

**Зоран Чајка**

*Факултет за економију, финансије и администрацију, Београд*

## ЗНАЧАЈ ФОРЕНЗИЧКЕ ФОНЕТИКЕ У ИДЕНТИФИКАЦИЈИ ГЛАСА

Рад говори о значају форензичке фонетике у идентификацији гласа говорника осумњиченог за извршење кривичног дела. Рад преваходно анализира три главне гране фонетике, као и методе и технике у идентификацији гласова. Аутор рада такође говори и о фонологији и фонетици као важним лингвистичким дисциплинама које се баве гласовима у језику.

Један од главних задатака форензичког фонетичара јесте да идентификује особу на основу снимљеног узорка гласа. Ова форензичка активност ослања се на особеност људског гласа и често је много успешнија него идентификација особа на основу узорка писаног језика.

Спектрограм представља врло важан уређај у процесу идентификације гласа. До сада није пронађена потпуно поуздана метода у идентификацији гласа. Ипак, данас је познато неколико врло успешних техника које се користе у овом процесу.

Форензичка фонетика представља широко поље за истраживање. Да би се постигли успешни резултати у овој научној области потребно је имати високо обучене професионалце са добрим познавањем лингвистике.

**Кључне речи:** форензичка фонетика, идентификација гласа, изговор, спектрограм, форензички фонетичар, говорни језик

### **Увод**

Форензичка лингвистика представља научно проучавање језика за сврху и у контексту форензике. Форензичка фонетика је део форензичке лингвистике која анализира аудио материјале у циљу идентификације гласа. Ова научна дисциплина данас добија све важније место у анализи и проучавању људског говора.

Један од најважнијих задатака форензичког фонетичара јесте да идентификује особу на основу узорка снимљеног говорног језика. Ова форензичка активност показала је велики успех у идентификацији особа, можда чак и већи успех него идентификација

особа преко писаног тескта, вероватно и због тога што фонетичка активност анализира јединственост људског говора.

Уводни део рада превасходно анализира три главне гране фонетике, као и методе и технике у идентификацији гласова. У наставку рада биће говора о фонологији и фонетици као важним лингвистичким дисциплинама које се баве гласовима у језику.

### **Фонологија и фонетика**

Фонологија је наука која проучава функционисање гласова у структури језика. Она проучава функцију и организацију гласова као језичких јединица. Фонетика, међутим, проучава гласове као физичке феномене и она у многим елементима задире у неурофизиологију, психологију, акустику, итд. Фонетика проучава говорне процесе, укључујући анатомију, неурологију и патологију говора, артикулацију, класификацију и перцепцију гласова. Фонологија и фонетика се често прожимају, пошто фонолошка анализа мора бити заснована на фонетским чињеницама. Обе ове дисциплине проучавају гласове и у корену обе речи налази се грчка реч која значи „глас“. Фонетика проучава физичке видове говора, што значи да проучава акустичке (перцепција) и физиолошке (производња) основе говора.

Фонетика је подељена у три главне дисциплине:

- а) *акустичка фонетика* – проучава физичке карактеристике гласова као што су фреквенција или амплитуда;
- б) *артикулациона фонетика* – проучава покретање делова говорног апарата при артикулацији говора;
- ц) *аудитивна фонетика* – проучава перцепцију гласова, као и њихово примање путем уха, слушног нерва и мозга.

Такође постоји и *лабораторијска* или *експериментална фонетика* која представља општи назив за фонетска испитивања која се обављају помоћу електронских или механичких уређаја.

*Акустичка фонетика* проучава физичке карактеристике гласа као звука, и то особине као што су висина, јачина и трајање звука. За акустичку анализу гласа као звука потребно је обезбедити лабораторијско проучавање са одговарајућим уређајима. Вокали и консонанти представљени су као таласи који имају три карактеристике: *амплитуду* која одговара јачини звука, *фреквенцију* целовитих понављања која одговара високом и ниском нивоу тона, и *сложеност* која одговара периодичним таласима простих или чистих вокала или мешавини једноставних таласа који сачињавају звук.

Акустичка фонетика разврстава гласове на самогласнике и сугласнике. Када су у питању сугласници, онда их фонетика разврстава на звучне, беззвучне и на сонанте.

*Артикулациона* фонетика бави се анализом говорног апарата, односно она проучава на који начин се ангажује говорни апарат приликом производње појединих гласова. Говорни апарат човека састоји се из апарата за дисање (ту спадају плућа, дијафрагма, бронхије и душник), гркљана (ларинкс), ждрела (фаринкс), усне и носне шупљине (резонатори). У усној шупљини налазе се непца, ресица, зуби, алвеоле, усне и језик. Ваздушни канал изнад ларинкса назива се гласовни тракт.

