

МЕТОДОЛОГИЧНИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ АКУСТИЧНОТО ОПИСАНИЕ НА ГЛАСНИТЕ

Росина Какова

Университет по хранителни технологии – Пловдив

METHODOLOGICAL FEATURES IN THE ACOUSTIC DESCRIPTION OF VOWELS

Rosina Kakova

University of Food Technologies – Plovdiv

Technological progress imposes the necessity of continuous optimization of foreign language acquisition methods. The acquisition of new and relatively complex articulatory habits requires an adequate method that provides precise feedback on the learner's pronunciation. This paper presents a comparative analysis of the classical two-formant model for acoustic description of vowels and a new interactive software-provided method that affords the opportunity to render an account of frequency integration in their acoustic image. The experimental results are evaluated with respect to two fundamental criteria: reliability and relevance.

Key words: Acoustic Analysis, Method, Vowels, Pronunciation

Стремежът на човечеството да се развива и усъвършенства, е довел до изобретението на machine learning, или изкуствения интелект. Напредъкът в технологиите сякаш постепенно затваря пропастта между научната фантастика и реалността, в която живеем. Въпреки че изкуственият интелект е една от основните технологии на бъдещето, неговата концепция далеч не е нова. Прилагането на идеята за интелигентни машини, които обработват огромни количества от информация, се среща във всяка сфера от съвременния живот, но започва развитието си преди доста време. Зараждането на съвременните технологии и на компютърните изчислителни машини датира още от средата на миналия век. Една от основополагащите фигури в тази сфера е британският

математик Алън Тюринг. В своя труд от 1950 г. „Изчислителни машини и интелигентност“ той излага параметрите за разграничаване на истинския от изкуствения интелект и за откриване на последния. В първия раздел на статията Тюринг обяснява по какъв начин може да се сравни и прецени дали една машина действа толкова интелигентно, колкото човекът. „Краткият отговор на този въпрос е, че макар и да е установено, че съществуват ограничения за възможностите на всяка конкретна машина, само се твърди, без да има някакво доказателство, че такива ограничения не важат за човешкия интелект. Но аз не мисля, че това мнение може да бъде отхвърлено толкова лесно. Всеки път, когато на някоя от тези машини се зададе съответният ключов въпрос и тя даде категоричен отговор, ние знаем, че този отговор може да е грешен, и това ни дава определено чувство за превъзходство. Дали това чувство е илюзорно? Несъмнено е съвсем истинско, но не мисля, че трябва да му се придава прекалено голямо значение. Ние самите твърде често даваме грешни отговори на въпроси, за да имаме основание да се радваме на подобно доказателство за погрешност при машините. Освен това нашето превъзходство може да бъде усетено в такъв случай само по отношение на единствената машина, над която сме постигнали незначителния си триумф. Не може да става дума за триумф едновременно над всички машини. Накратко, може да има хора, които са по-умни от някоя машина, но след това пак може да има други машини, които да са по-умни, и така нататък“¹ (Тюринг 1950: 445). Само няколко години по-късно, в края на 50-те години на миналия век, се появява и първоизточникът на съвременните машини с изкуствен интелект. Негов създател е пионерът в областта на компютърните игри Артър Самюел. Именно Самюел въвежда термина „машинно обучение“. Той вярвал, че създаването на компютри, които могат да играят игри, ще

¹ “The short answer to this argument is that although it is established that there are limitations to the powers of any particular machine, it has only been stated, without any sort of proof, that no such limitations apply to the human intellect. But I do not think this view can be dismissed quite so lightly. Whenever one of these machines is asked the appropriate critical question, and gives a definite answer, we know that this answer must be wrong, and this gives us a certain feeling of superiority. Is this feeling illusory? It is no doubt quite genuine, but I do not think too much importance should be attached to it. We too often give wrong answers to questions ourselves to be justified in being very pleased at such evidence of fallibility on the part of the machines. Further, our superiority can only be felt on such an occasion in relation to the one machine over which we have scored our petty triumph. There would be no question of triumphing simultaneously over all machines. In short, then, there might be men cleverer than any given machine, but then again there might be other machines cleverer again, and so on.”

