

UOT 004.934.2

Ağayev B.S.<sup>1</sup>, Ələkbərov R.Q.<sup>2</sup>

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

<sup>1</sup>depart6@iit.ab.az, <sup>2</sup>rashid@iit.ab.az

## AUDIO-MİNING SİSTEMLƏRİ ÜÇÜN TƏHRİFƏDAVAMLI KOMPRESSİYA METODU

*Audio-mining sistemləri üçün təhrifədavamlı kompressiya metodu təklif edilmişdir. Metod səs yazma qurğularının sərt disk həcminə qənaət etməyə və kanalın buraxıcılıq qabiliyyətindən istifadə effektivliyini yüksəltməyə imkan verir. Kodlama səs siqnallarının amplitud-tezlik xarakteristikalarını təhrif etmədiyi üçün yazılan telefon danışıqlarının keyfiyyət göstəricilərini pisləşdirmir.*

**Açar sözlər:** audio-mining, audioməlumatların uçotu və qeydiyyatı qurğuları, səs siqnalları, kompressiya, səs siqnallarının keyfiyyəti.

### Giriş

Müasir şəraitdə istehsal münasibətlərinin mürəkkəbləşməsi, işgüzarlığın aktivləşməsi, qloballaşma proseslərinin kəskinləşməsi obyektiv olaraq insanlar arasındakı audioinformasiya mübadiləsinin, xüsusilə telefon danışıqlarının sənədləşdirilməsinin əhəmiyyətini xeyli dərəcədə artırır. Lakin texnika və texnologiyaların bugünkü inkişaf səviyyəsi nitq (səs) informasiyasını mətn formasına çevirib data-mining texnologiyaları ilə analiz etməyə və ya kağız daşıyıcıda çap edərək sənədləşdirməyə imkan vermir. Ona görə də son illər təşəkkül tapan audio-mining texnologiyaları operativ dispetçer, telefoniya, informasiya-sorğu, Call-Center və s. audioinformasiya sistemlərində idarəçilik və nəzarət proseslərinin həyata keçirilməsi, baş vermiş hadisələrin analiz edilərək qərarların qəbul edilməsi üçün ən mühüm instrumental vasitələrdən hesab edilir. Mahiyyətcə audio-mining texnologiyaları audioinformasiya şəbəkələrindən qəbul edilən strukturlaşmamış səs siqnallarının (danışıqların) toplanması, müxtəlif təyinedici əlamətlərə görə strukturlaşdırılaraq audiofaylların formalaşdırılması və audioverilənlər bazalarında arxivləşdirilməsi, baza verilənlərinin emalı, o cümlədən intellektual emalı funksiyalarını yerinə yetirir [1, 2]. Audio-mining sistemləri müxtəlif axtarış metodlarından, xüsusilə intellektual axtarış metodlarından istifadə etməklə böyük tutumlu audiobazalardan danışıq fraqmentlərinin tapılmasının sürətləndirilməsinə, ilkin verilənlərdən yeni məlumatların və biliklərin əldə edilməsinə imkan yaratmaqla qəbul edilən qərarların operativliyini, ümumiyyətlə iş effektivliyini yüksəldir [3].

Audio-mining texnologiyalarının əsas aparat-proqram vasitəsi audioməlumatların qeydiyyatını və uçotunu aparan qurğulardır (AUQQ) [4, 5]. Audio-mining sistemləri üçün AUQQ-nin, eləcə də kanal avadanlıqlarının layihələndirilməsi zamanı iki mühüm texniki şərt – yaddaş həcminə qənaət və kanalın buraxıcılıq qabiliyyətindən effektiv istifadə edilməsi problemi öz həllini tapmalıdır. Sərt disk qurğularının (vinçesterin) həcmnin sürətlə artmasına və qiymətlərin azalmasına, daha sürətli ötürmə texnologiyalarının yaradılmasına və fiziki ötürmə mühitlərinin buraxıcılıq qabiliyyətinin (ötürmə sürətinin) sürətlə yüksəlməsinə baxmayaraq, emal olunan informasiyanın həcmnin gündən-günə artması bu problemin həllinin aktuallığını daha da artırır.

