
UDK 81'342.1:159.9
811.163.42'342.8
159.932:534
Prethodno priopćenje

Elenmari Pletikos, Jordan Bićanić i Marko Liker
Filozofski fakultet, Zagreb
Hrvatska

PERCEPCIJA GRANICE FONETSKE RIJEČI NA OSNOVI NEKIH PROZODIJSKIH DIMENZIJA

SAŽETAK

Cilj je ovog rada istražiti može li se granica fonetske riječi, kada se isključi semantički, sintaktički i morfološki sloj informacija, percipirati samo na osnovi prozodijskih informacija, odnosno, želi se ustanoviti je li fonetska riječ definirana prozodijski ili na jezičnim razinama.

U ovom se radu analiziraju utjecaji četiriju zvučnih dimenzija na percepciju granice fonetske riječi: mjesto naglaska, trajanje segmenata prije granice, trajanje segmenata poslije granice i trajanje stanki. Da bismo ispitali samo prozodijske dimenzije bez utjecaja jezičnih slojeva, pripremili smo poseban tekst sastavljen od bezznačenjskih riječi. Tekst na hrvatskom jeziku (Sjeverni ledeni vjetar...) preoblikovali smo u bezznačenjske riječi pri čemu su samoglasnici izvornika zadržani, a suglasnike smo mijenjali poštujući dva načela: sonornost i učestalost u hrvatskom jeziku. Tako priređen tekst ostvaren je na tri različita načina: A. s prozodijskim sustavom hrvatskog jezika, B. s naglaskom uvijek na zadnjem slogu fonetske riječi i C. s naglaskom uvijek na prvom slogu. Ispitanici (N=27), studenti fonetike, pokušali su odrediti granicu fonetske riječi u sva tri teksta.

Rezultati su potvrdili pretpostavku da granicu fonetske riječi nije moguće točno odrediti samo na osnovi prozodije, ali smo dobili iznenađujuće visok prosjek točne percepcije granica, u sva tri ispitivanja prosječno $x=69,46\%$, $s=21,00$. Isto tako smo utvrdili da stalno mjesto naglaska uz granicu fonetske riječi olakšava točno određenje te granice što potvrđuju rezultati testova B i C. Naime, dok je u testu A (s prozodijom izvornog hrvatskog teksta tj. s varirajućim mjestom naglaska) prosjek točno percipiranih granica $x=64,15\%$, $s=26,90$, u testovima B i C sa stalnim mjestom naglaska uz granicu prosjek prepoznavanja je značajno veći. U testu B (u kojem je naglašen uvijek posljednji slog) prosjek točne percepcije granica je $x=71,70\%$, $s=21,34$, a u testu C (u kojem je uvijek naglašen prvi slog) $x=72,54\%$, $s=25,77$ te su rezultati testova B i C statistički

značajno različiti od rezultata testa A ($p(A:B)=0,0115$, $p(A:C)=0,0017$), dok razlike između rezultata tekstova B i C nisu statistički značajne.

Neočekivan je rezultat da su u tekstu A ispitanici bolje percipirali granice fonetskih riječi koje su bile okružene nenaglašenim slogovima, prosječno $x=65,86\%$, $s=29,88$, (a takvih je granica u tekstu bilo 46%), nego granice nakon kojih je naglašen pravi slog fonetske riječi, prosječno $x=62,84\%$, $s=24,83$ (a takvih granica bilo 54%), premda ova razlika samo pokazuje tendenciju i nije statistički značajna. U ovom smo slučaju mig za granicu potražili u razlici trajanja sloga prije i sloga poslije granice fonetske riječi. Budući da je razlika trajanja bila veća kod granica s nenaglašenim okolnim slogovima (prosječno 31 ms), nego kod granica s naglašenim prvim slogom nakon granice (prosječno 12 ms) zaključili smo da je u nedostatku stalnog mjesta naglaska kao sigurnijeg miga za percepciju granice fonetske riječi, njezino percipiranje olakšano razlikom u trajanju okolnih slogova.

