

## PRINCIPI I RAZVOJ APLIKACIJA ZA LOKACIJSKE SERWISE

Marko Đogatović, Vesna Radonjić Đogatović  
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet  
m.djogatovic@sf.bg.ac.rs, v.radonjic@sf.bg.ac.rs

**Sadržaj:** *Savremena primena lokacijskih servisa neophodno je da bude prilagođena različitim zahtevima korisnika i širokom opsegu uslova korišćenja. Trenutno su aktuelne context-aware aplikacije za lokacijske servise kojima je posvećen veći deo ovog rada. Osim toga dat je pregled tehnika pozicioniranja koje predstavljaju osnovu za lokacijske servise. Takođe su istaknuti izazovi sa kojima se suočavaju nauka i praksa u oblasti lokacijskih servisa.*

**Ključne reči:** *lokacijski servisi, pozicioniranje, context-aware aplikacije*

### 1. Uvod

Lokacijski servisi (*Location Based Services*, LBS) obezbeđuju mobilnim korisnicima personalizovane servise u odnosu na njihovu trenutnu lokaciju. Osim što se obezbeđivanjem lokacijskih servisa omogućava dostupnost informacije o lokaciji nekog uređaja, lokacijski servisi integrišu lokaciju mobilnog uređaja sa drugim informacijama, kako bi pružili dodatnu korist ili vrednost korisniku [1].

Lokacijski servisi se mogu koristiti za različite namene, kao što su: navigacija na mapi, pretraga preferiranih lokacija u radijusu koji zadaje korisnik u odnosu na svoju lokaciju, u mobilnim sistemima u saobraćaju i transportu, u sistemima za javno uzbuđivanje, lokacijski marketing, podsetnici zasnovani na lokaciji, lokacijske igre i dr.

Lokacijski servisi otvaraju nove oblasti za programere, mrežne operatore i provajdere servisa. Za razliku od računarskih aplikacija, lokacijski servisi su u osnovi servisno orijentisani, što znači da se tokovi informacija o lokaciji održavaju i dostavljaju korisniku. Lokacijski servisi mogu biti realizovani preko samostalnih uređaja sa uključenom informacionom arhitekturom. Međutim, u većini slučajeva lokacijski servisi su zasnovani na mrežnoj tehnologiji, koja mobilnom uređaju obezbeđuje neophodne informacije [2]. Ovaj rad obuhvata najznačajnija pitanja koja se odnose na razvoj novih aplikacija za lokacijske servise.

Ostatak rada je organizovan na sledeći način. U drugom poglavlju su predstavljene osnovne klasifikacije lokacijskih servisa i entiteta koji učestvuju u njihovoj realizaciji. U trećem poglavlju je dat kratak pregled najznačajnijih tehnika pozicioniranja u oblasti lokacijskih servisa. Četvrto poglavlje je posvećeno savremenoj primeni lokacijskih servisa i tom u poglavlju su opisane neke od aktuelnih aplikacija. U petom poglavlju su data zaključna razmatranja.

## 2. Klasifikacije lokacijskih servisa

Da bi korisnik mogao da koristi lokacijske servise, neophodno je da na svom mobilnom uređaju ima određenu aplikaciju i pristup nekom od sistema za globalno pozicioniranje kada se nalazi na otvorenom prostoru ili da mu je omogućen pristup nekom od sistema za *indoor* pozicioniranje kada želi da koristi servis u zatvorenom prostoru, tunelima ili pod zemljom.

Informacija o lokaciji se može koristiti kao:

