

Problemi klasifikacije mobilnih aplikacija

Uroš Šuljić

Croatia osiguranje d.d. - Zagreb

Filijala Rijeka

Korzo 39, 51000 Rijeka, Hrvatska

usuljic@gmail.com

SAŽETAK

Pametni telefon (Smartphone), je mobilni telefon, koji ima funkcije osobnog digitalnog asistenta (PDA) i mobilnog telefona. Današnji modeli, služe kao mali multimedijски uređaji i kamere, sa ekranima na dodir visoke rezolucije, internet pretraživači koji mogu pristupiti i ispravno prikazati standardne internet stranice, a ne samo optimizirane za mobilne uređaje, zatim, GPS navigaciju, Wi-Fi i mobilni širokopojasni pristup. Izraz *smartphone* je obično korišten u opisu telefona sa više naprednih mogućnosti i povezivanja, nego obični telefoni, iako razlika može biti nejasna, i ne postoji službena definicija, što čini razliku među njima. Definicije se također mijenjaju vremenom, jer mnogi "obični" telefoni sada imaju mogućnosti, koje su "smartphone"-i imali u prošlosti.

Operativni sistemi koji su zastupljeni u ovim uređajima su: Symbian OS, Windows Mobile, iOS, Android, PalmOS.

Najveći proizvođači su: tajvanski HTC, Nokia, Motorola, Apple, Samsung, LG i Hewlett-Packard.

Na tržištu (31.03.2013.) postoje stotine tisuća zanimljivih aplikacija (App Store 775.000, Google play 900.000, Market place 150.000, App World 100.000), te se stoga postavlja pitanje - što ponuditi korisniku, kojim putem krenuti i koju razvojnu platformu odabrati? (CASE 25)

Ključni korak za analizu korištenja mobilne aplikacije je klasificiranje aplikacija u neku od predefiniраниh kategorija. Učinkovito klasificiranje mobilnih aplikacija nije nimalo jednostavan zadatak uslijed ograničenih kontekstualnih informacija dostupnih za analizu. U tu svrhu, u ovom radu prikazan je pristup u kojem se najprije obogaćuju kontekstualne informacije mobilnih aplikacija korištenjem dodatnih Web znanja dobivenih iz Web pretraživača. Različiti tipovi mobilnih aplikacija mogu biti značajni u različitim kontekstima stvarnoga svijeta. Izdvojene su neke kontekstualne karakteristike za mobilne aplikacije iz kontekstualno bogatih log-ova (zapisnika) iz mobilnih uređaja korisnika.

Ključne riječi

MobIS, Raspoznavanje mobilnih procesa (RPM), Automatska klasifikacija mobilnih aplikacija, Web znanje, konteksti stvarnog svijeta, PND metoda.

1. UVOD

1.1 Specifičnosti mobilnih informacijskih sustava

Pri obavljanju mobilnih aktivnosti, poželjna je računalna potpora. Za stacionarne aktivnosti, tu potporu daje klasični IS. No, klasični IS nije prilagođen mobilnom radu stoga što ne može osigurati računalnu potporu na mjestu izvođenja same mobilne aktivnosti. Zato je potrebno uvesti mobilni informacijski sustav (MobIS) kao podsustav klasičnog IS-a

namijenjen djelotvornoj računalnoj potpori mobilnim aktivnostima. MobIS odlikuju određene specifičnosti. Da bi se te specifičnosti mogle pojasniti, potrebno je prvo precizno definirati mobilni informacijski sustav na deskriptivni i genetički način.

Deskriptivna definicija MobIS-a glasi:

Mobilni informacijski sustav je dio organizacijskog sustava namijenjen prikupljanju, pohrani, pretrazi, obradi i distribuciji podataka i onda kada se te funkcije obavljaju kroz mobilne aktivnosti, to jest kada ih obavljaju ili mobilni korisnici, ili korisnici na nepostojanim lokacijama, ili oboje.[15]

MobIS ima iste funkcionalnosti kao i IS, samo što su neke od njih ograničenijeg opsega zbog radnih uvjeta mobilnog korisnika i tehničkih razloga.

