

UDK 343.982.323:577.212:81'342.1
Izvorni znanstveni rad

Gordana Varošaneć-Škarić
Filozofski fakultet, Zagreb
Hrvatska

VERIFIKACIJA GOVORNIKA U FORENZIČNOJ FONETICI

SAŽETAK

Nakon ekspertnog fonetskog slušnog prepoznavanja govornika, u postupku verifikacije osumnjičenika u stvarnom forenzičnom slučaju uspoređene su pročišćene snimke razgovora preko GSM uređaja i snimljeni materijali u kontroliranim uvjetima na albanskom i hrvatskom jeziku. Za govorne materijale korištene su akustičke metode LTASS (AS program), akustičko-statistički postupci indeksa razlika (SDDD) i indeksa sličnosti (R) među spektrima, a vrijednosti F_0 , $F_1 - F_4$, jitter (u %), shimmer (u dB) i HNR (dB) izračunati su u Praat programu na temelju fonacije vokala schwa /ə/ i /a/. Radi usporedbe, snimke su u kontroliranim uvjetima filtrirane poput zvuka s mobitela. Identificirani je muški glas u fonetskom opisu srednje visok, faringaliziran, napet, hrapave fonacijske vrste, šuman laringaliziran glas. Objektivne akustičke mjere u kontroliranom snimanju potvrđuju fonetski opis: F_0 121,78 Hz, lokalni jitter 3,2%, lokalni shimmer u rasponu od 0,307 do 0,4 dB, HNR 10,31 dB. F_4 na temelju schwa iznosi 3,8 kHz što odgovara vrijednostima F_4 na LTASS-u u kontroliranim uvjetima. F_4 se u filtriranju frekvencijski snižava i jednak je F_4 na LTASS-u govora s mobitela. Prosječne su vrijednosti indeksa SDDD 2,82 i sličnosti (R) 0,90. Najbolji rezultati SDDD-a i R-a u utvrđivanju identiteta pokazali su se na temelju snimki s mobitela u usporedbi s albanskim i hrvatskim govorom u sličnim okogovornim uvjetima. U različitom kontekstu govora na albanskom preko mobitela i filtriranog govora na albanskom tijekom intervjua s fonetičarem, indeks sličnosti iznosio je 0,94 što potvrđuje identitet iste osobe. Akustičko-statističkim postupcima potvrđen je identitet osobe s najboljim rezultatom od 98% prepoznavanja što je nedvojbena identifikacija.

Ključne riječi: forenzična fonetika, identifikacija govornika, verifikacija govornika

1. UVOD

Za razliku od naivne identifikacije pomoću slušnih svjedoka, ekspertna forenzična identifikacija podrazumijeva identifikaciju govornika pomoću izvježbanih eksperata. Razvila se zahvaljujući tehničkom napretku snimanja zvuka, koji danas omogućuje vrlo kvalitetno snimanje uzoraka govora preko mobitela i telefona pri policijskom prisluškivanju. Danas se u slučajevima potrebe identifikacije govornika snimljenih za vrijeme prisluškivanja u ambicioznijim sudskim postupcima traži i ekspertno fonetsko forenzično mišljenje. U forenzičnoj fonetici rabi se poseban protokol slušne identifikacije govornika, a uz slušnu analizu provode se i različita akustička mjerenja te se uspoređuju rezultati. O akustičkom pristupu u forenzičnoj fonetici, primjerice, iscrpno izvještavaju Hollien (1990) i Rose (2002). Za fonetičara je posebno zanimljiva mogućnost verifikacije, tj. ako osumnjičeni pristaje na snimanje s fonetičarem, jer ne priznaje da se njegov glas nalazi u snimkama prisluškivanja. Na taj način fonetičaru je omogućeno da usporedi policijsku bazu uzoraka glasova s testnim uzorcima snimljenim u kontroliranim uvjetima tijekom verifikacijskoga postupka. To je plodno i zbog akustičke provjere, jer se mogu usporediti izobličenja koja nastaju uslijed filtriranja s izobličenjima uzrokovanim telefonskom transmisijom. Na taj se način dobivaju dodatne dragocjene informacije o potvrdi identifikacije ili neidentificirane osobe. Čak 95% stvarnih slučajeva uključuje analizu snimljenih telefonskih razgovora (Künzel, 1997; Foulkes i Barron, 2000). U ovome stvarnom slučaju radilo se o albanskom govorniku kojemu je hrvatski drugi jezik i trebalo ga je u verifikacijskom postupku navesti govoriti na hrvatskom i na materinskom, tj. albanskom jeziku. Naime, snimke policijskoga prisluškivanja razgovora preko mobitela i telefona sadržavale su uzorke na oba jezika identificirane osobe, ovisno o sugovornicima i kontekstu razgovora.

