

Metode lociranja za bodoče lokacijske storitve

Luka Vidmar¹, Mitja Štular¹, Matevž Pogačnik²

¹ Mobitel, d.d., Vilharjeva 23, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška 25, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: luka.vidmar@mobitel.si

Povzetek. V tem prispevku podajamo pregled obstoječih in prihajajočih metod lociranja v mobilnem okolju. Z rastjo mobilnih tehnologij in povečano uporabo ter razširitvijo mobilnih terminalov, mobilne storitve in aplikacije, med njimi tudi tako imenovane lokacijske storitve, pridobivajo čedalje več pozornosti. Kontekst uporabe je pomemben element za personalizacijo bodočih sistemov za pridobivanje informacij, aplikacij in storitev. Na kratko predstavimo našo shemo, ki bi lahko bila uporabljena kot sistem za pridobivanje uporabniškega profila in konteksta. Pomemben faktor določitve uporabniškega konteksta je natančno lociranje uporabnika v okolju, kar lahko izvedemo z različnimi metodami. To je bila naša motivacija za pripravo pregleda obstoječih in prihajajočih možnosti. Predstavili smo trenutno stanje metod za lociranje in osnovne principe, ki jih uporabljajo. Praktične primerjave med različnimi metodami pa so težko izvedljive. Zdi se, da ne obstaja ena sama rešitev, ki bo dobro delovala tako v zunanjih kot tudi v notranjih okoljih. Lokacija je v notranjih okoljih namreč zaradi same narave okolja težje določljiva in hkrati je potrebna večja natančnost. Tako bo za natančno lociranje za bodoče storitve in aplikacije potrebna kombinacija različnih metod.

Ključne besede: lociranje, lokacijske storitve, kontekst uporabe, personalizacija

Positioning methods for future location-based services

In this paper we give an overview of the existing and upcoming positioning methods in the mobile environment. With the advent of mobile technologies, increased usage and expansion of mobile devices, mobile services and applications, among them also the so called location-based services, are gaining an increased amount of attention. The user context is an important element of personalization of future information retrieval systems, applications and services. We briefly present our scheme that could be deployed to obtain the user profile and context. An important factor for determination of the latter is an accurate positioning of a user in the environment which can be done by using different methods. Therefore, we have prepared a survey of the existing and upcoming possibilities. We present the state-of-the-art positioning methods and general ideas behind them, however comparisons among them are hard to make. It seems a method that will work well both in the indoor and in the outdoor environments does not exist. Positioning in the indoor areas is due to the nature of the environment namely harder to obtain and the needed precision is higher. Therefore, a combination of methods will be needed for accurate positioning for the future services and applications.

1 UVOD

Mobilne komunikacije so postale najlažje dostopna tehnologija na svetu. Od naprav, ki so sprva dopolnjevale klice na stacionarnih omrežjih, so izdelovalci razvili večpredstavnostne terminale. Vsebujejo čedalje več tehnologij za komunikacijo z drugimi, kot so Wi-Fi, WiMAX (ang. worldwide interoperability for microwave access), IR (ang.

infrared), bluetooth, radiofrekvenčna identiteta (RFID - radio-frequency identification) in globalni pozicionirni sistem (GPS - global positioning system). Zaradi svoje narave in globalne uporabe se mobilni terminali razlikujejo od drugih večpredstavnostnih sistemov. Po drugi strani so mobilni terminali v uporabnikovi osebni lasti in jih uporabljajo samo lastniki, kar je zelo praktično s stališča prepoznavanja uporabnika in možnosti za personalizacijo.

Uporabnikom v poplavi informacij, ki jih prejema, vsak dan, ne uspe najti vesti, ki bi jih zanimalo. Zato raziskovalci in razvijalci poskušajo najti način, ki bi uporabnikom olajšal življenje. Interese uporabnikov je treba pridobiti in jih zbrati v model, tako imenovani uporabniški profil. Ko je ta poznan, lahko storitve in aplikacije uporabijo podatke iz modela, da uporabniku ponudijo prilagojene izkušnje. Če personalizaciji dodamo še kontekstualizacijo, je lahko relevantnost predlaganih informacij dodatno izboljšana. Kontekst je določen s pomočjo številnih parametrov, ki nam pomagajo določiti situacijo uporabnika. Njegova potreba po informacijah se namreč od situacije do situacije razlikuje.

V zadnjih nekaj letih opazujemo skokovit razvoj mobilnih aplikacij in storitev. Spletni ponudniki storitev se selijo v mobilno okolje z novimi ali prilagojenimi storitvami ter uporabljajo mobilne operaterje kot bitne cevi. Čeprav se je mobilni promet povečal zaradi večje uporabe aplikacij in storitev, to dejstvo mobilnim operaterjem ni prineslo dodatnega zaslužka. Nasprotno, morali so povečati zmogljivosti svojih sistemov, kar je celo povečalo njihove stroške. Rešitev za nastali položaj

je vstop operaterjev bodisi v tekmo bodisi v sodelovanje z obstoječimi ponudniki aplikacij. Imajo veliko podatkov o svojih naročnikih, ki bi se lahko uporabili za posredovanje izboljšane uporabniške izkušnje. Najbolj obetavne se zdijo lokacijske storitve (LBS - location based service), katerih glavni parameter je lokacija uporabnika.

