

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 885. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu održanoj 27.12.2012. godine, određeni smo za članove Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije mr Ružice Bilibajkić pod naslovom "Prepoznavanje artikulaciono-akustičkih odstupanja glasova u patološkom govoru". Nakon pregleda dobijenog materijala, Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

PODACI O KANDIDATU

Ružica Bilibajkić je rođena 15.04.1980. godine u Beogradu gde je završila osnovnu školu kao nosilac Vukove diplome. Matematičku gimnaziju u Beogradu završila je 1999. godine sa odličnim uspehom. Na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, odsek za Elektroniku, Telekomunikacije i Automatiku, diplomirala je 2005. godine sa temom "Detekcija osnovnih prozodijskih karakteristika u emfatičnom govoru" (mentor profesor dr Slobodan T. Jovičić). Postdiplomske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, odsek za Tehničku akustiku, završila je 2010. godine. Magistarsku tezu pod nazivom "Segmentacija reči na bazi MFCC i GFCC spektralnih modela", odbranila je u februaru 2011. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu (mentor profesor dr Slobodan T. Jovičić).

U Institutu za Eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora u Beogradu radila je od 2006. godine kao istraživač pripravnik na projektima koje je finansiralo Ministarstvo nauke Republike Srbije. Transformacijom istraživačko razvojne jedinice Instituta za Eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora nastaje istraživački centar - Centar za unapređenje životnih aktivnosti, gde je zaposlena od 2008. godine. Angažovana je na radu na Tehnološkim projektima "E-medicine sistem za procenu kvaliteta sluha" i "E-logoped" i projektu osnovnih istraživanja "Interdisciplinarna istraživanja kvaliteta verbalne komunikacije" koje finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije. Osim rada na projektima angažovana je na drugim poslovima iz delokruga rada Centar za unapređenje životnih aktivnosti. Posедуje važeću CCNA licencu (Cisco certified network associate), kao i još tri Cisco licence iz oblasti zaštite mreža (Cisco Information Security Specialist, Cisco Firewall Specialist i Cisco Certified Security Professional).

Neki rezultati dosadašnjih istraživanja su publikovani u više radova i jednom poglavlju u monografiji. Kao autor i koautor objavila je do sada sledeće naučne radove:

[1] **Bilibajkić, R.** (2005): Analiza prozodijskih obeležja u govornom stavovima, Konferencija *TELFOR*, Beograd, 22.-24. novembar 2005.

[2] Šarić, Z., **Bilibajkić, R.**, Jovičić, S. T. (2006): Algoritam za ML segmentaciju reči sa povećanom osetljivošću na nagle promene stacionarnosti. Konferencija *ETRA-N-a*, 6-9. jun 2006.

[3] Šarić, Z., **Bilibajkić, R.**, Jovičić, S. T. (2006): Algoritam za uslovnu segmentaciju reči za primenu u dijagnostici patološkog izgovora. Konferencija *DOS-digitalna obrada govora i slike*, 14-15. septembar, 2006, Vršac.

[4] Šarić, Z., Jovičić, S., **Bilibajkić, R.** (2006): A method for automatic speech segmentation and annotation at phonetic level. *Congress of Applied Linguistics*, Belgrade, Serbia.

