

Filip Todić, univ. bacc. ing. geod. et. geoinf., diplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: fitodic@geof.hr
Tomislav Šimunović, univ. bacc. ing. geod. et. geoinf., diplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: tosimunovic@geof.hr
Goran Tomac, univ. bacc. ing. geod. et. geoinf., diplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: gtomac@geof.hr



SVUGDJE MOGUĆA NAVIGACIJA

SAŽETAK: Svrha ovog rada je prikazati mogućnosti današnjih navigacijskih tehnologija. To uključuje tehnologije koje omogućuju navigaciju u otvorenim i zatvorenim prostorima. Tehnologije i realizacije metoda za navigaciju u otvorenim prostorima su više-manje općepoznate, a to uključuje globalne navigacijske satelitske sustave, mikroelektromehaničke sklopove, inercijalne sustave, svjetlosno zamjećivanje i klasifikaciju te slične sustave. Tehnologije koje omogućuju navigaciju u zatvorenim prostorima su relativna nepoznanica i ostvaruju se najviše pomoću pametnih telefona. To uključuje primjenu RSS-a, Cell ID-a, kuta i vremena prijema signala itd. Dostupnost navedenih tehnologija i aplikacija na pametnim telefonima koje omogućuju svugdje moguću navigaciju raste iz dane u dan, no treba uzeti u obzir i njihov utjecaj na suvremeno društvo. Pritom je najvažniji utjecaj na privatnost korisnika, što je u radu detaljno istraženo.

Ključne riječi: navigacija u otvorenim prostorima, navigacija u zatvorenim prostorima, privatnost korisnika

Everywhere Navigation

ABSTRACT: This paper gives an overview of the possibilities of contemporary navigation technologies. The overview comprises both outdoor and indoor navigation. Outdoor navigation technologies are more or less well known, and that includes the use of Global Navigation Satellite Systems, Micro Electromechanical Systems, Inertial Navigation Systems, Light Detection and Ranging, etc. Indoor navigation technologies are relatively unknown and are mostly achieved by RSS, Cell ID, Angle- and Time-of-Arrival, etc. Given the availability and widespread use of the forementioned technologies on modern day smartphones, one needs to take into account their affect on the contemporary society. One of the most important aspects is the affect on the user's privacy which is described in detail.

Keywords: outdoor navigation, indoor navigation, user privacy

1. UVOD

Lokacija je središnja komponenta današnjih mobilnih uređaja i aplikacija. U današnjoj širokoj primjeni globalnih navigacijskih satelitskih sustava (eng. Global Navigation Satellite System – GNSS) sve su naglašeniji problemi performansi takvih sustava u slučaju degradirane dostupnosti GNSS signala, primjerice u takozvanim urbanim kanjonima. GNSS signali ne mogu prodrijeti kroz čvrste strukture poput zidova i prozora. GNSS prijamnik treba dostupnost signala s najmanje četiri satelita kako bi se precizno mogla odrediti njegova pozicija. Čak i ako postoji dostupnost signala s četiri satelita, lako je moguće da ti signali dolaze sa satelita koji formiraju nepovoljan geometrijski oblik, što utječe na DOP (eng. dilution-of-precision), a to uzrokuje manje kvalitetno rješenje pozicioniranja (Tan i dr., 2014).

U posljednja dva desetljeća vidljivo je povećanje upotrebe tehnologija navigacije i pozicioniranja kod cestovnih vozila. Primjena ovih tehnologija u cestovnom prometu brojna je i uključuje automatiziranu navigaciju vozila, pomoć u hitnim situacijama, fleet management, praćenje osoba, izbjegavanje sudara, nadzor promjena u okolišu itd. Upravljanje informacijama i komunikacijske tehnologije stvorile su brzorastuće tržište poznato kao usluge zasnovane na lokaciji korisnika (eng. Location-Based Services, u daljnjem tekstu: LBS). Za realizaciju LBS-a potrebno je pet infrastrukturnih elemenata: mobilni uređaj, komunikacijska mreža, navigacijska komponenta, pružatelj servisa i pružatelj podataka. Svi suvremeni sustavi za navigaciju vozila u cestovnom prometu integriraju dvije ili više komplementarnih tehnika pozicioniranja kako bi se osigurale informacije o položaju, ubrzanju i smjeru vozila u svakom trenutku (eng. seamless). Tipični kandidati za ovakve integrirane sustave su GNSS i INS (Chiang i dr., 2013) (Steiniger i dr., 2006).

Većina komercijalnih sustava za bežičnu navigaciju i pozicioniranje u realnom vremenu oslanja se na kombiniranje bežičnih metoda navigacije. Te metode funkcioniraju vrlo dobro na područjima gdje nema problema

s propagacijom signala, dok u urbanim i zatvorenim područjima imaju problema s dostupnošću i točnošću (El-Sheimy i dr., 2011).

2. METODE NAVIGACIJE

U suvremenim postupcima precizne navigacije i pozicioniranja na otvorenim prostorima, GNSS zauzima nezaobilazno mjesto. Ipak, postoje određena ograničenja zbog kojih je potrebno korištenje i drugih tehnologija. U prostorima poput urbanih kanjona, gdje je značajno degradiran signal GNSS-a, rješenje navigacije može se poboljšati pomoću pseudolita, inercijalnih navigacijskih sustava ili LIDAR-a. Svaka od navedenih metoda ima svoje prednosti, ali i nedostatke. Stoga se najbolja rješenja postižu njihovom integracijom. Za rješavanje problema navigacije u zatvorenom prostoru postoje brojna rješenja, od kojih je većina zasnovana na korištenju postojeće Wi-Fi mreže unutar određenog objekta. U posljednjih nekoliko godina vidljiv je trend razvoja sustava u zatvorenom prostoru u obliku aplikacija za pametne telefone koje će, osim same navigacije korisnika, podržavati i razne servise temeljene na lokaciji korisnika.

2. 1. GNSS

Satelitski sustavi za pozicioniranje i navigaciju poput GPS-a i GLONASS-a obuhvaćeni su zajedničkim nazivom globalni navigacijski satelitski sustav (GNSS). GNSS može osigurati kontinuirano i točno pozicioniranje u slučaju dostupnosti četiriju ili više satelita. Međutim, točnost i dostupnost navigacijskog sustava vozila temeljenog isključivo na GNSS-u podložni su uvjetima u atmosferi i degradacijama u obliku prekida signala ili njegove refleksije (Chiang i dr., 2013). Zbog navedenoga GNSS ne može osigurati kontinuirano mjerenje u svim terenskim uvjetima.

