

# Govorno voden informacijski portal LentInfo - predhodna analiza rezultatov

**Andrej Žgank, Matej Rojc, Bojan Kotnik, Damjan Vlaj, Mirjam Sepesy Maučec,  
Tomaž Rotovnik, Zdravko Kačič, Aleksandra Zögling Markuš, Bogomir Horvat**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko,  
Smetanova ul. 17, SI-2000 Maribor, Slovenija  
andrej.zgank@uni-mb.si

## Povzetek

V članku predstavljamo govorno voden informacijski portal LentInfo, ki je prva širšemu krogu uporabnikov predstavljena aplikacija, ki jo je možno voditi z uporabo slovenskega govora. Portal uporabnikom preko telefona posreduje informacije o programu Festivala Lent, ki se vsako leto dogaja v Mariboru. Na kratko bomo predstavili zasnovo sistema, ki ga sestavljajo trije glavni moduli. Prvi modul je razpoznavnik govora, ki predstavlja vhodni vmesnik. Za potek dialoga v odvisnosti od zasnovanega scenarija skrbi krmilnik dialoga, ki tudi nadzoruje delovanje ostalih modulov. Krmilnik dialoga je zasnovan univerzalno in je implementiran s končnimi avtomati. Izhodni vmesnik, ki uporabniku posreduje informacijo, je modul za generiranje sporočil. V sodelovanju s Telekomom Slovenije in Narodnim domom Maribor smo pilotski projekt LentInfo predstavili širši javnosti v času trajanja Festivala Lent 2002. Govorni portal LentInfo je bil uporabnikom dostopen preko brezplačne telefonske številke 080/12-50. V 16 dneh trajanja festivala smo zabeležili 1352 klicev. Po zaključku festivala smo začeli analizo delovanja sistema, katere predhodni rezultati so predstavljeni v članku. Uporabnike sistema smo razdelili glede na različne kriterije, ki so povezani z akustičnim okoljem, iz katerega je potekal posamezen klic (vrsta telefona, tonsko izbiranje, čas klica). Prav tako smo analizirali število klicev po posameznih dneh. V zadnjem delu predhodne analize rezultatov smo preverili tudi, kolikokrat je bilo do sistema dostopano z iste telefonske številke.

## 1. Uvod

Razvoj jezikovnih tehnologij je tudi v Sloveniji napredoval do te mere, da omogoča izdelavo aplikacij za slovenski jezik, ki so namenjene tudi širšemu krogu uporabnikov<sup>1</sup>. Značilnost predstavljenih aplikacij (Rojc, et al., 1997; Ipšič, et al., 1997), ki so vključevale razpoznavanje slovenskega govora, je, da so bile razvite večinoma v testne namene.

Članek predstavlja aplikacijo LentInfo - prvo govorno vodeno aplikacijo v slovenskem prostoru, do katere je lahko dostopal tudi širši krog uporabnikov. Namen aplikacije LentInfo je posredovanje informacij o programu Festivala Lent<sup>2</sup>, ki vsako leto poteka v Mariboru. Festival traja 16 dni, v letu 2001 pa ga je obiskalo več kot 400.000 obiskovalcev. V času trajanja festivala se na desetih prizoriščih zvrsti več kot 400 različnih prireditev (koncerti, gledališke predstave, športne prireditve, ...). Namen izdelave aplikacije je bil omogočiti uporabnikom prijazen dostop do programa prireditev preko telefona. S pomočjo portala LentInfo je lahko uporabnik na primer tudi na samem kraju dogajanja z mobilnim telefonom ali iz v ta namen postavljenih telefonskih govorilnic preveril, katere prireditve potekajo na prizoriščih festivala.

Zasnova sistema LentInfo je bila izdelana in prvič preizkušena na omejenem krogu uporabnikov v času Festivala Lent 2001 (Žgank in Rojc, 2001). Izsledki tega testiranja so bili uporabljeni kot osnova za izboljšave sistema, ki so omogočile uporabo sistema za širši krog uporabnikov v realnem okolju. Akustično okolje, iz katerega lahko kličejo uporabniki, predstavlja zaradi narave aplikacije (šum, govor iz ozadja, glasba, ...) dodatno težavo

za razpoznavnik govora.

V drugem poglavju je na kratko predstavljena zasnova portala LentInfo. Potek letošnjega terenskega delovanja sistema je opisan v tretjem poglavju. V četrtem poglavju smo naredili predhodno analizo delovanja. Zaključek je podan v petem poglavju.

