

Određivanje geografskog položaja pomoću GSM mobilnog telefona

Marko Pecić, dipl. ing. rač. ¹

1. Uvod

Svima koji posjeduju mobilni telefon vjerojatno je poznato da on u svakom trenutku mjeri jačinu signala bazne stanice na koju je trenutno spojen (aktivne bazne stanice) te ispisuje na ekranu određeni broj "crtica". Međutim, s obzirom na to da je GSM telefon mobilna stanica u mreži, on mora mjeriti i jačinu signala 6 okolnih baznih stanica, kako bi se, u slučaju da signal neke od njih postane jači od signala aktivne bazne stanice, mogao "preseliti". Iz nekih mobitela moguće je pomoću računala dobiti

rezultate mjerenja jačine signala i identifikacijske kodove aktivne i okolnih baznih stanica. Ako znamo geografski položaj tih baznih stanica, može se pretpostaviti da se mobitel nalazi negdje između njih i njegov geografski položaj može se odrediti triangulacijom. Takve metode ponekad koriste operateri (npr. VIP navigator) i policija (za lociranje osoba).

Geografski položaj može izračunati i korisnik mobitela, i u tu svrhu je razvijena Java aplikacija, koja se sastoji od 3 glavna dijela:

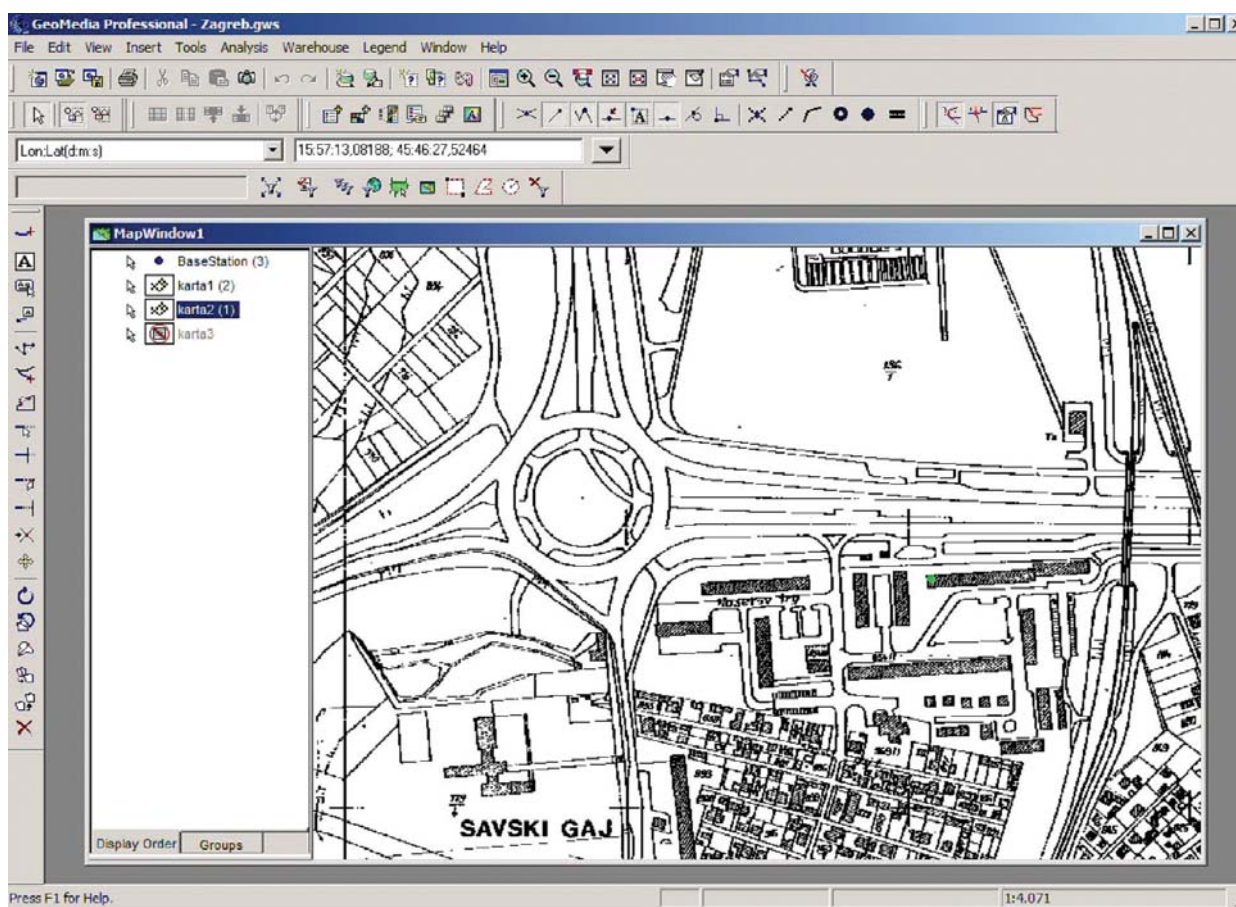
- netmonitor – komponenta za povezivanje s mo-

bitelom te dobivanje rezultata mjerenja jačine signala baznih stanica

- baza podataka – baza podataka o geografskim položajima i identifikacijskim parametrima baznih stanica u obliku GML datoteke