2. 2. PSEUDOLITI

Pseudoliti su „sateliti na Zemlji“. Odašiljači koji odašilju signale slične signalima GNSS-a. Uglavnom emitiraju signale u GPS-ovom frekvenzijskom pojasu L1 ili L2 koristeći C/A kod i odgovarajući PRN ID. Njima se mogu provoditi kodna i fazna mjerenja (Novaković i dr., 2009). Mogu se koristiti kao dopuna GNSS-a u slučaju nedovoljnog broja vidljivih satelita ili za poboljšanje geometrije, primjerice u urbanim kanjonima. Osim toga, mogu se koristiti i kao samostalan mjerni sustav koji može u potpunosti zamijeniti konstelaciju GNSS satelita u zatvorenim prostorima, ispod zemlje ili u tunelima.

2. 3. AKCELEROMETRI I ŽIROSKOPI

Senzori pokreta, poput akcelerometra i žiroskopa, sposobni su pratiti relativne promjene položaja, ubrzanja i smjera s obzirom na prethodno registrirani položaj, ubrzanje i smjer. To je tzv. dead-reckoning tehnika (El-Sheimy i dr., 2011). Realizacija dead-reckoning senzora kao samostalnog sustava u praksi je ostvariva u dva oblika: kao inercijalni navigacijski sustav (eng. Inertial Navigation System; u daljnjem tekstu: INS) ili kao dead-reckoning sustav zasnovan na žiroskopu i odometru (Bačić, 2014).

2. 4. INERCIJALNI NAVIGACIJSKI SUSTAVI

Inercijalna mjerna jedinica (eng. Inertial Measurement Unit; u daljnjem tekstu: IMU) je sustav sastavljen od više žiroskopa i akcelerometara, softvera koji je izvođač modela i vremenske baze te sata. Omogućuje praćenje promjene ubrzanja (akcelerometri) i male promjene smjera po komponentama (žiroskopi). IMU je dovoljan za navigaciju relativno u odnosu na inercijalni prostor pod pretpostavkom da su dane početne vrijednosti brzine, položaja i smjera (Bačić, 2014).

Današnji napredak u razvoju inercijalnih sustava zasnovanih na MEMS tehnologiji omogućuje da MEMS-ovi budu sve manji i jeftiniji. MEMS je integracija mehaničkih elemenata, senzora, aktuatora i elektronike na silicijskoj podlozi kroz primjenu tehnologije u mikrookruženju.

Inercijalni sustavi zasnovani na MEMS-u privukli su značajnu pozornost kao nadopuna GNSS-u pri navigaciji zbog svoje pristupačne cijene, malih dimenzija (Slika 1.), niske potrošnje energije i solidne pouzdanosti. Unatoč tome, mogućnosti ove tehnologije u ostvarivanju točnosti kod

pojedinih primjena u navigaciji još uvijek su dosta ograničene (Park i dr., 2008).

2. 5. LIDAR

Laserski skener (eng. Light Detection and Ranging; u daljnjem tekstu: LIDAR) metoda je daljinskih istraživanja koja koristi svjetlost u obliku pulsirajućeg lasera kako bi se izmjerile udaljenosti od platforme snimanja do Zemlje. LIDAR sustav obično se sastoji od lasera, skenera i specijaliziranog GNSS prijemnika, a najčešće platforme za prikupljanje podataka su helikopteri i zrakoplovi (NOAA, 2014).

2. 6. SUSTAVI ZA NAVIGACIJU ZASNOVANI NA MREŽI

Kao i sustavi za navigaciju na otvorenom, sustavi za navigaciju korisnika u zatvorenom prostoru zahtijevaju neki oblik mreže kako bi mogli navoditi korisnika kroz prostor. Za razliku od sustava za navigaciju na otvorenom, ovakvi sustavi zahtijevaju kompleksniju infrastrukturu da bi se osigurala šira dostupnost i visoka točnost sustava. Kako bi se potonje i ostvarilo, potrebno je odabrati odgovarajuću vrstu signala. Primjerice radiovalovi i ultrazvuk se reflektiraju od zidova i stropova, detektiranje Zemljinog magnetskog polja mogu ometati metali i elektronički uređaji, dok infracrvene zrake zahtijevaju liniju dogledanja. Također, treba voditi računa o konstrukciji objekta, materijalima od kojih je objekt izgrađen te varijacijama u temperaturi i vlažnosti zraka koje bi mogle utjecati na jačinu signala (Stook, 2011). U nastavku je dan opis najčešće korištenih tehnologija za potrebe navigacije u zatvorenom prostoru.

TEHNOLOGIJA	DOMET	TOČNOST	METODA
IR	0,7 – 2,5 m	5 – 10 cm	identifikacija ćelije
RFID (aktivni)	100 m	2 – 3 m	
RFID (pasivni)	1,5 – 2,0 m	1 – 2 m	
ultrazvuk	10 – 50 m	3 cm – 1 m	trilateracija
bluetooth	100 m	10 – 20 m	trilateracija RSS
UWB	50 m	15 cm – 4 m	
Wi-Fi	30 m (zatvoreno) 90 m (otvoreno)	1 – 5 m	

Tablica 1. Pregled najčešće korištenih tehnologija za navigaciju u zatvorenom prostoru

2. 6. 1. Tehnologije korištene za potrebe lociranja u zatvorenom prostoru

Brojni autori (Kolodziej i dr., 2006), (Manodham i dr., 2008), (Lim i dr., 2010) i (Woo i dr., 2011) navode različite vrste tehnologija koje bi mogle biti korištene za potrebe lociranja. Među njima najčešće se spominju: infracrvena (eng. Infrared; u daljnjem tekstu IR), ultrazvučna (eng. Ultrasound), identifikacija pomoću radio signala (eng. Radio Frequency Identification; u daljnjem tekstu RFID), bluetooth, Ultra Wide Band (u daljnjem tekstu UWB) i Wireless-Fidelity (u daljnjem tekstu Wi-Fi).

IR tehnologija omogućava lako lociranje na osnovi podudaranja uređaja prema identifikacijskom kodu. Međutim, kratkog je doseg i zahtijeva dogledanje, što nije prikladno za lokacijski sustav. Ultrazvučna tehnologija, bazirana na zvučnim impulsima, temelji se na mjerenju vremena odziva kako bi odredila lokaciju, ali ne može kompenzirati problem višestruke refleksije signala (eng. multipath) i izolirati prisutnu buku. RFID zahtijeva oznake i čitače, što omogućava brzu read/write podatkovnu komunikaciju, ali ne uključuje pravo lociranje i pozicioniranje.

Sljedeća opcija je bluetooth, koji omogućava brzi prijenos informacija i ima prihvatljiv domet, međutim, cijela mreža je prenosiva i određivanje lokacije može biti otežano. UWB omogućava veliki kapacitet i brzinu prijenosa podataka te ima osobine kao bluetooth i Wi-Fi. Prednost UWB-a je ta što omogućava vrlo preciznu lokalizaciju (oko 15 cm), ali implementacija takvog sustava je jako skupa. Na kraju, Wi-Fi tehnologija prijenosa podataka pokazala se najbolje uravnoteženom i s prihvatljivim dometom signala od 30 do 40 m u zatvorenom prostoru. Glavne karakteristike svake od navedenih metoda prikazuje Tablica 1.