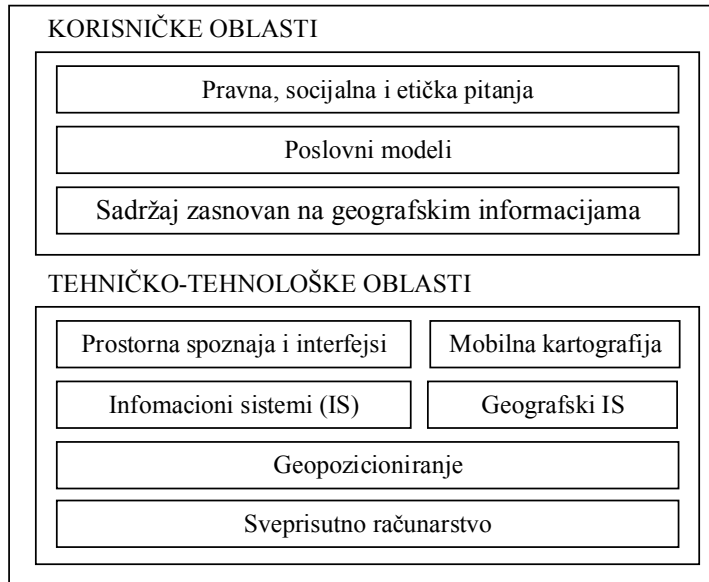
- Filter: Kada korisnik zatraži pretragu pomoću lokacijskog servisa, biće prikazani samo rezultati (objekti) koji su u neposrednoj blizini (lokaciji) korisnika.
- Pokazivač: Informacija o lokaciji se može pojaviti kao tačka na mapi. Prikaz mape vrši se na zahtev korisnika, a njegova lokacija je samo dodatna informacija uz dobijeni zahtev.
- Određivač: kada korisnik pretražuje određenu oblast, tražeći određeni objekat, neke notifikacije se pokrenu da obaveste korisnika o aktivnostima u ovoj oblasti.

Osnovna klasifikacija lokacijskih servisa razlikuje reaktivne i proaktivne servise. Reaktivni lokacijski servisi podrazumevaju da je inicijator korisnik i da se interakcija između LBS-a i korisnika odvija tako što korisnik uspostavlja sesiju preko mobilnog uređaja ili računara. Ovakav tip interakcije je sinhronog tipa. Proaktivni lokacijski servisi se automatski iniciraju čim se desi unapred definisan događaj. Ova interakcija korisnik-servis se odvija asinhrono i korisnik se prati konstantno, za razliku od reaktivnog lokacijskog servisa gde se korisnik prati povremeno.

Asocijacija GSM (*Global System Mobile Association*) definiše tri tipa lokacijskih servisa: *pull* LBS, *push* LBS i *tracking* LBS. *Pull* LBS je lokacijski servis kod kojeg korisnik inicira i upućuje zahtev za servisom provajderu servisa, koji zatim korisniku šalje odgovor, zasnovan na informaciji o lokaciji. *Pull* LBS odgovara reaktivnom lokacijskom servisu. Kod *push* LBS-a provajder servisa inicira pokretanje servisa, zahteva informaciju o lokaciji i predlaže dodatnu vrednost servisu. *Tracking* LBS podrazumeva da provajder servisa neprestano prati korisnika, što se podudara sa proaktivnim lokacijskim servisom.

U realizaciji lokacijskih servisa učestvuju različiti entiteti, koji se na osnovu uloga koje imaju, mogu podeliti na: operativne i neoperativne. Operativni učesnici imaju uloge: LBS provajdera, korisnika, mrežnog operatora, provajdera lokacije i provajdera sadržaja. Učesnici koji imaju ove uloge su u kooperaciji tokom izvršavanja LBS servisa ili obezbeđivanja podservisa LBS-a. Svaki od operativnih učesnika učestvuje u eksploataciji i/ili održavanju tehničke infrastrukture, bilo da su u pitanju mobilni uređaji (korisnici), serveri (provajderi lokacije i sadržaja) ili velike i kompleksne mobilne mreže (mrežni operatori). Interakcija između ovih učesnika tokom obezbeđivanja servisa ostvaruje se preko referentnih tačaka u kojima su ugrađeni protokoli i omogućeno povezivanje servisa koje nude različite mreže. Tehnička realizacija referentnih tačaka je često određena ugovorima o nivou servisa (*Service Level Agreement*, SLA), koji su usvojeni od strane učesnika u realizaciji lokacijskih servisa. Neoperativni učesnici nisu uključeni u tehničke operacije lokacijskih servisa, već imaju indirektan uticaj na ekonomske i regulatorne aspekte LBS operacija, kao i uticaj na definisanje i usvajanje tehničkih standarda. Na slici 1 su prikazane stručne i naučne oblasti koje su u vezi

lokacijskim servisima. Neke oblasti se tiču samo krajnjeg korisnika, dok su ostale tehničko-tehnoološke prirode [3].



