

Uloga oblika intonacione konture slogovnog jezgra u diskriminaciji ekspresivnih emocija

Biljana Stekić, Mirjana Rajković i Slobodan T. Jović

Sadržaj – Istraživanja u ovom radu su fokusirana na prepoznavanje i diskriminaciju ekspresivnih emocija u govoru: radosti i ljutnje. Analiza je vršena na delu govornog korpusa GEES koji sadrži podskup dugih rečenica za dva muška i dva ženska govornika. Izvršeno je merenje određenog skupa parametara na nivou individualnih intonacionih kontura i njihova statistička analiza. Rezultati istraživanja su pokazali da rastući segmenti intonacionih kontura u korelaciji sa akcentovanim slogovima čine osnovu diskriminacije emocije radosti od ljutnje.

Glavne reči — Govor, intonaciona kontura, emocije.

I. UVOD

Ljudski govor sadrži dve kategorije informacija: *lingvističku informaciju*, koja predstavlja proizvoljan govorni kod kojim se razmenjuju lingvistički sadržaji između sagovornika i *paralingvističku informaciju*, koja je nelingvistička informacija i odnosi se na emocije, stavove, nameru, kvalitet govora i drugo [1].

Emocije su najsloženiji element govora, one ga upotpunjuju i čine značenje kompleksnijim. Na osnovu emocija mogu se identifikovati razni aspekti čovekovog fizičkog i psihičkog stanja uključujući godine starosti, pol, inteligenciju i raspoloženje [2]. Analiza emotivnih stanja postaje sve značajnija za moderne govorne tehnologije, kao što je komunikacija čovek-računar, prepoznavanje govora i govornika i sinteza govora.

Osnovni nosioci ekspresije emocija u govoru su varijacije govornih obeležja na tri nivoa: *suprasegmentnom*, odnosno prozodijskom (specifične varijacije frekvencije, intenziteta i trajanja), *segmentnom* (promene kvaliteta artikulacije) i *intra-segmentnom* (opšti kvalitet glasa, odnosno govora) [3]. Jasno je da veliki skup akustičkih parametara u govoru doprinosi ekspresiji emocija, sa različitim težinskim koeficijentima značajnosti.

Dosadašnja istraživanja na polju prepoznavanja i diskriminacije emocija, jasno su ukazala na problem separacije tzv. jakih emocija, *ljutnje* i *radosti*, iako se ove dve emocije jasno diskriminišu na perceptivnom planu.

U ovom radu, polazi se od pretpostavke da su informacije o emotivnom stanju govornika sadržane u intonacionim konturama, unutar naglašanih slogova u rečenici. Izvršena je segmentacija izabranih rečenica i ekstrakcija određenog skupa obeležja. Obradom i analizom izmerenih parametara ispitana je mogućnost bolje separacije radosti i ljutnje.

B. S. Megatrend, Pop Lukina 26, 14000 Valjevo, Srbija (e-mail: biljastekic@gmail.com)

M. R. Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija (e-mail: mink@eunet.yu)

S. T. J. Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija (e-mail: jovicic@etf.rs)

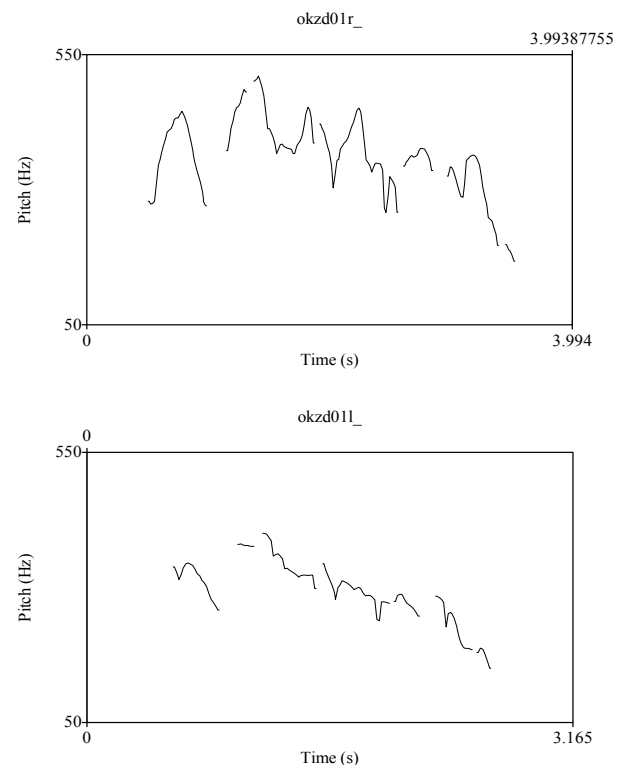
II. REZULTATI PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA