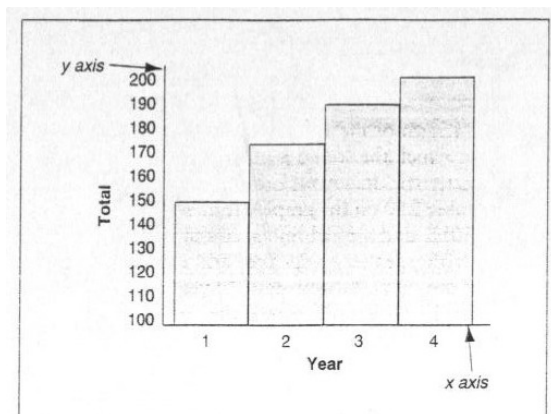
Примарна подручја *аудитивног* истраживања у форензичкој фонетици обухватају разликовање говора особа и идентификацију особа од стране жртве или сведока говорника, перцепцију гласова, дискриминацију, имитацију и претварање, затим идентификацију друштвеног слоја говорника, акценте и дијалекте, као и доба старости говорника.

### **Анализа гласова у спектрограму**

Форензички фонетичар јесте најпре фонетичар, односно особа која схвата процес настајања гласова, као и теорију фонетике и фонологије. Професионални фонетичар јесте у потпуности упознат са свим аспектима настајања гласова, структуре гласова у језику, акцентима и дијалектима, као и са патологијама гласова и језика. Форензички фонетичар такође се бави и структуром гласа, као и на који начин се одређени глас разликује од других гласова. Врло искусни форензички фонетичари могу да „чују“ реч или израз и то само на основу анализе *спектрограма*. Заиста, од свих алата модерне технологије које користе форензички фонетичари, спектрограм се показао као најкорисније средство у идентификацији људског гласа.

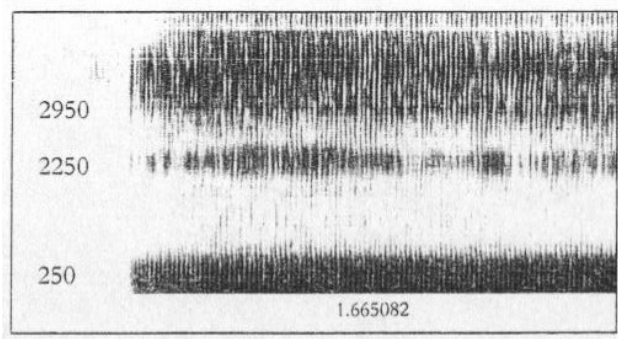
Спектрограм за фонетичаре представља врло важан пут ка дефинисању говора. Некада се за овај уређај говорило да представља „отисак гласа“, међутим данас се овај израз више не употребљава, пошто подсећа на технологију узимања отиска прстију. Спектрограм треба посматрати као тродимензионални графикон. Спектрограм говора анализира три димензије истовремено.

Већину графикона представљају две осе. Једна је *x* оса, а друга *y* оса. Хоризонтална оса *x* представља линију са подацима, као на пример подаци о годинама, а вертикална *y* оса представља неку нумеричку вредност. На Слици 1 приказан је описани графикон.



Слика 1. Графикон

На спектрограму 1 који је приказан на Слици 2 такође се налазе две осе:  $x$  и  $y$ . На спектрограму је приказан дуги вокал /i:/. Број 1.665082 представља трајање гласа у секундама у току овога снимања. Као што се може видети ова вредност је дата на хоризонталној оси  $x$ . Фреквенција овога гласа приказана је на вертикалној или  $y$  оси. Овде се може запазити да на спектрограму постоје тамнија и светлија места. У овом примеру тамнија места образују врло равне линије које се пружају читавом дужином слике. Ове линије представљају интензитет, односно фреквенцију на којима је овај глас најинтензивнији. Његова најнижа хоризонтална линија је на 250Hz (то је и приказано на графикону). Затим долази друга хоризонтална линија на 2250Hz, и трећа на 2950Hz. Наравно ове вредности варирају од говорника до говорника. Ове три линије познате су као *формант*и. Сваки изговорени глас има један или више форманата, мада они нису тако јасни као што су ови приказани на Слици 2.