## Məsələnin qoyuluşu

Qeyd edilən tələbləri təmin etməyə imkan verən kompressiya metodlarının işlənməsi mühüm və aktual elmi-texniki məsələlərdən hesab edilir. Digər tərəfdən məlumdur ki, hal-hazırda geniş istifadə edilən kompressiya metodları səs siqnallarının amplitud-tezlik xarakteristikalarının manipulyasiya edilməsi prinsiplərinə əsaslandığı üçün AUQQ-na yazılan səs siqnallarının keyfiyyət göstəricilərini, xüsusən də danışanın şəxsiyyətini müəyyənləşdirməyə imkan verən tembrial identifikasiya parametrlərini pisləşdirir. Ona görə də səs siqnallarının yazılışı və şəbəkə ilə ötürülməsi üçün itkisiz kompressiya metodlarının işlənməsi əhəmiyyətli məsələdir. İş audio-mining sistemləri üçün təhrifədavamlı kompressiya metodunun işlənməsinə həsr edilmişdir.

## Məsələnin həlli

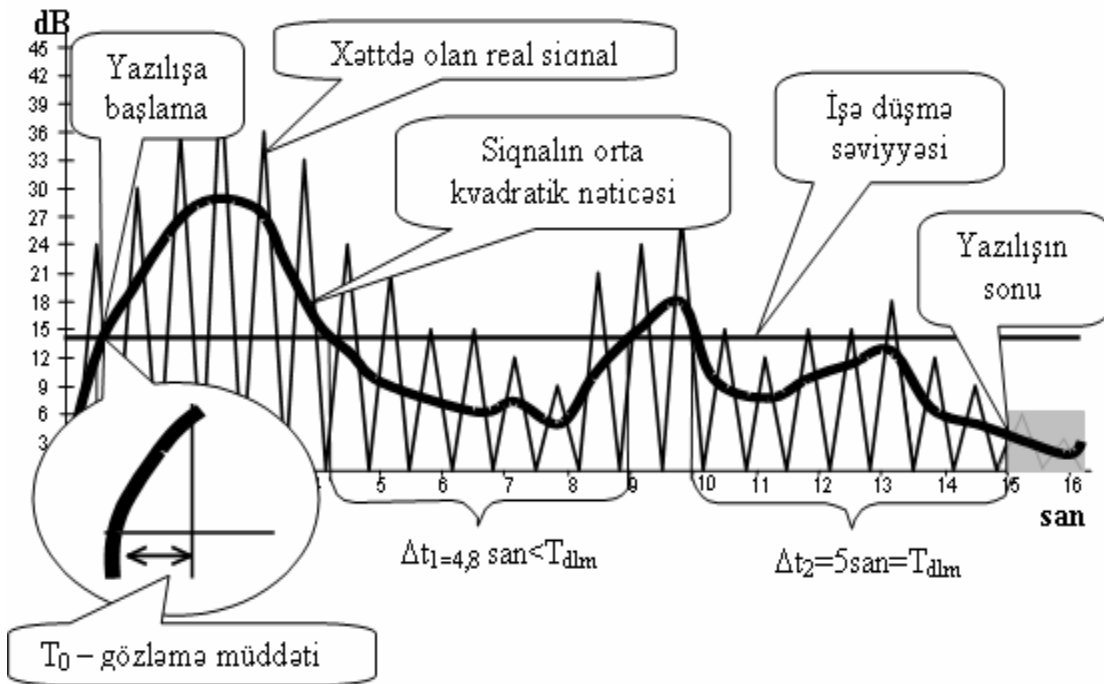
Məlumdur ki, informasiya daşıyıcılarının yaddaş həcmindən, eləcə də ötürmə kanallarının buraxıcılıq qabiliyyətindən səmərəli istifadə etməyə imkan verən ən mühüm metodlardan biri informasiyanın kompressiya (sıxlaşdırma) edilməsidir. İstənilən kompressiya metodu emal edilən məlumatda informativ izafiliyinin aradan qaldırılması və ya azaldılması prinsipinə əsaslanır [3, 6]. Səs siqnallarının izafiliyi siqnalların statik xarakteri və insanın eşitmə hissiyyatının psixo-fizioloji xüsusiyyətlərindən yaranır. Daha doğrusu, nitq-artikulyasiya mexanizminin kvazistatik mənbə kimi yaratdığı akustik siqnallar müəyyən vaxt ərzində çox kiçik amplitud dəyişmələrə malik olduğu üçün özündə xeyli artıq tərkib hissələri cəmləşdirir. Digər tərəfdən insanın eşitmə aparatı (qulağı) qəbul prosesi zamanı sözlərdən müəyyən qayda ilə ixtisar edilmiş akustik siqnalları bərpa etmək xüsusiyyətinə malikdir. Ona görə də bir çox kompressiya metodlarında insanın nitq yaratma və eşitmə aparatlarının qeyd olunan xüsusiyyətlərindən istifadə edilir: Naykvist tezliyi və ya daha yüksək tezliklə diskretləşdirilmiş seçimlər arasında güclü korrelyativ əlaqənin olduğuna əsaslanaraq səs siqnallarının xeyli sayda seçimlərini ixtisar edilməsinə əsaslanan kodlama metodları yaradılmışdır. Geniş istifadə edilən DPCM, ADPCM, a-LAW,  $\mu$ -LAW, MP3, GSM və s. kodlama metodları da informasiya izafiliyini azaldılması prinsipinə əsaslanır. Məsələn, ADPCM metodunun çoxsaylı modifikasiyalarından birində kompressiya analoq siqnalın amplitud qiymətinə uyğun seçimin birbaşa kodlaşmasına yox, əvvəlki seçimlə fərqlinin kodlaşması prinsipinə əsaslanır. Nəticədə seçimlər daha az həcmli bitlərdən ibarət olur. Digər variantda cari seçimin qiyməti, səs siqnallarının kvazistasionarlıq xüsusiyyətindən istifadə etməklə əvvəlki bir neçə seçimlərə görə hesablanır və kodlaşdırılır. Digər kodlama qrupunda izafilik akustik səs siqnallarının maskalanma effektindən istifadə etməklə azaldılır: səs siqnallarının amplitud-tezlik xarakteristikalarındakı yüksək intensivlikli siqnallardan əvvəlki və sonrakı daha az intensivlikli siqnallar (müəyyən dar zolaq zonasında) maskalanır, yəni əhəmiyyətli dərəcədə səslənmə yaratmadığı üçün atılır.

