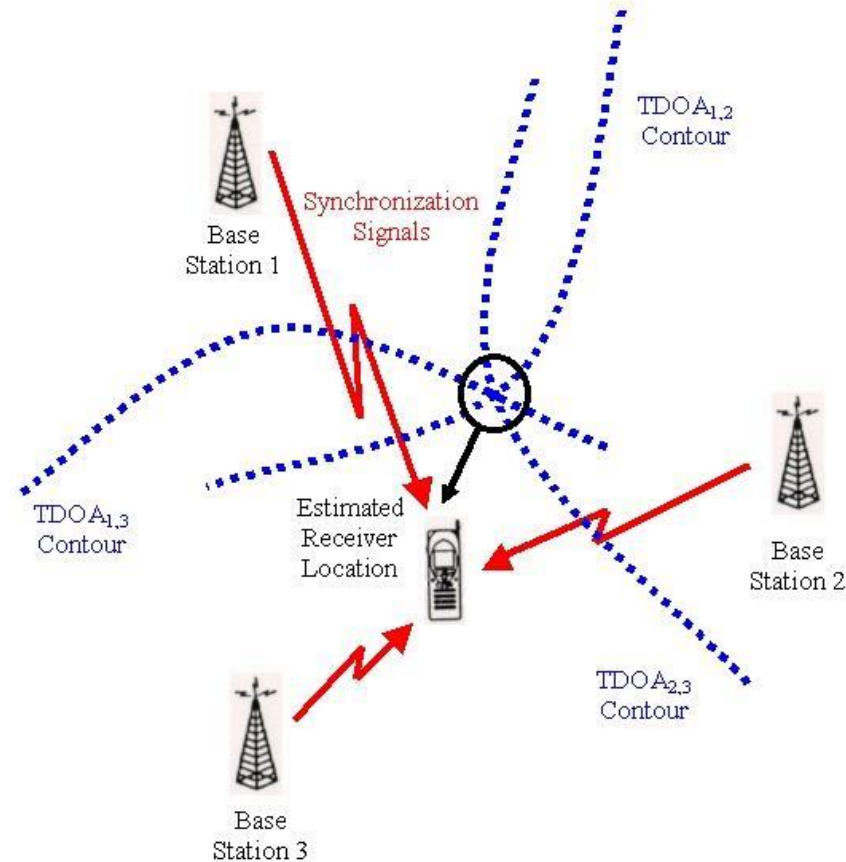
Time of Arrival (TOA)

- ✚ Slično principu sa GPS tehnikom
- ✚ Zasniva se na vremenima pristizanja poznatog signala poslatog sa mobilnog uređaja i primljenog od strane tri ili više baznih stanica
- ✚ Signal predstavlja pristupni burst kreiran od strane mobilnog uređaja obavljanjem asinhronog hand-over-a. Takvi signali sa mobilnog uređaja se detektuju na prijemnicima u okviru baznih stanica gde se vrši merenje kašnjenja prostiranja signala od mobilnog uređaja do prijemnika.
- ✚ Prednosti
 - ▣ Brzina i cena
 - ▣ Minimalna ili nikakva modifikacija mrežne infrastrukture
- ✚ Nedostaci
 - ▣ Precizan *clock* je neophodan na svakoj baznoj stanici
 - ▣ Osetljiv na greške u urbanom okruženju zbog promenljivih uslova propagacije signala
 - ▣ U ruralnim područjima može biti nemoguće pristupiti dovoljnom broju baznih stanica (3+)



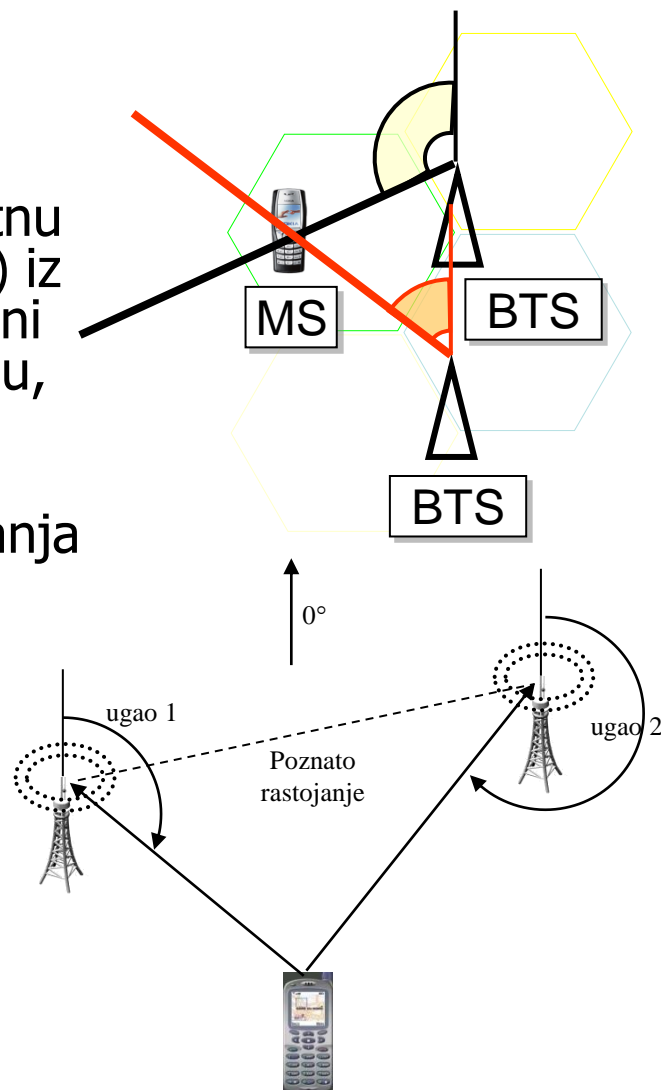
Time Difference of Arrival (TDOA)

- Time Difference of Arrival (TDOA) metod meri vremensku razliku u prostiranju signala upućenih sa mobilnog uređaja do dve referentne bazne stanice
- Ovim se određuje lokacija mobilnog uređaja na krivoj liniji između dve bazne stanice
- Treća bazna stanica je neophodna u cilju triangulacije pozicije mobilnog uređaja
- Preciznost TDOA (OTDOA, U-TDOA) metode je između 50 i 120 m u ruralnim područjima, dok se očekuje između 40 i 50 m u urbanim područjima.