2. 6. 2. Wi-Fi tehnologija

Wi-Fi sustav jeftin je i lak za implementaciju. Wi-Fi pristupne točke (eng. Access point) širom su dostupne, što štedi dosta vremena i truda pri uspostavi potrebne infrastrukture. Glavna je prednost što Wi-Fi signal može djelomično prodirati kroz objekte. Međutim, nedostaci su:

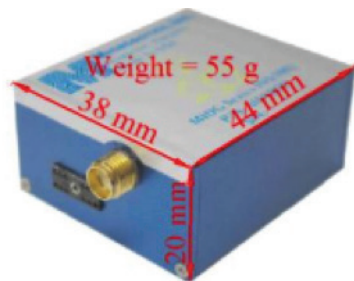
- + sigurnost – signal je lako presresti (osim ako je kodiran)
- + interferencija s drugim tehnologijama koje koriste isto frekvencijsko područje – bluetooth i mikrovalovi
- + ograničena propusnost podataka – brzina prijenosa podataka i propusnost opadaju za vrijeme radnog vremena

Nedostatke Wi-Fi tehnologije moguće je premostiti kombiniranjem više tehnologija u jednoj aplikaciji (Stook, 2011).

2. 6. 3. Pristupi određivanja lokacije korisnika

Različite metodologije temeljene na metrici signala mogu se koristiti za određivanje lokacije korisnika, odnosno pozicioniranje uređaja. Iako postoji mnogo različitih tehnika, brojni autori (Kolodziej i dr., 2006), (Zhang i dr., 2010) i (Woo i dr., 2011) navode pet glavnih metoda:

- + Identifikacija ćelije (eng. Cell-ID) – odašiljači (ili pristupne točke) dijele područje na blokove ili ćelije unutar kojih je moguće detektirati prijemnik.
- + Kut prijema signala, odnosno triangulacija (eng. Angle of Arrival, u daljnjem tekstu AOA) – određuje poziciju korisnika određivanjem kuta iz kojeg prijemnik prima signal emitiran od odašiljača.
- + Vrijeme prijema signala (eng. Time of Arrival, u daljnjem tekstu TOA) – određuje stvarnu udaljenost na osnovi vremena potrebnog da signal od odašiljača stigne do prijemnika. Prema formuli $R = \text{vrijeme} \times \text{brzina}$, gdje je brzina konstantna, potrebno je jedino mjeriti vrijeme kako bi se odredila stvarna lokacija R.
- + TOA zahtijeva sinkronizaciju prijemnika i odašiljača, dok metoda mjere-



Slika 1. Primjer dimenzija suvremenog MEMS IMU-a (Chiang i dr., 2013)

nja razlika u prijemu signala (eng. Time Difference of Arrival, u daljnjem tekstu TDOA) zahtjeva sinkronizaciju prijemnika.

+ Metoda temeljena na mjerjenju jačine primljenog signala (eng. Received Signal Strength, u daljnjem tekstu RSS) – poznata i kao metoda otiska jačine signala (eng. Fingerprinting).

2. 6. 4. Metoda otiska jačine signala (RSS)

RSS tehnika kreira radio kartu. Sastoji se od offline i online faze, odnosno, faze treniranja (eng. training phase) i faze praćenja (eng. tracking phase). Offline faza određuje karakteristike signala na danj točki i sprema ih u bazu podataka. Online faza prikuplja karakteristike signala i uspoređuje ih s bazom podataka te na taj se način određuje položaj (Kolodziej i dr., 2006), (Woo i dr., 2011).

Nedavne studije (Yim, 2008), (Lim, i dr., 2010), (Jan i dr., 2010) pokazale su da je RSS metoda fundamentalna metoda za pozicioniranje u zatvorenom, iako razina točnosti nije na željenoj (približno 2 m) zbog njezine relativne robusnosti u nošenju s višestrukom refleksijom signala. S obzirom na to da se objekti pomiču (što uključuje prisutnost ljudi), točnost pozicioniranja varira. Također, jačine primljenog signala nisu konstantne tijekom dana. Primjerice u javnim zgradama za vrijeme radnog vremena (između 9 i 18 sati) jačina primljenog signala je oko 5 dBm manja.

3. REALIZACIJA TEHNOLOGIJA

Bežične tehnologije pozicioniranja ključne su u bilo kojem navigacijskom sustavu, ali kada je njihova upotrebljivost ograničena potrebno je koristiti druge komplementarne senzore kako bi se dobilo pouzdano i točno rješenje. Dakle, potrebna je integracija komplementarnih tehnologija. Kod integracije tehnologija za navigaciju u otvorenim prostorima najčešće se poboljšava GNSS pomoću komplementarnih tehnologija. Primjerice pomoću INS-a, LIDAR-a ili pseudolita. Za potrebe navigacije u zatvorenom prostoru najviše se razvijaju sustavi namijenjeni pametnim telefonima. Ovakvi sustavi najčešće koriste podatke o jačini signala Wi-Fi mreže pohranjene u bazi podataka na udaljenom serveru te su u stanju integrirati podatke iz senzora ugrađenih u pametne telefone kako bi što točnije mogli odrediti trenutnu lokaciju korisnika u realnom vremenu.

3. 1. REALIZACIJA TEHNOLOGIJA ZA NAVIGACIJU U OTVORENIM PROSTORIMA

U posljednjem desetljeću najčešća je integracija GNSS prijamnika s MEMS INS-om. Trenutno, svi cjenovno pristupačniji komercijalni inercijalni senzori koriste MEMS.

Iako GNSS/INS integrirani navigacijski sustav može funkcionirati tijekom nedostupnosti GNSS signala, pojavljuju se problemi vezani uz cijenu inercijalnih senzora i duljinu vremena tijekom kojeg su GNSS signali nedostupni. Primjerice visokokvalitetni skupi sustavi omogućuju položajnu točnost bolju od 3 metra u realnom vremenu u slučaju izostanka GNSS signala u trajanju do jedne minute. Položajna točnost postignuta primjenom jeftinijih inercijalnih senzora znatno se smanjuje tijekom nedostupnosti GNSS signala. Pogreške kod žiroskopa obično uzrokuju najveće probleme jer se njihov iznos kubira tijekom izostanka GNSS signala (Chiang i dr., 2013) (El-Sheimy i dr., 2011).

Nekoliko se metoda koristi za integraciju GNSS tehnika pozicioniranja s inercijalnim sensorima. Tri najčešće metode su labavo spregnuti, jako spregnuti i duboko integrirani GNSS/INS.

