

Trajanje glasova i faktori koji ga određuju u srpskom i drugim jezicima

Sandra Sovilj-Nikić

Sadržaj – Imajući u vidu ulogu trajanja govornih segmenata za razumevanje poruke upućene slušaocu, mogućnost automatske procene prirodnog trajanja glasova je od izuzetne važnosti za postizanje prirodnosti sintetizovanog govora. S obzirom da trajanja glasova u prirodnom govoru zavise od mnogobrojnih faktora identifikovanje faktora koji u najvećoj meri utiču na trajanje glasova je krucijalan korak u procesu modelovanja trajanja. U ovom radu ukazano je na značaj izbora najuticajnijih faktora. Takođe je dat opis različitih lingvističkih faktora, kao i skup najuticajnijih faktora i njihove moguće vrednosti u srpskom jeziku što predstavlja osnovu za razvoj modela trajanja glasova u sintezi govora na srpskom jeziku.

Gljučne reči – lingvistički faktori, modelovanje trajanja, trajanje glasova

I. UVOD

TRAJANJE glasova u prirodnom govoru u velikoj meri zavisi od konteksta u kojem se dati govorni segment nalazi, pri čemu je ta zavisnost izuzetno kompleksna i uključuje mnogobrojne faktore [1].

Proučavanje vremenske organizacije govora i uticaja različitih fonoloških, sintakasnih, fizioloških i drugih faktora na trajanje govornih segmenata je od izuzetne važnosti kako za razumevanje procesa proizvodnje govora, tako i za razvoj sinteze govora u cilju proizvodnje sintetizovanog govora visokog kvaliteta [2]. Stoga je veoma bitna komponenta TTS (eng. *Text-to-Speech*) sistema specijalizovani modul (eng. *duration system*) čiji je zadatak modelovanje trajanja govornih segmenata iz prirodnog govora uzimajući u obzir različite faktore. Identifikovanje najuticajnijih faktora predstavlja krucijalan korak u procesu modelovanja trajanja jer izbor neadekvatnog ili nepotpunog skupa faktora može dovesti do velike greške predikcije trajanja. Imajući u vidu prirodu problema, skup faktora koji opisuju kontekst u kome se određeni segment nalazi sačinjavaju samo oni faktori koje je moguće izvući iz samog teksta. Značaj i način uticaja određenog faktora na trajanje direktno zavise od konkretnog jezika, te se skup najuticajnijih faktora razlikuje od jezika do jezika. Izbor ovog skupa zahteva određeni stepen lingvističkog znanja, kao i određenu statističku analizu govornog korpusa u cilju određivanja što tačnijih vrednosti trajanja glasova za dati jezik, imajući u vidu značaj trajanja glasova sa perceptivnog stanovišta [3], [4].

U radu je data klasifikacija i opis različitih lingvističkih faktora. Ukazano je na značaj izbora faktora koji u najvećoj meri utiču na trajanje govornih segmenata i dat je pregled najuticajnijih faktora u nekoliko različitih jezika. Takođe je dat detaljan opis najuticajnijih faktora u srpskom jeziku i njihove moguće vrednosti, što predstavlja osnovu za razvoj modela trajanja glasova u sintezi govora na srpskom jeziku.

II. LINGVISTIČKI FAKTORI

S obzirom da se govor realizuje u vremenu, opis vremenske dimenzije govora predstavlja važan deo njegovog akustičkog opisa. Istraživanje vremenske organizacije govora (eng. *speech timing*) postaje intenzivnije u poslednjim decenijama prošlog veka, što je svakako posledica razvoja sinteze govora i potrebe za automatskom procenom prirodnog trajanja glasova u cilju postizanja što veće prirodnosti sintetizovanog govora.

Na trajanje govornih segmenata utiču mnogobrojni lingvistički i paralingvistički faktori. Prema nivou delovanja, lingvistički faktori se mogu svrstati u tri grupe: segmentni, silabički i suprasilabički [5].

