

CORPUS PENTRU GNATOFONIE: PROTOCOL, METODOLOGIE, ADNOTARE

HORIA-NICOLAI TEODORESCU^{1,2}, ALINA UNTU¹

¹*Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Facultatea de Electronică,
Telecomunicații și Tehnologia Informației, Iași - România*

²*Institutul de Informatică Teoretică, Academia Română, Iași - România;*

{hteodor, auntu}@etti.tuiasi.ro

Rezumat

Prezentăm elemente privind extinderea unui micro-corpus de sunete gnatofonice, exemple de analiză formantică și temporală a consoanelor fricative în cazuri de protezare și edentație, precum și rezultatele preliminare.

1. Introducere

Gnatofonia a fost introdusă de către primul autor, parțial la sugestia Prof. Leonid Teodorescu și reprezintă o metodă de analiză a deficiențelor de pronunție a sunetelor datorate diverselor patologii ale aparatului stomatognat (edentație, malocluzie, disfuncții ale articulației temporo-mandibulare, etc.). Primul micro-corpus de sunete gnatofonice (înregistrate pe casetă) a fost realizat de către primul autor în colaborare cu C. Morărașu, V. Burlui și D. Leca și a stat la baza primelor validări semiempirice în gnatofonie, raportate intern în teza de absolvire a C. Morărașu, iar apoi, cu unele dezvoltări datorate în principal lui C. Morărașu, într-un set de lucrări comunicate sau publicate în anii 1990 (Burlui, Teodorescu, Morărașu, 1993 a, b, 1994, 1996). Un alt corpus care a fost introdus pe sit-ul „Sunetele limbii române” la secțiunea „Arhiva pentru aplicații de gnatosonie și gnatofonie”, descris în (Teodorescu et al., 2005-2007), (Teodorescu et al., 2007), (Teodorescu, Feraru, 2007 a) a fost realizat de primul autor în colaborare cu S.M. Feraru și a fost inclus în (Teodorescu, Feraru, 2007 b). Dacă termenul de gnatofonie și conceptul de disciplină au fost introduse în anii 1980, observarea empirică a modificărilor fonatorii induse de edentație sunt cunoscute încă din anul 1959 când s-au realizat primele studii sistematice de către Rathbone și Snidecor (Rathbone, Snidecor, 1959). Autorii au studiat instrumental diferențele ce apar în pronunția de propoziții test ce conțin consoane post-dentale (*n, t, d, r, l, s, sh, z, zh, y*), linguo-dentale (*th* sonor și nesonor), labio-dentale (*f, v*) și combinații post-dentale (*ch, j*) înainte și după tratamentul ortodontic a 10 pacienți cu diferite stadii de malocluzie. Au constatat că înainte de tratament din 16 sunete dentale testate un procent de 6.4 % sunt defectuoase, cele mai mari erori concentrându-se asupra consoanelor dentale de tip fricativ (*s, z, sh, zh* și *th*). După patru ani, opt pacienți din 10 au fost reexaminați după aceeași procedură, rezultând o scădere a procentului de sunete cu pronunție defectuoasă de până la 1.5 %. Erorile de pronunție s-au păstrat la consoanele fricative având însă un grad mai scăzut, iar celelalte sunete dentale au fost corectate astfel încât erorile au fost indetectabile. Acest studiu a dovedit că defectele de vorbire se corectează după tratamentul ortodontic fără a fi nevoie de aplicarea unei terapii de educare a vorbirii. Analiza de semnal vocal în cazul unor patologii ale aparatului stomatognat este importantă în diagnosticarea și evaluarea eficienței tratamentului ortodontic.

Spre sfârșitul anilor 1990, bazându-se pe un număr de 42 de articole consultate, Johnson și Sandy (Johnson, Sandy, 1999) au prezentat stadiul cercetărilor realizate până în anul 1999 de către specialiști în domeniu, vizavi de relația dintre poziția dinților și vorbire. S-a constatat că dinții au un rol important în vorbire, însă relația dintre poziția dinților și vorbire a rămas încă controversată. Se cunoaște capacitatea pacienților de a-și compensa defectele de vorbire ce apar în cazul malocluziilor, însă mecanismul ce stă la bază rămâne necunoscut. Deși s-a demonstrat că există o relație între defectele de dentiție și defectele de pronunție, nu s-a putut concluziona că ar exista o corelație și cu severitatea malocluziilor.

