

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija

Seminarski rad iz kolegija:
SUSTAVI ZA PRAĆENJE I VOĐENJE PROCESA

GSM TRACING

Vedran Jerbić
JMBAG: 0036407564
INE

Zagreb, svibanj 2007.

Sadržaj

Sadržaj.....	2
Uvod.....	3
GSM općenito	4
Arhitektura GSM-a.....	4
MS- Mobile station.....	4
BTS - The Base Transciever Station	4
BSC - Base Station Controller	5
MSC Mobile Switching Centre	5
VLR i HLR – location registers	5
Radiokomunikacija.....	6
FDMA	6
TDMA	6
Princip rada	7
Ćelije	7
Metode određivanja lokacije MS-a	8
Određivanje kretanja MS-a	11
Primjene GSM tracinga.....	12
Verify Location	12
Advanced Wireless Planet.....	12
Usporedba GSM-a i GPS-a	14
Literatura	15

Uvod

U današnje vrijeme kada mobilnost ljudi, stvari i informacija ne poznaje granice često se javlja potreba da se odredi točna lokacija, ili područje kretanja nekoga od njih. Sustav koji bi to omogućavao trebao bi biti jeftin, jednostavan i lako prenosiv, odnosno mobilan. Takve zahtjeve zadovoljava GSM („Global System for Mobile communication“) mreža. Mobilna telefonija u zadnjih desetak godina u stalnoj je ekspanziji (slika 1 -preko 2 milijarde korisnika) te gotovo da ne postoji kutak Zemlje koji nije pokriven GSM signalom. Velika prednost ovakvog načina određivanja lokacije je ta što nema potrebe za nikakvom drugom opremom već se koristi postojeća arhitektura i tehnologija GSM-a .

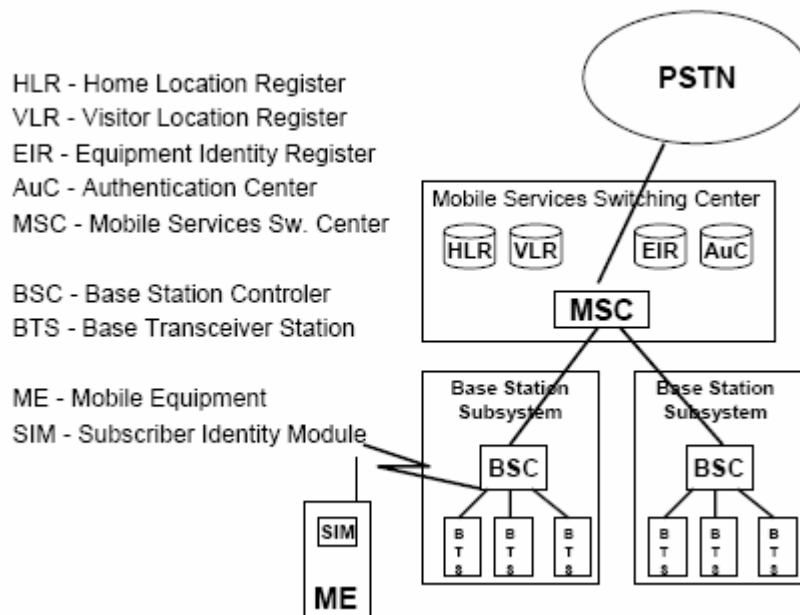


Slika 1 Ekspanzija GSM-a

GSM općenito

U nastavku će biti ukratko objašnjena građa i princip rada GSM-a kako bi se bolje razumijela njegova primjena u svrhu praćenja.

Arhitektura GSM-a



Slika 2 Arhitektura GSM-a

MS- Mobile station

Mobilna stanica je korisnička oprema u GSM-u. Sastoji se od mobilnog uređaja i SIM kartice. SIM (Subscriber Identity Module) kartica služi za indentifikaciju korisnika na mreži te je u njoj pohranjena šifra koja se provjerava u AuC-u svaki put kada se koristi uređaj. Također sam mobilni uređaj ima svoj jedinstveni identifikacijski broj IMEI (International Mobile Equipment Identity).

BTS - The Base Transciever Station

Uobičajeno BTS ima antenu s više tranciever-a od kojih svaki komunicira na jednoj radio frekvenciji. Sav govor i protok podataka od MS-a se ovdje rekodira te prosljeđuje dalje BSC-u.