2. POSTUPAK

2.1. Tehnički postupci u utvrđivanju identifikacije glasa

Verifikacijskom postupku prethodilo je preslušavanje CD snimke snimljene tijekom policijskoga prisluškivanja skupine osumnjičenika u slučaju ilegalnog prebacivanja stranih državljana preko granice Hrvatske. Stvarni slučaj obuhvaća široko područje kretanja ljudi od Bugarske, Makedonije, Crne Gore, Srbije, preko Hrvatske do Slovenije, od kuda se nastavlja daljnji transfer u druge zemlje EU-a. Sa CD nosača zvuka označena FA-M1 (snimka 1), montirani su svi muški glasovi koje je fonetski forenzičar procijenio različitim. Sudski nalog fonetičaru odnosio se na izvršenje identifikacije jedne muške osobe. Stoga su montirani parovi glasova sa snimke FA-M1 te s kontrolne snimke označene PR (snimka 2) snimljene tijekom verifikacijskoga postupka u Županijskom sudu u Zagrebu 2004. godine. Sa snimke PR (snimka 2) montirani su samo zvučni zapisi normalne glasnoće na hrvatskom jeziku u ponavljanju za fonetičarem te snimke slobodnoga govora tijekom intervjua na albanskom i hrvatskom jeziku. U montaži su zanemareni dijelovi govora koje je

fonetičar procijenio kao prikrivanje, tj. vrlo tihi govor koji utječe na promjenu svih osobina timbra glasa.

2.2. Slušna identifikacija govornika

U postupku slušne identifikacije govornika prema protokolu forenzične fonetike (AP-SPID: Aural-perceptual Approach to Speaker Identification, Hollien, 2002:80) tri su izvježbana fonetičara (uključujući autoricu) ukupno procjenjivali 15 parova muških glasova označenih šiframa da bi se identificirala jedna muška osoba čiji se glas ponavlja na oba nosača zvuka. Za svaki par izračunati su postoci i rasponi prepoznavanja. U forenzičnoj fonetici ukupan rezultat točnog pogađanja za sve dimenzije treba iznositi najmanje 90% podudaranja (94% znači potpunu identifikaciju), dok najmanji ukupni postotak točnosti utvrđivanja identiteta u paru mora iznositi 80%.

2.3. Metode i postupci akustičke analize glasa

Pomoćni parametri akustičke analize glasa bili su dugotrajni prosječni spektri glasa tijekom govora (LTASS) izrađeni u AS programu. Nadalje, za govorne su materijale korišteni akustičko-statistički postupci indeksa razlika (SDDD) i indeksa sličnosti (R) među spektrima. Indeks razlika, tj. indeks standardne devijacije razlika distribucije (SDDD) na temelju LTASS-a, računa se prema formuli

$$SDDD = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{i=1}^K (S_i - S'_i - Md)^2}$$

koja označava da je sigma, tj. zbroj kvadrat razlike dvaju spektara umanjjenih za srednju vrijednost, suma razlike K i sve to na potenciju 0,5 (drugi korijen). Pretpostavke su: 1. u teorijskom smislu SDDD bi bio nula (0) kad bi LTASS crte bile paralelne; 2. najveća standardna devijacija bila bi kad ne bi bilo nijedne točke podudarnosti. Indeks sličnosti (R) računa se prema formuli

$$R = \frac{1}{K} \frac{\sum_{i=1}^K (S_i - M_s)(S'_i - M'_s)}{\sigma_s \sigma'_s}$$

(formule su prilagođene prema: Harmegnies, 1985, 1995)

i obavještava o količini uzajamnoga mijenjanja dvaju spektara, stoga je koeficijent međukorelacija. Akustičko-statističke metode indeksa različitosti i sličnosti među spektrima prihvaćene su u usporedbi glasova u forenzičnoj fonetici, počevši od Harmegniesa (1985), u usporedbi glasnika, primjerice frikativa (Harmegnies, 1995), u međujezičnim usporedbama kvalitete glasa (Harmegnies i Landercy, 1985; Harmegnies i sur., 1987; Bruyninckx i sur., 1991, 1994; Horga

1994) te u usporedbi kvalitete glasova prije i poslije fonetskih vježbi (Varošaneć-Škarić, 2003).