Araşdırmalar göstərir ki, əksər standartlaşdırılmış və firma kompressiya metodlarında informasiya həcmnin azaldılması üçün istifadə edilən prinsip və xüsusiyyətlər kodlanmış səs siqnallarının amplitud və tezlik xarakteristikalarının müəyyən dərəcədə təhrif olunmasına və dekompressiya zamanı bərpa xətasının yaranmasına səbəb olur: kompressiya əmsalı böyük olan metodlar ilkin siqnalı daha çox təhrif etdiyi üçün daha böyük bərpa xətasına malik olur. Səs siqnallarının hətta iki dəfə sıxılması, siqnalların keyfiyyət göstəricilərinin, xüsusilə səsə görə danışanın şəxsiyyətini müəyyən etməyə imkan verən tembrial identifikasiya xüsusiyyətlərinin pisləşməsinə

səbəb olur [2, 7]. Ona görə də, adətən, səsyazma sistemlərində kompressiya əmsalı ikidən yüksək olan metodlardan istifadə edilmir və audiofayllar sıxlaşdırılmadan, maksimal yaddaş həcmi tələb etməsinə baxmayaraq WAV formatında yazılır.

Deyilənləri nəzərə alaraq, işdə, AUQQ üçün audioməlumatların keyfiyyətli yazılışını və oxunmasını (dinlənilməsini) təmin edən kompressiya metodu işlənmişdir. Metod kodlama (yazma prosesində) və dekodlama (oxuma prosesində) əməliyyatlarını siqnalların amplitud-tezlik xarakteristikalarını manipulyasiya etmədən aparmağa imkan verdiyi üçün səs siqnallarının ucalıq, anlaşılıqlıq, təbiilik meyarları üzrə keyfiyyət göstəricilərini pisləşdirmir, ona görə də itkisiz kompressiya metodları qrupuna aiddir. Metod istifadəçilər arasındakı danışıqlar zamanı yaranan fasilələrin müəyyən əlamətlərə görə identifikasiya edilməsi və bu müddət ərzində yazma prosesinin dayandırılması prinsipinə əsaslanır.