BSC - Base Station Controller

BSC upravlja sa više BTS-a, odlučuje o promjeni snage BTS-a, te o promjeni frekvencije i kanala. Osim toga, kada je potrebno javlja promjenu BSC-a MSC-u.

MSC Mobile Switching Centre

MSC je normalni ISDN – switch čija glavna funkcija je promjena protoka podataka između dva BSC-a, drugih MSC-a, GSM-mreža ili nekih vanjskih mreža (npr. fiksnih). On dakle daje nalog o promjeni BSC-a, unosi i briše podatke iz VLR-a i šalje informacije u HLR.

VLR i HLR – location registers

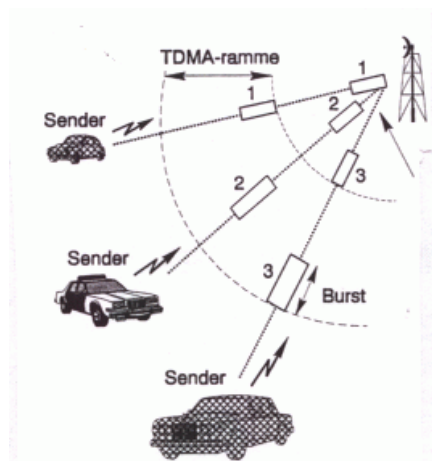
U svakom MSC-u nalazi se VLR (Visitors Location Register) koji sadrži podatke o svim korisnicima koji se nalaze unutar područja dotičnog MSC-a. U HLR-u se nalaze podaci o korisniku poput IMEI-a, trenutnom VLR-u odnosno lokaciji. Kada korisnik izađe iz područja određenog MSC-a u drugo područje tada se podaci o korisniku iz HLR-a prenose u novi VLR.

Radiokomunikacija

GSM za komunikaciju MS-a i BTS-a koristi kombinaciju frekvencijskog (FDMA) i vremenskog (TDMA) multipleksa.

FDMA

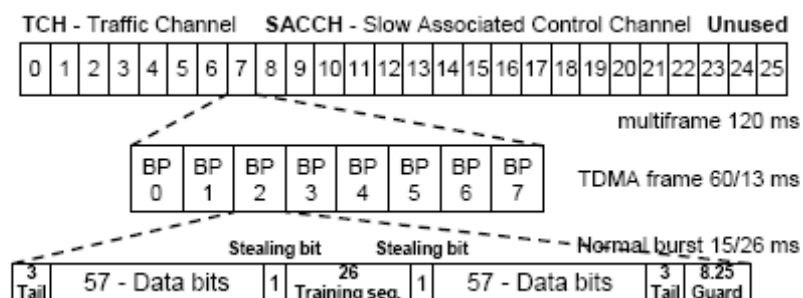
Svaki BTS ima 124 kanala(frekvencija) za uplink i 124 za downlink, dakle tu se koristi FDMA. Uplink frekvencije (MS prema BTS) nalaze se u području od 890 do 915 MHz, a downlink (BTS prema MS) u području od 935 do 960 MHz. Prema tome širina kanala iznosi 200 kHz. Frekvencije za uplink i downlink nalaze se u parovima tako da su uvijek razmaknute za 45 MHz.



Slika 3 Prikaz komuniciranja MS-a i BTS-a uz pomoć FDMA

TDMA

Svaki kanal podijeljen je u 8 vremenskih jedinica („burst“) koristeći TDMA. Jedan TDMA paket traje 4.615 ms, što daje da jedan burst traje 0.577 ms. Kako MS prima svaki osmi burst, vremenski paketi moraju biti sinkronizirani za svaki MS. Za sinkronizaciju služi „training“ sekvenca u burstu, uz pomoć koje BTS mjeri stupanj sinkronizacije te tako MS zna kada treba poslati burst tako da stigne sinkronizirano do BTS-a.