Rezultati ovog rada mogu poslužiti kao osnova za istraživanje percepcije granice fonetske riječi u nepoznatom stranom jeziku te kao mali doprinos rješavanju problema strojnog prepoznavanja govora.

Ključne riječi: percepcija govora, granica fonetske riječi, mjesto naglaska, prozodija, hrvatski jezik

UVOD

Granice prozodijskih jedinica u govoru su označene na nekoliko načina, kako segmentalnim tako i suprasegmentalnim slojem jezika. Govornici nekog jezika relativno lako zamjećuju te granice koristeći informacije iz oba ta sloja, sad više iz jednog, sad iz drugog. Problem nastaje kad se govorniku onemogućí prepoznavanje informacija segmentalnog sloja ili barem jezičnih pravila (npr. slušanje stranog jezika).

Problem odnosa proizvodnje i percepcije govora te strojnoj prepoznavanja govora primorao je mnoge istraživače na istraživanje akustičkih korelata granica prozodijskih jedinica u govoru te njihovu prirodu. Škarić (1991.) dijeli prozodijske jedinice, koje naziva govornim člancima, na: diskurs, odlomak, rečenicu, intonacijsku jedinicu, govornu riječ, slog i glasnik. Također kaže da razmjerno trajanje stanke ovisi o veličini članka koji razgraničuju. Horne i sur. (1995.) istražuju granice prozodijskih jedinica u švedskom analizirajući duljenja prethodnog sloga i tihe stanke (tzv. *silent interval*). Granice dijele s obzirom na njihovu snagu. Postoje 4 razine snage granice: 0 – granica prozodijske riječi unutar jezične riječi, 1 – granica prozodijske riječi na granici jezične riječi, 2 – na kraju prozodijske fraze (što bi prema navedenoj terminologiji odgovaralo intonacijskoj jedinici), 3 - na kraju prozodijske izreke (tj. rečenice). Zanimljivo je da njihova mjerenja pokazuju da tiha stanaka može postojati na granici prozodijske riječi koja je ujedno i granica jezične riječi (snaga 1) kada je riječ uz granicu ujedno i jezgra (fokus). U suprotnom slučaju, kada ta riječ nije jezgra, trajanje granice snage 0 i 1 je približno jednako. Slično istraživanje provedeno je i za nizozemski (Hofhuis i sur. 1995.), a jedan od zanimljivih zaključaka je da se granica fonetske riječi u duljenju zadnjeg segmenta manifestira jednako unutar jezične riječi kao i na kraju jezične riječi. Iz toga slijedi da trajanje segmenata u nizozemskom ukazuje na granicu fonetske riječi, a ne na morfo-sintaktičku granicu riječi. Neki autori koncentrirali su se na akustičke korelate granice isključivo fonetske riječi. Ladd i Schepman (1999.) analizirali su minimalne vrijednosti osnovnog tona (F_0) kao korelata granice riječi u engleskom jeziku, a njihov zaključak da je položaj minimalne vrijednosti osnovnog tona, u stvari, korelat granice sloga, a ne granice riječi blizak je Horginim pretpostavkama (1996.). U mađarskom (Hockey i Fagyal, 1999.) akustički se korelat granice riječi traži u duljenju glasnika ispred granice riječi. Za naš rad vrlo zanimljivo istraživanje provedeno je za finski jezik (Toumainen i sur. 1999.). Naime, u finskom naglasak riječi nema nikakvu lingvističku ulogu budući da je uvijek na prvom slogu, međutim sama naglašenost prvog sloga može biti znak za granicu riječi. Granica fonetske riječi proučavala se i u hrvatskom jeziku. Lehiste (1960.) je zaključila da je dužina početnog segmenta nakon granice riječi osnovni mig za granicu prozodijske riječi. Bakran (1996.) je analizirao duljenja posljednjeg sloga u riječi i duljenja pred stankom. Među ostalim napominje da pokusi u kojima su se zadržali samo dinamika i ritam jezika pokazuju da je duljenje posljednjeg sloga u riječi dovoljan akustički znak za određivanje granice riječi. Horga (1996.)

također opisuje promjene trajanja segmenata uz granicu riječi i kaže da fonetske označivače granice fonetske riječi treba tražiti na granici sloga. Iako se svi ovi radovi bave fonetskom riječi i njezinom granicom, nije nam poznat niti jedan rad koji se bavio isključivo percepcijom granice fonetske riječi samo na osnovi prozodijskih sredstava jezika.