Zanimanje za lociranje mobilnih terminalov se je povečalo s prihodom telefonov tretje generacije. Prve so potrebo po natančnem določanju lokacije uvedle vladne oblasti, in sicer v ZDA z mandatom E911 za storitve v sili. V Evropi so žive podobne ideje, a so za zdaj gonilna sila predvsem še vedno komercialne storitve in aplikacije z dodano vrednostjo.

V našem prispevku na kratko predstavimo konceptualno zasnovo sistema, ki zbira in obdela informacije za graditev uporabniškega profila in konteksta. Bistven parameter tega je lokacija, ki je osrednja točka našega pisanja. V drugem poglavju najprej predstavimo morebitne vire informacij za ugotovitev uporabniškega profila in konteksta. Tretje poglavje vsebuje opis konceptualne zasnove našega pilota. V četrtem poglavju predstavimo košček bodočih lokacijskih storitev in v petem različne tehnike določanja pozicije. Vsaka ali kombinacija samo poljubnih se lahko uporabi za določitev uporabniške lokacije. V zadnjih dveh poglavjih ponudimo nekaj iztočnic za nadaljnje delo in zberemo sklepne misli.

2 PODATKI O MOBILNIH UPORABNIKIH

Obstaja pet poglavitnih pristopov za zbiranje podatkov o uporabnikih [1]: vprašalniki in paneli, beleženje aktivnosti na končnih napravah, temeljit pregled paketov (ang. deep packet inspection) na različnih točkah v omrežju, analiza zapisov podatkov o klicih (CDR - call detail records) in meritve na strani strežnika. Odločitev o uporabljeni metodi ali kombinaciji le-teh je odvisna od zelenih rezultatov in njihove natančnosti, razpoložljivih virov in časovnega okvira zbiranja podatkov.

Pristope za zbiranje podatkov lahko razdelimo na implicitne in eksplisitne. Pri eksplisitnih uporabniki ročno sporočajo svoje aktivnosti, medtem ko se pri implicitnih pristopih aktivnosti poskuša prepoznati samodejno iz zbranih podatkov. Namen obeh je določitev uporabniških navad, interesov in uporabniškega konteksta. Uporabniški običaji in interesi so gradniki uporabniškega profila, ki je osnova za personalizacijo. Poznavanje uporabniškega konteksta oziroma situacije pa omogoča natančnejšo izbiro vsebin in storitev, ki so relevantne v določenem času in okolju.

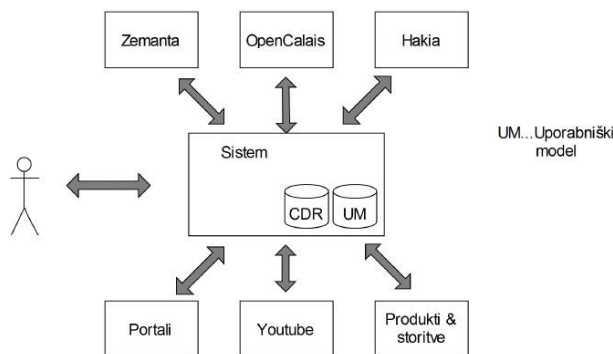
Obstaja več elementov in razvrstitev uporabniškega konteksta. Po razvrstitvi iz [2] elementi sestavljajo okolje, udeležence in aktivnosti. Okolje sestoji iz lokacije in usmerjenosti objektov, svetlosti, nivoja šuma, razpoložljivosti, fizičnih lastnosti, kakovosti opreme in zveze. Udeležence sestavljajo stanje uporabnika in preostalih udeležencev v okolju, duševno

stanje, fizično zdravje, prostor in osebne lastnosti, kot sta starost in izobrazba. Aktivnosti sestavljajo naloge in cilji udeležencev, dogajanje v okolju, kot sta čas in vreme. Natančni podatki o lokaciji so med vsemi naštetimi parametri najbolj ključni pri določitvi konteksta, zato zaslužijo posebno pozornost.

Za določitev uporabniških interesov in kontekstov v mobilnem okolju iz virov operaterja je zelo primerna uporaba mobilnega interneta, ki je v zadnjih nekaj letih zrasla eksponentno. Omogoča dostop do spletnih vsebin tako rekoč kjerkoli in kadarkoli. Storitve omogoča povezljivost različnim vrstam naprav, med njimi tudi mobilnim telefonom. Analiza tega seta podatkov tako lahko odpira nove priložnosti za personalizacijo in kontekstualizacijo, kar trenutno proučujemo.

3 KONCEPTUALNA ZASNOVA IN ORODJA

Obstoječe mobilne storitve prihodnosti za graditev uporabniškega profila in konteksta uporabljajo podatke, ki so na voljo pri telefonu. V našem modelu [3], prikazanem na sliki 1, smo se osredinili na koncept, ki je izvedljiv neodvisno od uporabniških mobilnih terminalov. Uporabili smo dve bistveni komponenti: CDR kot vire aktivnosti uporabnikov in semantična orodja za povzetek znanja.