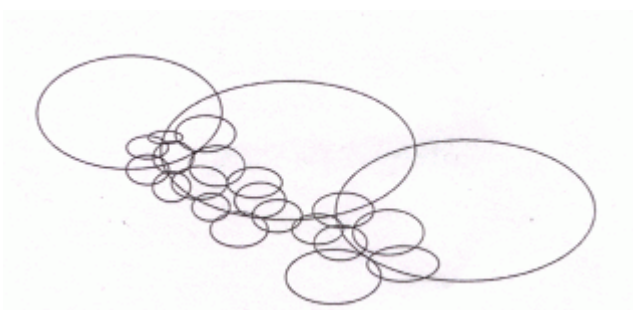
Slika 4 Prikaz korištenja TDMA u GSM-u

Princip rada

Princip određivanja lokacije svodi se na određivanje lokacije mobilne stanice. Lokacija mobilne stanice može se odrediti mjereći udaljenost između MS-a i različitih BTS-a.

Ćelije

Područje kretanja korisnika može se podijeliti na ćelije. Ćeliju se definira kao područje unutar kojeg mobilna stanica može komunicirati sa BTS-om. Ćelije mogu biti različitih veličina, a područja kretanja mogu imati različitu gustoću ćelija.



Slika 5 Prikaz ćelija u nekom području

Kao što se vidi sa slike ćelije mogu biti različitih veličina, pa ih se po tome može klasificirati.

Tabela 1: Različiti tipovi ćelija

<i>Tip ćelije</i>	<i>Dimenzije ćelije (km)</i>
Large macrocell	3-30
Small macrocell	1-3
Microcell	0.1-1
Picocell	0.01-1
Nanocell	0.01-0.001

Iz tabele 1 vidi se da kada je ćelija dovoljno mala nije potreban dodatni račun već se može smatrati da se MS nalazi u krugu dotičnog BTS-a. Ako se želi preciznije odrediti lokaciju MS-a treba se provesti neka od metoda izračuna.

Metode određivanja lokacije MS-a

Kao što je ranije spomenuto mjerenje se svodi na mjerenja udaljenosti MS-a od više različitih BTS-a. Spomenut će se dvije metode:

1. Metoda mjerenja udaljenosti preko atenuacije signala (1.1)

$$\Delta P = 10 \cdot \alpha \cdot \log\left(\frac{f}{c}\right) - 10 \cdot \beta \cdot \log(4\pi d) \quad (1.1)$$

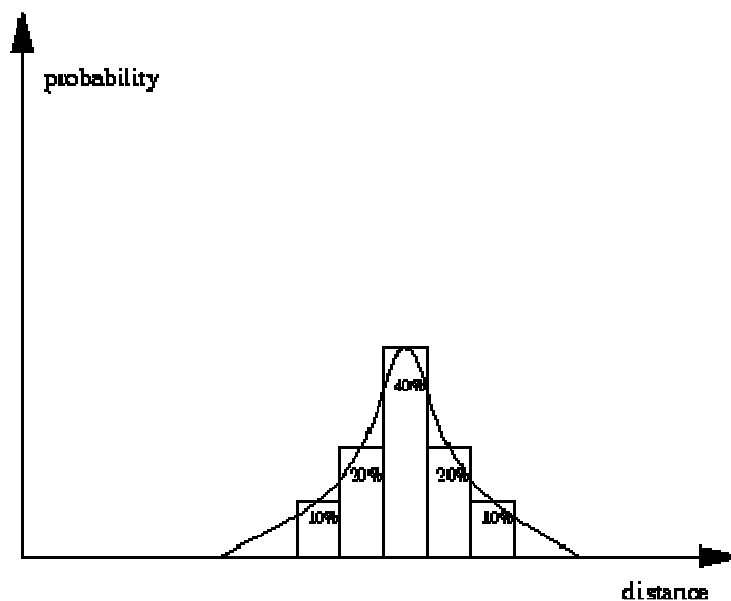
gdje su α i β konstante terena i frekvencije, f frekvencija nosioca, c brzina svjetlosti i d udaljenost između MS-a i BTS-a

2. Metoda mjerenja preko TA (Time Advance)

-koristi različita vremena propagacije signala od MS-a do BTS-a za mjerenje udaljenosti

