

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУАЗИЯ
ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Л.Н. ГУМИЛЕВА

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY



16-18 маусым
Нұр-Сұлтан, 2022

«TURKLANG 2022»

«Түркі тілдерін компьютерлік өңдеу»
атты X халықаралық конференция
ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ

X Международной конференции
«Компьютерная обработка тюркских языков»

«TURKLANG 2022»

PROCEEDINGS

of the X International Conference
on Computer processing of Turkic Languages

«TURKLANG 2022»

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Л.Н. ГУМИЛЕВА**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY**

**«TURKLANG 2022»
«Түркі тілдерін компьютерлік өңдеу»
атты X халықаралық конференция
ЕҢБЕКТЕРІ
16-18 маусым 2022 ж.**

**ТРУДЫ
X Международной конференции
«Компьютерная обработка тюркских языков»
«TURKLANG 2022»
16-18 июня 2022 г.**

**PROCEEDINGS
of the X International Conference
on Computer processing of Turkic Languages
«TURKLANG 2022»
16-18 June 2022**

Нұр-Сұлтан, 2022

УДК 80/81:004
ББК 81.2:32-973
Т 90

Техникалық редакция:

Ергеш Б.Ж.
Елибаева Г.К.
Турсынова Н.А.

Т 90 ТҮРКІ ТІЛДЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК ӨНДЕУ. X халықаралық конференция: Еңбектері = КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ТЮРКСКИХ ЯЗЫКОВ. X международная конференция: Труды. / - Нұр-Сұлтан: «Булатов А.Ж.» ЖК, 2022.= Нур-Султан: ИП «Булатов А.Ж.»

ISBN 978-601-326-645-9

Жинақта «Түркі тілдерін компьютерлік өңдеу» атты X халықаралық конференция қатысушыларының баяндамалары енген.

Компьютерлік лингвистика бағыты бойынша оқитын студенттерге, магистранттарға, докторанттарға және мамандарға арналған.

Жинақ «BR11765535» Қазақ тілі мәдениетін арттыру және функцияларды кеңейту бойынша ғылыми-лингвистикалық негіздер мен IT-ресурстарды әзірлеу» бағдарламасы есебінен жарияланды.

В сборнике представлены доклады участников X международной конференции «Компьютерная обработка тюркских языков».

Предназначен для студентов, магистрантов, докторантов и специалистов специализирующихся в областях компьютерной лингвистика.

Сборник издан за счет средств программы BR11765535 «Разработка научно-лингвистических основ и IT-ресурсов по расширению функций и повышению культуры казахского языка».

УДК 80/81:004
ББК 81.2:32-973

ISBN 978-601-326-645-9

© Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2022

© Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 2022

ӘОК 781.1

¹Сакенова Ж.Ж., ²Маткаримов Б.Т.

^{1,2}Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Нұр-Сұлтан, Қазақстан

¹gioxkzs@gmail.com, ²matkarimov_bt@enu.kz

ТҮРКІ ТІЛДЕРІНДЕГІ ЖӘНЕ ТҮРКІ МУЗЫКАСЫНДАҒЫ ӘН ЖАЗБАЛАРЫНЫҢ МУЗЫКАЛЫҚ-КОРПУСЫ

Аңдатпа. Бұл мақалада түркі халықтарының музыкалық дәстүрлерінің байлығын зерттеу, соның ішінде музыкалық шығармаларды, әсіресе ән айтуды талдау үшін жаңа музыкалық корпустар мен есептеу технологияларын дамыту бойынша жүргізіліп жатқан жұмыстар сипатталған.

Бүкіл әлемде дыбыс технологияларын әзірлеуге үлкен қызығушылықтың бар екенін назарға ала отырып, біз түркі халықтарының музыкасын компьютерлік талдаудың өңірлік, сондай-ақ жаһандық мәнмәтінде жаңа технологияларын жинақтау және әзірлеу, сондай-ақ түркі музыкасының шығу тегі мен эволюциясы туралы қазіргі түсінігімізді кеңейту үшін музыкалық корпусты ұсынамыз. Бұл тақырып түркі халықтарының мәдени мұрасын сақтау және дамыту қажеттілігі тұрғысынан өзекті. Орталық Азияда тұратын түркі халықтарының (қазақтар, қырғыздар, өзбектер, түрікмендер, қарақалпақтар) музыкалық дәстүрлеріне баса назар аударылады.

Түйінді сөздер: мәдени мұра, корпус, музыкалық корпус, цифрлық технологиялар, түркі музыкасы.

UDC 781.1

¹Сакенова Ж.Ж., ²Маткаримов Б.Т.

^{1,2}Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Нур-Султан, Казахстан

¹gioxkzs@gmail.com, ²matkarimov_bt@enu.kz

МУЗЫКАЛЬНЫЙ КОРПУС ТЮРКСКОЙ МУЗЫКИ И ПЕСЕННЫХ ЗАПИСЕЙ НА ТЮРКСКИХ ЯЗЫКАХ

Аннотация. В данной статье описывается ведущая работа по изучению богатства музыкальных традиций тюркских народов, включая разработку новых музыкальных корпусов и вычислительных технологий для анализа музыкальных произведений, в особенности пения.

Принимая во внимание наличие большого интереса к разработке звуковых технологий во всем мире, мы предлагаем музыкальный корпус для коллекции и разработки новых технологий компьютерного анализа музыки тюркских народов, как в региональном, так и в глобальном контексте, а также расширения существующего понимания происхождения и эволюции тюркской музыки. Данная тема актуальна с точки зрения необходимости сохранения и развития культурного наследия тюркских народов. Основное внимание уделяется музыкальным традициям тюркских народов, проживающих в Центральной Азии (казахи, киргизы, узбеки, туркмены, каракалпаки).