Statistik hesablamalar göstərir ki, dialoq prosesində yaranan fasilələr (xüsusən dialoq şəbəkə mühitində aparılırsa) danışıq seansı müddətinin orta hesabla 60%-ni təşkil edir. Səs siqnallarının aktiv hissəsi ilə bərabər danışıqlararası fasilə siqnalları ("sükut" siqnalları) da yazılır və bu prosesə xeyli yaddaş həcmi istifadə edilir. Seans müddətində yazılışa başlama və yazılışı dayandırma proseslərini idarə etməklə təhrifsiz yazılışla bərabər, sərt disk qurğusunun yaddaş həcminə xeyli qənaət etmək olar. Yazma prosesinin idarə edilməsi mexanizmini sxematik olaraq şəkil 1-dəki kimi göstərək.



Şəkil 1. Yazılış prosesinin idarə sxemi

Tutaq ki, telefon şəbəkəsindən daxil olan analoq səs siqnalları AUQQ-ya daxil olaraq müəyyən emal prosesini keçir və sistemin audioverilənlər bazasında arxivləşdirilir. Yazma prosesini idarə etmək üçün siqnalların rəqəmsal axını baza kompyuterinin sərt disk yaddaşından əvvəl sistemin interfeysinin DSP yaddaşına hissə-hissə qəbul edilir. Aktiv siqnal hissəsinin yaddaşa qəbul müddətini  $T_t$  – təsdiq dövrü adlandıraraq. Aralıq yaddaşa yazmanın başlanma anı abonent şleyfinin qapanması (telefon dəstəyinin

qaldırılması) və ya kanal signalının aktivləşməsi anına nəzərən müəyyən  $T_0$  – gözləmə müddəti qədər gecikdirilir. Məqsəd şleyfin qapanması ilə yaranan keçid proseslərinin əmələ gətirdiyi maneə signallarını yazma dövrəsinə buraxmamaqdır.  $T_0$  müddəti elə seçilir ki, bu müddətdə itirilməsi ehtimal olunan aktiv signal elementləri yazılmış sözlərin başa düşülməməsinə səbəb olmasın. Adətən, dəstəyin qaldırılma anı ilə ilk ifadələrin səsləndirilməsi arasındakı müddət bir neçə on millisaniyədən tez olur.  $T_t$  müddəti isə elə seçilir ki, sistemin testləşdirilməsi prosesində telefon aparatının və bazaya yazılmış həmin fraqmentin paralel dinlənməsi (“birbaşa dinləmə” rejimində) zamanı asinxronluq (gecikmə) hiss edilməsin.  $T_t = 0,5$  saniyə qəbul etsək, bu müddətdə signal prosessorunun yaddaşına toplanan informasiyanın həcmi:

$$V = f_d \cdot n_d \cdot T_t = 8 \text{ kHs} \cdot 8 \text{ bit} \cdot 0,5 = 32000 \text{ bit} = 4 \text{ KB} .$$

Burada  $f_d$  – giriş signallarını diskretləşmə tezliyi,  $n_d$  - seçimlərin dərəcəsidir. Aralıq yaddaşa toplanmış seçimlərin orta kvadratik qiyməti  $U_{okq}$  hesablanır:

$$U_{okq} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Burada  $n - T_t$  müddətində yaddaşa toplanan seçimlərin sayıdır. (PCM kodlaşması üçün  $n=8000$ ).  $U_{okq}$ -nin qiyməti yazmanı işəsalma səviyyəsi  $U_{yis}$  ilə müqayisə edilir.  $U_{okq} \geq U_{yis}$  giriş signalı aktiv nitq signalı kimi qəbul edilir və növbəti emal mərhələsinə ötürülür.  $U_{yis}$ -nin qiyməti elə seçilir ki, kanal üçün xarakterik olan real maneə signalının maksimal qiymətindən böyük olsun və telefon dəstəyində və ya operator qulaqcıqlarında (qarniturunda) rahat eşidilmə səviyyəsi yaratsın.

