

UDK 528.9:004.4:004.92:629.072:338.48
Pregledni znanstveni članak

Različita geovizualizacijska rješenja prikaza geoinformacija u turističke svrhe

Robert ŽUPAN¹ – Zagreb

SAŽETAK. U radu su dani znanstveni pregled, usporedba i kritika dosadašnjih radova o kartografskim prikazima i oblicima geovizualizacije na malim ekranima PDA-uređaja. Virtualna okruženja su svakodnevnica za prosječnoga korisnika, te se još uvijek vode znanstvene rasprave o 2D prikazu ili 3D kartografskom prikazu na PDA-uređajima, zbog ograničenja koja imaju. Prikazani su znanstveni projekti i doktorske disertacije s prijedlozima geovizualizacijskih rješenja PDA-uređaja. Vidljivo je da ponekad takva rješenja nisu zaživjela u komercijalnim softverskim paketima koji su ponuđeni turistima. Znanstveni projekti i znanstveni radovi koji se bave takvim temama pojavljuju se sve više i svi su novijeg datuma, međutim primjećuje se da se vrlo malo bave pitanjima o tome jesu li ponuđena rješenja pogodna unutar mobilnog okruženja, a više se bave tehnologijom i problemom ograničenja te tehnologije i pritom se pažnja ne usmjerava na grafičku kvalitetu i jasnoću prikaza.

Ključne riječi: geoinformacije, navigacija, geovizualizacija, PDA-uređaj, turizam.

1. Uvod

Postoji velik broj radova na temu geovizualizacije, posebno prikazivanja geoinformacija na malim ekranima ručnih uređaja. Čitanje kartografskog prikaza na malom ekranu postaje vrlo teško u mobilnim uvjetima. Različiti grafički elementi otežano se čitaju (npr. signature i slova) zbog distorzije uzrokovane rasterskom tehnologijom, tj. tehničkim ograničenjima ekrana (Nagi 2004 i Reichenbacher 2004). Najveći dio radova vezan je uz prikaz geoinformacija s pomoću PDA-uređaja namijenjenih turistima za upotrebu u turistički relevantnom okolišu.

PDA-uređaj (Personal Digital Assistant) može se definirati kao mali ručni uređaj koji pri upotrebi ne treba držati objema rukama, odnosno nije veći od dvadesetak centimetara. Ima neovisan rad, što podrazumijeva neovisno napajanje energijom i ne zahtijeva od korisnika nošenje dodatne opreme. Ne ulazi u kategoriju

¹Dr. sc. Robert Župan, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: rzupan@geof.hr.

PDA-uređaja ako taj uređaj služi samo za računanje i matematičke operacije (kalkulator), ako služi samo za igranje, ili samo prevodi riječi, mjeri napon struje i sl. Takvi uređaji u posljednje vrijeme imaju ekran osjetljiv na dodir, internetski pristup, neki od operativnih sustava posebno namijenjenih PDA-uređajima, ne sa drže tvrdi disk, a brzina procesora kreće se od 200 do 624 MHz.

Geovizualizacija je vizualizacija prostornih informacija ili geoinformacija. Geovizualizacija je uži pojam od pojma vizualizacije, a razlika je među njima upravo u tome što se kod vizualizacije može prikazati bilo koja vrsta i oblik informacija, dok se kod geovizualizacije prikazuje točno određena vrsta informacija – prostorna informacija.

Pojmu *geovizualizacija* ponekad se daje prednost pred pojmom kartografska vizualizacija jer se karta smatra previše ograničenim pojmom za nove mogućnosti prikaza geoinformacija (perspektivnih prikaza, fotografija, animacija i sl.) (Nivala 2005). Zašto se usredotočiti na *geovizualizaciju*? Procjenjuje se da danas od svih digitalnih informacija koje se generiraju u svijetu 80% ima neki oblik prostornih odnosa (npr. geografske koordinate, adresu, poštanski broj i sl.). To omogućuje integraciju različitih vrsta geoinformacija. Istodobno se veličina i kompleksnost različitih vrsta prostornih informacija mogu staviti pod zajednički nazivnik međusobnog prostornog povezivanja.

U dosadašnjim radovima autori se oslanjaju na informacijsku i komunikacijsku teoriju u odnosu na kartografiju. Ta teorija uključuje pitanja modeliranja, strukturiranja i oblikovanja geoinformacija u svrhu mobilne upotrebe u PDA-uređajima. Posljednjih trideset godina predloženo je više modela u procesu kartografske komunikacije, kao i sustav modela koji se mogu primijeniti u kartografiji (vidi npr. McEachren 1995; Meng 2003; Reichenbacher 2004).

U tim radovima autori uključuju sljedeće teorije unutar geovizualizacije:

- informacijsku i komunikacijsku teoriju
- teoriju modela
- teoriju sustava
- spoznajnu teoriju
- teoriju aktivnosti
- teoriju znakova (semiotika).

Te se teorije mogu primijeniti pri geovizualizaciji geoinformacija u mobilnom načinu upotrebe na malim ekranima PDA-uređaja. Geovizualizacija na malim ekranima ograničena je s nekoliko tehničkih nedostataka, kao što su veličina ekrana i njegova rezolucija, nedostatak procesorske snage, memorije i vrijeme trajanja baterije. Također je prijenos informacija bežičnom mrežom trenutačno bitno sporiji nego prijenos fiksnom mrežom. Napredak geovizualizacije za PDA-uređaje usporen je zbog toga što se primjenjuje neadekvatan način grafičkog prikaza i obrade geoinformacija. Uzrok se može vidjeti u upotrebi skeniranih papirnatih karata koje su izrađene za drugi medij, odnosno medij koji ima drugačije karakteristike. Nečitljive i grafički opterećene karte prikazane na malim ekranima relativno niske rezolucije nemaju takve karakteristike pri prikazivanju na velikim ekranima stolnih računala ili laptopa. Kartografski prikazi na PDA-uređajima nisu prilagođeni i *skrojeni* prema korisnicima i njihovim mobilnim aktivnostima. Zbog toga se javlja potreba za prilagodbom prikaza i ponešto drugačijom kartografskom generalizacijom nego što je to uobičajeno na grafičkim prikazima drugih medija. Mobilna upotreba geoinformacija različita je od statične jer se mogu mijenjati način

kretanja, aktivnosti (Župan i Frangeš 2004), a postoji i potencijalno odvracanje pozornosti uz različitu i brzu promjenu traženih informacija. Sve se to odnosi na otežane uvjete upotrebe geoinformacija uz ograničeno vrijeme upotrebe.