Segmentni faktori su oni faktori koji izazivaju razliku u trajanju dva različita fonema koji postavljeni u isti kontekst kreiraju minimalni par. Različito trajanje je upravo posledica različitih artikulacionih karakteristika fonema, tj. uslovljeno je različitim položajem i oblikom jezika, otvorom vilice i oblikom usana kod vokala, odnosno načinom i mestom artikulacije konsonanata. Klatt identifikuje razliku u trajanju dugih i kratkih vokala u engleskom jeziku, duže trajanje bezvučnih frikativa od zvučnih, kao i da bilabijalni plozivi duže traju od alveolarnih i velarnih ploziva [1]. Takođe, primećena je i povezanost položaja jezika sa inherentnim trajanjem vokala u srpskom [6], hrvatskom [7] i slovenačkom jeziku [8]. Naime, zatvoreniji vokali, kod kojih je jezik bliže nepcu, traju kraće od otvorenijih vokala koji su udaljeniji od konsonantske artikulacije. Vokal /a/ koji je u srpskom jeziku najotvoreniji, odnosno vokal koji je prema visini jezika nizak vokal, ima najduže trajanje. S druge strane, vokal /i/ koji je prema visini jezika u usnoj duplji visok vokal ima najkraće trajanje [6]. Način artikulacije konsonanata takođe uslovljava razlike u njihovom trajanju, pri čemu unutar iste kategorije (klase) postoje razlike u trajanju zavisno od mesta artikulacije i zvučnosti fonema. U hrvatskom jeziku plozivi duže traju od nazala, bezvučni plozivi traju duže od zvučnih, labijali traju duže od alveoara i dentala [7]. Sve navedene distinkcije uslovljene različitom artikulacijom fonema jesu deo i predmet proučavanja fonologije određenog jezika.

Silabički faktori deluju na nivou sloga i javljaju se kao posledica organizovanja fonema u slogove. Klatt identifikuje produženje trajanja vokala i konsonanata u naglašenim slogovima kao jedan od perceptivno najistaknutijih silabičkih faktora u engleskom jeziku [1]. Duže trajanje akcentovanih vokala u odnosu na njihove neakcentovane parnjake primećeno je takođe u srpskom [6], [9], hrvatskom [7] i slovenačkom jeziku [8]. Razlika u trajanju naglašenih i nenaglašenih slogova je lingvističke prirode i predstavlja više posledicu morfologije nego same artikulacije sloga. Klatt napominje da je razlika u trajanju između naglašenih i nenaglašenih slogova najveća na kraju fraze, što ukazuje na interakciju između silabičkog i suprasilabičkog nivoa. Broj i tip okolnih segmenata, u okviru sloga i između slogova, takođe utiču na trajanje fonema. Konsonanti u grupama (klasterima) kraće traju nego konsonanti u intervokalskom položaju što je još izraženije u naglašenim slogovima [5], [7]. Uticaj zvučnosti konsonanta na trajanje vokala ispred njega utvrđen je u mnogim jezicima i smatra se univerzalnim principom [6] - [8]. Jedno od tumačenja ove pojave jeste da vokali traju obrnuto proporcionalno energiji potrebnoj za artikulaciju narednog konsonanta što je u skladu sa teorijom o konstantnoj energiji artikulacije sloga [10]. Klatt navodi da je produženje trajanja vokala ukoliko mu sledi zvučni konsonant izraženije u slogovima ispred sintaktičke granice, kao i da trajanje vokala na toj poziciji može imati perceptivnu ulogu u razlikovanju zvučnih i bezvučnih koda konsonanata [1].

Uticaj lingvističke strukture i posledicu organizovanja slogova u reči i konstituente hijerarhijski viših nivoa moguće je posmatrati kao suprasilabičke faktore. Klatt je identifikovao veći broj ovakvih faktora u engleskom jeziku i njihov uticaj klasifikovao u tri grupe: 1) produženje u blizini granice, 2) produženje usled isticanja i 3) skraćanje zbog veličine konstituenta. Efekat produženja na kraju fraze Klatt smatra najvažnijim zbog njegovog lingvističkog značaja, kao i perceptivnog isticanja. Produženje trajanja vokala ispred sintaktičke granice, odnosno vokala i konsonanata ukoliko je finalni slog zatvoren primećeno je u srpskom [6], [9], hrvatskom [7], francuskom, engleskom [11], kao i u mnogim drugim jezicima i takođe se smatra univerzalnom pojavom. U srpskom jeziku produženje je najveće na kraju nefinalne klauze, zatim na kraju upitne rečenice, a najmanje je na kraju izjavne rečenice [9]. Veličina produženja takođe zavisi i od tipa sloga. Najveće je produženje vokala u poslednjem otvorenom slogu. Međutim, s obzirom da je produženjem obuhvaćen čitav slog, vokal u poslednjem zatvorenom slogu ispred pauze duži je od ostalih vokala u nenaglašenim slogovima.