Slika 1. *Oblasti koje su povezane sa lokacijskim servisima* [3]

### 3. Tehnike pozicioniranja

Tehnike pozicioniranja se mogu podeliti na one koje se koriste na otvorenom prostoru i tehnike koje se koriste u zatvorenom prostoru. Na otvorenom se najčešće koristi pozicioniranje primenom Globalnih navigacionih satelitskih sistema (*Global Navigation Satellite System*, GNSS) i pozicioniranje primenom mobilnih mreža, kao što su: Cell-ID, AOA (*Angle of Arrival*), E-OTD (*Enhanced Observed Time Difference*) itd. Kod pozicioniranja u zatvorenom prostoru moguće je koristiti GNSS prijemnike za pozicioniranje u zatvorenom prostoru (*Indoor GNSS*), tehnike zasnovane na mobilnim mrežama, inercijalnoj navigaciji i radio pozicioniranje primenom bežičnih mreža (*Wireless Local Area Networks*, WLAN), Bluetooth mreža i RFID-a (*Radio Frequency Identification*) [4].

Pozicioniranje može biti implementirano na dva načina: kao samostalno pozicioniranje i udaljeno pozicioniranje. Ukoliko prijemnik sprovodi merenja signala sa geografski distribuiranih emitera i koristi ova merenja da utvrdi svoju poziciju takvo određivanje položaja se naziva samostalno pozicioniranje. Onda kada pozicija mobilnog terminala može biti određena merenjem signala koji pristižu ka prijemnicima i od prijemnika takvo pozicioniranje se naziva udaljeno pozicioniranje. Kod udaljenog pozicioniranja objekat koji se prati može biti aktivan (RFID) ili pasivan (radari) [4].

U tabeli 1 je prikazana klasifikacija najznačajnijih tehnika koje se koriste za pozicioniranje u lokacijskim servisima.

Tabela 1. Klasifikacija naznačajnih tehnika pozicioniranja za lokacijske servise

Sredina	Način pozicioniranja	Naziv tehnike pozicioniranja	Kratko objašnjenje
Otvoren prostor	Samostalno	GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, Hibridno)	Sateliti služe kao referentne tačke za određivanje pozicije prijemnika. Oni neprestano emituju signale koji sadrže informacije o njihovoj poziciji. Rastojanje između satelita i prijemnika se utvrđuje tačnim merenjem vremena koje je potrebno signalu da pređe put od satelita do antene prijemnika. Kada se izmeri rastojanje između vidljivih satelita i GNSS prijemnika, pozicija prijemnika se određuje metodom trilateracije [5].
Otvoren i zatvoren prostor	Udaljeno	Asistirani GNSS (A-GNSS)	Da bi se prevazišao problem vidljivosti između satelita i prijemnika, predložen je asistirani GNSS koji koristi zemaljske bežične mreže (poput mobilnih mreža ili WLAN mreža) u području u kome se nalazi prijemnik [5].
		Cell-ID	Mobilni uređaj aproksimira sopstvenu poziciju korišćenjem geografskih koordinata bazne stanice koja ga opslužuje korišćenjem njegovog Cell-ID-a i identifikatora lokacije [5,6].
		Direction or Angle of Arrival (DOA, AOA)	Nekoliko radio linkova baznih stanica i mobilnog uređaja se koristi za ocenjivanje pozicije prijemnika. Pozicija se određuje korišćenjem uglova pristizanja i informacija o geografskim koordinatama baznih stanica [5].
		Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)	Merenjem razlike vremena propagacije signala između prijemnika i dve sinhronizovane bazne stanice dobija se geometrijsko mesto tačaka na kome se nalazi prijemnik u vidu hiperbole. U preseku takve dve hiperbole moguće je odrediti položaj prijemnika [5].
		Location Pattern Matching	To je tehnika koja služi da se odredi pozicija CDMA ( <i>Code Division Multiple Access</i> ) uređaja korišćenjem šablona u promeni frekvencije reflektovanih radio signala. Prilikom određivanja položaja uočavaju se specifični šabloni u pogledu frekvencije signala i poredi se sa šablonima sačuvanim u bazi podaka kojima su dodeljene lokacije [4].
	Inercijalna navigacija	Ovaj vid navigacije koristi senzore pokreta i žiroskope da izračuna poziciju, orijentaciju i brzinu objekta koji se kreće.	
Zatvoren prostor	Samostalno i udaljeno	Indoor GNSS	U situaciji kada je mobilni prijemnik opremljen GNSS prijemnicima velike osetljivosti, prijemnici samostalno određuju položaj. Takođe, moguće je u zatvorenom prostoru imati više malih baznih stanica mobilnog signala čiji je položaj u zgradi određen GNSS prijemnicima velike osetljivosti. Mobilni uređaj svoj položaj u zgradi određuje na način sličan E-OTD tehnici [4].
	Udaljeno	Radio pozicioniranje (WLAN, Bluetooth, RFID)	WLAN (WiFi) sistemi mogu grubo obezbediti informaciju o lokaciji poznavajući samo koji mobilni uređaj opslužuje određena bazna stanica. Postoje i sofisticiranije metode koje su zasnovane na snazi priljenog signala, AOA ili vremenu kašnjenja paketa ( <i>Time of Flight</i> , ToF) [6]. Više <i>Bluetooth</i> predajnika emituje signal, a prijemnici korišćenjem posebne aplikacije i <i>fingerprinting</i> metode određuju položaj prijemnika [6]. RFID je sistem daljinskog slanja i prijema podataka pomoću RF pločica. Položaj se može odrediti korišćenjem udaljenosti od prijemnika ili triangulacijom snage signala ka više prijemnika

