

UDK 801.41 : 616-07 : 808.61
Originalni znanstveni rad

Primljeno: 15. 10. 1985.

Smiljka VASIĆ, Jovan DAVIDOVIĆ,
Vladislava KNAFLIĆ
Institut za eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora,
Beograd

AKUSTIČKA ANALIZA GOVORNIH GLASOVA KAO DIJAGNOSTIČKO SREDSTVO

SAŽETAK

U radu se govori o mogućnostima mikroanalize govora i glasova te njihovih akustičkih svojstava uz pomoć računara. Razmatraju se najfinije promene u glasovnoj strukturi, koje nastaju kada se javi sredinske, organske i psihološke smetnje.

Na primerima je pokazano kako izgledaju promene u akustičkom jezgru glasa, u trajanju, intenzitetu, formantnoj i šumnoj strukturi, kada govornici artikulišu sa maskom na licu ili bez nje, u stanju migrenoznog napada i u normalnom stanju, u stanjima nedostatka kiseonika u barokomori i u normalnim uslovima, kada ispitanici imaju čvoriće na glasnicama ili tumor na mozgu, itd.

Prvi nalazi ovih ispitivanja pokazuju da se blagodareći računarskoj tehnici i akustičkoj mikroanalizi, govor može koristiti u dijagnostičke svrhe kao pokazatelj psihofizioloških stanja.

»Govor je niz promena«
D. B. Fry*

Mogućnost govornog sporazumevanja leži u postojanju istog jezičkog sistema i za govornika i za sagovornika. Takav određeni jezički sistem sastoji se od različitih delova poruke kao što su jezičke jedinice, nervni impulsi, pokreti govornih organa, zvučni govorni talasi. Između ovih različitih sastavnih delova poruke postoji odgovarajuća čvrsta veza. Blagodareći toj korespondenciji na putu od govornika do sagovornika mogu se sačuvati bitna obeležja poruke. Prema mišljenjima nekih istraživača proučavanje govora zapravo se sastoji u proučavanju te postojeće korespondencije između političkih etapa nastajanja poruke i različitih delova same poruke, koji se slivaju u naizgled jedinstvenu govornu delatnost. U stvari, prirodu govora, kako kaže Fraj (D. B. Fry), »sačinjavaju sukcesivni preobražaji« koje treba proučavati.

Govor se ostvaruje u različitim medicijima. Zato su potrebne i različite tehnike za njegovo proučavanje. Tako se za proučavanje glasova kao osnovnih elemenata govora i govora u celini kao zvučnog signala u suvremeno doba koristi akustička analiza s pomoću sonografa i računara. Pri ovim analizama osim o fizici zvuka, mora se voditi računa i o nekim zakonitostima tipičnim za govor kao ljudsku aktivnost, to jest moraju se imati u vidu zakonitosti »fizike govora«.

Posle 1822. godine kada je Furije pokazao da se složena talasna forma može razložiti na jednostavne sinusne talase, stvorene su mogućnosti da se analizuju složene strukture zvučnih elemenata govora. Time je započela nova era u eksperimentalnim fonetskim istraživanjima, pa i interdisciplinarna ispitivanja u toj oblasti. Fonetika počinje da se primenjuje u medicini, psihologiji, fiziologiji, defektologiji, avio medicini i drugim disciplinama.

Prema Pijažeu, taj opšti trend interdisciplinarnog pristupa čoveku, to interdisciplinarno proučavanje čovekovoga ponašanja proisteklo je iz novih zahteva nauke: prvo, da se utvrde opšte strukture i opšti mehanizmi čovekovog ponašanja i života u celini i drugo, da se iznađu opšte metode proučavanja zajedničke za mnoge nauke. Ono što je u središtu takvih proučavanja jesu strukture ili oblici organizacije, funkcije, odnosno izvori kvalitativnih i energetskih vrednosti i sama poruka.

Moderne akustičke analize govora i glasova kao osnovnih govornih elemenata teže baš ka tom otkrivanju struktura ili oblika organizacije u oblasti govora i fonetike kao jedne od nauka koja se bavi govorom, a uz korišćenje fizike, akustike, elektronike i rezultata drugih naučnih disciplina. Takvim pristupom u fonetskim istraživanjima pokazalo se da se dobijeni rezultati mogu povezati sa rezultatima drugih nauka, a posebno

* Fry, D. B., 1979, *The Physics of Speech*, Cambridge University Press, Cambridge.

[1] Piaget, Jean, 1973, *Main Trends in Inter-disciplinary Research*, Harper and Row, New York.

nauka o čovekovom ponašanju uopšte. Fonetska istraživanja počinju da se koriste ne samo u oblasti nauke o jeziku i u oblasti rehabilitacije i habilitacije lica sa govornim poremećajima, već u najširem smislu reči u oblasti nauka o čoveku kao celovitom mehanizmu. U prvim akustičkim analizama govornih glasova nesumnjivo se težilo da se uz pomoć novih tehnika, prvo sonografa a zatim računara, otkriju akustičke strukture govornih glasova karakterističnih za pojedine jezike.² Međutim, mora se uočiti i pragmatična strana takvih ispitivanja pri učenju stranih jezika³ ili pri razvijanju govora veštačkim putem kod lica sa oštećenim sluhom.⁴

Najnovije kompjuterske akustičke analize glasova i mogućnost simultanih praćenja psihofizioloških reakcija u toku nastajanja govora i obrazovanja glasova navela su istraživače na razmišljanje: kako i koliko se može upotrebljavati govor kao dijagnostičko sredstvo te kako i koliko se akustičke analize govora dobijene s pomoću frekventno amplitudne digitalne analize mogu koristiti u otkrivanju »smetnji na vezama« nastalih u govoru usled organskih, psiholoških ili sredinskih činilaca.