Osnovnu primjenu malih ručnih uređaja i njihova rješenja geovizualizacije u mobilnom okruženju nalazimo u upotrebi planova gradova s pretraživanjem zanimljivih mjesta ili lokacija (POI – Points Of Interests). Takvi gradski vodiči uključuju položajno određivanje GPS-om i funkciju snimanja kretanja.

2. Geoprostorna virtualna okruženja

Virtualna okruženja su okruženja virtualne stvarnosti, a virtualna stvarnost je (prema HJP – Hrvatskom jezičnom portalu, URL 1) stvarnost stvorena računalo, prividno ili umjetno, odnosno modernim računalnim i videosustavima. U našem slučaju virtualno okruženje bit će računalo (PDA-uređajem) stvoren privid stvarnog okruženja.

Geoprostorna virtualna okruženja upotrebljavaju se za bolju predodžbu stvarnog okoliša, te da bi se napravila tzv. *superokruženja*, gdje korisnik može osjetiti iskustvo nečega što je inače nevidljivo (apstraktno) i izvan kontrole. Testiranje tvrdnji da geoprostorni virtualni prikazi okoliša imaju prednosti pred tradicionalnim prikazima nije jednostavno, jer prikaz okoliša nije jasno podijeljen u kategorije virtualnih i nevirtualnih (MacEachren i dr. 1999).

2.1 2D ili 3D karte u PDA-uređajima

Dvodimenzionalni kartografski prikazi geoinformacija koji se predočuju PDA-uređajima uobičajeni su i danas se upravo takvi najviše upotrebljavaju u svakodnevnim aktivnostima (ponajviše u svrhu autonavigacije, premda u tom slučaju vizualni prijenos informacija dolazi do izražaja tek nakon zvučnoga, koji je najvažniji). U turističkim vodičima preferira se također dvodimenzionalni prikaz iz više razloga, a najvažniji je ograničenje resursa PDA-uređaja. 2D karte osiguravaju geoinformacije okoliša u kojem se korisnik nalazi. Na tim kartama prikazuje se položaj svih kartografskih objekata kao i karakterističnih objekata u smislu POI i njihovih svojstava, npr. crkve i trgovine koji mogu poslužiti kao orijentacijski objekt tijekom navigacije. Dillemoth (2005) pronalazi da generalizirane karte (s većim stupnjem generalizacije nego inače zbog prikaza na malim ekranima) postižu veći efekt od aerofotosnimki. Korisniku treba manje vremena za obavljanje prosječnog turističkog zadatka uz manje radnji i operacija za snalaženje kroz takve prikaze, ali Dillemoth tvrdi da je aerofotosnimka s mnogo detalja ipak bolja od zastarjele generalizirane karte. Pretpostavlja se određeni mentalni napor koji traži prebacivanje s egocentrične perspektive ili pogleda korisnika na geocentričnu perspektivu karte. Taj napor je manji ako je karta orijentirana uvijek u smjeru kretanja korisnika u odnosu na pogled na kartu, koja je uvijek orijentirana u smjeru sjevera. Istraživanja su pokazala (Winter i Tomko 2004) da je bolje i intuitivnije za korisnikovu percepciju prikazivati njegov trenutni položaj u dnu ekrana i karte nego, kao što je do sada bilo u većini slučajeva, u sredini ekrana. To se objašnjava time što je tako prikazan korisnikov položaj na karti i ekranu bliži njegovu tijelu, a karta prikazuje sva svojstva okoliša oko korisnika.

3D prikazi PDA-uređajem za turističke svrhe u početku su se činili kao dobra ideja, premda neka istraživanja to opovrgavaju (npr. Laakso 2002). Korisnici su tvrdili da su se već naviknuli na upotrebu 2D karata i da im je takav prikaz jednostavniji i brži za rad, te da je upotreba 2D prikaza dovoljna za snalaženje po gradu i za druge turističke svrhe. Neki su korisnici 2D i 3D prikaza ipak dali svoj glas za 3D pri upotrebi u PDA-uređajima zbog toga jer su ga lakše mogli vidjeti pri vanjskoj upotrebi na sunčevu svjetlu.

Istraživanja upotrebe 3D grafičkog prikaza (slika 1) na mobilnim uređajima (Burigat i Chittaro 2007) dala su zaključiti da je 2D, načešće tlocrtni prikaz uz povremeno uklapanje prostornog 3D prikaza (kada korisnik želi dodatnu informaciju o karakterističnim objektima s pomoću kojih se lakše snalazi u svojoj fizičkoj okolini) od velike pomoći turistima (slika 2).



Slika 1. Grad Udine u Italiji u obliku 3D prikaza u PDA-uređaju (Chittaro i dr. 2006).

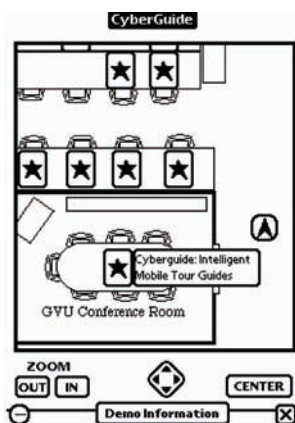


Slika 2. Kombinacija 2D i 3D grafičkog prikaza za lakše snalaženje u gradu (Burigat i Chittaro 2007).

2D prikazi svakako će se još neko vrijeme zadržati na malim ekranima PDA-uređaja zbog navedenih razloga, ali važno je da korisniku osiguraju sve tražene informacije.

3. Projekti

Projekt CYBERGUIDE pokrenut je 1996. godine u Institute of Technology, Georgia. Riječ je o seriji prototipova mobilnih turističkih vodiča. Svi se temelje na Appleovu mobilnom uređaju (Newton). Određivanje položaja u zatvorenim prostorima riješeno je infracrvenim senzorima, dok se u otvorenim prostorima upotrebljava GPS. CyberGuide sastoji se od modula karte, komunikacijskog modula i položajnog modula. Karte se prikazuju u rasterskom obliku kao bitmap. Geoinformacije koje se prikazuju na ekranu čuvaju se u memoriji mobilnog uređaja. Sustav je imao dva nedostatka. Jedan se odnosi na dinamičku promjenu informacija na ekranu koja nije došla do izražaja (slika 3), a drugi je da se povećanjem kapaciteta i količine informacija može poremetiti stabilnost sustava (Long i dr. 1996).