Angle of Arrival (AOA)

- ✿ Koristi se metoda triangulacije korišćenjem pravca stizanja signala
- ✿ Signal sa mobilnog uređaja prima se sa više baznih stanica. Bazne stanice poseduju dodatnu opremu (LMU) kojom određuju pravac (ugao) iz kog stižu signali sa mobilnog uređaja. Izmereni podaci sa svake bazne stanice se šalju SMLC-u, gde se analiziraju i koriste za određivanje aproksimativne pozicije mobilnog uređaja.
- ✿ Retko korišćen jer merenja ugla i pravca stizanja signala često nisu moguća
- ✿ Prednosti
 - ✦ Može funkcionisati u ruralnim područjima
- ✿ Nedostaci
 - ✦ Osetljiv na interferenciju i slabljenje signala
 - ✦ Line-of-Sight (LOS) je obavezan
 - ✦ Ne funkcioniše dobro u urbanim područjima

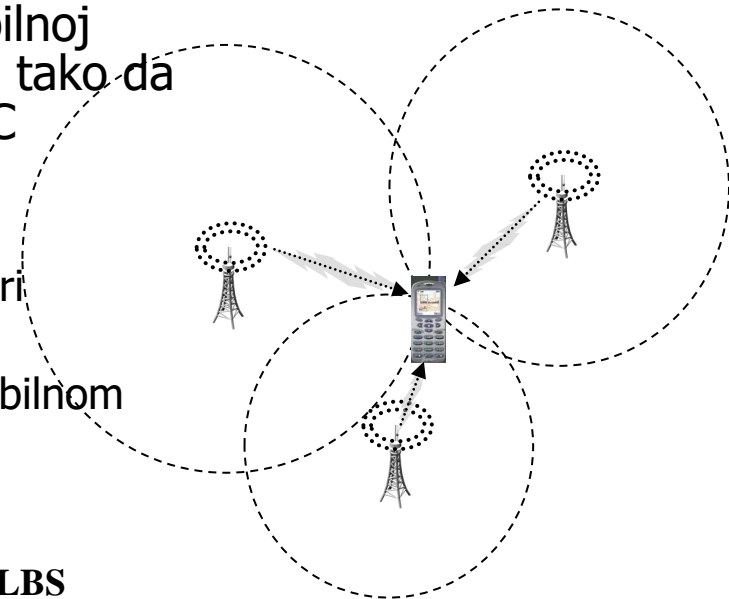
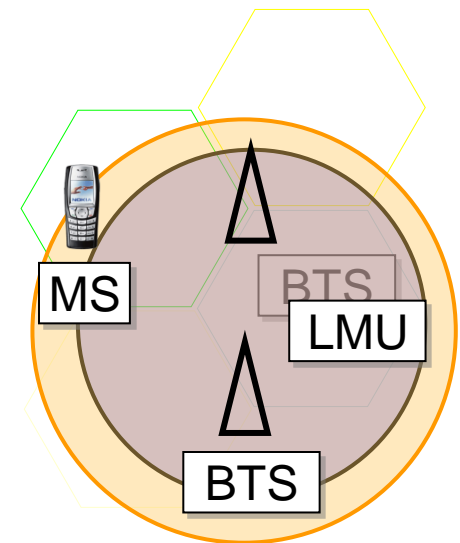




Hibridne tehnologije pozicioniranja

Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)

- Neophodan dodatni uređaj, LMU (Location Measurement Unit), čija je lokacija poznata (npr. od strane GPS)
- E-OTD metoda na osnovu signala primljenih sa baznih stanica u okruženju mobilnog uređaja, meri razliku u vremenu neophodnom da signal stigne do mobilnog uređaja
- Vremenska razlika se koristi za izračunavanje udaljenosti uređaja u odnosu na bazne stanice. Mobilni uređaj mora da poseduje informacije o baznim stanicama iz okruženja, njihove tačne lokacije, kao i vremenske informacije. Alternativno, mobilni uređaj može da pošalje mobilnoj mreži izmerene vrednosti razlike pristiglih signala, tako da se neophodna izračunavanja obave u okviru GMLC
- Prednosti
 - Dobra preciznost
 - Može biti implementirana na postojećoj infrastrukturi
- Nedostaci
 - Zahteva dodatni softver i procesorsku snagu na mobilnom uređaju
 - Zahteva dodatni hardver (LMU)



Assited GPS (A-GPS)

- ✦ GPS prijemnik ne može da odredi svoju poziciju u slučaju slabog prijema signala sa satelita, usled zaklonjenosti od zgrade, drveća, i sl., i imaju problem da prime almanac i ephemeris podatke iz navigacione poruke (što može da potraje izvesno vreme).
- ✦ A-GPS se zasniva na postavljanju diferencijalne GPS mreže na širokom prostoru koja je povezana sa mobilnom mrežom čiji su čvorovi opremljeni GPS prijemnicima koji kontinualno funkcionišu i imaju čist i jasan pregled neba (*AGPS Server-i*)
- ✦ AGPS server putem komunikacione mreže šalje GPS prijemniku podatke neophodne za podršku GPS pozicioniranju u cilju unapređenja njegovih performansi pozicioniranja (brzine, tačnosti)
- ✦ Prednosti
 - ✦ Tačnosti i brzina
 - ✦ Jednostavno integrisanje sa DGPS (Differential GPS)
 - ✦ Može se koristiti i slabi signali (u zatvorenom prostoru)
- ✦ Nedostaci
 - ✦ Cena (nova oprema)
 - ✦ Podrška od strane mobilnog uređaja

