

STRUKTURA SLOVENSКИH SPLETNIH STRANI

Tomaž Dogša

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Univerza v Mariboru, Smetanova 17, 2000 Maribor
tdogsa@uni-mb.si

Povzetek

V prispevku so prikazani rezultati raziskave, s katero smo analizirali strukturo in dinamiko slovenskih spletnih strani. Zanimala nas je predvsem struktura spletnih strani. Naključno smo izbrali 100 slovenskih spletnih strani leta 1998 in nato zopet leta 2000. Napravljena je tudi primerjava z ZDA in Nemčijo.

Abstract

In this paper are described the results of web analysis that was aimed to explore the structure and dynamics of web documents. The research focused on the structure of web documents. 100 randomly chosen Slovenian web documents were analysed in the year 1998 and 2000. The comparison with USA and Germany is also presented.

Ključne besede

Spletna stran, iskalnik, vzdrževanje spletnih strani, struktura spletne strani, html.

1. Uvod

Svetovni splet (World Wide Web) je eden izmed najbolj razširjenih informacijskih sistemov. Z razvojem interneta in pocenitvijo računalnikov se je možnost predstavljanja in možnost dostopa do raznih informacij odprla vsakemu, ki se je lahko priključil na internet. Oblikovanje nekega dokumenta, ki ga želimo predstaviti na internetu, je zaradi enostavnih oblikovalskih pravil in dobre programske podpore postalo tako enostavno, da jo obvlada skoraj vsak povprečen računalnikar. Mnogi pogosto pozabljajo, da je postavitve spletne strani samo začetni korak. Podobno kot pri programski opremi, se tudi tukaj srečujemo s problemom vzdrževanja. Še tako umetelno oblikovana stran zgubi svojo vrednost, če vsebuje zastarele podatke in slepe povezave na druge spletne strani.

V Sloveniji je več kot 450 000 spletnih strani - vsaj toliko jih opazuje iskalnik Alta Vista. Kakšna je struktura teh spletnih strani? Kako pogosto se spreminjajo? Kaj se na njih spreminja? Kateri dokumenti so najbolj popularni? Kaj je na njih najbolj zanimivo? To so vprašanja, ki so za mnoge zanimiva. Ker se trgovanje počasi seli tudi na internet, so tovrstne raziskave zanimive tudi za ekonomiste. Analize, ki so povezane z internetom, lahko razvrstimo v tri skupine: analiza obiskanosti, analiza uporabnikovih dejavnosti in analiza strukture spletnih dokumentov.

Za marketing sta prvi dve zagotovo najzanimivejši. Verjetno se kar nekaj skupin ukvarja s to problematiko (npr. projekt RIS [5]). Obiskanost neke spletne strani lahko ugotavljamo z analizo raznih registracijskih zapisov (log file) ali pa z anketami. Zelo zanimiva in uporabna je analiza uporabnikovih dejavnosti, ki jih izvaja ob branju spletnega dokumenta [1]. Eden izmed glavnih ciljev te analize je ugotavljanje, kaj je uporabnika na spletni strani najbolj zanimalo. Je pomotoma odprl določeno spletno stran, ali pa jo je v resnici prebral? Je navigacija v spletnem dokumentu dovolj razumljiva? Na kateri

strani se je najdlje zadrževal? Tovrstno analizo, ki jo nekateri izvajajo s pomočjo anket, je možno avtomatizirati. To omogočajo novejši brskalniki, ki lahko beležijo nekatere uporabnikove dejavnosti (clickstream analysis), medtem ko pregleduje nek spletni dokument. Podatki se hranijo na datoteki, ki ji pravimo kolacek (cookie). Ob naslednjem pregledu istega spletnega dokumenta, brskalnik vrne strežniku kolacek. Z analizo kolackov je mogoče dobiti odgovore na nekatera od prej zastavljenih vprašanj.