Klatt kao drugi veoma značajan efekat suprasilabičkih faktora navodi produženje trajanja usled rečeničnog naglašavanja. U srpskom jeziku je utvrđeno da je posledica isticanja neke reči u rečenici njeno duže trajanje, pri čemu je u izjavnim rečenicama obično inicijalna reč u fokusu [9].

Veličina naglasne celine (stope), koju određuje broj slogova u stopi, takođe predstavlja jedan od faktora koji utiču na trajanje vokala u srpskom jeziku jer primećeno je da vokali srpskog jezika, bez obzira da li su naglašeni ili

ne, traju kraće ukoliko je broj slogova u stopi veći [6], [12].

U grupu graničnih efekata Klatt još ubraja produženje na početku i na kraju reči, produženje na kraju izjave, kojim je obuhvaćeno nekoliko slogova, kao i produženje trajanja na kraju pasusa, koje se odnosi na poslednju rečenicu u pasusu. Produženje trajanja vokala i konsonanata na početku i na kraju reči primećeno je i u holandskom jeziku [13].

Smatra se da produženje trajanja ne samo vokala, već i konsonanata u poslednjem slogu u reči, kada reči slede u nizu i kada se ne može primetiti nikakva pauza na granici reči ima perceptivnu funkciju, odnosno da doprinosi označavanju granica između reči [7]. Stoga, ovaj efekat treba uzeti u obzir u sintezi govora jer on ne doprinosi samo prirodnosti govora, nego i njegovoj razumljivosti.

Uticaj različitih paralingvističkih faktora kao što su brzina izgovaranja i način i stil govora obično se zanemaruju prilikom modelovanja trajanja pod pretpostavkom da se mogu smatrati nepromenljivim u okviru čitave govorne baze [14].

III. FAKTORI U RAZLIČITIM JEZICIMA

Kao što je ranije napomenuto, trajanje fonema u prirodnom govoru zavisi od mnogobrojnih faktora, pri čemu je uticaj ovih faktora u različitim jezicima različit. Stoga, imajući u vidu direktnu zavisnost najuticajnijih faktora na trajanje govornih segmenata od konkretnog jezika, izbor skupa atributa, odnosno elemenata vektora obeležja kojim se predstavlja svaki fonem u govornoj bazi u procesu modelovanja razlikuje se od jezika do jezika. U tabeli 1 su navedeni najuticajniji faktori koje su autori koristili prilikom modelovanja trajanja govornih segmenata određenog jezika.

IV. SKUP OBELEŽJA ZA SRPSKI JEZIK

U procesu modelovanja trajanja neophodna komponenta TTS sistema, koja prethodi modulu za određivanje trajanja određenog govornog segmenta u datom kontekstu, jeste moduo koji automatski generiše odgovarajući vektor obeležja kojim se predstavlja svaki fonem u govornoj bazi. Elementi vektora obeležja opisuju određeni govorni segment i kontekst u kome se on nalazi, pri čemu je vrednost svakog obeležja zapravo jedan od mogućih nivoa faktora koji utiče na trajanje govornog segmenta.

Ako je određeni govorni segment u bazi predstavljen preko odgovarajućeg vektora obeležja f i ako faktor f_j ukazuje na prisustvo leksičkog akcenta sloga i uzima međusobno isključive vrednosti iz skupa {naglašen, nenaglašen}, tada element vektora obeležja ima jednu od mogućih vrednosti faktora f_j . Prostor proizvoda svih faktora $f_1 \times f_2 \times \dots \times f_n$ naziva se prostor obeležja \mathbf{F} . Međutim, zbog različitih fonoloških i drugih lingvističkih ograničenja nisu sve kombinacije različitih vrednosti faktora dozvoljene u nekom jeziku. Stoga, lingvistički prostor koji definišu samo oni vektori obeležja koji se zaista pojavljuju u određenom jeziku je značajno manji od prostora obeležja i predstavlja podskup prostora obeležja. S druge strane, broj lingvistički mogućih kombinacija različitih vrednosti faktora u nekom jeziku je izuzetno

velik i snimanje takvog govornog korpusa prevazilazi razumne vremenske okvire [2]. Skladno tome, prilikom izbora materijala za snimanje govorne baze velika pažnja usmerena je ka pronalaženju materijala koji će sadržati što je moguće veći broj različitih lingvistički mogućih kombinacija u cilju ostvarenja što veće pokrivenosti lingvističkog prostora, mada i pored svih napora govorni korpus često predstavlja samo mali podskup lingvističkog prostora [14].