A-GPS



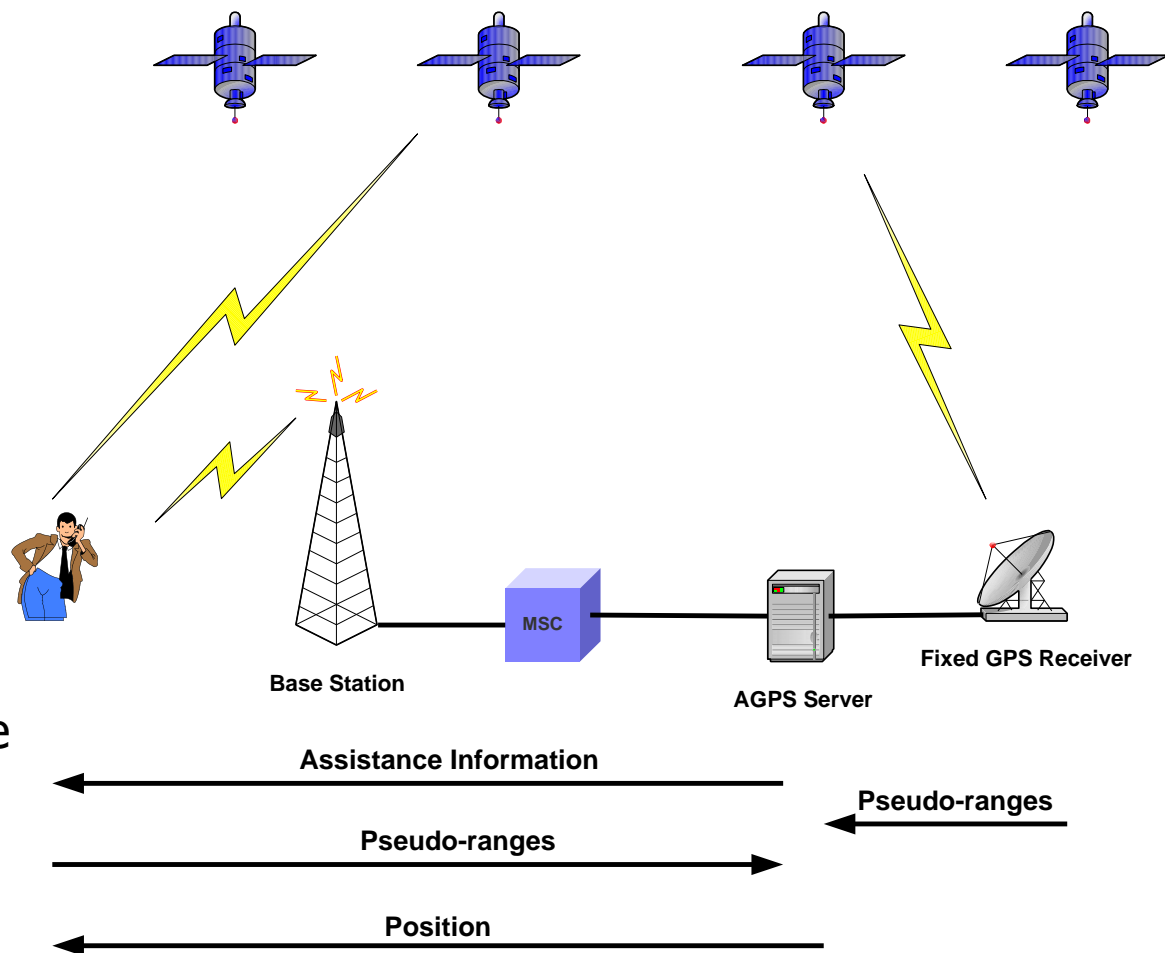
A-GPS obezbeđuje unapređenja u

- *Time to First Fix*
- Trajanju baterije
- Smanjenju osetljivosti na izvore grešaka GPS signala
- Ceni



Pomoćni podaci

- Pozicije satelita (*ephemeris*)
- Vremenske informacije
- Lista vidljivih GPS satelita



Uporedni pregled metoda pozicioniranja

Tehnologija	Uticaj na mobilni uređaj	Preciznost
Cell ID	Ne	Zavisno od veličine ćelije 100m-15km
Cell ID + TA	Ne	500m
TOA	Ne	100-200m
AOA	Ne	100-200m
E-OTD	Da	20-200m
GPS/A-GPS	Da	5-30m

Pozicioniranje u zatvorenom prostoru (*Indoor*)

- ✿ WiFi fingerprinting
- ✿ Wireless LAN (WiFi) RTT – metoda zasnovana na trilateraciji poput pozicioniranja u mobilnim mrežama
- ✿ Ultra-wideband (UWB)
- ✿ Bluetooth
- ✿ RFID
- ✿ Infracrveni signali (IrDA) i Ultrazvučna identifikacija
- ✿ *Dead reckoning* (korišćenje kompasa, akcelometra i žiroskopa)
- ✿ Specijalizovana infrastruktura, predajnici/odašiljači i prijemnici koji se koriste isključivo za pozicioniranje:
 - ✦ Active Badge (XeroxParc)
 - ✦ Active Bat (AT&T)
 - ✦ RADAR - Microsoft Research RF zasnovano rešenje za lociranje i praćenje

WiFi fingerprinting

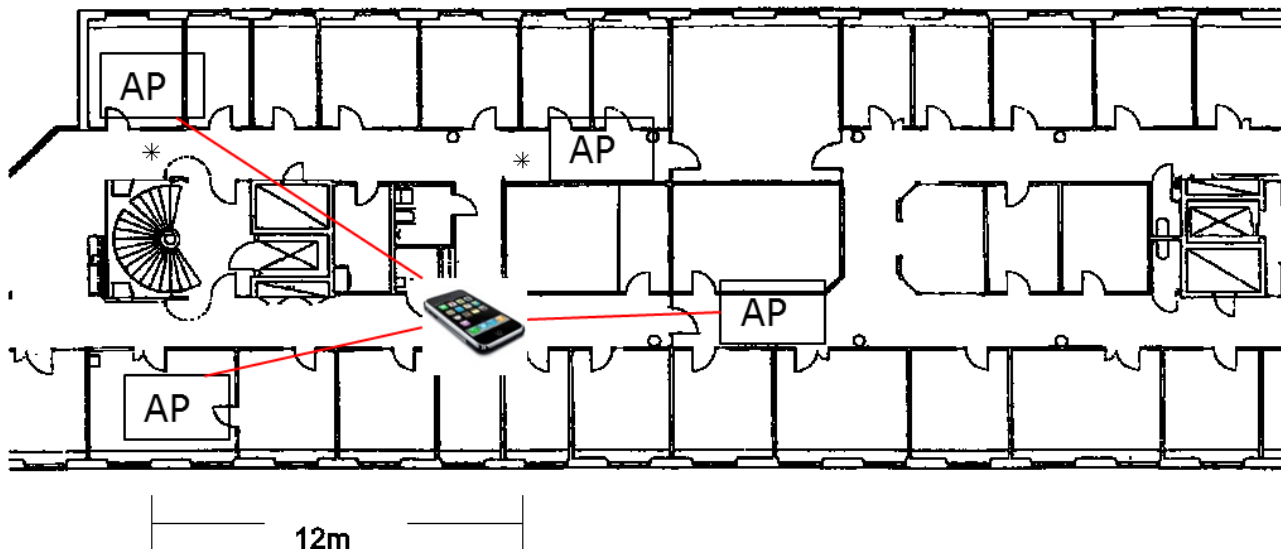
- ✱ **Fingerprinting** tehnika se zasniva na tome da distribucija radio signala pokazuje jedinstvene šablone u diskretnim pozicijama nekog prostora (referentne tačke).
- ✱ **Radio mapa** - Snimanjem i pamćenjem podataka koji opisuju šablone i njihovim asociranjem sa diskretnim lokacijama u kojima su podaci snimljeni,
 - ❑ omogućava poređenje tih podataka sa podacima koji će biti snimljeni u budućnosti.
- ✱ Kada kasnije mobilni uređaj na nekoj lokaciji snimi odgovarajuće podatke o dostupnim radio signalima, ti podaci se mogu uporediti sa prethodno snimljenim.
- ✱ Kada se pronađe najbolje poklapanje novih podataka sa snimljenim podacima, lokacija na kojoj su snimljeni ti podaci se uzima kao lokacija mobilnog uređaja/korisnika.