U prvim istraživanjima na polju diskriminacije emocija, analiziran je određeni skup akustičkih obeležja na dužem govornom segmentu, odnosno vršeno je statističko usrednjavanje njihovih vrednosti na nivou rečenice – *statički parametri* [4]. Pomenute analize omogućile su grupisanje emocija na ljutnju i radost, kao emocije sa veoma sličnim akustičkim parametrima i strah i tugu, koji predstavljaju drugu grupu sličnih emocija.

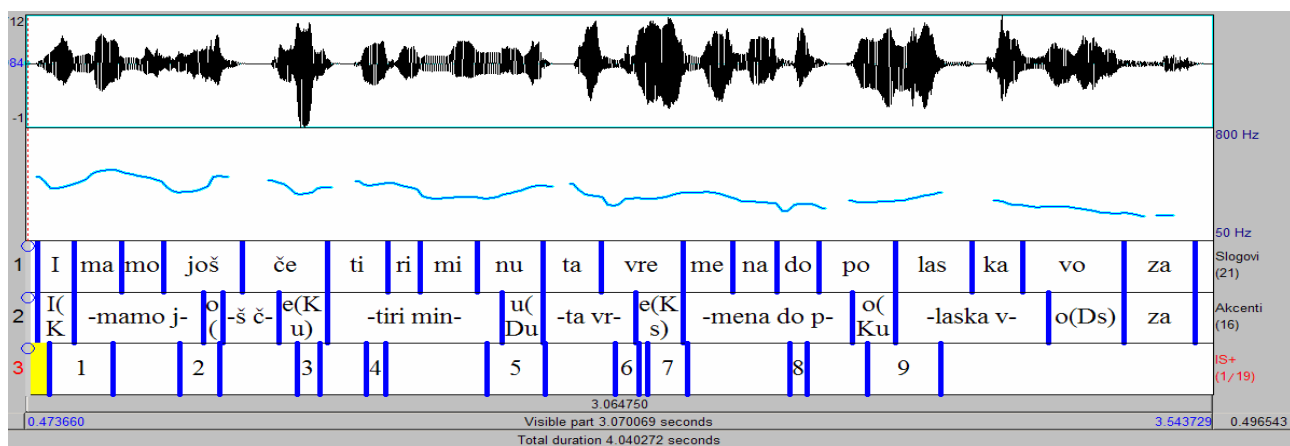
Naredna istraživanja bazirala su se na pretpostavci da su pojedini delovi rečenica značajniji za percepciju ekspresije emocija, dok drugi gotovo ne sadrže informacije o govornikovoju emociji, kao i da se statističkim usrednjavanjem gube bitne informacije sadržane u kraćim segmentima [5].

Uočeno je da je oblik intonacione konture, značajno obeležje i da omogućuje diskriminaciju radosti i ljutnje (sl. 1). Analiza manjeg broja obeležja unutar individualne intonacione konture [6], pokazala je njihovu korelaciju sa ekspresivnim emocijama – *dinamički parametri*.

Ova zapažanja su ukazala na potrebu za dubljim istraživanjem obeležja unutar intonacionih kontura, ispitivanje korelacije sa slogovnim jezgrom (akcentovanim ili neakcentovanim) u cilju što bolje diskriminacije jakih emocija, kakve su radost i ljutnja.



Sl. 1. Intonacione konture rečenice u radosti (gore) i ljutnji (dole).



Sl. 2. Primer segmentirane rečenice sa naznačenim slogovima, akcentovanim vokalima i segmentima sa usponskim rastom intonacione konture.