Otkrivanje prave strukture govornih glasova kao fizičkih svojstava u normalnim uslovima i za normalan organizam uz pomoć frekventno amplitudne analize govornog signala pruža podlogu za proučavanje struktura govornih signala u nenormalnim uslovima i za organizam izložen različitim nepovoljnim činiocima u njemu i van njega. Finim akustičkim analizama u kojima su registrovane i najmanje promene u trajanju, snazi i frekvenciji zvučnog govornog signala uz pomoć računara dobija se obilje podataka.

Pitanje koje se postavlja pred savremenu eksperimentalnu fonetiku, akustičare i druge stručnjake koji prave te analize jest kako u tom obilju podataka i matrica brojeva otkriti ona obaveštenja iz sadržine analizovanog zvučnog govornog signala koja su prvo, relevantna za pojedine faze nastajanja poruke; drugo, koja od tih obaveštenja ukazuju na korespondentnu vezu između tih govornih faza i ponašanja organizma u celini kao izvora govornih signala; treće, kako izdvojiti i razlikovati, te mogu li se uopšte razlikovati, promene u fonemima i govoru nastale pod uticajem organskih, psiholoških i sredinskih stresora na osnovi kojih se mogu dijagnostikovati ti stresori, odnosno otkriti uzroci nastanka promena i oštećenja u normalnom zvučnom govornom signalu. Nije ništa novo da naš govor sagovorniku otkriva u kakvom smo stanju, jesmo li razdražljivi, uzbuđeni, ravnodušni, nezadovoljni ili agresivni, jesmo li kijavičavi, umorni ili teško bolesni. Novo je što se objektivnim metodama analize glasa mogu uočiti i meriti te promene prirode našega govora u različitim stanjima i što se mogu, prema rezultatima nekih ispitivanja, vrlo verovatno, preciznim merenjima kvantitativno i kvalitativno izraziti u promenama

[2] Potter, K. R. Kopp, A. G., Green, C. H., 1947, *Visible Speech*, Van Nostrand Company, New York.

[3] Isačenko, V. A., 1968, *Spektrografická analýz slovenských hlások*, Vydavateľst o Slovenskej akademie, Bratislava. Dvončova, I., Jenča, G., Kral' A., 1969, *Atlas slovenských hlások*, Vydovateľstvo slovenskej akademie, Bratislava.

[4] Dj. Kostić, S. Vladislavljević, V. Knaflić, 1977, *Linguistic Habilitation for the Hearing Impaired*, Jugoslavenska knjiga, Beograd.

trajanja, intenziteta i frekvencija odgovarajućeg zvučnoga govornog signala. Za takva istraživanja sve su više zainteresovani stručnjaci u našoj zemlji pa i u inostranstvu.

Iz oblasti govorne rehabilitacije i korišćenja eksperimentalne fonetike u te svrhe u nas pomenućemo neke radove.

U radu »Poremećaji govora osoba sa stečenim defektima gornje vilice ili mekog nepca i obnova protetskom rekonstrukcijom«,⁵ na trinaest pacijenata sa različitim oblicima stečenih defekata gornje vilice i mekog nepca, pored rutinske protetske rekonstrukcije, pokušano je da se izvrši i prati govorna rehabilitacija čiji uspeh je kontrolisan fonetskom analizom. Govornim tekstovima ispitivan je razoren i obnovljen govor i na osnovu spektrografske fonetske analize nastojalo se da se protetski radovi poboljšaju do te mere, ne samo da služe obavljanju osnovnih fizioloških funkcija hranjenja, već i da posluže potpunoj socijalnoj rehabilitaciji, poboljšanju i omogućavanju razumljivog govora sa okolinom. Razume se ovde se radilo o smetnjama mehaničkog porekla. Šercer ih svrstava u mehaničke dislalije. One nastaju zbog organskih promena na perifernim organima govora. Fonetska analiza u ovom istraživanju koristila se samo kao pomoćno sredstvo za govornu rehabilitaciju bolesnika od raka.

U drugom istraživačkom radu akustička analiza govornih glasova poslužila je za utvrđivanje stepena i oblika izmene funkcije govora kod pacijenata sa veštačkom vilicom. U laboratorijskim uslovima pacijent je izgovorio reč »živica« sa veštačkom vilicom i bez nje. Na računaru CDC — 3600 izračunata je spektralna gustina snage govornih signala. Pokazalo se da takva analiza pruža mogućnost za utvrđivanje sekundarnih negativnih pojava izazvanih greškama na protezi koje su postale očigledne na osnovu nepravilnosti u spektralnoj gustini snage u predelu frekvencije 180 — 200 Hz.⁶ Ova mala nedorađenost veštačkih vilica nije mogla da bude uočena prostim slušanjem. Računarska tehnika je pokazala visok nivo mogućnosti otkrivanja poremećaja govora kada je reč o spolnjem krajnje perifernom poremećaju govornih funkcija.