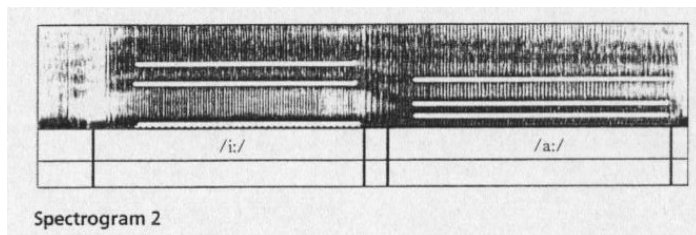


Слика 2. Спектрограм 1

Да бисмо одговорили на питање шта је формант, најпре треба дефинисати фреквенцију. Фреквенција представља број пута који је потребан за вибрацију звука у једној секунди. То се обично мери у херцима (Hz). Уколико је звук ниже фреквенције, онда је вибрација релативно ниска. На пример, особа са дубоким гласом производиће гласове ниске фреквенције. С друге стране, сопрано певач производи гласове високе фреквенције. Ова фреквенција, односно ниво висине тона, јесте основна фреквенција или F0, т.ј. опсег вибрације гласних жица. Осим основне фреквенције, сваки глас у језику резонира на више различитих фреквенција истовремено, као што се може видети на приказаном спектрограму. Међутим, енергија звука на појединим фреквенцијама интензивнија је него на другим фреквенцијама, у зависности од специфичног гласа говорника или од квалитета снимања. Већи интензитет звука у ужем опсегу фреквенција представља формант. Форманти служе за идентификацију звукова у говору. Најнижи формант фреквенције назива се F1, затим имамо F2 и на крају F3. Треба имати на уму да је F0 основна фреквенција и да се чита „еф нула“. То је фреквенција, а не формант.

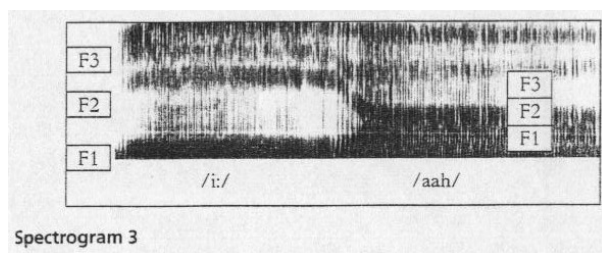
Различити звукови у језицима резонирају на различитим фреквенцијама, јер то зависи од нашег говорног апарата. Када, на пример, изговоримо дуго /i:/, онда је наш говорни апарат прилагођен за изговор различито него када изговоримо /a:/. За изговор /i:/ горњи и доњи зуби су постављени близу једни других, усне су раширене, док за изговор /a:/ уста су отворенија, а усне више заокружене.

Спектрограм 2 на Слици 3 приказује низ гласова /i:/ и /a:/. Разлике у облику гласовног система приказане су на спектрограму, док овде видимо три беле хоризонталне линије за сваки анализиран звук. Међутим, у случају /i:/ видимо да су три хоризонталне беле линије одвојено раширене, док су три беле хоризонталне линије за /a:/ ближе распоређене једна према другој. У овом примеру форманти су приказани као беле линије. Најнижа од три беле линије позната је као F1, односно „формант један“, затим имамо F2 и онда F3. За поједине гласове могуће је имати и F4 и F5. Уопштено, уколико имамо од F1 до F3, онда можемо да читавамо звук на спектрограму. Ова два гласа су вокали, они су релативно дуги и лако се изговарају.



Слика 3. Спектрограм 2

Спектрограм 3 на Слици 4 поново приказује ова два гласа, али овога пута без белих линија да би се сакрили детаљи. Уколико се упореде два спектрограма (2 и 3), могуће је идентификовати форманте, више или мање тамо где су беле линије у претходној илустрацији. На спектрограму 3 видимо да за /aah/ имамо три форманта (F1, F2 и F3), да су они ближе један према другом него код /ee/. Овде се F1 померио горе, док су се F2 и F3 спустили. Вокали су, као што је познато, релативно дуги и континуирани и значајно се разликују од сугласника.



Слика 4. Спектрограм 3

Да би се тачно читавао и анализирао спектрограм потребно је имати рачунар са инсталираним програмом спектрограма. На интернету данас је могуће пронаћи много таквих слободних програма. Треба само укуцати на претраживачу „spectrogram“ и пронаћи одговарајуће програме за спектрограм.

Врло често се захтева помоћ форензичког фонетичара да идентификује говорника. Глас се често мења да би се заварео траг говорника. Постоји много начина на које је могуће прерушити глас: променом висине тона гласа, акцента и матерњег језика (L1). Поред тога постоји начин да се глас преруши у старијег говорника или у млађег, затим да се имитира позната личност, па чак и да се промени пол говорника.

Оно што чини промену гласа тешким јесте чињеница да говорник не може да промени дужину говорног тракта без одговарајућег

хирушког захвата. Ви можете прихватити акценат који није ваш, али колико дуго то може да траје? Готово је немогуће задржати акценат који није ваш, осим уколико нисте добро обучени професионалац. Ви се можете претварати да је ваш матерњи језик немачки или италијански или било који други, али ово има и пуно замки и непознаница. Увек се може установити утицај матерњег језика приликом изговарања лажног акцената.