бъде от полза за разработването на общовалидни тактики, подходящи за всяка друга сфера. „Две програми за машинно обучение са изследвани подробно с помощта на играта на дама. Проведени са значителни изследвания, за да се провери твърдението, че компютърът може да бъде програмиран така, че да се научи да играе по-добре, отколкото може да играе човекът, който е създал програмата. Нещо повече – той може да се научи да прави това за удивително кратък период от време (8 или 10 часа машинна игра), когато му се предоставят единствено правилата на играта, ориентация и изчерпателен и незавършен списък от параметри, за които се смята, че имат нещо общо с играта, но чиито правилни обозначения и относителни стойности са неизвестни и неуточнени. Принципите на машинното обучение, потвърдени от тези експерименти, са, разбира се, приложими и в много други ситуации“² (Самюел 2000: 206). В настоящия момент повече иновативни усилия са насочени към употребата на изкуствен интелект в ситуации с непълна информация, а това включва сфери като медицина и здравна грижа, икономика, преговори и не на последно място – чуждоезиково обучение. Научно доказано е, че с напредването на възрастта усвояването на добро произношение затруднява обучаващите се. В своите дейности, насочени към придобиване на нови двигателни навици и запознаване с нови перцептивни стимули, възрастният учащ може, като използва своите знания и интелектуални способности, да използва технологични средства. Навлизането им в областта на чуждоезиковото обучение оптимизира методите на преподаване и дава възможност за съпоставителен анализ с класическите похвати. Всеки звук в естествения език е акустичен обект, изключително богат на различни честоти с различна интензивност. Малко от акустичните характеристики и техните перцептивни корелати обаче са лингвистично релевантни, т.е. важни за идентифицирането на звуковата единица с отличителна функция. Например доказано е, че само две числови стойности обикновено са достатъчни за идентифициране на гласна (Фант 1960). Този класически мо-

² “Two machine-learning procedures have been investigated in some detail using the game of checkers. Enough work has been done to verify the fact that a computer can be programmed so that it will learn to play a better game of checkers than can be played by the person who wrote the program. Furthermore, it can learn to do this in a remarkably short period of time (8 or 10 hours of machine-playing time) when given only the rules of the game, a sense of direction, and a redundant and incomplete list of parameters which are thought to have something to do with the game, but whose correct signs and relative weights are unknown and unspecified. The principles of machine learning verified by these experiments are, of course, applicable to many other situations.”

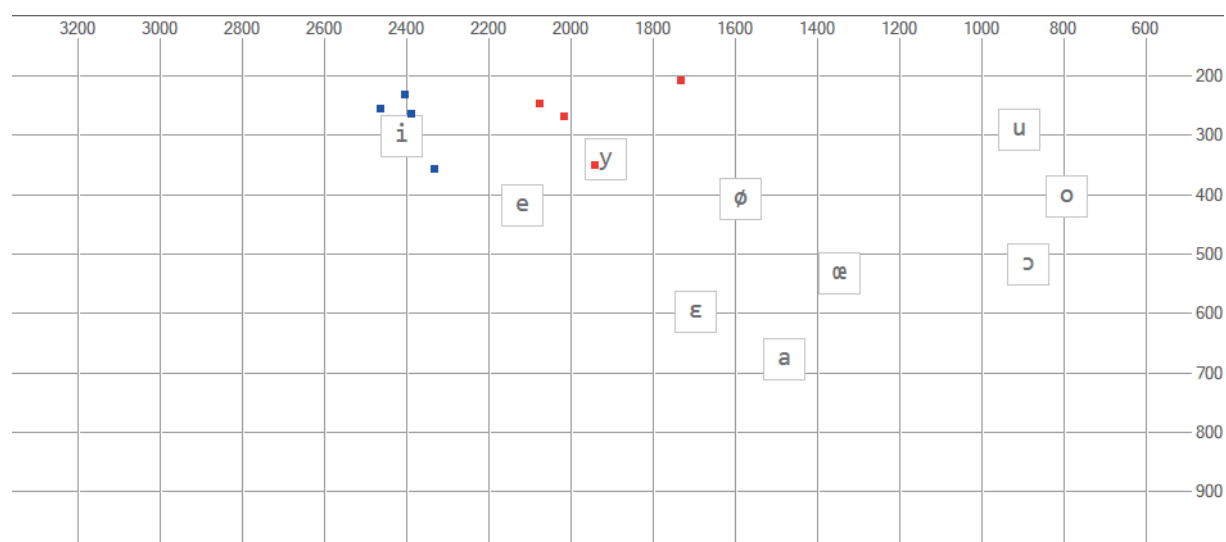
дел на гласните се използва широко за описание на гласните системи на естествените езици, но също така и в методите за корекция на произношението, тъй като установява доста добра връзка между акустичния образ на гласната, от една страна, и съответните артикулационни жестове, от друга. Следователно всяко отклонение от акустично представената норма на произношение автоматично предоставя полезна информация за конфигурацията на подвижните органи на артикулационния апарат: закръгляне на устните, форма и положение на езика, положение на мекото небце, на долната челюст и ларинкса. Тази акустично-артикулационна връзка не е еднозначна. До известна степен е възможно да се произведе един и същ звук, възприеман като една и съща езикова единица, с различни конфигурации на гласовия канал.