## 2. Zgradba aplikacije LentInfo

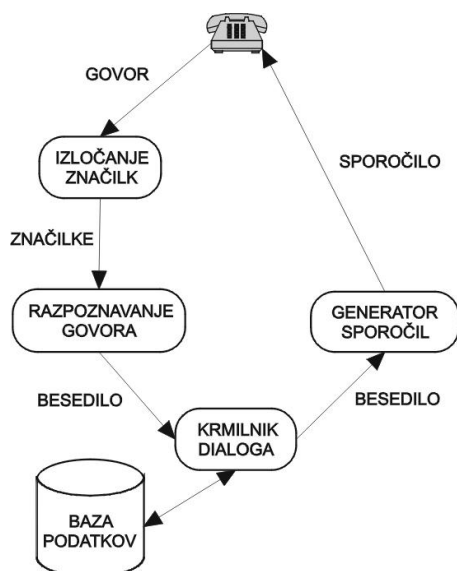
### 2.1. Predstavitev zasnove in dialoga

Govorno voden informacijski portal LentInfo uporablja sistemsko voden dialog. To pomeni, da sistem usmerja uporabnika po strukturi dialoga. Sistem postavlja vprašanja, uporabnik pa nanja odgovarja. Pričakovani odziv uporabnika so izolirane besede, s katerimi lahko izbira med ponujenimi možnostmi v posameznem vozlišču dialoga. Ker lahko pride do napak pri razpoznavanju govora, smo v scenarij dialoga dodali tudi eksplicitno potrjevanje izbrane možnosti. Na ta način je bilo uporabniku omogočeno popravljanje napak, nastalih pri razpoznavanju govora. Sistemsko voden dialog smo izbrali zato, ker deluje (Žgank in Rojc, 2001) ciljna aplikacija s stališča razpoznavanja govora v relativno zahtevnem okolju (šum, glasba v ozadju, ...). Zato je smiselno, da je dialog enostaven in čim krajši.

Da bi zagotovili dostop do zelene informacije neodvisno od uspešnosti avtomatskega razpoznavanja govora, ki je lahko nekoliko slabše predvsem v primerih, ko uporabniki kličejo iz hrupnega okolja (s samih prizorišč festivala), smo portalu LentInfo dodali možnost tonskega izbiranja (DTMF). Preklop z govornega izbiranja na tonsko izbiranje se je izvršil avtomatično v primeru, kadar je sistem med pozdravnim sistemskim sporočilom izmeril premočan vhodni signal. Prav tako je lahko tonsko izbiranje vključil uporabnik sam s pritiskom na določeno tipko, o čemer je bil obveščen s posebnim sistemskim sporočilom. Tonski

<sup>1</sup>Delo je bilo finančno podprto s strani Ministrstva za šolstvo, znanost in šport Republike Slovenije, po pogodbi PP-0796/99-0796-503.

<sup>2</sup>Domača stran festivala: <http://lent.slovenija.net>



Slika 1: Zgradba aplikacije LentInfo

način izbiranja ima v primerjavi z govornim načinom izbiranja dve večji slabosti. Prva je, da tonsko izbiranje človeku predstavlja manj naraven način komuniciranja kot govor. Druga slabost je, da so sistemska sporočila pri tonskem izbiranju daljša kot pri govornem izbiranju, kar podaljša čas, ki ga uporabnik potrebuje, da dobi želeno informacijo.

Zgradba samega sistema je modularna (slika 1) in jo tvorijo trije osnovni moduli:

- razpoznavalnik govora,
- krmilnik dialoga,
- generator sporočil.

Vsi trije moduli so univerzalni in niso vezani na specifično aplikacijo.