Radovi u kojima je akustička analiza poslužila u rehabilitaciji govora i glasa postoje i kada je reč o težim stečenim organskim poremećajima, na primer »Akustička i radiološka analiza poremećaja glasa posle totalnih i rekonstruktivnih laringektomija i njihovo lečenje«. ⁷ O radovima u oblasti razvoja govora kod slušno oštećenih lica nećemo ovom prilikom govoriti, jer to nije tema ovoga rada. Osim toga o tome je dosta pisano u nas i u svetu.

Mnogo bogatiji i potpuniji podaci dobijeni su kada se na analizu govornog signala prešlo uz pomoć jednotrećinskog oktavnog analizatora tipa 2131 firme Brüel and Kjaer, koji je spojen sa Hewlett-Packardovim računarom tipa 9825A i odgovarajućim štampačem.

[5] Dimitrijević, B., 1976, magistarska teza odbranjena na Beogradskom univerzitetu.

[6] Petrović, A., 1974, *The Use of Spectrograms for Speech Analysis in Full Dentures Wears*, Journal of Oral Rehabilitation. Vol. 1, p. 353.

[7] Milutinović, Z., 1980, magistrska teza, odbranjena na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Tome su prethodili radovi iz oblasti govora u hipoksičkim uslovima. Svrha prvog rada u toj oblasti sa grupom suradnika iz Instituta za eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora Instituta »Boris Kidrič« u Vinči i Vazduhoplovnomedicinskog instituta bila je ispitivanje mogućnosti korišćenja govora i promena nastalih u njemu za vreme hipoksije da bi se predvidele početne teškoće hipoksičkog stanja.⁸ Grupa mladića od dvadeset i četiri godine, koji su u uslovima na zemlji bili ujednačeni po svim zdravstvenim parametrima, pa i po parametru normalnog krvnog pritiska, izložena je dejstvu hipoksije na visini od 5500 metara. Na toj visini oni su se rasložili u tri grupe: na normotoničare — one čiji je pritisak bio u granicama normale, hipertoničare — one čiji je pritisak bio iznad normale i hipotoničare — one čiji je pritisak bio ispod normale. Oni su se rasložili i u pogledu govornog ponašanja. Govor hipotoničara najviše je pretrpeo oštećenja. Nisu samo uočene vrlo značajne promene u trajanju govora, nego i u govornim strukturama i inherentnoj prirodi fonema te u semantičkim sadržajima govora.

Pokazalo se da su promene u hipoksičkom govoru takve da bi se mogle koristiti za utvrđivanje prethodnih negativnih stanja u hipoksičkim uslovima te da su vezane za psihofiziološke promene ispitanika, posebno za promene nastale u centralnom nervnom sistemu. Zbog toga su usledili drugi eksperimentalni radovi iz te oblasti.

U radu »Artikulacija kao indikator hipoksičkog stanja« proučavane su promene glasovnih struktura u uslovima hipoksije na visini od 5500 metara.⁹ Pored znatnih individualnih razlika ustanovljene su neke opšte karakteristike promena u govoru u uslovima hipoksije:

1. Vreme čitanja u uslovima izlaganja hipoksiji znatno je duže od vremena čitanja u uslovima normoksije. Razlike u vremenu čitanja nalaze se na nivou od 0,01 ($t = 7,25$, $DF = 18$). Standardne devijacije iste grupe ispitanika u uslovima hipoksije i normoksije pokazuju da je grupa skoro dva puta više ujednačena kada se nalazi u uslovima na zemlji. I taj podatak potvrđuje mišljenje da govor može da bude indikator hipoksičkog stanja.
2. Povećana nazalnost — osobina koja se javlja u stanjima neprijatnosti i nezadovoljstva. Tu pojavu je još poznati biolog Darwin uočio u beba kada su nezadovoljne, to jest kada im nisu podmirene neke potrebe.
3. Povećani stepen obezvučenja zvučnih glasova — osobina koju za pažaju istraživači u razvitku dečjeg govora. Tumače je kao posledicu većeg stepena korišćenja energije no što je potrebno za proizvođenje zvučnih glasova. To je pokazatelj većeg naprežanja pri čitanju i većeg utroška energije što je inače paradoksalno da su u uslovima krajnje oskudice kiseonika on neekonomično iskorišćava. Dakle, to je indikator stepena ekonomisanja kiseonikom.

[8] J. Davidović, S. Vasić, P. Ognjenović i N. Krstić, 1974, *The Relationship between Vocalization Changes and Cerebral Blood Vessels Tone under Hypoxic Conditions*, XXII International Congress of Aviation Medicine, Beyrouth, Liban.

[9] Vasić, S., Davidović, J., Đorović, M., IV stručni sastanak vazduhoplovnih lekara i psihologa, 1976, Beograd.