2. Metodologia de culegere a datelor

Metodologia, protocolul de înregistrare și protocolul de documentare au fost preluate de pe sit-ul „Sunetele limbii române”. Subiecții au fost informați anterior înregistrărilor de obiectivele proiectului, fiind asigurați de confidențialitatea datelor personale. Subiecții au semnat un consimțământ informat în conformitate cu protocolul de protecție a subiecților umani și cu principiile etice ale cercetărilor care implică ființa umană existente la nivel național și internațional. Cercetarea pe subiecți umani privind analiza sunetelor gnatofonice și gnatosonice a fost aprobată de către consiliul Facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași (Teodorescu et al., 2005-2007)¹.

2.1 Metodologia de înregistrare

Sunetele gnatofonice au fost înregistrate cu ajutorul unui microfon prevăzut cu căști, A4 Tech Stereo HS-60, având caracteristicile: frecvență de răspuns 20 Hz-20 kHz, impedanță: $U=3V$, $R=1,5k\Omega$, sensibilitate: $-58dB\pm 2$. Placa de bază a calculatorului pe care au fost efectuate înregistrările este Sony Vaio MBX-189 având încorporată o placă de sunet Intel® High Definition Audio compatible 3D audio (Direct Sound 3D support) cu următoarele caracteristici: procesor de semnal 44-kHz / 16-bit stereo CD quality, mod de ieșire a sunetului 8 canale, 192 kHz / 32 bit, standard Intel HD audio.

Pentru înregistrări s-a utilizat programul GoldWave™, versiunea 5.54, la o frecvență de eșantionare de 22050 Hz cu atributele PCM signed (16-24 bits mono). Culegerea de semnal vocal se realizează în condiții de zgomot redus (amplitudinea zgomotului trebuie să fie mai mică cu cel puțin 20 dB decât amplitudinea frecvenței fundamentale). Conform metodologiei de înregistrare de pe situl SRoL, se recomandă ca poziția microfonului să fie mai jos de gură, aproximativ în dreptul bărbiei (la câțiva centimetri de aceasta), iar distanța de la bărbie să fie aproximativ egală cu distanța până la buze (Teodorescu et al., 2005-2007).

2.2 Metodologia de documentare

Fișele subiecților „Profil vorbitor”, „Chestionar Patologie Vocală și Factori Obiectivi” și „Fișă dinți subiect” au fost completate de către al doilea autor. Pentru „Fișă dinți subiect” s-au luat în considerare informații ce pot fi cunoscute de către subiectul

¹ Avizul este accesibil la:

www.etc.tuiasi.ro/sibm/romanian_spoken_language/images/jpg/doc_subiecti_umani_analiza_gnatofonie.jpg

înregistrat sau vizualizate de către persoana care completează fișa, de tip prezență / absență dinte, plombă, implant, coroană, punte. Am considerat elemente de interes și plombele întrucât acestea dacă nu sunt realizate corect pot modifica structura dintelui având repercusiuni asupra spațiului interdental, în consecință și asupra vorbirii (spațiile dintre incisivi pot produce în vorbire efectul de „fonfăit”). Pentru a valida aceste idei este necesară o analiză statistică pertinentă (cel puțin 20 de subiecți). Un exemplu de fișă ce conține informații referitoare la patologii ale arcadelor superioară și inferioară este dat în figura 1. Subiectul prezintă opt plombe simple la nivelul maxilarului și opt plombe simple la nivelul mandibulei, care afectează primii molari de pe fiecare hemiarcadă.

Fișă dinți vorbitor															
Cod: 1234															
Hemiarcada dreaptă superioară								Hemiarcada stângă superioară							
1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
	Pb	Pb	Pb	Pb							Pb	Pb	Pb	Pb	
4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
	Pb	Pb	Pb	Pb							Pb	Pb	Pb	Pb	
Hemiarcada dreaptă inferioară								Hemiarcada stângă inferioară							
Legendă: Dinte lipsă - X Implant - I Plombă - Pb Punte - Pu Coroană - C															

Figura 1: Exemplu de fișă dinți subiect.

2.3 Listă cuvinte

Pentru realizarea corpusului de sunete gnatofonice s-a utilizat setul de cuvinte stabilit anterior de primul autor (©), cuvinte ce conțin consoanele *s, f, ș, v, z, j*. S-au ales aceste cuvinte, întrucât studiile realizate până în prezent de către cercetători în domeniu au arătat că fricativele prezintă mai frecvent modificări de pronunție în cazul existenței unor patologii ale aparatului stomatognat (Rathbone, Snidecor, 1959). Analiza comparativă a pronunției consoanelor *s, f, ș, și* a celor semi-vocalice *v, z, j*, furnizează informații despre afectarea dentiției.