Labavo spregnuti (eng. loosely coupled) GNSS/INS sustav najjednostavniji je za implementaciju jer su inercijalna i GNSS rješenja neovisno generirana i profilirana prije nego što se povežu. Prednosti ove integracije su što se INS može koristiti za rješavanje grešaka GNSS-a, a GNSS kao pomoć pri kalibraciji determinističkih dijelova inercijalnih grešaka. Još jedna prednost ove integracije je mogućnost korištenja za integraciju postojećeg GNSS-a s dostupnim inercijalnim sustavima poput onih u vozilima ili mobilnim uređajima jer se ne zahtijeva pristup sirovim GNSS signalima. Glavni nedostatak ove integracije je što zahtijeva upotrebu minimalno 4 GNSS satelita (El-Sheimy i dr., 2011).

Jako spregnuti GNSS/INS (eng. tightly coupled) sustav umanjuje navedeni nedostatak labavo spregnute integracije tako da kombinira proces integracije u jedinstveni filter pri čemu bilo koji broj GNSS satelita može biti korišten za rješavanje drifta uzrokovanog inercijalnim greškama (El-Sheimy i dr., 2011).

Duboka integracija (eng. deeply coupled) GNSS/INS-a kombinira mjerenja u jedinstveni filter (algoritam procjene), ali na način da su GNSS i inercijalni podaci povezani u najranijoj mogućoj fazi (El-Sheimy i dr., 2011).

Integracija GPS-a i pseudolita ima značajne prednosti. Neke od njih su: veća položajna preciznost, poboljšana pouzdanost, dostupnost, kontinuiranost, cjelokupnost i skraćeno vrijeme za otklanjanje ambigvite-



Slika 2. Integracija različitih senzora za autonomnu navigaciju vozila (Chiang i dr., 2013)

ta. Jedan od osnovnih nedostataka je tzv. near/far problem koji se inače ne pojavljuje pri GNSS mjerenjima. Nastaje zbog toga što se promjenom udaljenosti između GNSS prijamnika i pseudolita mijenja jakost signala pseudolita (Novaković i dr., 2009).

LIDAR se, uz ostale senzore, najčešće integrira kod inteligentnih vozila kako bi mogla izbjegavati prepreke i izvršavati autonomnu navigaciju (Slika 2.). Primjerice laserski skener koji detektira rubove ceste može poboljšati GNSS navigaciju u smislu dostupnosti (zamjenjujući GNSS u trenucima potpunog izostanka GNSS signala), točnosti (davanjem dodatnih informacija) i integriteta (detekcijom loših mjerenja) (Jabbour i dr., 2008).

3. 2. REALIZACIJA TEHNOLOGIJA ZA NAVIGACIJU U ZATVORENIM PROSTORIMA

Još uvijek ne postoji jedinstveno rješenje, odnosno koncept sustava za navigaciju u zatvorenom prostoru. Međutim, iz prikupljenih istraživanja, razvidan je trend razvoja sustava za navigaciju u zatvorenom namijenjenih prvenstveno pametnim telefonima. Riječ je o aplikacijama za pametne telefone koje na osnovi podataka o jačini signala Wi-Fi mreže pohranjenoj u bazi na udaljenom poslužitelju mogu odrediti lokaciju korisnika u realnom vremenu. Neke aplikacije integriraju podatke preuzete iz baze s podacima inercijalnih senzora ugrađenih u mobilne telefone kako bi još točnije odredile stvarnu lokaciju korisnika. Pojedine aplikacije zahtijevaju određenu vrstu podloge. Druge aplikacije pak ne pokazuju lokaciju korisnika na karti nego, na osnovi trenutne lokacije korisnika, navode korisnika do željenog odredišta. Postoje i sustavi temeljeni na vizualnim markerima koji, koristeći samo podatke o lokaciji i orijentaciji pojedinog markera, mogu odrediti trenutnu lokaciju korisnika. Ovakvi sustavi koriste kameru ugrađenu u pametni telefon kako bi, prema veličini mjernog markera, procijenili udaljenost korisnika od mjernog markera te odredili njegovu lokaciju. Oni na zahtijevaju Wi-Fi niti bilo koju drugu mrežu, što je pogodno za objekte poput bolnica u kojima bi bilo kakvi radio signali mogli ometati rad ostalih uređaja

4. PRIMJENA

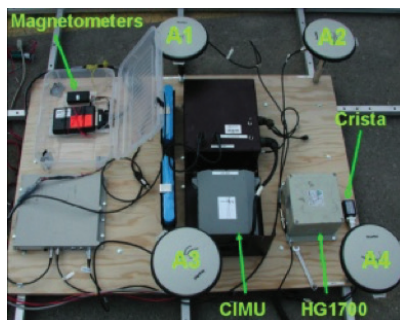
Posljednjih desetak godina provedena su brojna istraživanja vezana uz mogućnost integracije različitih tehnologija radi postizanja što veće konzistentnosti i točnosti sustava. Razvojem tehnologija integracije sustava postaju sve jeftinije i dostupnije širem broju korisnika.

4. 1. PRIMJERI ISTRAŽIVANJA KOD NAVIGACIJE U OTVORENIM PROSTORIMA

Revoluciju u integraciji sustava za navigaciju u urbanim uvjetima izazvao je razvoj MEMS tehnologije. Minijaturni žiroskopi, akcelorometri i ostali elementi postali su u zadnjih nekoliko godina standardni dijelovi inercijalnih senzora kod gotovo svih cjenovno pristupačnijih GNSS/INS sustava. Položajna točnost koju omogućuju takvi sustavi u najzahtjevnijim urbanim uvjetima iznosi 15 – 20 metara. Osim INS-a, značajnom poboljšanju GNSS navigacije u urbanim uvjetima mogu pridonijeti i tehnologija LIDAR-a te primjena poboljšanog GNSS-a kroz upotrebu cloud i crowd tehnologije. Mogućnosti tih tehnologija još uvijek se istražuju i njihov se pravi potencijal tek može očekivati u budućnosti.

4. 1. 1. GNSS/INS

U Kanadi su 2005. godine istraživane performanse DGPS/MEMS INS



Slika 3. Primjer integriranog sustava korištenog za navigaciju u urbanom kanjonu (Godha i dr., 2005)

integriranog sustava u realnim operativnim uvjetima navigacije vozila. Radilo se o urbanom kanjonu grada Calgaryja. Svrha je bila ispitati mogućnosti integriranog sustava (Slika 3.) uz određena poboljšanja tijekom izostanka GNSS signala, a bez dodavanja dodatnih senzora, kako bi sustav ostao što jeftiniji. Rezultati su pokazali da se uvođenjem ograničavajućih uvjeta kod INS-a horizontalno standardno odstupanje 3,4 metra (Godha i dr., 2005).