4. Zatvoreni izgovor vokala i gubljenje diferencijalnih obeležja, to jest izgovor vokala bliži se centralnom glasu.
5. Labavi izgovor konsonanata.
6. Veće pauze među recima i sintagmatskim grupama.
7. Monoton govor.
8. Gubitak svake interpretacije teksta, to jest nedostatak unošenja smisla u pročitani tekst, dakle, nedostatak denotativnih i afektivnih pokazatelja sadržaja.
9. Čitanje napamet i ubacivanje elemenata koji ne postoje u tekstu (na primer eliptične rečenice iz teksta se zamenjuju potpunim rečenicama).

Postoje i tipovi grešaka morfološke prirode: zamenjivanje jednine množinom ili upotreba prvog lica umesto trećeg.

Svi ti podaci uočeni su i na osnovu klasične fonetske analize.¹⁰ Računarska analiza, pak, pokazala je da se promene javljaju i u inherentnim svojstvima fonema, to jest ukazuje na finije promene koje se sluhom ne mogu uočiti.¹¹

Prva ispitivanje u vezi s time pokazala su da, blagodareći novim tehnološkim sredstvima, postoji mogućnost posmatranja svih čovekovih funkcija u trenutku govorenja, ali da se vrlo teško snaći u obilju podataka, da su potrebne nove metode za diferenciranje promena u glasovima koje mogu biti izazvane različitim »smetnjama na vezama« rečeno jezikom stručnjaka koji se bave problemima komunikacije, ili izazvane različitim »stresorima«, rečeno jezikom stručnjaka koji se bave psihofiziološkim stanjima čoveka u trenutku govorenja i u različitim uslovima komunikacije.¹² Dalja ispitivanja su se usmerila na sledeće zadatke:

1. Da se utvrde razlike između glasova i govora pod uticajem različitih stresora.
2. Da se utvrdi utiče li specifičan tip stresora više ili manje na glasove i govor.
3. Da se utvrdi na koje osobine glasova i govora najviše utiču različiti tipovi stresora.
4. Da se utvrdi koji glasovi i koje osobine govora su najpodložniji uticaju različitih stresora.
5. Da se utvrdi na koje elemente glasova utiču ti stresori.
6. Da se utvrdi može li se fonetskom analizom s pomoću jezičkih tekstova i objektivnim kvalitativnim i kvantitativnim merama otkriti i odrediti priroda stresora te predvideti njihov uticaj.

[10] S. Vasić, J. Davidović, D. Vasić i V. Knaflić, 1974, *The Acoustic Nature of Speech as an Indicator of the Psychophysiological State of Speakers*, Kongres akustičara, Madrid.

[11] M. Đorović, M. Petrović, S. Vasić, J. Davidović, 1976, *Frekventno-vremenska analiza funkcije govora kao mogućnost za indikaciju hipoksije*, IV stručni sastanak vazduhoplovnih lekara i psihologa, Beograd.

[12] S. Vasić, J. Davidović, J. Vuščić, *Hipoksija i mucanje*, 1977, Savetovanje o mucanju, Dubrovnik.

Zbog toga je u Vazduhoplovnomedicinskom institutu usledio niz pojedinačnih eksperimenata iz kojih ćemo u ovom radu prikazati rezultate nekih od njih, i to kada je reč o različitim smetnjama vezama sredinskog, psihološkog ili organskog porekla. Prva slika prikazuje fonetsku strukturu foneme /i/ u laboratorijskim uslovima na zemlji. Ovaj ponaosob izgovoreni glas /i/ direktno je uveden u analizator. Akustička struktura /i/ normalno izgovorenog dobijena je jednotrećinsko oktavno-digitalnom frekvencijsko amplitudnom analizom i predstavljena je u tri ravni i dvodimenzionalno. Iz dijagrama se uočava karakteristična struktura foneme po kojoj se ona jasno može razlikovati od struktura svih naših drugih vokala i konsonanata. Razlike su mnogo uočljivije na trodimenzionalnim spektrogramima dobijenim računarskom analizom, nego spektrogramima dobijenim sonografom. To obilje podataka o konfiguraciji glasa pruža mogućnost potpuno novom opisu glasovnog sistema jednog jezika. Glas se može posmatrati u sekvencama spektara frekvencija i za svaku frekvenciju u spektru može se u decibelima očitati intenzitet glasa u određenom vremenskom odsečku. Tako se dobija glasovni pejzaž, odnosno glasovna konfiguracija raspodela različitih frekvencija i različitih intenziteta u toku obrazovanja glasa. Obaveštenja su znatno bogatija nego što ih je davala spektrografska analiza na sonografu, pa se mogu postaviti i novi teorijski opisi akustičke strukture govornih glasova.

U strukturi foneme /i/ u izgovoru muškog profesionalnog spikera mogu se uočiti dve potpuno jasno izražene gromade, odnosno dva izrazito ocrтана frekvencijska područja sa jasno definisanim fizičkim dimenzijama kao što su trajanje, jačina i frekvencija uz mnogobrojne strukturne pojedinosti dinamičke konfiguracije ove foneme. Između ta dva frekvencijska kompleksa nalazi se međuprostor znatne širine bez akustičke energije. Cela konfiguracija izgovornog glasa /i/ sudeći na osnovu trodimenzionalnog spektrograma obuhvata frekvencijsko područje od 80 Hz do 10.000 Hz u izgovoru tog spikera.