Cuvintele utilizate pentru înregistrările gnatofonice sunt: *vată / fată, var / far, vuiet* (pronunțat *vvvvvuiet*) / *vuiet* (pronunțat normal, scurt, *vuiet*) / *fffffui / fui, vvvvvalet / valet / fffffaie / faie, vecin / fecior, vvvvvânt / vânt / fffffân / fân, vvvvvine / vvvvine / vvvvine / fffffine, vine / fine, vehement / ferment, vierme / fierbe, vâjâit / gâjâit / sâsâit / fâsâit, bâzâie / zâzâie, bâzzzzâie / zâzzzzâie, fâșâit / fâlfâit, vâjâie / fâlfâie / sâsâie / fâșâie, vâjjjjâie / fâffffâie / sâssssâie / fâșșșșâie, vâjjjjâit / sâssssâit / fâssssâit / fâșșșșâit / fâffffâit, vorbit / fortuit / sortit, suit / vuit.*

Scopul cercetării noastre este de a identifica și analiza modificările ce apar în dinamica formașilor / pseudo-formașilor consoanelor fricative pronunțate de către două clase de vorbitori: o clasă martor formată din vorbitori cu dentiție normală (neafectată de patologii ale aparatului stomatognat) și o clasă de vorbitori cu defecte de dentiție. Setul de cuvinte întocmit în acest scop include cuvinte ce conțin consoanele *v, f, s, ș, j, z* în context consoană-vocală (CV) sau vocală-consoană-vocală (VCV). Termenul de „pseudo-formași” a fost folosit de primul autor în (Teodorescu, Feraru, 2008), pentru a desemna traseele asemănătoare cu cele ale formașilor pe care le detectează utilitarul

PraatTM în cazul consoanelor fricative. Sunetele neperiodice cum ar fi siflantele *s, f, ș*, nu prezintă frecvență fundamentală, drept urmare nu au nici formanți propriu-zisi (care au, prin definiție, frecvențe egale cu multipli ai frecvenței fundamentale).

Pronunțiile celor 56 de cuvinte pentru fiecare din cei 10 vorbitori sunt înregistrate într-un singur fișier .wav care este salvat cu un nume mnemonic, în formatul „cod_subiect_sex” (ex. 1234_m). Fișierele au fost filtrate și re-salvate în format .wav și în format .ogg (16 și 24 biți). Înregistrările au fost ascultate pentru o analiză perceptuală a zgomotului, iar pronunțiile cu trunchiere (saturație) în amplitudine au fost eliminate.

3. Discuția corpusului

Corpusul de sunete gnatofonice este disponibil pe sit-ul „Sunetele limbii române”, în cadrul arhivei pentru aplicații de gnatofonie și gnatosonie (Figura 2). În paralel am realizat și un corpus de sunete gnatosonice pe care îl vom prezenta într-o lucrare ulterioară.

Arhiva pentru aplicații de gnatofonie și gnatosonie

Metodologia de culegere a semnalelor gnatofonice este identică cu cea de culegere de semnal vocal.

Cuvintele utilizate pentru înregistrările gnatofonice sunt alese astfel încât să se poată analiza comparativ modificările de siflante, fricative și de consoane semi-vocalice.

Cuvintele utilizate pentru înregistrările gnatofonice sunt: *vată / fată; var / far; vuiet (pronunțat wwwuiet) / vuiet (pronunțat normal, scurt, vuiet) / fui / vaiet (pronunțat wwwaiet) / vaiet (pronunțat vaiet) / faieton / vecin / fecior / vânt (pronunțat wwwânt) / vânt (pronunțat vânt) / fân / wwwine, wvine, wine / vine / fine / vehement / ferment / vierme / fierbe / vâjăit / wwwâjăit / wwwâjăie / fffâșșșșșăie / fffâșșșșșăit / fâșăit / sâsăit / sssssâssssăie / găjăit / zăzăie / băâzzzzăăie / báz&226;ie*.

Un număr de 10 înregistrări gnatofonice provenite de la 5 subiecți de gen feminin și 5 subiecți de gen masculin sunt adnotate, iar fișierele TextGrid și wav corespunzătoare se pot vizualiza (accesa) la adresa (http://www.etc.tuiasi.ro/sibm/romanian_spoken_language/ro/sunete_gnatofonice.htm) sau aici.