Stoga je cilj ovog rada istražiti može li se ta granica, kada se isključi semantički, sintaktički i morfofonološki sloj jezika, percipirati samo na osnovi prozodijskih informacija, prvenstveno se ispomažući stalnim mjestom naglasaka uz granicu fonetske riječi tj. kada je u sustavu uvijek naglašen prvi ili uvijek posljednji slog fonetske riječi. Osim mjesta naglasaka promatrali smo i akustičke veličine (trajanje slogova uz granicu i postojanje stanke) koje bi mogle upućivati na granicu fonetske riječi. Ovim radom pokušali smo se približiti odgovoru na pitanje je li fonetska riječ definirana prozodijski ili na jezičnim razinama.

Fonetska (govorna, prozodijska) i jezična riječ se razlikuju. Fonetsku riječ, prema Škariću, čine svi slogovi u nizu koji se sintagmatski odnose prema jednom naglašenom slogu, koji se na njega "oslanjaju". Taj naglasak riječi, osim što određuje broj fonetskih riječi u nizu, može imati i delimitacijsku ulogu, odnosno može upućivati na granicu fonetske riječi (Škarić, 1991). Dakle, naglasak riječi određuje broj prozodijskih riječi, no da bismo točno odredili granicu između fonetskih riječi u nizu, služimo se jezičnim pravilima ili kontekstom. Horga problem postavlja ovako: "Fonetička je riječ označena naglaskom i slogovima okupljenim oko jednog naglašenog sloga. Ako su njezin početak i kraj označeni stankama, tada je ona nedvosmisleno označena. Međutim, fonetičke se riječi mogu jedna na drugu vezati i bez stanke. U tom je slučaju kriterij njihovog razgraničavanja zacijelo lingvistički, ali se postavlja pitanje pojavljuju li se neki fonetski označivači granica" (1996: 56-57).

U ovom se radu analiziraju utjecaji četiriju prozodijskih dimenzija na percepciju granice fonetske riječi: 1. mjesto naglasaka (stalno mjesto na prvom slogu fonetske riječi, stalno mjesto na zadnjem slogu i mjesto naglasaka karakteristično za hrvatski: pretežno na prvom, često na drugom i ponekad na udaljenijim slogovima), 2. trajanje segmenata prije granice, 3. trajanje segmenata poslije granice i 4. trajanje stanke. Dvije bitne prozodijske dimenzije koje bi mogle utjecati na percepciju granice, ali ih u ovom radu nismo izolirano mjerili, su kretanje fundamentalne frekvencije i intenzitetski odnos segmenata na razini rečenice. No te su dimenzije kao akustički korelati mjesta naglasaka ipak posredno našle mjesto u ovom radu. Pretpostavka je da granicu fonetske riječi nije moguće točno odrediti samo na osnovi prozodije. Ipak, očekujemo da će stalno mjesto naglasaka uz granicu riječi utjecati na lakše određenje te granice.

METODA I ISPITANICI

Za potrebe ovog rada posebno smo priredili tekst hrvatskog jezika. Naime, priču "Sjeverni ledeni vjeter i sunce" (*The Handbook of the International Phonetic Association*, 1999.) ispisali smo bezznačenjskim riječima, pri čemu smo