Aydındır ki, danışq seansında yaranmış hər bir qısamüddətli fasilələr zamanı yazılışın dayandırılması yaddaş həcminə maksimal qənaət yaradardı. Lakin bu halda seans öz axtarış parametrlərinə (uçot atributlarına) malik çox sayda müstəqil audiofayl fraqmentlərindən formalaşdığı üçün onların sonradan dinlənməsi prosesi xeyli çətinləşərdi. Yəni hər hansı seans danışğını dinləmək üçün bu seansa daxil olan fraqmentlərin hər birini ardıcıl olaraq özünün uçot atributları üzrə yaddaşdan seçmək və hissə-hissə dinləmək lazım gələrdi. Ona görə də yazılışın dayandırılması danışqda fasilə yaranan anda yox, fasilə müəyyən  $T_{dlm}$  müddət davam etdikdə baş verir.  $T_{dlm}$ -i yazılışın dayandırılmasını ləngitmə müddəti adlandıraraq.  $T_{dlm}$ -in qiyməti kimi danışq prosesində yaranan sözlərarası və cümlələrarası fasilələrin orta statistik qiymətinin bir neçə misli götürülür. Aydındır ki,  $T_{dlm}$  müddətində daxil olan informasiya aktiv nitq fraqmentləri yox, “sükut” signalıdırsa,  $U_{okq} < U_{yis}$  olduğu üçün yazma dayandırılır. Bu müddətdə daxil olan və  $U_{okq} > U_{yis}$  şərtini ödəyən signal aktiv nitq hissəsi (cari audiofayla aid danışığın davamı) kimi qəbul edilir və yazma prosesi davam etdirilir.

Deyilənləri nəzərə alaraq, yazmaya başlama hadisəsinin baş verməsi şərtini

$$F_{yb} = \begin{cases} 1; (U_{okq} \geq U_{yis}) \wedge (t > T_t) \\ 0; (U_{okq} < U_{yis}) \vee (t \leq T_t) \end{cases}$$

yazmanı dayandırma hadisəsinin baş vermə şərtini isə

$$F_{yd} = \begin{cases} 1; (U_{okq} < U_{yis}) \wedge (t \geq T_{dlm}) \\ 0; (U_{okq} \geq U_{yis}) \vee (t < T_{dlm}) \end{cases}$$

kimi yazmaq olar.

Yazma prosesi qeyd olunan alqoritmlə idarə edilirsə, yaddaş həcminə qənaət dərəcəsi danışıqlararası fasilələrin cəm müddəti və  $T_{dlm}$ -in seçilmiş qiyməti ilə müəyyənləşir. Yəni  $T_{dlm}$ -dən istifadə etməklə yaddaş həcminə qənaət əmsalını və seans müddətindəki müstəqil audiofraqların sayını optimal idarə etmək olar. Aparılan təcrübələr göstərir ki, metodun yaratdığı yaddaş həcminə qənaətin 1/4 hissəsini  $T_{dlm}$ -i tənzimləməklə, qalan hissəsini isə  $T_{dlm}$ -dən böyük fasilələrin yazma prosesindən çıxarılması hesabına əldə etmək olar. Yuxarıda qeyd olunan alqoritmlər üzrə formalaşdırılmış audiofayllar DSP-nin verilənlər yaddaşından birbaşa baza kompüterin sərt diskinə yazılır.

Aydındır ki, arxivləşdirilmiş “nitq sənədində” aktiv nitq hissəsi ilə bərabər fasilələrin autentikliyi də mühüm informativ əhəmiyyət daşıyarsa, danışıqların başvermə ardıcılığı ilə dinlənməsi təmin edilməlidir. Yəni danışıqların real ardıcılığını təmin etmək üçün audiobazadan oxunan audiofayllar kompressiyaya adekvat qayda üzrə dekompressiya olunmalıdır. Bu tələb aşağıdakı alqoritm üzrə həyata keçirilir.

Seans daxilində yazılış dayandırıldıqda fayl fraqlarının uçot atributlarının generasiyası ilə bərabər bu fraqların aralıq və ya sonuncu olması əlaməti də formalaşdırılır. İşdə belə əlamət kimi abonent şleyfinin vəziyyətindən istifadə edilmişdir. Yazma sistemi giriş siqnallarının səviyyəsi ilə bərabər abonent şleyfinin vəziyyətini də nəzarətdə saxlayır. İlk vəziyyətdə telefon dəstəyi qoyulmuşdur, şleyf qapalıdır və abonent xəttində qərarlaşmış gərginlik yüksək səviyyədədir (60 volt). Dəstəyin qaldırılması ilə şleyf açılır, gərginlik sıçrayışla aşağı səviyyəyə (12 volt) enir və sistemin kanal dövrəsi səs siqnallarını qəbul vəziyyətinə gətirilir. İlk audiofraqların başlanğıc uçot atributları ilə bərabər şleyfin açıq vəziyyətə keçməsi əlaməti də generasiya edilir (“1” səviyyəli marker formalaşdırılır).  $T_{dlm}$ -dən böyük fasilələr zamanı yazma dayandırılır və aralıq uçot atributları formalaşdırılır. Seans daxilində danışıq hissələrinin axtarışını asanlaşdırmaq məqsədilə böyük həcmli (uzun) audiofayllar müəyyən uzunluqlu fraqlara bölünür. Yazılış və fasilə müddətlərinin cəmi bu müddətə bərabər olduqda fayl hissəsi avtomatik bağlanır, aralıq uçot atributları və aralıq fraqlar əlaməti (“0” markeri – danışıqın bitməməsi əlaməti) formalaşdırılır. Seans daxilində müəyyən fasilələrdən sonra yaranan yeni danışıq fraqları da eyni qayda ilə formalaşdırılır. Son fayl hissəsinin və sonluq uçot atributlarının formalaşması isə şleyfin qapanması ilə (dəstəyin yerinə qoyulması) baş verir.