Fișă vorbitor	Gnatofonie		Gnatofonie - filtrate		Gnatosonie		Gnatosonie - filtrate	
	wav	ogg	wav	ogg	wav	ogg	wav	ogg
Fișă vorbitor #394715	394715_f	394715_f	394715_f	394715_f				
	394715_f_v1	394715_f_v1	394715_f_v1	394715_f_v1				
	394715_f_v2	394715_f_v2	394715_f_v2	394715_f_v2				
Fișă vorbitor #231515	231515_m	231515_m	231515_m	231515_m				
Fișă vorbitor #280269	280269_m	280269_m	280269_m	280269_m				
Fișă vorbitor #20048					20048_f_v0	20048_f_v0	20048_f_v0	20048_f_v0
Fișă vorbitor #55555	55555_f	55555_f	55555_f	55555_f	55555_f	55555_f	55555_f	55555_f
	55555_f_v1	55555_f_v1	55555_f_v1	55555_f_v1				
Fișă vorbitor #1234	1234_m	1234_m	1234_m	1234_m	1234_m	1234_m	1234_m	1234_m
Fișă vorbitor #1357	1357_m	1357_m	1357_m	1357_m	1357_m	1357_m	1357_m	1357_m
Fișă vorbitor #2001	2001_f	2001_f	2001_f	2001_f	2001_f	2001_f	2001_f	2001_f

Figura 2: Arhiva pentru aplicații de gantofonie și gnatosonie.

3.1 Statistica înregistrărilor și patologiilor

Am realizat înregistrări de sunete gnatofonice provenind de la cinci subiecți de gen masculin și cinci subiecți de gen feminin, cu vârste cuprinse între 21 și 46 ani,

CORPUS PENTRU GNATOFONIE: PROTOCOL, METODOLOGIE, ADNOTARE

majoritatea cu studii superioare, fără afecțiuni respiratorii, laringeale, neurologice, sau psihologice.

Corpusul realizat are la bază înregistrări provenind de la nouă subiecți fără defecte majore de dentiție și fără deficiențe de vorbire detectabile prin percepție auditivă și un subiect cu edentație majoră (13 molari lipsă). Starea dentiției subiecților înregistrați este ilustrată în Tabelul 1.

Tabel 1: Starea dentiției subiecților înregistrați

Cod subiect	Sex	Vârș-tă (ani)	Nr. Pb (plombă) / localizare	Nr. X (lipsă dinte) / localizare	Nr. C (coroană) / localizare	Nr. Pu (punte) / localizare	Tip voce / patologii
2404	M	30	1 primul incisiv HSS	-	-	-	Profesională, fără patologii
2001	F	26	7 primul molar HDI, al 2-lea și al 3-lea molar HDS și HSS, al 2-lea molar HSI, al 3-lea molar HDI	-	1	al 2-lea molar HDI	Neprofesională, fără patologii
4312	F	29	3 primii incisivi HSS și HDS, al 3-lea molar HDS	1	2	al 2-lea molar, HSS, al 3-lea molar HSI	Profesională, fără patologii
1357	M	30	2 canin HSS, al 2-lea molar HSS	2	2	al doilea molar HDI și HSI	1 molarii 1, 3, HDS Neprofesională, fără patologii
2202	F	26	3 al 2-lea molar HSS, al 3-lea molar HDS, al 4-lea molar HSI	1	al 3-lea molar HSI	-	Neprofesională, fără patologii
1234	M	30	16 primii 4 molari de pe fiecare hemiarcadă	-	-	-	Neprofesională, fără patologii
3371	F	21	4 primul incisiv HSS, al 2-lea molar HSS, al 4-lea molar HDI, al 3-lea molar HSI	2	al 3-lea molar HDI și HSI	-	Neprofesională, fără patologii
3298	M	30	3 2 pe primii incisivi de pe HSS și HDS, al 3-lea molar HDS	-	2	al 2-lea molar HDI și HSI	Profesională, fără patologii
01321	F	30	2 canin și primul molar HDI	-	1	primul molar HSS	Neprofesională, fără patologii
5343	M	46	1 ultimul molar HSI	13	incisivii 1, 2 HSS, primii 3 molari HDS, ultimii 3 molari HSS, molarii 2,3,4 HSI, molarii 3, 4 HDI	-	Neprofesională, fără patologii

În studiul nostru ne interesează în special afectarea incisivilor, caninilor și primilor molari deoarece aceștia intervin în articularea sunetelor. Cei patru subiecți la care am efectuat analiza consoanelor fricative (1234m, 5343m, 01321f, 3371f) prezintă

următoarele patologii relevante: primul subiect prezintă câte o plombă la fiecare din cei patru molari primari; subiectul al doilea prezintă edentație ce interesează primul și al doilea incisiv de pe hemiarcada stângă superioară (HSS) și primul molar de pe hemiarcada dreaptă superioară (HDS); al treilea subiect prezintă câte o plombă pe caninul și primul molar de pe hemiarcada dreaptă inferioară (HDI) și o coroană pe primul molar de pe HSS; cel de-al patrulea subiect prezintă o plombă pe primul incisiv de pe HSS.