#### 4. Aplikacije lokacijskih servisa

Lokacijski servisi obuhvataju mnogobrojne aplikacije koje su prilagođene da zadovolje različite potrebe i uslove korišćenja. Takve aplikacije porđžava nekoliko kategorija uređaja: pre svega smart telefoni, tablet računari i prenosni računari, ali takođe i specifična oprema poput uređaja za elektronski nadzor, pedometri, smart časovnici i digitalne kamere.

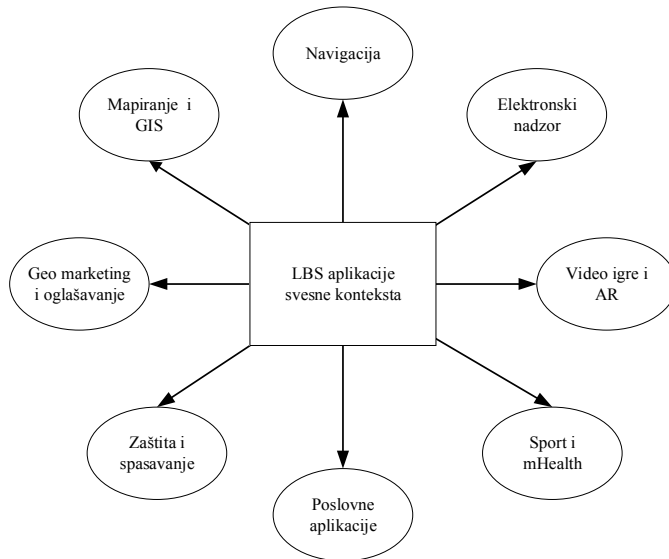
Savremena primena lokacijskih servisa je raznovrsna i može se podeliti u nekoliko grupa (slika 2) [7]:

- **Navigacija:** Planiranje ruta i korak po korak saopštavanje instrukcija vozilima, pešacima i putnicima u javnom saobraćaju.
- **Mapiranje i GIS:** Smart telefoni omogućavaju korisnicima da učestvuju u prikupljanju geoprostornih podataka zahvaljujući demokratizaciji digitalnog mapiranja.
- **Geo marketing i oglašavanje:** Zahtevi potrošača se kombinuju sa podacima o poziciji da bi bile obezbeđene personalizovane ponude potencijalnim kupcima.
- **Zaštita i spasavanje:** Globalni navigacioni satelitski sistemi u kombinaciji sa mrežnim metodama obezbeđuju tačnu lokaciju hitnog poziva.
- **Poslovne aplikacije:** U cilju povećanja produktivnosti razvijena su rešenja koja omogućavaju kompanijama da korišćenjem mobilnih uređaja prate zaposlene i na taj način upravljaju poslovnim procesima.
- **Sport:** Praćenje performansi korisnika korišćenjem različitih aplikacija za sportske i rekreativne aktivnosti.
- **Video igre i proširena realnost:** Primenom lokacijskih servisa moguće je koristiti širok spektar lokacijskih igara na smart telefonima i tabletima. U video igrama koje koriste proširenu realnost zajedno se koriste pozicioniranje i virtualna informacija u svrhu zabave korisnika.
- **mHealth:** U kombinaciji sa različitim tehnologijama lokacijski servisi obezbeđuju širok spektar aplikacija od praćenja zdravstvenog stanja pacijenata do sistema vođenja pacijenata sa oštećenim vidom.
- **Elektronski nadzor:** Lokacijski servisi obezbeđuju inovativna rešenja za praćenje, uključujući i postavljanje lokalnih geo-ograda koje aktiviraju alarm kada korisnik napusti obezbeđeno područje.
- **Društvene mreže:** Lokatori ugrađeni u društvene mreže koriste lokacijske servise da bi omogućili korisnicima da sa svojim kontaktima dele informacije o svom kretanju i mestima koja obilaze.