V tem prispevku je opisana analiza strukture slovenskih spletnih strani. Zanimala nas je predvsem tehnična stran spletnih strani: Kako so zgrajene?, Ali nacrtovalci sledijo novejšim oblikovalskim trendom?, Kako zanesljivi so spletni naslovi?. Analiza spletnih dokumentov je relativno preprosta, saj obsega vzorčenje in analizo dokumentov, ki so napisani v HTML jeziku. Turau [3] poroča o podobni raziskavi, s katero so analizirali 500 naključno izbranih spletnih strani. S to raziskavo so ugotavljali razlike med strukturo spletnih strani izobraževalnih ustanov in med strukturo poslovnih strani.

Prvo analizo smo izvedli leta 1998 in jo ponovili v začetku leta 2000. V drugem poglavju bo opisana uporabljena metoda, v ostalih pa rezultati analize. V zadnjem poglavju smo napravili tudi primerjavo z ZDA in Nemčijo.

2. Opis metode

Zaradi velikega števila spletnih strani, smo se odločili za naključno vzorčenje. Ker ne obstaja nek seznam vseh spletnih strani, smo si pomagali z iskalnimi stroji ali na kratko iskalniki (angl. search engine). To s posebni programi, ki zbirajo podatke o spletnih straneh, jih analizirajo in rezultate spravljajo v svojo podatkovno bazo. S pomočjo preprostega povpraševalnega jezika lahko opišemo svoje iskalne zahteve in iskalnik nam izpiše seznam ustreznih dokumentov. Algoritem, po katerem išče iskalnik spletne strani, običajno ni poznan. V primeru, da uporabimo iskalnik kot orodje za naključni izbor spletnih strani, se moramo zavedati, da igra iskalni algoritem zelo pomembno vlogo. Metoda, ki smo jo uporabili, temelji na predpostavki, da uporabnik išče spletne strani z iskalnikom. Kolikšen je delež uporabnikov, ki iščejo določeno spletno stran s pomočjo iskalnika, ni znan. Lahko pa sklepamo, da je zelo visok, saj je zaradi velikega števila spletnih strani, v večini primerov nujna uporaba iskalnika. Lahko bi rekli, da uporabnik vidi svetovni splet skozi optiko iskalnika.

Iskalnike lahko razdelimo v tri skupine: v svetovne, regionalne in specializirane. Obstaja kar precej iskalnikov, ki zbirajo podatke s celotnega sveta (npr. Alta Vista, Yahoo, Lycos, Webcrawler itd.). Vsaka država ali druga regionalna enota lahko postavi svoj iskalnik, ki zbira podatke samo za določeno geografsko področje (npr. Mat'Kurja). Omeniti moramo še specializirane iskalnike, ki delujejo znotraj posameznih strokovnih področij ali pa ustanov. Žal spletni iskalniki ne opazujejo vseh spletnih strani. Določeno število strani, ki jih iskalniki ne poznajo, so pogosto za povprečnega uporabnika, ki uporablja iskalnike, nevidni. Pri analizi v začetku leta 2000 smo uporabili dva iskalnika: Alta Visto in Slowwwenia.com, leta 1998 pa samo Slowwwenia.com.

Med spletnimi stranmi obstaja neke vrste hierarhija. Vecino spletnih strani, ki je tako oblikovanih, da so uporabne nedvisno od drugih spletnih strani, bomo poimenovali *samostojne spletne strani*. *Glavna ali sprejemna spletna stran* ima nalogo, da sprejeme obiskovalca in ga usmerja na druge spletne strani. Nekatero spletno strani imajo smisel, le če so prikazane skupaj z drugimi (npr. v okvirjih). Te bomo poimenovali *odvisne spletne strani*. Če izberemo naključno besedo kot iskalni parameter, običajno iskalnik izpiše seznam vseh spletnih dokumentov in ne upošteva nobene hierarhije.

Izbor vzorca je prvi in zelo pomemben korak pri statistični analizi. Odločili smo se za opazovanje 100 naključno izbranih slovenskih spletnih strani. Za naključni izbor spletne strani obstaja več načinov. Opisana bosta samo tista dva, ki smo ju uporabili pri raziskavi.

Najbolj enostavni naključni izbor lahko opravimo, če ima iskalnik to možnost že vgrajeno. "Skok v neznan", kakor so pri Slowwwenia.com poimenovali naključni izbor strani, upošteva hierarhijo, saj smo ugotovili, da se ni nikoli pojavila kakšna nesamostojna spletna stran. Vedno so se pojavljale sprejemne ali pa samostojne strani.