Struktura dialoga je tisti del sistema, ki je neposredno vezan na ciljno aplikacijo. Struktura dialoga v portalu LentInfo je prikazana na sliki 2. Sestavljena je iz treh osnovnih nivojev. Prva dva nivoja sta namenjena poizvedovanju o osnovnih podatkih, tj. času in kraju dogajanja. Na tretjem nivoju sistem uporabniku posreduje želeno informacijo. Oglejmo si vsak nivo posebej. Na prvem nivoju torej določimo čas dogajanja. Klicalec lahko izbere današnji program, jutrišnji program ali program poljubnega dne v tednu (6 besed v slovarju). Če uporabnik izbere tretjo možnost, ga sistem povpraša še po imenu dneva (10 besed v slovarju). Na drugem nivoju klicalec izbere kraj dogajanja, tj. prizorišče na festivalu (14 besed v slovarju). Sistem mu najprej našteje prizorišča, med katerimi lahko izbira. Ko sistem dobi oba podatka, posreduje uporabniku informacijo o tem, kaj se dogaja na izbranem prizorišču ob izbranem času. Struktura dialoga omogoča uporabniku, da se vrne na poljuben nivo v dialogu (6 besed v slovarju) in povpraša še o dogajanjih na drugih odrih istega in/ali drugega dne.

Struktura dialoga mora biti uporabniku prijazna. To pomeni, da se mora sistem znati prilagoditi tudi neveščim oziroma manj spretnim uporabnikom. Oglejmo si primer, ko sistem zaman čaka na odziv uporabnika. Predpostavimo,

da se v strukturi dialoga nahajamo v točki, ko pričakujemo, da uporabnik izbere dan, ki ga zanima.

**SISTEM:** Izbirate lahko med imeni dnevov: ponedeljek, torek, ..., do nedelje. Prosim, povejte ime dneva.

**KLICALLEC:** (Ni odziva.)

**SISTEM:** Prosim, povejte ime dneva.

**KLICALLEC:** (Ni odziva.)

**SISTEM:** Izbirate lahko med imeni dnevov: ponedeljek, torek, ..., do nedelje. Prosim, povejte ime dneva.

**KLICALLEC:** (Ni odziva.)

**SISTEM:** Če želite izvedeti program določenega dne, prosim, povejte ime dneva. Izbirate lahko med imeni dnevov: ponedeljek, torek, ..., do nedelje. Dialog lahko nadaljujete tudi s tonskim izbiranjem, če pritisnete zvezdico.

**KLICALLEC:** (Ni odziva.)

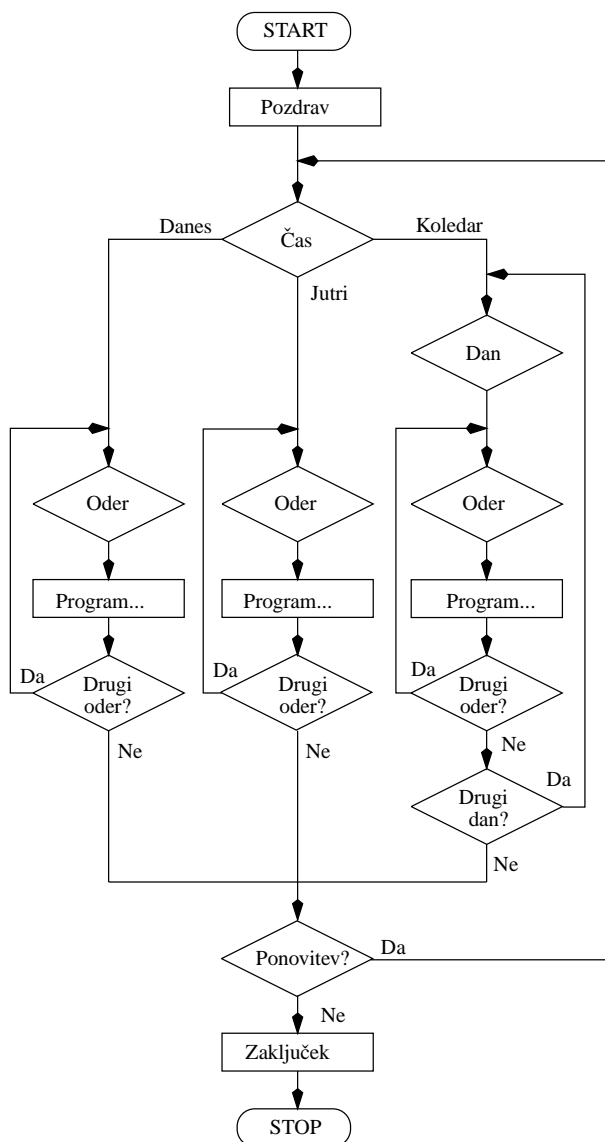
**SISTEM:** Žal vas ne razumem. Vzrok je verjetno slaba telefonska zveza. Hvala lepa za vaš klic in lep dan vam želim.