Гласови су јединствени. Форензички фонетичари сада могу да развију многе методологије и стратегије које служе у установљавању разлике између гласова. Међутим, до сада није откривена ниједна метода којом можемо успешно да разликујемо гласове. Неке методе се ослањају на *уџисак* који оставља одређени глас на аналитичара, док се други ослањају на инструменталну идентификацију, односно на различиту *механичку* и *комијушеризовану* опрему која се користи у идентификацији гласа. Свакако да најидеалнију методу представља комбинација ове две методе.

Садржај говора који се користи у идентификацији гласа дели се у два типа, и то садржај који зависи од текста и садржај који је независан од текста. Код гласа чији садржај зависи од текста осумњичени глас се упоређује са неколико других гласова тако што се сви гласови снимају у идентичном интервалу од неколико секунди. Обично је овај текст идентичан са оним који је изговорио окривљени у моменту извршења кривичног дела. Ово омогућава директно упоређење између гласа окривљеног са гласовима осталих осумњичених. Метода садржаја који је независан од текста се не ослања на изговарање или читање истог текста од стране осумњичених особа, већ на фонетске и спектрографске сличности између гласова кандидата који се испитују.

Шта је то што чини један глас различитим од других гласова? Ту постоји неколико прилаза који ће се у раду анализирати.

Са једне стране путање форманата представљају начин да се подаци на форманту поравнају и тако учине много „читљивијим“. Постоји много начина да се обележи формант и углавном они обухватају неку врсту алгоритма, односно математичке формуле. Неки фонетичари верују да анализа обележавања форманата помаже у идентификацији говорника.

Начин на који гласне жице вибрирају, односно временски интервал потребан да се гласне жице затворе и отворе, познат је као основна фреквенција. Основна фреквенција позната је и као „глотални пулс“. Идентификација гласа често се обавља помоћу *ујоређивања гласа*. Најпре, језик случаја се снима уз помоћ неколико сведока, затим се код неколико осумњичених и/или других особа истог пола,

сличног старосног доба и образовања врши одређени број снимања језика случаја и то онда упоређује са типом гласа осумњиченог (крештав, дубок глас, задихан, итд.). Овај снимљени материјал ће се предочити сведоцима који ће моћи, или не, да идентификују глас осумњиченог на основу доступних информација. Уопштено, ова метода није поуздана и стога не даје довољно сигурне резултате.

### **Закључак**

Данас се наставља анализа и проучавање одговарајућих техника и процедура у идентификацији гласа. Форензички фонетичари настављају истраживања у овој области. Све је веће интересовање истраживача из области лингвистике и фонетике који желе да интензивније сарађују са професионалцима из области права, и то посебно у области истраживања, техника и метода у идентификацији гласа.

Форензичка фонетика представља широко поље за истраживање. За успешан рад у овом научном пољу потребно је имати високо обучене професионалце са добрим познавањем теорије и праксе у лингвистици.

### **Литература**

1. Baldwin, J. R. and P. French (1990) *Forensic Phonetics*, London: Pinter Publishers.
2. Boss, D. (1996) The Problem of F0 and Real-Life Speaker Identification: A Case Study. *Forensic Linguistics*, 3:1:155-159.
3. Gibbons, J. (1990) Applied Linguistics in Court, *Applied Linguistics*, 11:3:229-237
4. Hollien, H. (2001) *Forensic Voice Identification*, Academic Press: New York.
5. McMenamin, R. G. (2002) *Forensic Linguistics – Advances in Forensic Stylistics*, Boca Raton, Florida: CRC Press.
6. Nolan, F. (1983) *The Phonetic Bases of Speaker Recognition*, Cambridge University Press, Cambridge.
7. Nolan, F. Forensic Phonetics, *Journal of Linguistics*, 27:483-493, 1991.
8. Olsson, J. (2006) *Forensic Linguistics – An Introduction to Language, Crime and the Law*, Continuum, London.
9. Subotic, Lj. (2005) *Ortoepska i ortografska norma standardnog srpskog jezika*, Wus Austria, Austrian Cooperation, Eastern Europe, Novi Sad.
10. Tosi, O. I. (1979) *Voice Identification: Theory and Legal Applications*, University Park Press, Baltimore.



**Zoran Čajka****THE IMPORTANCE OF FORENSIC PHONETICS IN VOICE IDENTIFICATION**

Summary

The present paper deals with the importance of forensic phonetics in voice identification. The paper discusses three major parts of phonetics and also deals with methods and techniques used in voice identification. Phonetics and phonology, as important linguistic disciplines, are also dealt with in the paper. One of the main tasks of the forensic phonetician is to identify people on the basis of recorded spoken language samples. This forensic activity relies on the distinctiveness of the human voice and it has often been more successful than the identification of individual persons through written language. The spectrogram is a very important device in the voice identification process. A completely reliable method of voice identification has not been discovered. Nevertheless, there are several very successful techniques which are used in the process. Forensic phonetics is a vast field which is growing more specialized all the time. It requires highly trained experienced scientists with a strong background in linguistic theory and practice.