Ker iskalniki zelo redko ponujajo možnost naključnega izbora spletne strani, smo strani izbirali po naslednjem postopku. Najprej smo s programom za naključno tvorjenje števil tvorili neko naključno število, odprli slovar na tej strani ter poiskali prvi samostalni na njej. Ta samostalni smo uporabili kot besedo, ki smo jo vpisali v enega od iskalnikov ter sprožili iskanje. Pri nekaterih besedah zadetkov ni bilo. V takem primeru smo postopek tako dolgo ponavljali, dokler ni iskalnik sporočil enega ali več zadetkov. Iz niza najdenih dokumentov smo zopet s pomočjo generatorja naključnih števil izbrali eno stran. Če je bila izbrana stran samo seznam povezav, smo naključno izbrali neko povezavo, ki nas je pripeljala do neke spletne strani. V nekaterih primerih se je ponovno odprla spletna stran z izbirami, zato smo postopek ponovili. Pri spletnih straneh, ki so bile razdeljene na več okvirjev, smo vse strani v okvirjih obravnavali kot celoto. Ta postopek smo ponavljali, dokler nismo imeli sto naključno izbranih spletnih strani. Na ta način smo dobili vzorec vseh spletnih (odvisnih, samostojnih in sprejemnih) strani. Ker je razlika v obravnavi naključne spletne strani zelo pomembna, bomo ob podatkih vsakic navedli, s katerim načinom smo dobili vzorec.

Tabela 1 prikazuje uporabljene načine izbora spletnih strani. Vsak spletni dokument je opisan v HTML jeziku. S sintaktično analizo tega opisa je mogoče izluščiti nekatere podatke, kot so npr. število slik, ki jih vsebuje dokument. Manjši del podatkov smo morali določiti s pregledom strani (npr. uporabljen jezik).

Tabela 1 Načini izbiranja naključnih spletnih strani. Z zvezdico bomo v nadaljevanju besedila označili način izbora.

| iskalnik | Zacetek vzorčenja | konec | način izbora | v vzorcu so |
|------------------|-------------------|-----------|------------------|-------------------------|
| Slowwwenia.com * | januar, 1998 | maj, 1998 | naključna beseda | vse strani |
| Slowwwenia.com** | januar, 2000 | - | "Skok v neznano" | samostojne in sprejemne |
| Alta Vista * | januar, 2000 | - | naključna beseda | vse strani |

3. Namen spletne strani

Spletne strani smo glede njihovega namena razdelili v tri skupine:

- *zasebne spletne strani* - to so spletne strani, na katerih lastniki navajajo osebne podatke.
- *poslovne spletne strani* so namenjene predvsem za oglaševanje, trženje in druge komercialne potrebe. To so spletne strani raznih podjetij, agencij, obrtnikov in drugih, na katerih se promovira njihova dejavnost.
- *druge spletne strani* - v to kategorijo smo uvrstili tiste spletne strani, ki jih ni bilo mogoče uvrstiti med zasebne ali poslovne. To so predvsem spletne strani raznih državnih institucij, društev, univerz, opisi krajev. Ker v tej skupini prevladujejo javne ustanove, jo bomo imenovali skupina javnih strani.

Tabela 2 Spletne strani glede na namen

| namen spletne strani | Slowwwenia.com januar 1998 * | Slowwwenia.com januar 2000** | Alta Vista januar 2000 * |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| poslovna | 63% | 41% | 34% |
| zasebna | 5% | 15% | 7% |
| ostale (javne) | 32% | 44% | 59% |