Sveprisutnost lokacijskih servisa (*Ubiquitous LBS*) je obezbeđena brojem korisnika smart telefona. U 2017. godini broj korisnika smart telefona prevazišao je 2,3 milijarde i smatra se da će do 2020. godine dostići skoro 3 milijarde. Obzirom da smart telefoni uglavnom imaju neku vrstu tehnologije pozicioniranja to obezbeđuje primenu lokacijskih servisa u gotovo svakom segmentu života [7].

Sa brzim razvojem mobilnih uređaja koncept *contex-aware* aplikacija postaje veoma popularan. Pod kontekstom se smatra bilo koja informacija koja se može iskoristiti da opiše situaciju u kojoj se nalazi neki entitet. Mobilni uređaji su opremljeni sa različitim vrstama senzora poput kamera, mikrofona, senzora pokreta (akcelerometri i žiroskopi), pritiska, svetla i GNSS senzora. Takođe, računске performanse mobilnih

uređaja su postale takve da omogućavaju obradu podataka dobijenih sa senzora u realnom vremenu. LBS aplikacije mogu se smatrati *context-aware* aplikacijama koje u najmanju ruku koriste samo informacije o poziciji mobilnog uređaja dobijene sa senzora (aplikacije zasnovane na lokaciji). Međutim, *context-aware* aplikacije mogu pored lokacije da budu svesne i aktivnosti koja se izvršava, korisnika ili objekta koji je izvršava, vremenskog trenutka u kome se izvršava i razloga zašto se izvršava [8].



Slika 2. Podela LBS *context-aware* aplikacija

Pored već navedenih senzora, LBS *context-aware* aplikacije u zatvorenom prostoru integrišu informacije o poziciji dobijene putem različitih tehnika pozicioniranja. Takođe, ove aplikacije mogu da koriste informacije dobijene i sa virtuelnih senzora poput pretraživača, društvenih mreža, informacije o propusnom opsegu, itd. Najčešće korišćena arhitektura za razvoj *context-aware* aplikacija je klijentsko-serverska. Ovaj distribuirani pristup smanjuje opterećenje mobilnih uređaja (koji su ograničeni u pogledu energije, računskih performansi i memorije) i pomera složene operacije prikupljanja, skladištenja i obrade podataka sa senzora na kontekstni server [9].

Sistemi za navigaciju vozila (*Vehicle Navigation System*, VNS) mogu biti podeljeni u nekoliko grupa [10]:

1. Digitalna mapa puta je najosnovniji oblik VNS-a i sastoji se od ekrana u vozilu ili mobilnog uređaja na kome je prikazana mapa koja se može pomerati ili zumirati.
2. Prikaz lokacije vozila je poboljšanje digitalnih mapa i omogućava prikaz tekuće lokacije vozila određene GNSS-om.
3. Navigacioni asistent koristi digitalnu mapu puta da pomogne vozaču korišćenjem poboljšanog geopozicioniranja, izračunavanja nabolje rute i obezbeđivanja upita za tačke od interesa.

4. Navigacioni asistent koji koristi podatke sa servera je logično proširenje navigacionog asistenta, koji prima dodatne dinamičke podatke sa servera poput informacija o zastoјima na putu i nalazi lokacije drugih vozača u grupi. Veza između vozila i servera se ostvaruje putem mobilnog linka za prenos podataka

Sistemi za navigaciju vozila postavljaju određene zahteve u pogledu geopozicioniranja obzirom da se GNSS sistemi suočavaju sa problemima smanjene pouzdanosti i raspoloživosti u urbanim okruženjima usled zaklanjanja satelitskih signala u urbanim kanjonima, tunelima i višespratnim parkiralištima. Poboljšanje raspoloživosti i performansi GNSS sistema u takvim okruženjima moguće je ostvariti [10]:

- drugim signalima (npr. signalima digitalne televizije, mobilne telefonije itd.) na mestima gde će prijem GNSS signala biti uvek slab,
- korišćenjem merenja sa drugih uređaja (brzinometara, inercijalnih uređaja i sl.) u tunelima,
- integracijom drugih infrastrukturnih tehnologija za pozicioniranje (npr. RFID).