Slika 1: Shema uporabljenih semantičnih orodij in virov podatkov

Na vmesniku Gi je center za zaračunavanje, ki zapisuje CDR uporabe podatkovnih storitev na ravni naslovov URL. Gi je standardni vmesnik tipa Ethernet/IP med prehodnim podpornim vozliščem GPRS (GGSN - gateway GPRS support node) in internetom. Zanj je na voljo veliko orodij za analizo prometa. Med postopkom overjanja, ko sistem preverja upravičenost posameznika do uporabe neke storitve, se prek protokola RADIUS prenese tudi identiteta celice. To je trenutno uporabljena metoda lociranja, ki se beleži v CDR skupaj s časom uporabe in obiskanimi URL. Zabeleženi podatki se lahko uporabijo na eni strani za statistično obdelavo in iskanje določenih vzorcev. Z uporabo semantičnih orodij za povzetek znanja, kot so OpenCalais [4], Zemanta [5] ali Hakia [6], lahko pridobimo metapodatke o ogledanih vsebinah in tako lahko predvidevamo uporabniške interese, ki so gradniki uporabniškega modela. Ta daje podlago za

iskanje uporabniku vsečnih vsebin. Uporabniški modeli pa se lahko uporabijo tudi v druge namene, kot na primer za sisteme priporočanja, personalizacijo vsebin in storitev, personalizacijo mobilnih portalov in mobilno trženje. Po drugi strani sta čas in lokacija ključna dejavnika pri ugotavljanju uporabniškega konteksta. Želimo ga ugotoviti na splošni ravni, kot na primer, da je uporabnik v službi ali doma. S pomočjo geografskega informacijskega sistema (GIS - geographic information system) in metapodatkov točk zanimanja (POI - point of interest) bomo lahko kontekst natančneje določili. Upamo, da bo plod kombinacije slednjih informacij s podatki iz uporabniških modelov ugotovitev na primer uporabniške podrobne aktivnosti v prostem času.

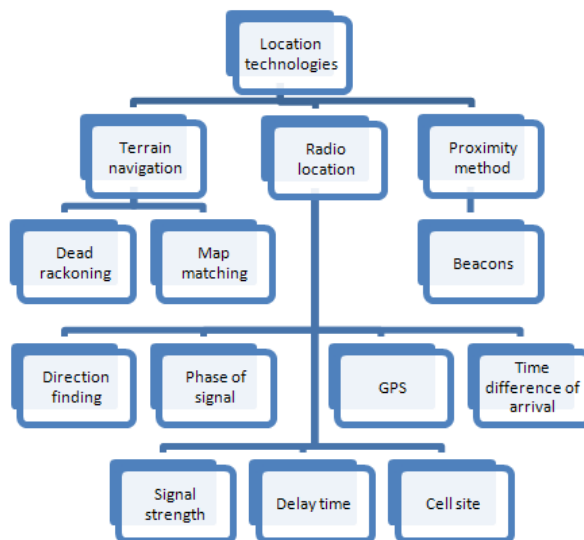
Ker je lokacija glavni atribut uporabniškega konteksta, preiskujemo natančnejše metode lociranja. Ugotovitev uporabniškega konteksta namreč ne more biti natančnejša kot samo lociranje.

4 BODOČE MOBILNE STORITVE

Preden raziščemo različne metode mobilnega lociranja, predstavljamo nekatere rešitve, ki nakazujejo smer, v katero se bodo razvijale storitve. Glavna kontekstualna informacija, ki jo uporabljajo, je lokacija. Zemljevidi Google [7] so bili sprva namenjeni orientaciji in iskanju lokacij. Nadgrajeni s storitvijo Latitude prikazujejo lokacije znancev in njihove statuse. Mobilna različica brskalnika Google ponuja mobilno iskanje na podlagi lokacije. Rezultati iskanja so tudi fizično blizu. Izpopolnjena različica mobilnega iskanja je predstavljena v [8]. Uporabniku pomaga s predlaganjem iskalnih nizov in zanemari rezultate, ki v danem kontekstu niso relevantni. Namesto besed uporablja koncepte thesaurus. Vsak koncept dopolnjuje ontologija, ki opisuje njegove lastnosti. Ko uporabnik izbere želen koncept, aplikacija ponudi dodatne možnosti za natančnejše iskanje. Sistem upošteva tudi eksplicitno in implicitno pridobljen uporabniški profil, geolokacijo in okolje. Foursquare [9] ima rastoče število uporabnikov, ki označujejo POI in pripisujejo komentarje. Tako nastaja baza POI, ki jo lahko za iskanje posamezne storitve uporabijo uporabniki in razvijalci. IYOUIT [10] zaznava, shranjuje in uporablja podatke o uporabniškem kontekstu kot vhodne parametre za druge informacijske storitve, za delitev z znanci in za uporabo v prihodnosti. Uporabniški kontekst skuša ugotoviti na podlagi uporabniških preteklih in sedanjih aktivnosti, ki jih uporabnik lahko vnese eksplicitno. Uporablja solidno bazo POI, ki jih uporabnikom predlaga glede na njihovo lokacijo in tip aktivnosti, ki jo ponujajo. Bodoče mobilne storitve bodo vsebovale tudi vidike nadgrajene resničnosti (ang. augmented reality). Wikitude [11] kot primer take storitve prikazuje dodatne informacije o POI poleg žive slike mobilnega fotoaparata.

5 METODE LOCIRANJA MOBILNIH NAPRAV

Poznamo več načinov razvrščanja metod lociranja. En primer je prikazan na sliki 2.



