

Aplicatii civile cu GPS

Lect.univ.drd.ing. Iustin Andronie

UNIVERSITATEA SPIRU HARET BUCUREȘTI

Asist.univ.drd.ing.Mihai Andronie

UNIVERSITATEA SPIRU HARET BUCUREȘTI

Rezumat

Rețeaua de sateliți GPS și sistemele GPS au devenit un lucru obișnuit în viața de zi cu zi. Aplicațiile sunt dintre cele mai diverse, de la cele din domeniul militar, determinarea limitelor terenurilor, navigație comercială, pâna la cele pentru uzul persoanelor fizice, în scop recreațional.

Tehnologia GPS si-a găsit locul într-o varietate de domenii industriale civile cum ar fi sectorul construcțiilor, taximetrie, asigurări, distribuție de bunuri, curierat, securitate, transporturi (interne și externe), telecomunicații, închirieri de mașini, societăți de leasing, transport valori, unități publice etc. Spre exemplu, firmele care dețin parcuri auto pot folosi soluții moderne bazate pe sistemele GPS pentru optimizarea activității adaptate nevoilor proprii care le permite o gestionare eficientă a flotei auto, controlul resurselor, minimizarea cheltuielilor și siguranța sporită a bunurilor. Pana în prezent, un numar foarte mare de clienți au implementat soluții GPS pentru monitorizarea de autovehicule.

În lucrarea de față sunt prezentate o serie întreagă de aplicații bazate pe tehnologia GPS aflate în uz curent care au un impact deosebit asupra domeniilor vieții civile.

Introducere

Deși necesitatea existenței unui sistem de localizare geografică la nivel global exista de mult timp, atât în domeniul civil cât și în domeniul militar, cauza principală care a condus la apariția sistemului GPS a fost amenințarea unui atac nuclear la adresa Statelor Unite ale Americii din timpul Războiului Rece.

Sistemul GPS (Global Positioning System) este un sistem de localizare în spațiu realizat de către Departamentul de Apărare (Department of Defence) al Statelor Unite ale Americii, încă din anii '70. Astfel în 1973 au fost puse bazele rețelei de sateliți Navstar care stă la baza sistemului GPS așa cum este el cunoscut. Crearea acestui sistem a fost posibilă datorită dezvoltărilor importante care au avut loc în acea perioadă în domeniul tehnicii spațiale, ajungându-e astfel în anii 1990-1994 la lansarea pe orbita terestră a unui număr de douăzeci și patru de sateliți, numărul acestora crescând ulterior.

La începuturile sale sistemul GPS a avut utilizări în mare majoritate în domeniul militar, accesul publicului larg la acesta fiind restricționat. Din acest motiv se poate afirma că aplicațiile civile ale sistemului GPS au fost mult limitate înainte ca acesta să fie pus la dispoziția publicului larg.

Ca moment de început al utilizării pe scară largă în domeniul civil al sistemului GPS poate fi considerată data de 1 mai 2000 când președintele de atunci al Statelor Unite ale Americii, Bill Clinton, a decis ca acesta să fie pus la dispoziția publicului larg, eliminând restricțiile care limitau precizia receptoarelor GPS la aproximativ 300m.

Cu ajutorul sistemului GPS, orice utilizator care deține un receptor GPS are acces în mod gratuit la rețeaua de sateliți putându-și stabili locația obținând trei coordonate: latitudine, longitudine și altitudine. Acest lucru a făcut posibilă apariția de aplicații ale sistemului GPS într-o gamă foarte largă de activități cum ar fi: minerit, agricultură, transporturi rutiere, cartografie, aviație etc. În cele ce urmează se va face o prezentare pe

scurt a modului de funcționare a sistemului GPS, a celor mai importante și interesante aplicații ale acestuia și nu în ultimul rând se va încerca identificarea limitărilor acestuia și a posibilităților alternative.

Sistemul GPS, principii de funcționare, precizie

Sistemul GPS a fost realizat la început dintr-un număr de 24 de sateliți (ulterior au mai fost adăugați și alții ajungându-se la 28 de sateliți) care sîrmează o rețea care înconjoară globul, astfel încât din orice zonă de pe suprafața pămîntului sau din jurul acestuia să poată fi vizibili minim patru sateliți la orice moment de timp.

Modul de funcționare al sistemului GPS este triangulația realizată de către receptorul GPS. Acesta își poate calcula distanța față de minim 3 sateliți și astfel, în funcție de poziția sateliților care este cunoscută, acesta își poate calcula propria poziție.