TABELA 1: NAJUTICAJNIJI FAKTORI ZA NEKOLIKO RAZLIČITIH JEZIKA.

| JEZIK | NAJUTICAJNIJI FAKTORI |
|-----------------|---|
| ENGLJSKI [15] | broj fonema u slogu, tip nosioca sloga, položaj sloga u stopi, položaj sloga u frazi, leksički akcenat, klasa reči (funkcijska reč, konstituentska reč) |
| NEMAČKI [16] | identitet fonema, tip govornog segmenta (vokali: prednji/srednji/zadnji, konsonanti: zvučni/bezvučni, frikativi, nazali, laterali, itd.), klasa reči (funkcijska reč, konstituentska reč, složenica), položaj fraze u izjavi, dužina fraze (broj reči), položaj reči u frazi (početni/srednji/krajnji), dužina reči (broj slogova), položaj sloga u reči (početni/srednji/krajnji), leksički akcenat (primarni, sekundarni, nenaglašen), položaj segmenta u slogu (onset, nukleus, koda), fonetski kontekst (identitet prvog, drugog i trećeg fonema sa leve/desne strane datog fonema), tip fonetskog konteksta (tip prvog, drugog i trećeg fonema sa leve/desne strane datog fonema) |
| JAPANSKI [17] | identitet fonema, identitet prethodnog/narednog fonema, levi prozodijski kontekst (da li je slog na početku određene fraze ili ne), desni prozodijski kontekst (da li je slog na kraju određene fraze ili ne), rečenični naglasak, struktura sloga (otvoren/zatvoren) |
| KATALONSKI [18] | identitet fonema, leksički akcenat, položaj sloga u frazi, fonetsko okruženje (prethodni/naredni fonem), dužina sloga, položaj sloga |
| ČEŠKI [19] | identitet fonema, fonetsko okruženje (prethodni/naredni fonem), broj fonema u slogu/reči/frazi, položaj fonema u slogu (od početka/kraja), položaj fonema u reči (od početka/kraja), položaj reči u frazi (početni/srednji/krajnji) |
| GRČKI [20] | identitet fonema, položaj sloga u reči (početni/srednji/krajnji/jednosložna reč), broj fonema pre vokala u datom slogu (veličina onsetsa), broj fonema nakon vokala u datom slogu (veličina kode), broj slogova u reči, položaj fonema u slogu (od početka/kraja), da li je fonem prvi/poslednji u slogu, redni broj sloga u reči, da li je fonem pre ili posle vokala u slogu (onset/koda), mesto artikulacije fonema, da li je slog naglašen, nivo pauze nakon sloga, leksički akcenat sloga, broj slogova od prethodne pauze, broj slogova do naredne pauze, broj naglašenih slogova od prethodne pauze, broj naglašenih slogova do naredne pauze, vrsta reči, klasa reči (funkcijska reč, konstituentska reč) |

Na osnovu najuticajnijih faktora koje su autori koristili prilikom modelovanja trajanja govornih segmenata u različitim jezicima [1], [14] - [20], kao i na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja koja se odnose na uticaj različitih faktora na trajanje fonema u srpskom jeziku [6], [9], [12] izabrani su faktori koji će u nastavku istraživanja biti uzeti u obzir prilikom daljeg razvoja modela trajanja glasova u sintezi govora na srpskom jeziku. Svi faktori, koji će kasnije biti navedeni, ekstrahovani su iz govorne baze na srpskom jeziku snimljene za potrebe postojećeg sintetizatora govora [21] i mnogobrojnih istraživanja koja se sprovode u cilju njegovog unapređenja. Pomenuti korpus sadrži oko 10.000 rečenica i preko 100.000 reči, a najveći deo njegove sadržine predstavljaju tekstovi iz dnevne štampe koji se tipično koriste za ovakve namene.