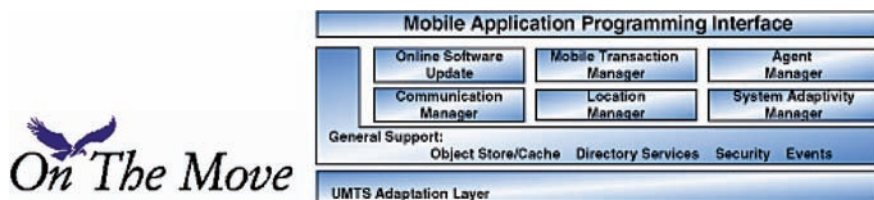


Slika 3. Demonstracija projekta CyberGuide (Long i dr. 1996).

Projekt GUIDE (1997–2000) imao je kao rezultat prilagodljiv spoznajni turistički vodič grada Lancastera u Velikoj Britaniji. Šetajući gradom turist dobiva geoinformacije o objektima koje može vidjeti s trenutnog položaja (Cheverst i dr. 2000). U većini projekata tog vremena upotrebljava se karta kao sredstvo komunikacije i nositelja geoinformacije na mobilnim uređajima. Uključene karte uglavnom su bile u rasterskom formatu. Te su karte skenirane papirnate karte kojih dizajn i oblikovanje nisu predviđeni za upotrebu u drugoj vrsti medija. Takvi grafički prikazi po svojoj veličini i rezoluciji nisu dobri za prikaz na ekranima mobilnih uređaja zbog prije spomenutih karakteristika rasterske tehnologije malih ekrana. Do sada je njihov fokus bio usmjeren na lokacijske usluge i informacije. Čak i pri upotrebi vektorske grafike, karte su osiromašene i njihovo je čitanje otežano u uvjetima mobilnosti. Istraživanja su rezultirala prototipom multimedijjskih alata za PDA-uređaje oblikovanim prema potrebama posjetitelja grada Lancastera.

Projekt DATAMAN proveden je na Rutgers University kao istraživački projekt (Acharya i dr. 1994). Cilj je bio omogućiti rukovanje geoinformacijama u mobilnom okruženju. Unutar projekta DATAMAN istraživanje je usmjereno na korisnikovo sučelje koje se temelji na samom kartografskom prikazu.

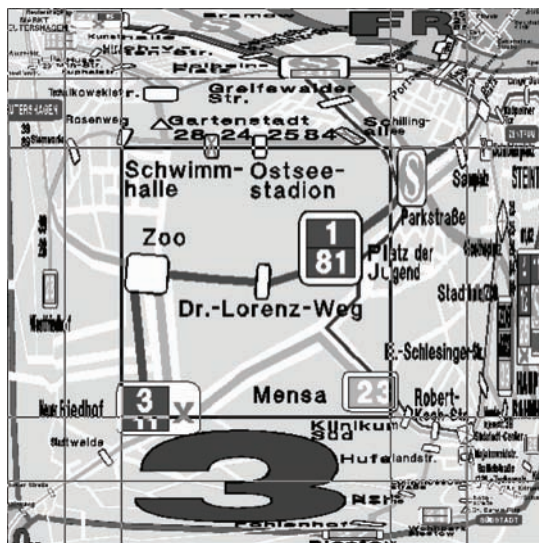
Nekoliko studija o izvedivosti provedeno je u projektu ONTHEMOVE (Kreller i dr. 1998), na inicijativu institucije Ericsson Eurolab. Rezultat je aplikacija gradskog vodiča za PDA-uređaj u obliku dvaju prototipova samostalnih aplikacija izvedenih u programskom jeziku Java, koji se temelje na upotrebi GPS-a. Geoinformacije su prikazane kao skenirani rasterski planovi gradova kod kojih se interaktivnim funkcijama moglo pomicati kartu i mijenjati mjerilo. Korisnik je mogao vidjeti svoj položaj na karti, te izabrati koje će vrste ili skupine podataka biti prikazane (slika 4).



 On The Move

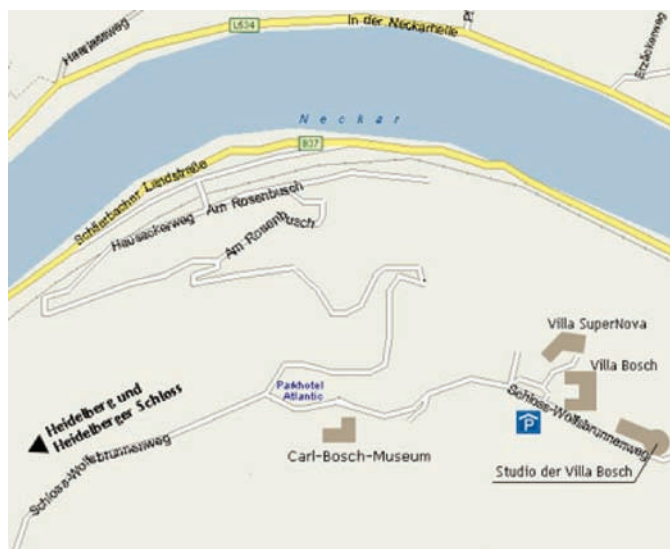
Slika 4. Projekt OnTheMove (URL 2).

Projekt MOVI nastao je 1995., a pokrenut je u centru Fraunhofer Computer Graphics u Rostocku (Kirstie i dr. 1995). Pojavljuju se nove ideje o prikazivanju različitih stupnjeva detalja. Premda su prikazani samo rasterski podaci, razvijaju se nove tehnike prikazivanja geoinformacija na malim ekranima kao što je tzv. riblje oko (u obliku kvadrata) kao na slici 5.



Slika 5. Geovizualizacija u projektu MoVi (URL 3).