Dacă un satelit își cunoaște cu precizie poziția în spațiu relativ la un sistem de coordonate și emite un semnal în care codifică poziția și momentul de timp la care semnalul a fost transmis, un receptor care recepționează acest semnal își poate calcula distanța față de acesta cu formula:

$$d = c \cdot (t - t_s)$$

unde d este distanța între satelit și receptor, c este viteza de propagare a undelor radio (egală cu viteza luminii și cunoscută), t este momentul de timp curent (la care receptorul a recepționat semnalul) și t_s este momentul la care satelitul a transmis semnalul. Cu alte cuvinte distanța este egală cu produsul dintre viteza semnalului radio și timpul cât acesta a călătorit de la momentul când a fost emis până când a ajuns la receptor (Fig. 1).

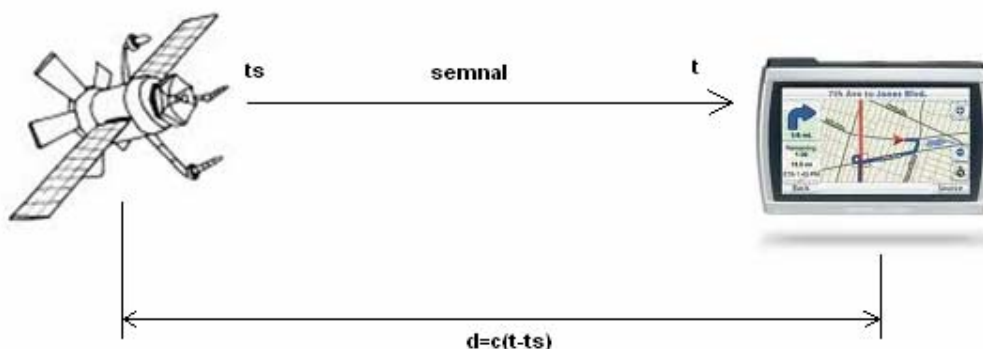


Fig. 1 Calculul distanței dintre satelit și receptor.

Cunoscând cu exactitate poziția satelitului și distanța de la satelit la receptorul GPS se poate defini poziția celui din urmă ca fiind undeva pe o sferă cu centrul în jurul satelitului respectiv. Acest lucru nu este suficient pentru o localizare exactă. De aceea este nevoie de un număr de trei sateliți pentru a putea cunoaște poziția exactă, având astfel un număr de trei ecuații cu trei necunoscute (latitudine, longitudine, altitudine). Astfel prin intersecția a trei sfere cu centrele situate în cei trei sateliți se obțin doar două puncte posibile unde receptorul se poate afla (Fig. 2). Numai unul din aceste două puncte este cel în care se află receptorul. Deoarece în marea majoritate a cazurilor receptorul GPS este localizat undeva în

apropierea suprafeței terestre unul dintre aceste puncte poate fi eliminat din start, deoarece se află undeva în spațiu.

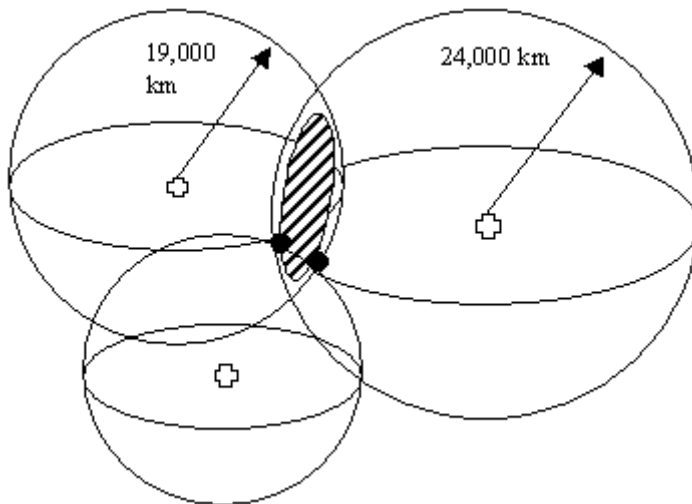


Fig. 2 Intersecția a trei sfere definește două puncte unde se poate afla receptorul [1].