Genetička definicija MobIS-a glasi:

Mobilni informacijski sustav je podsustav organizacijskog IS-a čija je zadaća na operativnoj razini podržati mobilne procese s ciljem unapređenja sveukupne, stacionarne i mobilne, operativne djelotvornosti te ostvarenja boljeg upravljanja i odlučivanja. Povećanjem operativne djelotvornosti i ažurnosti, MobIS skraćuje vrijeme reakcije sustava pri upravljačkim odlukama.[15]

Obje definicije MobIS-a, deskriptivna i genetička, zapravo su proširenja odgovarajućih definicija klasičnog IS-a eksplicitnim dodatkom o podršci mobilnim aktivnostima na mjestu njihovog obavljanja.

Stoga se na osnovu navedenih definicija može postaviti opća razlikovna definicija MobIS-a u odnosu na klasični IS:

Za razliku od klasičnog IS-a gdje je računalna potpora aktivnostima koje provode korisnici uvijek na stacionarnom mjestu, bile te aktivnosti stacionarne ili mobilne, u mobilnim informacijskim

sustavima računalna potpora za mobilne aktivnosti uvijek se pruža na mjestu izvođenja aktivnosti. [15]

Sa sve širom uporabom mobilnih uređaja posljednjih godina, razvijen je velik broj mobilnih aplikacija za mobilne korisnike. Mobilne aplikacije igraju značajnu ulogu u svakodnevnim životima mobilnih korisnika.

Općenita opisna definicija mobilnog korisnika glasi: *Osoba čije profesionalne zadaće mogu biti obavljene samo u mobilnom okruženju koje odlikuje pokretljivost korisnika i nedostatak ožičene telekomunikacijske infrastrukture. [15]*

1.2 Metodologija i faze razvoja MobIS-a

Projektiranje i izvedba svakog IS-a, pa tako i mobilnog informacijskog sustava je složen i dugotrajan posao. Taj se posao ne može obaviti samo na temelju intuicije ili iskustva pojedinačnih projekatana, već na temelju neke teoretski zasnovane i empirijski provjerene metodike.

Metodika za projektiranje IS je skup metoda za modeliranje relevantnih elemenata sustava, korištenih u propisanom redosljedu sa svrhom izrade projekta informacijskoga sustava. [16]

Za projektiranje i razvoj mobilnih informacijskih sustava ukratko je predstavljena metoda **Raspoznavanje mobilnih procesa** (kraće RMP) [15] - prema jednom od ključnih koraka njezine provedbe.

Metodika RMP se može odrediti kao **skup metoda, povezanih u točno određeni slijed te namijenjenih projektiranju i razvoju mobilnih informacijskih sustava.**

Osnovne zamisli RMP metodike za projektiranje i razvoj mobilnih informacijskih sustava su:

➤ Rano uočavanje mobilnih procesa i aktivnosti, iz skupa svih procesa i aktivnosti nekog objektnog sustava, prije početka detaljnog modeliranja poslovnih procesa

➤ Strogo formalno definiranje i opisivanje mobilnih procesa i aktivnosti korištenjem općenito prihvaćenog industrijskog standarda za modeliranje poslovnih procesa u skladu s normom BPMN (Business Process Model and Notation)

➤ Precizno utvrđivanje temeljne arhitekture MobIS-a te informacijskih i komunikacijskih tehnologija za njegovu izgradnju, ovisno o okolnostima u kojima će se koristiti mobilni informacijski sustav, s obzirom na dostupnost središnjih podatkovnih resursa

➤ Povezivanje metodike za projektiranje i razvoj MobIS-a s metodikama za projektiranje i razvoj klasičnih informacijskih sustava, jer je mobilni informacijski sustav gotovo uvijek sastavni dio (ili podsustav) nekog sveobuhvatnijeg IS-a. [15]

1.3 Mobilne aplikacije

Mobilna aplikacija, najčešće se spominje kao app, je vrsta aplikacije tj. softver dizajniran za rad na mobilnom uređaju, kao što je smartphone ili tablet računalo. Mobilne aplikacije često služe kako bi korisnicima pružale slične usluge onima pristupnima na osobnim računalima. Aplikacije su uglavnom male, individualne softverske jedinice s ograničenim funkcijama. Ovakvo korištenje softvera je popularizirao Apple Inc i njegov App Store, koji prodaje tisuće aplikacija za iPhone, iPad i iPod Touch.

