

# ДАСЛЕДВАННЕ ЧАСАВЫХ УЛАСЦІВАСЦЕЙ У ПЛЫНЕ БЕЛАРУСКАЙ МОВЫ

А. А. Станкевіч

Мова з'яўляецца асноўным каналам зносін паміж людзьмі. На дадзены момант у развіцці тэхнічных сітэм вылучыўся напрамак да пераходу зносін паміж чалавекам і машынай да натуральнага, таму важным накірункам з'яўляецца напрамак па распазнаванню людскай мовы чалавекам. У рамках дадзенай праблемы, вылучаецца напрамак па распазнаванню зместу вялікага слоўніка злітнага маўлення адвольнага дыктару пры адсутнасці памех [1]. Для тэхнічных сітэм, пры дадзеных умовах, пэўнай цяжкасцю з'яўляецца злучнасць плыні, адсутнасць пауз паміж словамі і наяўнасць неўмернаванага рытму. Намі былі разгледжаны ўласцівасці плыні мовы, дзякуючы якім магчыма правесці далейшую сегментацыю і апрацоўку плыні мовы.

Была даследавана гіпотэза Чыстовіч [2], а тым, што ў славянскіх мовах пачуцце націску фарміруецца ў большай ступені праз даўжыню галоснага, а таксама, што з пачуццем націску звязана здольнасць драбіць моўны паток на словы. Для гэтага была запісана адна і таяж беларуская фраза навуковага стылю. Яна вымаўлялася ў натуральным тэмпе мовы, з пэўнымі варыяцыямі, без адмысловага драблення на словы. Фармат запісу 44 кГц, 16 біт, мана канал, запіс рабіўся на высокакасным емістым мікрафоне на адлегласці тыповай для зносін паміж людзьмі. Фразы былі ператвораны ў вейвлетаграму з дапамогай праграмы, якая была створана на кафедры радыефізікі факультэта радыефізікі і электронікі [3]. Для большасці дадзеных быў выкарастаны вейвлет B-spline, але ў пэўныя моманты быў выкарастаны вейвлет Pseudo, які не з'яўляецца сапраўдным вейвлетам, але дае добрыя вынікі па частаце. На малюнку 1 змешчаны пэўны кавалак вейвлетаграмы.

Спачатку на вейвлетаграме былі знойдзены межы паміж адрэзкамі



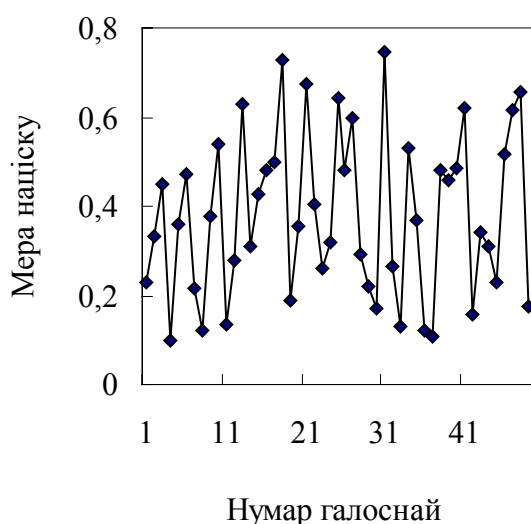
Мал. 1 Вейвлетаграма

галоснага і негалоснага (г.зн. спалучэння пэўнай колькасці зычных і магчымай паузы ў маўленні). Затым атрыманыя дадзеныя былі ператвораны ў наступныя: даўжыня адрэзку галоснага, даўжыня адрэзку негалосны-галосны (г.зн. адкрыты склад), даўжыня адрэзку галосны-негалосны (г.зн. закрыты склад). Згодна абагульненню якое зрабіла Чыстовіч, пачуцце націску звязана менавіта з даўжыняй галоснага, а з даўжыняй склада звязана пачуцце тэмпу мовы. Простае выкарыстанне даўжыні галоснага не выявіла месца знаходжання націску, так ужо ў першым слове гук [i] мае большую даўжыню, чым [o] які знаходзіцца пад націскам. Як вядома, чалавек характарэзуе націск як вылучанасць аднаго гукна на фоне іншых. Таму была сфарміравана гіпотэза, аб тым, што націск звязаны з даўжыняй не непасрэдна, а праз кантраст даўжыні галоснага з тэмпам маўлення. Так як у сфарміраваных дадзеных з кожным галосным звязана два склада, то за меру тэмпу была выбрана наступная вялічыня

$$\left( \frac{1}{NG} + \frac{1}{GN} \right),$$

дзе  $NG$  даўжыня прамежку негалосны-галосны,  $GN$  галосны-негалосны.

