

Tehnici de localizare geografică sub Android. Global Positioning System

St. Gh. Pentiuc

Abstract— The aim of the paper is to explain the most important geographical localization technique based on Global Positioning System (GPS). The first part presents a virtual geographic localization system based on a network of radio stations periodically transmitting "actual time". A tourist lost in a forest, has a map and a radio receiver that displays with a microsecond precision the reception time of the signal "actual time" transmitted by radio. Knowing the coordinates of the radio stations the tourist can find the map position you are and the way to his destination.

Based on this analogy, the architecture and functions of the GPS system is presented. Obtaining an increased accuracy is a concern that led to the system of differential GPS (DGPS) presented in a separate section. The paper concludes with the presentation of Android programming tools and their use to code a geolocation app on a mobile device that has a built-in GPS receiver.

Index Terms— Android programming, Application programming interfaces, Differential GPS, Global Positioning System, GPS, Mobile Application Programming, Programming environments

I. INTRODUCERE

Pentru a explica principiul de funcționare a sistemului GPS să considerăm un experiment virtual, în care un turist s-a rătăcit într-o pădure și având o hartă care însă nu-i permite localizarea prin reperele de la sol va încerca să găsească drumul către destinație. Sistemul care îl va ajuta este unul virtual și se bazează pe următoarele:

- posturile de radio locale transmit "ora exactă" destul de des printr-un semnal special
 - turistul posedă un receptor radio care are un ceas foarte precis și care afișează momentul recepției semnalului "oră exactă" cu precizie de microsecunde.
- Pentru a putea găsi drumul către destinație turistul trebuie să cunoască două lucruri:
- care este poziția sa pe hartă
 - în ce direcție trebuie să se deplaseze în teren pentru a ajunge la destinație.

St. Gh. Pentiuc, Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, Departamentul de Calculatoare, Electronică și Automatică, str. Universității nr.13, Corp D, sala D110, 720229-Suceava,-Romania, pentiuc@usv.ro.

Lucrarea a fost realizată în cadrul proiectului cu codul PN-II-PT-PCCA-2013-4-1878, *MappingBooks - Intra in carte!*, finanțat prin Programul PARTENERIATE - Proiecte colaborative de cercetare aplicativă - Competiția 2013 (PCCA 2013), contractul de finanțare nr. 4/01.07.2014

Să presupunem că turistul recepționează aude în receptorul radio "Aici postul de radio Suceava. Ora exactă (beep). A fost ora 15". Privește ecranul special al receptorului său și observă că momentul sosirii semnalului de oră exactă a fost 15:00:00-58 μ s. Aceasta înseamnă că semnalului radio i-au trebuit $\delta t = 58 \mu$ s pentru a ajunge de la emițătorul din Suceava până la locul unde se află în pădure. Cunoscând viteza luminii se poate calcula distanța până la emițător: $R_1 = 300.000 \text{ km/s} \times 58 \mu\text{s} = 17.4 \text{ km}$.

Înseamnă că turistul se află oriunde pe un cerc cu centrul în Suceava și cu raza de 17.4 km (fig. 1).

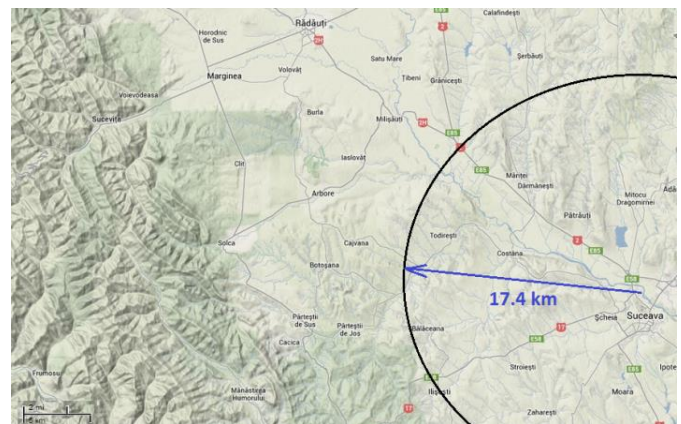


Fig. 1. Locurile în care semnalul radio de oră exactă este recepționat cu 58 microsecunde întârziere.

Pentru a găsi punctul de pe hartă unde se găsește reglează receptorul de radio pe frecvența postului local Rădăuți și în curând aude semnalul de oră exactă.