Mobilne aplikacije također mogu biti poznate kao app, web app, online aplikacija, iPhone app ili smartphone app.

Studija upotrebe mobilnih aplikacija može pomoći u razumijevanju interesa korisnika te na taj način potaknuti mnoge

inteligentne personalizirane usluge poput preporuke aplikacija i ciljanog oglašavanja [4, 6, 13].

Informacije dobivene direktno iz mobilnih aplikacija najčešće su vrlo ograničene i nejasne. Zbog velikog broja i brzog povećavanja mobilnih aplikacija potrebno je imati učinkovit i automatski pristup za klasifikaciju mobilnih aplikacija.

Klasifikacija mobilnih aplikacija je još uvijek u fazi razvoja. Glavni problem leži u tome što ne postoje učinkovite i eksplicitne karakteristike zbog ograničenih kontekstualnih informacija aplikacija dostupnih za analizu. Postoje ograničene kontekstualne informacije o mobilnim aplikacijama u njihovim imenima, a jedine dostupne eksplicitne karakteristike mobilnih aplikacija su semantičke riječi sadržane u njihovim imenima. Ove riječi obično su prekratke i nejasne da bi reflektirale odnos između mobilnih aplikacija i pojedinih kategorija.

U tu svrhu, u ovom radu opisano je korištenje Web znanja te konteksta stvarnog svijeta za obogaćivanje informacija aplikacija tako poboljšavajući performanse klasifikacije mobilnih aplikacija.

Web pretraživači se koriste za pribavljanje isječaka za opis dane mobilne aplikacije pri obogaćivanju tekstualnih karakteristika aplikacije. Međutim, ponekad može biti teško prikupiti dostatne informacije na Web-u za nove ili rijetko korištene mobilne aplikacije. U ovom slučaju od koristi mogu biti značajni konteksti stvarnog svijeta mobilnih aplikacija. Pojedini autori [4, 6, 13] upućuju na to kako je korištenje aplikacija kod mobilnih korisnika obično osjetljivo na kontekst (lokacija, vrijeme). Primjerice, poslovne aplikacije se često koriste unutar konteksta poput „Lokacija: Radno Mjesto“, „Profil: Sastanak“, dok se igre obično koriste unutar konteksta poput „Lokacija: Dom (Home)“, „Da li je praznik: Da“.

U usporedbi sa Web znanjem, značajni konteksti stvarnoga svijeta novih ili rijetko korištenih mobilnih aplikacija mogu biti dostupniji budući da se mogu prikupiti iz kontekstualno bogatih log-ova (zapisnika) mobilnih uređaja korištenih od strane korisnika. Korištenjem značajnih karakteristika iz stvarnog svijeta mogu se kod mobilnih aplikacija unaprijediti performanse klasifikacije podataka. Radi preciznosti, to možemo sažeti kao što slijedi.

Prvo, automatska klasifikacija mobilnih aplikacija je novi problem koji je još uvijek u fazi razvoja. Ovaj rad se osvrće na iskoristivost i Web znanja i značajnih karakteristika iz stvarnog svijeta za obogaćivanje ograničenih kontekstualnih informacija mobilnih aplikacije prilikom rješavanja ovoga problema.

Drugo, proučava se i izdvaja nekolicina učinkovitih karakteristika i iz Web znanja i iz kontesкта stvarnog svijeta. Potom, kombiniranje učinkovitih karakteristika za testiranje visoko učinkovitog klasifikatora mobilnih aplikacija.

2.KONTEKSTUALNE INFORMACIJE APLIKACIJA

Taksonomija aplikacije - Kako bi prepoznali semantičko značenje aplikacija možemo svaku aplikaciju klasificirati unutar jedne ili više kategorija prema predefiniranoj takosonomiji aplikacije.