Oxuma prosesində müəyyən axtarış parametrlərinə görə bazadan seçilmiş seans fraqları fayl sətirlərindən identifikasiya edilir (“1” markerli birinci fayldan başlayaraq növbəti seansın “1” markerli birinci fayl fraqlarında) və operativ yaddaşa köçürülür. Fayl fraqlarının zaman atributlarına – tarix (il, ay, gün) və vaxt (saat, dəqiqə, saniyə) verilənlərinə görə iki ardıcıl yazılış arası fasilə müddəti hesablanır və uyğun sayda süni “sükut” siqnalları ilə (“boş baytlarla”) doldurulur. Bu əməliyyat seansdaxili bütün fraqlar üçün formalaşdırıldıqdan sonra vahid seans faylı şəklində çıxışa – Sound Blaster adapterinin rəqəm-analoq çeviricisi dövrəsinə ötürülür və səsləndirilir. Müqayisə məqsədilə adi AUQQ-nın audioverilənlər bazasının yazılış formatı şəkil 2a-da, təklif edilən metod üzrə format isə şəkil 2b-də göstərilmişdir.

KA	AVB- da ünvan	Başlanğıc uçot atributları (BA)	Qeydiyyat. verilən.	KB	Sonluq uçot atributları (SA)	Əlavə uçot atributları
TDQ	Seans №	-kanalın adı, №-si; -tarix (il,ay,gün); -vaxt (saat,dəq.,san.); -giriş tel. №-si; -iş növbəsi və s.	Səs, “sükut” siqn.	TDYQ	-tarix; -vaxt; -çixış tel. №-si və s.	-seans müddəti; -inf. həcmi, və s.

a)

ŞV	Seans №	Yazmaya başlama və dayandırma								FƏ
		BA	T <sub>0</sub>	F <sub>yb=1</sub> (YB)	<T <sub>dlim</sub>	F <sub>yb=1</sub> (YDE)	AA	>T <sub>dlim</sub>	F <sub>yd=1</sub> (F)	
TDQ	1.1	BA	T <sub>0</sub>	F <sub>yb=1</sub> (YB)	<T <sub>dlim</sub>	F <sub>yb=1</sub> (YDE)	AA	>T <sub>dlim</sub>	F <sub>yd=1</sub> (F)	1
TDYQ	1.2	F	AA	F <sub>yb=1</sub> (YB)	AA	>T <sub>dlim</sub>	F <sub>yd=1</sub> (F)		SA	0
TDQ	2.1	BA	T <sub>0</sub>	F <sub>yb=0</sub> (F)		AA	F <sub>yb=1</sub> (YB)		AA	1

b)

Şəkil 2. Audioməlumatların: a) adi AUQQ-də; b) təklif edilən kompressiya metodu üzrə yazılış formatları

**Qeyd:** KA, KB – kanalın aktivləşməsi və bağlanması; AVB – audioverilənlər bazası; AA, – aralıq uçot atributları; TDQ, TDYQ – telefon dəstəyinin qaldırılması və yerinə qoyulması; ŞV – şleyfin vəziyyəti; FƏ – fayl-fraqment əlaməti; YB, YDE – yazmaya başla, yazmanı davam et; F – fasilə.

Şəkildən görüldüyü kimi birinci seans iki fayl fraqmentindən ibarətdir və bu müddətdə siqnalın yazılışı alqoritmə uyğun olaraq iki dəfə dayandırıldığı üçün yazılacaq informasiyanın həcmi azalmışdır. Audiobazadan oxunan audiofaylların fasilə intervalları real fasilə siqnallarından fərqli “sükut” siqnalları ilə bərpa edildiyi üçün giriş və çıxış siqnalları arasında fərqlilik, deməli, xəta yaranır. Ona görə də fasilə siqnallarının müəyyən informasiya daşdığı hallarda bərpa siqnalları real “sükut” siqnallarına yaxın seçilməlidir.