- [5] **Bilibajkić, R., Šarić, Z., Jovičić, S. T.** (2007): Segmentacija reči postupkom najbližeg uzorka za potrebe analize poremećaja izgovora fonema. Konferencija *ETRAN-a*, Herceg Novi - Igalo, 4-8. juna 2007.
- [6] Šarić, Z., Jovicic, S.T., **Bilibajkić, R.** (2007): Speech segmentation on subphonemic segments aimed to the speech pathology analysis. *19th International Congress on Acoustics Madrid*, 2-7. September 2007.
- [7] Šarić, Z., Jovičić, S., **Bilibajkić, R.** (2008): Jedan postupak automatske segmentacije i anotacije govornog izraza na fonetskom planu. *Primenjena lingvistika*, (9), 88-96.
- [8] Šarić, Z., **Bilibajkić, R.** (2009): Sistem za merenje kvaliteta sluha Quick SIN testom. *17. Telekomunikacioni forum TELFOR 2009*. Srbija, Beograd, novembar 24.-26., 2009.
- [9] Milidrag, B., **Bilibajkić, R., Šarić, Z.** (2010): Realizacija sistema za on-line procenu kvaliteta sluha QSIN testom, *Konferencija ETRAN-a*, Donji Milanovac, 7.-11. jun 2010.
- [10] **Bilibajkić, R., Šarić, Z., Jovičić, S. T.** (2010): Segmentacija reči za potrebe dijagnostike patologije govora primenom auditornog modela, *Konferencija ETRAN-a*, Donji Milanovac, 7.-11. jun 2010.
- [11] Gerazov, B., Ivanovski, Z., **Bilibajkić, R.** (2010): Modeling Macedonian intonation for text-to-speech synthesis, *Konferencija DOGS*, Iriški venac, decembar 2010.
- [12] **Bilibajkić, R., Šarić, Z., Jovičić, S. T.** (2011): Auditory-model Based Speech Segmentation on Subphonemic Segments, in *Proceedings of Forum Acusticum 2011*, Aalborg, Denmark, 27. jun - 1.jul, European Acoustics Association, ISBN: 978-84-694-1520-7, ISSN: 221-3767, pp.55-60.
- [13] **Bilibajkić, R.** (2011): Segmentacija reči na bazi MFCC i GFCC spektralnih modela, *Magistarski rad*, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, februar 2011.
- [14] **Bilibajkić, R., Šarić, Z., Jovičić, S.T.** (2011): Automatic speech segmentation aimed for pathology detection; shapter in *Verbal Communication Quality Interdisciplinary Research I*, Editors S. Jovicic, M. Subotic, LAAC, IEPSP, ISBN 978-86-81879-34-4, pp 122-143.

Na osnovu dosadašnjeg stručnog rada i publikovanih naučnih rezultata uočava se da je kandidatkinja Ružica Bilibajkić kvalifikovana za rad na izradi doktorske disertacije na predloženu temu.

PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Predmet rada na ovoj temi treba da bude sistematsko istraživanje perceptivnog mehanizma čoveka u postupcima prepoznavanja patologije u glasu, modelovanje istog kako bi se moglo doći do instrumentalnog (računarskog) rešenja i automatskog prepoznavanja patologije, kao i razvoju algoritama obrade govornog signala i primene različitih matematičkih algoritama u prepoznavanju i klasifikaciji pojedinih tipova patologija.

Priroda problema definiše nekoliko pravaca istraživanja: (i) modelovanje auditornog sistema čoveka u detekciji akustičkih obeležja u govornom signalu koja učestvuju u manifestaciji patologije, (ii) automatska segmentacija glasova u govornim stimulusima, koji su podložni odstupanjima u artikulaciono-akustičkom domenu, a koja je neophodna za dalju algoritamsku analizu, (iii) globalno identifikovanje potencijalne patologije u govornom signalu i njeno klasifikovanje, i (iv) prepoznavanje specifičnih odstupanja u generisanju pojedinog glasa i njihova fokusirana karakterizacija koja je neophodna za uspešnost logopedskog tretmana.

Osnovni cilj istraživanja je razvoj jedinstvenog modela za automatsko (računarsko) prepoznavanje patologije u glasu prilagođenog aktuelnoj logopedskoj praksi, čija realizacija može dati značajan doprinos u okviru *e-medicine* tehnologije.

Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Tradicionalne metode procene patologije govora koje zahtevaju neposrednu komunikaciju terapeuta i ispitanika predstavljaju pouzdan način da se utvrdi prisustvo devijacije u govoru, ali su ujedno subjektivne, vremenski zahtevne, skupe i podložne ljudskim greškama. Upravo zbog toga da bi se ovi problemi prevazišli, u savremenoj istraživačkoj praksi pojavljuju se mnogi naučni radovi koji se bave problematikom automatske detekcije patologije govora [1-2].

Neki od sistema za automatsku detekciju patologija govora su u formi „skrinig“ testova [3-4], dok je veliki broj njih prilagođen detekciji određenih vrsta patologije [5-6]. Takođe, karakteristike govornog signala koje se koriste u te svrhe su različite. Neke se baziraju na spektralnim karakteristikama govornog signala [7], dok druge u obzir uzimaju promene akustičkih karakteristika u vremenu [8]. Optimalno medelovanje govornog signala i izbor adekvatnih parametara za primenu u detekciji patologije govora predstavljaju problem koji tek treba rešiti.

Sa druge strane, za klasifikaciju i prepoznavanja patologije u upotrebi je široka lepeza algoritama od skrivenih Markovljevih modela [9], do neuralnih mreža [10-11].