WiFi fingerprinting (2)

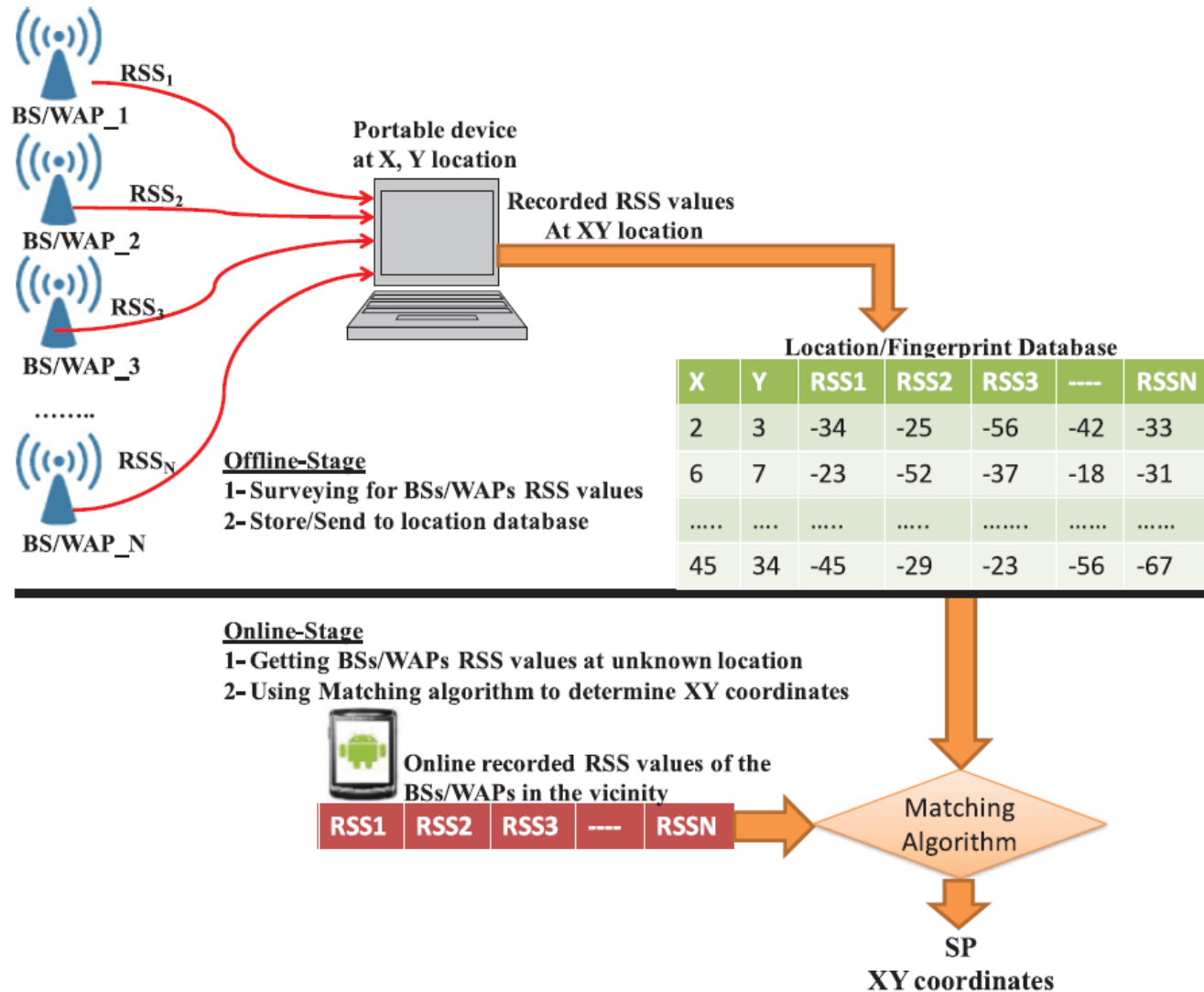
- ✿ Pomenuti šabloni, odnosno podaci o signalima snimljeni na nekoj lokaciji se nazivaju "otisci" (eng. *Fingerprint*).
- ✿ Jedan otisak na nekoj lokaciji predstavlja skup informacija (MAC adresa, jačina signala, ime mreže, kanal i dr.) o signalima svih *access point-a* čiji se signal može registrovati na datoj lokaciji.
- ✿ Na osnovu otisaka za veliki broj diskretnih lokacija na nekom prostoru, kreira se **radio mapa** tog prostora.
 - ✘ Faza obuke (Pre-processing, *Training phase*, *Offline*)
 - ✘ Faza pozicioniranja (*Realtime location phase*, *Online*)

WiFi fingerprinting (3)

- ❁ Sličnost između otisaka iz radio mape i trenutno snimljenog otiska, najčešće se određuje primenom Euklidovog algoritma rastojanja u prostoru signala.
- ❁ Određivanje lokacije
 - ❑ Lokacija najbližnjeg otiska se uzima kao lokacija uređaja
 - ❑ Lokacija uređaja se dobija aproksimacijom u odnosu na lokacije k najbližnjih otisaka



WiFi fingerprinting





Pozicioniranje u zatvorenom prostoru (nastavak)

- ✿ WiFi RTT (Round-Trip-Time)
 - ✦ Na osnovu Wi-Fi RTT se može izmeriti rastojanje do najbližih *RTT-capable* Wi-Fi *access point*-a, a zatim primeniti trilateracija.
- ✿ Ultra-wideband (UWB)
 - ✦ Precizno pozicioniranje robota
- ✿ Bluetooth (BLE)
 - ✦ Pozicioniranje na osnovu „blizine“ referentne tačke sa BLE primopredajnikom
- ✿ RFID
 - ✦ Pozicioniranje objekata koji se kreću po tačnom određenim putanjama, objekata u magacinima, kontejnerima u lukama,...
- ✿ *Dead reckoning* (korišćenje kompasa, akcelometra i žiroskopa)
 - ✦ Pozicioniranje kada ne postoji nikakva specijalizovana ili komunikaciona infrastruktura