Iz primera je razvidno, da kadar sistem ne zazna odziva uporabnika, ostane na istem nivoju v strukturi dialoga, le krmilnik dialoga predvaja različna sistemska sporočila, s katerimi skuša pojasniti uporabniku, kaj pričakuje od njega. Šele po štirih neuspeših poskusih se portal LentInfo poslovi in samodejno zaključi dialog.

## 2.2. Razpoznavalnik govora

Za uspešno delovanje takšne aplikacije, kot je portal LentInfo, je bistvenega pomena dobro delovanje modula za razpoznavanje govora (Johnston, et al., 1997). Odločilen vpliv pri tem imajo akustični modeli, s katerimi je modeliran govor. Glede na namen uporabe portala smo se odločili, da bomo akustične modele tvorili s pomočjo slovenske baze izgovorjav SpeechDat(II) 1000 FDB (Höge, et al., 1997; Kaiser in Kačič, 1998). Baza sicer vsebuje posnetke, ki so bili narejeni samo z uporabo stacionarnih telefonov, vendar je možno (Žgank, et al., 2002) s takšnimi akustičnimi modeli razpoznavati tudi govor klicalecev z mobilnih telefonov, ne da bi to bistveno vplivalo na uspešnost razpoznavanja govora. Akustični modeli, ki smo jih uporabili, so bili generirani s pomočjo skripte refrec0.96 (Refrec homepage, 2002), ki je bila razvita v okviru projekta COST 249 "SpeechDat task force" (Johansen, et al., 2000; Lindberg, et al., 2000). Da bi izboljšali robustnost akustičnih modelov, smo se odločili, da bomo vključili spremenjen modul za izračun značilke namesto standardnega modula, ki ga uporablja skripta refrec0.96.

V procesu avtomatskega razpoznavanja govora ima postopek izločanja značilke zelo velik vpliv na samo učinkovitost sistema avtomatskega razpoznavanja govora, saj so vsi nadaljnji postopki odvisni od načina ter kakovosti parametrizacije govornega signala (Young, 1996). Vhodni signal razdelimo na prekrivajoče se okvirje dolžine 25



Slika 2: Struktura dialoga v govorno vodenem informacijskem portalu LentInfo

ms. Interval pomikanja okvirjev znaša 10 ms. Nad vsakim okvirjem izvedemo funkcijo predpoudarjanja, zatem pa vsak okvir pomnožimo s funkcijo Hammingovega okna. Prehod v frekvenčni prostor izvedemo s hitro Fourierjevo transformacijo. V naslednjem koraku izračunamo 24 polovično prekrivajočih se filtrov trikotne oblike, katerih centralne frekvence so ekvidistančno razporejene po mel frekvenčni skali. Nad izhodi vsakega izmed filtrov opravimo nelinearno transformacijo logaritmiranja. Zaradi uporabe diagonalne kovariančne matrike tako v procesu učenja akustičnih modelov kot tudi v procesu razpoznavanja govora je potrebno dobljene komponente signala med seboj dekorelirati. Ta postopek izvršimo z diskretno kosinusno transformacijo. Kot rezultat dobimo 24 mel frekvenčnih kepstralnih koeficientov. Iz njih izračunamo 12 prvih in drugih odvodov, ki so dodani končnemu vektorju značilnk. K izračunanemu vektorju značilnk dodamo še koeficient energije ter njegov prvi in drugi odvod. Dimenzijo končnega vektorja značilnk zmanjšamo z uporabo linearne diskriminancijske analize, tako da vsak vektor pomnožimo z

LDA matriko. Na izhodu iz modula za izločanje značilnk dobimo za vsak okvir vhodnega signala vektor značilnk s 24 koeficienti. S tako pripravljenimi značilnkami smo izvedli učenje akustičnih modelov. Končni akustični modeli so vsebovali 32 Gaussovih porazdelitev verjetnosti na posamezno stanje.

Da bi lahko še pred samim delovanjem v realnem okolju ovrednotili dobljene akustične modele, smo izvedli testiranje z razpoznavanjem govora na testnem naboru baze SpeechDat(II) (van den Heuvel, et al., 2001), ki vsebuje izgovarjave 200 govorcev. Kategorije testnih stavkov smo izbrali tako, da sta bila število in dolžina besed v slovarju (van den Heuvel, et al., 2001) kar najbolj podobna resničnemu slovarju portala LentInfo:

- izolirane številke (I1),
- povezane številke (B1, C1),
- da/ne (Q1-2),
- ukazne besede (A1-6).