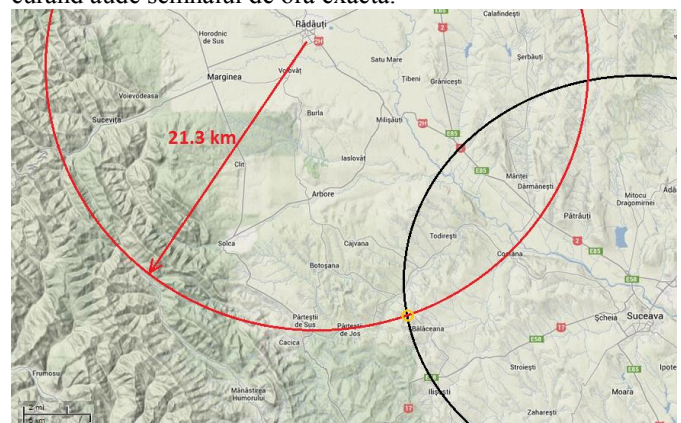


Fig. 2. Al doilea cerc este trasat pe baza semnalului de "oră exactă" recepționat de la al doilea post de radio ale cărui coordonate sunt cunoscute (Rădăuți).

Să presupunem că întârzierea este de $\delta t = 71 \mu s$, ceea ce înseamnă că pe hartă poziția sa se găsește pe un cerc cu raza $R_2 = 300.000 \text{ km/s} \times 71 \mu s = 21.3 \text{ km}$ (Fig. 2).

Turistul se poate găsi într-unul din cele 2 puncte de intersecție. Bineînțeles că dacă turistul se afla într-o plimbare pe jos și nu a mers prea multe ore, ținând cont de locul de unde a plecat (Pârteștii de Jos) știe precis unde se găsește. Dacă dorește să fie sigur, mai poate asculta ora exactă de la un al treilea post local, Cacica, și pe baza întârzierii de recepție de $\delta t = 29 \mu s$ rezultă $R_3 = 300.000 \text{ km/s} \times 29 \mu s \Rightarrow R = 8.7 \text{ km}$.

A mai rămas de stabilit direcția de urmat în teren (nu pe hartă) pentru a ajunge în locul din care a plecat.

Acest lucru se poate face de către turist astfel: se deplasează un anumit timp pe o linie dreaptă într-o direcție oarecare însă ușor de memorat în teren, apoi face o nouă localizare pe hartă utilizând 2 posturi locale.

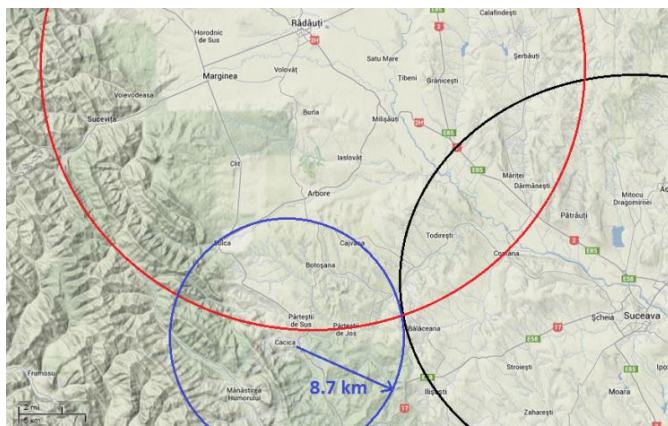


Fig. 3. Localizarea pe hartă a poziției turistului.

Pe hartă va putea trasa un segment care să unească localizarea anterioară cu cea prezentă.

Dacă situația se prezintă ca în Fig. 4 turistul va trage concluzia că pentru a ajunge în Pârteștii de Jos va trebui să se deplaseze cu 45° spre dreapta.



Fig. 4. Direcția pe care s-a deplasat între cele două localizări și direcția pe care trebuie să o urmeze turistul pentru a ajunge la destinație.

Să mai observăm că prin această deplasare și o nouă localizare turistul a aflat și punctele cardinale (în exemplul din Fig. 4 segmentul de pe hartă îi spune turistului că s-a deplasat către SE și din această înoprmăție, cu ajutorul reperelor din

teren după care a efectuat deplasarea, poate determina celelalte puncte cardinale).

Trebuie să remarcăm și faptul că pe lângă cele 2 informații esențiale care îl vor ajuta să ajungă la destinație (poziția curentă, orientarea în teren) se mai pot deduce și alte informații. Cu ajutorul unui instrument de măsurare a lungimii pe hartă și ținând cont de scara hărții turistul poate determina distanța parcursă între cele 2 localizări, iar cunoscând timpul scurs între acestea poate afla și viteza medie de deplasare, informații care își dovedesc utilitatea într-un sistem similar de navigație rutieră instalat pe un autovehicul.