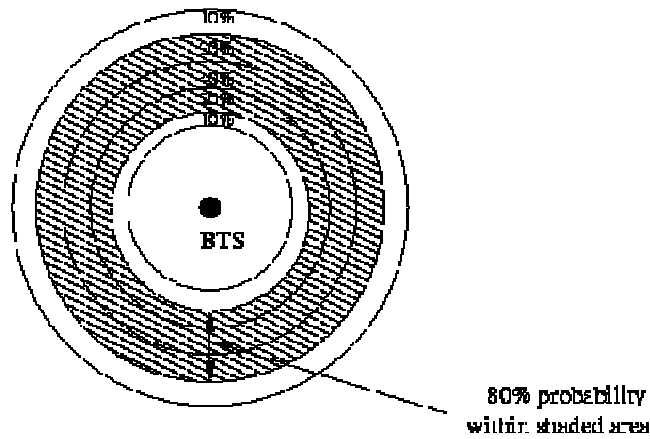
-TA se također koristi kod sinkronizacije potrebne za TDMA

Rezultat mjerenja i izračuna biti će funkcija raspodjele vjerojatnosti (*PDF*) udaljenosti MS-a od BTS-a (pr. Slika 6).



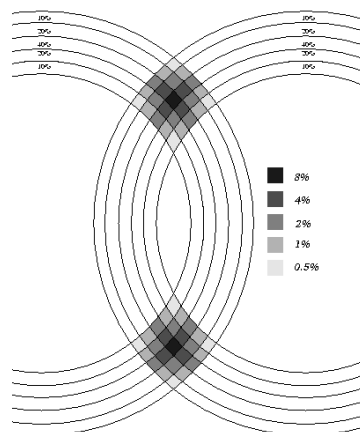
Slika 6 Funkcija raspodjele vjerojatnosti udaljenosti MS – BTS

Ako imamo rezultate mjerenja udaljenosti MS-a od samo jednog BTS-a tada je vjerojatnost lokacije korisnika dana slikom 7.



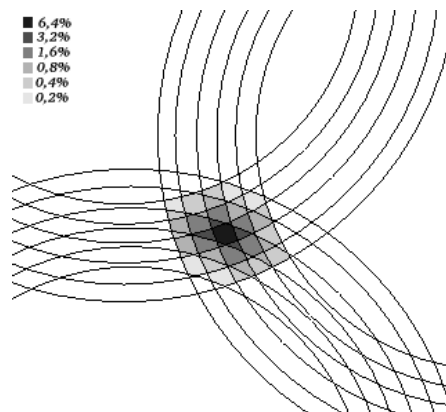
Slika 7 PDF za jedan BTS

Slučaj kada imamo dvije udaljenosti od BTS-a, daje dva područja sa jednakim prostornim raspodjelama vjerojatnosti, što je bolje od prvog slučaja, ali još uvijek postoji mogućnost preciznijeg izračuna.



Slika 8 PDF za 2 BTS-a

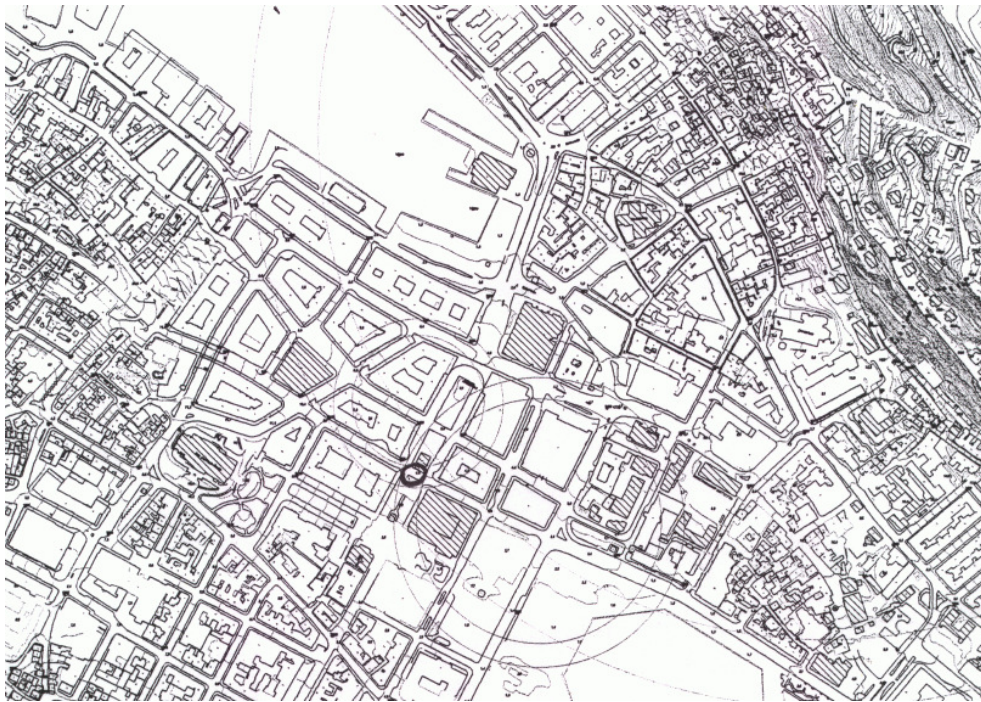
Slika 9 prikazuje raspodjelu gustoće vjerojatnosti za slučaj kad su izmjerene udaljenosti od 3 BTS-a.