Kategorija	NRB (%)
I1	4.1
B1,C1	4.7
Q1-2	0.3
A1-6	2.0

Tabela 1: Napaka razpoznavanja besed (NRB) na testnem naboru baze SpeechDat(II).

Rezultati razpoznavanja govora na zgoraj naštetih kategorijah stavkov iz testnega nabora so predstavljeni v tabeli 1. Do manjših razlik v rezultatih med različnimi kategorijami je prišlo predvsem zaradi razlik v zahtevnosti slovarja razpoznavalnika. Primerjava dobljenih rezultatov s predhodno dobljenimi rezultati (Refrec homepage, 2002) je pokazala, da je drugačen način izločanja značilnk izboljšal rezultate razpoznavanja govora. Akustični modeli so bili po testiranju vključeni v krmilnik dialoga, kjer so delovali v razpoznavalniku govora SPREAD (Rojc, et al., 1998), ki je bil razvit na FERi. Razpoznavalnik govora SPREAD deluje na osnovi Viterbijevega algoritma.

### 2.3. Krmilnik dialoga

Krmilnik dialoga predstavlja glavni nadzorni modul v aplikaciji LentInfo in obenem povezuje vhodni in izhodni del sistema. Zasnovan je bil na takšen način, da je možno z njim realizirati različne aplikacije. Podpira izvedbo različno kompleksnih razpoznavalnikov govora, katerih uporaba je odvisna od namena aplikacije. Prav tako podpira vključitev sintetizatorja govora v modulu za generiranje sporočil. Krmilnik dialoga je zasnovan jezikovno neodvisno, kar nam omogoča tudi izdelavo aplikacij za tuje jezike.

Krmilnik dialoga deluje na osnovi končnega avtomata, kar razvijalcu omogoča veliko svobode pri zasnovi aplikacije in olajša testiranje scenarija dialoga. Ker mora krmilnik dialoga v istem trenutku nadzorovati več procesov vzporedno, deluje večnitno.

Potek dialoga je s posebno sintakso opisan v konfiguracijski datoteki. Če želimo kakorkoli spremeniti potek dialoga, je dovolj, da vnesemo popravke v to konfiguracijsko datoteko. Pri izdelavi poteka dialoga si lahko pomagamo tudi z grafičnim vmesnikom, kar še dodatno olajša pripravo scenarija. Poseben grafični vmesnik je bil razvit tudi za spremljanje delovanja in nadzor nad krmilnikom dialoga.

#### 2.4. Generator sporočil

Vsa sistemska sporočila in sporočila o posameznih prireditvah, ki so se posredovala uporabniku, so bila posneta v tonskem studiu Inštituta za elektroniko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru. Program Festivala Lent je znan že pred samim začetkom, tako da takšen pristop ni bil ovira. Glavna prednost posnetih sporočil pred uporabo sintetizatorja govora je boljša razumljivost branih posnetkov, saj se v sporočilih s sporedom velikokrat pojavljajo neslovenske besede, ki predstavljajo težavo za sintetizator govora.

### 3. Terensko delovanje sistema

Govorno voden informacijski portal LentInfo je začel delovati v živo prvi dan festivala, dne 21.6.2002. Telekom Slovenije, ki je v projektu sodeloval kot sponzor, je omogočil dostop do portala LentInfo preko brezplačne telefonske številke 080/12-50, ki je bila dostopna iz vseh telefonskih omrežnih skupin v Sloveniji. Prav tako je bilo na samem kraju dogajanja Festivala Lent v ta namen postavljenih pet začasnih telefonskih govornic, ki so bile opremljene z obvestilom o pilotskem projektu in osnovnimi navodili za uporabo portala LentInfo. Odzive in mnenja uporabnikov smo sprejemali preko SMS sporočil in na poseben elektronski naslov.