LTASS je izrađen na temelju snimki policijskoga prisluškivanja u govoru na albanskom i hrvatskom jeziku, na temelju kontrolne snimke govora testa za glas 1 i 2 na hrvatskom jeziku i slobodnoga spontanoga govora na oba jezika za dio spektra od 0 do 10 kHz i dodatno, na temelju filtriranoga zvuka. Potom je snimka 2 slobodnoga govora na albanskom jeziku filtrirana da bi imala podjednake akustičke osobine prijenosa zvuka s mobilnih telefona (GSM uređaja), što znači bez istaknutih niskih frekvencija i s prigušenim visokim frekvencijama. Uzorci glasa u verifikacijskom postupku filtrirani su tako da su im odsječene frekvencije do 350 Hz, jer je i u stvarnim slučajevima uočljivo da se do te vrijednosti signal uglavnom uspinje i da je zbog izobličenja u niskom području uočljivija razlikovnost tek od oko 800 Hz. Odrezane su i frekvencije iznad 3,5 kHz da bi izobličenja bila slična kao u stvarnim slučajevima razgovora preko telefona. Hipoteza je da će se F_4 s prve i F_4 s druge filtrirane snimke podudarati ako se radi o istoj osobi. U forenzici se oštro raspravljalo treba li u identifikaciji govornika uzimati u obzir parametar formantne frekvencije (Künzel, 2001, 2002; Nolan, 2002). Rasprava se zaključuje tvrdnjom da ne treba potpuno isključiti formante u procesu identifikacije govornika, stoga je ovo istraživanje metodološki uzelo u obzir prirodu telefonske transmisije.

Akustičke varijable na temelju fonacija /a/ i /ə/ identificiranoga glasa izračunate su u programu Praat: prosječna fundamentalna frekvencija (F_0), raspon F_0 , $F_1 - F_4$, jitter (u %), shimmer (u dB) i HNR (dB). Hipoteza je da frekvencija F_4 na temelju vokala schwa mora biti jednaka frekvenciji F_4 na temelju duljega govora identificirane osobe, jer vrijednost F_4 obavještava o duljini izgovornog prolaza osobe i na nju ne može utjecati izgovor vokala.

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Rezultati forenzične fonetske slušne identifikacije govornika

Samo je jedan muški glas označen šiframa u parovima D-G, E-J i D-E imao vrijednosti potpune identifikacije osobe. Prepoznavanje para D-G (nepoznata muška osoba u govoru na albanskom sa snimke 1 i muška osoba u govoru na albanskom sa snimke 2) iznosi 98%, u rasponu od 95,7 do 98,6% za sve dimenzije subjektivne procjene prema protokolu forenzične fonetike. Prepoznavanje para E-J (nepoznata muška osoba na hrvatskom jeziku sa snimke 1 i muška osoba u filtriranom govoru teksta 1 tijekom verifikacijskog postupka sa snimke 2 iznosi 98%, u rasponu od 95,6 do 100%. Prepoznavanje para D-E (nepoznata muška osoba u govoru na albanskom sa snimke 1 i nepoznata muška osoba u govoru na hrvatskom sa snimke 1) iznosi 91%, u rasponu od 86,4 do 94,3% (tabl. 1). Na oba se jezika pojavljuje isti retrofleksni neivibrantni izgovor glasnika /r/ (IPA znak – [ɾ]). Takvu su artikulaciju imali svi navedeni parovi. Rezultati su pokazali da je na snimkama šifriranim D, E, G i J nedvojbeno identificirana ista osoba. Glas identificirane muške osobe fonetski se opisuje kao glas prosječne visine muškoga glasa, faringaliziran uslijed napetosti u farinksu, hrapave fonacijske vrste, blago do umjereno šuman laringaliziran glas.

Tablica 1. Rezultati slušne identifikacije govornika prema protokolu forenzične fonetike (usporedba govora na albanskom i hrvatskom snimljenog sa GSM uređaja)

Table 1. The results of the auditory speaker identification according to the forensic phonetic protocol (the comparison between Albanian and Croatian speech as recorded from a GSM device)

| | REZULTAT / RESULT | RASPON / SPAN |
|--|----------------------|---------------------|
| TON / TONE | | |
| Visina tona / Pitch | 10 | 9 – 10 |
| Promjenljivost / Variability | 9 | 9 – 10 |
| Obrasci pravilnosti / Regularity patterns | 10 | 10 – 10 |
| KVALITETA GLASA / VOICE QUALITY | | |
| Opća kvaliteta / General quality | 10 | 9 – 10 |
| Fonacijski tip / Phonation type | 10 | 10 – 10 |
| Ostalo / Other | | |
| INTENZITET / INTENSITY | | |
| Promjenljivost / Variability | 10 | 9 – 10 |
| DIJALEKT / DIALECT | | |
| Regionalnost / Regionality | 9 | 9 – 9 |
| Strani / Foreign | 8 | 7 – 8 |
| Idiolekt / Idiolect | 10 | 9 – 10 |
| ARTIKULACIJA / ARTICULATION | | |
| Vokali / Vowels | 9 | 8 – 10 |
| Konsonanti / Consonants | 5 | 5 – 6 |
| Pogrešan izgovor / Speech error | | |
| Nazalizacija / Nasalization | | |
| [t] | 9 | 9 – 9 |
| PROZODIJA / PROSODY | | |
| Brzina / Tempo | 10 | 9 – 10 |
| Prekidi govora / Stops | 9 | 9 – 10 |
| Poremećaji / Impairments | | |
| Srednja vrijednost / Mean | 91% | 86,4 – 94,3% |