III. METOD I POSTUPAK

A. Govorna baza

Kao govorni materijal, u radu je korišćen deo korpusa govorne ekspresije emocija i stavova u srpskom jeziku, GEES [7]. Sastoji se od: 30 dugih, semantički neutralnih rečenica, u interpretaciji četiri govornika (dva ženska i dva muška) u dve emocije - ljutnja i radost. Za svaku emociju korišćeno je 120 rečenica. Segmentacija i označavanje akcentovanih slogova izvršeno je pomoću programa *Praat*, uz korišćenje spektrograma, vizuelnog prikaza signala govora i intenzitetske konture.

B. Izbor akustičkih pametara

Na sl. 2, predstavljena je segmentirana rečenica, sa naznačenim slogovima, akcentovanim vokalima, kao i segmentima sa usponskim rastom intonacione konture. Uočava se da se rečenica sastoji od više intonacionih kontura koje odgovaraju zvučnim segmentima unutar rečenica.

U ovom istraživanju vršeno je merenje određene grupe parametara koji se odnose na oblik intonacione konture a zatim njihova statistička analiza, koja treba da pokaže korelaciju izabranih parametara sa jednom od ekspresivnih emocija. Mereni su sledeći parametri:

- **F_{osr}**, srednja vrednost osnovne učestanosti intonacione konture cele rečenice (Hz);
- **t**, vreme trajanja rečenice (s);
- **IK**, broj intonacionih kontura u rečenici (odbačene su konture u trajanju kraćem od 3 F_o tačke i konture nastale udvostručavanjem ili prepolovljavanjem F_o);
- **IK+**, broj intonacionih kontura koje imaju rastući nagib (uz uslov da je F_{min} < F_{max});

- **IK-**, broj intonacionih kontura koje imaju opadajući nagib (uz uslov da je F_{max} > F_{min});
- **IS+**, broj intonacionih segmenata koji imaju rastući nagib (u jednoj rastućoj ili opadajućoj konturi može se pojaviti jedan ili više rastućih segmenata);
- **ΔF_o**, razlika maksimuma i minimuma (Hz) za svaki IS+ segment ($\Delta F = F_{\max} - F_{\min}$), normalizovana sa F_{osr};
- **Δt**, rastojanje između maksimuma i minimuma (s) za svaki IS+ segment;
- **A**, broj pojavljivanja akcentovanih slogova unutar IS+;
- **NA**, broj pojavljivanja neakcentovanih slogova unutar IS+ (jedan IS+ segment može preklapati delimično jedan ili dva sloga).

Analiza izmerenih rezultata je vršena na bazi srednjih vrednosti po pojedinom parametru, po vrsti emocije i za ženske, odnosno muške govornike. Određivanje značajnosti parametara u separaciji emocija vršeno je pomoću t-testa uparenih varijabli (*paired t-test*).

IV. REZULTATI I DISKUSIJA

A. Rezultati osnovnih analiza

U Tabeli 1 predstavljene su srednje vrednosti analiziranih obeležja za ženske, odnosno muške govornike.

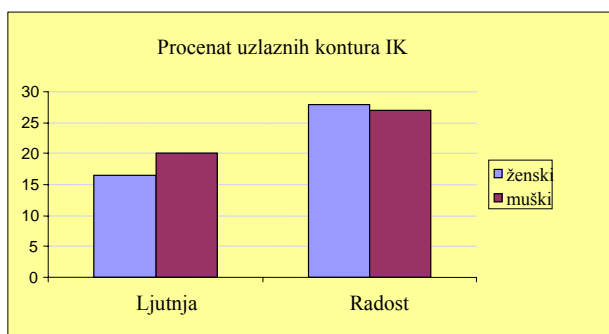
Rezultati pokazuju da ženski glasovi u ljutnji i radosti imaju veće vrednosti F_{osr} u poređenju sa muškim glasovima. Međutim, ovaj parametar nema statističku značajnost u separaciji emocija ljutnje i radosti. Žene u proseku duže izgovaraju rečenice od muškaraca u obe analizirane emocije. Primenom t-testa pokazano je da ni ovaj parametar nije značajan za diskriminaciju dva emotivna stanja.