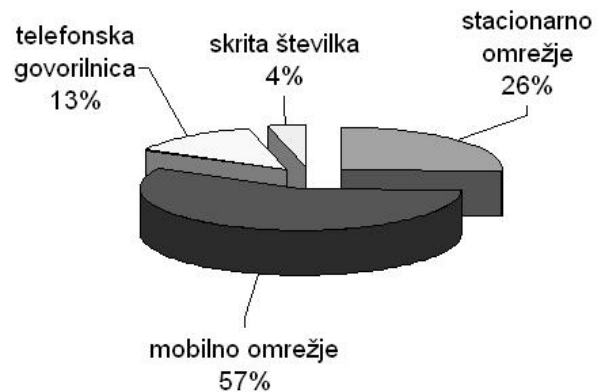
Brezplačna telefonska številka je bila vezana na tri ISDN kanale. Vsak kanal je servisiral ISDN kartica na osebnem računalniku, na katerem je tekla aplikacija LentInfo. Takšna rešitev je omogočala sočasno posredovanje informacij trem uporabnikom, prav tako pa je zagotavljala nemoteno delovanje sistema ob morebitnem izpadu katerega izmed osebnih računalnikov.

LentInfo je brez prekinitev deloval celoten čas trajanja Festivala Lent (1352 klicev), po koncu festivala pa smo delovanje sistema v demonstracijske namene podaljšali še za 14 dni in v tem časovnem obdobju sprejeli še nekaj čez 100 klicev.

#### 4. Analiza rezultatov

V nadaljevanju bomo predstavili predhodno analizo rezultatov delovanja sistema. V analizi smo zajeli podatke o klicih med 21.6.2002 od 16.00, ko je bila informacija o portalu LentInfo objavljena na domači strani Festivala Lent, in 7.7.2002 do 06.00. Sam festival se je končal dne 7.7.2002 ob 02.00. Iz analize smo že predhodno izločili klice vseh oseb, ki so sodelovale pri izvedbi pilotskega projekta LentInfo.

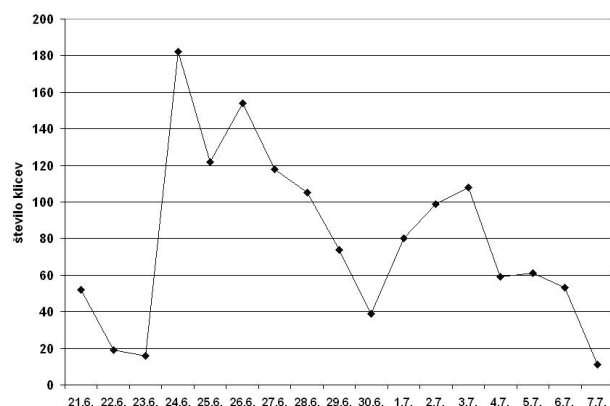
V tem časovnem obdobju je portal LentInfo sprejel 1352 klicev. Porazdelitev vseh klicev glede na vrste telefonov je predstavljena na sliki 3. Kot lahko vidimo, je bila večina klicev (769 klicev) opravljenih z mobilnih telefonov. K tej kategoriji klicev lahko prištejemo tudi



Slika 3: Porazdelitev sprejetih klicev glede na vrsto telefonske številke.

večino tistih uporabnikov, katerih telefonska številka je bila skrita. Takšna prevlada mobilnih telefonov nad stacionarnimi je bila pričakovana, saj mobilni telefoni omogočajo tudi klice neposredno s festivalskih prizorišč. Upoštevati je potrebno tudi veliko razširjenost mobilnih telefonov, saj je v letu 2001 imelo svoj mobilni telefon približno 67% prebivalcev Slovenije (Stergar, A., 2002; www.ris.org, 2001). Glede na visoko razmerje uporabe mobilnih telefonov se je izkazala za pravilno uporaba robustnejšega modula za izločanje značilk. V celotnem naboru klicev je bilo samo 135 takšnih, ki so uporabili tonsko izbiranje (avtomatsko ali na željo uporabnika). Na osnovi nizkega deleža klicev s tonskim izbiranjem je možno sklepati, da je govorno izbiranje uporabnikom bližje kot tonsko izbiranje in da je bilo razpoznavanje govora dovolj učinkovito.