Pristup lokacionim podacima u mobilnoj aplikaciji



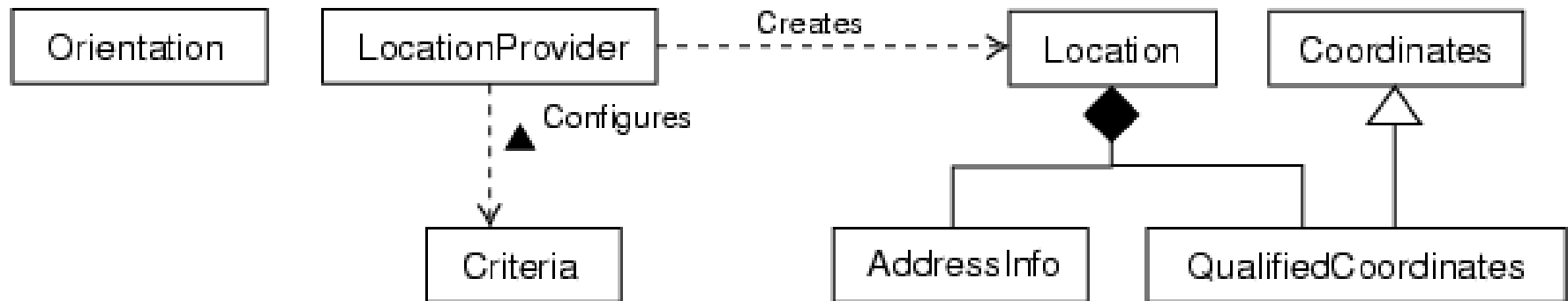
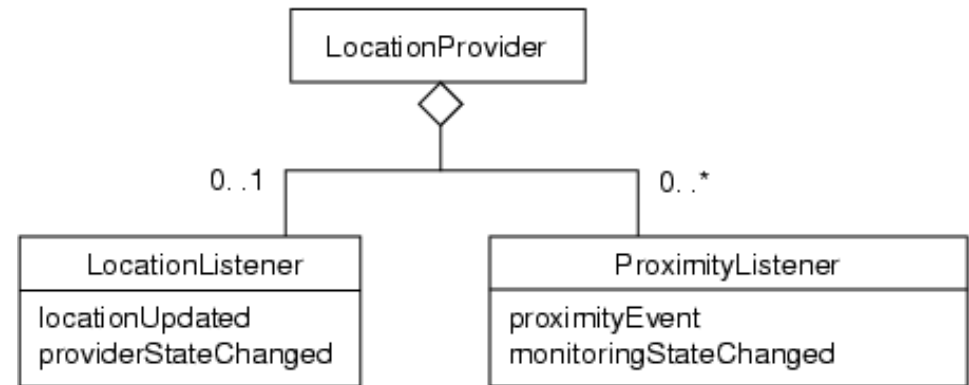
JavaME Location API - NMEA

0183

- ✿ NMEA 0183 (NMEA) je kombinovana električna i specifikacija podataka za komunikaciju između pomorske elektronske opreme (npr. GPS prijemnika)
- ✿ NMEA 0183 standard koristi ASCII i definiše protokol za serijsku komunikaciju. Definisan je i kontrolisan od strane SAD, National Marine Electronics Association.
- ✿ NMEA 0183 standard koristi jednostavnu ASCII sentencu od jednog predajnika prema jednom ili više prijemnika. Standard definiše sadržaj svake sentence
 - ✦ Početni znak svake sentence je "\$".
 - ✦ Sledećih pet znakova identifikuje tip poruke
 - ✦ Sva polja sa podacima koja slede su razdvojena zarezima
 - ✦ Prvi znak koji sledi odmah nakon poslednjeg polja sa podatkom je "*" iza koga sledi checksum-a izražena kao dvocifreni hex broj. Ova čeksuma je XOR svih znakova između \$ i *
 - ✦ Primer sentence:
\$GPRMC,<time>,V,<lat>,N,<long>,E,<speed>,,<date>,,*0F
\$GPRMC,061524.108,V,4722.8087,N,00832.6547,E,0.000000,,240506,,*0F

Location API - J2ME – JSR179

- ✚ javax.microedition.location
- ✚ Osnovne klase:
 - ✚ LocationProvider
 - ✚ Location i LocationListener
 - ✚ Coordinates i ProximityListener
 - ✚ LandMark i LandMarkStore





Primer: Dobijanje lokacije od uređaja

```
...
// Set criteria for selecting a location provider:
// accurate to 500 meters horizontally
Criteria cr= new Criteria();
cr.setHorizontalAccuracy(500);

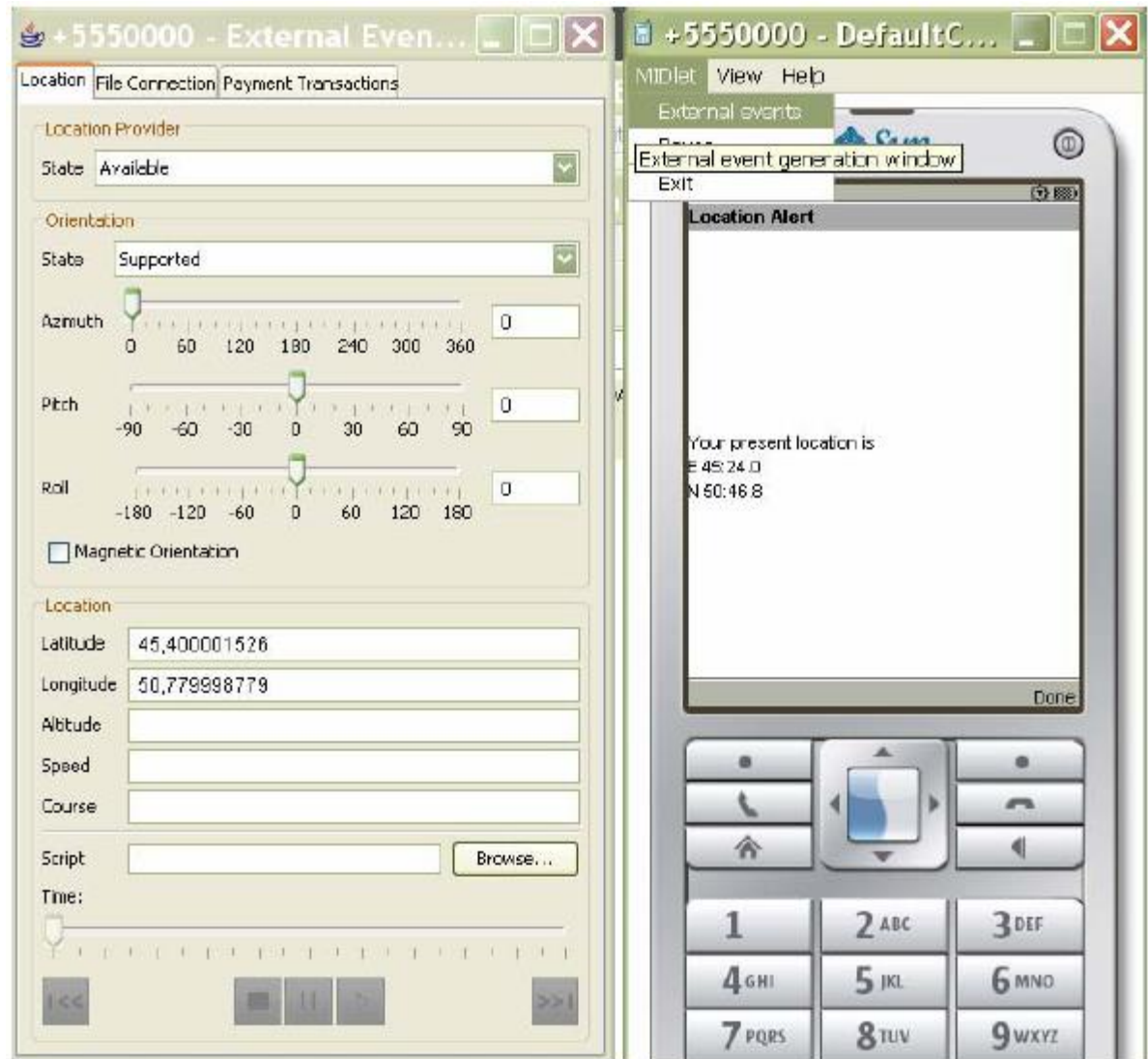
// Get an instance of the provider
LocationProvider lp= LocationProvider.getInstance(cr);

// Request the location, setting a one-minute timeout
Location l = lp.getLocation(60); //if it is not obtained in 60 s
                                   //a LocationException is raised
Coordinates c = l.getQualifiedCoordinates();

if(c != null ) {
    // Use coordinate information
    double lat = c.getLatitude();
    double lon = c.getLongitude();
}
...
```