Isječci pretrage (Search Snippets) - korištenje Web znanja za obogaćivanje tekstualnih informacija aplikacija. Preciznije, ponajprije pretražuje se ime svake aplikacije u Web pretraživaču (npr. Google ili drugi aplikacijski pretraživači) i potom dobijemo isječke pretrage kao dodatne tekstualne informacije pripadajuće aplikacije. Isječak pretrage je sažetak Web stranice koja se vraća kao upit postavljen pretraživaču. Tekstualne informacije u isječcima pretrage su kratke, ali mogu

učinkovito sažeti pripadajuće Web stranice.

Kontekstualni log - Pametni mobilni uređaji mogu zabilježiti povijesne kontekstualne podatke i pripadajuće podatke o upotrebi aplikacija od strane korisnika kroz bogate log-ove (zapisnike) uređaja, ili skraćeno kontekstualne log-ove. Primjerice, Tablica 1 prikazuje mali pokusni kontekstualni log koji sadrži nekoliko kontekstualnih podataka, i gdje se svaki podatak sastoji od vremenske oznake, najdetaljnije informacije u danom trenutku i pripadajući podatak o korištenju aplikacije od strane korisnika zabilježen od strane mobilnog uređaja. Kontekstualne informacije u vremenskom trenutku su predstavljene sa nekoliko karakteristika (npr. naziv dana, vremenski period i lokacija) i njihovim pripadajućim vrijednostima (npr. Subota, 8:00-9:00 AM i dom (home)) koje mogu biti zabilježene kao kontekstualni parovi značajka-vrijednost. Podaci o upotrebi aplikacija mogu biti i prazni (naznačeni kao „Null“) budući da korisnici ne koriste uvijek aplikacije. U Tablici 1, sirovi podaci vezani uz lokaciju u kontekstualnim podacima, poput GPS koordinata ili šifre ćelija (cell IDs) transformiraju se u semantičke lokacije poput „Dom (Home)“ i „Radno mjesto“ putem metode rudarenja lokacije [7]. Osnovna ideja takvog pristupa je pronaći skupine pozicija korisnika i prepoznati njihova značenja kroz analizu vremenskih uzoraka.

2.1 Model kreiranja klasifikacije aplikacija

Ključni problem je taj da je dužina imena aplikacija obično prekratka i sadržane riječi su vrlo oskudne. Posljedično, teško je kreirati učinkovitu klasifikaciju uzimanjem u obzir samo riječi u imenu aplikacije. Dostupni podaci za kreiranje su obično ograničene veličine i ne moraju obuhvaćati dovoljno velik skup riječi koji bi

Tablica 1: Mali pokusni kontekstualni log iz skupa podataka iz stvarnog svijeta

Vremenska oznaka	Kontekst	Podaci o korištenju aplikacije
t_1	(Ime dana: Ponedjeljak),(Vremenski raspon: AM8:00-9:00),(Profil: Generalni),(Lokacija: Dom(Home))	Ljute ptice (Angry Birds)
t_2	(Ime dana: Ponedjeljak),(Vremenski raspon: AM8:00-9:00),(Profil: Generalni),(Lokacija: U pokretu)	Null
t_3	(Ime dana: Ponedjeljak),(Vremenski raspon: AM8:00-9:00),(Profil: Generalni),(Lokacija: U pokretu)	Twitter
...
t_{55}	(Ime dana: Ponedjeljak),(Vremenski raspon: AM8:00-9:00),(Profil: Generalni),(Lokacija: U pokretu)	UC Web
t_{56}	(Ime dana: Ponedjeljak),(Vremenski raspon: AM8:00-9:00),(Profil: Generalni),(Lokacija: U pokretu)	Null
t_{57}	(Ime dana: Ponedjeljak),(Vremenski raspon: AM8:00-9:00),(Profil: Generalni),(Lokacija: U pokretu)	Aplikacija za slušanje glazbe

reflektirao odnos između aplikacija i oznaka kategorija. Stoga, nova aplikacija čije se parcijalne ili sve riječi u imenu ne pojavljuju u podacima za kreiranje neće donijeti rezultate klasifikacije ukoliko se klasifikacija bazira samo na riječima u imenu aplikacije. U tu svrhu, razmatraju se ostale učinkovite karakteristike koje mogu odraziti odnos između aplikacija i oznaka kategorija. U nastavku rada, predstavljene su karakteristike izdvojene i iz značajnog Web znanja i iz kontekstualnih informacija za kreiranje klasifikacije aplikacija.