II. ANALOGIE CU SISTEMUL GPS

Revenind asupra celor arătate anterior să notăm cu R_i distanța dintre receptor și emițătorul semnalului de "oră exactă". Valoarea sa se poate calcula astfel

$$R_i = c (tr_i - te_i) \quad (1)$$

unde c este viteza luminii, iar tr_i și te_i sunt momentele de recepție și emisie ale semnalului de oră exactă al postului de radio i , te_i este momentul de timp comunicat de postul de radio și tr_i este cel afișat de receptor.

Dacă vom ține cont și de altitudinea la care se află posturile de radio și locația în care se găsește turistul, raza R_i se calculează astfel

$$R_i = \sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 + (z_i - z_u)^2} \quad (2)$$

Coordonatele cunoscute ale posturilor de radio fiind (x_i, y_i, z_i) , iar coordonatele poziției utilizatorului sunt (x_u, y_u, z_u) .

O problemă care apare în cadrul acestui sistem, chiar virtual, este faptul că ceasurile posturilor de radio și al receptorului radio trebuie să fie foarte precise și, mai ales, **sincronizate** între ele. Ca ceasurile posturilor de radio să fie precise și sincronizate între ele este mai ușor de acceptat și realizat, fie chiar printr-o sincronizare periodică efectuată de un post central unde se poate instala un ceas atomic, extrem de precis (și costisitor) care să rămână în urmă cu 1s la câteva zeci de mii de ani. Problemele apar însă mai ales la ceasul receptorului radio care este portabil și ar trebui să aibă un preț accesibil. Dacă ceasurile emițătorului și al receptorului nu sunt sincronizate, diferența dintre momentul emiterii semnalului de "oră exactă" și cel al recepției sale nu va indica durata în care unda electromagnetică a parcurs distanța dintre emițător și receptor, iar relația (1) nu mai este exactă. Se poate face însă o presupunere foarte apropiată de realitate că pe durata măsurărilor ceasul receptorului radio are **aceeași** abatere t_0 față de oricare din posturile locale de radio care transmit ora exactă. Atunci momentul recepției la utilizator a semnalului de la postul de radio i în același referențial de timp cu cel al ceasurilor posturilor de radio este $tr_i - t_0$, iar distanța dintre emițătorul i și receptorul utilizatorului este parcursă în timpul $\Delta t = (tr_i - t_0) - te_i$ de unde distanța dintre acestea se poate calcula cu formula

$$R_i = c (tr_i - t_0 - te_i) \quad (3)$$

Din relațiile (2) și (3) rezultă că pentru fiecare dintre posturile de radio i se poate scrie ecuația:

$$\sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2 + (z_i - z_u)^2} = c (tr_i - t_o - te_i) \quad (4)$$

în care necunoscutele sunt x_u, y_u, z_u și t_o .

Rezultă că vom avea nevoie de 4 ecuații de acest tip, alcătuite în urma recepționării semnalului de "oră exactă" de la 4 emițătoare radio [1], pentru a determina coordonatele pe hartă ale utilizatorului x_u și y_u , altitudinea la care se află z_u și ... ora exactă calculată prin corectarea $tr_i - t_o$.

Sistemul GPS se aseamănă foarte mult cu sistemul virtual prezentat. Locul emițătoarelor radio a căror locație este cunoscută și care transmit ora exactă este luat de sateliți care transmit periodic poziția lor (efemeridele care pot fi transformate în coordonatele (x_i, y_i, z_i) într-un sistem ortogonal cu originea în centrul Pământului [2]) și ... ora exactă te_i a emiterii semnalului dată de un ceas de mare precizie aflat la bord.

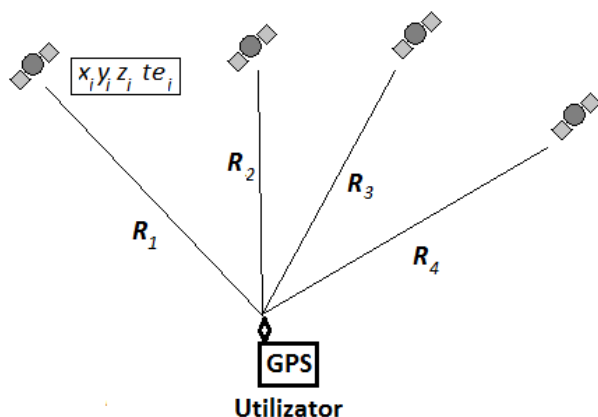


Fig. 5. Receptor GPS recepționând semnalele care conțin informațiile aflate (x_i, y_i, z_i, te_i) de la 4 sateliți.