Simuliranje lokacije i kretanja

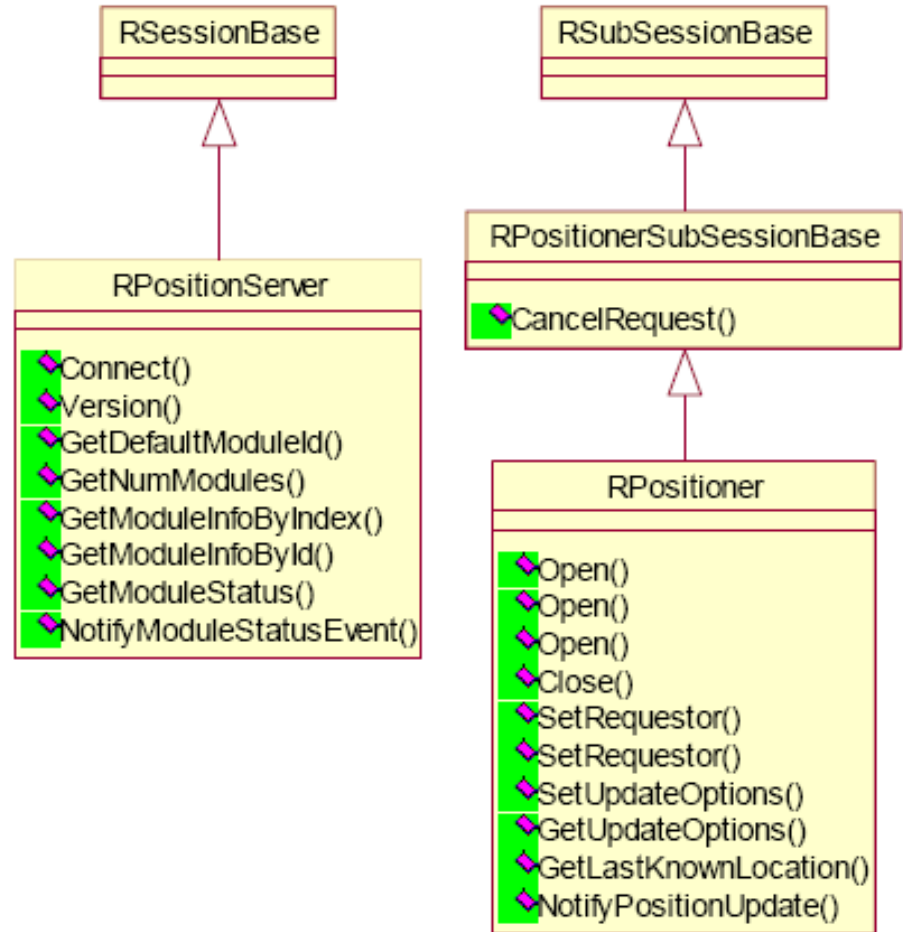
- Simuliranje funkcionisanja provajdera lokacije i tekuće pozicije mobilnog uređaja može se obaviti korišćenjem External Event Generator-a





Location API - Symbian

- ❖ S60 3rd / Symbian v9 uključuje Location Acquisition API
- ❖ API za dobijanje Cell-ID, snage signala, itd...
- ❖ Integracija sa GPS preko NMEA protokola + Bluetooth / Serial / IrDA



Location API - Windows Mobile

- ✿ Integracija sa GPS preko NMEA protokola + Bluetooth / Serial / IrDA
- ✿ Windows Mobile 5.0 integriše GPS prijemnik kao drajver uređaja - *GPS Intermediate Driver* (u formi NMEA parsera). Dva moda: *parsed mod* i *raw mod*.
- ✿ FakeGPS utility – za simuliranje dobijanja GPS pozicija i testiranje LBS koji koristi GPS
- ✿ API za dobijanje pozicija, satelitskih podataka, kvaliteta signala, preciznosti, itd.



Location API -Android framework

✿ Paket *android.location*

- ✦ *LocationManager* – Klasa koja obezbeđuje pristup lokacionim servisima sistema.
- ✦ *LocationProvider* – Apstraktna superklasa za lokacione provajdere.
- ✦ *Location* – Klasa koja predstavlja geografsku lokaciju koja je određena u određenom trenutku
 - Metodi: *getAltitude()*, *getLatitude()*, *getLongitude()*, *getSpeed()*
- ✦ *Address* – Klasa koja predstavlja adresu, kao skup string-ova koji opisuju lokaciju.
- ✦ *Criteria* – Klasa koja predstavlja aplikacione kriterijume za selektovanje lokacionog provajdera.
- ✦ *Geocoder* – Klasa za obezbeđenje geokodiranja i reverznog geokodiranja.
- ✦ *GpsSatellite* – Tekuće stanje GPS satelita
- ✦ *GpsStatus* - Tekuće stanje GPS prijemnika.



Google Location Services API

- Deo *Google Play Services*, obezbeđuje mnogo moćniju podršku za rad sa lokacionim podacima, na višem nivou u odnosu na Location API
 - Projekat mora uključiti *Google Play Services*
- Integrirani *Fused location provider* upravlja različitim tehnologijama za pozicioniranje i obezbeđuje jednostavan API za pristup lokaciji u skladu sa zahtevima na višem nivou: tačnost, potrošnja baterije, privatnost, itd.
 - LocationServices*, *FusedLocationProviderClient*, *LocationRequest*, *LocationCallback*, ...
- GeoFencing API* (*Geofence* interfejs, klasa *Geofence.Builder*)
 - Specificiranje oblasti oko lokacije i notifikacija kada se granica pređe
- Prepoznavanje aktivnosti (*ActivityRecognitionClient*, *ActivityRecognitionResult*)
 - API za prepoznavanje aktivnosti korisnika: stajanje, hodanje, vožnja,...