TABELA 1: SREDNJE VREDNOSTI ANALIZIRANIH PARAMETARA ZA MUŠKE I ŽENSKJE GOVORNIKE.

		F _{osr} (Hz)	t(s)	IK	IK+	IK-	IS+	ΔF _o	Δt
Ženski govornici	Ljutnja	357.113	2.765	303	49	254	185	43.12	0.063
	Radost	338.213	2.855	278	87	191	215	72.849	0.086
Muški govornici	Ljutnja	286.950	2.419	265	44	221	142	64.974	0.093
	Radost	302.503	2.807	262	67	195	216	62.030	0.085

Srednja vrednost ukupnog broja intonacionih kontura veća je kod ženskih govornika u ljutnji i radosti. Broj intonacionih kontura kod ljutnje je neznatno veći kod svih govornika i može biti osnova psihološkog tumačenja razlike u ekspresiji ljutnje i radosti (na primer povećani stres u ljutnji). Uočava se da broj opadajućih kontura, IK-dominira u analiziranim rečenicama i da ih ima tri do šest puta više u odnosu na broj rastućih kontura IK+.

Na osnovu broja pojavljivanja rastućih kontura, računat je procenat rastućih kontura IK+(%) (broj uzlaznih kontura IK+, normalizovan sa brojem kontura IK), kod ženskih i muških govornika, za emotivna stanja radost i ljutnja.



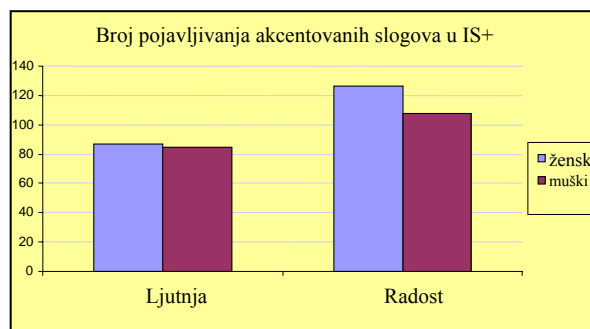
Sl. 3. Procenat pojavljivanja uzlaznih intonacionih kontura.

Na sl. 3 vidimo da je procenat pojavljivanja uzlaznih kontura značajno veći u ekspresiji radosti u odnosu na ljutnju. Pomenuto obeležje je konzistentno i kod muških i kod ženskih govornika, sa prilično ujednačenim vrednostima. Statistička analiza je pokazala da se procenat uzlaznih kontura u rečenici može upotrebiti kao parametar za diskriminaciju radosti i ljutnje.

Na osnovu podataka iz Tabele 1 dobijen je procenat zastupljenosti rastućih intonacionih segmenata IS+ u odnosu na broj intonacionih kontura, tj. $IS+(\%) = IS+/IK$.

Na sl. 4 prikazane su vrednosti IS+(%) za ženske i muške govornike. Vrednost analiziranog parametra je veća kod muških i ženskih govornika za slučaj ekspresije radosti. Broj pozitivnih intonacionih segmenata je u proseku veći kod ženskih glasova u oba emotivna stanja. Statistička analiza, pokazuje da je broj pozitivnih intonacionih segmenata značajno obeležje u separaciji ljutnje i radosti.

Što se tiče preostala dva analizirana obeležja sa Tabele 1, ΔFo i Δt , dinamika intonacionih segmenata ne može izvršiti diskriminaciju ljutnje i radosti, a takođe nema statistički značajne razlike ni u trajanju pozitivnih intonacionih segmenata kod ljutnje i radosti.



Sl. 4. Procenat pojavljivanja rastućih intonacionih segmenata.