Slika 2: Ena razvrstitev tehnik lociranja [12]

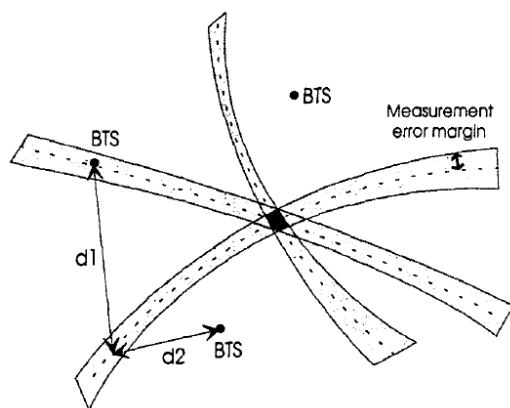
Metode lahko razvrstimo na metode za notranje in metode za zunanje lociranje. V obeh primerih se lahko lociranje izvede na strani terminala, omrežja ali pa se uporablja hibridna rešitev. Za mrežno ali hibridno izvedbo je mobilni telefon lahko uporabljen kot merilna točka in potrebuje vzpostavljen obojestranski kanal. V klicnih sistemih GSM je terminal v tako imenovanem namenskem načinu, medtem ko je v sistemu GPRS v tako imenovanem načinu pripravljenosti. Če je potrebno lociranje takrat, ko kanal ni vzpostavljen, mora biti terminal bodisi v namenskem načinu bodisi v načinu pripravljenosti [13].

Lociranje je lahko izvedeno v uporabniški ravnini, kot na primer podprti GPS (A-GPS – assisted GPS) z varno uporabniško ravnino (SUPL - secure user plane), ali v krmilni ravnini z uporabo sistemskih nosilcev. Določitev lokacije lahko poteka v realnem času ali pa je zanj potreben določen čas. Prav tako sta lahko pozicija in upravljanje mobilnost razvrščena na mobilnost znotraj seje in nedejavno mobilnost. Mobilnost znotraj seje se nanaša na gladke prehode dejavnih sej med radijskimi sistemi, medtem ko nedejavna mobilnost potrebuje nenehne podatke o lokaciji za spremljanje premikov uporabnikov [14].

V našem članku smo razvrstili metode na zunanje in notranje rešitve. Metode za zunanje lociranje pa so lahko uporabljene tudi znotraj in nasprotno. Zunanje metode smo naprej razdelili na mobilne, satelitske, brezžične in hibridne rešitve. Načela, predstavljena pri mobilnih metodah, so uporabljena tudi pri drugih radio-frekvenčnih pristopih.

5.1 Mobilne tehnologije

Trije poglavitni algoritmi za lociranje se uporabljajo v mobilnem okolju [15]: kot prihoda (AA – angle of arrival), čas prihoda (TOA – time of arrival) in razlika časov prihoda (TDOA – time difference of arrival), prikazan na sliki 3.



Slika 3: Algoritem TDOA za lociranje [17]

Z merjenjem AOA oddanega signala na dveh ali več baznih postajah (BP) določimo lokacijo s pomočjo triangulacije. Posebej primerna je za izračun kota prihoda antenska skupina. Pri algoritmu TOA merimo čas širjenja signala od terminala do BP in nasprotno. Mobilna naprava odbije signal nazaj k BP, ki ga nato izračuna. Uporaba dvosmerne signalizacije za potrebe merjenja ni učinkovit pristop in je poleg natančnosti največja pomanjkljivost metode. V omrežjih CDMA največje težave metodi TOA povzročajo interference [16]. Ker vse BP po navadi delujejo na isti frekvenci, prihaja do interferenc znotraj pasu. Učinek je najbolj opazen, ko terminal v bližini BP, s katero je povezan, skuša opraviti meritve s sosednjimi BP. Da bi se izognili opisanim težavam, se BP, s katero je terminal povezan, za kratek čas izključi in v tem tako imenovanem nedejavnem obdobju aparat opravi potrebne meritve. Metoda TDOA uporablja tri ali več BP. Mobilna naprava pošlje signal vsem BP na doseg. Te izmerijo razliko med časom oddajanja in sprejemanja signala. Časovne razlike morajo biti zelo natančno izračunane in vse BP časovno usklajene. Omrežja CDMA so tako ali tako sinhronizirana in je zato metoda TDOA zanje zelo primerna. Natančnost je manj kot 50 metrov v urbanih in 150 metrov v ruralnih območjih.

Celična globalna identiteta (CGI - cell global identity) je najpreprostejša in cenovno ugodna metoda na strani omrežja [18]. Lokacija je določena na podlagi celice, ki jo uporablja telefon. Lokacija celice pa je določena s položajem bazne postaje. Metoda ni dovolj natančna, ta je odvisna od tipa območja in gostote BP. Natančno uporabniško lokacijo znotraj celice je nemogoče ugotoviti. Natančnost je tipično med enim in dvema kilometroma, kar zadostuje za grobo lociranje uporabnika, a ni primerno za storitve navigacije in sledenja. Natančnost se lahko izboljša z razdelitvijo

celic v sektorje, z uporabo AOA in z uporabo časovnega napredka (TA – timing advance), ki pomeni čas potovanja signala od terminala do BP. Tako se lahko ocenita približna oddaljenost in smer uporabnika od BP. Žal je podatek TA težko dosegljiv brez dostopa do centra za mobilno lociranje (MPC – mobile positioning centre), ki v operaterskem omrežju ponuja uporabniške lokacijske podatke storitvam LBS. Natančnost kombinirane metode, ki uporablja CGI in TA, je med 100 in 200 metri.