Google Maps API v2

- ✿ Paket *com.google.android.gms.maps*
- ✿ Klasa *GoogleMap* predstavlja map objekat u aplikaciji
 - ✦ Konektuje se na Google Maps servis.
 - ✦ Download-uje map tile-ove (kvadratni delovi mape obično 256x256px).
 - ✦ Prikazuje tile-ove na ekranu uređaja.
 - ✦ Prikazuje različite kontrole za manipulaciju mapom, poput panovanja i zumiranja.
 - ✦ Odgovara na gestove kojima se definiše panovanje i zumiranje.
- ✿ U okviru UI mapa je predstavljena objektima klasa
 - ✦ *MapView* klasa
 - ✦ *MapFragment* klasa
- ✿ Ugrađene kontrole za manipulaciju mapom
 - ✦ Klasa *UiSettings*

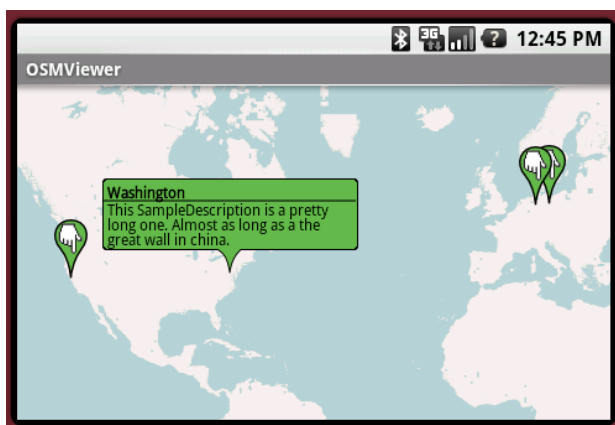
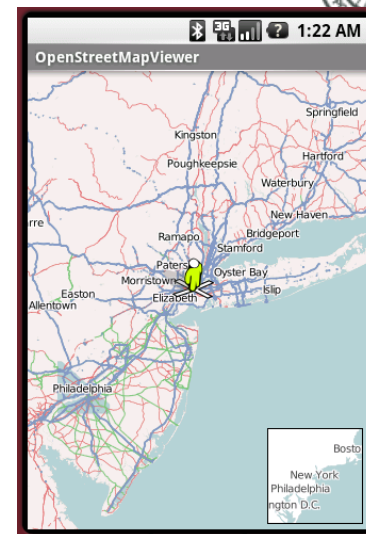
OpenStreetMap

OpenStreetMap

- ❏ Besplatan map servis
- ❏ <http://www.openstreetmap.org/>
- ❏ Geo podaci - <https://www.geofabrik.de/>

OpenStreetMap na Androidu

- ❏ *osmdroid* - <https://github.com/osmdroid/osmdroid>
- ❏ Zamena za Android MapView V1 API



Mobilno pozicioniranje i LBS



Pozicioniranje u zatvorenom prostoru

- ✿ U okviru Android 9 platforme dodata je podrška za Wi-Fi Round-Trip-Time (RTT) pomoću koga se može obaviti pozicioniranje mobilnog uređaja u zatvorenom prostoru
- ✿ Aplikacija može koristiti RTT API za merenje rastojanja do najbližih *RTT-capable* Wi-Fi *access point*-a.
- ✿ Android uređaj mora imati dozvoljene *location services* i uključeno Wi-Fi skeniranje, a u okviru aplikacije je neophodno definisati `ACCESS_FINE_LOCATION` *permission*.
- ✿ Uređaj ne mora da se konektuje na AP, samo je u okviru mobilnog uređaja omogućeno određivanje udaljenosti do AP, dok AP nema takve informacije.
- ✿ Ukoliko uređaj meri udaljenost do 3 ili više AP, algoritmom multilateracije moguće je odrediti lokaciju do 1-2 m tačnosti



iOS - Core Location Framework

✿ Osnovne klase:

- ✿ *CLLocationManager* klasa – kreira se instanca klase koja obezbeđuje praćenje tekuće lokacije do zahtevanog nivoa tačnosti. Ažurira lokacija i izveštava o grešci kroz dva delegat metoda: *didUpdateToLocation*, *didFailWithError*
- ✿ *CLLocation* klasa – uključuje lokacione informacije: lat, log, alt, kao i odgovarajuće tačnosti
- ✿ *CLLocationDistance* klasa – geografska udaljenost između dve tačke
- ✿ *CLGeocoder* klasa - geokodiranje i reverzno geokodiranje

✿ Developer library

- ✿ https://developer.apple.com/library/ios/documentation/CoreLocation/Reference/CoreLocation_Framework/index.html

iOS - Apple Maps

- ➊ Apple Maps su zvanično zamenile Google Maps počev od verzije iOS 6 – zasnovane na podacima kompanije TomTom
 - ▣ Vektorske mape koje se dinamički renderuju
 - ▣ MapKit Framework -
https://developer.apple.com/reference/mapkit#//apple_ref/doc/uid/TP40008210
- ➋ *MapKit* framework - za napredne funkcije mapiranja u iOS
 - ▣ *MKMapView* klasa – canvas na kome se prikazuju mape (klasične, satelitske i hibridne)
 - ▣ *MKMapViewDelegate* – omogućava da aplikacija dobije notifikacije o događajima vezanim za MapView
 - ▣ *MKLocalSearch* – omogućava pretraživanje lokacija na mapi korišćenjem reči prirodnog jezika
 - ▣ *MKDirections* – omogućava generisanje puta između dve lokacije
- ➌ *MapKit osnovne klase*
 - ▣ *MKMapItem* klasa – enkapsulira informacije vezane za specifičnu tačku na mapi
 - ▣ *MKPlacemark* klasa – definiše lokacije koje treba prikazati na mapi

Mobilno pozicioniranje i LBS



Windows Phone - .NET Location Service API

✿ *System.Device.Location* namespace klase:

- ✿ *CivicAddress* – Predstavlja lokaciju u obliku adrese.
- ✿ *CivicAddressResolver* – Dobijanje adrese na osnovu geografskih koordinata – reverzno geokodiranje.
- ✿ *GeoCoordinate* – Predstavlja lokaciju u obliku geografskih koordinata u WGS84 referentnom sistemu.
- ✿ *GeoCoordinateWatcher* – Isporučuje lokacione podatke u obliku lat/lon dobijene od lokacionog provajdera.
- ✿ *GeoPosition<T>* - Predstavlja geografsku poziciju koja uključuje lokaciju i vremensku oznaku.
- ✿ *GeoPositionChangedEventArgs<T>* - Obezbeđuje podatke za *PositionChanged* događaje.
- ✿ *GeoPositionStatusChangedEventArgs* - Obezbeđuje podatke za *StatusChanged* događaje.
- ✿ *ResolveAddressCompletedEventArgs* - Obezbeđuje podatke za *ResolveAddressCompleted* događaje.

✿ DevCenter

- ✿ <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/ff431800%28v=vs.105%29.aspx>

Mobilno pozicioniranje i LBS



Windows Phone Runtime Location API



Windows.Devices.Geolocation namespace – klase:

- ❖ *CivicAddress* - Predstavlja lokaciju u obliku adrese.
- ❖ *GeoboundingBox* – predstavlja geografsku oblast u obliku pravougaonika.
- ❖ *Geocircle* – Opisuje geografski krug sa centralnom tačkom i poluprečnikom.
- ❖ *Geocoordinate* – Geografska lokacija.
- ❖ *GeocoordinateSatelliteData* – Obezbeđuje dodatne informacije o Geocoordinate ukoliko se lokacije određuje putem satelita (GPS).
- ❖ *Geolocator* – Obezbeđuje pristup tekućoj geografskoj lokaciji.
- ❖ *Geopath* – Predstavlja uređen niz geografskih tačaka.
- ❖ *Geopoint* – Opisuje geografsku tačku.
- ❖ *Geoposition* – Predstavlja lokaciju koja može sadržati geografsku širinu i dužinu ili adresne podatke.
- ❖ *PositionChangedEventArgs* – Obezbeđuje podatke za *PositionChanged* događaj.
- ❖ *StatusChangedEventArgs* – Obezbeđuje informacije za *StatusChanged* događaj.