Testiranja integracije GNSS/MEMS INS (El-Sheimy i dr., 2011) provedena su i na području San Franciscu. Mobilni uređaj bio je smješten na stražnjem sjedalu i koristio je informaciju o brzini vozila za rekonstrukciju kretanja u realnom vremenu. Razvijena je jako spregnuta integracija. Rezultati su pokazali da su integrirani senzori (MEMS senzori unutar mobilnog uređaja) postigli točnost bolju od 20 metara u gotovo svim uvjetima urbanog okruženja.

4. 1. 2. GNSS/LIDAR

U Francuskoj je provedeno istraživanje (Jabbour i dr., 2008) povezano s mogućnošću navigacije vozila u urbanim kanjonima integrirajući GNSS s LIDAR tehnologijom. LIDAR je služio za detekciju rubova ceste kojom se vozilo kreće. To znači da je za ovakvu metodu potrebno da vozilo prvi puta prođe po određenoj ruti u svrhu detekcije rubova ceste, kako bi navigacija bila moguća. Međutim, svaki sljedeći put kada vozilo prođe po istoj ruti poboljšava se točnost navigacije uz odbacivanje loših GNSS mjerenja.

4. 1. 3. GNSS i pametni telefoni

Istraživanje na području grada Houstona provedeno je uz inovativnu upotrebu cloud i crowd tehnologije za poboljšanje navigacije korisnika pametnih telefona (eng. smartphone) u urbanim kanjonima. Autori predlažu poboljšanje mogućnosti GNSS prijavnika dodavanjem dodatnih podataka iz digitalnog modela ploha (eng. Digital Surface Model). Ideja upotrebe crowdsourcinga je u tome da GNSS pozicije, korigirane od strane korisnika, mogu biti dijeljene između više korisnika. Glavni je izazov odrediti uvjete kada se korekcija pojedinog korisnika može primijeniti za poboljšanje navigacije drugog korisnika (Tan i dr., 2014).

4. 2. PRIMJERI ISTRAŽIVANJA KOD NAVIGACIJE U ZATVORENIM PROSTORIMA

Na Sveučilištu u Utrechtu razvijen je servis pozicioniranja u zatvorenom prostoru za pametne telefone temeljen na RSS metodi. Svrha istraživanja bila je utvrditi može li sustav, koji se oslanja isključivo na snagu signala Wi-Fi mreže, pouzdano navoditi korisnika u zatvorenom prostoru. Posebna karakteristika ovakvog sustava je što on ne koristi geometriju. Njegova se aplikacija oslanja na bazu otisaka jačine signala kojima su kao atribut pridodani karakteristični objekti. Testiranje aplikacije, provedeno na osnovi 180 mjerenja, pokazalo je da je aplikacija u 25,5 % mjerenja točno odredila lokaciju mobilnog uređaja, u 45 % mjerenja dala lokaciju prihvatljive točnosti, a u 30,5 % slučajeva aplikacija je pogrešno odredila kat (Stook, 2011).

Sustav temeljen na otiscima primljenog signala razvijen je i na Sveučilištu u Ulmu. Bachmeier (Bachmeier, 2013) je razvio sustav koji omogućava pozicioniranje unutar zgrade O27 kampusa sveučilišta. Sustav je razvijen za Android mobilne telefone (Slika 4.).

Na Sveučilištu u Torinu predložen je koncept sustava temeljenog na slikama (eng. Vision Based Systems). Ta aplikacija za mobilne telefone oslanja se na slikovne markere (QR kodove) i inercijalne senzore ugrađene u pametne telefone (akcelerometre, žiroskope i magnetometre). S obzirom na to da se u QR kodu mogu pohraniti određeni alfanumerički



Slika 4. Sučelje aplikacije razvijene na Sveučilištu u Ulmu (Bachmeier, 2013)

podaci, npr. identifikacijski kod slikovnog markera (eng. ID code), jednostavno je dobiti podatke o njegovoj lokaciji i orijentaciji iz baze podataka. Eksperimentalno testiranje sustava pokazalo je da srednja kvadratna pogreška iznosi 8,9 cm za položaj, odnosno 3,5° za orijentaciju korisnika. Ovakav sustav može se vrlo brzo i jeftino implementirati, a posebno je pogodan za područja gdje bi tehnologije bazirane na radio signalima mogle ometati rad drugih elektroničkih uređaja, primjerice u bolnicama (Barberis i dr., 2014).

4. 3. KOMERCIJALNE PRIMJENE

Francuska je tvrtka Pole Star još 2008. godine predstavila svoje komercijalno rješenje za navigaciju u zatvorenom prostoru (NAO Campus) namijenjeno uređajima koji su koristili Windows Mobile operacijski sustav. Najnovija inačica NAO Cloud sustava je on-line servis predstavljen 2012. godine. Sustav zasad pokriva oko 250 lokacija u 20 država diljem svijeta. Uglavnom je riječ o trgovačkim centrima, muzejima i željezničkim kolodvorima. Sustav je temeljen na RSS metodi i, uz Wi-Fi, kombinira bluetooth i GPS podatke, podatke inercijalnih senzora ugrađenih u mobilne telefone te prostorne podloge objekata (planove ili 3D modele). GPS podaci koriste se prvenstveno za određivanje položaja korisnika kada se on nalazi izvan zatvorenog prostora (URL 1, 2013).

Finska startup tvrtka Indoor Atlas, osnovana 2012. godine, razvija sustav za pozicioniranje u zatvorenom baziran isključivo na praćenju promjena u Zemljinom magnetskom polju. Sustav je namijenjen Android i iOS mobilnim uređajima. Tvrtka će za kartiranje intenziteta Zemljinog magnetskog polja unutar objekata koristiti magnetometre ugrađene u pametne telefone (Takahashi, 2014).

Apple i Google također su prepoznali potencijal sustava za pozicioniranje u zatvorenom prostoru. Apple je u ožujku 2013. godine kupio startup tvrtku iz Silicijske doline WiFiSLAM koja je razvila istoimenu sustav za pozicioniranje u zatvorenom prostoru temeljen na RSS metodi. Google pak intenzivno radi na prikupljanju planova trgovačkih centara, muzeja, aerodroma, sveučilišta i željezničkih kolodvora (Empson, 2013).

Mogućnosti koje donose sustavi za pozicioniranje u zatvorenom prostoru prepoznali su i trgovački lanci. Američki trgovački lanac Macy's je u rujnu 2014. godine najavio, nakon uspješnih testiranja u New Yorku i San Franciscu, širenje shopBeacon sustava za pomoć pri kupnji temeljenog na lokaciji korisnika. Sustav se sastoji od Shopkick aplikacije za mobilne telefone te Wi-Fi i bluetooth odašiljača postavljenih unutar trgovine. Shopkick aplikacija omogućava primanje informacija o popustima i akcijama kada se korisnik nalazi u blizini ili unutar trgovine (URL 2, 2014).