3. IZDVAJANJE TEKSTUALNIH KARAKTERISTIKA BAZIRANIH NA WEB ZNANJU

U ovom odjeljku, predstavljeno je kako koristiti Web znanje za izdvajanje dodatnih tekstualnih karakteristika za mobilne aplikacije. Istražuju se dvije takve vrste tekstualnih karakteristika koje odražavaju odnos između aplikacija i pripadajućih oznaka kategorije, i to, eksplicitnu povratnu vezu i implicitnu povratnu vezu semantičkih tema.

3.1 Explicitna povratna veza

Ova vrsta karakteristika koristi najviše rangirane rezultate (npr. isječke pretrage) vraćene od strane Web pretraživača korištenjem eksplicitne povratne veze [11]. Kod dane aplikacije i njezine oznake kategorije, najprije prosljedimo ime aplikacija u Web pretraživač (npr. Google). Potom, za svaki od najviše rangiranih rezultata isti se mapira u oznaku kategorije u taksonomiji aplikacije. Tri su koraka u procesu mapiranja isječaka u kategorije. Prvo, za svaku kategoriju aplikacije, integrira se sve najviše rangirane isječke vraćene od strane Web pretraživača za neke prethodno odabrane aplikacije označene kao profil kategorije. Uklone se sve vezne riječi (npr, “od”, “i”) i normaliziraju glagoli i pridjevi (npr., “igra!- igrati”, “bolji! - dobar”).

3.2 Implicitne povratne veze semantičkih tema

Iako eksplicitna povratna veza može prikazati odnos između aplikacije i oznake

kategorije u terminima pojave riječi, ona ne uzima u obzir latentna semantička značenja iza riječi i ne mora dobro raditi u nekim slučajevima. Primjerice, sljedeće riječi „Igra“, „Igrati“ i „Zabavno“ se tretiraju kao potpuno drugačije. Međutim, ove riječi ipak imaju latentne semantičke veze budući da se mogu kategorizirati u istu semantičku temu „Zabava“. Latentne semantičke teme mogu poboljšati izvedbu kratkih i oskudnih tekstualnih klasifikacija. Gledajući tekstualne karakteristike koje razmatraju implicitne povratne veze semantičkih tema predlaže se korištenje često korištenog modela latentne dirichlet alokacije (LDA) [1, 9] za učenje latentnih semantičkih tema.

Latentna Dirichletova Raspodjela (LDA) je generativni model koji objašnjava sličnosti i veze dijelova podataka unutar naizgled nepovezanih skupina.

4. IZDVAJANJE KONTEKSTUALNIH KARAKTERISTIKA STVARNOG SVIJETA

U ovom odjeljku predstavljeno je kako učinkovito izdvojiti kontekstualne karakteristike mobilnih aplikacija iz kontekstualnih log-ova stvarnog svijeta. Opisana su dva tipa kontekstualnih karakteristika, i to pseudo povratne veze i česti kontekstualni uzorci.

4.1 Pseudo povratne veze

Prvi tip kontekstualnih karakteristika razmatra povratne veze konteksta. Pretpostavlja se da je upotreba pojedine kategorije aplikacija važna za neki kontekstualni par karakteristika-vrijednost. Preciznije, ako se uzmu aplikacije u kategoriji „Igre/strateške igre“ one mogu biti značajne za neke kontekstualne parove karakteristika npr. (Dio dana: večer) i (Lokacija: Dom (home)).