Целта на настоящата статия е да се направи сравнителен анализ на резултатите от класическия модел на гласните и от ново акустично-фонетично описание, основаващо се на два критерия, описани от моя научен ръководител доц. Руси Николов в статията *Акустично моделиране на гласните с отчитане на перцептивната интеграция на формантните зони* (Николов 2017: 42). Според първия критерий „един акустичен модел на гласните може да бъде определен като акустико-фонетичен (т.е. функционален акустичен модел с фонологична стойност), при условие че резултатите от приложението на модела отговарят в достатъчна степен на резултатите от съответните перцептивни оценки“. Акустичното описание на гласните чрез класическия двуформантен модел често води на практика до парадокси, в резултат на което експерименталните резултати не са достатъчно надеждни. Изследванията показват, че за определени езици и за някои гласни паралелните оценки – акустични и перцептивни – могат да бъдат противоречиви. Според втория критерий ефективността на кодовете за устна комуникация, т.е. звуковите подсистеми на естествените езици, „може да бъде оценена количествено с помощта на два показателя: 1) разстоянието (контрастивността) между звуковите единици: по-голямото разстояние осигурява по-надеждна разграничимост на елементите на кода; 2) вариативността на звуковите единици по отношение на различните говорители: езиково релевантните звукови характеристики са толкова по-релевантни, колкото по-близки са тези характеристики за различните говорители“. На практика вторият критерий обединява „принципа за максимална контрастивност и минимална вариативност“. За да бъде функционален даден модел, е необходимо да отговаря максимално на този принцип.

При новото акустико-фонетично описание на гласните предимствата на класическия двуформантен модел са съхранени: образът на всяка гласна е отново точка в равнинна координатна система, като конфигурацията на гласните е аналогична с акустичния триъгълник в координатната система $F2/F1$. Различен е начинът на определяне на стойността на втория формант с цел да се избегне отчитането на пиковите стойности на формантите – от една страна, и специфичният за класическия двуформантен модел недостатък – от друга страна, а именно вероятността за неадекватност на резултатите.

За целите на изследването са използвани записи на интервюта от френското национално радио France Info, които предварително са сегментирани на отделни думи или изрази. Експерименталните резултати се отнасят за незакръглените предни гласни /i/ и /e/. Чрез фонетичния модул на *TREFL*, който интегрира различни програми за акустичен анализ на речта, като създава условия за взаимодействие с програмата *SIL Speech Analyzer*, всеки един речеви сегмент е изследван първо посредством традиционния метод. В графиката различните продукции на гласната /i/ и на гласната /e/ (в светлосив цвят) са раздалечени една от друга.

Новото акустико-фонетично описание се свежда до необходимостта да се отчитат акустични параметри с перцептивно значение при акустичното моделиране на гласните, а именно третият формант. Влиянието на третия формант върху перцептивната оценка на гласните е установено от Чистович и Люблинская, които доказват, че слушателите интегрират две спектрални пикови стойности, ако честотната разлика между тях не надвишава 3 – 3,5 Bark (Чистович и Люблинская 1979: 185). При новия метод перцептивната интеграция се определя, като се фиксира средната стойност на двете съседни формантни зони, а не само на пиковите стойности. Експерименталните резултати са на практика по-точни, като се тръгва от факта, че средната стойност се получава на базата на изчерпателна спектрална информация. С оглед на изключването на пиковите стойности на формантите тези данни са и по-надеждни. При изследването на подбраните речеви сегменти чрез новия интерактивен метод различните продукции на гласната /i/ и на гласната /e/ (в черен цвят), са много по-близо една до друга. Съпоставителният анализ на графиките, получени от различните методи, показва на практика, че вторият модел – с отчитане на перцептивната интеграция, е по-оптимален, следвайки логиката на зададените критерии.