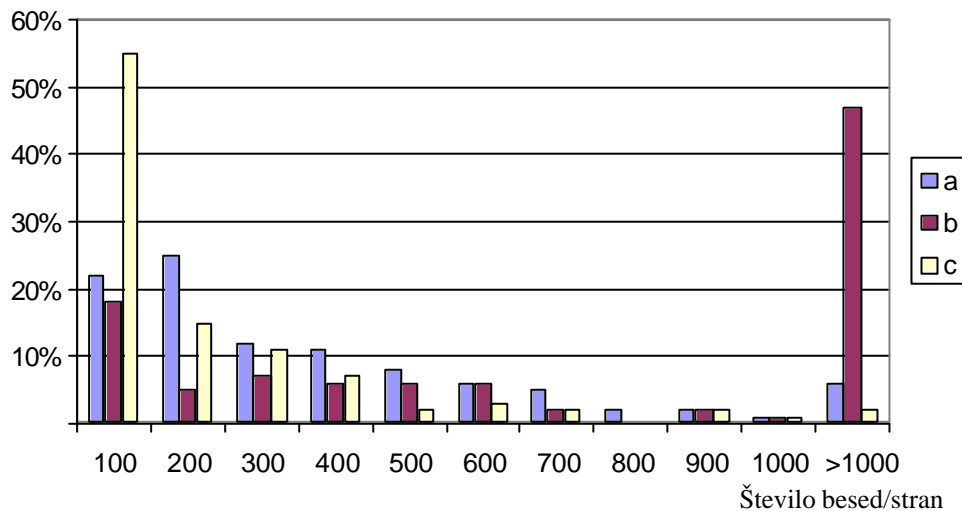
Leta 1998 so prevladovala poslovne strani, polovico manj je bilo javnih in le malo je zasebnih spletnih strani. Če dve leti se je vrstni red spremenil. Verjeto se je javni sektor intenzivneje vključil v svetovni splet. Ker je bilo v vzorcu le 5% osebnih spletnih strani, so statistični podatki, ki se nanašajo na to kategorijo le okvirni. Vecja zanesljivost bi lahko dosegli le z večjim vzorcem.

Analiza vzorca je pokazala, da se del spletnih strani nahaja na tujih strežnikih ali pa so registrirani v domeni, ki nima oznake *si*. Takih je bilo leta 1998 12%, leta 2000 pa 18%.

4. Obširnost spletnih strani

Obširnost spletne strani smo merili s številom besed, ki so se pojavile na zaslonu. Dober približek je tudi velikost datoteke v zlogih. Zelo opazna je velika razlika v porazdelitvi med vzorcem, ki smo ga dobili z AltaVisto oziroma Slowwwenia.com. Pri slednji prevladujejo krajše strani (povprečje 190 besed). Leta 1998 je bilo povprečje 460 besed. V vzorcu iz AltaViste je bila februarja leta 2000 povprečna vrednost desetkrat večja. Prevladovali so obširni dokumenti, saj je 68% dokumentov imelo velikost do 2000 besed. Za primerjavo naj pomaga podatek, da povprečna stran (brez slik) v reviji *Uporabna informatika* vsebuje približno 800 besed. Velika odstopanja so posledica neenakih algoritmov iskalnikov in velikosti njihovih podatkovnih baz.

Uporabnik, ki je raziskoval slovenske spletne strani s pomočjo Slowwwenia.com in iskalne besede, je lahko leta 1998 ugotovil, da je večina (53%) strani vsebovala 100 do 500 besed. Kratkih strani, ki so vsebovale do 100 besed, je bilo samo 25%. Povprečna stran je imela velikost 460 besed. Večina (70%) spletnih strani je imela manj kot 400 besed in le 6% spletnih strani je bilo opisanih z več kot 1000 besedami.



Slika 1: Porazdelitvena funkcija števila besed na spletnih straneh (a. Slowwwenia.com januar 1998 *, b. AltaVista 2000 , c. slowwwenia.com 2000)

V začetku letošnjega leta je uporabnik, ki je iskal s pomočjo AltaViste, lahko opazil, da je več kot 47% strani daljših od 1000 besed.

5. Jezik

Nekateri iskalniki z analizo ugotavljajo, v katerih jezikih je napisan spletni dokument. Ker je slovenščina v svetovnem merilu eden izmed redkih jezikov, ga iskalniki zaenkrat še ne prepoznajo. V naši raziskavi smo vrsto jezika ugotavljali s pregledom spletnega dokumenta.