Bazirano na ovoj pretpostavci, mogu se izgraditi kontekstualne veze za svaku kategoriju aplikacija. Poslije izgradnje konteksta za kategorije aplikacija, možemo koristiti povratnu vezu pseudo kategorije bazirane na sličnosti konteksta kao kontekstualne karakteristike.

4.2 Česti kontekstualni uzorci

Kada se koriste pseudo povratne veze konteksta, razmatramo svaki jedinstveni par karakteristika-vrijednost kao nezavisnu mjeru za odnos između konteksta i upotrebe pojedine kategorije aplikacija. Međutim, nedavno su neki istraživači ukazali na to da su neki kontekstualni parovi karakteristika-vrijednost međusobno povezani a ne odvojeni elementi i da su njihova istovremena pojavljivanja ujedno važna za korištenje aplikacija [2]. Nastavno, proučavaju se kontekstualne karakteristike ne bi li se ustanovili odnosi između istovremenih pojavljivanja kontekstualnih parova karakteristika-vrijednost i korištenja aplikacije.

Nije trivijalan posao rudariti ove kontekstne uzorke. Kao što su istakli Cao i ostali [2] količina kontekstnih podataka i podataka o korištenju aplikacije je često ekstremno neuravnotežena, što otežava rudarenje takvih kontekstualnih uzoraka kroz tradicionalne pristupe rudarenja. Rudarenjem kontekstualnih uzoraka promatraju se pojave značajnih kontekstualnih uzoraka kao boolean karakteristika za utvrđivanje prikladne oznake kategorija na sličan način kao što se koriste riječi u imenima aplikacije.

5. UMJESTO ZAKLJUČKA

U svakom znanstvenom ili stručnom području javlja se potreba za sređivanjem i klasificiranjem objekata i pojava koje su predmeti proučavanja. Tako je i u području

informatičkih znanosti prisutan veći broj različitih klasifikacija informatičkih sustava. Postojeće klasifikacije polaze od različitih oblika i svojstava postojećih sustava, ali ne objašnjavaju njihovo porijeklo i nastanak. Sam autor Genetičke taksonomije (Brumec, 1996.) klasifikacije dijeli u dvije skupine:

- deskriptivne i
- genetičke.

Deskriptivne ili opisne klasifikacije informatičkih sustava polaze od značajki gotovih informatičkih sustava i objašnjavaju njegove funkcionalne značajke i unutarnju strukturu, te poslovno područje za koje je namijenjen. Zajednička karakteristika takvih klasifikacija je usmjerenost na tehnološke, funkcionalne i radne značajke informatičkih sustava, ali onakvih kakvi su nakon samoga razvoja i primjene.

Genetičke klasifikacije trebale bi opisivati svrhu postojanja informatičkoga sustava, njegovo ishodište i način njegovoga nastajanja.

Opisne klasifikacije imaju značaj za korisnike informatičkoga sustava, međutim projektantima informatičkih sustava nisu dovoljne u razumijevanju razloga izgradnje i načina nastanka informatičkih sustava.

U ovom radu prikazan je pristup za klasifikaciju mobilnih aplikacija korištenjem i Web znanja i značajnih konteksta stvarnog svijeta. Najprije je izdvojeno nekoliko tekstualnih karakteristika baziranih na Web znanju korištenjem prednosti Web pretraživača. Potom su iskorišteni kontekstualni log-ovi stvarnog svijeta koji bilježe podatke o korištenju aplikacija i pripadnih značajki za izdvajanje značajnih kontekstualnih karakteristika. Posljednje, integrirane su obje vrste karakteristika za dobivanje klasifikacije aplikacija.

Projekti razvoja informatičkih sustava (IS) postaju sve složeniji. Voditelji projekta sve teže uspijevaju isporučiti gotov projekt u dogovorenom vremenu i u okviru dogovorenih troškova. Iz toga se nameće zaključak da uspjeh projekta razvoja IS sve više ovisi o organizacijskim sposobnostima uočavanja, klasifikacije i upravljanja složenošću.