zadržali samoglasnike izvornika, a suglasnike mijenjali poštujući dva načela: sonornost i učestalost suglasnika u hrvatskom jeziku (npr. rečenica *Sjeverni ledeni vjetar i sunce su se prepirali o svojoj snazi*, koja je služila i za vježbu, izgovarana je ovako: *Čjenervi mepevi njekar ičuvhečuse dredirami očnojoj svazi*). Tako priređeni tekst bio je lišen semantičkog, sintaktičkog i morfofonološkog sloja hrvatskog jezika. Tekst je uvježbao i izgovarao fonetičar (J. B.) rečenicu po rečenicu na tri različita načina: A. s prozodijom hrvatskog jezika (mjesto i tip naglasaka identični tekstu "Sjeverni ledeni vjetar i Sunce"), u 54% riječi naglasak je na prvom slogu, ostalo na drugom i vrlo malo na trećem i četvrtom slogu, B. s naglaskom uvijek na zadnjem slogu i C. s naglaskom uvijek na prvom slogu. Svaki tekst rastavljen je u deset rečenica, tj. izgovorenih intonacijskih cjelina (veliĉine od 4 do 7 fonetskih rijeĉi) koje su u upitnicima za ispitanike ispisane u retcima. U svakom su tekstu moguće bile 53 granice meĉu fonetskim rijeĉima (ne raĉunajući granice meĉu reĉenicama).

Reĉenice su izgovarane u studiju Odsjeka za fonetiku Filozofskog fakulteta u Zagrebu, a snimane studijskom tehnikom na Sony minidisc snimaĉ.

Ispitanici su za svaku od tri verzije izgovorenog teksta dobili upitnik s reĉenicama ispisanim u slogovima. Ta tri testa provedena su u veĉem vremenskom razmaku, sve da se ispitanici ne bi prisjetili veĉ poslušanog. Svakom testu prethodile su dvije reĉenice za vježbu; jedna na hrvatskom jeziku, a druga, veĉ navedena, s bezznaĉenjskim rijeĉima. Nakon vježbe svaku reĉenicu ispitanici su poslušali tri puta u vremenskom razmaku od osam sekunda. Nakon svake poslušane reĉenice njihov je zadatak bio okomitom crtom oznaĉiti granice fonetskih rijeĉi.

Ispitanici su bili studenti viših godina fonetike ($N = 27$), koji su dovoljno izuĉeni i izvjeŹbanog sluha da bi mogli rješavati ovakav test.

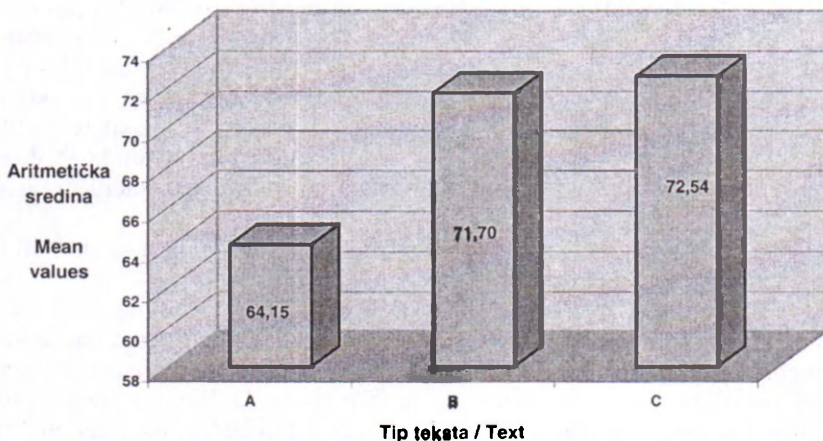
Nakon provedenog ispitivanja analizirali smo ĉetiri osnovne varijable: prosjek toĉno percipiranih granica fonetskih rijeĉi s obzirom na mjesto naglasaka, duljinu segmenata prije granice fonetske rijeĉi, duljinu segmenata poslije granice fonetske rijeĉi i duljinu stanke na granici fonetske rijeĉi. Duljina segmenata uz granicu i duljina stanke na granici fonetske rijeĉi mjerene su programom za akustiĉku obradu Cool Edit.