Pentru ca oriunde pe glob să fie vizibili 4 sateliți, în jurul pământului orbitează o constelație de cel puțin 24 de sateliți operaționali. Sincronizarea ceasurilor tuturor sateliților precum și calibrarea lor astfel încât coordonatele proprii să fie transmise cu precizie este realizată de un lanț de stații de monitorizare și control aflate la sol dispuse astfel încât înconjură globul terestru.

Receptorul radio, care în acest sistem va fi numit **receptor GPS** și este dotat cu

- antenă dimensionată special pentru recepționarea semnalelor radio transmise de sateliți,
- orologiu foarte stabil (un oscilator cu cuarț),
- receptor radio
- calculator cu un ecran pe care să poată afișa rezultatele

Determinarea locației receptorului este posibilă după recepționarea mesajelor de la minim 4 sateliți, mesaje care conțin coordonatele sateliților și momentul de timp la care au fost emise mesajele. Cu informațiile preluate din aceste mesaje și cu înregistrarea momentelor de timp la care au ajuns la receptorul GPS se formează un sistem de ecuații ca cea din relația (4).

Fiind un sistem neliniar acesta este liniarizat prin dezvoltare în serie Taylor și apoi rezolvat printr-o metodă aproximativă. Rezultă în final coordonatele receptorului (x_u, y_u, z_u) și deriva ceasului propriu, t_o , care poate fi utilizată pentru corectarea ceasului propriu.

III. ARHITECTURA SISTEMULUI GPS

Abrevierea cea mai cunoscută a sistemului, GPS, provine de la Global Positioning Systems, însă denumirea oficială a sistemului GPS este *NAVigational Satellite Timing And Ranging Global Positioning System* (NAVSTAR GPS). Sistemul GPS este o formă a Global Navigation Satellite System (GNSS).

Sistemul GPS este compus din 3 segmente[3]:

- I. segmentul spațial erestru.
- II. segmentul de control
- III. segmentul utilizator

Segmentul spațial este format din 32 de sateliți care sunt plasați pe orbite circulare cu centrul situat în centrul Pământului și aflate la o altitudine de circa 20.200 km. Sateliții se orientează continuu astfel încât panourile solare să fie orientate către soare, iar antena de emisie către Pământ. Orbitele sunt înclinate la aproximativ 55° față de Ecuator astfel încât să se acopere și regiunile polare. Perioada de rotație este de aproximativ 12 ore. Constelația de sateliți este astfel lansată în spațiu încât în permanență, din orice punct de pe glob, să poată fi vizibili cel puțin 6 sateliți.

Fiecare satelit transmite două tipuri de semnale în banda L1 (1575.42 MHz): unul necriptat disponibil gratuit publicului (Coarse/Acquisition sau semnalul C/A) și unul criptat destinat în general aplicațiilor militare (Precise sau semnalul P(Y)). Un alt semnal criptat P(Y) este transmis și în banda L2 (1227.60 MHz).

Segmentul de control constă din *Master Control System*, stațiile de monitorizare, antenele situate la sol. Stația centrală (Master) este situată la baza aeriană din Colorado Springs, Colorado, și asigură managementul stațiilor de monitorizare dispuse în jurul globului (Falcon Air Force Base în Colorado, Cape Canaveral, Florida, Hawaii, Insulele Ascension din Oceanul Atlantic, atolul Diego Garcia din Oceanul Indian și insula Kwajalein din Oceanul Pacific de Sud). Pe baza datelor transmise de stațiile de monitorizare care efectuează 2 verificări pe zi a fiecărui satelit *Master Control System* efectuează toate calculele privind predicția comportării orbitelor și ceasurilor fiecărui satelit. Variațiile detectate de stațiile de monitorizare datorate gravitației Lunii sau Soarelui, sau datorită presiunii radiațiilor solare sunt transmise către *Master Control System*. Dacă este necesară corecția sateliților pe orbite sau a ceasurilor acestora, se transmit comenzile necesare către sateliți prin intermediul antenelor dispuse la sol. Tot cu ajutorul acestor antene fiecare satelit este urmărit din momentul când apare la orizont până în momentul când dispare.

Segmentul utilizator este compus din mulțimea receptoarelor GPS a căror struură a fost prezentată anterior. Există receptoare externe care comunică cu un calculator printr-o legătură serială RS-232 cu viteza de 4.800 bps sau interne. O caracteristică a acestor receptoare este numărul de canale egal cu numărul de sateliți care pot fi monitorizați simultan. Uzual acest număr este cuprins între 12 și 20.