U interdisciplinarnom projektu DEEP MAP (slika 6), koji je razvila istraživačka skupina okupljena u European Media Lab (EML), kao rezultat dobiven je osobni prijenosni turistički vodič grada Heidelberga (URL 4). Deep Map obuhvaća istraživanja iz različitih područja računalnih znanosti, npr. geoinformacijskih sustava, baza podataka, inteligentnih korisničkih sučelja i geovizualizacije. Cilj je projekta razvoj tehnologije koja može podnijeti velike količine prostornih informacija, kompleksnih funkcija za upotrebu, ali sve treba biti dostupno prosječnom neuvježbanom korisniku. Jezgra samog vodiča je geoinformacijski sustav, iako je GIS u ovom slučaju proširen na četvrtu dimenziju umetanjem vremenskih informacija (npr. povijesti grada). Planiranje ruta, virtualni turistički obilasci i određivanje položaja korisnika GPS-om odvijaju se preko korisničkog sučelja. Postoji također zanimljiv potprojekt pod nazivom TALKING MAP, u kojem se istražuje glasovno sučelje i glasovne naredbe, odnosno verbalna komunikacija za navigaciju kroz prostorne informacije (Malaka 2000).



Slika 6. *Primjer geovizualizacije u projektu Deep Map (URL 4).*

Unutar projekta CRUMPET znanstvenici se bave oblikovanjem i dizajnom upotrebljivoga prijenosnoga turističkog servisa uz proučavanje prilagodljivih tehnika koje bi mogle biti sastavni dio tog sustava (Poslad i dr. 2001).

Različiti projekti daju različita rješenja za prikaz geoinformacija na malim ekranima. LOL@ je projekt u kojem je razvijen prototip turističkog vodiča za 3G (UMTS – Universal Mobile Telecommunication System) – telekomunikacijske mreže i bežične sustave 3. generacije (Gartner i Uhlirz 2001; Lechthaler 2004). U njemu su razvijena različita geovizualizacijska rješenja za prikaz grada Beča na malim ručnim uređajima. Kartografika je optimizirana za veličinu ekrana mobilnog telefona. Na slici 7 primjećuje se prikaz silueta ili obrisa važnijih gradskih objekata i turistički zanimljivih lokacija.



Slika 7. Geovizualizacija grada Beča (Umlauf i dr. 2003), URL 5.

NEXUS je projekt mobilnih usluga, a pozornost je usmjerena prema adekvatnom modeliranju geoinformacija za upotrebu u mobilnom okruženju, gdje se i drugim nositeljima položajno vezanih usluga omogućuje ponuda i uključivanje njihovih geoinformacija (Volz i dr. 2002).

GIMODIG je veliki projekt u koji je uključeno nekoliko međunarodnih kartografskih agencija koje su usmjerene na razvoj geoinformacija i njihovu dostupnost međunarodnim osnovnim bazama geoinformacija za upotrebu u mobilnom okruženju i potrebnu integraciju u realnom vremenu, kao i neke od metoda generalizacije. Sastoji se od niza izvješća i radova o prototipovima (URL 6). Slika 8 prikazuje prototip navigacijske karte na malom ekranu PDA-uređaja.



Slika 8. GiMoDig, primjer geovizualizacije u PDA-uređaju (URL 7).

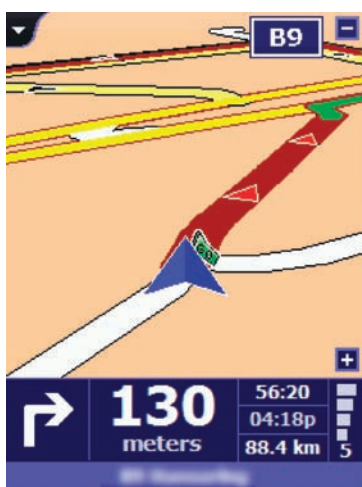
U studiji koju provodi Zipf (2002) proučava se potencijal tzv. prilagodljive kartografske turističke usluge i predlažu prvi koraci u oblikovanju i prilagođavanju kartografskog prikaza za tu svrhu. Autor daje nekoliko primjera moguće kartografske prilagodbe, npr. kolorit prikaza ovisan o kulturi, te kartografsku generalizaciju ovisnu o skupinama korisnika. Iznosi osnovnu ideju o tehnici fokusiranja u procesu oblikovanja karata, gdje se u prvi plan dovode detalji, odnosno informacije koje se traže, pri čemu se one povećavaju na ekranu, a druge se informacije prikazuju s manje detalja i nisu posebno uočljive.

4. Industrijska rješenja

Osim istraživačkih projekata, u industrijskim rješenjima konstrukcije geovizualizacije na mobilnim uređajima ovise o komercijalnim uvjetima. Vidljivo je da takva rješenja dobivaju snažan utjecaj iz povijesnih početaka upotrebe malih navigacijskih sustava ugrađenih u automobile.

Slijedi kratak pregled novijih softverskih rješenja vezanih uz probleme malog ekrana.

Mnogo prije ulaska PDA-uređaja u svakodnevni život, uređaji malog ekrana bili su upotrebljavani u automobilskoj industriji kao autonavigacijski sustavi. Prvi takvi sustavi “Blaupunkt” ugrađivani su u skupe i luksuzne automobile na temelju znanstvenog istraživanja i rezultata (1970-ih godina) u Institutu za geodeziju, fotogrametriju i kartografiju Tehničkog sveučilišta u Hannoveru. Danas se ugrađuju kao standardna oprema u automobile srednje klase. Nedavna navigacijska rješenja u PDA-uređajima još su se više raširila na tržištu. Kartografika je pojednostavnjena i oblikovana za posebnu namjenu cestovne navigacije. Slika 9 prikazuje perspektivan prikaz navigacije na navigatoru TomTom, sustavu namijenjen u PDA-uređajima. Prvi hrvatski automobilski navigacijski sustav proizvod je tvrtke Mireo pod imenom *viaGPS* (slika 10).



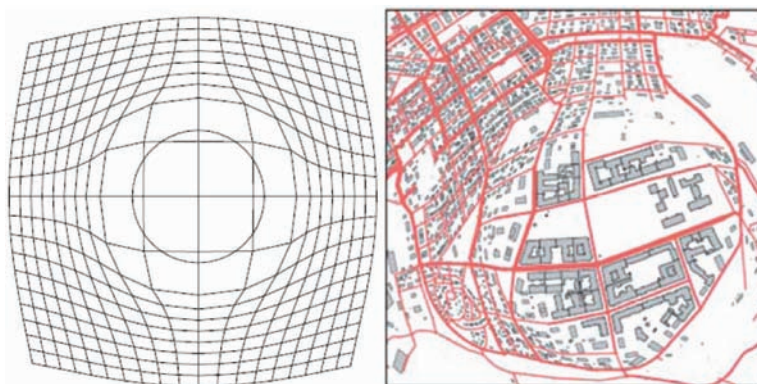
Slika 9. Primjer autonavigacijskog sustava TOM TOM (URL 8 i URL 9).