Prvi frekvencijski splet sastoji se od tri vrha ili bolje rečeno tri veće diferencirane komponente i zahvata frekvencijsko područje od 80 Hz do 1000 Hz. Centralna frekvencija, to jest frekvencija sa najvećom snagom akustičke energije od 93 dB nalazi se na 400 Hz. Druga dva frekvencijska vrha su na 160 Hz sa snagom od 88 dB i na 500 Hz sa snagom od 85 dB. Frekvencijski međuprostor bez akustičke energije nalazi se na području od 1000 Hz do 1600 Hz.

Drugi frekvencijski splet zahvata područje od 1600 Hz do 10.000 Hz sa dva frekvencijska vrha, prvim koji je u isto vreme centralna frekvencija toga kompleksa i nalazi se na 2500 Hz sa intenzitetom od 86 dB i drugim na 4000 Hz sa intenzitetom od 80 dB.

Pored tih uočljivih kontura izgovornog glasa /i/ postoje i drugi značajni detalji koje pruža ovakav vid akustičke analize glasa kao što su: nivo distribucije akustičke energije prema svakoj pojedinačnoj frekvenciji i sastavu izgovorenoga glasa, totalni nivo zvučne energije glasa, energetski nivo frekvencijskih spletova, vremenska organizacija izgovornog glasa i tako dalje, ali o tome nećemo ovom prilikom govoriti.

Želimo da pokažemo kako mehaničke smetnje pri izgovoru utiču na promenu trodimenzionalne konfiguracije foneme /i/ kada je u tako promenjenim uslovima izgovora isti izvežbani muški spiker. Fonema /i/ izgovorena sa maskom na licu, to jest izgovorena kada postoji spoljna prepreka, menja svoj lik tako što se oštećuju neki njeni delovi i to u drugom delu frekvencijskog spleta. Prvi frekvencijski kompleks ostaje skoro neoštećen: centralna frekvencija na 400 Hz ima intenzitet 93 dB. Drugi je frekvencijski kompleks skoro potpuno oštećen i po intenzitetu, koji je opao do 70 dB kad se radi o centralnoj frekvenciji i po opsegu frekvencijskog spleta, koji se kreće od 1600 Hz samo do 2500 Hz. Visoke frekvencije su potpuno zbrisane.

U drugom eksperimentu kod subjekta se sumnjalo na paralizu larinksa. Napravljena je akustička analiza foneme /i/ i reči /iz/ i /uz/. Za ovu priliku zadržaćemo se samo na trodimenzionalnom spektrogramu izgovorenog glasa /i/. Konfiguracija glasa /i/ ima takođe dva jasno izražena frekvencijska spleta sa frekvencijskim međuprostorom bez akustičke energije, samo što je u ovom izgovoru drugi frekvencijski splet jačeg intenziteta od prvog, a frekvencijski opseg celog glasa iznosi od 1000 Hz do 6300 Hz. Ako posmatramo prvi frekvencijski splet, onda se njegov opseg kreće od 100 Hz do 630 Hz sa centralnom frekvencijom na 200 Hz i intenzitetom od 81 dB. Drugi vrh ovog spleta nalazi se na 250 Hz sa intenzitetom od 78 dB, a treći na 400 Hz sa intenzitetom od 77 dB. Međuprostor između dva frekvencijska spleta je znatno širi nego u normalnom izgovoru i zauzima područje od 630 Hz do 1600 Hz. Drugi frekvencijski splet ima dva vrha, prvi na 2500 Hz sa intenzitetom od 80 dB i drugi na 4000 Hz sa intenzitetom od 82 dB. Frekvencijsko područje toga spleta kreće se od 1600 Hz do 6300 Hz. Očigledno je veće naprezanje pri izgovoru celog glasa nego kod subjekata sa normalnim govornim aparatom.