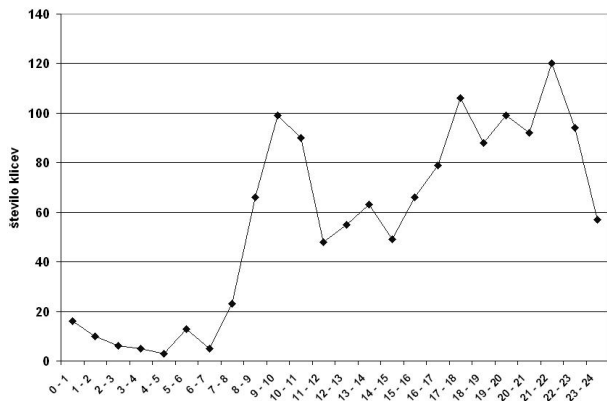
Iz začasnih telefonskih govornic, ki so bile postavljene na prizoriščih festivala, je bilo opravljenih 179 klicev, kar potrjuje upravičenost njihove postavitve. Klice s stacionarnih telefonskih številk smo razdelili tudi glede na omrežne skupine in po pričakovanju se je izkazalo, da je bilo več kot 80% klicev opravljenih iz omrežne skupine 02.



Slika 4: Porazdelitev klicev po posameznih dneh med trajanjem Festivala Lent 2002.

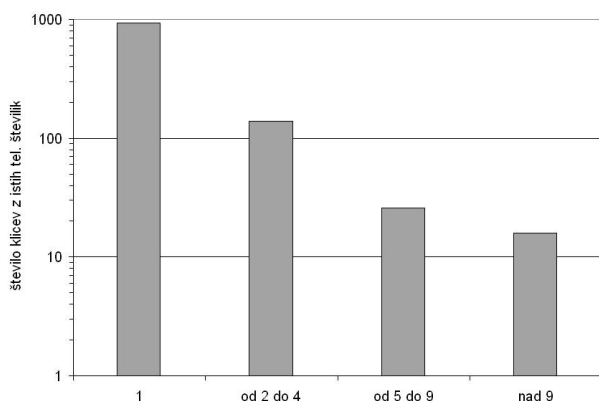
Ker so hkrati z delovanjem portala LentInfo potekale tudi predstavitve tega pilotskega projekta v različnih medijih, smo v analizi klice ločili po posameznih dneh, v katerih

so bili opravljeni (slika 4). Prvi vrh v številu klicev na dan je bil 24.6.2002, ko je bila informacija o portalu objavljena v časopisu Večer. Drugi vrh v krivulji števila klicev je bil dne 26.6.2002. Ta dan so informacijo o portalu LentInfo objavili na več radijskih postajah. Pri analizi števila klicev na posamezen dan bi bilo potrebno upoštevati tudi spreminjanje števila obiskovalcev Festivala Lent po posameznih dneh, vendar nam ta informacija žal ni dostopna.



Slika 5: Porazdelitev klicev glede na uro, ob kateri je bil klic opravljen.

V nadaljevanju analize smo klice v sistem LentInfo razdelili glede na uro klica, kar je predstavljeno na sliki 5. Do prvega povečanja števila klicev je prišlo po 08.00 zjutraj, ko je število klicev naraščalo do 10.00. Naslednje povečanje števila klicev je sledilo po 16.00 in je trajalo do 18.00. Ta porast števila klicev lahko povežemo z začetkom prvih večernih prireditev na festivalu, ki so med 19.00 in 20.00. Zadnji porast števila klicev se je zgodil po 21.00, ko se začnejo ostale večerne prireditve. Zanimivo je, da je nekaj uporabnikov klicalo sistem tudi v zgodnjih jutranjih urah, ko na festivalu ni bilo dogajanja.



Slika 6: Ponovitve klicev na portal LentInfo z iste telefonske številke

V zadnjem delu analize smo preverili, kolikokrat je bilo klicano s posameznih telefonskih števil. Iz te analize smo izločili klice iz telefonskih govorilnic in s skritih telefonskih števil. Rezultat te analize je predstavljen na sliki 6. Največje število klicev z ene telefonske številke je bilo 53,

od tega samo en klic z uporabo tonskega izbiranja. Tudi vsi ostali najbolj pogosti klicanci sistema (kategoriji od 5 ponovitev navzgor na sliki 6) so le redko uporabili tonsko izbiranje. Po en klic z iste telefonske številke je bil narejen nekaj čez 900-krat.

Uspešnost razpoznavanja besed za prvih 20 klicev na enega izmed računalnikov v sistemu LentInfo je bila 86%. Pri analizi napačno razpoznanih besed se je izkazalo, da je v 48% primerov klicalec uporabil besedo, ki je slovar v tisti točki dialoga ni vseboval.