Vecina strani je namenjenih izključno Slovincem, saj je več kakor tri četrtine spletnih strani v slovenščini (glej tabelo 3). Od tujih jezikov prevladuje angleški, nekaj malega je nemškega, italijanskega, hrvaškega in madžarskega. Drugih jezikov v vzorcu nismo zasledili. Od tujih jezikov prevladuje angleški, ki se tudi najpogosteje pojavlja v kombinaciji s slovenskim. V začetnem obdobju (še pred našo raziskavo) je bil delež spletnih strani v slovenščini verjetno zelo nizek, saj so prevladovali strani na akademskih ustanovah, kjer je angleščina dokaj pogost komunikacijski jezik. Z masovnim prodromom v slovenski spletni prostor, se je delež teh strani začel manjšati. Strani, ki so napisane samo v angleščini, je bilo leta 2000 manj kot 10 %. V obdobju 1998 - 2000 je še vedno opazno rahlo naraščanje deleža slovenskih strani. Domnevamo, da so mnoga podjetja v začetnem zagonu ustvarila dvojezične spletne strani, a so kasneje ugotovila, da jih je zelo težko vzdrževati.

Tabela 3: Jezik (z zvezdico * je označen način naključnega izbora)

| iskalnik | jezik | zasebne | poslovne | javne | vse skupaj |
|---------------------------|------------------------|---------|----------|-------|------------|
| 1998 Slowwwenia.com * | slovenski | 80% | 79% | 72% | 77% |
| | slovenski/ angleški | 20% | 10% | 25% | 15% |
| | ostalo | 0% | 6% | 0% | 3% |
| | angleški | 0% | 5% | 3% | 5% |
| 2000 AltaVista ** | slovenski | 71% | 91% | 81% | 84% |
| | slovenski/ angleški | 14% | 3% | 3% | 4% |
| | ostalo | 0% | 3% | 5% | 4% |
| | angleški | 14% | 3% | 10% | 8% |
| 2000 Slowwwenia.com ** | slovenski | 80% | 83% | 84% | 84% |
| | slovenski/ angleški | 7% | 3% | 11% | 4% |
| | ostalo | 6% | 8% | 3% | 4% |
| | angleški | 7% | 6% | 2% | 8% |

6. Slike in graficni simboli

Vecina strani vsebuje tudi kakšno sliko oziroma graficni simbol. Leta 1998 je bilo povprečno število teh elementov 11. Opazen je rahel dvig, saj se podatki za leto 2000 gibljejo med 7 (AltaVista) in 13 (slowwwenia.com). Tako veliko število slik nas ne preseneca, saj vecina od njih predstavlja pomanjšane graficne simbole (npr. razne bunke, zastavice, puščice itd.). Njihov namen je zgolj popestriti spletno stran. V drugo skupino slik uvrščamo tiste, katerih odsotnost bi bistveno ogrozila namen spletne strani (npr. zemljevid, nacrt, osebna slika ipd.). Ker je zelo težko napisati algoritem, ki bi prepoznal namen slike, imamo samo podatke o skupnem številu slik oziroma graficnih simbolov na spletni strani. Zelo velik delež strani (37%), ki jih je izbrala AltaVista, niso vsebovale nikakršne slike, ampak samo golo besedilo. Približna ocena vseh spletnih strani, ki ne vsebujejo nobenega slikovnega elementa, je 2% do 7%.

7. Vnosni obrazci

Leta 1998 je pri 4% spletnih strani potekala komunikacija v obeh straneh. Tukaj je mišljena uporaba vnosnih obrazcev, s pomočjo katerih lahko strežnik sprejme bralcev odgovor. Ker trgovanje na internetu zahteva uporabo vnosnih obrazcev, je to zgornja meja spletnih strani, ki so namenjena trgovanju. Leta 2000 se je uporaba vnosnih obrazcev dvignila na 3% do 12% vseh spletnih strani. To je verjetno posledica večjega prodora poslovanja na internet.