- [1] N. Saenz-Lechon, J. I. Godino-Llorente, V. Osma-Ruiz, P. Gomez-Vilda, “Methodological issues in the development of automatic systems for voice pathology detection“. *Journal ELSEVIER, Biomedical Signal Processing and Control* 1, pp. 120–128, June 2006.
- [2] A. Maier, T. Haderlein, U. Eysholdt, F. Rosanowski, A. Batliner, M. Schuster, E. Noth, “PEAKS - A system for the automatic evaluation of voice and speech disorders,” *Speech Communication*, vol. 51, pp. 425–437, 2009.
- [3] E. J. Wallen, J. H.L. Hansen, “A Screening Test for Speech Pathology Assessment Using Objective Quality Measures“. *ICSLP, Proceedings of Fourth International Conference, PA, USA*, vol.2, pp.776-779, Oct. 1996.
- [4] S. Hadjitodorov, P. Mitev, “A computer system for acoustic analysis of pathological voices and laryngeal diseases screening“. *Journal ELSEVIER, Medical Engineering & Physics*, 24(6), pp. 419-29, Jul 2002.
- [5] L. Gu, J. G. Harris, R. Shrivastav, C. Sapienza, “Disordered Speech Assessment Using Automatic Methods Based on Quantitative Measures“. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, vol.9, pp.1400–1409, 2005.
- [6] A. Maier, F. Hönl, T. Bocklet, E. Nöth, F. Stelzle, E. Nkenke, M. Schuster, “Automatic detection of articulation disorders in children with cleft lip and palate“, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 126, No. 5, pp.2589–2602, Nov. 2009.
- [7] J. D. Arias-Londono, J. I. Godino-Llorente, M. Arkaki, Y. Stylianou, “On combining information from modulation spectra and mel-frequency cepstral coefficients for automatic detection of pathological voices“. *J. Logopedics Phoniatrics Vocology*, Early Online, pp.1–10, 2010.
- [8] M. Vasilakis, Y. Stylianou, “Voice pathology detection based on short-term jitter estimations in running speech“ *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61 (3), pp.153-170, 2009.
- [9] A.A. Dibazar, S. Narayanan, T. W. Berger “Feature Analysis for Automatic Detection of Pathological Speech“, In *Proceedings of Engineering in Medicine and Biology, 24th Annual Conference and the Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society EMBS/BMES Conference*, 2002.
- [10] R.T. Ritchings, M. McGillion, C.J. Moore, “Pathological voice quality assessment using artificial neural networks“. *Journal ELSEVIER, Medical Engineering & Physics* 24, Issues 7-8, pp.561–564, 2002.

- [11] G. Jayaram, K. Abdelhalel, "Experiments in dysarthric speech recognition using artificial neural networks". *Journal of Rehabilitation Research and Development* Vol . 32 No . 2, pp. 162-169, May 1995.

POLAZNE HIPOTEZE

Govorna komunikacija jeste osnovni vid opštenja između ljudi i kao takva jeste od suštinske važnosti u formiranju čoveka kao socijalnog bića. Savremene telekomunikacije i informaciona tehnologija omogućavaju govornu komunikaciju ne samo između ljudi već i između čoveka i mašine. U bilo kom vidu komuniciranja od primarnog značaja je kvalitet govora sa osnovnim fokusom na prirodnost, prijatnost i razumljivost. Međutim, na značajnu dimenziju kvaliteta komunikacije utiče i sam čovek svojom nemogućnošću da pravilno izgovara glasove izolovano ili u kontekstu. Ovi problemi mogu biti kognitivne, psihološke i/ili fiziološke prirode a manifestuju se u govornom signalu kao odstupanja u izgovoru od normativa datog jezika. Najčešće se pojavljuju kod dece u razvojnem periodu kada se logopedskim tretmanima mogu korigovati ova odstupanja. U logopedskoj praksi se ova odstupanja najčešće obavljaju prema artikulacionim i/ili auditivnim (perceptivnim) kriterijumima, dok je objektivizirani akustički pristup najčešće izostajao. Međutim, u novije vreme ukazuje se potreba za objektivnom (instrumentalnom) procenom patoloških odstupanja u izgovoru glasova, što bi značajno unapredilo logopedsku praksu sa aspekta pouzdanosti, preciznosti i brzine procene odstupanja odnosno patologije.