V omrežjih UMTS metodi TA ustreza čas obhoda (RTT – round trip time), ki ga je mogoče izmeriti le v aktivnem načinu v namenskem fizičnem kanalu navzdoljne povezave (DPCH – dedicated physical channel), ki ga oddaja NodeB - bazna postaja v omrežju UMTS, in DPCH navzgorne povezave, ki ga NodeB sprejme. Na podlagi meritev RTT se s pomočjo modelov razširjanja izračuna oddaljenost uporabnika od NodeB. Skupaj s CGI zagotavlja natančnost na 50 metrov.

TDOA navzgorne povezave (U-TDOA – uplink TDOA) je metoda na strani omrežja, ki lokacijo določi na podlagi primerjave časov prihoda signala do več enot za merjenje lokacij (LMU – location measurement units), postavljenih ob BP. Natančnost je odvisna od postavitve omrežja in razmerja LMU proti BP. Nadgrajena opazovana časovna razlika (E-OTD – enhanced observed time difference) deluje podobno kot U-TDOA, le da v tem primeru tudi telefon meri čas. Metoda uporablja merjenje časa na dveh geografsko ločenih lokacijah: telefonih in LMU. Za delovanje morajo BP oddajati natančno uro in vsi signali morajo biti poslani sočasno, za kar poskrbijo LMU. Mobilni terminal zabeleži časovne razlike signala vsaj treh BP. Meritve terminalov in LMU se s triangulacijo, ki se lahko izvede na mobilni napravi ali v omrežju, prevedejo v uporabniško lokacijo. Rezultati zagotavljajo natančnost na 50 do 100 metrov. Za omrežja UMTS FDD pa je primerna metoda opazovani TDOA (OTDOA – observed TDOA) [19], ki za izračun uporablja časovni odmik skupnega poskusnega kanala (CPICH – common pilot channel).

V mobilnem svetu sta zanimiva parametra tudi moč sprejetega signala in uporabljena femto celica. Lociranje na podlagi analize moči signala zahteva bodisi zelo dober radijsko-frekvenčni model razširjanja bodisi empirično bazo izmerjenih vrednosti za zeleno območje. Avtorji v [20] poročajo o visoki natančnosti te metode, ki jo uporabljajo tudi zemljevidi Google. Femto celice so majhne BP, ki tipično pokrivajo območje hiše. So uporabniške končne naprave, ki jih mora uporabnik priključiti na širokopasovno povezavo svojega ponudnika storitev. Lokacija je v osnovi neznan, vendar jo je mogoče pridobiti vsaj na dva načina: kupec jo ročno vnese ob nakupu ali se jo samodejno izvoha na podlagi radia ali IP. Ko enkrat poznamo lokacijo femto celice, je natančnost določitve lokacije telefona odvisna od površine, ki jo pokriva femto celica.

Za evolucijo na daljši rok (LTE – long term evolution) so specificirane tri metode lociranja [21]: na podlagi celičnega pokrivanja navzdoljne ali navzgorne povezave, OTDOA in podprti globalni navigacijski satelitski sistemi. Prva metoda je pravzaprav nadgrajena metoda CGI, zadnja pa dopušča izbiro uporabljenega satelitskega sistema. Hibridne rešitve, ki uporabljajo več predstavljenih metod, so tudi podprte.

5.2 Satelitske tehnologije

GPS je trenutno najbolj priljubljen med satelitskimi sistemi [22]. Uporablja 24 satelitov, ki krožijo 20.000 kilometrov od Zemlje v šestih različnih ravninah in pošiljajo zanesljive informacije o lokaciji in času. Sprejemniki GPS so v vsakem trenutku povezani s tremi ali štirimi sateliti. V zadnjih letih so velikost, poraba energije in cena modulov GPS upadle, zato so postali zanimivi za uporabo v mobilnem okolju. Metoda je lahko zelo natančna, to je odvisno od vrste GPS in bližnjega okolja. Naprava izmeri čas, ki ga potrebuje signal od satelita do naprave. Izračun uporabniške lokacije je lahko izveden neposredno na napravi ali pa čas naprava pošlje mrežnemu strežniku v obdelavo. Natančnost ocene lokacije za osnovni signal L1 je med 5 in 40 metri. Trenutno se sistem nadgrajuje. Tako so sateliti že začeli oddajati drugi signal - L2, ki je močnejši od L1. To omogoča manjšo porabo energije na sprejemu, kar je pisano na kožo mobilnemu okolju. Če se uporabita oba signala, se lahko ublažijo učinki ionosfere in natančnost izboljša na pet metrov. Pozneje bo dodan tretji, še močnejši signal, ki bo dodatno izboljšal natančnost in omogočal sprejem v notranjih okoljih. Pomanjkljivosti sistema GPS so potreba po optični vidljivosti, nezmožnost razširjanja v poslopja, ne nezanemarljiva poraba baterije in čas, potreben za določitev lokacije v rangu ene minute.