4. Metodologia de analiză

4.1 Metoda de prefiltrare

Toate fișierele au fost prefiltrate cu un filtru trece bandă cu frecvențele de tăiere de cca. 70 Hz și 7 kHz și cu atenuare de 100 dB la frecvențele de 50 Hz și 12 kHz (în afara benzii de trecere), setat în utilitarul GoldWave™ (Figura 3). Filtrul se poate aplica o dată sau, repetat, de două ori (echivalent, două filtre înseriate) astfel ca nivelul final de zgomot la 50 Hz să fie cu cel puțin 20 dB mai mic decât nivelul la frecvența fundamentală (F0). În cazul înregistrărilor curente, filtrul s-a aplicat o singură dată.

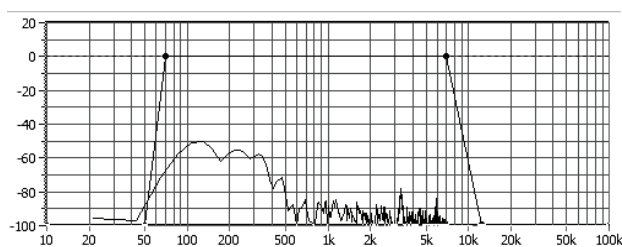


Figura 3: Filtru trece bandă de la 70 Hz la 7 kHz setat în utilitarul GoldWave™.

4.2 Metodologia de adnotare

Pentru o analiză ulterioară a diferențelor / similitudinilor ce apar la nivelul consoanelor fricative, am segmentat și adnotat cele 10 fișiere la nivel de fonem / silabă / cuvânt cu ajutorul utilitarului Praat™ (Boersma, 2002). Am realizat împărțirea fișierelor în subfișiere ce conțin consoanele *f*, *s*, *ʃ*, *v*, *z*, *j*, în context CV și VCV. Au rezultat câte nouă sau 11 subfișiere la fiecare subiect, numite astfel: *vf_CV(a)_cod_subiect_sex* – consoanele *v* și *f* în context CV, *V=vocala a*, *jsfshz_VCV(a-)_cod_subiect_sex* – consoanele *j*, *s*, *f*, *ʃ*, *z* în context VCV, *V=vocala â*, *vfs_CV(o)_cod_subiect_sex* – consoanele *v*, *f*, *s* în context CV, *V=vocala o*, etc. Pentru *ʃ*, *â* și *ă* am utilizat notațiile *sh*, *a-* și *a+*.

În cadrul procesului de adnotare am luat în considerare și pauzele intravorbire (ce apar în rostirea de silabă, cuvânt) notate cu simbolul \$, pauzele intervorbire (dintre cuvinte) fără notație (blanc) și pauzele care nu se aud, notate cu simbolul %. Adnotarea s-a realizat ținând cont de percepția auditivă, prezența / absența frecvenței fundamentale (ce evidențiază caracterul vocalic, sonor, cu activarea corzilor vocale), forma de undă, energia și modificările ce apar pe spectrogramă de la un fonem la altul.

4.3 Metodologia de analiză formantică și temporală

Cu ajutorul utilitarului Praat™ am extras F0, formații / pseudo-formații F1, F2, F3, F4 și timpii corespunzători fiecărui fonem și fiecărui cuvânt în parte. Pentru extragerea formațiilor / pseudo-formațiilor F1, F2, F3, F4, Praat-ul utilizează o fereastră glisantă de analiză de lungime 0,025 s, cu un pas de deplasare de 0,00625 s, preaccentuare de 50 Hz și frecvențe maxime pentru formații de 5500 Hz pentru voci feminine și 5000 Hz pentru voci masculine. Conform manualului de utilizare al utilitarului Praat™, preaccentuarea de 50 Hz determină nemodificarea spectrului la frecvențe sub 50 Hz și amplificarea cu 6 dB la fiecare octavă: 6 dB la frecvența de 100 Hz, 12 dB la frecvența de 200 Hz, etc. (Boersma, 2002).

Pentru extragerea frecvenței fundamentale (F0), manualul Praat™ recomandă utilizarea benzilor de 75 Hz-300 Hz pentru voci masculine, respectiv 100 Hz-500 Hz pentru voci feminine, precum și a unui pas de deplasare al ferestrei de analiză de 0,01 s. „Se folosesc intervale standard pentru F0 la voci masculine și feminine întrucât alegerea unei valori prea mici determină pierderea modificărilor rapide ale lui F0, iar alegerea unei valori prea mari duce la pierderea valorilor foarte mici ale lui F0” (Boersma, 2002).