3.2. Rezultati akustičke analize

3.2.1. Prosječne vrijednosti akustičkih varijabli na temelju fonacije vokala

Prosječne vrijednosti akustičkih varijabli za identificiranoga muškoga govornika snimljenoga u verifikacijskom postupku na temelju vokala /ə/ i /a/ potvrdile su slušnu fonetsku procjenu glasa muškoga govornika sa snimke prisluškivanja na temelju govora preko telefona i GSM (snimka 1). Izračunate prosječne vrijednosti u programu Praat na temelju fonacije s kontrolne snimke 2 pokazuju da fundamentalne frekvencije od 115,26 Hz /ə/ i 121,78 Hz /a/ odgovaraju vrijednostima prosječne visine muških glasova (tabl. 2).

Tablica 2. Prosječne vrijednosti akustičkih varijabli muškoga govornika za fonaciju vokala /ə/ i /a/ (Praat program)

Table 2. Means of acoustic variables in male speaker for /ə/ and /a/ vowel phonation (the Praat program)

| VOKAL / VOWEL /ə/ | |
|--------------------------|-----------|
| F ₀ | 115,26 Hz |
| HNR | 15,24 dB |
| Jitter (local) | 0,73% |
| Jitter (local, absolute) | 0,00006 s |
| Jitter (rap) | 0,33% |
| Jitter (ppq5) | 0,38% |
| Jitter (ddp) | 0,99% |
| Shimmer (local) | 4,50% |
| Shimmer (local, dB) | 0,404 dB |
| Shimmer (apq3) | 2,41% |
| Shimmer (apq5) | 2,52% |
| Shimmer (apq11) | 3,35% |
| Shimmer (dda) | 7,23% |

| VOKAL / VOWEL /a/ | |
|--------------------------|----------|
| F ₀ | 121,78 |
| HNR | 10,31 dB |
| Jitter (local) | 3,20% |
| Jitter (local, absolute) | 0,0003 s |
| Jitter (rap) | 1,63% |
| Jitter (ppq5) | 1,86% |
| Jitter (ddp) | 4,89% |
| Shimmer (local) | 3,43% |
| Shimmer (local, dB) | 0,307 dB |
| Shimmer (apq3) | 1,83% |
| Shimmer (apq5) | 2,03% |
| Shimmer (apq11) | 2,88% |
| Shimmer (dda) | 5,48% |

Odnos harmoničkoga i neharmoničkoga zvuka (HNR) iznosi 15,24 i 10,31 dB što je objektivni pokazatelj šumnoga glasa. Mjera aperiodiciteta tona (lokalni jitter u %) za vokal /a/ prosječno iznosi 3,20% što je objektivni pokazatelj hrapave fonacijske vrste, budući da referentna vrijednost od koje se određuje patološka kvaliteta glasa iznosi 1 – 2% aperiodiciteta vremenskog obrasca vala fundamentalne frekvencije. Mjera aperiodiciteta intenziteta fundamentalne frekvencije, tj. aperiodiciteta amplitude (lokalni shimmer u dB) iznosi prosječno 0,404 dB za vokal /ə/ i 0,307 dB za vokal /a/, što je u prosjeku (0,355 dB) objektivna mjera blago šumnoga glasa, jer je referentna vrijednost

patološke šumnosti 0,35 dB. Određenje blago do umjereno šumnoga glasa odgovaralo je u slušnoj fonetskoj procjeni svim šifriranim snimkama identificiranoga glasa sa snimke 1 policijskoga prisluškivanja. Prosječne vrijednosti frekvencije četvrtoga formanta (F_4) na temelju fonacije vokala iznose 3 819 Hz (tabl. 3) što odgovara vrijednostima dobivenim na temelju LTASS testova za glas (sl. 1: LTASS – govor na hrvatskom) i u slobodnom govoru na albanskom snimljenoga u verifikacijskom postupku (sl. 2).

Tablica 3. Prosječne vrijednosti formanata muškoga govornika za fonaciju vokala /ə/ i /a/ (Praat program)