V Rusiji so v 70. letih prejšnjega stoletja razvili samostojen navigacijski sistem – globalni navigacijski satelitski sistem (GLONASS – global navigation satellite system). V času pisanja ima 21 delujočih satelitov v krožnih orbitah 19.000 km od Zemlje in je malo manj natančen kot GPS. Evropa se je vseeno odločila, da bo razvila nov sistem, imenovan Galileo. V osnovi bo deloval z dvema frekvencama in bo omogočal lociranje v realnem času do enega metra natančno ter bo deloval skupaj z obstoječima satelitskima sistemoma. Sprejemnik bo tako omogočal izračun položaja na podlagi poljubne kombinacije signalov satelitov vseh treh sistemov. Uporabnike bo tudi v nekaj sekundah obvestil o napakah satelitov, kar je zaželena lastnost za aplikacije s področja varnosti. Ko bo dokončan, bo sestavljen iz 27 satelitov, ki bodo krožili 23.222 kilometrov nad Zemljo. Galileo bo tudi edini sistem, ki bo uporabnikom dajal povratno informacijo in pet ravnih storitev z zagotovljeno kakovostjo [23].

Globalni navigacijski satelitski sistemi so dopolnjeni z nadgrajenimi sistemi na podlagi satelitov, kot je za Evropo evropska geostacionarna navigacijska prekrivna storitev (EGNOS – European geostationary navigation overlay service). EGNOS združuje GPS in GLONASS in izboljšuje storitev: natančnost lociranja na tri metre in boljšo dosegljivost [24].

5.3 Hibridne tehnologije

Pomanjkljivosti sistema GPS, kot sta časovna zakasnitev in potreba po optični vidljivosti, sta lahko odpravljene z metodo A-GPS, predstavnico hibridnih pristopov [25]. Naprava, ki podpira A-GPS, sprejme signal GPS in pošlje svoje meritve mrežnemu strežniku. Ta pozna lokacije BP in ima na voljo dovolj procesne moči. Tako lahko izračuna lokacijo naprave in ji jo posreduje. Natančno poznavanje lokacije BP omogoča boljše predvidevanje razmer, ki pačijo signal GPS, kar zagotovo pripomore k natančnosti lociranja. Po drugi strani pa lahko strežnik sprejemnik GPS postreže z natančnimi podatki o času in orbitah satelitov GPS na obzorju. Te funkcionalnosti omogočajo oceno položaja v manj kot 20 sekundah in delovanje sistema tudi kljub ne povsem čisti optični vidljivosti, kar je bilo praktično pokazano v [18]. Za nadaljnjo izboljšavo natančnosti lociranja se lahko uporabijo storitve GIS, ki dajejo popolno topografsko sliko območja. V postopku premisleka za standard 3GPP je podprti Galileo (assisted Galileo), katerega izvedba in delovanje bosta po vsej verjetnosti na las podobna različici GPS.

5.4 Brezžične tehnologije

Mobilne naprave že dolgo ne uporabljajo samo mobilnih tehnologij za nenehno povezanost. Moduli Wi-Fi so sestavni del vsakega novejšega pametnega aparata, pri nekaterih pa so prisotni tudi moduli WiMAX. Prva tehnologija se širi iz lokalnih omrežij v metropolitanska. Ponuja ugoden način povezanosti za uporabnike in prerazporeditev prometne obremenitve mobilnim operaterjem. Po drugi strani je WiMAX tehnologija četrte generacije in lahko tako kot mobilne tehnologije pokriva različne tipe območij. Obe tehnologiji lahko uporabita metode, poznane iz mobilnega sveta, kot sta CGI in triangulacija z analizo sprejete moči. Še zlasti v notranjem okolju, kjer močno vplivajo odboji, slabljenje različnih snovi na poti in razširjanje po več poteh, postane metoda radiofrekvenčnega odtisa zelo primerna. Dostopovne točke jo uporabljajo za zbiranje podatkov z raziskovanjem okolja, katerega rezultat je mreža vrednosti, ki odražajo, kako se vidi posamezen del območja z vseh dostopovnih točk z vidika moči signala.

5.5 Notranje lociranje

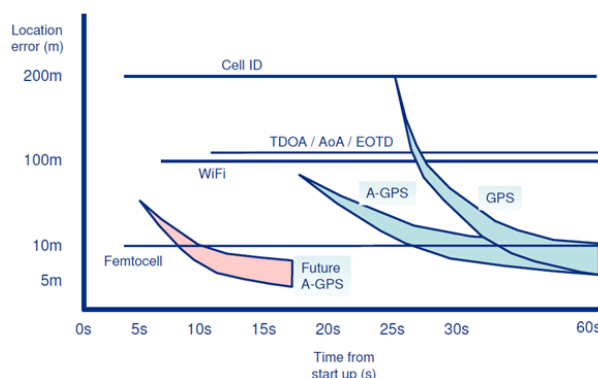
V notranjem okolju sta dve bistveni težavi: mobilni in satelitski signal ne pokrivata vseh območij in predvsem je potrebna večja natančnost. Na primer, za potrebe ciljnega trženja na podlagi lokacije v nakupovalnem središču je potrebna zelo natančna določitev lokacije potrošnika, da mu ne pošljemo neželenih vsebin.