Utilizând procedeul descris anterior se presupune că atât sateliții cât și receptorul GPS utilizează ceasuri perfect sincronizate. Dacă ceasurile sateliților pot fi ceasuri cu cesiu de mare precizie, nu același lucru se întâmplă cu receptorul GPS care trebuie să fie suficient de ieftin pentru a putea fi utilizat pe scară largă. Din acest motiv este nevoie ca pe lângă cei trei sateliți de care s-a amintit anterior să existe încă unul care să confirme timpul curent.

Având patru sateliți vom avea un sistem de patru ecuații (distanțele până la cei patru sateliți) cu patru necunoscute (latitudinea, longitudinea, altitudinea și timpul curent). Dacă există mai mult de patru sateliți disponibili se pot reduce erorile inerente măsurătorilor.

Deși în teorie precizia unui receptor GPS poate fi de numai câțiva centimetri, există și erori care afectează poziția calculată cu ajutorul unui GPS, așa că în practică pentru un receptor obișnuit se poate ajunge și la 10-20 m. Aceste erori se datorează în principal faptului că viteza cu care călătorește un semnal radio poate varia din cauza condițiilor atmosferice variabile. În special ionosfera afectează aceste semnale.

Pentru a reduce erorile s-au imaginat diferite sisteme, unul dintre acestea fiind DGPS (Diferential GPS) [3]. Astfel, pe lângă cei patru sateliți (al căror semnal este afectat de condițiile atmosferice) utilizați pentru a calcula poziția receptorului se mai utilizează și o stație terestră. Locația acesteia este cunoscută. Totodată aceasta acționează ca un receptor și poate astfel calcula ce fel de erori apar. Aceste erori sunt transmise către receptoarele GPS din zonă ca un semnal de corecție care în acest fel își pot calcula mult mai exact poziția, obținându-e o precizie mai bună de 10m pentru receptoarele aflate la mai puțin de 50km de stația DGPS [3].

Un alt sistem care este mai precis dar totodată necesită aparatură mai scumpă este RTK (Real Time Kinematic). Măsurând faza semnalelor care sunt receptionate de la sateliți, o stație ale cărei coordonate sunt cunoscute corectează erorile ajungându-e la o precizie de ordinul centimetrilor [3]. Costurile mari ale sistemului RTK se datorează faptului că distanța până la o stație RTK trebuie să fie mică iar o astfel de stație este costisitoare.

Aplicații ale sistemului GPS

Sistemul GPS are o multitudine de aplicații civile dintre cele mai diverse de la realizarea de măsurători în teren până la agricultură și scopuri recreative. În cele ce urmează se vor enumera câteva din domeniile unde tehnologia GPS și-a găsit aplicabilitate practică, indentificând unde este cazul și unele direcții noi în care utilizarea acesteia s-ar putea extinde.

Măsurători în teren și cartografiere

Una din cele mai comune aplicații civile a sistemului GPS o reprezintă măsurătorile realizate pe teren. Cu ajutorul instrumentelor specializate acest lucru se realizează cu mare ușurință. Pentru ca un receptor GPS specializat să își poată calcula cu acuratețe poziția este nevoie de obicei de o perioadă mai mare de timp.

Pentru măsurători este nevoie de precizie bună așa că nu orice receptor GPS este potrivit, ci este nevoie de aparatură specializată care este mai costisitoare. Pentru o precizie bună este nevoie de sisteme DGPS sau RTK în funcție de acuratețea dorită și de receptoare performante.



Fig. 3 Receptor GPS pentru realizarea de măsurători în teren [4].

Navigație și localizare rutieră

Utilizarea sistemului GPS pentru navigația rutieră este una din cele mai cunoscute aplicații ale acestui sistem. Există o multitudine de producători de astfel de sisteme.

Precizia necesară pentru astfel de aplicații nu trebuie să fie atât de bună ca în cazul Măsurătorilor de precizie 10-20m fiind suficient pentru traficul auto. Din această cauză receptoarele GPS pentru uz auto sunt printre cele mai comune dispozitive de acest fel comparativ cu cele utilizate pentru alte aplicații specializate.

Un receptor GPS auto trebuie în schimb să aibă un procesor performant care să permită calcularea de trasee în timp real și să dispună de o hartă rutieră în format electronic detaliată care să fie de actualitate. Prețul unei astfel de hărți poate fi destul de ridicat și trebuie luat în considerare la achiziția unui receptor GPS.