REZULTATI I RASPRAVA

Analizirane varijable podijelili smo na tzv. *subjektivne* i *objektivne*. Subjektivna varijabla bila je prosjek toĉno odreĉenih granica fonetske rijeĉi svakog ispitanika. Objektivne varijable bile su: mjesto naglasaka (da je oznaĉeno mjesto izgovoreno ovjerili su autori rada) te su na proĉitanim tekstovima izmjerene i tri akustiĉke varijable: duljina sloga prije granice fonetske rijeĉi, duljina sloga poslije te granice i trajanje tihe stanke. Tiha stanaka na granici fonetske rijeĉi postojala je na samo jednoj granici u spomenute tri verzije teksta pa tu varijablu u daljnjoj analizi nismo uzeli u obzir.

Ukupan prosjek točno percipiranih granica fonetskih riječi u sva tri teksta zajedno prosječno iznosi $\bar{x}=69,46\%$, što je neočekivano velik rezultat. Standardna devijacija prosjeka točno percipiranih granica riječi, kojih je ukupno bilo 159, iznosi 21,00, što znači da je vrlo veliko raspršenje tj. da su pojedine granice ispitanici usuglašeno i sa sigurnošću prepoznavali, dok su kod nekih bili vrlo nesigurni.

Prije svega, pokušali smo odgovoriti na pitanje pridonosi li stalno mjesto naglasaka uz granicu fonetske riječi točnom prepoznavanju te granice. Aritmetička sredina točno određenih granica u tekstovima B (naglasak na zadnjem slogu) $\bar{x}=71,70\%$ ($s=21,34$) i u tekstu C (naglasak na prvom slogu) $\bar{x}=72,54\%$ ($s=25,77$) veći je nego u tekstu A (mjesto i tip naglasaka kao u hrvatskom jeziku) u kojem iznosi $\bar{x}=64,15\%$ ($s=26,90$) i ta je razlika statistički značajna ($p(A-B)=0,0115$, $p(A-C)=0,0017$). Iz ovih podataka može se zaključiti da stalno mjesto naglasaka uz granicu fonetske riječi (kao što je slučaj u testovima B i C) pridonosi uspješnijem određivanju tih granica (Slika 1).



Slika 1. Aritmetička sredina točnog prepoznavanja granica fonetskih riječi u tri tipa teksta

Figure 1. Average values of the correctly perceived phonetic word boundaries

- A - mjesto i vrsta naglasaka su kao u hrvatskom tekstu (varirajuće mjesto)
- B - naglasak je stalno na *zadnjem* slogu fonetske riječi
- C - naglasak je stalno na *prvom* slogu fonetske riječi

- A - the place and the type of the stress as in the Croatian text (varies)
- B - the stress is always on the *final* syllable of the phonetic word
- C - the stress is always on the *first* syllable of the phonetic word

Nadalje, zanimao nas je i međusobni odnos trajanja graničnih slogova prije i poslije granice fonetske riječi (Tablica 1). U tekstu C u kojem je naglašen uvijek prvi slog riječi trajanje sloga prije granice gotovo je jednako trajanju sloga nakon granice te je u oba položaja prosječno 170 ms, a vrlo je slično i trajanje okograničnih slogova u testu A s prozodijom hrvatskoga, u kojem slog prije granice traje 160,08 ms, a nakon granice 155,77 ms. Najveća je razlika u trajanju okograničnih slogova u tekstu B u kojem je naglasak uvijek na posljednjem slogu. U tekstu B prvi slog fonetske riječi traje prosječno 139,74 ms, a trajanje posljednjeg sloga iznosi 222,25 ms, što je znatno duže nego u ostala dva testa. Ova se činjenica može objasniti time što naglašen slog zbog same naglašenosti dulje traje, ali se tom trajanju pribraja i duljenje pred granicom koje je dokazano u mađarskom (Hockey i Fagyal, 1999) i nizozemskom (Hofhuis i sur., 1995).

Tablica 1. Prosječno trajanje slogova prije (PR) i slogova poslije (PO) granice fonetske riječi u milisekundama u sva tri teksta.
Table 1. The average duration of the syllables before (PR) and after (PO) the prosodic word boundary in milliseconds in the three texts.