8. Povezave z drugimi spletnimi stranmi

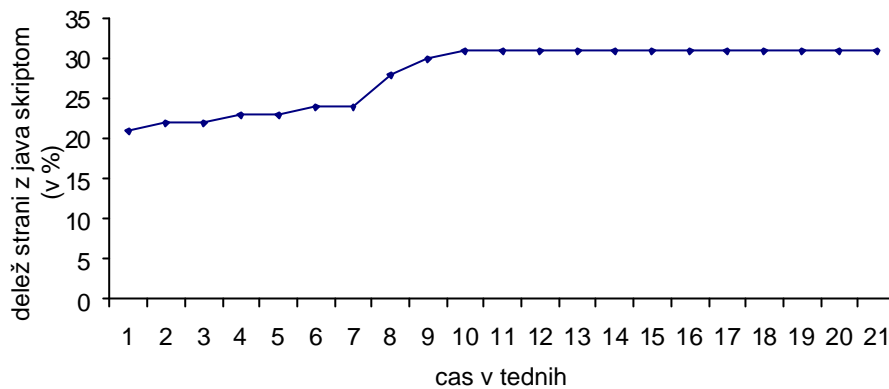
Na vsaki strani naj bi bralec spletne strani imel vsaj en navigacijski element, ki mu omogoča skok na drug dokument, ali pa vrnitev na zacetek. Kljub temu da vračanje omogoča tudi brskalnik, se je v množici predhodnih naslovov včasih zelo težko znajti. Eno izmed temeljnih lastnosti hiperbesedila predstavljajo povezave (linki, reference) na druge dokumente. Približno 2% do 27% spletnih strani ni imelo nikakršnih povezav.

Preseneca zelo malo število naslovov elektronske pošte: približno 35% vseh spletnih strani, ki jih najde Slowwwenia.com, ne vsebuje nobenega naslova. Tukaj ni bistvenih razlik med poslovnimi stranmi in javnimi spletnimi stranmi. Vsaka stran naj bi vsebovala vsaj naslov vzdrževalca te strani, na katerega se lahko bralec obrne, če želi dodatne informacije, ali pa če želi opozoriti na kakšno napako. Strani, iskane z AltaVisto, so še slabše opremljene z naslovi za elektronsko pošto, saj približno 80% ne vsebuje nobenega naslova. Razlika je zopet v vrsti spletnih strani: Slowwwenia.com najde večinoma sprejemne in samostojne strani. Vzdrževalci večinoma podajo svoj naslov prav na teh straneh, na podrejene strani pa pozabljajo. Če neodvisna spletna stran ne vsebuje navigacijskih elementov, ki kažejo na sprejemno stran, uporabnik ne ve, kdo je vzdrževalec te strani.

9. Uporaba skriptnega jezika

Nekateri dokumenti vsebujejo programski jezik (java script), ki je se uporablja za razne animacije, avtomatsko odpiranje novih spletnih strani ipd. 46% sprejemnih oziroma samostojnih spletnih strani vsebuje skriptni jezik (Slowwwenia.com). Ta delež je pri AltaVista štirikrat manjši, saj favorizira predvsem dolge strani. Naraščanje uporabe skriptnega jezika smo opazili že leta 1998 (glej sliko 2). Kompleksnost skriptnega jezika smo merili v število vidnih znakov in v številu vrstic. Povprečna vrednost znakov (260) in vrstic (43) (71%) skriptnih programov je bila dolgih do 60 vrstic. Po 20 tednih opazovanja 100 spletnih strani se je delež strani, ki vsebujejo skriptni jezik, povzpela na 31%.

Opazili smo tudi povečanje kompleksnosti skriptnih programov, saj je ta letos povprečje narastlo na 537 znakov.



Slika 2: Naraščanje števila spletnih strani, ki vsebujejo skriptni jezik (leto 1998)

10. Primerjava z drugimi državami

Turau [3] je leta 1997 analiziral 500 spletnih strani, ki so se nahajale v ZDA in v Nemčiji. Zanimala ga je predvsem razlika med spletnimi stranmi, ki pripadajo izobraževalnim ustanovam in stranmi, ki jih uvrščamo med poslovne. Ker je naša raziskava stekla dve leti kasneje, je zaradi tega direktna primerjava lahko sporna. Za slovenske spletne strani se navedeni podatki nanašajo na začetek leta 1998, ko smo zaceli s sistematičnim opazovanjem.