Poleg metod za zunanje lociranje se lahko uporabi bluetooth. Lokacija se z bluetoothom lahko določi na podlagi uporabljene dostopovne točke ali iz moči sprejetega signala, kar prinaša boljše natančnost kot prva možnost. Kot so pokazali avtorji v [26], je mogoče določiti lokacijo uporabnika do štirih metrov natančno. Po drugi strani se lahko uporabljajo svetilniki IR. Ta pristop od uporabnika zahteva, da usmeri vrata IR svoje naprave k lokacijskim svetilnikom. Odvisnost od sodelovanja uporabnikov ni nujno slabost, saj je lahko spontano lociranje uporabniku neprijetno. Na primer, uporabnika bi ob ogledu ponudbe trgovine, v kateri se nahaja, zmotila ponudba sosednje trgovine. Tako lahko povzamemo, da je sodelovanje uporabnika lahko v nekaterih primerih celo zaželeno [27]. Za notranje in tudi zunanje lociranje se lahko uporabi tehnologija RFID. Značke RFID se lahko postavijo poljubno po prostoru in ko gre uporabnik mimo njih, sistem pozna njegovo lokacijo. Natančnost je odvisna predvsem od gostote uporabljenih značk. Dandanašnji rastoče število pametnih telefonov vsebuje pospeškometre in digitalne kompase, ki se lahko tudi uporabijo za določitev uporabniške lokacije, hitrosti in smeri gibanja. Če združimo vstopno točko uporabnika v poslopje, ki jo določimo na primer z GPS, s trajektorijo uporabniškega gibanja, ocenjeno s pomočjo pospeškometra in kompasa, lahko predvidimo uporabniško lokacijo v posloplju.

Opravljenih je bilo že veliko simulacij in meritev, pri katerih so bile različne metode primerjane med seboj, in njihovi rezultati so si pogosto nasprotujoči zaradi občutljivosti razširjanja signala na dano okolje. Groba primerjava dveh parametrov nekaterih metod je predstavljena na sliki 4; primerjava natančnosti in časa ocene (ang. time to fix). Vendar je treba upoštevati tudi druge dejavnike, kot sta preprostost izvedbe in cena. Ne obstaja ena sama idealna rešitev. Treba bo združiti več predstavljenih metod za natančno in zanesljivo lociranje.

6 NADALJNJE DELO

Kot prvi nadaljnji korak bomo naredili praktični preskus natančnejših metod za lociranje. Ovrednotili bomo, ali je katera od predstavljenih metod izvedljiva v našem mobilnem omrežju in kako bi lahko bila uporabljena za potrebe našega pilotnega sistema, ki je največja motivacija za naše delo. Osredinili se bomo na izboljšavo natančnosti mobilnih tehnologij na podlagi CGI, saj le-ta pokriva tako notranja kot zunanja območja in hkrati so podatki o celični identiteti za



Slika 4: Primerjava različnih metod lociranja [23]

operaterja lahko dostopni. Predvidevamo, da lahko z upoštevanjem poznavanja lastnega omrežja dosežemo izboljšano natančnost. Ta metoda bo dopolnjena s satelitskimi in/ali hibridnimi rešitvami, kjerkoli bo sprejem signala to dovoljeval. Natančnost vseh teh metod bo ocenjena s primerjavo z dejanskimi lokacijami testnih uporabnikov.

7 SKLEP

Mobilni telefoni so najpogosteje uporabljene potrošniške naprave. Razvijalci se tega zavedajo, zato ponujajo številne aplikacije. Med njimi so storitve LBS zelo obetajoče. Storitve tega tipa upoštevajo kontekst uporabe; in sicer predvsem lokacijo. Natančno lociranje je gibalo za te storitve, zato se mu pripisuje velik pomen. Če se operaterji odločijo za vstop na trg mobilnih storitev ali v sodelovanju s ponudniki storitev ali kot njihovi konkurenti, je uvedba sistema za lociranje korak v to smer. Predstavljene metode niso enako dobre in ni vsaka primerna za vsakega operaterja. Dejavniki, ki vplivajo na odločitev, so želena natančnost in pokritost, obstoječa in želena infrastruktura, finančne omejitve in motivacija za uvedbo. Metode na podlagi mobilnih tehnologij dajejo potrebno podlago za lociranje, ki bo izboljšana z drugimi metodami, predstavljenimi v tem prispevku.

Tako kot pri drugih osebnih podatkih, je pri ravnanju z lokacijskimi podatki treba upoštevati zasebnost. Zato morajo uporabniki imeti možnost prostovoljnega pristopa in hkrati mora biti ustvarjeno okolje, v katerem lokacijski podatki niso zlorabljeni.

ZAHVALA

Posebna zahvala gre Evropski uniji, ki iz Evropskega socialnega sklada delno financira program usposabljanja mladega raziskovalca v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, in vsem sodelavcem za pomoč.