Analiza a constat din următoarele etape: i) Segmentarea, în vederea analizei modificărilor duratelor fonemelor. Segmentarea este efectuată la nivelurile fonem, silabă și cuvânt, pentru a se determina momentele de timp corespunzătoare granițelor dintre foneme și cuvinte. Într-o fază ulterioară, vom realiza o segmentare mai fină, care să permită determinarea duratelor *glissando*-urilor fonemelor (de ex., *va*, *fa*, *rfff* – de ex. în „*până-n vârffful muntelui*” etc.); ii) Generarea fișierelor .txt cu instrumentul Praat, cu valorile formațiilor în evoluția lor; iii) Importarea fișierelor într-un utilitar (de ex., Excel™) și separarea manuală a fonemelor în funcție de limitele temporale corespunzătoare fiecărui fonem; iv) Analiza dinamicii și analiza statistică a formațiilor pe segmentele de interes, comparativ între subiecții cu afecțiuni și tratamente ale aparatului stomatognat și subiecții sănătoși. Am analizat dinamica formațiilor / pseudo-formațiilor consoanelor *v*, *f*, *s* din cuvintele *vată*, *fată*, *sâsâit*, *fâsâit*, *sâsssâit*, *fâsssâit*. Acestea s-au aplicat la patru vorbitori (doi de gen feminin și doi de gen masculin).

5. Exemple de rezultate preliminare

Studiul realizat pe baza corpusului de sunete gnatofonice s-a axat pe analiza defectelor de pronunție cauzate de patologii ale aparatului stomatognat. S-a urmărit efectuarea unei comparații între dinamica formațiilor consoanelor fricative la subiecți cu dentiție normală și subiecți cu defecte de dentiție.

În continuare prezentăm rezultate preliminare obținute în urma procesului de adnotare și a analizei formațiilor / pseudo-formațiilor consoanelor *v* și *f* din cuvintele *vată*, *fată*. Graficele cu traseele F1, F2, F3, pentru toate cuvintele extrase spre analiză au fost efectuate pentru toți cei patru subiecți amintiți anterior. Un exemplu de adnotare a unui fișier ce conține consoanele siflantă *f* și semi-vocală *v* în context CV este ilustrat în figura 4. Partea superioară reprezintă semnalul în domeniul amplitudine-timp („forma de undă”), partea mediană reprezintă traseele formațiilor (pseudo-formațiilor) F1, F2, F3, F4, iar partea inferioară adnotarea la nivel de fonem (1), silabă (2) și cuvânt (3).

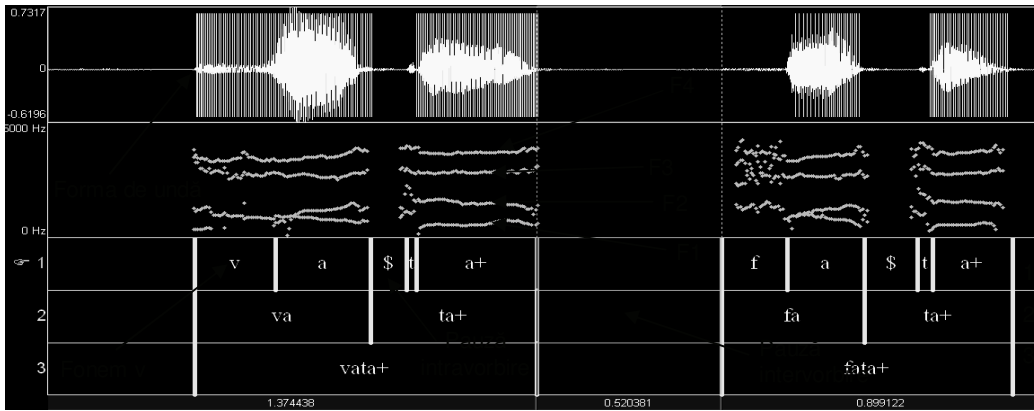


Figura 4: Exemplu de adnotare în utilitarul Praat™ (Vorbitor 1234m).

În graficul a) din figura 5 sunt reprezentate traseele formanților (pseudo-formanților) F1 și F2 ai consoanelor *v* și *f* în context CV (cuvintele *vată*, *fată*), pentru subiectul cu edentație majoră 5343m. La consoana *v*, se observă că formantul F1 are valori de cca. 250 Hz și formantul F2 de cca. 1000 Hz, la aproximativ prima jumătate a traseului, ulterior valorile acestora modificându-se brusc la 1000 Hz respectiv 2000 Hz.