Întreținerea segmentelor spațial și de control costă în jur de 750 milioane de dolari anual, iar întregul sistem civil este public doar pentru a fi folosit în aplicații pașnice, S.U.A. rezervându-și dreptul de a opri oricând semnalul civil public necriptat.

IV. SCURT ISTORIC AL SISTEMULUI GPS

Sistemul GPS a fost inițiat de Departamentul Apărării al S.U.A. În 1972 au avut loc primele experimente cu 2 prototipuri de receptoare GPS utilizand pseudo-sateliți terestri (posturi de radio fixe ca în sistemul virtual prezentat) la USAF Central Inertial Guidance Test Facility (Holloman AFB).

În 1978 are loc prima lansare a unui satelit experimental Block-I GPS.

În 1983, după doborârea de către URSS a unui avion civil KAL 007 care a intrat într-o zonă interzisă din cauza unor erori de navigație președintele Ronald Reagan anunță că GPS va fi disponibil (când va fi gata) și pentru aplicații civile.

În februarie 1989, a fost lansat primul satelit modern Block-II.

Prima utilizare a sistemului GPS într-un conflict armat a fost în 1990-1991 în războiul din Golf.

În decembrie 1993, sistemul GPS devine operațional (24 sateliți) pentru Standard Positioning Service (SPS). În aprilie 1995 este declarat complet operațional pentru aplicații militare: Precise Positioning Service (PPS)

În 1996, președintele Bill Clinton declară GPS ca un sistem dual, civil și militar (aplicațiile civile primeau un semnal degradat care făcea ca precizia stabilirii locațiilor să fie în jur de 200 m).

La 2 mai 2000 se pune la dispoziția publicului un semnal global nedegradat ceea ce cuplat și cu creșterea puterii de calcul a telefoanelor și dispozitivelor mobile a dat un extraordinar avânt unei industrii întregi, hardware și software, GPS. În noiembrie 2004 Qualcomm anunță teste reușite privind GPS pe telefoane mobile.

În 2004, SUA și UE semnează o colaborare între GPS și proiectatul sistem Galileo.

În 2005, primul satelit GPS modernizat a fost lansat și a început transmiterea unui al doilea semnal pentru aplicații civile (L2C).

În mai 2009, se anunță că există riscul ca unii sateliți GPS să se defecteze cel mai devreme în 2010.

În 2010 cel mai vechi satelit GPS operațional GPS fusese lansat în noiembrie 1990 de aceea U.S. Air Force lansează contractul pentru GPS Next Generation Operational Control System (OCX).

În mai 2013 are loc lansarea satelitului GPS IIF-4.

În lume mai există sisteme similare: în Rusia GLONASS, UE pregătește European Galileo Positioning System, China sistemul COMPASS, India – IRNSS și Franța – DORIS.

V. DGPS – DIFFERENTIAL GPS

În unele situații eroarea orizontală a întregului lanț de măsură GPS poate ajunge la 15-20 m ceea ce nu este acceptabil pentru unele aplicații. Pentru a mări precizia măsurătorilor se utilizează sistemul GPS diferential (DGPS) care se bazează pe o stație GPS aflată la o locație ale cărei coordonate sunt cunoscute cu precizie. În această stație un receptor GPS calculează poziția proprie prin metodele cunoscute și se determină valoarea deviației față de coordonatele exacte. Această deviație este valabilă la un moment t și pentru alte receptoare GPS aflate la o distanță față de stație care poate ajunge până la 200 km [4]. Receptorul GPS al utilizatorului comunică cu stația și cu ajutorul deviației recepționate își corectează coordonatele proprii calculate la momentul t .

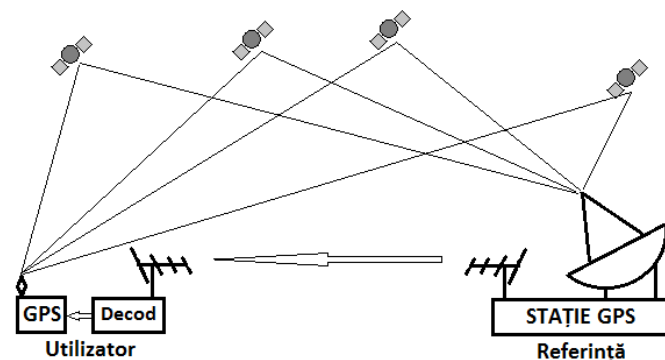


Fig. 6. Sistemul GPS diferential (DGPS). Corecțiile sunt transmise de stația GPS de referință către utilizatorul DGPS.