Poslednjih godina pojavljuju se u literaturi parcijalna rešenja koja tretiraju pojedine vidove odstupanja u glasu i govoru. Činjenica da postoje različite forme tretmana, koje u mnogome zavise i od artikulacione baze pojedinih jezika, značajno usložnjava postupke analize govornog signala kao i razvoj ovakvih sistema. Problem prepoznavanja patološkog izgovora je mnogo složeniji od prepoznavanja govora, gde se traga za lingvističkom informacijom apstrahujući sve varijacije u govoru pa i patologiju. Kod prepoznavanja patologije u govoru najznačajnije su upravo varijacije u govoru, tj. u govornom signalu, koje odstupaju od tipičnih varijacija u normalnom govoru uključujući i afektivna stanja. Ideal bi bio da sistem (instrument) objektivnom analizom zameni logopeda koji subjektivnom (ekspertskom) analizom vrši prepoznavanje patologije, njenu kategorizaciju i klasifikaciju prema stepenu patologije.

NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

Metodologija rada u okviru navedenih istraživanja zasnivala bi se na nekoliko pristupa. Premisu predstavlja modelovanje ekspertskog (logopedskog) pristupa u percepciji i oceni patologije i stepena patologije u glasu. Dva modaliteta su u pitanju: prvo, primarna (globalna) ocena postojanja patologije i njena kategorizacija po stepenu patologije i drugo, sekundarna (analitička) ocena odstupanja jednog ili više pojedinačnih obeležja karakterističnih za dati glas. Početna istraživanja bi se sprovodila na postojećoj, već oformljenoj govornoj bazi normalnog izgovora i izgovora sa različitim oblicima odstupanja dece školskog uzrasta. Baza treba da posluži istraživanju akustičkih obeležja karakterističnih za prepoznavanje odstupanja na nivou glasa i definisanju algoritama za obradu govornog signala i detekciju ovih obeležja. U drugom planu baza treba da omogući obuku i testiranje kako pojedinih algoritama tako i celog modela prepoznavanja patologije.

U sprovođenju istraživanja koristiće se raspoloživi softverski alati za analizu govornih signala, kao i sopstveni softver posebno razvijen za potrebe detekcije i analize patologije u govoru na bazi najnovijih trendova u računarkoj (algoritamskoj) analizi patološkog govora, kao što su modeli artikulaciono-akustičkog odstupanja u govoru, auditorni modeli, neuronske mreže i drugo.

OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Na osnovu utvrđenih ciljeva istraživanja očekuje se da iz rada na ovoj temi proisteknu sledeći konkretni rezultati:

- formiranje jedinstvenog modela za prepoznavanje artikulaciono - akustičkih odstupanja glasova u patološkom izgovoru,
- postavljanje modela segmentacije glasova sa izraženim odstupanjima pojedinih akustičkih obeležja,
- razvoj pojedinih modela za detekciju specifičnih oblika odstupanja akustičkih obeležja u vremenskom, amplitudskom, spektralnom ili parametarskom domenu,
- komparativna analiza više algoritama za prepoznavanje i klasifikaciju odstupanja u artikulaciji glasova prema kliničkim kriterijumima i
- analiza značajnosti odstupanja pojedinih akustičkih obeležja u primarnoj (globalnoj) oceni patologije kao i njihove interakcije i integracije u jedinstvenu perceptivnu sliku.

PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Istraživanje će biti sprovedeno u više pravaca i to;

- modelovanje auditornog sistema čoveka u detekciji akustičkih obeležja u govornom signalu koja učestvuju u manifestaciji patologije,
- automatska segmentacija glasova u govornim stimulusima, koji su podložni odstupanjima u artikulaciono-akustičkom domenu, a koja je neophodna za dalju algoritamsku analizu,
- globalno identifikovanje potencijalne patologije u govornom signalu i njeno klasifikovanje i
- prepoznavanje specifičnih odstupanja u generisanju pojedinog glasa i njihova fokusirana karakterizacija koja je neophodna za uspešnost logopedskog tretmana.

ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu izloženog, Komisija konstatuje da kandidatkinja Ružica Bilibajkić ispunjava sve formalne i suštinske uslove za pristupanje izradi doktorske disertacije, kao i da je predložena tema "Prepoznavanje artikulaciono-akustičkih odstupanja glasova u patološkom govoru" naučno aktuelna u domenu automatske detekcije patologije govora. Zato Komisija predlaže Naučno-nastavnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da kandidatkinji Ružici Bilibajkić odobri izradu doktorske disertacije pod gore navedenim naslovom.

U Beogradu, 5.03.2012. godine

Komisija:

Dr. Slobodan Jovičić, redovni profesor

Dr. Miomir Mijić, vanredni profesor

Dr. Zoran Šarić, viši stručni saradnik
(Centar za unapređenje životnih aktivnosti)