Sistemi za navigaciju vozila mogu biti podeljeni u emitovane (*push*) i zahtevane (*pull*) vrste servisa. Najznačajnija vrsta emitovane informacije se odnosi na saobraćajne uslove: upozorenja o incidentnim situacijama, vremenu, uslovima na putu, zatvorenim saobraćajnicama i raspoloživosti parkinga. Sa druge strane, informacije ili servisi koje zahteva vozač su najčešće obezbeđene bežičnim linkom, poput mobilne telefonije. Mobilni telefoni (ili modemi koji pristupaju mobilnoj mreži) su primarna tehnologija za podnošenje zahteva i dobijanje informacija sa centralnih servera ili pozivnih centara [10].

Putnici koji planiraju da koriste javni saobraćaj mogu dobiti savet o ruti, sa instrukcijama koje autobuse ili vozove da koriste, putem aplikacija na smart telefonu poput Navitime-a koji koriste milioni korisnika u Japanu. Takvim servisima korisnici mogu biti informisani o pešačkim rutama, javnom saobraćaju, cenama, redovima vožnje, napredovanju na ruti, kašnjenjima, ulazima i izlazima. Da bi se to ostvarilo vrši se integracija GNSS pozicioniranja na strani klijenta i vraćanja rute za prosleđeni upit na strani servera. Širom sveta su razvijeni brojni takvi sistemi koji se koriste na mobilnim uređajima. Glavne prepreke za širu upotrebu sistema za navođenje pešaka i putnika u javnom transportu su istovremeno i softverske i kognitivne prirode [10].

Lokacijske igre mogu biti definisane kao računarske igre u kojima lokacije igrača u stvarnom svetu imaju uticaj na način kako se igra razvija. Drugi termini koji se koriste za igre sa više igrača koje se odvijaju u urbanom okruženju su: „urbane igre“ ili „ulične igre“. Najznačajnije karakteristike lokacijskih igara su: mobilnost, interakcija u javnosti, specifičnost lokacije i integracija fizičkog i digitalnog sveta. „Prožimajuće igre“ (*pervasive games*) je termin koji se koristi za tradicionalne igre i igračke koje su proširene računskom funkcionalnošću ili za virtualne, računarske igre vraćene u realni svet. Lokacijske igre mogu biti izvedene iz igara koje se igraju na otvorenom i iz računarskih i društvenih igara. Prva vrsta igara obično predstavlja kombinaciju nekih spoljašnih aktivnosti poput: lova, skrivanja, potere sa dodatnim elementima igre koje obezbeđuje mobilna tehnologija. Najčešće su tu dodatni elementi zasnovani na interakciji i komunikaciji. Igre izvedene iz računarskih ili društvenih igara najčešće se vraćaju u realan svet pri čemu ih igraju isključivo ljudi, dok računar služi da prati razvoj igre. Geokešing je primer nekompetitivne lokacijske igre koja je dosta popularna u svetu. Geokešing je igra u kojoj se vrši potraga za blagom koje je napolju negde skriveno. Učesnici igre koriste GNSS prijemnike ili druge navigacione tehnike da sakriju ili

pronađu posude (koje se nazivaju „geokeš“ ili „keš“) bilo gde u svetu. Tipični keš je mala nepromoćiva posuda koja sadrži dnevnik sa olovkom i „blago“ najčešće neka igračka ili nakit male vrednosti. Kada igrač pronađe keš on se upisuje u dnevnik keša i unosi koordinate pronađenog keša na Internet sajtu na kojem se nalazi listing pronađenih keševa. Igrač može da uzme pronađeno „blago“ pod uslovom da u kešu ostavi nešto slične ili veće vrednosti. Takođe, igrač mora da ostavi keš na istom mestu na kojem ga je pronašao [10].