Una din aplicațiile mai puțin cunoscute ale sistemului GPS în domeniul auto este localizarea autovehiculelor în trafic, această aplicație fiind utilă atât firmelor care dețin un parc auto numeros cât și particularilor care doresc să știe în permanență unde se află un autovehicul, din motive de siguranță. Pentru a putea realiza acest lucru tehnologia GPS este integrată cu tehnologia comunicațiilor. Firme precum Starcom produc sisteme de localizare în trafic. Sistemul constă într-un receptor GPS montat pe autovehicul și un modul GSM care transmite locația acestuia către un centru de control. Cu ajutorul tehnologiilor web moderne

utilizatorul poate să se conecteze la acest centru și să cunoască cu precizie unde se află un autovehicul.

Un sistem asemănător au implementate unele firme de taximetrie, firme de distribuție precum și firme de închirieri auto care pot cunoaște utilizând sistemul dacă cel care a închiriat mașina a depășit numărul admis de kilometri sau viteza legală etc.



Fig. 4 Sistem de urmărire a autovehiculelor în trafic produs de Starcom [5].

Minerit

Industria extractoare este un alt loc unde sistemul GPS și-a găsit nenumărate aplicații. De exemplu în minerit se poate utiliza sistemul GPS pentru localizarea și cartografierea zonelor bogate în zăcăminte care pot fi exploatare. La momentul de față dacă se dispune de tehnică de calcul performantă este mult mai comod ca aceste zone să fie explorate prin intermediul coordonatelor culese cu ajutorul sistemului GPS.

De asemenea în minele de suprafață utilajele pot fi conduse prin GPS, sporind astfel siguranța deoarece muncitorii nu mai trebuie să se deplaseze în zone potențial periculoase pentru a dirija utilajele. Astfel zonele periculoase pot fi marcate pentru a putea fi evitate din timp, reducând astfel numărul de accidente și sporind siguranța muncitorilor.

Managementul flotei de utilaje este o altă aplicație importantă în acest domeniu. Utilizând tehnica GPS se poate cunoaște la orice moment de timp unde de află un utilaj.

Construcții

Construcțiile sunt un domeniu unde tehnica GPS și-a găsit aplicații noi și interesante, cum ar fi de exemplu firma Caterpillar care poate dota utilajele produse cu sistemul AccugradeGPS.

De exemplu un utilaj care nivelează pământul poate fi dotat cu senzori GPS de mare precizie. Ghidat de aceștia se poate controla foarte bine panta care se dorește a fi obținută reducând costuri semnificative prin eliminarea măsurătorilor de precizie (Fig 5).



Fig. 5 Buldozer dotat cu senzori GPS [6].

Agricultură

Și în agricultură tehnologia GPS și-a găsit aplicații interesante de la managementul suprafețelor de teren până la asistarea lucrărilor agricole.

Un exemplu în acest sens îl constituie dotarea tractoarelor care ară cu sisteme automate de conducere ghidate prin GPS (Fig. 6). Se definesc coordonatele terenului care trebuie arat și tractorul ghidat prin GPS cu ajutorul acestui sistem poate realiza lucrarea automat.



Fig. 6. Prin definirea unei parcele cu ajutorul coordonatelor GPS se pot realiza lucrări agricole cu ajutorul sistemelor automate de conducere.

Creșterea animalelor

În domeniul creșterii animalelor fermele pot utiliza tehnologia GPS pentru localizarea animalelor și pentru controlul locației lor. Animalele pot fi dotate cu receptoare GPS transmițând locația prin radio către un centru de control (Fig. 7).

Pot fi implementate chiar și garduri virtuale, dispozitivul cu GPS care este montat la animale putând să le împiedice pe acestea să intre în anumite zone. Acest sistem a fost inițial utilizat pentru câini pentru a fi ținuți în jurul casei dar s-a extins și la creșterea vitelor.



Fig. 7. Dotarea vitelor cu GPS.

Transporturi aeriene

În transporturile aeriene, pe lângă ghidarea prin GPS a aeronavelor acest sistem mai este folosit și pentru aterizare și decolare în condiții de vizibilitate slabă. Dacă se cunoaște cu exactitate locația pistei un avion poate ateriza în siguranță în condiții meteorologice nefavorabile.

O altă aplicație în domeniul transporturilor aeriene este evitarea coliziunii. Dacă fiecare aeronavă este dotată cu un receptor GPS și își transmite în permanență poziția către un centru de control al traficului, se pot evita eventuale coliziuni, centrul putând informa avioanele care riscă să se intersecteze. Acest sistem este util în special în zonele aglomerate cum ar fi aeroporturile.