Slika 9 PDF za 3 BTS-a

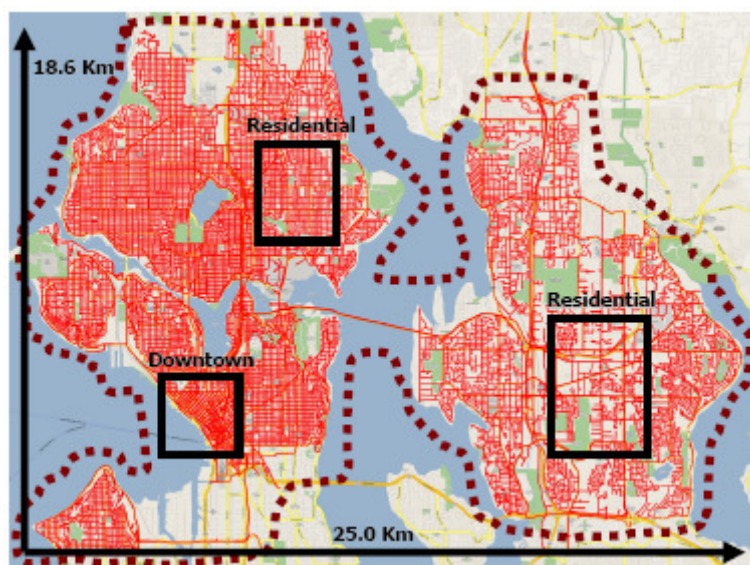
Slika 9 se jednostavno dobije ako se pomnože PDF funkcije pojedinačnih udaljenosti od BTS-a.

$$PDF(A \cdot B \cdot C) = PDF(A) \cdot PDF(B) \cdot PDF(C) \quad (1.2)$$



Slika 10 Primjer određivanja lokacije preko GSM

Slika 10 prikazuje primjer određivanja lokacije u nekom naseljenom području. Preciznost ovakovog mjerenja je 100 – 1000 m ovisno o tome kakva je gustoća ćelija u tom području. Ako je gustoća ćelija veća tada se može preciznije odrediti lokacija. U naseljenim područjima obično je gustoća ćelija veća dok je u ruralnim područjima manja (npr. autoceste).



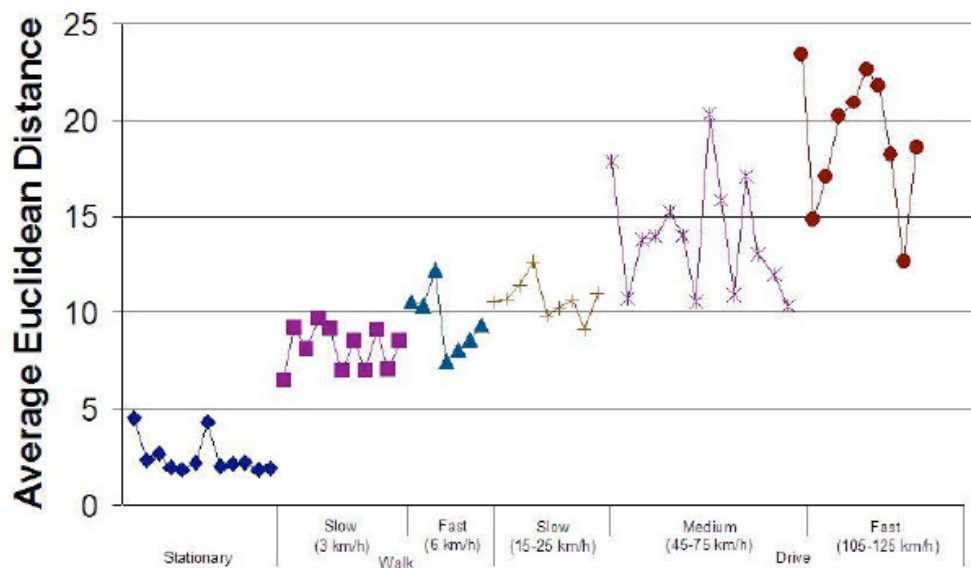
Slika 11 Prikaz područja u kojima je različita gustoća ćelija