B. Analiza incidencije pozitivnih intonacionih segmenata sa akcentovanim i neakcentovanim slogovima

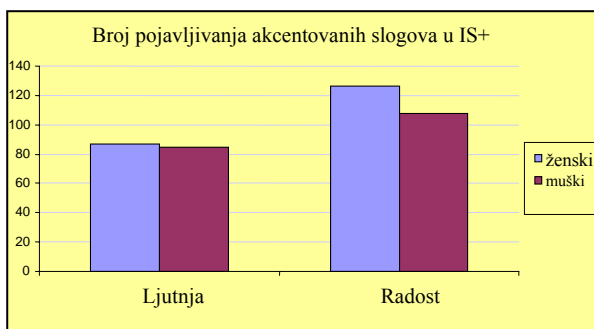
Pomenuta analiza odnosi se na učešće akcentovanih i neakcentovanih slogova u formiranju pozitivnih intonacionih segmenata IS+. Na osnovu podataka iz Tabele 2 utvrđuje se korelacija akcentovanih i neakcentovanih slogova i pozitivnih intonacionih segmenata, kao i zastupljenost pojedinih tipova akcentovanih slogova u njima. U Tabeli 2, oznaka (No) predstavlja broj odgovarajućeg akcentovanog sloga u IS+ konturama za datu emociju, K – ukupan broj kratkih, D – ukupan broj dugih akcentovanih slogova, S – ukupan broj silaznih i U – ukupan broj uzlaznih akcentovanih slogova.

Na sl. 5 prikazana je srednja vrednost broja akcentovanih slogova koji indiciraju sa pozitivnim intonacionim segmentima IS+ u govornom segmentu, a koja je veća kod ekspresije radosti u odnosu na ljutnju. Statistička analiza pokazuje značajnost ovog obeležja u diskriminaciji ekspresivnih emocija. Iz Tabele 2, se može uočiti da se pozitivni intonacioni segmenti IS+ u ljutnji i radosti formiraju u 60,8% slučajeva pod akcentovanim slogovima, dok je odnos akcentovanih i neakcentovanih slogova u formiranju IS+ kontura kod ljutnje 1,44 a kod radosti 1,65.

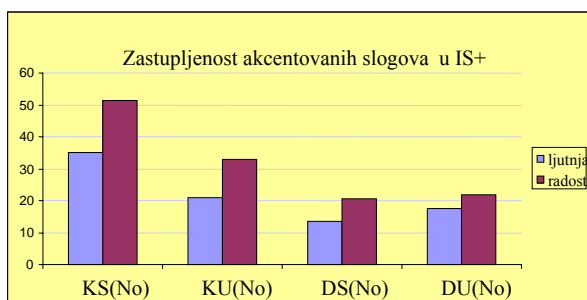
Na kraju istraživanja, izvršena je analiza koincidencije različitih tipova akcentovanih slogova sa pozitivnim intonacionim segmentima. Prema vrednostima u Tabeli 2 i grafiku na sl. 6, može se zaključiti da je broj svih tipova akcentovanih slogova koji su u koincidenciji sa pozitivnim intonacionim segmentima, (za slučaj ženskih govornika) veći kod emocije radosti nego kod ljutnje. Najzastupljeniji su kratko-silazni akcentovani slogovi u ovom kontaktu. Sličan rezultat dobijen je i za muške govornike.

TABELA 2. SREDNJE VREDNOSTI ANALIZIRANIH PARAMETARA ZA MUŠKE I ŽENSKJE GOVORNIKE.

		A(No)	NA(No)	KS(No)	KU(No)	DS(No)	DU(No)	K(No)	D(No)	S(No)	U(No)
Ženski govornici	Ljutnja	87	76.5	35	21	13.5	17.5	56	31	48.5	38.5
	Radost	126.5	89	51.5	33	20.5	22	84.5	42.5	72	55
Muški govornici	Ljutnja	84.5	43	33	21.5	14.5	15.5	54.5	30	47.5	37
	Radost	108	53	44.5	25	16.5	22	69.5	38.5	61	47



Sl. 5. Broj pojavljivanja akcentovanih slogova u koincidenciji sa rastućim intonacionim segmentima.



Sl. 6. Analiza pojavljivanja tipa akcentovanih slogova u koincidenciji sa pozitivnim intonacionim segmentima.

V. ZAKLJUČAK

Analiza mikroprozodijskih obeležja na nivou individualnih intonacionih kontura srpskog jezika je veoma značajna, jer pruža odgovore na pitanja diskriminacije i detekcije emocija ljutnje i radosti a takođe pruža značajna saznanja o ekspresivnom govoru u srpskom jeziku.