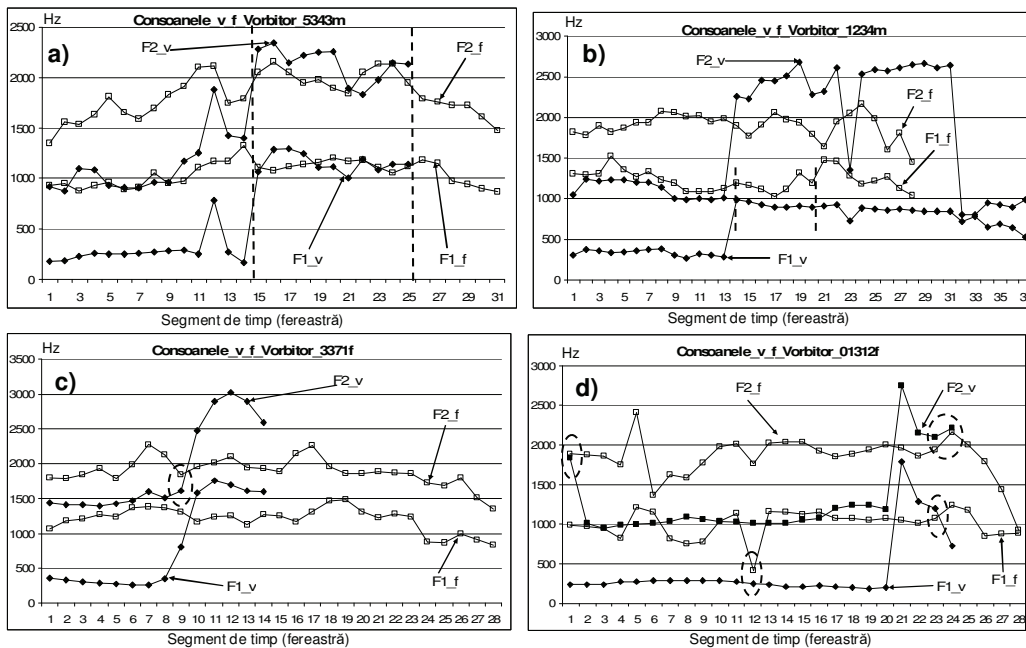


Figura 5: Traseele formanților / pseudo-formanților F1, F2, pentru consoanele *v* și *f* din cuvintele *vată*, *fată*, pentru patru vorbitori -5343m, 1234m, 3371f, 01312f ce prezintă patologiile amintite anterior (vezi cap. „Statistica patologiilor”).

Se constată că valorile pseudo-formanților consoanei *f* au valori foarte apropiate cu cele ale formanților din a doua jumătate a traseelor consoanei *v*. Prin urmare consoana *v* alunecă prin valorile formanților către un *f*. Această alunecare poate fi interpretată ca o deficiență în pronunția consoanei *v*, dar o analiză de detaliu este necesară pentru a confirma această concluzie preliminară. În graficele b), c) și d) sunt reprezentate

traseele formanților (pseudo-formanților) consoanelor *v* și *f* pentru subiecții 1234m, 3371f și 01312f, care nu au defecte majore de dentiție. Comparativ cu subiectul ce prezintă edentație, se observă că la ceilalți trei subiecți traseele formanților F1 și F2 pentru consoanele *v* și *f* diferă între ele cu excepția zonelor marcate cu linii punctate, care cuprind: un eșantion pentru formantul F2 la subiectul 3371f, două eșantioane pentru F1 respectiv trei eșantioane pentru F2 la subiectul 01312f și șapte eșantioane pentru formantul F1 la subiectul 1234m.

6. Concluzii și direcții viitoare

Rezultatele obținute indică o posibilă corelare între modificările de dentiție și caracteristicile formantice la pronunția consoanelor fricative. Având în vedere că sunt foarte preliminare este necesară o bază statistică mai mare pentru a deriva concluzii solide. Analiza gnatofonică se află încă în stadiul de cercetare, dar în viitor poate constitui un instrument util în stomatologie. Efectuarea de înregistrări gnatofonice pe pacienți cu defecte de dentiție de tip edentație, malocluzie, disfuncții ale articulației temporo-mandibulare, înainte de aplicarea tratamentului, poate avea relevanță în stabilirea diagnosticului și evaluarea deficienței de pronunție indusă de patologiile aparatului stomatognat. Corpusul de sunete gnatofonice poate fi utilizat și în alte aplicații medicale cum ar fi detectarea defectelor de pronunție care apar în cazul unor patologii respiratorii, laringeale, neurologice, psihologice, în măsura în care va include și astfel de patologii. O altă aplicație constă în stabilirea eficienței tratamentului logopedic, prin analiza articulării cuvintelor înainte și după aplicarea acestuia. Ca direcție viitoare ne propunem să dezvoltăm corpusul de sunete gnatofonice adnotate, prin realizarea de înregistrări atât pe subiecți cu patologii ale aparatului stomatognat, cât și pe subiecți cu dentiție normală.