5. PRIVATNOST

Jedna od najznačajnijih primjena LBS-a je mogućnost lociranja pojedinaca koji ne znaju svoju točnu lokaciju ili je ne mogu utvrditi kada je riječ o kriznoj situaciji. Ako je njihova točna lokacija automatski proslijeđena nadležnim službama, može im se pružiti brza i efikasna pomoć (Steiniger i dr., 2006).

5. 1. PRIKUPLJANJE PODATAKA

Mobilni su uređaji uvelike izmijenili život prosječnog korisnika. Današnji mobilni telefoni pružaju nam brojne mogućnosti, od običnog provjeravanja elektroničke pošte do pozicioniranja i navigacije. Koristi su brojne, ali ne smije se zaboraviti činjenica da je svaku tehnologiju moguće zlorabiti. Neupitno je da pametni telefoni prikupljaju određene podatke o svome vlasniku, odnosno korisniku, međutim, nije sasvim jasno zašto ih prikupljaju i u kojoj mjeri.

Najpopularniji mobilni operateri na američkom tržištu (AT&T, T-Mobile i Verizon) prikupljaju podatke o svojim korisnicima, ali nisu točno naveli što prikupljaju, u koje svrhe i kako to čuvaju. Poznato je da prikupljaju sljedeće:

- + podatke o dolaznim i odlaznim pozivima (telefonski brojevi, trajanje poziva)
- + podatke o dolaznim i odlaznim porukama (telefonski brojevi)
- + podatke o tome koliko često korisnik provjerava elektroničku poštu i pristupa internetu
- + podatke o lokaciji korisnika.

Mogućnost prikupljanja podataka o korisnicima mobilnih telefona zanimljiva je oglašivačima, trgovcima, ali i tijelima javne vlasti. Oglašivače i trgovce zanimaju korisnikove navike. Žele prikupiti što više informacija o potencijalnim potrošačima kako bi mogli procijeniti koji bi proizvodi i usluge najviše zanimale pojedinog potrošača, te iste i ponuditi potencijalnom kupcu. To čine pomoću aplikacija za mobilne telefone tako što financiraju njihov razvoj pod uvjetom da aplikacija prikuplja i proslijeđuje oglašivaču određene podatke o krajnjem korisniku aplikacije.

Posljednjih nekoliko godina provedena su brojna istraživanja koja

potvrđuju da prikupljanje podataka o korisnicima pametnih telefona nije iznimka nego pravilo. Primjerice istraživanje časopisa Wall Street pokazalo je da aplikacije za pametne telefone prikupljaju i redovito distribuiraju privatne podatke trećim osobama. Istraživanje je obuhvatilo 101 popularnu aplikaciju za Android i iPhone. Rezultati pokazuju da je 56 aplikacija prosljedilo jedinstveni identifikacijski broj uređaja trećim stranama bez korisnikova pristanka, 47 je prosljedilo određen oblik lokacije, a 5 dob, spol i ostale osobne podatke. Istraživanje koje je proveo analitičar za sigurnost Samy Kamkar na HTC-ovom Android uređaju pokazalo je da uređaj prikuplja podatke o lokaciji korisnika svakih nekoliko sekundi i da ih prosljeđuje Googleu barem nekoliko puta u jednome satu. Apple je pak potvrdio da slične podatke prikuplja od svojih korisnika svakih 12 sati (Scott i dr., 2010), (Angwin i dr., 2011).

Google i Apple intenzivno prikupljaju podatke o lokacijama svojih korisnika u svrhu razvoja baza otisaka Wi-Fi signala koje bi najvjerojatnije trebale poslužiti za razvoj servisa svugdje moguće navigacije korisnika pomoću mobilnog telefona. Trud koji te dvije kompanije ulažu u prikupljanje podataka o lokaciji ne čudi s obzirom na to da je vrijednost tržišta servisa temeljenih na lokaciji za 2014. godinu procijenjena na 8,3 milijarde američkih dolara (Angwin i dr., 2011), (Fakhoury, 2013).

Osim spomenutih kompanija i društvene mreže zanimaju podaci o nama. Primjerice Facebook prikuplja podatke o našoj lokaciji svaki put kada posjetimo njegovu internetsku stranicu, identificira računalo, odnosno mobilni uređaj s kojeg pristupamo, pohranjuje podatke o stranicama koje smo prethodno posjetili, ali i prati koje stranice posjećujemo nakon što napustimo Facebook stranicu (Rubell, 2013).

Osim velikih igrača, postoje tvrtke koje su se specijalizirale za prikupljanje podataka o nama. To su tzv. brokeri podacima (eng. data brokers), odnosno sakupljači informacija (eng. information aggregator). Procjena je da će do 2018. godine velike kompanije zaraditi ukupno 50 milijardi dolara prodajom prikupljenih podataka oglašivačima (Singer, 2012), (Edwards, 2014).

Prikupljene podatke, pogotovo one o lokaciji, moguće je vrlo lako zlorabiti. To pokazuje primjer iz 2010. godine kada su policijski službenici u državi Michigan bez naloga prikupljali podatke o lokacijama svih mobilnih uređaja u blizini područja na kojemu se trebao održati prosvjed. Washington Post je pak u prosincu 2013. godine izvijestio o instrument koji je razvila Američka nacionalna sigurnosna agencija (eng. National Security Agency, u daljnjem tekstu NSA), a omogućava prikupljanje velike količine podataka o mobilnim uređajima diljem svijeta. Taj instrument koristi uglavnom infrastrukturu lokalnih mobilnih operatora (odašiljače) kako bi odredio lokaciju mobilnog telefona. NSA ga prvenstveno koristi kako bi odredila u kakvom su odnosu određene osobe, primjerice rade li skupa ili prati li određena osoba neku drugu osobu (URL 3, 2011).



Slika 5. Mogućnost prikupljanja privatnih podataka o korisnicima mobilnih telefona (URL 5)

5. 2. Wi-Fi I PRIVATNOST

Osim što ugrožavamo svoju privatnost korištenjem aplikacija za pametne telefone, društvenih mreža i raznih internetskih servisa, to činimo i kada samo pristupamo internetu putem Wi-Fi mreže. Broj Wi-Fi lokacija s kojih je moguće pristupiti internetu (eng. hotspot) svakim je danom sve veći. Zahvaljujući njima internet nam je postao svugdje dostupan – u kafićima, trgovačkim centrima, školama i sl. Za razliku od kućnih Wi-Fi mreža, većina javnih mreža ne vrši enkripciju (zaštitu) prenesenih podataka, što predstavlja rizik za svakog korisnika priključenog na javnu Wi-Fi mrežu. Razlog je jednostavan – Wi-Fi signali su ništa drugo nego radiovalovi koje je moguće presresti i bilo tko u dometu te mreže može vidjeti podatke koje korisnici šalju i primaju. S obzirom na to da većina nas još uvijek nije svjesna rizika pristupanja takvim Wi-Fi mrežama, radimo ono što bismo i inače radili pristupajući internetu od kuće: provjeravamo elektroničku

poštu, pristupamo društvenim mrežama, plaćamo račune. Nismo svjesni da možda netko „gleda“ što radimo na internetu i prikuplja osjetljive podatke (Lawson, 2013).