Određivanje kretanja MS-a

Kretanje se može detektirati pomoću GSM tako da se u nekom vremenu više puta odredi lokacija MS-a. Jedan od načina je da se promatra snaga signala MS – BTS. Budući da BTS-i miruju, ako se počne mijenjati razina signala MS-BTS, može se zaključiti da se korisnik kreće.

Uzme li se da se korisnik nalazi unutar tri ćelije, te da su u nekom trenutku izmjerene snage signala prema ta tri BTS-a tada je lokacija određena sa trojkom $\{P_A, P_B, P_C\}_1$. Izmjere li se snage signala opet u nekom drugom trenutku $\{P_A, P_B, P_C\}_2$ može se pomoću Euklidske udaljenosti te dvije trojke odrediti kreće li se korisnik ili ne te, ako se kreće, kojom se otprilike brzinom kreće.

$$E = \sqrt{(P_A^1 - P_A^2)^2 + (P_B^1 - P_B^2)^2 + (P_C^1 - P_C^2)^2} \quad (2.1)$$



Slika 12 Prosječna euklidska udaljenost između dva uzastopna mjerenja u ovisnosti o brzini kretanja

Slika 12 pokazuje da je Euklidska udaljenost između dva uzastopna mjerenja proporcionalna brzini.

Primjene GSM tracinga

Najčešća primjena ove tehnologije je praćenje osoba ili vozila. Svrhe mogu biti razne, npr. praćenje malene djece, bolesnih osoba, radnika koji rade sami na udaljenim područjima, životinja ili pak kriminalaca.

Verify Location

Tvrtka Verify Location jedna je od brojnih koje nude svoje uređaje za GSM praćenje osoba. Jedan takav uređaj prikazan je slikom 13, a njegova preciznost može biti i do 50-ak metara. Uređaj funkcionira tako da se pošalje SMS poruka na broj uređaja čija se lokacija želi saznati. Nakon toga *provider* odredi lokaciju te šalje nazad SMS poruku sa lokacijom korisnika.



Slika 13 Mijaturni GSM uređaj za praćenje- SAZO GSM

Advanced Wireless Planet

Ova tvrtka nudi kombinaciju tehnologija GSM-a i GPS-a u praćenju vozila. Iako po principu rada ne bi trebala biti dio ovog dokumenta već nekog drugog poput GPS tracinga, spomenut će se jer se dosta često koristi u ove svrhe.