Rezultati analize pokazuju da opadajuće intonacione konture dominiraju u poređenju sa rastućim, kod svih govornika. Takođe, broj rastućih kontura kod ženskih govornika, je veći nego kod muških, što se pripisuje većoj ekspresivnosti u izražavanju emocija kod žena. Procenat uzlaznih kontura, znatno je veći kod radosti u odnosu na ljutnju i predstavlja statistički značajno obeležje u diskriminaciji dve emocije. Broj intonacionih segmenata koji imaju rastući nagib, veći je kod ekspresije radosti za sve govornike i takođe predstavlja statistički veoma značajno obeležje u prepoznavanju emocije radosti. Kod ženskih govornika je ovo obeležje veće u oba emotivna stanja. Dinamika pozitivnih intonacionih segmenata, kao i dužina trajanja ne mogu se primeniti za distinkciju ljutnje i radosti.

Na osnovu srednje vrednosti broja akcentovanih slogova koji su u koincidenciji sa pozitivnim intonacionim segmentima može se izvršiti separacija ljutnje i radosti, budući da se pozitivni intonacioni segmenti u 60,8% slučajeva formiraju pod akcentovanim slogovima. Broj pojavljivanja za sve tipove akcentovanih slogova koji su u koincidenciji sa pozitivnim intonacionim segmentima, veći

je kod emocije radosti nego kod ljutnje, pri čemu je učešće kratko-silaznih akcentovanih slogova najveće u ovom kontaktu. Sličan rezultat dobijen je za muške i za ženske govornike.

Generalno gledano svako ispitano obeležje ima izvesnu značajnost u diskriminaciji emocija radosti i ljutnje. Buduća analiza bi trebalo da obuhvati širi skup mikroprozodijskih parametara, kao i da definiše matematički model kojim bi se analizirani parametri celishodnije primenili na polju prepoznavanja i diskriminacije ekspresivnih emocija.

ZAHVALNICA

Rad je delom finansiran sredstvima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije preko projekata br. 13011 i 148028G.

LITERATURA

- [1] Schötz, S., "Linguistic & paralinguistic variation in speaker recognition & text-to-speech synthesis", *GSLT: Speech Technology 1, term paper*, 2002.
- [2] Требежанин, Ж., "Речник психологије", Стубови културе, Београд 2000.
- [3] Z.Kašić, "Funkcija suprasegmenta u govornom izrazu", *Beogradska defektološka škola*, br. 2-3, str. 113-124, Beograd, 2000..
- [4] S.T.Jovičić, M.Djordjević, M.Rajković; "Variability Fields of Acoustical Features in Emotional and Neutral Speech", accepted for 9th International Conference *SPEECH AND COMPUTER - SPECOM, St. Petersburg, Russia, 2004*.
- [5] M.Rajković, M.Đorđević, S.Jovičić, Z.Kašić, "Perceptual and Statistical Analysis of Emotional Speech in Man-Computer Communication", *SPECOM, Petersburg 2006*.
- [6] M.Krunić, "Statistička analiza intonacionih kontura u emotivnom govoru", Master rad, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2009.
- [7] S.T. Jovičić, Z. Kašić, M. Đorđević, M.Vojnović, M.Rajković, J.Savković, "Formiranje korpusa govorne ekspresije emocija i stavova u srpskom jeziku - GEES", *TELFOR, Beograd 2003*.

ABSTRACT

The research presented in this paper is focused on a recognition and discrimination of expressive emotions in speech: happiness and anger. The analysis was performed on a section of the corpus GEES, consisted of longer sentences, for two male and female speakers. A set of features was measured on individual intonation contours and their statistical analysis was performed. The results of the research showed that the increasing segments of intonation contours, in the correlation with accented syllables are the basis of the discrimination between the emotions anger and happiness.

THE ROLE OF THE SHAPE OF INTONATION CONTOUR IN AN ACCENTED SYLLABLE IN THE DISCRIMINATION OF THE EXPRESSIVE EMOTIONS

Biljana Stekić, Mirjana Rajković, Slobodan T. Jovičić