5. 3. PREPORUKE ZAŠTITI PRIVATNOSTI

Problem prikupljanja osjetljivih podataka o samome korisniku prepoznala je Američka nacionalna agencija za privatnost (eng. Federal Trade Commission, u daljnjem tekstu FTC). FTC smatra da bi prikupljanje podataka o korisniku mobilnog telefona trebalo biti transparentno, odnosno da korisnik treba znati koji podaci se prikupljaju te kada i kome se šalju. Prikupljanje i slanje podataka mora odobriti korisnik, ali ga u bilo kojem trenutku može i otkazati. U izvješću iz veljače 2013. godine FTC je dao određene preporuke kako bi se povećala transparentnost prikupljanja podataka o samome korisniku te zaštitila njegova privatnost (URL 4, 2013).

Trebamo imati na umu da internetski servisi i društvene mreže prikupljaju podatke o svojim korisnicima. Moramo paziti što objavljujemo i razmjenjujemo putem društvenih mreža jer postoji mogućnost da određene informacije dospiju u krive ruke, odnosno da određene podatke netko upotrijebi protiv nas. Također, moramo razmisliti o tome postoje li alternativni servisi koji možda ne prikupljaju podatke. Prilikom instaliranja aplikacija na mobilne telefone trebamo se zapitati treba li nam baš takva aplikacija, a ako nam je neophodna, postoji li neka bolja koja možda ne prikuplja osjetljive podatke o nama, primjerice podatke o trenutnoj GPS lokaciji.

6. ZAKLJUČAK

Navigacija je u današnjem svijetu i vremenu bez sumnje neophodna bilo u otvorenim bilo u zatvorenim prostorima. Iako su primjene navigacije u otvorenim prostorima poznate od prije i duže vrijeme prisutne, nema sumnje da je danas došlo do velike promjene u pristupu tom problemu. Sve više možemo vidjeti razvoj i primjenu umjetne inteligencije koja se može samostalno kretati prostorom. Kako bi takvo što uopće bilo moguće, potrebna je integracija različitih senzora koji su međusobno komplementarni.

Osim toga koncept navigacije u zatvorenim prostorima relativno je nov i nepoznat pojam. Uzevši u obzir da ljudi oko 80 % vremena provode u zatvorenim prostorima i da GPS u takvoj okolini ne funkcionira, potrebno je pronaći tehnologiju ili kombinaciju tehnologija koje omogućuju postizanje zadovoljavajuće točnosti i pouzdanosti. Pritom treba napomenuti da u ovom slučaju nije riječ o klasičnoj metarskoj točnosti već o topološkoj, odnosno važno je utvrditi na kojem se katu ili u kojoj se prostoriji nalazi korisnik. Budući da ne postoji jedinstvena tehnologija koja može ostvariti sve zahtjeve u svim uvjetima, jedno od rješenja je kombinacija različitih tehnologija.

Današnji pametni telefoni sposobni su zadovoljiti većinu zahtjeva koje postavlja navigacija u otvorenim i zatvorenim prostorima. Omogućavaju nesmetani prijelaz između okolina i nastavak navigacije neovisno o samoj okolini. Međutim, postavlja se pitanje utjecaja tih tehnologija na svakodnevni život korisnika. Pritom se najveći naglasak stavlja na privatnost korisnika. Problem privatnosti dobiva novu dimenziju kad se uzme u obzir da je lokacija korisnika poznata u svakom trenutku, kad su poznate kretnje korisnika i kad se njegove navike stave u prostor i vrijeme.

LITERATURA

- + Angwin, J., Valentino-Devries, J., (2011), *Apple, Google Collect User Data*, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.wsj.com/articles/SB10001424052748703983704576277101723453610>>, [pristupljeno 28. prosinca 2014.]
- + Bachmeier, A., (2013), *Wi-Fi Based Indoor Navigation in the Context of Mobile Services*, Sveučilište u Ulmu, diplomski rad
- + Bačić, Ž., (2014), *Integrirani sustavi u geomatici, prezentacije s predavanja*
- + Barberis, C., Bottino, A., Malnati, G., Montuschi, P., (2014), *Experiencing Indoor Navigation on Mobile Devices*, IT Professional, vol. 16, no. 1, str. 50.-57.
- + Chiang, K.-W., Duong, T. T., Liao, J.-K., (2013), *The Performance Analysis of a Real-Time Integrated INS/GPS Vehicle Navigation System with Abnormal GPS Measurement Elimination*, Sensors, vol. 13, no. 8, str. 10599.-10622.
- + Edwards, L., (2014), *How do companies make money from your data?*, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.pocket-lint.com/news/130366-how-do-companies-make-money-from-your-data>>, [pristupljeno 29. prosinca 2014.]
- + El-Sheimy, N., Goodall, C., (2011), *Everywhere Navigation: Integrated Solutions on Consumer Mobile Devices*, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.insidegnss.com/node/2749>>, [pristupljeno: 20. prosinca 2014.]
- + Empson, R., (2013), *Apple Acquires Indoor GPS Startup WiFiSlam For \$20M*,

[Internet], <raspoloživo na: <http://techcrunch.com/2013/03/24/apple-acquires-indoor-gps-startup-wifislam-for-20m/>>, [pristupljeno 22. prosinca 2014.]

+ Fakhoury, H., (2013), What the Google Street View Wi-Fi Decision Actually Means, [Internet], <raspoloživo na: <http://gizmodo.com/what-the-google-street-view-wi-fi-decision-actually-me-1332161134/>>, [pristupljeno 17. prosinca 2014.]

+ Godha, S., Cannon, M. E., (2005), Development of a DGPS/MEMS IMU Integrated System for Navigation in Urban Canyon Conditions, White paper

Jabbou, M., Bonnifait, P., (2008), Backing up GPS in Urban Areas using a Scanning Laser, Position, Location and Navigation Symposium, 2008 IEEE/ION, 5-8 May 2008.

+ Jan, S.-S., Hsu, L.-T., Tsai, W.-M., (2010), Development of an Indoor Location Based Service Test Bed and Geographic Information System with a Wireless Sensor Network, Sensors, vol. 10, no. 4, str. 2957.-2974.

+ Kolodziej, K. W., Hjelm, J., (2006), Local Positioning Systems: LBS Applications and Services, Boca Raton (SAD): CRC Press

+ Lawson, K., (2013), Why Public WiFi Hotspots Are Trouble Spots for Users, [Internet], <raspoloživo na: <http://blog.lifestore.aol.com/2013/03/10/public-wifi-hotspot-security/>>, [pristupljeno 30. prosinca 2014.]