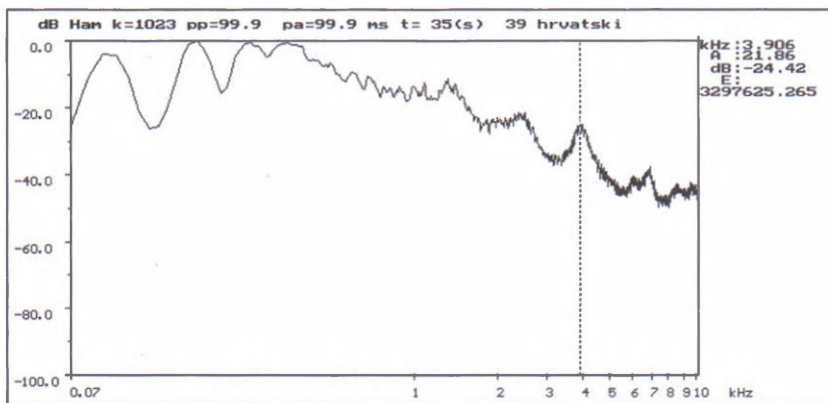
Table 3. Formant means in male speaker for / / and /a/ vowel phonation (the Praat program)

| | F₁ | F₂ | F₃ | F₄ |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| a1 | 829 | 1 225 | 2 534 | 3 698 |
| a2 | 824 | 1 370 | 2 652 | 3 810 |
| a3 | 756 | 1 648 | 2 735 | 3 933 |
| a4 | 827 | 1 390 | 2 692 | 3 776 |
| a5 | 833 | 1 338 | 2 698 | 3 771 |
| a6 | 781 | 1 444 | 2 682 | 3 926 |
| Prosjek / Mean | 808 | 1 402 | 2 666 | 3 819 |

| | F₁ | F₂ | F₃ | F₄ |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ə1 | 529 | 1 414 | 2 500 | 3 779 |
| ə2 | 522 | 1 591 | 2 546 | 3 941 |
| ə3 | 555 | 1 502 | 2 573 | 3 818 |
| ə4 | 511 | 1 549 | 2 486 | 3 737 |
| Prosjek / Mean | 529 | 1 514 | 2 526 | 3 819 |

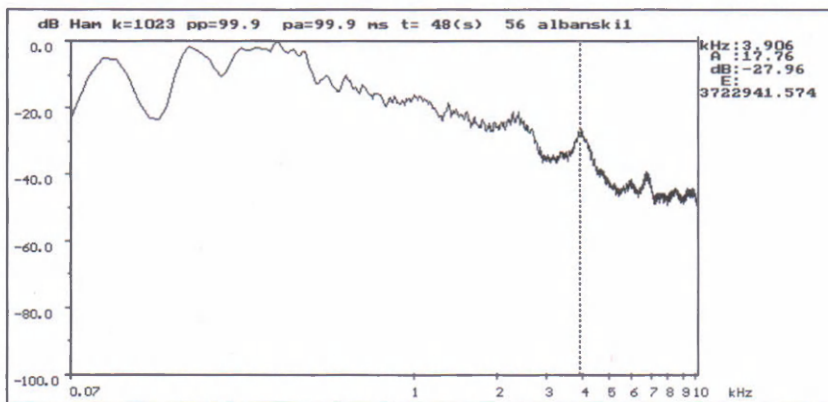
3.2.2. Usporedbe LTASS-a na temelju prisluškivanja i verifikacijskoga postupka

Naravno, potonji su rezultati logični i potvrđuju da se u verifikacijskom postupku uspio dobiti govornikov prirodan glas.



Slika 1. LTASS muškog govornika na temelju testa 1 u verifikacijskom postupku (govor na hrvatskom)

Figure 1. LTASS produced from the speech of a male speaker recorded in test 1 of the verification procedure (Croatian speech)

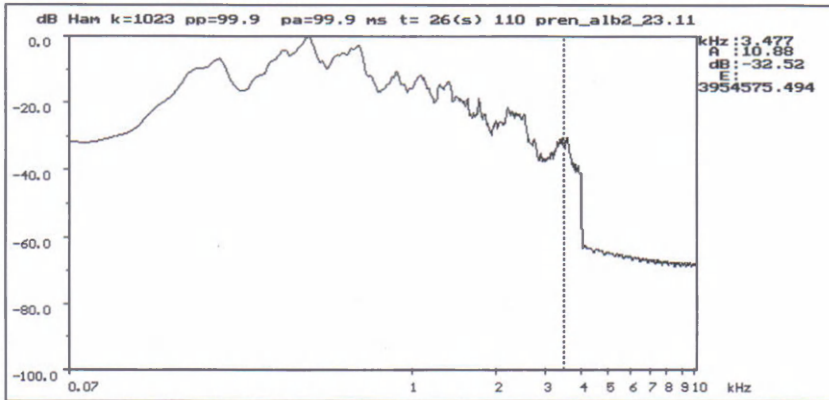


Slika 2. LTASS muškoga govornika na temelju spontanoga govora u verifikacijskom postupku (govor na albanskom)

Figure 2. LTASS produced from the spontaneous speech of a male speaker during the verification procedure (Albanian speech)