Svaki fonem u govornoj bazi predstavljen je preko odgovarajućeg vektora obeležja koji opisuje dati govorni segment i kontekst u kom se taj fonem nalazi. U nastavku su navedeni faktori i njihove moguće vrednosti u srpskom jeziku, pri čemu su faktori razvrstani prema domenima njihovog delovanja.

• Trenutni segment

identitet segmenta: Može imati jednu od 43 različite vrednosti u koje spadaju pet vokala srpskog jezika, dve različite realizacije poluglasa (schwa) /ə/ i 25 konsonanata. S obzirom da su plozivi i afrikati u bazi obeležavani kao parovi polufonema, koje u slučaju ploziva čine okluzija i eksplozija a u slučaju afrikata okluzija i frikacija, ukupan broj različitih konsonanata je u ovom slučaju 36. Napravljena je distinkcija između dve varijante poluglasa /ə/ koji se u govoru javlja u situacijama kada se suglasnik /r/ nađe u suglasničkom okruženju, odnosno u vokalskoj upotrebi [22]. Kod vokalske upotrebe, glas /r/ može biti nosilac sloga i upravo takvu realizaciju vokalnog elementa /ə/ treba razlikovati od one u kojoj /r/ nije slogotvorno.

vrsta segmenta: vokal, konsonant

način artikulacije (za konsonante): ploziv, frikativ, afrikat, nazal, lateral, poluvokal, vibrant

mesto artikulacije (za konsonante): bilabijalni, labijalno-dentalni, dentalni, postdentalni, alveolarni, palatalni, velarni

• Neposredno okruženje (prethodni i naredni segment)

vrsta segmenta: vokal, konsonant, tišina

način artikulacije (za konsonante): ploziv, frikativ, afrikat, nazal, lateral, poluvokal, vibrant

zvučnost: zvučan, bezvučan

Mesto artikulacije prethodnog i narednog konsonanta se ne uzima u obzir jer su prethodna istraživanja pokazala da ne predstavlja relevantan faktor [23].

• Položaj segmenta u slogu

početni položaj: da, ne

položaj u slogu: onset, jezgro (nukleus), koda

• Slog

leksički akcenat: naglašen, nenaglašen

vrsta akcenta: kratkosilazni, dugosilazni, kratkouzlazni, dugouzlazni, posleakcenatska dužina

• Položaj sloga u reči

početni: da, ne

krajnji: da, ne

• Reč

vrsta reči:

- ◆ promenljive reči: imenica, glagol, pridev, zamenica, broj
- ◆ nepromenljive reči: predlog, prilog, veznik, partikula, uzvik

• Fokus

fokus: naročito istaknuta reč, relativno nebitna reč, neutralna reč

dužina reči: broj slogova u reči

• Položaj reči u frazi

nivo pauze: nema pauze, kratka pauza, pauza srednjeg nivoa, duga pauza, pauza oklevanja, pauza na kraju fraze

Različiti nivoi pauze odgovaraju različitim perceptivno uočenim pauzama, pri čemu ukoliko se pauza poklapa sa intervalom tišine moguće je napraviti razliku između inicijalnog, medijalnog i finalnog položaja reči u frazi.

Navedeni faktori predstavljaju polazni skup atributa, čijim odgovarajućim vrednostima je predstavljen svaki fonem u govornoj bazi, i osnovu za razvoj modela trajanja glasova u sintezi govora na srpskom jeziku primenom CART (eng. *Classification and Regression Trees*) metode [24].