În principiu există două moduri de a calcula corecțiile în stația GPS:

- i) prin determinarea timpului de tranzit al semnalului provenit de la fiecare din sateliții vizibili datorită faptului că poziția stației și a sateliților sunt cunoscute cu precizie; în acest caz stația transmite receptoarelor GPS ale utilizatorilor valorile diferențelor dintre distanța calculată cu ajutorul coordonatelor cunoscute și cea care rezultă din determinarea timpului de tranzit al semnalului de la fiecare satelit până la stație; receptorul utilizatorului poate furniza date privind locația sa cu o precizie de până la 1 m;
- ii) prin determinarea fazei unde purtătoare care ajunge la stație; lungimea de undă este $\lambda = 19$ cm, iar distanța de la satelit la stație va fi $D = N\lambda + \phi\lambda$, în care N este necunoscut și reprezintă numărul de cicli compleți; determinarea fazei ϕ comportă observarea continuă a mai multor sateliți și monitorizarea permanentă a receptorului și emițătorului semnalului de referință și rezolvarea unui sistem de ecuații în stația GPS; metoda permite calcularea de către receptoarele

GPS ale utilizatorilor coordonatele proprii cu o precizie de ordinul milimetrelor.

Funcție de rază de acțiune a stațiilor de referință GPS sistemele diferențiale GPS se clasifică în sisteme diferențiale locale, regionale și de arie extinsă. În Europa există deja sisteme publice diferențiale GPS care transmit corecțiile prin VHF sau GSM. Spre deosebire de sistemul GPS, sistemele DGPS sunt cu plată. În S.U.A. există funcțional sistemul WAAS (Wide Area Augmentation System) compus din circa 38 de stații GPS de referință care transmit informații la 3 stații master de mintorizare [5]. Valorile calculate ale corecțiilor sunt transmise către cele 4 Ground Earth Stations (GES), și apoi către aceasta către 2 sateliți geostaționari care retransmit apoi corecțiile către pământ. Sistemul este funcțional pe teritoriul S.U.A. și a fost construit pentru Federal Aviation Administration astfel încât să asiste aeronavele la aterizare. Semnalul WAAS este disponibil și civililor, corecțiile sunt valide însă numai pentru America de Nord. Sisteme similare: MSAS – Japonia, GAGAN - India și EGNOS - Uniunea Europeană.

VI. PROGRAMAREA APLICAȚIILOR GPS SUB ANDROID

Există trei modalități principale de a determina poziția geografică curentă a unui dispozitiv mobil:

- receptorul GPS al dispozitivului mobil;
- triangulare utilizând informațiile recepționate de antenele rețelei de telefonie mobilă (dacă dispozitivul mobil are și funcția de telefon mobil);
- rețeaua internet WI-FI care asigură corespondența dintre IP și localizarea geografică a routerelor etc.

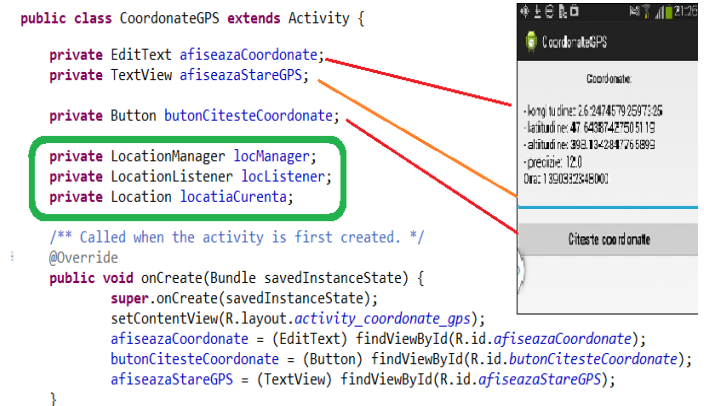
Sub Android, pentru determinarea poziției geografice curente se poate folosi pachetul `android.location` [6] printre ale cărui clase se numără următoarele:

- `LocationManager` – un serviciu sistem care permite localizarea geografică a dispozitivului mobil
- `LocationProvider` - o superclasă a furnizorilor de localizare
- `Location` - clasa reprezintă o locație geografică (latitudine, longitudine, altitudine, precizia acestor informații).
- `Address` - o clasă care reprezintă o adresă (obiectele `String` ce descriu o adresă)
- `Criteria` - permite setarea criteriilor după care sistemul va alege furnizorul de localizare cel mai potrivit (utilizatorul poate cere spre exemplu: `Criteria.ACCURACY_COARSE` și/sau `Criteria.POWER_LOW`)
- `Geocoder` - asigură conversia adresă – coordonate geografice și invers

Pachetul `android.location` mai cuprinde și trei interfețe, dintre care `LocationListener` este destinată pentru a programa acțiunile de urmat atunci când se modifică locația curentă.