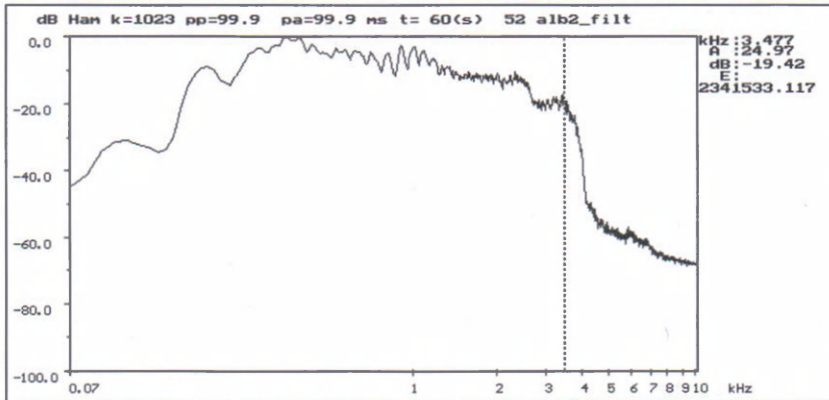
Izazov je bio kako te snimke, dobivene na temelju kvalitetnoga snimanja profesionalnom opremom, usporediti sa snimkama preko GSM uređaja i telefona snimljenih tijekom prisluškivanja. Kako današnji GSM uređaji režu frekvencije u niskom području spektra ispod 330 Hz i one u visokom dijelu spektra oko 3,5 kHz, što utječe na izobličenja u tim područjima, u postupku je određeno filtriranje snimki dobivenih u kontroliranim uvjetima da bi se nastala izobličenja

mogla usporediti s identificiranom osobom na snimkama prisluškivanja. Slike 3 i 4 pokazuju da se frekvencije F_4 u oba uvjeta mogu usporediti (F_4 iznosi na obje snimke 3,477 kHz) i da se može raditi o istoj osobi.



Slika 3. LTASS muškoga govornika na temelju telefonskoga razgovora (govor na albanskom)

Figure 3. LTASS produced from the speech of a male speaker recorded during a telephone conversation (Albanian speech)



Slika 4. Filtrirani LTASS muškoga govornika na temelju spontanoga govora u verifikacijskom postupku (govor na albanskom)

Figure 4. LTASS produced from the filtered spontaneous speech of a male speaker during the verification procedure (Albanian speech)

3.3. Rezultati akustičko-statističkih postupaka indeksa različitosti (SDDD) i indeksa sličnosti (R) među spektrima

Prosječne vrijednosti indeksa različitosti i sličnosti među spektrima izračunate su na temelju 15 parova istoga identificiranoga muškoga glasa čija je identifikacija potvrđena i u verifikacijskom postupku. Parovi su montirani tako da se uzorci glasa u duljem trajanju govora identificiranoga govornika slažu u kombinaciji različitih govornih konteksta na albanskom i hrvatskom jeziku sa snimke prislušivanja i uzoraka snimljenih u verifikacijskom postupku: slobodnoga spontanoga govora na albanskom i hrvatskom te neutralnoga govora za vrijeme izgovaranja testova za glas (ponavljanje za fonetičarem radi kontrole glasnoće). Prosječna vrijednost indeksa različitosti među spektrima iznosi 2,82 u rasponu od 1,52 do najveće vrijednosti od 4,00 (tabl. 4). Prosječna vrijednost SDDD indeksa nije velika, i može se usporediti s prosječnom vrijednošću indeksa različitosti istih glasova iz istraživanja Varošaneć-Škarić i Bičanić (2004) koja iznosi 2,02. U ovom je istraživanju variranje raspona povezano uz okogovorne i paralingvističke uvjete za vrijeme govora govornika. Veće su razlike među spektrima parova glasa koji se više razlikuju po uvjetima govora u otvorenom i zatvorenom prostoru, prisustvu buke, različitosti u glasnoći uslijed buke, telefonskoga prijenosa, emocionalnog stanja govornika (miran govor, ljutnja, prikrivanje i sl.), što je normalno očekivati u snimkama prislušivanja. S druge strane, u verifikacijskom se postupku nastojao dobiti prirodan timbar govornika lišen, koliko je moguće, prikrivanja. Nadalje, da bi se dobili usporedivi rezultati, te su se snimke filtrirale, pa su se na taj način dobili podaci koji su mogli i u akustičko-statističkom smislu potvrditi identitet osobe. I prosječne vrijednosti indeksa sličnosti od 0,90 potvrđuju da se radi o istoj osobi. Raspon indeksa sličnosti je od 0,80 u paru govora na albanskom pri prislušivanju i neutralnoga govora na hrvatskom u verifikacijskom postupku do najveće vrijednosti od 0,98 u paru govora na albanskom i hrvatskom pri prislušivanju u sličnim okogovornim uvjetima i u sličnom emocionalnom stanju razmjerno glasnoga govora. Vrlo su dobri rezultati u paru albanskoga govora pri prislušivanju i spontanoga govora na albanskom u verifikacijskom postupku gdje indeks sličnosti iznosi 0,94 što je potpuna identifikacija, a zanimljivo je da je dobivena vrijednost indeksa sličnosti od 0,90 u paru govora na albanskom pri prislušivanju i na hrvatskom u verifikacijskom postupku. Iako su moguće veće razlike između spektara na različitim jezicima zbog razlike u vokalskom dijelu spektra, tj. u području vokalskih formanata F_1 i F_2 uslijed različitog izgovora vokala u dvama jezicima, na temelju rezultata može se zaključiti da na indeks različitosti podjednako utječe i paralingvistička razlika i okogovorne situacije. Znači, do razlika može doći i u ekstralingvističkom dijelu spektra na koji više ne utječe izgovor vokala, one mogu zahvatiti i područje od frekvencije prekida (između 2,3 do 2,5 kHz) pa sve do područja F_4 . Stoga je u fonetskom forenzičkom smislu važno prikupiti dovoljno kvalitetno snimljenoga materijala za vrijeme prislušivanja, ali i prikupiti dovoljno govornoga materijala u verifikacijskom postupku da bi akustičke usporedbe parova glasova mogle dati