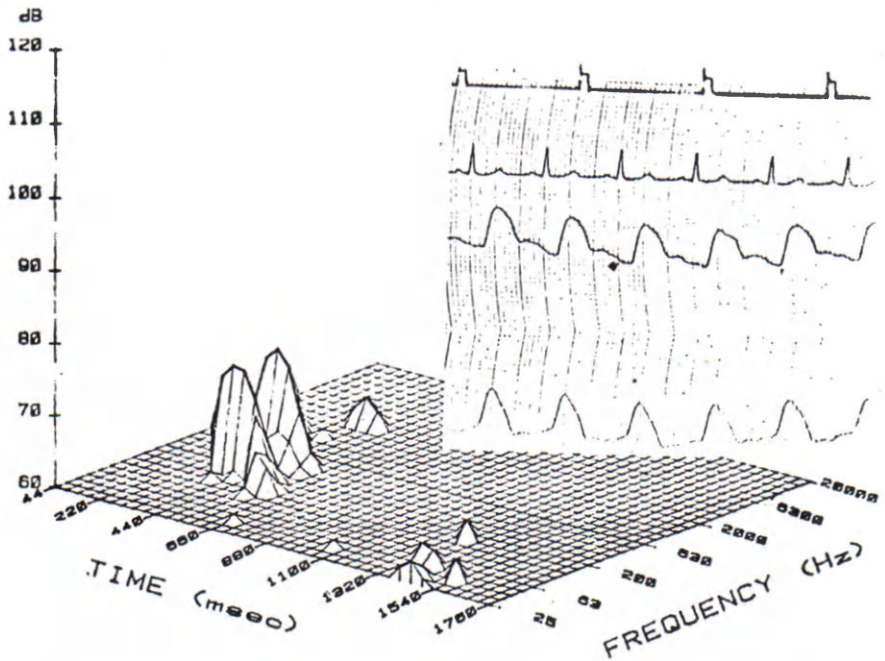
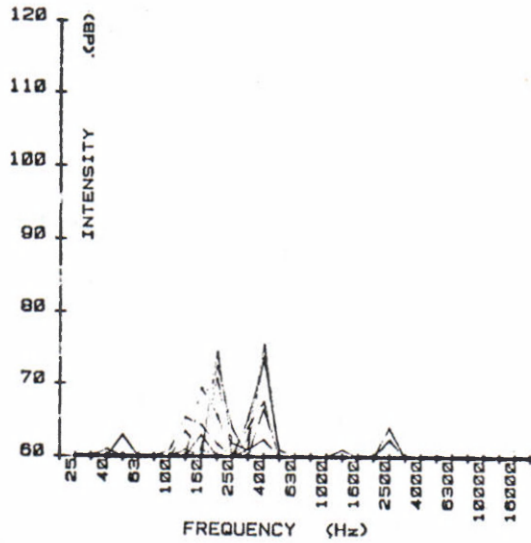
Slično ponašanje akustičke energije i rasporeda frekvencija imamo u izgovoru muškog spikera sa dijagnozom izrazite promuklosti. I u tom izgovoru javlja se veći intenzitet u drugom frekvencijskom spletu. Osim toga mogu se primetiti i dodatni elementi akustičke energije na visokim frekvencijama od 6300 Hz do 12.000 Hz.

U izgovoru pacijenta sa paralizom leve glasnice i nodusom na njoj izgovorni glas /i/ ima potpuno drugu strukturu. Frekvencijski opseg akustičke energije za ceo glas kreće se od 80 Hz do 12.000 Hz sa frekvencijskim međuprostorom između prvog i drugog frekvencijskog spleta od 630 Hz do 2500 Hz i dodatnim spletom akustičke energije od 6300 Hz do 12.000 Hz. U tom izgovoru prvi frekvencijski splet jako je vremenski razvučen. Ima četiri vrha: sa prvom frekvencijom na 160 Hz i snagom od 68 dB (jako smanjene snage), sa drugim vrhom na 200 Hz i snagom od 75 dB, sa trećim vrhom na 315 Hz i snagom od 76 dB te sa četvrtim vrhom na 400 Hz i sa 62 dB. Frekvencijski opseg toga spleta jest od 80 Hz do 630 Hz. Drugi frekvencijski splet slabo je izražen. Frekvencijski opseg mu je od 2000 Hz do 5000 Hz, a najviša akustička energija svedena je samo na 54 dB i to za oba frekvencijska vrha od 3150 Hz i 4000 Hz. Treći frekvencijski splet javlja se na području od 6300 Hz do 12.000 Hz sa intenzitetom 52 dB. Taj poremećaj je očigledno izazvao slabljenje akustičke energije,

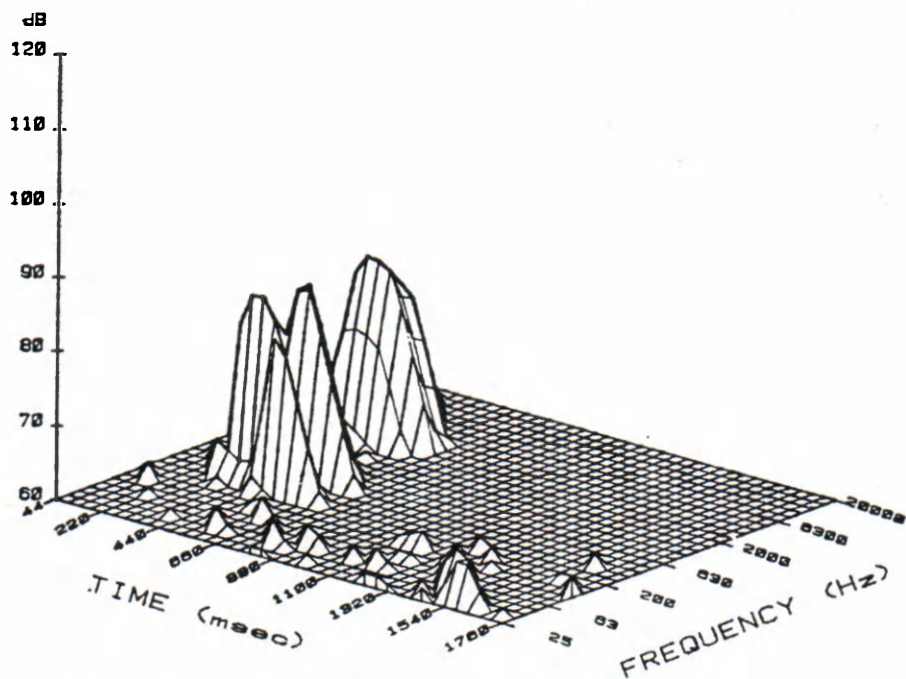
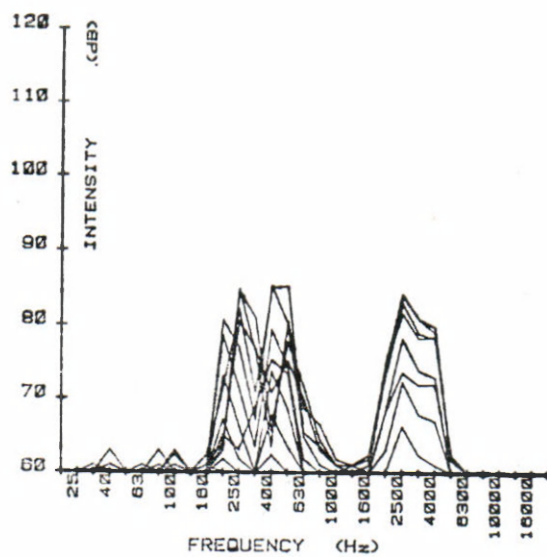
povećavanje frekvencijskog međuprostora i produženo trajanje glasa naročito prvog spleta.