Componenta centrală a pachetului `android.location` este clasa `LocationManager` a cărei instanță se poate obține prin apelul

```
LocationManager locationManager =
    getSystemService(Context.LOCATION_SERVICE)
```



```
public class CoordonateGPS extends Activity {
    private EditText afiseazaCoordonate;
    private TextView afiseazaStareGPS;
    private Button butonCiteșteCoordonate;
    private LocationManager locationManager;
    private LocationListener locListener;
    private Location locatiaCurenta;

    /** Called when the activity is first created. */
    @Override
    public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_coordonate_gps);
        afiseazaCoordonate = (EditText) findViewById(R.id.afiseazaCoordonate);
        butonCiteșteCoordonate = (Button) findViewById(R.id.butonCiteșteCoordonate);
        afiseazaStareGPS = (TextView) findViewById(R.id.afiseazaStareGPS);
    }
}
```

Fig. 7. Debutul unei clase care extinde `Activity` ([7]) și care conține declarațiile importante din `android.location`.

Odată obținută această instanță se poate afla ultima locație cu ajutorul clasei `LocationProvider` sau se poate declanșa un proces de determinare a locației curente (Fig. 7).

```
private void getCurrentLocation() {
    locationManager = (LocationManager) this.getSystemService(Context.LOCATION_SERVICE);

    locListener = new LocationListener() {
        @Override
        public void onStatusChanged(String provider, int status, Bundle extras) {
        }
        @Override
        public void onProviderEnabled(String provider) {
            afiseazaStareGPS.setText("GPS Activ");
        }
        @Override
        public void onProviderDisabled(String provider) {
            afiseazaStareGPS.setText("GPS inactiv");
        }
        @Override
        public void onLocationChanged(Location location) {
            // TODO Auto-generated method stub
            locatiaCurenta = location;
        }
    };

    locationManager.requestLocationUpdates(LocationManager.GPS_PROVIDER, 0, 0, locListener);
}
```

Fig. 8. Obținerea unei instanțe și utilizarea serviciului sistem `LocationManager` pentru a obține locația geografică a poziției curente.

Determinarea locației curente de către GPS se termină prin generarea unui eveniment și apelarea metodei `onLocationChanged(loc)` din obiectul de tip `LocationListener` asociat în momentul cererii de localizare (Fig. 8).

Acestei metode i se transmite ca argument un obiect de tip `Location` care conține rezultatul procesului de localizare. Din obiectul de tip `Location` pot fi extrase prin getteri longitudinea, latitudinea, altitudinea, precizia (`getAccuracy`) și ora exactă (Fig. 9). Toate aceste mărimi sunt numere reale exprimate prin `double`, inclusiv longitudinea și latitudinea care sunt exprimate în număr de grade cu zecimale. Conversia lor în formatul convențional grade, minute și secunde se realizează cu ajutorul metodei statice `convert()` a clasei `Location`.

```

int nClick=0;

public void clickButon(View v){
    getLocation();

    if (locatiaCurenta != null) {
        locationManager.removeUpdates(listener); // pentru a economisi bateria

        double longit = locatiaCurenta.getLongitude(),
        lat = locatiaCurenta.getLatitude(),
        alt = locatiaCurenta.getAltitude(),
        prec = locatiaCurenta.getAccuracy(),
        long timp = locatiaCurenta.getTime();

        afiseazaCoordonate.setText(
            String.format("Longitudine =%s\nLatitudine =%s\nAltitudine =%s\nData si ora= %s",
                longit, lat, alt, prec,
                Location.convert(longit, Location.FORMAT_SECONDS),
                Location.convert(lat, Location.FORMAT_SECONDS),
                alt, prec,
                new Date(timp))
        );
    } else {
        afiseazaCoordonate.setText(" GPS-" +
            (locationManager.isProviderEnabled(LocationManager.GPS_PROVIDER)? "in" : "activ") +
            " \nLocalizarea inca nu a fost realizata (" + nClick + ")");
    }
}

```

Fig. 9. Obținerea coordonatelor geografice și afișarea lor.

De notat că formatul extern furnizat pentru latitudine și longitudine are ca separator caracterul ”.” (exemplu longitudinea unei locații din Suceava este reprezentată astfel 26:14:51.63419 ceea ce înseamnă în notația convențională 26° 14’ 51” plus un rest de 0.63419”).