zadovoljavajuće forenzične rezultate. Dakako, u stvarnim forenzičnim slučajevima često nije moguće imati dovoljno prisluškivanoga materijala, pogotovo kvalitetno snimljenoga. U tim slučajevima više se treba osloniti na samu fonetsku slušnu procjenu, koja u oba slučaja treba biti glavna metoda identifikacije govornika.

Tablica 4. Vrijednosti R-a i SDDD-a istoga muškoga govornika na temelju govora na hrvatskom i albanskom

Table 4. R and SDDD values in the same male speaker calculated from Croatian and Albanian speech

| | | R | SDDD |
|--|-------------|-------------|-------------|
| alb1 23.11. | alb2 23.11. | 0,89 | 4,00 |
| alb1 23.11. | hrv 23.11. | 0,98 | 1,62 |
| alb2 23.11 | hrv 23.11. | 0,93 | 3,68 |
| albanski1 | albanski2 | 0,96 | 1,52 |
| albanski1 | hrvatski | 0,96 | 1,59 |
| albanski2 | hrvatski | 0,93 | 1,94 |
| hrv 23.11 | albanski 2 | 0,88 | 2,60 |
| hrv 23.11 | albanski1 | 0,86 | 2,70 |
| alb1 23.11. | albanski1 | 0,83 | 2,86 |
| hrv 23.11 | hrvatski | 0,84 | 2,88 |
| alb2 23.11 | albanski2 | 0,94 | 3,12 |
| alb1 23.11. | albanski2 | 0,84 | 3,28 |
| alb1 23.11. | hrvatski | 0,80 | 3,41 |
| alb2 23.11. | albanski1 | 0,91 | 3,44 |
| alb2 23.11. | hrvatski | 0,90 | 3,62 |
| Prosječne vrijednosti / Mean values | | 0,90 | 2,82 |

Legenda

alb1 23.11., alb2 23.11. – govor na albanskom muškoga govornika (prisluškivanje)

hrv 23.11. – govor na hrvatskom muškoga govornika (prisluškivanje)

albanski1, albanski 2 – spontani govor na albanskom muškoga govornika (verifikacijski postupak)

hrvatski – govor na hrvatskom muškoga govornika (verifikacijski postupak)

4. ZAKLJUČAK

U postupku slušne identifikacije potvrđen je identitet osumnjičenika kojemu je materinski jezik albanski, a drugi jezik hrvatski. Dodatna usporedba akustičkih i akustičko-statističkih podataka poduprla je identifikaciju osobe. Dobri rezultati pri identifikaciji mogu se pripisati postojanju dovoljne količine kvalitetno snimljenih uzoraka govora na oba jezika pri policijskom prisluškivanju te dovoljnoj količini snimljenoga govora osumnjičenika u verifikacijskom postupku. Očekivano je da se dobri rezultati mogu dobiti u ekspertnoj slušnoj fonetskoj procjeni, a ohrabrujuće je da se i akustičko-statističkim metodama indeksa različitosti i sličnosti među spektrima mogu dobiti zadovoljavajući forenzični rezultati u identifikaciji govornika zahvaljujući kvaliteti i količini govornoga materijala.