## 5. Zaključek

V članku smo predstavili govorno voden informacijski portal LentInfo, ki je kot prva govorno vodena aplikacija, predstavljena širšemu krogu uporabnikov v slovenskem prostoru, deloval v času Festivala Lent 2002. V času pisanja članka (julij 2002) je bila opravljena le predhodna analiza rezultatov, ki je pokazala, da je delovanje takšnega sistema za slovenski jezik v realnem okolju s širokim krogom uporabnikov izvedljivo. Podrobnejša analiza uspešnosti posredovanja informacij uporabnikom bo opravljena v prihodnosti, ugotovljeni rezultati analize pa predstavljeni tudi na sami konferenci. Izsledke iz terenskega delovanja sistema bomo uporabili za izboljšave in nadaljnje prilagoditve aplikacije.

## Zahvala

Za sodelovanje in podporo pri izvedbi terenskega delovanja govorno vodenega informacijskega portala LentInfo se zahvaljujemo organizatorju Festivala Lent, Kulturno-prireditvenemu centru Narodni dom Maribor, in Telekomu Slovenija d.d.

## 6. Literatura

- van den Heuvel, H., Boves, L., Moreno, A., Omologo, M., Richard, G., Sanders, E., 2001. Annotation in the SpeechDat Projects. *International Journal of Speech Technology*, 4(2):127 – 143.
- Höge, H., Tropf, H., Winski, R., van den Heuvel, H., Haeb-Umbach, R., 1997. European speech databases for telephone applications. V: *Proc. ICASSP '97, Munich*, strani 1771 – 1774.
- Ipšič, I., Mihelič, F., Pepelnjak, K., Gros, J., Dobrišek, S., Pavešič, N., Nöth, E., 1997. The Slovenian Dialog System for Air Flight Inquiries. *Proc. of the 2nd SQEL Workshop on Multi-Lingual Information Retrieval Dialogs*, strani 133 – 136, Plzen, Češka.
- Johansen, F. T., Warakagoda, N., Lindberg, B., Lehtinen, G., Kačič, Z., Žgank, A., Elenius, K., Salvi, G., 2000. The COST 249 SpeechDat Multilingual Reference Recogniser. V: *Proc. LREC'2000, Athens*.
- Johnston, D., Sorin, C., Gagnoulet, C., Charpentier, F., Canavesio, F., Lochschmidt, B., Alvarez, J., Cortazar, I., Tapias, D., Crespo, C., Azevedo, J., Chaves, R., 1997. Current and experimental applications of speech technology for telecom services in Europe. *Speech Communication, Volume 23, Issues 1-2, oktober 1997*, strani 5-16.

- Kaiser, J., Kačič, Z., 1998. Development of the Slovenian SpeechDat database. V: Speech Database Development for Central and Eastern European Languages, Granada.
- Lindberg, B., Johansen, F.T., Warakagoda, N., Lehtinen, G., Kačič, Z., Žgank, A., Elenius, K., Salvi, G., 2000. A noise robust multilingual reference recogniser based on SpeechDat(II). ICSLP 2000, Beijing, Kitajska.
- Rojc, M., Kačič, Z., Horvat, B., 1997. VEDAMA - Speech driven automatic answering machine. Advances in speech technology: Proc. of Fourth International Workshop, strani 161 – 170, Maribor, Slovenija.
- Rojc, M., Kačič, Z., 1998. New development toolkit for HMM modelling and speech recognition SPREAD. Advances in speech technology: Proc. of Fifth International Workshop, strani 157 – 162, Maribor, Slovenija.
- Stergar, A., 2002. V Mobilkomu zadovoljni. V: Delo, 2.3.2002, Ljubljana, Slovenija
- Young, S. J., 1996. Large vocabulary continuous speech recognition: A review. IEEE Trans. on SAP, SAP-4(1):31 – 44.
- Žgank, A., Rojc, M., 2001. "LentInfo" Information – Providing Application for the Festival Lent Programme. Poslano v recenzijo reviji International Journal of Speech Technology.
- Žgank, A., Kačič, Z., Horvat, B., 2002. Preliminary Evaluation of Slovenian Mobile Database PoliDat. V: Proc. LREC'2002, Las Palmas, Španija.
- [http://www.ris.org/ict/mob\\_tel\\_junij2001.htm](http://www.ris.org/ict/mob_tel_junij2001.htm)
- <http://www.telenor.no/fou/prosjekter/taletek/refrec/>