LITERATURA

- [1] A. Kivi, Measuring mobile user behaviour and service usage: methods, measurements points, and future outlook, In proceedings of sixth global mobility roundtable, Los Angeles, ZDA, 2007.
- [2] P. Tarasewich, Designing mobile commerce applications, Communications of the ACM, vol. 46, 57–60, 2003.
- [3] L. Vidmar, M. Štular, M. Pogačnik, Okolje za semantično interpretacijo prebrane informacije, In proceedings of nineteenth international electrotechnical and computer science conference, Portorož, Slovenija, 2010.
- [4] Calais, <http://www.opencalais.com/>, avgust 2010.
- [5] Zemanta, <http://www.zemanta.com/>, avgust 2010.
- [6] Hakia, <http://www.hakia.com/>, avgust 2010.
- [7] Google Code, <http://code.google.com/>, avgust 2010.
- [8] F. Gu, M. Adjouadi, N. Rische, A contextualized and personalized approach for mobile search, In proceedings of the 2009 international conference on advanced information networking and applications workshops, Washington DC, ZDA, pp. 966-97, 2009.
- [9] Foursquare, <http://foursquare.com/> avgust 2010.
- [10] IYOUIT, <http://www.iyouit.eu/portal/>, avgust 2010.
- [11] Wikitude, <http://www.wikitude.org/> avgust 2010.
- [12] Wireless emergency services JEM report, Wireless support of 9-1-1 and enhanced 9-1-1 emergency services. Washington, ZDA, p. 46, 1994.
- [13] V. Ruutu, M. Alanen, G. Gunnarsson, T. Rantalainen, V.-M. Teittinen, Mobile phone location in dedicated and idle modes, In proceedings of the ninth IEEE international symposium on personal, indoor and mobile radio communications, Boston, ZDA, Vol. 1, pp. 456–460, 1998.
- [14] A. Kumar, Wireless mobile user's location in an indoor environment - an overview, In proceedings of the third international conference on communication systems software and middleware and workshops, Bangalore, Indija, pp. 704–707, 2008.
- [15] C. Akerblom, Tracking mobile phones in urban areas, Thesis for the degree of licentiate of engineering, Chalmers University of technology and Göteborg University, Göteborg, Švedska, 2000.
- [16] B. Ludden, L. Lopes, Cellular based location technologies for UMTS: a comparison between IPDL and TA-IPDL, In proceedings of Vehicular Technology Conference, Tokio, Japonska, vol. 2, pp. 1348–1353, 2000.
- [17] M. Silventoinen, T. Rantalainen, Mobile station locating in GSM, In proceedings of IEEE wireless communication system symposium, New York, ZDA, pp. 53–59, 1995.
- [18] WirelessCenter, Mobile positioning techniques, <http://www.wireless-center.net/>, avgust 2010.
- [19] D. Porcino, Location of third generation mobile devices: A comparison between terrestrial and satellite positioning systems, In proceedings of vehicular technology conference, Rodos, Grčija, Vol. 4, pp. 2970–2974, 2001.
- [20] M. Hellebrandt, R. Mathar, Location tracking of mobiles in cellular radio networks, IEEE trans. on vehicular technology, vol. 48, No. 5, pp. 1558–1562, 1999.
- [21] 3GPP, Stage 2 functional specification of user equipment positioning in E-UTRAN, 3GPP TS 36.305 V9.3.0, junij 2010.
- [22] Ofcom, Assessment of Mobile Location Technologies, Final Report, 2010.
- [23] ESA, Galileo Navigation, <http://www.esa.int/>, avgust 2010.
- [24] EGNOS, <http://egnos-portal.gsa.europa.eu/>, avgust 2010.
- [25] T. Goze, O. Bayrak, M. Barut, M.O. Sunay, Secure user-plane location (SUPL) architecture for assisted GPS (A-GPS), In proceedings of fourth advanced satellite mobile systems conference, Bologna, Italija, pp. 229–234, 2008.
- [26] M. Rodriguez, J.P. Pece, C.J. Escudero, In-building location using Bluetooth, In proceedings of the international workshop on wireless ad hoc networks, London, VB, 2005.
- [27] F.J. Gonzalez-Castano, J. Garcia-Reinoso, Bluetooth location networks, In proceedings of IEEE global telecommunications conference, Taipei, Taiwan, vol.1, pp. 233–237, 2002.

Luka Vidmar je diplomiral na Univerzi v Ljubljani leta 2008. Trenutno dela v podjetju Mobitel, telekomunikacijske storitve, d.d., in v Laboratoriju za telekomunikacije na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani kot mladi raziskovalec iz gospodarstva. Njegova raziskovalna dejavnost med drugim vključuje tudi personalizacijo, semantiko in lokacijske storitve.

Mitja Štular je diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo na Univerzi v Ljubljani leta 1994. Istega leta je dobil prestižno slovensko študentsko nagrado za svoje raziskovalno delo na področju mobilnih komunikacij. Leta 1997 je uspešno zagovarjal svojo magistrsko nalogo in tri leta pozneje še doktorsko disertacijo, obe s področja telekomunikacij. Svojo kariero je v Mobitelu začel 2001. leta kot svetovalec izvršnega direktorja in vodja UMTS-projekta. Vključen je bil v številne raziskovalne in razvojne projekte tako doma kot tudi v tujini. Leta 2006 je postal tehnični direktor podjetja, odgovoren za omrežja, storitve in IT ter leta 2009 višji strateški svetovalec izvršnega direktorja.

Matevž Pogačnik je na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo na Univerzi v Ljubljani leta 1997 diplomiral in leta 2004 zagovarjal doktorsko disertacijo s področja telekomunikacij in informatike. Njegovo raziskovalno in znanstveno delo je osredinjeno na razvoj interaktivnih večpredstavnostnih storitev za različne naprave s posebnim poudarkom na razvoju sistemov za uporabniku prilagojeno izbiro vsebine (personalizacija). Zadnje čase je vključen v razvoj interaktivnih storitev na vseh napravah na področju e-učenja in IPTV-sistemov z uporabo različnih interaktivnih načinov. Matevž Pogačnik je sodeloval pri številnih evropskih projektih na področju interaktivne digitalne televizije, e-učenja, e-turizma in P2P-sistemov. Je tudi član mednarodne organizacije IEEE.