REFERENCIJE

- Boersma, P., Weenink, D.** (2008). Praat: doing phonetics by computer v. 5.0.2.7. [Computer program]. Available online at: <http://www.praat.org/>
- Bruyninckx, M., Harmegnies, B., Llisteri, J., Poch-Olive, D.** (1991). Effects of language change on voice quality. An experimental study of catalan – castilian bilinguals. *Proceedings of the XIIth ICPhS*, Aix-en-Provence, 1991, Vol. 2, 398-401.
- Bruyninckx, M., Harmegnies, B., Llisteri, J., Poch-Olive, D.** (1994). Language-induced voice quality variability in bilinguals. *Journal of Phonetics* 22, 19-31.
- Foulkes, P., Barron, A.** (2000). Telephone speaker recognition amongst members of a close social network. *Forensic Linguistics* 7, 2, 180-198.
- Harmegnies, B.** (1985). Contribution à l'étude statistique de la variabilité acoustique des sons de parole. *Revue de Phonétique Appliquée* 73-75, 51-68.
- Harmegnies, B.** (1995). Contribution à la caractérisation acoustique des sigmatismes – étude de deux indices acoustico-statistiques. U A. Braun i J.-P. Koster (ur.) *Studies in Forensic Phonetics*, 56-66. Trier: Wissenschaftlicher Verlag Trier.
- Harmegnies, B., Landercy, A.** (1985). Language Features in the Long-Term Average Spectrum. *Revue de Phonétique Appliquée* 73-74-75, 69-79.
- Harmegnies, B., Landercy, A., Bruyninckx, M.** (1987). An experiment in inter-language recognition using SDDD index. *Proceedings of the XIth ICPhS*, Tallin, 1987, Vol 2, 241-244.
- Hollien, H.** (1990). *The Acoustics of Crime*. New York, London: Plenum Press.
- Hollien, H.** (2002). *Forensic Voice Identification*. San Diego: Academic Press.
- Horga, D.** (1994). Varijabilitet glasa induciran jezikom. *Zbornik HDPL: primijenjena lingvistika danas*, 232-238.

-
- Künzel, H. J.** (1997). Methoden der forensischen Sprecher-Erkennung. *Strafverteidiger Forum*, 5, 100-105.
- Künzel, H. J.** (2001). Beware of the 'telephone effect': the influence of telephone transmission on the measurement of formant frequencies. *Forensic Linguistics* 8, 1, 80-99.
- Künzel, H. J.** (2002). Rejoinder to Francis Nolan's 'The "telephone effect" on formants: a response'. *Forensic Linguistics* 9, 1, 83-86.
- Nolan, F.** (2002). The 'telephone effect' on formants: a response. *Forensic Linguistics* 9, 1, 74-82.
- Rose, Ph.** (2002). *Forensic Speaker Identification*. London i New York: Taylor & Francis.
- Varošanec-Škarić, G.** (2003). Voice Assessment Before and After Phonetic Voice and Pronunciation Exercises. *Proceedings of the 15th ICPHS* (ur. M.-J. Sole, D. Recasens i J. Romero), Barcelona, Adelaide: Causal Productions Pty Ltd., 2153-2156.
- Varošanec-Škarić, G., Bićanić, J.** (2004). Akustički parametri u forenzičnoj fonetici. *Knjiga sažetaka petog znanstvenog skupa Istraživanja govora*, Zagreb: Hrvatsko filološko društvo, 109-110.
-

Gordana Varošaneć-Škarić
Faculty of Humanities and Social Sciences, Zagreb
Croatia

SPEAKER VERIFICATION IN FORENSIC PHONETICS

SUMMARY

After expert phonetic auditory speaker identification, speaker verification procedure in real forensic case included the comparison of cleaned up recordings of conversation over GSM mobile phones and materials recorded in controlled conditions in the Albanian and the Croatian language. Acoustic methods used for speech materials were LTASS (AS program), acoustic-statistical procedures of difference (SDDD) and similarity index (R) for spectra. Values of F_0 , F_1 - F_4 , jitter (in %), shimmer (in dB) and HNR (dB) were calculated in the Praat program on the basis of phonation of vocal schwa /ə/ and /a/. For the purpose of comparison, recordings in controlled conditions were filtered to match the sound produced by GSM mobile phones. According to the phonetic description, identified male voice is of a middle pitch, hoarse phonation type, pharyngalized, tense and laryngalized. Objective acoustic values of controlled recording confirm the phonetic description: F_0 121.78 Hz, local jitter 3.2 %, local shimmer in range from 0.307 to 0.4 dB, HNR 10.31 dB, F_4 on the basis of schwa 3.8 kHz. This is in concordance with the values of LTASS in controlled conditions, and F_4 when filtered is decreasing in frequency and is equal to the F_4 in LTASS of the speech over GSM mobile phones. The average value of SDDD is 2.82 and the average value of R is 0.90. The best results of SDDD and R in speaker identification are achieved in the comparison of recordings over GSM mobile phones and Albanian and Croatian speech in similar speech context. In different speech context of Albanian speech over GSM mobile phones and filtered Albanian speech during the interview with the phonetician, similarity index was 0.94 which confirms the identity of same person. Acoustic-statistical procedures have confirmed the identity of a person who was auditory recognized with 98% of certainty which presents unquestionable identification.

Key words: *forensic phonetics, speaker identification, speaker verification*