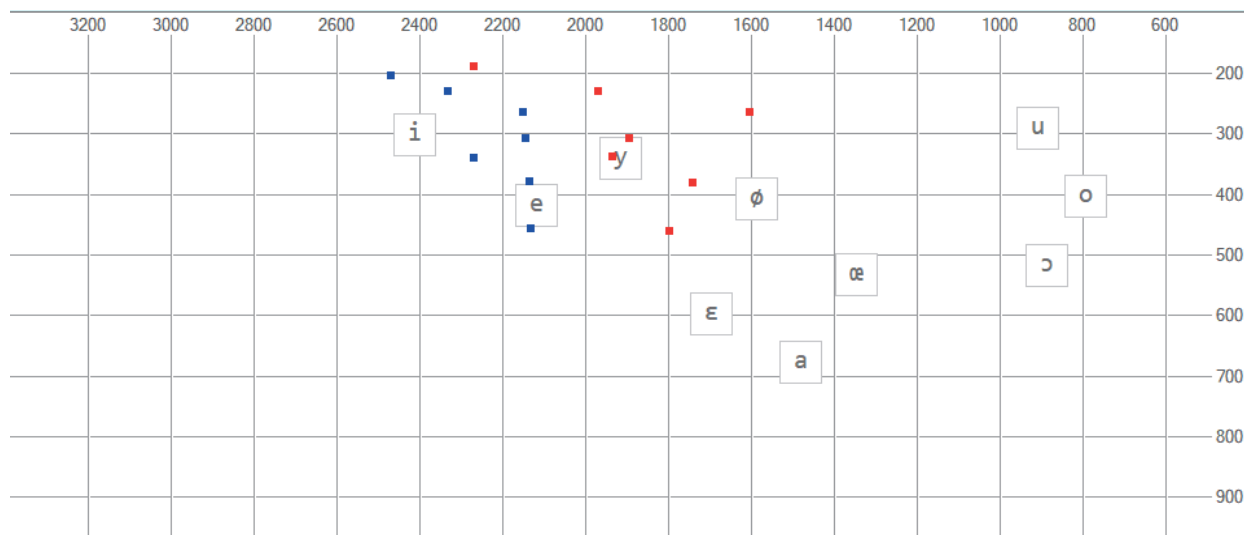


Фигура 1. Формантна структура на френската гласна [i]: класически модел – светлосив цвят, акустико-фонетичен модел – черен цвят

В хода на изследването на отделните речеви сегменти програмата *TREFL* предоставя информация за стойностите на F1 и F2, като данните са обособени в отделни редове за всеки от двата приложени метода. Това е още една възможност за съпоставителен анализ на експерименталните резултати. По-високите нива на F2 при новия модел отразяват претеглената средна стойност на двете съседни формантни зони, които включват всички хармонични честоти в зоната на формантите и в зоната между тях, а не само техните пикови стойности.

Таблица 1. Формантни стойности от отчета на гласната [i]

	paris		parti	
	F1	F2	F1	F2
Класически модел	247	2075	208	1732
Акустико-фонетичен модел	256	2464	212	2099



Фигура 2. Формантна структура на френската гласна [e]: класически модел – светлосив цвят, акустико-фонетичен модел – черен цвят

Таблица 2. Формантни стойности от отчета на гласната [e]

	arraché		journée	
	F1	F2	F1	F2
Класически модел	381	1740	188	2270
Акустико-фонетичен модел	387	2134	204	2469

С интегрирането на този похват в обучението по чужд език усвояването на добро произношение ще се оптимизира чрез получаване на адекватна обратна информация за перцептивния ефект на артикулационните движения на говорителите. Акустико-фонетичният модел може да се разглежда като вид иновативен подход при усвояване на чужд език.

ЛИТЕРАТУРА

Николов 2017: Николов, Р. Акустично моделиране на гласните с отчитане на перцептивната интеграция на формантните зони. [Nikolov, R. Akustichno modelirane na glasnite s otchitane na pertseptivnata integratsiya na formantnite zoni.] // *Научни трудове на ПУ „Паисий Хилендарски“*, Филология. Пловдив: УИ „Паисий Хилендарски“, 2017, том 55, кн. 1, 41 – 50.

- Самюел 2000:** Samuel, A. L. Some studies in machine learning using the game of checkers. // *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 44, Issue 1.2, 2000, 206 – 226.
- Тьюринг 1950:** Turing, A. M. Computing Machinery and Intelligence. // *Mind*, Vol. LIX, Issue 236, 1950, 433 – 460.
- Фант 1960:** Fant, Gunnar. *Acoustic theory of speech production*. Mouton, The Hague, 2nd ed., 1970.
- Чистович, Люблинская 1979:** Chistovich, L. A., Lublinskaya, V. V. The ‘center of gravity’ effect in vowel spectra and critical distance between the formants: Psychoacoustical study of the perception of vowel-like stimuli. // *Hearing Research*, Volume 1, Issue 3, 1979, 185 – 195.