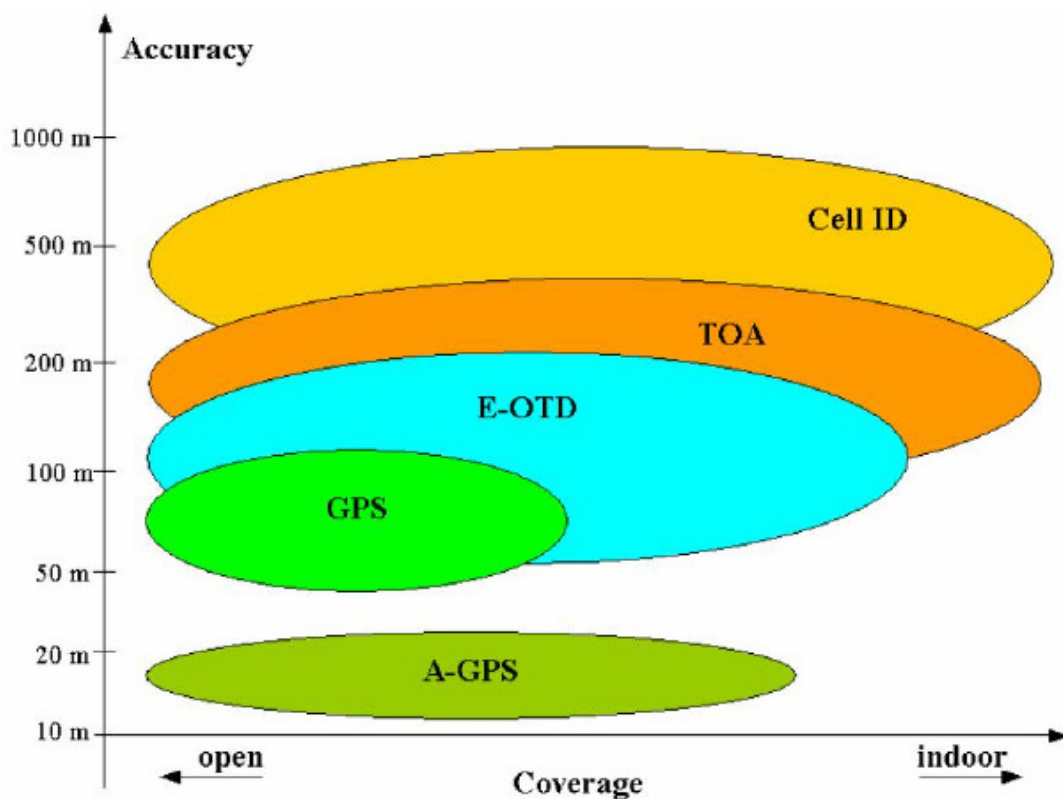
Slika 14 GPS-GSM modul za vehicle tracking

Za rad je potreban poseban modul odnosno „*GPS tracker*“ (slika 14). Kad se želi odrediti lokacija, mobilnim telefonom se nazove broj kojim se poziva GPS modem. Potom GPS prijemnik odredi lokaciju te ga u obliku SMS poruke šalje GSM mrežom korisniku. Uvjet za rad ovakvog sustava je da se „*GPS tracker*“ nalazi u području koje je pokriveno GSM signalom. Osim određivanja lokacije takav uređaj može upravljati nekim funkcijama vozila, npr. ako je ono ukradeno može onemogućiti njegovo paljenje.

Usporedba GSM-a i GPS-a

Iako je praćenje GPS-om najpreciznije ono ima svojih nedostataka. Osim potrebe za dodatnom skupom opremom, za GPS praćenje potrebno je da uređaj za praćenje („GPS tracker“) bude cijelo vrijeme usmjeren prema satelitu te da ima čisto nebo. Razlog tome je što se GPS signali odašilju vrlo malom snagom od svega 30-ak W.

GSM s time nema problema te kao što se vidi sa slike 15 ima vrlo veliku pokrivenost, a može pratiti i u unutrašnjim prostorima. Osim toga, vrlo velika prednost je i ta što već koristi postojeću arhitekturu te nema potrebe za dodatnom opremom. Naravno tu postoji određeni *trade-off* između preciznosti te cijene i pokrivenosti signalom koji GSM plaća manjom preciznošću koja u ovisnosti o gustoći ćelija može varirati od stotinjak metara do par kilometara.



Slika 15 Usporedbe raznih tehnologija

Literatura

- [1] Branko Jeren, Predrag Pale; Fakultet elektrotehnike i računarstva, ZESOI;
„Predavanje iz SPVP-a – GSM“
- [2] Timothy Sohn, Alex Varshavsky, Mike Y. Chen
„Mobility Detection Using Everyday GSM Traces“
- [3] Mike Y. Chen, Timothy Sohn
„Practical Metropolitan-Scale Positioning for GSM Phones“
- [4] Emiliano Trevisani, Andrea Vitaletti; Università di Roma „La sapienza“;
„Cell-ID location technique, limits and benefits: An experimental study“
- [5] „Positoning Mobile Station“ <http://www.willassen.no/msl/node4.html>
- [6] www.gsmworld.com
- [7] <http://www.verifylocation.co.uk>
- [8] <http://www.gsm-gps.de/vehicle-tracking.html>