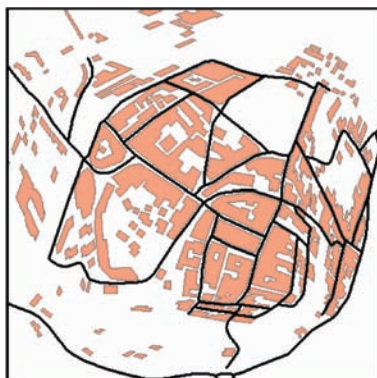
Slika 10. Primjer autonavigacijskog sustava ViaGPS (URL 8 i URL 9).

Jedno od djelomičnih rješenja problema ograničenog, odnosno malog prostora za prikaz karte na malim ekranima je napuštanje klasičnih principa kod prikaza karata mjerilom ovisnoga kartografskog modeliranja. Unutar projekta MOVI (URL 10) istražuje se drugačiji pogled na kartu prikazanu na malim ekranima (Rauschenbach 2000), tzv. *riblje oko*, koje se može predočiti kao pogled kroz leću ili povećalo. Na slici 11 prikazan je plan grada koji ima promijenjeno mjerilo fokusiranog područja. Fokus može biti okrugla ili pravokutna oblika. Sličan pristup prikazan je u projektu GiMoDig, gdje se na istovjetan način pruža bolja iskoristivost ograničenog prostora za kartu. Harrie i dr. (2002) objašnjavaju postupak generiranja karata promjenjivog mjerila u vektorskom formatu SVG – *Scalable Vector Graphics*.

Riblje oko rješava problem manjka prostora za prikaz karte na malom ekranu. Povećana grafika u fokusu čini kartu čitljivijom i jasnijom, dok su rubovi karte još manje čitljivi. Zbog toga se pristupilo generalizaciji rubnih dijelova karte na eka-



Slika 11. Karta promjenjivog mjerila za prikaz na malim ekranima (Harrie i dr. 2002).



Slika 12. Rubna generalizacija na karti promjenjivog mjerila uz riblje oko (Rappo 2003).

nu. Radijalna generalizacija, prema kartografskim principima, pojednostavljuje kartu iz središta prema rubovima, a na isti način djeluje i povećanje (promjena mjerila). Takav je pristup obradio Rappo (2003). Slika 12 pokazuje smanjenje detalja iz središta ekrana prema rubovima.

Prikaz topologije u shematskom obliku rješenje je za karte koje prikazuju topološke informacije (Barkowski i dr. 2000; Avelar 2002), npr. tramvajska prometna mreža i sl. Rezultat jedne takve shematske mreže prikazan je na shematskoj karti (slika 13). Shematske su karte “izvedene iz mnogo detaljnijih karata i mogu se shvatiti kao konceptualne prezentacije okoline” (Casakin i dr. 2000). Ponekad se



Slika 13. Shematska karta (Avelar 2002).



Slika 14. Topogram (Brunner 2001).

te vrste karata nazivaju i topogrami (slika 14, Brunner 2001). Jednostavna grafika dobra je za prikaz na malim ekranima, ali takva se metoda geovizualizacije ne može upotrijebiti za sve vrste kartografskih informacija.

Upotreba različite razine detalja (LoD – Level of Details) i prilagodljive tehnike promjene mjerila ne rješavaju u potpunosti problem malih ekrana, ali pružaju, uz pomoćne alate, nove mogućnosti. Prilagodljiva promjena mjerila je tehnika pogodna za prilagodljivi sadržaj i upotrebu različite razine detalja na karti (LoD – Level Of Detail), (Brühlmeier 2000). Cecconi (2003) daje konceptijski prijedlog za “karte po narudžbi”. Temelji se na upotrebi različite LoD unutar višerezolucijske baze podataka (MRDB) u kombinaciji s algoritmima generalizacije u realnom vremenu. Hampe i Sester (2002) razvijaju strategiju generalizacije u realnom vremenu za primjenu na ekranu PDA-uređaja na temelju višerezolucijske baze podataka. Nastavak projekta GiMoDig potvrđuje da višerezolucijska baza podataka može pridonijeti rješavanju problema generalizacije u mobilnim uslugama (Hampe i dr. 2003).

5. Magisteriji i doktorati

Nagi (2004) u svom magistarskom radu pod nazivom *Cartographic visualization for mobile applications* proučava geovizualizaciju, ograničenja i mogućnosti uz preporuke za poboljšanje geovizualizacije kod malih mobilnih uređaja.

O nedostacima geovizualizacije na malim mobilnim uređajima pišu Nagi (2004), Reichenbacher (2004) te Pombinho de Matos i dr. (2007).

Prethodni projekti i radovi pokazuju napredak i dobar pristup za rješavanje problema geovizualizacije i prikazivanja geoinformacija na mobilnim uređajima. Unatoč tomu, može se primijetiti da većina projekata dotiče taj problem na izoliran i previše detaljan, odnosno površan način.

Do sada su u članku prikazani samo veći projekti. Znanstvena istraživanja i rezultati na temu geovizualizacije malih ekrana mogu se naći u sljedećim vrlo vrijednim diser-

tacijama. Reichenbacher (2004) u disertaciji *Mobile Cartography – The Adaptive Visualization of Geographic Information on Mobile Devices* daje novi pogled na prilagodljivu metodu geovizualizacije i pruža drukčiji pristup razvoju kartografskih rješenja u mobilnom okruženju. Nivala (2005) u disertaciji *User-centred design in the development of a mobile map application* ispituje korisnike i njihove potrebe kao i pogodnost i upotrebljivost mobilnih sustava kod različitih skupina korisnika. Od posebnog je interesa skupina koju čine turisti. Ahonen-Rainio (2005) u disertaciji *Visualization of geospatial metadata for selecting geographic datasets* uspoređuje različite geoinformacije, njihove grafičke prikaze te motivira korisnike da obrate pozornost na kvalitetu podataka i da traže njihove detaljnije opise. Predlaže alat za geovizualizaciju metapodataka. Diepstraten (2005) u disertaciji *Interactive Visualization Methods for Mobile Device Applications* bavi se pitanjima interaktivnosti, grafike i geovizualizacijskim rješenjima na mobilnim uređajima. Marsh (2007) u disertaciji s područja psihologije *Using and Evaluating HCI Techniques in Geovisualization* proučava problem upotrebljivosti i interakcije između korisnika i mobilnog sustava, kao i poboljšanje sustava komunikacije i sučelja. Mountain (2005) u disertaciji *An investigation of individual spatial behaviour and geographic filters for information retrieval* daje različite pristupe istraživanju individualnog ponašanja korisnika u mobilnom okolišu.