На дадзены момант прынята гіпотэза, што пачуцце націску прапарцыянальна даўжыні і сфарміраванай меры тэмпу, але хутчэй за ўсё гэта залежнасць больш складаная. Новая вялічыня мае максімумы ў тых галосных дзе знаходзіцца націск. Але правядзенне мяжы паміж галосным і санорным зычным на B-spline вэйвлетаграме не заўсёды дае правільную вялічыню, таму для іншых запісаў выкарыстоўваўся не ўвесь прамежак



Мал.2 Мера націску па даўжыні

галоснага, а толькі найбольш стабільная яго частка, якая мае, больш пэўныя межы. Такім чынам былі атрыманы дадзеныя адлюстраваныя на малюнку 2 для аднаго з запісаў. Супадзенне максімумам меры і размяшчэння націску каля 70 %.

Гэта, станоўчы вынік, так як даўжыня галоснага гэта толькі адна з трох прыметаў, паводле якіх вылучаны націскны склад. (Тры прыметы націску: пераход асноўнага тона, інтэнсіўнасць, даўжыня галоснага). Ведаючы, што

гэта разгледжаная прымета павінна быць спалучана з іншымі, можна прапанаваць наступную адносную меру вагі па даўжыні:

$$\frac{100}{a} \%,$$

дзе  $a \geq 1$  гэта найменшая велічыня, на якую трэба памножыць меру націску па даўжыні ў цікавячым нас пункце і падзяліць паабпал, каб велічыня ў разгледжаным пункце мела экстрэмум. Як бачна адносная мера роўная ста працэнтам у пунктах максімуму.

Так сама мае цікавасць разгледзіць месцы, дзе распацавная прымета дала памылку. Для двух розных рэалізацый памылкі прыпадаюць пыблізна на адны й тыяж пазіцыі (прыкладна на прыканцы фразы). Што самае цікавае ў абедзвюх рэалізацыях дзе націск падае на гук [ы] мера адлюстравала, што пад націскам не гэты гук, а наступны. Гэта можа быць звязана з тым, што гук [ы] вылучаны адносна іншых па асноўнаму тону, альбо што ён проста разам з [у] вылучаецца па сваёй прыродзе ад гукаў [а] [о] [э] якія складаюць большасць моўнага патока беларускай мовы. Гэта патрабуе асаблівага даследання, якое будзе зроблена ў далейшым, і магчыма патрэбна будзе ўвесці вагу гука ў залежнасці ад фармантнай прыроды. Таксама цікава, што была толькі адна памылка, калі мера паказала наяўнасць націску, а яго ні там ні побач няма, у астатніх выпадках былі памылкі на адзін гук.

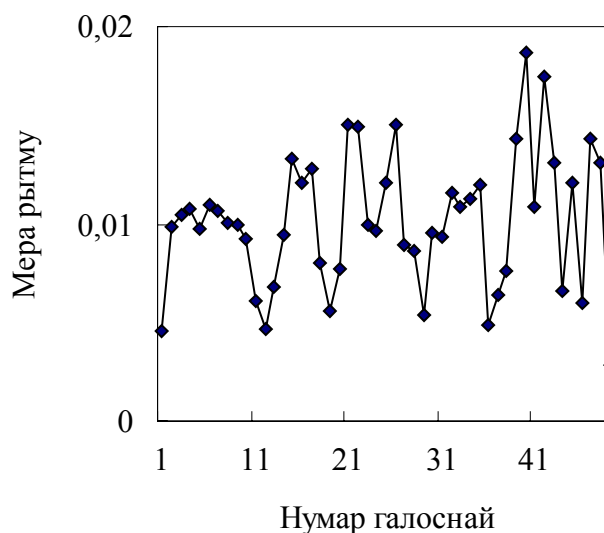
Трэба асобна высвятліць падыходы да межаў фразы. Так калі распрацаваная праграма будзе дзейнічаць у маштабе рэальнага часу, то паўстане пытанне, што рабіць калі фраза скончана і ніякіх гукаў больш няма, дзе правесці мяжу паміж негалосным і галосным? Можна прапанаваць два падыходы: правесці мяжу на канцы зычнага гука, альбо не дачакаўшыся пэўнага моманту наступнага галоснага, правесці адмысловую мяжу. Калі пайсці першым шляхам, то адразу сутыкаемся з шэрагам праблем, так як патрэбна шукаць момант заканчэння зычнага, які не так дакладна ў параўнанні з галосным вядомы, і дадаткова патрэбна ведаць што далей галосны не чакаецца, а гэта амаль не магчыма, не заніжаючы якасць распазнавання межаў у серэдзіне моўнага патока. Другі шлях значна прасцей рэалізуецца, і з формулы бачна, што магчыма ў пэўны момант другое складзенае замяніць нулем. Але гэта не можа быць станоўчым довадам, для выбару другога напрамку, калі ён будзе скажаць факты аб тым, што, напрыклад, на апошнім галосным націск. Выклікае пытанне і першая мяжа фразы, калі следаецца першым напрамкам, то на разгледжанай фразе у пачатку з'яўляецца незразумелы ўздым на графіку меры, які выклікае асаблівага тлумачэння, калі

выкарысоўваць другі метада, то графік выглядае больш сэнсоўна. Але што адбудзецца калі першы склад пад націскам? Гэта пытанне патрабуе таксама асаблівага даследвання, але папярэднія вынікі, праведзена на дадзеную тэму даследвання, паказалі што другая гіпотэза больш верагодная.