Recreațional

În domeniul recreațional sistemul GPS și-a găsit variate aplicații, de la orientare în natură până la jocuri care presupun existența unui receptor GPS.



Fig. 8. Receptor GPS pentru uz recreațional [7].

Unul din jocurile cele mai populare care are la bază rețeaua GPS este geocaching existând o întreagă comunitate la nivel global care practică acest joc[8]. Un utilizator de receptor GPS ascunde o cutie în care de află un premiu pentru cel care o găsește primul, afișând ulterior coordonatele pe internet unde pot fi accesate de ale persoane interesate. Regula este ca cine găsește primul cutia sa lase în ea altceva pentru următorii care o vor descoperi.

Ceas de mare precizie

Nu în ultimul rând un receptor GPS este un ceas de mare precizie, sincronizat în permanență cu ceasurile atomice cu care este dotat sistemul de sateliți. Din acest motiv un receptor GPS poate fi utilizat nu numai pentru a calcula locația în spațiu ci și pentru a afla ora exactă.

Alte sisteme similare

Pe lângă sistemul GPS care este și cel mai cunoscut și utilizat, mai există și alte sisteme dezvoltate în paralel cu acesta care au o funcționalitate similară. Merită amintite aici sistemul Galileo realizat de către țările din Uniunea Europeană precum și GLONASS realizat de către Uniunea Sovietică și continuat de către Rusia.

Galileo

Sistemul Galileo este realizat de către Uniunea Europeană și Agenția Spațială Europeană ca o alternativă și completare la sistemele Navstar GPS și GLONASS.

Proiectul a fost demarat începând cu anul 2007 și se așteaptă să fie dat în folosință în anii 2013 sau 2014. Accesul la sistemul Galileo va fi gratuit ca și la sistemul GPS actual, acesta concentrându-se pentru oferirea unei precizii superioare (erori de aproximativ 1m) și pe o mai bună acoperire în zonele arctice care la momentul actual nu sunt foarte bine deservite de sistemul GPS.

Se așteaptă ca primul satelit Galileo să fie lansat în spațiu în 2011.

GLONASS

Sistemul de poziționare prin satelit GLONASS a fost implementat de către Uniunea Sovietică în anii '80 ca un răspuns la sistemul american GPS. Dacă decizia de a-l construi a fost luată încă din 1976, în 1982 au început să fie lansați în spațiu sateliții acestui sistem, ultimul fiind trimis pe orbită în 1995.

La momentul actual sistemul GLONASS este întreținut de Rusia, iar mai mulți producători realizează receptoare GLONASS.

Până în 2007 sistemul GLONASS era rezervat strict pentru uz militar. Începând cu această dată acesta a devenit gratuit pentru uz în domeniul civil, Rusia încercând să îl impună pe piața internă, obligând producătorii de GPS-uri care activează pe piața rusească să adapteze produsele lor astfel încât să fie compatibile și cu GLONASS.

Precizia sistemului GLONASS este mai mică decât cea a sistemului GPS, urmând ca aceasta să fie îmbunătățită.

Compass Navigation System

Este un sistem de navigare prin satelit care este în curs de implementare de către China. Acest sistem de localizare prin satelit va avea 35 de sateliți când va fi complet

implementat și va avea două frecvențe, una codată pentru uz militar și una civilă utilizabilă oriunde în lume.

Concluzii

Sistemul GPS și-a găsit aplicații dintre cele mai diverse în multe dintre domeniile de activitate umană, de la controlul traficului până la industrie și domeniul recreațional, una din direcțiile viitoare de dezvoltare fiind identificarea de noi aplicații ale acestei tehnologii.

Pe lângă găsirea de noi domenii de aplicabilitate ale acestui sistem se poate preconiza că în viitor, odată cu dezvoltarea celorlalte sisteme similare cu Navstar GPS (Galileo, GLONASS, Compass), vor apărea receptoare capabile să concureze cu toate aceste sisteme, oferind acces la un număr de sateliți mai mare de 75, ceea ce va conduce la o mult mai bună acoperire și precizie.

Bibliografie

- [1] pegasus.cc.ucf.edu
- [2] <http://www8.garmin.com/outdoor/geocaching/>
- [3] http://www.qrc.org.au/conference/_dbase_upl/03_spk018_seymour.pdf
- [4] <http://www.brsurveying.com>
- [5] <http://www.starcomsystems.com>
- [6] www.cat.com
- [7] www.garmin.com
- [8] www.geocaching.com