Uočljivo je da su to znanstveni radovi novijeg datuma i da je vidljiv multidisciplinarni pristup. U početnim radovima i projektima veća je usredotočenost na funkciju navigacije, dok se u posljednje vrijeme istraživanja usredotočuju na poboljšanje geovizualizacije i način prilagodbe prikaza geoinformacija na malim ekranima kao što je slučaj kod PDA-uređaja. Rjeđe se postavlja pitanje jesu li ponudena rješenja pogodna za komunikaciju unutar mobilnog okruženja. Interes više zaokuplja tehnologija i problem njezina ograničenja te se pritom pozornost ne usmjerava na grafičku kvalitetu i jasnoću prikaza.

6. Zaključak

Glavna primjedba pri dosadašnjem razvoju mobilnih informacijskih sustava i upotrebe geoinformacija u turistički relevantnom okolišu odnosi se na tehnologiju i tržišno vođene smjernice koje su rijetko metodološki utemeljene. Većina projekata su komercijalna rješenja ugrađena unutar tehničkog okvira. Istraživanja se tek u posljednje vrijeme bave njihovom senzibilnošću i upotrebljivošću te pitanjem jesu li takva rješenja pogodna unutar mobilnog okruženja. Rješenja za prikaz u mobilnim uređajima s malim ekranima temelje se najčešće na novim mogućnostima tehnologija upućujući na njihova ograničenja, a pritom se pozornost ne usmjerava na grafičku kvalitetu, jasnoću i čistoću prikaza. Čak i kada se upotrebljavaju vektorski podaci, karte su osiromašene i s prevelikim stupnjem generalizacije, te je njihovo čitanje vrlo teško, među ostalim i zbog složenih uvjeta mobilnog okoliša. Premda su postojeća rješenja geovizualizacije na mobilnim PDA-uređajima daleko od zadovoljavajućih, u kartografiji takav izazov, u kojem bi se pokušalo zadovoljiti sve veće mobilno informatičko društvo, još uvijek nije uzeo maha. Različiti koncepti koje susrećemo u dosadašnjim radovima sigurno mogu biti temeljni stupovi nove kartografske teorije i metode prikaza geoinformacija na malim ekranima. Osim geovizualizacije, korisnikova mobilnost, upotreba, kreativnost i događaji koji to prate čimbenici su na koje ubuduće treba obratiti posebnu pozornost.

Literatura

- Acharya, A., Imielinski, T., Badrinath, B. R. (1994): DATAMAN Project: Towards a Mosaic-like Location Dependant Information Service for Mobile Clients, TR-320, Rutgers University, <http://www.cs.rutgers.edu/pub/technical-reports/>, <ftp://www.cs.rutgers.edu/pub/technical-reports/dcs-tr-320.ps.Z>, (16. 09. 2007.).
- Ahonen-Rainio, P. (2005): Visualization of geospatial metadata for selecting geographic datasets, dissertation, Helsinki University of Technology, Department of Surveying, Institute of Cartography and Geoinformatics, <http://lib.tkk.fi/Diss/2005/isbn9512275252/isbn9512275252.pdf>, (10. 12. 2007.).
- Avelar, S. (2002): Schematic Maps On Demand: Design, Modeling and Visualization, Institut für Kartographie, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, doktorska disertacija, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=14700&part=fulltext>, (28.09.2007.).
- Barkowsky, T., Latecki, L. J., Richter, K.-F. (2000): Schematizing Maps: Simplification of Geographic Shape by Discrete Curve Evolution, u Freksa, C., Brauer, W., Hbel, C. and Wender, K. F. (urednici), Spatial Cognition II: Integrating Abstract Theories, Empirical Studies, Formal Methods, and Practical Applications, LNAI 1849, Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 41–53, <http://www.cis.temple.edu/~latecki/Papers/Barkowskyetal00.pdf>, (24. 09. 2007.).
- Brühlmeier, T. (2000): Interaktive Karten – adaptives Zoomen mit Scalable Vector Graphics, Diplomarbeit, Geographisches Institut, Universität Zürich, http://www.carto.net/papers/tobias_bruehlmeier/ [/2000_10_tobias_bruehlmeier_diplomarbeit_adaptives_zoomen.pdf](http://www.carto.net/papers/tobias_bruehlmeier/2000_10_tobias_bruehlmeier_diplomarbeit_adaptives_zoomen.pdf), (08. 07. 2007.).
- Brunner, K. (2001): Kartengestaltung für elektronische Bildanzeigen, in, Kartographische Bausteine, Band 19, Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Kartographie, 76–88, <http://www.unibw.de/ipk/karto/schriften/pubbrunner/wispub/bausteine/> [/down1/at_download](http://www.unibw.de/ipk/karto/schriften/pubbrunner/wispub/bausteine/down1/at_download), (05. 06. 2007.).
- Burigat S., Chittaro L. (2007): Geographic Data Visualization on Mobile Devices for User's Navigation and Decision Support Activities u Belussi A., Catania B., Clementini E., Ferrari E. (urednici), Spatial Data on the Web – Modeling and Management, Springer, Berlin, July 2007, 261–284, <http://hclilab.uniud.it/publications/2007-1/> [/GeographicDataVisualization_BookChapter07.pdf](http://hclilab.uniud.it/publications/2007-1/GeographicDataVisualization_BookChapter07.pdf), (31. 01. 2008.).
- Casakin, H., Barkowsky, T., Klippel, A., Freksa, C. (2000): Schematic Maps as Wayfinding Aids, u Freksa, C., Brauer, W., Hbel, C. i Wender, K. F. (urednici), Spatial Cognition II: Integrating Abstract Theories, Empirical Studies, Formal Methods, and Practical Applications, LNAI 1849, Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 54–71, <http://www.cosy.informatik.uni-bremen.de/staff/barkowsky/pdf/Casakinetal00.pdf>, (28. 09. 2007.).
- Cecconi, A. (2003): Integration of Cartographic Generalization and MultiScale Databases for Enhanced Web Mapping, Dissertation, Geographisches Institut, Universität Zürich, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=extdiss&nr=6&part=text>, (15. 09. 2007.).

- Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., Friday, A., Efstratiou, C. (2000): Developing a Context-aware Electronic Tourist Guide: Some Issues and Experiences, Proceedings CHI 2000, The Hague, Netherlands, April 2000, 17–24, <http://www.guide.lancs.ac.uk/CHIpaper.pdf>, (15. 09. 2007.).
- Chittaro, L., Ranon, R., Ieronutti, L. (2006): VU-Flow: A Visualization Tool for Analyzing Navigation in Virtual Environments, Special Issue on Visual Analytics, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, November/December 2006, Vol. 12, No. 6, 1475–1485, http://hci.lab.uniud.it/publications/2006-05/VU-FLOW_TVCG06.pdf, (30. 01. 2008).
- Diepstraten, J. (2005): Interactive Visualization Methods for Mobile Device Applications, Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme der Universität Stuttgart, doktorska disertacija, http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=981610625&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=981610625.pdf, (10. 11. 2007.).
- Dillemath, J. (2005): Map Design Evaluation for Mobile Displays, Cartography and Geographic Information Science, 32 (4), 285–301.
- Gartner, G., Uhlirz, S. (2001): Cartographic Concepts for Realizing a Location Based UMTS Service: Vienna City Guide “Lol@”, Proceedings 20th International Cartographic Conference, Beijing, China, August 6–10, 2001, 3229–3238.
- Hampe, M., Anders, K.-H., Sester, M. (2003): MRDB Applications for Data Revision and Real-Time Generalisation, Proceedings 21st International Cartographic Conference, Durban, South Africa, August 10–16, 2003, http://www.ikg.uni-hannover.de/publikationen/publikationen/2002/karlsruhe_hampe_2002.pdf, (16. 09. 2007.).
- Hampe, M., Sester, M. (2002): Real-time integration and generalization of spatial data for mobile applications, u Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft Nr.60, Schriftenreihe der Studienrichtung Vermessungswesen und Geoinformation Technische Universität Wien, http://www.ikg.uni-hannover.de/publikationen/publikationen/2002/karlsruhe_hampe_2002.pdf, (15. 09. 2007.).
- Harrie, L., Sarjakoski, L. T., Lehto, L. (2002): A variable-scale map for small-display cartography, Proceedings ISPRS Symposium on geospatial theory, processing, and applications, Ottawa, Canada, http://gimodig.fgi.fi/pub_deliverables/ISPRS2002-Harrie-Sarjakoski-Lehto.pdf, (05. 06. 2007.).
- Kirstie, T., Heuer, A., Kehrler, B., Schumann, H., Urban, B. (1995): Concepts for Mobile Information Visualization – The MoVi-Project, Proceedings Sixth Eurographics Workshop on Visualization in Scientific Computing, Chia, Italy, May 3–5, 1995, 122–126.
- Kreller, B., Carrega, D., Shankar, J. P., Salmon, P., Böttger, S., Kassing, T. (1998): A Mobile-Aware City Guide Application, Proceedings ACTS Mobile Summit 1998, Rhodes, Greece, <http://cordis.europa.eu/infowin/acts/rus/projects/pubs/ac034.htm>, (11. 09. 2007.).
- Laakso, K. (2002): Evaluating the use of navigable three-dimensional maps in mobile devices, Helsinki University of Technology Department of Electrical and Communications Engineering, Master’s Thesis, http://www.cs.hut.fi/~andy/T-126.101/2004/katri_thesis.pdf, (30. 01. 2008.).

- Lechthaler, M. (2004): Koncept mobilne multimedijalne kartografske komunikacije, *Geodetski list*, 3, 191–210.
- Long, S., Aust, D., Abowd, G., Atkinson, C. (1996): *Cyberguide: Prototyping Context-Aware Mobile Applications*, Proceedings ACM CHI 96 Conference on Human Factors in Computing Systems, <http://www.acm.org/sigchi/chi96/proceedings/shortpap/Abowd/gda1txt.htm>, (14. 09. 2007.).
- MacEachren, A. M. (1995): *How maps work: representation, visualization and design*, Guilford Press, New York (NY).
- MacEachren, A. M., Edsall, R., Haug, D., Baxter, R., Otto, G., Masters, R., Fuhrmann, S., Qian, L. (1999): *Virtual Environments for Geographic Visualization: Potential and Challenges*, Workshop on New Paradigms in Information Visualization and Manipulation, CIKM99, ACM, Kansas City, Nov. 6, 1999, <http://www.geovista.psu.edu/publications/NPIVM99/ammNPIVM.pdf>, (31. 01. 2008.).
- Malaka, R. (2000): *Deep Map: The Multilingual Tourist Guide*, <http://www.eurescom.de/~pub/fusenetd/Malaka.pdf>, (21. 11. 2007.).
- Marsh, S. L. (2007): *Using and Evaluating HCI Techniques in Geovisualization: Applying Standard and Adapted Methods in Research and Education*, City University, Department of Information Science, July 2007, doktorska disertacija, http://www soi.city.ac.uk/~ay497/slmarsh_phd.pdf, (10. 11. 2007.).
- Meng, L. (2003): *Missing Theories And Methods In Digital Cartography*, Proceedings 21st International Cartographic Conference, Durban, South Africa, August 10–16, 2003, http://129.187.175.5/lfkwebsite/fileadmin/user_upload/publications/meng/paper/meng_paper_2003.pdf, (12. 12. 2006.).
- Mountain, D. M. (2005): *Exploring mobile trajectories: An investigation of individual spatial behaviour and geographic filters for information retrieval*, City University, Department of Information Science, December 2005, doktorska disertacija, <http://www soi.city.ac.uk/~dmm/phd/pdf/MountainD-phd-mobTraj.pdf>, <http://www soi.city.ac.uk/~dmm/phd/>, (10. 11. 2007.).
- Nagi, R. S. (2004): *Cartographic visualization for mobile applications*, International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation Enschede, The Netherlands & Indian Institute Of Remote Sensing, National Remote Sensing Agency (Nrsa), Department Of Space, Dehradun, India, magistarski rad, http://www.itc.nl/library/Papers_2004/msc/gfm/nagi.pdf, (15. 03. 2006.).
- Nivala, A.-M. (2005): *User-centred Design in the Development of a Mobile Map Application (Käyttäjäkeskeinen näkökulma mobiilin karttasovelluksen tuotekehityksessä)*, Licentiate Thesis (Lisensiaatintyö), Helsinki University of Technology, Department of Computer Science and Engineering (Teknillinen korkeakoulu, Tietotekniikan osasto, Ohjelmistoliiketoiminnan ja –tuotannon laboratorio), doktorska disertacija, http://www.soberit.hut.fi/T-121/shared/thesis/Nivala_LicentiateThesis.pdf, (20. 12. 2007.).
- Pombinho de Matos, P., Afonso, A. P., Maria Beatriz do Carmo (2007): *Geo-referenced Information Visualization in Mobile Devices Workshop sobre Sistemas Móveis e Ubíquos (WSMU07)*, Coimbra, Portugal, June 2007, http://xldb.fc.ul.pt/data/Publications_attach/WSMU07.pdf, (30. 01. 2008.).