- karta – SVG (skalabilna vektorska grafika) komponenta za prikaz karte i izračunate lokacije

Za funkcioniranje netmonitor komponente potreban je samo običan mobitel kojeg je moguće povezati s računalom (kabl, bluetooth, infracrveno sučelje) i dobiti rezultate mjerenja jačine signala baznih stanica (npr. Si-



[1] Marko Pecić, dipl. ing. rač., Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, marko.pecic@wave-tech.com

[2] Primjer kako to izgleda u Velikoj Britaniji: http://www.sitefinder.radio.gov.uk/frame_map.htm

emens S55), a o preostalim dvjema komponentama više u nastavku teksta.

2. Podaci o baznim stanicama

Budući da u Hrvatskoj, za razliku od nekih drugih europskih zemalja, geografski podaci i tehnički parametri baznih stanica nisu javno dostupni, jedini način je prikupiti podatke mjerenjem na terenu i obraditi ih pomoću nekog GIS alata. Jedan od najčešće korištenih je Intergraph-ova Geomedia Professional (na slici). Bazna stanica definira se kao Feature Class, koja osim lokacije sadrži korisničke podatke potrebne za identificiranje. Kao podlogu moguće je koristiti dovoljno točnu katastarsku kartu.

Nakon što su podaci uneseni i obrađeni, potrebno ih je spremirati u odgovarajućem formatu. Kao i svaki drugi proizvođač GIS softvera, i Intergraph ima svoj format podataka, međutim Geomedia uz pomoć plug-ina podržava izvoz u GML format. GML nema strogo definiran format podataka, već mu je glavna svrha da bude "međufORMAT" koji će svi moći pročitati i zapisati. Jedan podatak o baznoj stanici u GML-u izgleda ovako:

```
<gml:featureMember>
  <gmgml:BaseStation gml:id="BaseStation.134">
    <gmgml:LAC>1792</gmgml:LAC>
    <gmgml:CID>134</gmgml:CID>
    <gmgml:Channel>12</gmgml:Channel>
    <gmgml:BSIC>51</gmgml:BSIC>
    <gmgml:Name>Jadr. avenija</gmgml:Name>
    <gmgml:Geometry>
      <gml:Point srsName="EPSG:4326">
        <gml:coordinates>45.7722604988096,15.9475003148493</gml:coordinates>
      </gml:Point>
    </gmgml:Geometry>
  </gmgml:BaseStation>
</gml:featureMember>
```

[2] EPSG (European Petroleum Survey Group) – organizacija koja se između ostalog bavi standardizacijom formata geodetskih podataka (više na <http://www.epsg.org>)

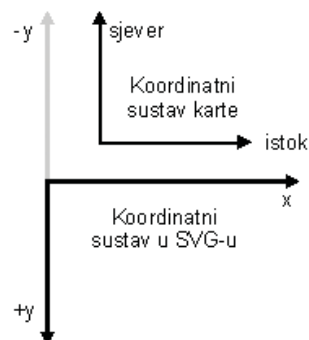
[3] XSLT (XSL Transformations) – jezik za transformaciju iz jednog XML formata u drugi

Geografski elementi (koordinate točke) moraju u GML-u biti zapisani po nekom standardu. U Geomediji je moguće odabrati jedan od desetak EPSG³ standarda, od kojih je (u nedostatku nekog bolje prilagođenog Hrvatskoj) najbolje uzeti 4236 koji označava WGS84 s geografskom širinom i dužinom zapisanom u decimalnom obliku.

3. Prikaz karte pomoću SVG komponente

Glavno sučelje aplikacije je SVG komponenta za prikaz karte i geografskog položaja. Za realizaciju su korišteni dijelovi koda iz open-source projekta Apache Batik. SVG tehnologija je odabrana iz razloga što je, kao i GML, temeljena na XML-u, što omogućuje da se sadržaj SVG datoteke automatski generira iz nekog drugog formata pomoću XSLT⁴ transformacija. Druga velika prednost SVG-a je u tome što podržava i vektorske i rasterske karte, koje je moguće proizvoljno pomicati, zumirati i rotirati.