Tutaq ki, giriş  $X_i$ , bərpa (dekompressiya) edilmiş çıxış siqnalları  $X'_i$   $N$  sayda seçimlərdən və  $m$  sayda hissələrdən ibarətdir.

$$i = \in [N_0 + 1; N_1] \cup [N_1 + 1; N_2] \cup \dots \cup [N_{m-1} + 1; N_m] \equiv [1; N]$$

Hissələr üzrə giriş və çıxış siqnalları arasındakı asılılıq:

siqnalın aktiv hissəsində

siqnalın fasilə hissəsində  
www.jpit.az

$$X \rightarrow X'$$

Giriş və çıxış siqnallarının aktiv hissələri heç bir manipulyasiyaya məruz qalmadığı üçün bu hissələrə düşən

$$X_{N_{j-1}+1}, X_{N_{j-1}+2}, X_{N_{j-1}+l} \quad l \in [1; N_j - N_{j-1}]$$

sayda uyğun giriş və çıxış seçimləri bərabərdir, deməli, aktiv hissənin bərpa xətası sifra yaxındır. Çıxış siqnallarının fasilələrinin bərpa xətası isə bu müddətdə generasiya edilən süni siqnalların girişin real “sükut” siqnallarına yaxınlıq dərəcəsi ilə ölçülür. Praktikada

$$X' = \begin{cases} X; \\ kX + b + c \cdot \sin(\omega t + \varphi); \end{cases}$$

bərpa məqsədilə, adətən, alçaq səviyyəli xıxıltı yaradan küyəbənzər siqnallardan istifadə edilir (fasilənin dinlənilməsi müəyyən xarakterik səslə müşayiət edilmədikdə oxuma dövrəsində nasazlığın yaranması fikri yarana bilər). Bu siqnal forma və səviyyəsinə görə real giriş siqnallarına mümkün qədər yaxın seçilir. Texniki realizasiya nöqtəyindən

$$X' = kx + b + c \sin(\omega t + \varphi)$$

funksiyası üzrə  $k, b, c, \omega, \varphi$  əmsallarını seçməklə generasiya edilən süni siqnalın dikliyini, absis oxuna görə sürüşməsinə, sinusoidal toplananının intensivliyini, tezliyini və s. parametrlərini tənzimləmək daha əlverişlidir.

Bu halda  $m$  hissəyə bölünmüş giriş və çıxış siqnallarının hər hansı  $j$ -cu hissəsinin orta kvadratik xətası (standart meyli):

$$\varepsilon_j = \frac{1}{N_j - N_{j-1}} \sum_{l=1}^{N_j - N_{j-1}} (X_{N_{j-1}+l} - X'_{N_{j-1}+l})^2$$

tam siqnal nəzərə alınmaqla aşağıdakı kimi hesablanı bilər:

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^{N_j - N_{j-1}} (X_{N_{j-1}+l} - X'_{N_{j-1}+l})^2$$

Təklif edilən metodun realizasiyası məqsədilə proqram işlənmiş [8] və tərəfimizdən hazırlanmış “Xəbərçi-1” və “Xəbərçi-1M” AUQQ-də [5, 9], eləcə də praktikada həyata keçirilmiş bir sıra layihələrdə (“AzTelekom” İB-də, Bakı metropolitenində və s.) tətbiq edilmişdir. Metodun tətbiqi sərt diskin yaddaş həcminə 40...60% qənaət etməyə imkan verir. Qeyd olunan parametrlərin qiymətləri təcrübi yolla:

$$U_{yis} = 10 \dots 15 \text{ dB}, T_t = 0,5 \dots 1 \text{ san.}, T_0 = 0,1 \dots 0,3 \text{ msan.}, T_{dm} = 2 \dots 5 \text{ san.}$$

intervalından seçilir. İşlənmiş proqramda qeyd olunan bütün şərti parametrlərin proqram yolu ilə tənzimlənməsi nəzərdə tutulmuşdur.