Cu ajutorul coordonatelor geografice și al clasei Geocoder se poate afla adresa cea mai apropiată de locația curentă.

```

private String aflaAdresa(double longit,
double lat, String delimitator){
    try {
        if(!Geocoder.isPresent()) return
        "Geocoder indisponibil";
        if(!reteauaEsteOnline()) return "Lipsa
        ... conexiune la Internet";
    }catch(Exception e){ return e.toString();
    }

    Geocoder gc = new Geocoder(this,
    Locale.getDefault());
    StringBuilder sb = new StringBuilder();
    try {
        List<Address> listaAdrese =
        gc.getFromLocation(lat, longit, 1);
        if (listaAdrese.size() > 0) {
            Address adr = listaAdrese.get(0);
            String oras=adr.getLocality(),
            codPostal = adr.getPostalCode(),
            tara=adr.getCountryName();
            return oras + "-" +
            codPostal+"\n"+tara;
        } else return "";
    } catch (IOException e) { return "Adresa
    nu poate fi determinata. Probabil lipsa
    retea"; }
}

```

Clasa Geocoder utilizează Google și Internet, de aceea programul trebuie să aibă acces la Internet și să permitem ca Google să colecteze în condiții de anonim locația dispozitivului nostru mobil.

VII. CONCLUZII

După cum s-a arătat sistemul GPS furnizează coordonatele geografice (longitudinea, latitudinea) și altitudinea cu o precizie de la 20 m la aproximativ 1 mm și ora exactă UTC cu o precizie de la 60 ns la aproximativ 1 ns. Din coordonatele spațiale și informațiile de timp pot fi aflate prin derivare viteza și accelerația, precum și traiectoria. De remarcat că sistemul GPS oferă în general o precizie mai bună decât alte metode de localizare a unui telefon mobil. Totuși în spații închise, care nu oferă o vizibilitate bună asupra cerului, localizarea prin triangularea bazată pe informațiile din rețeaua de telefonie mobilă sau WI-FI poate da rezultate mai bune.

Primele aplicații au fost în navigația maritimă și aeriană, dar și în supravegherea digurilor sau a deplasării ghețarilor sau terenurilor. Ulterior, în urma punerii la dispoziția civililor a unui semnal GPS nealterat și a dezvoltării puterii de calcul a dispozitivelor mobile, aplicația cea mai larg cunoscută este în informarea conducătorilor auto privind traseul de urmat până la destinație. Aceleași sisteme care afișează hărți și poziția curentă cu ajutorul unor receptoare GPS sunt utilizate și în deplasările pedestre.

Timpul furnizat de sistemul GPS este utilizat pentru sincronizarea rețelelor de comunicații de pe tot globul. În S.U.A. prin legea E-911 se cere ca atunci când este apelat serviciul de urgență (911) poziția apelantului să poată fi cunoscută cu o precizie de maxim 125 m. Acest lucru nu poate fi realizat decât prin integrarea receptoarelor GPS în telefoanele mobile.

În ceea ce privește utilizarea acestor sisteme în transporturi există deja sisteme de urmărire a deplasării vehiculelor companiilor de transport de mărfuri și călători, sisteme anti-furt care pot comunica poziția exactă, sau sisteme cu care sunt dotate vehiculele ce efectuează transporturi de valori sau alte materiale sensibile, care pot transmite mesaje de alarmă imediat ce se constată o abatere de la traseul prestabilit.

Pentru rezolvarea rapidă a situațiilor de urgență se poate imagina un sistem bazat pe accelerometre și GPS, montat pe vehicule auto sau aparate de zbor, care la detectarea unei coliziuni să transmită automat un apel către serviciul de urgență împreună cu coordonatele accidentului.

REFERINȚE

- [1] Jean-Marie_Zogg, GPS Basics. Introduction to the system. Application overview - <http://www.u-blox.com>
- [2] <http://www.calsky.com/cs.cgi>
- [3] GPS. Essentials of Satellite Navigation Compendium, Copyright © 2009, u-blox AG - <http://www.u-blox.com>
- [4] Trimble GPS Tutorial - http://www.trimble.com/gps_tutorial
- [5] U.S. Coast Guard Navigation Center. <http://www.navcen.uscg.gov/?pageName=dgpsMain>
- [6] Pachetul android.location - <http://developer.android.com/reference/android/location/package-summary.html>
- [7] Android Developers' Guide - <http://developer.android.com/guide/index.html>