Tekst / Text	PR (ms)		PO (ms)	
	X	S	X	S
Tekst A	160,08	43,25	155,77	48,13
Tekst B	222,25	49,07	139,74	43,94
Tekst C	169,80	45,10	169,72	52,70

- A - mjesto i vrsta naglasaka kao u hrvatskom tekstu (varirajuće mjesto)
- B - naglasak je stalan na *zadnjem* slogu fonetske riječi
- C - naglasak je stalan na *prvom* slogu fonetske riječi

- A – the place and the type of the stress as in the Croatian text (varies)
- B – the stress is always on the *final* syllable of the phonetic word
- C – the stress is always on the *first* syllable of the phonetic word

Također smo promatrali i povezanost odnosa trajanja okograničnih slogova s prosjekom točnih prepoznavanja granice u svakom od tri teksta (Tablica 2).

U tekstu A, s naglasnim sustavom hrvatskog jezika, tj. s varirajućim mjestom naglasaka, postoji vrlo mala korelacija ($r=0,23$) razlike trajanja okonaglasnih slogova s prosjekom točnih prepoznavanja granica. Trajanje sloga poslije granice fonetske riječi čak negativno korelira s prosjekom prepoznavanja granica ($r=-0,40$) dok trajanje sloga prije granice uopće ne korelira s njezinim prepoznavanjem.

U tekstu C, sa stalnim mjestom naglasaka na prvom slogu fonetske riječi (te se ovaj tekst u 54% granica prema mjestu naglasaka podudara s tekstom A)

koeficijent korelacije razlike trajanja okograničnih slogova i prosjeka prepoznavanja granice ($r=0,26$) također ukazuje na vrlo malu povezanost. Promatrajući samo korelacije trajanja sloga prije granice i prosjeka prepoznavanja ($r=0,26$) i korelacije trajanja sloga poslije granice i prosjeka prepoznavanja granica ($r=-0,14$) tendencija je čak suprotna nego u tekstu A, te pokazuje da bi trajanje sloga prije granice moglo biti jedan od migova za precepciju granice fonetske riječi.

Tendencija koja se pojavila u tekstu C još je izrazitija u tekstu B, sa stalnim mjestom naglaska na posljednjem slogu fonetske riječi. Rezultati potkrepljuju tvrdnju da se granica fonetske riječi bolje percipira kada je trajanje sloga prije granice duže ($r=0,46$), a trajanje sloga poslije granice kraće ($r=-0,29$) te koeficijenti korelacije u ovom slučaju govore o blagoj povezanosti. To je bilo očekivano jer je naglašeni slog, uz sve ostale uvjete iste, uvijek i nešto duži od nenaglašenog, posebno ako je taj naglašeni slog i slog pred granicom pa se ionako u govoru dulji. Iz tablice 2. vidi se i da je prosjek točno određenih granica fonetske riječi veći što je razlika trajanja između sloga prije i sloga poslije granice veća ($r=0,49$).

Tablica 2. Korelacije između prosjeka prepoznavanja granica fonetskih riječi i trajanja slogova prije (PR) i poslije (PO) granice fonetske riječi u sva tri teksta.

Table 2. Correlations between the mean values of the correctly perceived phonetic word boundaries and the duration of the syllables before (PR) and after (PO) the boundary in the three texts.

Prosjek točno prepoznatih granica Mean of correctly identified phonetic boundaries in text	PR	PO	Razlika između PR i PO Difference between PR i PO
A	-0,0797	-0,4025	0,2315
B	0,4608	-0,2858	0,4930
C	0,2562	-0,1412	0,2647

- A - mjesto i vrsta naglaska kao u hrvatskom tekstu
- B - naglasak je stalan na zadnjem slogu fonetske riječi
- C - naglasak je stalan na prvom mjestu fonetske riječi

- A – the place and the type of the stress as in the Croatian text (varies)
- B – the stress is always on the *final* syllable of the phonetic word
- C – the stress is always on the *first* syllable of the phonetic word