## Nəticə

Məqalədə audio-mining sistemlərinin əsas aparat vasitəsi olan audioməlumatların uçotu və qeydiyyatı qurğularının baza kompyuterinin yaddaş həcminə qənaət etməyə və kanalın buraxıcılıq qabiliyyətindən istifadə effektivliyini yüksəltməyə imkan verən kodlaşdırma metod və alqoritmlərin işlənməsi məsələsinə baxılır. İstifadəçilərin telefon danışqları zamanı yaranan fasilələrin müəyyən əlamətlərə görə identifikasiya edilməsi və bu müddət ərzində yazma prosesinin dayandırılması prinsipinə əsaslanan metod təklif edilmişdir.

Metodun realizasiyası məqsədilə proqram işlənmiş və tərəfimizdən hazırlanmış “Xəbərçi-1” və “Xəbərçi-1M” səs yazma qurğularında tətbiq edilmişdir. Bu qurğuların praktikada həyata keçirilmiş bir sıra layihələrdə (“AzTelekom” İB-də, Bakı Metropolitenində və s.) tətbiqi metodun adekvatlığını və effektivliyini təsdiq etmişdir.

## Ədəbiyyat

1. Донна Фласс. Анализаторы речи для Call-центров // Сети и системы связи, 2008, №2, с. 44-47.
2. Чубакова И.А. Data-mining. М.: ИНТУИТ, 2008, 384 с.
3. Энн Берднадц. Новое слова в аналитике // Computer World, Россия, 2005, №16, с. 52-53.
4. Блэр Плизант. Системы записи вызовов для Call-центров // Сети и системы связи, 2005, №2, с. 60-62.
5. Ağayev B.S. Korporativ audioinformasiya şəbəkələrində çoxkanallı rəqəm səs yazma və arxivləşdirmə sistemlərinin tətbiqi haqqında / “İnformasiyalaşdırma, kibernetika və İT-nin müasir problemləri” II Respublika elmi konfransının materialları, I c., Bakı, 2004, s. 165-167.
6. Маркин Д.Н. Разработка метода и технических средств компандирования спектров речевых сигналов. Дисс... канд.тех.наук, С-Петербург, 2008, с.193.
7. <http://www.upsystem.com.ua/support/prod8.html>.
8. Quliyev Q.A., Paşayev F.H., Ağayev B.S., Rəşidov M.Ə. Telefon danışqlarının uçotu və qeydiyyatı sistemlərinin bəzi proqram vasitələri haqqında // AMEA-nın xəbərləri. Fizika-texnika və riyaziyyat elmləri seriyası, 2009, XXIX, №3, s.121-124.
9. Əliquliyev R.M., Ağayev B.S., Rəşidov M.Ə. və b. Danışiq informasiyasının rəqəmli yazılması və dinlənilməsi üçün qurğu. AR Standartlaşdırma, metrologiya və patent üzrə dövlət agentliyi // Sənaye mülkiyyəti. Rəsmi bülleten, Bakı, №1, s. 18, Patent №İ. 2005 0122.



**УДК 004.934.2**

**Агаев Б.С.<sup>1</sup>, Алекперов Р.К.<sup>2</sup>**

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

<sup>1</sup>depart6@iit.ab.az, <sup>2</sup>rashid@iit.ab.az

**Метод компрессии без искажений для audio-mining систем**

В статье предложен метод компрессии без искажений для audio-mining систем. Метод позволяет сэкономить объем памяти жесткого диска устройства звукозаписи и повысить эффективность использования пропускной способности канала передачи. Кодирование не ухудшает качественных показателей записанных телефонных разговоров, так как не искажает амплитудно-частотных характеристик звуковых сигналов.

***Ключевые слова:** audio-mining, устройство учета и регистрации аудиосообщений, звуковые сигналы, компрессия, качество звуковых сигналов.*

**Agayev B.S.<sup>1</sup>, Alekperov R.K.<sup>2</sup>**

Institute of Information Technology, ANAS, Baku, Azerbaijan

<sup>1</sup>depart6@iit.ab.az, <sup>2</sup>rashid@iit.ab.az

**Method of compression without distortions for audio-mining systems**

The method of a compression without distortions for audio-mining systems is proposed in the article. The method allows to save memory size of sound recording device of hard disk and to raise the efficiency of utilization of channel traffic. Encoding doesn't deteriorate qualitative index of wiretaping as there is no distortion of amplitude-frequency characteristics of audible signals.

***Key words:** audio-mining, recorder of audio messages, voice signals, compression, quality of audible signals.*