Maps API - Windows Phone 8

- ✿ Maps API za Windows Phone 8 se razlikuje od BingMaps za Windows Phone 7.1
- ✿ Osnovne klase:
 - ✦ Map – kontrola za prikaz mape
- ✿ DevCenter
 - ✦ <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/jj207045>



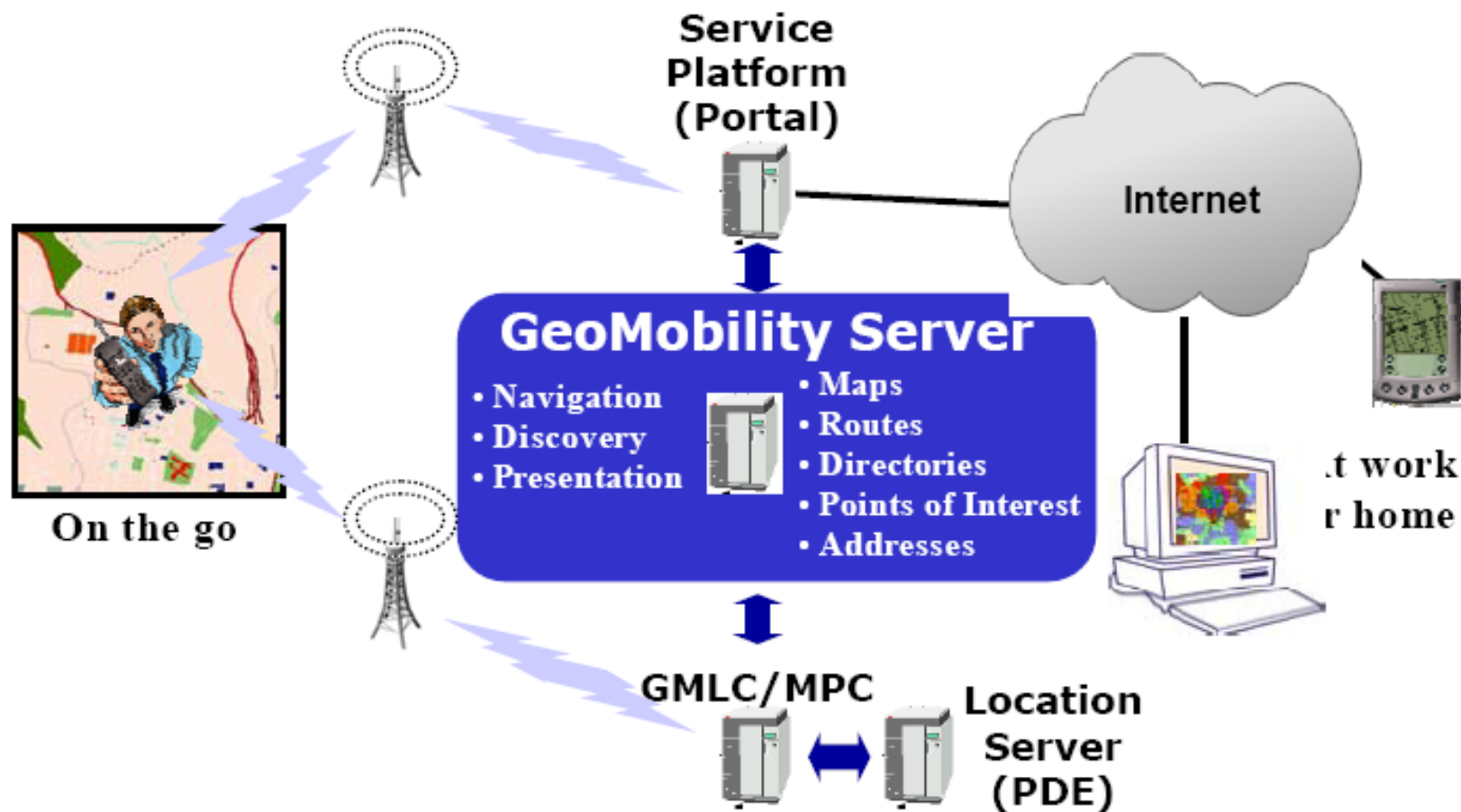
Windows 10 - UWP

- ✿ *Windows.Devices.Geolocation* namespace
- ✿ *Windows.UI.Xaml.Controls.Maps* namespace APIs –
 - ✦ Klase za *Map control* - Prikaz mapa 2D, 3D, Streetside views
 - ✦ Prikaz *points of interest* (POI) na mapi
 - ✦ Prikaz tile-ovanih slika na mapi
- ✿ *Windows.Services.Maps* namespace – map servisi
 - ✦ location, routing, direction & geocoding (reverse geocoding) services
- ✿ *Maps authentication key* - Bing Maps Developer Center
- ✿ Windows Maps app
- ✿ Windows Dev Center – *Maps and location*
 - ✦ <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/uwp/maps-and-location>

LBS standardi

- ❁ OpenLS (*Open Location Services*) – Open Geospatial Consortium (OGC)
 - ❁ <http://www.opengeospatial.org/standards/ols>
 - ❁ OpenGIS Location Service (OpenLS) Implementation Specification: Core Services – version 1.2.0
- ❁ ISO TC 211 - Geographic information/Geomatics
 - ❁ <https://committee.iso.org/home/tc211>
- ❁ ISO TC 204 Intelligent transport systems
 - ❁ <https://www.iso.org/committee/54706.html>
- ❁ LIF (*Location Interoperability Forum*)- OMA (Open Mobile Alliance)
 - ❁ <http://www.openmobilealliance.org/wp/Affiliates/LIF.html>

OpenLS – GeoMobility Server



GeoMobility servisi - OpenLS

- ✱ *Geokodiranje* – dobijanje geografskih koordinata na osnovu simboličke lokacije (adrese),
- ✱ *Reverzno geokodiranje* – dobijanje simboličke lokacije (adrese) na osnovu geografskih koordinata,
- ✱ *Rutiranje i navigacija* – određivanje rute i navigacionih informacija između dve lokacije,
- ✱ *Direktorijum* - pretraživanje tačaka od interesa iz odgovarajućih direktorijuma,
- ✱ *Prezentacija* – kreiranje informacija prikaza mapa, ruta, POI-a, navigacionih instrukcija, itd. na mobilnim uređajima,
- ✱ *Gateway za pozicioniranje* – dobijanje lokacije mobilnog terminala iz mobilne mreže.

Pitanja i komentari