U tekstu A, s naglasnim sustavom hrvatskog jezika, rezultati su, sukladno očekivanjima, bili bitno drugačiji od onih u tekstovima B i C. Naime, pravilnosti se uočavaju kada se razdvoje rezultati za granice uz koje postoji naglašeni slog (prvi slog poslije granice, a takvih je granica u tekstu 54%) od rezultata za granice uz koje su nenaglašeni slogovi (a takvih je granica 46%). Neočekivano je

da su ispitanici bolje percipirali granice fonetskih riječi koje su bile okružene nenaglašenim slogovima prosječno $x=65,86\%$, $s=29,88$, nego granice nakon kojih je naglašen prvi slog fonetske riječi, prosječno $x=62,84\%$, $s=24,83$, premda ova razlika samo pokazuje tendenciju i nije statistički značajna. Budući da se zadnji slog u fonetskoj riječi dulji, razlika u trajanju bila je veća između dva nenaglašena sloga (trajanje sloga prije granice iznosi 161 ms, a trajanje nenaglašenog sloga poslije granice 130 ms). S druge strane, razlika u trajanju između sloga prije granice koji se dulji i sloga poslije granice koji je naglašen i samim tim nešto duži od nenaglašenog nije bila toliko izražena pa je i opažanje granice između takvih slogova bilo teže (trajanje sloga prije granice iznosi 160 ms, a naglašenog sloga poslije granice 172 ms).

ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirali smo percepciju granice fonetske riječi na osnovi triju prozodijskih dimenzija jezika (mjesto naglaska, duljina sloga prije granice i duljina sloga poslije granice fonetske riječi, dok ostale prozodijske elemente kretanja tona i intenziteta u ovom radu nismo mjerili). Potvrdili smo pretpostavku da granicu fonetske riječi nije moguće točno odrediti samo na osnovi prozodije, ali smo dobili iznenađujuće visok prosjek percepcije te granice u sva tri ispitivanja prosječno $x=69,46\%$, $s=21$. Isto tako smo utvrdili da stalno mjesto naglaska uz granicu fonetske riječi olakšava točno određenje te granice. Nadalje, pokazali smo da je razlika u trajanju sloga prije i sloga poslije granice fonetske riječi bitan mig za tu granicu, te što je ta razlika u trajanju veća, to je lakše percipirati granicu fonetske riječi. Tekst s prozodijom hrvatskog jezika pokazao je da se slušači u nedostatku stalnog mjesta naglaska, kao osnovnog miga za granicu fonetske riječi, oslanjaju na odnos dužina slogova prije i poslije granice fonetske riječi.

Ovaj rad, naravno, ne odgovara na sva pitanja vezana uz problem percepcije granice fonetske riječi, ali postavlja temelj za dalja istraživanja i daje neke osnovne zaključke. Rezultati ovog rada mogu poslužiti kao osnova za istraživanje percepcije granice fonetske riječi u nepoznatom stranom jeziku, kao mali doprinos rješavanju problema strojnog prepoznavanja govora ili kao djelić rasprave o odnosu proizvodnje i percepcije govora.

REFERENCIJE

- Bakran, J. (1996). *Zvučna slika hrvatskoga govora*. Zagreb: IBIS grafika.
- Hockey, B. A., Fagyal, Z. (1999). Phonemic length and pre-boundary lengthening: An experimental investigation on the use of durational cues in Hungarian. *Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences, San Francisco*. 313-316.

- Hofhuis, E., Gussenhoven, C., Rietveld, A. (1995). Final lengthening at prosodic boundaries in Dutch. *Proceedings of the XIII International Congress of Phonetic Sciences, Stockholm*, Volume 1 of 4, 154-157.
- Horga, D. (1996). Utjecaj položaja leksičke stanke na slogovnu strukturu u hrvatskom govoru. *Acta universitatis Nicolai Copernici. Studia slavica* 1. 55-78.
- Horne, M., Strangert, E., Heldner, M. (1995). Prosodic boundary strength in Swedish: final lengthening and silent interval duration. *Proceedings of the XIII International Congress of Phonetic Sciences, Stockholm*, Volume 1 of 4, 170-173.
- Ladd, D. R., Schepman, A. (1999). Segmental anchoring of tones as a word-boundary correlate in English. *Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences, San Francisco*. 1869-1872.
- Lehiste, I. (1960). *Suprasegmentals*. Massachusetts and London, England: The MIT Press, Cambridge.
- Škarić, I. (1991). *Fonetika hrvatskoga književnog jezika*. U Babić, S., Brozović, D., Moguš, M., Pavešić, S., Škarić, I., Težak, S. *Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskoga književnog jezika*. Zagreb: HAZU, Globus.
- Tuomainen, J., Werner, S., Vroomen, J., de Gelder, B. (1999). Fundamental frequency is an important acoustic cue to word boundaries in spoken Finnish. *Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences, San Francisco*. 921-923.
- Landau, E., Lončarić, M., Horga, D., Škarić, I. (1999). Illustrations of the IPA: Croatian. In: *Handbook of the International Phonetic Association: A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet*. 66-69. Cambridge: Cambridge University Press.
-