Яшчэ адна з'ява таксама патрабуе далейшага даследвання. Яна датычыцца спалучэння двух галосных “адно за адным”. Тут таксама было зроблена дзве гіпотэзы. Першая была ў тым, што залічыць мяжу паміж галоснымі за мяжу паміж галосны-негалосны, а за даўжыню прамежка галосны-негалосны першага галоснага лічыць яго даўжыню, такім жа чынам зрабіць і з другім галосным. У другой гіпотэзе лічылася, што два галосных гэта адзін, а мяжа паміж галоснымі лічылася за асобнае здарэнне, якое атрымваю меру націску падзяляла паміж двума галоснымі суадносна іх даўжыні. Пры першым падыходзе з'явіліся новыя максімумы, там дзе знаходзілася спалучэнне галосных, але якіе не былі пад націскам. Пры другім падыходзе малюнак падзей набліжаўся да чаканага, але існуючыя дадзеныя не дастаковыя каб сцвярджаць, што другі падыход сапраўдны. Пры гэтым трэба адзначыць, што другі падыход выклікае пэўныя алгарытмічныя цяжкасці, але даволі добра рэалізуецца ў рамках падыхода “плыні падзей” на які указала Чыстовіч [2]. Нечаканыя становішчыя вынікі дала мера націску па даўжыні, у пытанні падзелу патока мовы на словы. Як бачна з другога малюнка мяжа паміж словамі знаходзіцца амаль усюды каля мінімума разгледжанай меры. Таму мае сэнс працягнуць далейшыя даследванні ў гэтым накірунку, так як магчымасць драбіць фразу на словы з'яўляецца істотна неабходнай для далейшага паспяховага распазнавання. Яшчэ паўстае пытанне, калі сапраўды мяжа знаходзіцца каля мінімума, то ці існуюць сродкі з дапамогай якіх можна высвятліць, праходзіць мяжа перад галосным альбо пасля яго.

Таксама была даследвана і мера рытму паасобна. Як бачна на малюнку 3, дзе абведзеныя мінімумы з'яўляюцца межамі сінтагмаў, гэтыя мінімумы вылучаюцца адносна іншых пэўнасцю малюнка і велічыней. Яны даволі рэзкія і знаходзяцца паміж адносна стабільнымі адрэзкамі. Апошні нестабільны прамежак патрабуе асаблівага даследвання. Таксама усе квазістабільныя змяняюць у свае сярэдзіне пэўны мінімум, магчыма так вылучаны сэнсавы націск. Далейшыя даследванні якія безумоўна будуць парцягнуты, сутыкаюцца з вялікімі цяжкасцямі, так як прасадочная інфармацыя ў мове значна больш вар'яцёная чым лексічная.

Была выбрана гіпотэза “плыні падзей”, як найбольш блізкая да фармавання фанетычных рашэнняў чалавекам (што адпавядае фармаванню характарыстычага вектара ў тэхнічных сістэмах). У межах дадзенай гіпотэзы былі дасядаваны падзеі, звязаныя з часам, у першую чаргу прасадныя. Была створана мера націску па даўжыні, якая дае станоўчыя вынікі прыблізна ў 70 %, таксама была распрацавана адносная мера націску па даўжыні якая можа быць у далейшым спалучана з мэрамі націску па інтэнсіўнасці і па асноўнаму тону. Таксама дадзеная мера дае магчымасць праводзіць папярэдні падзел мовы на словы з імавернасцю каля 90 %. Створана мера рытму з дапамогай якой можна праводзіць межы сінтагмаў і ў пэўнай ступені вызначыць лагічны націск.



Мал. 3 Падсумаваная мера рытму

#### Літаратура

1. Рылов А. С. Анализ речи в распознающих системах / Мн.: Бестпринт, 2003. 264 с.
2. Физиология речи. Восприятие речи человеком / Чистович Л.А., Венцов А.В., Гранстрем Н.П. и др. Л.: Наука, 1976.–388 с.
3. Bovbel E., Kheidorov I., Chaikov I. Wavelet-based biomedical signal processing using HMM // Proc. of 4th BSI Internayional Workshop-2002. Itally. P15–18.

## РАЗРАБОТКА МОНИТОРА ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ 32-Х РАЗРЯДНЫХ МК ФИРМЫ MOTOROLA

С. Д. Степанов

Невозможно себе представить жизнь человека без современных автомобилей, бытовой техники, средств связи, устройств накопления и хранения информации. Однако мало кто задумывается над тем, что в основе их функционирования лежит использование всевозможных микроконтроллеров. В настоящее время в своей повседневной жизни человек использует около 5–10 микроконтроллеров встроенные в автомобили, микроволновые печи, стиральные машины, мобильные телефоны. И в будущем их число будет только увеличиваться. Одновременно с увеличением числа микроконтроллеров происходит и процесс усложнения выполняемых ими функций.