Proširena realnost (*Augmented reality*, AR) kombinuje realni svet sa digitalnim podacima. Većina istraživača u oblasti proširene realnosti koristi video snimke uživo u koje sistem digitalno ubacuje računarski generisanu grafiku. Drugim rečima, sistem proširuje snimak digitalnim podacima. Proširena realnost kombinuje oblasti računarske vizije i računarske grafike. Često se proširena realnost definiše kao sistem u realnom vremenu. Međutim, pod proširenom realnošću se smatra i proširenje fotografija sve dok sistem vrši proširenje u tri dimenzije i dok postoji određena interakcija. Veza između proširene realnosti i lokacijskih servisa se uglavnom ostvaruje kroz geoprostorno proširenje. Lokacijski servisi su potpomognuti podacima sa senzora (GNSS, magnetometar, akcelerometar) i ti podaci se koriste da u realnom vremenu prikazu informacije na objektima i ljudima dok se korisnik kreće kroz realni svet. LBS servisi sa proširenom realnošću se koriste u turizmu, u video igrama (Pokémon Go!), u obrazovanju, itd [11].

Kao što je već pomenuto, lokacijski servisi imaju značajnu primenu u medicini. mHealth (*mobile health*) je medicinska i javna zdravstvena praksa koja koristi mobilne uređaje poput mobilnih telefona, uređaja za praćene pacijenata i drugih bežičnih uređaja. To je globalna inicijativa podržana od strane svetske zdravstvene organizacije. mHealth je podeljen u više kategorija pri čemu nisu sve kategorije u direktnoj vezi sa lokacijskim servisima. Navigacione potrebe slepih korisnika su oblast lokacijskih servisa koja je najviše razvijena oblast lokacijskih servisa mHealth-a. Njihova svrha je da pomognu osobama sa oštećenim vidom korišćenjem personalne navigacije i pri tome pokrivaju planiranje rute do određenog odredišta kao i vođenje korisnika duž te rute. Pri planiranju rute uzimaju se u obzir želje korisnika, a da se istovremeno optimizuje vreme putovanja i rastojanje. U početku je oprema korišćena za vođenje slepih korisnika bila teška i glomazna i nije mogla da se koristi svakodnevno. Međutim, sa razvojem smart telefona danas je moguće razviti takve sisteme koje je moguće koristiti bez posebnog obučavanja [10]. Obzirom da čitači ekrana za mobilne uređaje mogu obezbediti audio opis korisničkog interfejsa, univerzalni pristup lokacijskim servisima postaje realnost u oblasti mobilnog asistiranja. Veliki medicinski centri počinju da ulažu u hibridne navigacione srevice i aplikacije na smart telefonima koje omogućavaju osoblju, pacijentima i posetiocima da se kreću od svog doma do određene lokacije u objektu koristeći različite rute za različite kategorije korisnika (npr. rute pogodne za korisnike u kolicima) [7].

Zahtevi korisnika za mnoge afirmisane aplikacije lokacijskih servisa poput navigacije, informisanja kroz zabavu i društvenih mreža su uglavnom ostali istovetni kao i na početku njihovog korišćenja. Poslednjih godina, pojavila se rastuća grupa novih aplikacija koje zahtevaju veću horizontalnu i vertikalnu tačnost. Ove aplikacije variraju od proširene realnosti do inovativnih bezbednosno kritičnih mHealth tehnologija poput vođenja osoba sa oštećenim vidom, koje su među najzahtevnijim vrstama aplikacija na smart telefonima. Aplikacije poput geomarketinga i oglašavanja, upravljanja prevarama i naplate na osnovu lokacije zahtevaju autentikaciju pozicije da bi zaštitili korisnike od



smetnji u vidu zlonamernih signala (*spoofing*). U tabeli 2 su prikazani najznačajniji zahtevi korisnika u pogledu lokacijskih servisa [7].

Tabela 2. *Najznačajniji zahtevi korisnika LBS-a* [7]

<b>Nazivi aplikacija</b>	<i>Navigacija, sport, praćenje, društvene mreže, poslovne aplikacije, Video igre</i>	<i>Proširena realnost, mHealth, geo-marketing i oglašavanje, zaštita i spasavanje</i>
<b>Zahtevi u pogledu pozicioniranja</b>	Raspoloživost TTFF*	Tačnost Autentikacija Raspoloživost TTFF*
<b>Drugi zahtevi</b>	Konektivnost (uključujući i kraća rastojanja) Interoperabilnost Potrošnja energije	Konektivnost (uključujući i kraća rastojanja) Interoperabilnost Potrošnja energije