Elenmari Pletikos, Jordan Bićanić i Marko Liker
Faculty of Philosophy, Zagreb
Croatia

PERCEPTION OF THE PHONETIC WORD BOUNDARY ON THE BASIS OF SOME PROSODIC PROPERTIES

ABSTRACT.

The aim of this paper is to investigate whether a prosodic word boundary can be perceived solely on the basis of prosodic information, when the text is deprived of semantic, syntactic and morphological information.

This research investigates the influence of the following four sound dimensions on the perception of the phonetic word boundary: the position of the word stress, the duration of the syllable before the boundary, the duration of the syllable after the boundary and the duration of the pause (silent interval) at the word boundary. In order to investigate only prosodic properties, we prepared a specially constructed text. An original Croatian text (Sjeverni ledeni vjetar i Sunce) was rewritten with meaningless words in which the vowels remained identical to the original, while the consonants were replaced with respect to two principles: sonority and the frequency of a particular consonant in the Croatian language. This text was read in three different ways: A. with the Croatian prosody, B. with the stress fixed on the final syllable of the prosodic word and C. with the stress fixed on the first syllable of the prosodic word. Subjects were students of phonetics (N=27) and they tried to identify the prosodic word boundary in all three texts.

The results confirmed the hypothesis that prosodic word boundary could not be perceived only on the basis of prosodic information, but they also showed an unexpectedly high average of the correctly perceived boundaries in all three texts ($x = 69,46\%$, $s = 21,00$). The results also showed that the fixed phonetic word stress on the first or on the last syllable made the perception of the boundary more successful. In the text A (the original Croatian prosody) the average of the correctly perceived boundaries was $x = 64,15\%$, $s = 26,90$, while in the texts B and C (with the fixed stress) that average was significantly higher. In the text B (fixed word stress on the final syllable of the phonetic word) it was $x = 71,70\%$, $s = 21,34$, while in the text C (fixed stress on the first syllable of the phonetic word) it was $x = 72,54\%$, $s = 25,77$. The difference between the text A and texts B and C was statistically significant ($p(A:B) = 0,0115$, $p(A:C) = 0,0017$), while the difference between the texts B and C was not.

An unexpected result was obtained from the text A in which the phonetic word boundary was more successfully perceived when it was surrounded by unaccented syllables ($x = 65,86\%$, $s = 29,88$, with proportion of this kind of

boundary in the text A was 46%). On the other hand, the perception of the prosodic word boundary followed by an accented syllable and preceded by an unaccented one was not so successful ($x = 62,84\%$, $s = 24,83$, with the proportion of this kind of boundary in the text A was 54%). In this case, the difference in the duration of the syllable preceding and the syllable following the boundary was an important acoustic cue to phonetic word boundaries. The difference in the duration was greater when the boundary was surrounded by unaccented syllables (31 ms on average), than when the syllable following the boundary was accented (12 ms on average). This lead us to the conclusion that when there is no fixed phonetic word stress as the primary cue for the phonetic word boundary, its perception is likely to depend on the duration of the surrounding syllables.

The results of this paper can be used as a basis for investigating the perception of the phonetic word boundary in an unfamiliar foreign language, as well as a small contribution to research in automatic speech recognition.

Key words: *speech perception, phonetic word boundary, place of accent, prosody, Croatian language*