Tabela 4 Primerjava med Slovenijo in ZDA ter Nemčijo

| | Slovenija 1998 | ZDA in Nemcija 1997 |
|---|-------------------|------------------------|
| Povprečno število slik na spletno stran | 11,3 | 10,4 |
| Povprečno število povezav | 14,5 | 25,8 |
| Delež strani, ki vsebuje naslov elektronske pošte | 65% | 29,7% |
| Delež poslovnih strani | 63% | 53% |
| Delež strani, ki vsebuje obrazce | 4% | 27,8% |
| Delež strani, ki vsebuje Javo | 1% | 0,86% |
| Delež strani, ki vsebuje Java skript | 21% | 9,10% |

Glede na časovno zamaknjenost raziskav, bi lahko pričakovali rahlo "prehitevanje" Slovenije. Opremljenost s slikami je približno ista. Preseneca pa majhno število povezav na druge spletne strani. To je lahko posledica manjšega števila vseh spletnih strani glede na ZDA in Nemčijo. Ameriške in nemške spletne strani so izrazito slabše opremljena z elektronskimi naslovi. Je vzrok mogoče v strahu pred zasipavanjem z reklamami (angl. spam)? Nekatere ustanove v ZDA so se specializirale na iskanje elektronskih naslovov, katere nato prodajajo reklamnim agencijam, ki nato uporabnika zasipajo z reklamami. Ta pojav se pocasi razširja tudi v Sloveniji in zato lahko predpostavljamo, da se bo opremljenost spletnih strani z elektronskimi naslovi v prihodnosti zmanjšala.

Kljub približno enakemu deležu poslovnih strani, zelo zaostajamo pri uporabi vnosnih obrazcev (forms). Verjetno je to posledica večje razširjenosti trgovanja na internetu, ki se je v ZDA že dobro uveljavilo.

Ocitno je večina slovenskih poslovnih strani usmerjena zgolj na predstavitev svoje dejavnosti, pri kateri pa v večini primerov ne potrebujejo nobenih vnosnih obrazcev. Velika prednost glede uporabe skriptnega jezika je verjetno posledica casovne zamaknjenosti raziskav.

11. Sklep

Uporabnost analize spletnega informacijskega sistema bo prišla do svoje prave veljave, ko se bo povečala intenzivnost oglaševanja in poslovanja na internetu. Z opisano raziskavo smo ugotovili, da je delež poslovnih strani zelo podoben ameriškem oziroma nemškemu. Na podlagi podatkov lahko sklepamo, da smo vsaj v letu 1998 bili v velikem zaostanku, kar se tice elektronskega trgovanja. Sklepanje o povprečni slovenski spletni strani, ki jo vidi Slovenec, je zelo odvisno od iskalnika oziroma njegovega iskalnega algoritma. Analiza je pokazala trend v naraščanju obširnosti spletnih strani in uporabo novejših tehnologij (skriptni jezik). Raziskava je tudi pokazala, da je možno celoten postopek analize in vzorčenja skoraj popolnoma avtomatizirati. Kljub temu da se nekateri podatki raziskave nanašajo na leto 1998, so tudi sedaj še vedno zanimivi.

12. Literatura

- [1] M. Monticino: *"Web-Analysis: Stripping Away the Hype"*, IEEE Computer, december, 1998, str. 130-132.
- [2] Aleš Velikonja: *"Dinamika spletnih strani"*, diplomsko delo, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru, oktober 1999, mentor: Tomaž Dogša.
- [3] V. Turau: *"What Practices Are Being Adopted on the Web"*, IEEE Computer, maj, 1998, str. 106-108.
- [4] J. Carreira, J. G. Silva: *"ComputerScience and the Pygmalion Effect"*, IEEE Computer, februar, 1998, str. 116-117.
- [5] P. Brereton, D. Budgen, G. Hamilton: *"Hypertext: The Next Maintenance Mountain"*, IEEE Computer, dec. 1998, str. 49-55.
- [5] *"Projekt RIS (Raba Interneta v Sloveniji)"*, Fakulteta za družbene vede (FDV), Center za metodologijo in informatiko, URL: <http://www.ris.org>

Kratek življenjepis:

Avtor je docent na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru, kjer predava na dodiplomski in podiplomski stopnji in vodi Center za verifikacijo in validacijo sistemov. Na raziskovalnem področju se ukvarja predvsem z V&V tehnologijo oziroma testirnimi orodji.