\* Vreme do prve ocene pozicije (*Time-to-First Fix*)

## 5. Zaključak

Kompleksnost aplikacija za lokacijske servise potiče od međuzavisnosti mnogih elemenata arhitektura lokacijskih servisa, kao i od neophodnosti realizacije ovih aplikacija u realnom vremenu. U oblasti lokacijskih servisa postoje značajna istraživanja i napredak ali i komercijalni izazovi, tako da realizovane aplikacije za lokacijske servise i dalje nisu mnogobrojne na globalnom nivou. Međutim, sa sve većim korišćenjem mobilnih uređaja, posebno smart telefona, lokacija postaje najznačajniji pokretač sveprisutnih i situacionih servisa i potpuno nove generacije aplikacija, koje se očekuju u budućnosti. Aplikacije opisane u ovom radu ukazuju na njihovu izraženu raznolikost i za sada ne postoji dovoljna konceptualna i tehnička integracija između njih. Međutim, sa sve rasprostranjenijim razvojem arhitektura za mobilne aplikacije, može se očekivati da i u oblasti lokacijskih servisa budu primenjena pozitivna iskustva iz srodnih oblasti istraživanja.

## Literatura

- [1] S. Spiekermann, "General Aspects of Location-Based Services", *Location-Based Services*, ed. J. Schiller, A. Voisard, Elsevier, 2004, pp. 9-26.
- [2] 3rd Generation Partnership Project, "Technical Specification Group Services and System Aspects; Functional stage 2 description of Location Services (LCS)", TS 23.271, v. 14.2.0 r. 14, 2017.
- [3] J. Raper, G. Gartner, H. Karimi, C. Rizos, "Applications of location-based services: a selected review", *Journal of Location Based Services*, vol. 1, no. 2, pp. 89–111, June 2007
- [4] C. Steinfield, "The development of location based services in mobile commerce", *Elife after the dot.com bust*, ed. B. Preissl, H. Bouwman, C. Steinfield, Berlin, Springer, 2004, pp. 177-197

- [5] M. Yassin, E. Rachid. "A Survey of Positioning Techniques and Location Based Services in Wireless Networks". IEEE 2015 Int. Conf. Signal Processing, Informatics, Communication and Energy Systems, Feb 2015, Kozhikode, India. 2015
- [6] J. Willaredt, "WiFi and Cell-ID based positioning - Protocols, Standards and Solutions", SNET Project 2010-2011, [https://www.snet.tu-berlin.de/fileadmin/fg-220/courses/WS1011/snet-project/wifi-cellid-positioning\\_willaredt.pdf](https://www.snet.tu-berlin.de/fileadmin/fg-220/courses/WS1011/snet-project/wifi-cellid-positioning_willaredt.pdf), Pristupljeno 19.10.2017.
- [7] "GNSS Market Report – Location Based Services (LBS)", Issue 5, [https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss\\_market\\_report\\_2017\\_\\_lbs.pdf](https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss_market_report_2017__lbs.pdf), 2017, Pristupljeno 19.10.2017.
- [8] G. J. Nalepa, S. Bobek, "Rule-Based Solution for Context-Aware Reasoning on Mobile Devices", Computer Science and Information Systems, vol. 11, no. 1, pp. 171–193, 2014
- [9] F. Gui, M. Guillen, N. Rishe, A. Barreto, J. Andrian, M. Adjouadi, "A Client-Server Architecture for Context-Aware Search Application", International Conference on Network-Based Information Systems, NBIS '09, Avg 2009, IN, USA, pp. 239-246
- [10] J. Raper, G. Gartner, H. Karimi, C Rizos, "A critical evaluation of location based services and their potential", Journal of Location Based Services, vol. 1, no. 1, pp. 5–45, March 2007
- [11] S. Siltanen, "Theory and applications of marker-based augmented reality", VTT, 2012

**Abstract:** *The modern applications of location-based services need to be tailored to different user requirements and a wide range of usage conditions. In this paper we paid most attention to currently very popular context-aware applications. In addition, an overview of the positioning techniques that are fundamental for location-based services is given. Also the challenges faced by science and practice in the field of location-based services are highlighted.*

**Keywords:** *Location-based services, positioning, context-aware applications*

## **PRINCIPLE AND APPLICATION PROGRESS IN LOCATION-BASED SERVICES**

Marko Đogatović, Vesna Radonjić Đogatović