+ Lim, H., Kung, L.-C., Hou, J. C., Luo, H., (2010), Zero-configuration indoor localization over IEEE 802.11 wireless infrastructure, Wireless Networks, vol. 16, no. 2, str. 405.-420.

+ Manodham, T., Loyola, L., Miki, T., (2008). A Novel Wireless Positioning System for Seamless Internet Connectivity based on the WLAN Infrastructure, Wireless Personal Communications, vol. 44, no. 3, str. 295.-309.

+ NOAA (2014), What is LIDAR?, [Internet], <raspoloživo na: <http://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html>>, [pristupljeno 17. studenog 2014.]

+ Novaković, G., Đapo, A., Mahović, H., (2009), Razvoj i primjena pseudolita za navigaciju i pozicioniranje, Geodetski list, vol. 63, no. 3, str. 215.-241.

+ Park, M., Gao, Y., (2008), Error and Performance Analysis of MEMS-based Inertial Sensors with a Low-cost GPS Receiver, Sensors, vol. 8, no. 4, str. 2240.-2261.

+ Rubell, P., (2013), Facebook's Data Collection Policy: Giving Away Your Private Information, [Internet], <raspoloživo na: <http://socialmediaassoc.com/facebook-s-data-collection-policy-giving-away-private-information/>>, [pristupljeno 19. prosinca 2014.]

+ Scott, T., Yukari, I. K., (2010), Your Apps Are Watching You, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.wsj.com/articles/SB10001424052748704368004576027751867039730>>, [pristupljeno 30. prosinca 2014.]

+ Singer, N., (2012), You for sale: Mapping and Sharing, the Consumer Genome, [Internet], <raspoloživo na: http://www.nytimes.com/2012/06/17/technology/acxiom-the-quiet-giant-of-consumer-database-marketing.html?_r=0>, [pristupljeno: 29. prosinca 2014.]

+ Steiniger, S., Neun, M., Edwardes, A., (2006), Foundations of Location Based Services, White paper

+ Stook, J. (2011). Planning an indoor navigation service for a smartphone with Wi-Fi fingerprinting localization, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.slideshare.net/JustinStook/planning-an-indoor-navigation-service-for-a-smartphone>>, [pristupljeno 20. prosinca 2014.]

+ Takahashi, D., (2014), Indoor Atlas uses magnetic variation to map the great indoors, [Internet], <raspoloživo na: <http://venturebeat.com/2014/11/21/indoor-atlas-uses-magnetic-variation-to-map-the-great-indoors/>>, [pristupljeno 22. prosinca 2014.]

+ Tan, Z., Chu, D., Zhong, L., (2014), Vision: Cloud and Crowd Assistance for GPS Urban Canyons, MCS '14, Bretton Woods

+ Woo, S., Jeong, S., Mok, E., Xia, L., Choi, C., Pyeon, M., (2011), Application of Wi-Fi-based indoor positioning system for labor tracking at construction sites: A case study in Guangzhou MTR, White paper

+ Yim, J., (2008), Introducing a decision tree-based indoor positioning technique, Expert Systems with Applications, vol. 34, no. 2, str. 1296.-1302.

+ Zhang, D., Xia, F., Yang, Z., Yao, L., Zhao, W., (2010), Localization Technologies for Indoor Human Tracking, 5th International Conference Future Information Technology (FutureTech)

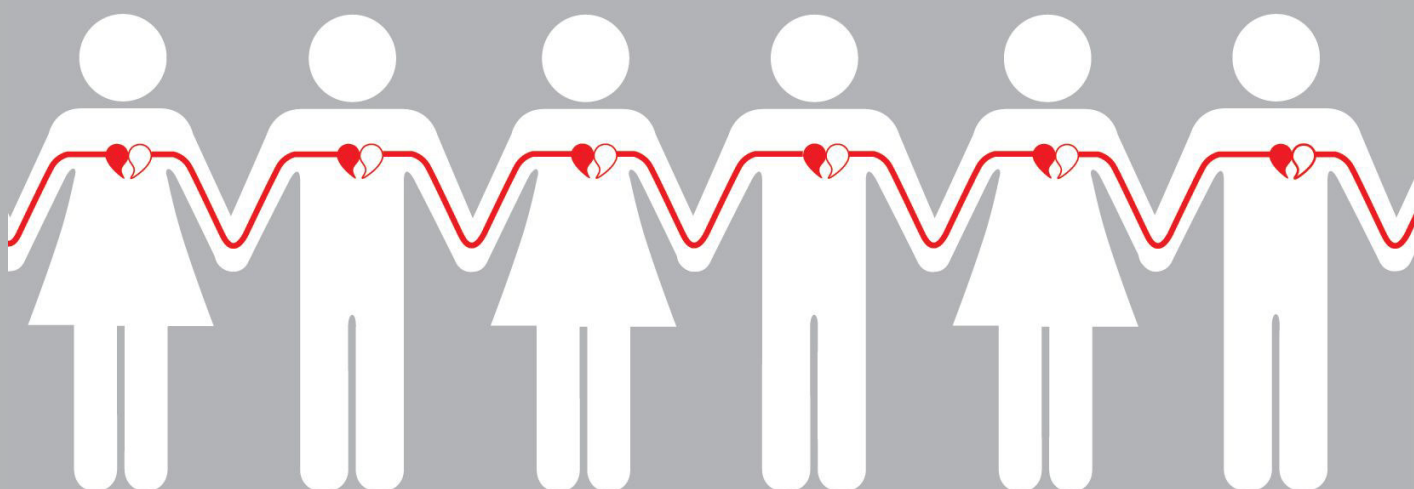
+ URL1, (2013), Pole Star: Geolocation Inside Buildings, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.midipyrenees-eco.fr/Pole-Star-geolocation-inside-buildings.html>>, [pristupljeno 28. prosinca 2014.]

+ URL 2, (2014), What is shopBeacon™?, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.shopkick.com/shopbeacon>>, [pristupljeno 28. prosinca 2014.]

+ URL 3, (2011), How the Government Is Tracking Your Movements, [Internet], <raspoloživo na: <https://www.aclu.org/how-government-tracking-your-movements>>, [pristupljeno 27. prosinca 2014.]

+ URL 4, (2013), FTC Staff Report Recommends Ways to Improve Mobile Privacy Disclosures, [Internet], <raspoloživo na: <http://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2013/02/ftc-staff-report-recommends-ways-improve-mobile-privacy>>, [pristupljeno 30. prosinca 2014.]

+ URL 5, (2013), You for Sale, [Internet], <raspoloživo na: <https://blogs.uw.edu/adavid7/archives/723>>, [pristupljeno 5. siječnja.2015.]



Lijek je u nama

ZAKLADA ANA RUKAVINA