LITERATURA

- [1] D. H. Klatt, "Linguistic Uses of Segmental Duration in English: Acoustic and Perceptual Evidence", *Journal of the Acoustical Society of America*, (59), pp. 1209-1221, 1976.
- [2] J. P. H. van Santen, "Contextual Effects on Vowel Duration", *Speech Communication*, pp. 513-546, 1992.
- [3] I. Bulyko, M. Ostendorf, P. Price, "On the Relative Importance of Different Prosodic Factors for Improving Speech Synthesis", *In Proc. of ICPhS*, vol. 1, pp. 81-84, 1999.
- [4] J. P. H. van Santen, "Timing in Text-to-Speech Systems", *in Proc. of EUROSPEECH*, pp. 1397-1404, 1993.
- [5] L. White, "English Speech Timing: A Domain and Locus Approach", PhD dissertation, University of Edinburgh, 2002.
- [6] S. Sovilj-Nikić, "Trajanje vokala kao jedan od prozodijskih elemenata u sintezi govora na srpskom jeziku", Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [7] J. Bakran, *Zvučna slika hrvatskoga govora*, IBIS grafika, Zagreb, Hrvatska, 1996.
- [8] J. Gros, *Samodejno tvorjenje govora iz besedil*, AZložba ZRC, Ljubljana, Slovenia, 2000.
- [9] I. Lehiste, P. Ivić, *Prozodija reči i rečenice u srpskohrvatskom jeziku*, Izdavačka knjižarnica Zorana Stojanovića, Novi Sad, 1996.
- [10] M. Chen, "Vowel Length Variation as a Function of the Voicing of the Consonant Environment", *Phonetica*, (22), 1970.
- [11] D. K. Oller, "The effect of position in utterance on speech segment duration in English", *Journal of the Acoustical Society of America*, (54), pp. 1235-1247, 1973.
- [12] M., Marković, T. Milićev, "Uticađ veličine stope na trajanje vokala", *DOGS2008*, pp. 79-81, 2008.
- [13] E. Klabbbers, "Segmental and Prosodic Improvements to Speech Generation", PhD dissertation, Technical University of Eindhoven, Netherlands, 2000.

- [14] J. P. H. van Santen, "Assignment of segmental duration in text-to-speech synthesis", *Computer Speech and Language*, (8), pp. 95-128, 1994.
- [15] W. N. Campbell, "Multi-level Speech Timing Control", PhD dissertation, University of Sussex, 1992.
- [16] B. Moebius, J. P. H. Van Santen, "Modeling Segmental Duration in German Text-to-Speech Synthesis", *in Proc. of International Conference on Spoken Language Processing*, Philadelphia, USA, (4), pp. 2395-2398, 1996.
- [17] J. J. Venditti, J. P. H. van Santen, "Modeling Vowel Duration for Japanese Text-to-Speech Synthesis", *in Proc. of International Conference on Spoken Language Processing*, Sydney, Australia, 1998.
- [18] A. Febrer, J. Padrell, A. Bonafonte, "Modeling Phone Duration: Application to Catalan TTS", *in Proc. of 3rd ESCA/COCOSDA Workshop on Speech Synthesis*, Australia, pp. 43-46, 1998.
- [19] R. Batušek, "A Duration Model for Czech Text-to-Speech Synthesis", *in Proc. of Speech Prosody 2002*, France, pp. 167-170, 2002.
- [20] A. Lazaridis, P. Zervas, N. Fakotakis, G. Kokkinakis, "A CART Approach for Duration Modeling of Greek Phonemes", *in Proc. of SPECOM*, pp. 287-292, 2007.
- [21] M. Sečujski, R. Obradović, D. Pekar, Lj. Jovanov, V. Delić, "AlfaNum System for Speech Synthesis in Serbian Language", *in Proc. of 5th Conference on Text, Speech and Dialogue*, Brno, Czech Republic, pp. 8-16, 2002.
- [22] S. Gudurić, D. Petrović, "O prirodni glasa [r] u srpskom jeziku", *Zbornik Matice srpske za filologiju i lingvistike*, 2005.
- [23] T. Crystal, A. House, "Segmental durations in connected speech signals", *Journal of the Acoustical Society of America*, (83), pp. 1553-1573, 1988.
- [24] L. Breiman, J. H. Fredman, R. A. Olshen, C. J. Stone, *Classification and Regression Trees*, Wadsworth Statistics/Probability Series, Belmont, CA., 1984.

ABSTRACT

Considering the role of duration of speech segments for understanding the message addressed to the listener, a possibility of automatic prediction of the natural duration of sounds is crucial for achieving the naturalness of synthesized speech. Since the duration of segments in natural speech depends on many factors, identifying the factors that most influence on the duration of segments is a crucial step in the duration modeling process. The paper points out the importance of selecting the most influential factors. It gives a description of the different linguistics factors, as well as a set of the most influential factors and their possible values in the Serbian language as basis for the development of segmental duration model in the speech synthesis in the Serbian language.

PHONE DURATION AND ITS AFFECTING FACTORS IN THE SERBIAN AND OTHER LANGUAGES

Sandra Sovilj-Nikić