Contribuția autorilor. Primul autor a conceput structura și conținutul lucrării, metoda de înregistrare și preprocesare a înregistrărilor, metodologia de analiză formantică și temporală, a dictat parte din informațiile prezentate etc. Al doilea autor a realizat înregistrările folosite aici, pe care le-a filtrat, împărțit în subfișiere și adnotat, a completat fișele subiecților, a extras valorile temporale și ale formanților, a realizat graficele cu traseele formanților pentru consoanele *v*, *f* din cuvintele analizate pentru patru vorbitori. Ambii autori au contribuit la redactarea lucrării.

Mulțumiri. Autorii sunt recunoscători persoanelor care au acceptat să fie înregistrate și au fost de acord cu utilizarea înregistrărilor în scop de cercetare și includerea acestora în baza de date existentă pe sit-ul „Sunetele limbii române”, în condițiile protecției și confidențialității datelor personale. Mulțumim întregului colectiv SRoL și în mod special colegelor M. Feraru și L. Pistol pentru contribuțiile aduse la „Arhiva de sunete gnatofonice și gnatosonice” de pe sit, și colegului M. Zbancioc pentru observațiile pertinente.

Referințe bibliografice

- Boersma, P.P.G. (2002). Praat, A System for Doing Phonetics by Computer. Glot International, Vol. 5 No. 9/10, 341-345., <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, data accesării: 1.04.2010.
- Burlui, V., Teodorescu, H.N., Morărașu C.S. (1993 a). L'analyse en fréquence de la fonction phonétique chez l'édenté total, 7^{ème} Symposium Européen Sur Le Traitement de l'Édentation Totale, Lyon, France, 1993 (vol. de rezumate al Simpozionului).

- Burlui, V., Teodorescu, H.N., Morărașu, C.S. (1993 b). L'analyse en fréquence de la restauration de la fonction phonétique chez l'édenté total, *Symposium Européen Sur Le Traitement de l'Édentation Totale*, Lyon, Franța.
- Burlui, V., Teodorescu, H.N., Morărașu, C.S. (1994). La fonction phonatoire chez l'édenté total. Analyse en fréquence. *Les Cahiers de Prothèse (France)*, no. 88, Decembre 1994, pp. 63-68.
- Burlui, V., Teodorescu, H.N., Morărașu, C. (1996). Analiza în frecvența gnatoaprotetică, Sesiunea jubiliară „30 de ani de învățământ stomatologic ieșean”, 1 martie 1996.
- Johnson, N.C.L., Sandy, J.R. (1999). Tooth position and speech—is there a relationship?, *The Angle Orthodontist*, vol. 69, Issue 4, 306-310, August 1999.
- Rathbone, J.S., Snidecor, J.C. (1959). Appraisal of Speech Defects In Dental Anomalies With Reference To Speech Improvement, *The Angle Orthodontist*, vol. 29, no. 1, 54-59, 1959.
- Teodorescu, H.N., Burlui, V., Leca, P.D. (1986). Gnathosonic analyzer, *Med Biol Eng Comput.* July, 1988, 26(4):428-31.
- Teodorescu, H.N., Feraru, S.M., Trandabăț, D., Zbancioc, M., Luca, R., Verbuță, A., Hnatiuc, M., Ganea, R., Voroneanu, O., Pistol, L., Șcheianu, D. (2005-2007), situl Web Sunetele Limbii Române. http://www.etc.tuiasi.ro/sibm/romanian_spoken_language/index.html
- Teodorescu, H.N., Trandabăț, D., Feraru, S.M., Zbancioc, M., Luca, R. (2007). A corpus of the sounds in the Romanian spoken language for language-related education, Chapter Six, pp. 73-90. În volumul Carlos Perinián Pascual (Editor), „Revisiting Language Learning Resources”, Cambridge Scholars Publishing (CSP), UK, 2007.
- Teodorescu, H.N., Feraru, S.M. (2007 a). A study on Speech with Manifest Emotions, *10th International Conference on Text, Speech and Dialogue, TSD 2007*, Pilsen, Czech Republic, September 3-7, 2007, *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Verlag, vol. 4629/2007, 254-262.
- Teodorescu, H.N., Feraru, S.M. (2007 b). Micro-corpus de sunete gnatosonice și gnatofonice, Pistol, Cristea, Tufiș (Eds.), *Resurse lingvistice și instrumente pentru prelucrarea limbii române*, Editura Universității „Al. I. Cuza” Iași, 21-30, 2007.
- Teodorescu, H.N., Feraru, S.M. (2008). Classification in Gnathophonics - Preliminary Results, The Second International Symposium on Electrical and Electronics Engineering, ISEEE, 12-13 septembrie, Galați, România, Galați University Press, 525-530, 2008.