Nešto duže i detaljnije zadržaćemo se na govoru ispitanika koji pate od migrene. Izvor oštećenja govora u tim slučajevima nalazi se u centralnom nervnom sistemu. Slika izgovorenog glasa potpuno je drugačija. Kod prve pacijentkinje u trenutku migrenoznog napada frekvencijski opseg u toku celokupnog izgovora glasa /i/ kreće se od 100 Hz pa samo do 3150 Hz sa najvećim intenzitetom od 76 dB. Prvi frekvencijski kompleks kreće se od 100 Hz do 500 Hz sa frekvencijskim vrhovima na 125 Hz i snagom od 65 dB, na 160 Hz i snagom od 68 dB, na 200 Hz i snagom od 75 dB te na 400 Hz i snagom od 78 dB. Znači, centralna frekvencija je na 400 Hz. Frekvencijski međuprostor obuhvata područje bez akustičke energije od 630 Hz do 2000 Hz. Taj prostor je znatno širi nego u normalnom izgovoru i duže traje. Drugi frekvencijski splet kreće se u području od 2000 Hz do 3150 Hz, kratkog je trajanja sa centralnom frekvencijom na 2500 Hz i intenzitetom od 65 dB. Visoke frekvencije su potpuno zbrisane. Naime, posle 3150 Hz nema nikakvog akustičkog signala. U tom tipu oštećenja očuvane su niske frekvencije, ali se centralna frekvencija nalazi na 400 Hz. Na zapisu glasa istovremeno su snimani frekvencija srca i distribucija tonusa krvnih sudova, to jest EKG i REG. I visina arterijskog pritiska i drugi fiziološki nalazi ukazuju na to da postoji fiziološki normalno stanje govornika u vreme migrenoznog napada i artikulacije glasa /i/. (Dijagram br. 1)