Vektorske karte, iako su izuzetno precizne, imaju nekoliko nedostataka: kompleksnost, zbog čega renderiranje takve karte dugo traje te nedostupnost – kvalitetne vektorske karte su skupe i njihova izrada je dugotrajna.



Rasterske karte su u stvari slike, npr. GeoTIFF, koje se na određenom mjestu "zalijepe" u SVG koordinatni sustav. Budući da GeoTIFF sadrži podatke potrebne za georeferenciranje karte, kod generiranja SVG datoteke potrebno je samo odrediti parametre translacije (istok/zapad, sjever/jug), te skaliranja karte. Karte Hrvatske (istočno od nultog meridijana i sjeverno od ekvatora) nalaze se na pozitivnoj x i negativnoj y osi SVG koordinatnog sustava.

Problem rasterske karte je u geodetskom datumu. Topografske karte Hrvatske najčešće su georeferencirane u metrima Gauss-Krugerove zone 5, dok su podaci o geografskom položaju baznih stanica u GML-u u stupnjevima WGS84 geografske širine i dužine. Prva konverzija je iz Gauss-Krugerove projekcije u Hermannskogel geodetski datum s Bessel 1841 elipsoidom. Besselov elipsoid nažalost se ne podudara s onim koji se koristi u WGS84, tako da je potrebno još obaviti i konverziju sfernih koordinata između dva elipsoida. Za taj problem postoji nekoliko matematičkih rješenja, a jedno od

najjednostavnijih je korištenje Molodenskijeve transformacije⁵. Nakon konverzija može se pojaviti pogreška, a najveća uočena iznosi oko 2 metra.

4. Određivanje geografskog položaja

Nakon što je u aplikaciji odabrana odgovarajuća karta, i od mobitela dobiveni rezultati mjerenja jačine signala, moguće je odrediti geografski položaj. U GML-u se pronadu koordinate nađenih baznih stanica te se geografski položaj odredi prema pretpostavci da je udaljenost od bazne stanice u linearnoj vezi s jačinom signala te bazne stanice (bazna stanica s najjačim signalom je najbliže), prema formuli:

$$(x, y) = \frac{\sum_i (x_i, y_i) \cdot RXLEV_i}{\sum_i RXLEV_i}$$

Gdje je i indeks pronađene bazne stanice, x i y koordinate, a $RXLEV$ ⁵ izmjerena jačina signala. Naravno, broj pronađenih baznih stanica povećava točnost, a potrebno ih je minimalno 3. Metoda je relativno neprecizna, ali točniju metodu nemoguće je koristiti bez informacije o izlaznoj snazi odašiljača i njegovu usmjerenju. Unatoč tomu, mjerenjem na terenu je utvrđeno da ova metoda u idealnom slučaju ima pogrešku od 10 metara, a u otežanim okolnostima (unutar zgrade, bez optičke vidljivosti prema baznoj stanici) i do 150m.

Na karti se tada može prikazati geografski položaj (slika desno):

Vidljive su tri bazne stani-

ce i zeleni križić koji označava izračunati položaj. U gornjem lijevom kutu su WGS84 koordinate geografskog položaja, crvena strelica u desnom kutu pokazuje sjever, a u dnu karte je mjerilo pri trenutnom povećanju.

Funkcionalnost same aplikacije je najviše ograničena bazom podataka o baznim stanicama, koju treba često ispravljati i dopunjavati jer operateri konstantno prilagođavaju svoju mrežu i mijenjaju konfiguracije baznih stanica, ali problem predstavljaju i proizvođači mobilnih telefona (s izuzetkom Siemens) koji ne dopuštaju pristup svim funkcijama mobitela koje se u aplikaciji ko-

riste. Vjerojatni uzrok tomu jest promocija vlastitih usluga tog tipa koje mogu donijeti ekstra profit.

Na kraju treba reći da, zbog raznih kompromisa koje treba napraviti, određivanje geografskog položaja na ovaj način ne treba shvatiti kao zamjenu za GPS, već kao alternativu u slučaju kada GPS iz nekog razloga nije praktično ili nije uopće moguće koristiti.

Literatura

Pecić Marko, Određivanje geografskog položaja pomoću GSM mobilnog telefona, diplomski rad 1492, FER Zagreb, 2006. ■



[4] detalji o konverziji mogu se naći u dokumentu NIMA: "DoD WGS84: Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems" (http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/tr8350_2.html)

[5] RXLEV (Receive Level) – 6-bitni digitalni podatak o jačini signala, vrijednosti od 0 (signal slabiji od -110 dBm) do 63 (signal jednak ili jači od -48 dBm)