Jedna od metoda namijenjena procjeni složenosti projektiranja IS je koncentrirana na mjerenje količine podataka na dokumentima, pa je prema tome nazvana metoda Podaci na dokumentima (skraćeno PND) [17]. Prilikom definiranja ove metode glavna vodilja je bila pojednostavljenje same procjene i samim tim ubrzanje procesa procjene.

Metoda Podaci na dokumentima (PND), namijenjena je procjeni složenosti projektiranja poslovnih IS i to posebno u fazi analize poslovnih IS. Osnovna pretpostavka metode PND je da je složenost procesa poslovnoga sustava ugrađena u količinu dokumenata i podataka na njima. Pretpostavilo se i pokazalo da količina dokumenata koji kolaju nekim poslovnim sustavom određuje složenost projektiranja IS. U većini slučajeva za sustave s većim brojem dokumenata potrebno je više vremena i truda za njihovo razumijevanje, nego za one s manjim brojem dokumenata.

Mogućnosti proširenja i primjene PND metode za procjenu složenosti na mobilne IS (MobIS) su mnogostruke s tim da je potrebno imati na umu da je cilj ove metode brz i jednostavan način procjene složenosti, te treba dobro razmisliti što uključiti u metodu, a što zanemariti.

6. REFERENCE

- [1] D. M. Blei, A. Y. Ng, and M. I. Jordan. Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, pages 993–1022, 2003.
- [2] H. Cao, T. Bao, Q. Yang, E. Chen, and J. Tian. An effective approach for mining mobile user habits. In *CIKM'10*, pages 1677–1680, 2010.
- [3] H. Cao, D. H. Hu, D. Shen, D. Jiang, J.-T. Sun, E. Chen, and Q. Yang. Context-aware query classification. In *SIGIR'09*, pages 3–10, 2009.
- [4] M. Kahng, S. Lee, and S.-g. Lee. Ranking in context-aware recommender systems. In *WWW'11*, pages 65–66, 2011.
- [5] X. Li, H. Cao, H. Xiong, E. Chen, and J. Tian. Bp-growth: Searching strategies for efficient behavior pattern mining. In *MDM'12*, 2012.
- [6] Q. Liu, Y. Ge, Z. Li, E. Chen, and H. Xiong. Personalized travel package recommendation. In *ICDM'11*, pages 407 – 416.
- [7] H. Ma, H. Cao, Q. Yang, E. Chen, and J. Tian. A habit mining approach for discovering similar mobile users. In *WWW'12*, 2012.
- [8] K. Nigam. Using maximum entropy for text classification. In *In IJCAI-99 Workshop on Machine Learning for Information Filtering*, pages 61–67, 1999.
- [9] X.-H. Phan, C.-T. Nguyen, D.-T. Le, L.-M. Nguyen, S. Horiguchi, and Q.-T. Ha. A hidden topic-based framework toward building applications with short Web documents. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 23:961 – 976, 2010.
- [10] M. Sahami and T. D. Heilman. A Web-based kernel function for measuring the similarity of short text snippets. In *WWW '06*, pages 377–386, 2006.
- [11] G. Salton, A. Wong, and C. S. Yang. A vector space model for automatic indexing. *Commun. ACM*, 18:613–620, 1975.
- [12] D. Shen, J.-T. Sun, Q. Yang, and Z. Chen. Building bridges for Web query classification. In *SIGIR '06*, pages 131–138, 2006.
- [13] K. Yu, B. Zhang, H. Zhu, H. Cao, and J. Tian. Towards personalized context-aware recommendation by mining context logs through topic models. In *PAKDD'12*, 2012.
- [14] H. Zhu, H. Cao, H. Xiong, E. Chen, and J. Tian. Towards expert finding by leveraging relevant categories in authority ranking. In *CIKM '11*, pages 2221–2224, 2011.
- [15] S. Brumec. *Razvoj mobilnih informacijskih sustava*. Magistarski rad, Varaždin, 2008.
- [16] M. Pavlić. *Razvoj informacijskih sustava*. Znak, Zagreb, 1996.
- [17] P. Pošćić. *Metoda procjene složenosti projektiranja poslovnih informacijskih sustava*. Doktorska disertacija, Varaždin, 2007.