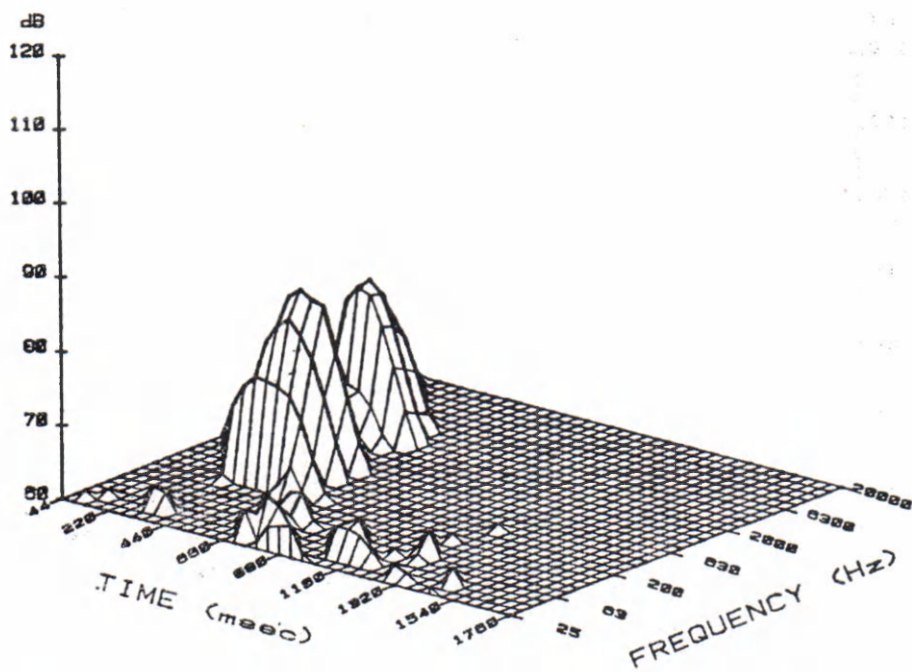
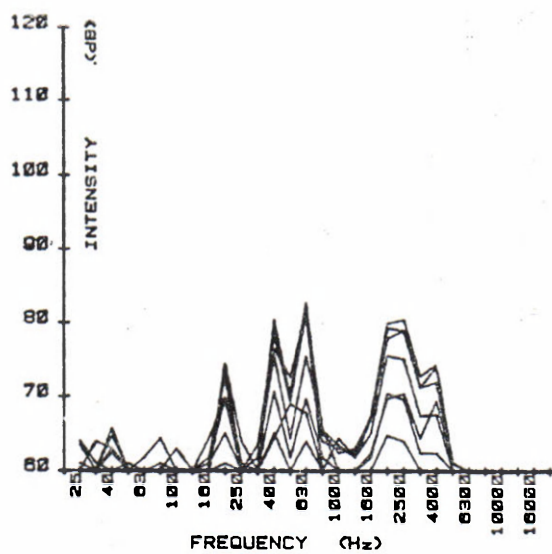
Druga pacijentkinja, koja takođe pati od migrena, izgovorila je foneme /i/ pre korišćenja leka Stugerona i posle upotrebe tog leka, kada nije primećeno nikakvo znatno poboljšanje. Izgovor glasa /i/ pre upotrebe leka kretao se u frekvencijskom području od 160 Hz do 6000 Hz. Prvi frekvencijski kompleks obuhvatao je područje od 160 Hz do 1000 Hz sa prvim vrhom na 200 Hz i snagom od 80 dB, sa drugim vrhom na 250 Hz i snagom od 85 dB i trećim vrhom na 400 Hz i snagom od 86 dB. Znači, centralna frekvencija se nalazila na 400 Hz. Postojao je i četvrti vrh na 500 Hz i sa snagom od 85 dB. Frekvencijski međuprostor je od 1000 Hz do 1600 Hz i ispunjen je akustičkom energijom od 62 dB, što nije uobičajeno. Drugi frekvencijski splet kreće se u području od 1600 Hz do 6300 Hz sa vrhom na 2500 Hz i snagom od 84 dB, na 3250 Hz i snagom od 81 dB i na 4000 Hz sa snagom od 80 dB. Posle upotrebe Stugerona neznatno se povećao frekvencijski opseg celoga glasa od 160 Hz do 6300 Hz i uočeno je neznatno povećanje akustičke energije na međufrekvencijskom prostoru od 63 dB. Posle uzimanja leka centralne frekvencije u prvom i drugom kompleksu nalaze se na 400 Hz i 2500 Hz, što znači kao i pre uzimanja leka sa snagom od 80 dB u oba slučaja. (Dijagram br. 2 i 3)



Dijagram br. 1 — Izgovor glasa /i/ kod pacijenta koji pati od migrene u trenutku migrenoznog napada.



Dijagram br. 2 — Izgovor glasa /i/ kod pacijenta koji pati od migrene pre uzimanja leka (Stugerone)



Dijagram br. 3 — Izgovor glasa /i/ kod pacijenta koji pati od migrene posle uzimanja leka (Stugerona)

Sve te ilustracije pokazuju samo početak mogućnosti korišćenja akustičke analize glasova u dijagnostičke svrhe uz pomoć novih tehničkih sredstava, ali pred istraživačima su još mnogi zadaci:

Prvo: analiza govornih glasova u normalnim uslovima novim sredstvima za akustičku analizu da bi se do tančina upoznale varijacije njihovih struktura u normalnim uslovima kako bi se stvorile prave referentne tačke neophodne za dijagnostiku i prognostičku ekspertizu.

Drugo: izrada individualnog »glasograma« i mogućnost njegovog korišćenja u dijagnostičkom postupku.

Treće: utvrđivanje fonema sa najvećom dijagnostičkom i prognostičkom vrednošću za otkrivanje različitih vrsta stresora, bilo da se nalaze u centralnom nervnom sistemu, na efektorima, ili da su psihološke ili druge prirode.

Četvrto: utvrđivanje prirode glasovnih i govornih promena pod uticajem različitih stresora.

Peto: utvrđivanje tipova glasovnih oštećenja karakterističnih za različite stresore.

Šesto: izrada testova sa karakterističnim uzorcima glasovne i govorne građe podesne za otkrivanje uzroka i stepena oštećenja.

Zapravo, buduće analize trebalo bi da daju potpuno nove akustičke opise glasovnih sistema različitih jezika u normalnim uslovima i u uslovima kada na izgovor tih glasova deluju negativni sredinski, psihološki i organski činioci.

Smiljka VASIĆ, Jovan DAVIDOVIĆ, Vladislava KNAFIĆ
The Institute of Experimental Phonetic and Speech Pathology.
Beograd

*Acoustic Analysis of Speech Sounds as Means
of Diagnosis*

SUMMARY

The paper deals with the possibilities of micro-analysing speech and sounds as well as their acoustic properties by means of computers. Some of the tiniest changes in speech structure arising from social, organic and psychological disturbances are considered here.

The examples illustrate the changes in the acoustic nucleus of the voice, in its duration, loudness, formatic and noise structure, in the case when speakers wear a mask, in the case of speaking during a spell of migraine, in the conditions when oxygen is deficient (in a barochamber), in the cases of patients suffering from noduli on vocal cords or a brain tumor etc.

The first results of this research point to the fact that — owing to computer technique and acoustic micro-analysis — speech can be used for diagnostic purposes as an indicator of the psychophysiological status of the patient.