- Poslad, S., Laamanen, H., Malaka, R., Nick, A., Phil, B., Zipf, A. (2001): CRUMPET: Creation of User-friendly Mobile Services Personalised for Tourism, Proceedings 3G 2001, London, ISBN: 0-85296-731-4, March, 26-28, 2001, <http://www2.geoinform.fh-mainz.de/~zipf/3g-crumpet2001.pdf>, <http://www.elec.qmul.ac.uk/crumpet/docs/deliverables/d4.4-final-v2.pdf>, (23. 11. 2007.).
- Rappo, A. (2003): Fischaugenprojektionen mit distanzabhängiger Informationsdichte für die kartographische Visualisierung auf kleinen Bildschirmen, Geographisches Institut, Universität Zürich, magistrarski rad, http://www.geo.unizh.ch/gis/research/complete_msc.shtml, (11. 05. 2006.).
- Rauschenbach, U. (2000): Bedarfsgesteuerte Bildübertragung mit Regions of Interest und Levels of Detail für mobile Umgebungen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Universität Rostock, doktorska disertacija, <http://www.icg.informatik.uni-rostock.de/Projekte/MoVi/Publications/dissRauschenbach/diss.pdf>, (16. 05. 2006.).
- Reichenbacher, T. (2004): Mobile Cartography – Adaptive Visualisation of Geographic Information on Mobile Devices. PhD Dissertation, Technical University of Munich, Munich, Germany, <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/bv/2004/reichenbacher.pdf>, (28. 08. 2006.).
- Umlauft, M., Pospischil, G., Niklfeld, G., Michlmayr, E. (2003): LOL@, A Mobile Tourist Guide For Umts, Information Technology & Tourism, Vol. 5., 151–164, http://tourism.wu-wien.ac.at/Jitt/JITT_5_3_Umlauft_et_al.pdf, (12. 12. 2007.).
- Volz, S., Haala, N., Klinec, D. (2002): NEXUS – An Open Global Infrastructure For Spatially Aware Applications, Geoinformatics (July/August), 24–26.
- Winter, S., Tomko, M. (2004): Shifting the Focus in Mobile Maps, Proceedings of International Joint Workshop on Ubiquitous, Pervasive and Internet Mapping, 153–165, http://www.crcsi.com.au/uploads/resources/RESOURCES_68.pdf, (31. 01. 2008.).
- Zipf, A. (2002): User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism, Proceedings of the 9th International Conference for Information and Communication Technologies in Tourism, ENTER 2002, Innsbruck, Austria, Springer Computer Science, Berlin, <http://www.elec.qmul.ac.uk/crumpet/docs/papers/User-Adaptive%20Maps%20for%20Location-Based%20Services%20for%20Tourism.pdf>, (15. 01. 2007.).
- Župan, R., Frangeš, S. (2004): Interactive internet maps, Information systems and the delivery of the promised societal benefits / Fendel, E., Rumor, M. (urednici), Urban data management society, Chioggia, Italy, 4 III 3 4.

Popis URL-a

- URL 1: Hrvatski jezični portal, http://hjp.srce.hr/index.php?show=search_by_id&id=eV9vXxE%3D, (04. 03. 2007.)
- URL 2: Project OnTheMove, <http://cordis.europa.eu/infowin/acts/rus/projects/pubs/ac034.htm>, (08. 10. 2007.), <http://cordis.europa.eu/infowin/acts/rus/projects/ac034.htm>, (08. 10. 2007.).
- URL 3: Project MoVi, <http://www.icg.informatik.uni-rostock.de/Projekte/MoVi/mirror/>, (08. 10. 2007.).

- URL 4: Project Deep Map,
<http://www.eml.villa-bosch.de/english/research/deepmap/deepmap.html>, (21. 11. 2007.).
- URL 5: Project LoL@,
http://tourism.wu-wien.ac.at/Jitt/JITT_5_3_Umlauf_t_et_al.pdf, (12. 12. 2007.).
- URL 6: Project GiMoDig,
<http://gimodig.fgi.fi/deliverables.php>, (08. 10. 2007.).
- URL 7: project GiMoDig,
<http://gimodig.fgi.fi/demo.php>, (08. 10. 2007.).
- URL 8: TomTom,
http://msmobiles.com/archives/2004.9.12_231314/tomtom-2.gif, (09. 10. 2006.).
- URL 9: Mireo,
<http://www.mireo.hr/hr/viaGPS/index.html>, (14. 10. 2006.).
- URL 10: MoVi Project,
<http://www.icg.informatik.uni-rostock.de/Projekte/MoVi/mirror/start.html>,
(05. 11. 2007.).

Different Geovisualization Solutions in Presenting Geoinformation for Tourist Purposes

ABSTRACT. The paper offers the presentation of scientific approach with examination, comparison and review in past activities in map presentation and geovisualization design forms for small PDA screens. Virtual environments are everyday experience for ordinary users, but we still have scientific discussions about 2D or 3D map presentation on PDA because of their limitations. We present here scientific projects, masters and doctoral dissertations, industrial solutions and today's commercial geovisualization solutions and geovisualization solutions for PDAs recommended there. One can see that some of the solutions are not applied in commercial softwares offered to tourists. Recent scientific projects and works with such themes seem to have a little or no interest for the questions about whether offered solutions are suitable within the mobile environment, but are concentrated instead on technology and problems of limitations of this technology paying much less attention to graphic quality and clearness of presentation.

Keywords: geoinformations, navigation, geovisualization, PDA, tourism.

Prihvaćeno: 2009-05-21