Ключевые слова: культурное наследие, тюркская музыка, музыкальный корпус, вычислительные методы анализа музыки и пения.

UDC 781.1

¹Sakenova Zh.Zh., ²Matkarimov B.T.

^{1,2} L.N.Gumilyov Eurasian National University

Nur-Sultan, Kazakhstan

¹gioxkzs@gmail.com, ²matkarimov_bt@enu.kz

MUSICAL CORPORA OF SONG RECORDINGS IN TURKIC LANGUAGES AND TURKIC MUSIC

Abstract. This article describes the ongoing work to study the richness of Turkic people's musical traditions, including the development of new music corpora and computing technologies for the analysis of music, and especially singing.

Taking into account the great interest in the development of sound technologies around the world, we offer a musical corpus for the collection and development of new technologies for computational analysis of Turkic music, both in a regional and global context, as well as expanding the existing understanding of the origin and evolution of Turkic music. This topic is relevant from the point of view of the need to preserve and develop the cultural heritage of the Turkic peoples. The main attention is paid to the musical traditions of the Turkic peoples living in Central Asia (Kazakhs, Kirghiz, Uzbeks, Turkmen, Karakalpak).

Keywords: cultural heritage, Turkic music, music corpora, computational methods for analyzing music and singing.

1. Кіріспе

Бүгінгі таңда әлемде цифрлы технологиялардың кең ауқымда дамуына байланысты, цифрлық ақпараттар көлемі еселеп ұлғаюда, яғни

желіде миллиондаған ақпараттың ішінде өзіңе қажетті ақпаратты табу өте оңай, алайда сол миллиондаған ақпараттың ішінде түркі халықтарының музыкасының дыбыстық әлеміне жүргізілген зерттеулер жоқтың қасы. Бұл өте өкінішті жағдай, себебі Азия құрлығының орта бөлігіндегі байтақ аумақты мекендеген түркі халықтарының музыкасы-ұзақ тарихы мен бай дәстүрі бар бірегей құбылыс. Түркілер музыкасының дыбыстық әлемі әр түрлі және ерекшелігі, ол дыбыстардың кең спектрімен ерекшеленеді: төмен, обертоны бай, кеуде қуысы сыңғырлаған, фальцетті үндері жоғары және кернеулі. Әр түрлі «тығыздық» дәрежесі, биіктіктегі қозғалғыштығы бар, олар «ұлттық бірегейлік» ұғымынан бөлінбейді. Олардың тембрлік ерекшелігі, сондай-ақ жергілікті музыканттардың сезімтал және тазартылған есту қабілетінің болуы түркілердің музыкасының дыбыстық әлемі сияқты, әзірге арнайы зерттеу объектісіне айналмаған түпнұсқа дыбыстық жүйенің болуын көрсетеді.

Дәстүрлі музыкалық мәдениеттердің дамуының қазіргі кезеңінде социализм дәуірінің мәдени саясатының идеологиялық көзқарастарымен құрылған теория мен практика арасындағы тұжырымдамалық сәйкессіздікті жоюдың маңыздылығы барған сайын айқын бола түсуде. Дәстүрді «ауызша» немесе «халықтық» деп анықтау музыкалық құрылымдардың қалыптасуы мен дамуы туралы өзіндік тұжырымдаманың жоқтығын білдірмейді. Дәстүрлі мәдениетті «кәсібилендіру» тәжірибесінің нәтижесі тек дәстүрлі музыкалық аспаптардың ғана емес, сонымен қатар дәстүрлі музыкалық және дыбыстық жүйелердің бүкіл эстетикалық және нормативтік негізінің мутациясы екенін түсіну керек. Ал дәстүрлі мәдениеттер түбегейлі ауызша бола отырып, қалыптасу және даму процесінде әлі күнге дейін зерттелмеген білім берудің өзіндік тетіктері мен әдістерін жасады. Қазіргі уақытта ауызша есту типіндегі дәстүрлі мәдениеттердің тасымалдаушыларының табиғи өмірден кетуіне байланысты сөзсіз сандық төмендеуі байқалады, сондықтан әсер етудің әлсіреуі және олардың мәдениеттегі рөлінің төмендеуі байқалады. Дәстүрлі құндылық бағдарларында тәрбиеленбеген музыкалық мектептер, училищелер, консерваториялар мен университеттер, мәдениет және өнер академиялары түлектерінің саны айтарлықтай өскені байқалады. Диплом алған мамандардың санының өсуі академиялық (еуропалық) терминологияны белсенді түрде енгізе бастайды және музыкалық практикаға дәстүрлі мәдениетке тән емес бағалау критерийлерін енгізеді. Бұл дәстүрлі музыкалық мәдениеттер бойынша отандық және шетелдік ғалымдардың елеулі ғылыми еңбектері жеткілікті болған жағдайда. Дегенмен, Ғылыми зерттеулердің нәтижелері әзірше білім

беру жүйесіне дәстүрлі музыканттарын оқыту үшін пайдаланылатын оқу бағдарламаларын, оқу-әдістемелік құралдарды әзірлеу кезінде тартылмаған [1, 2].

Бұл білім ұрпақтан-ұрпаққа беріліп отырды және жазбаша түрде көрсетілмеген нақты заңдылықтарды білу міндеті дәстүрдің өзі емес, тек музыкатану ғылымының проблемасы болып табылмайды, сонымен қатар жаһандану заманында, цифрлық технологиялар дамыған заманда, цифрлық ақпараттандыру ғылымадарының басты мәселелерінің бірі болып табылуы қажет, себебі бұл ата-балаларымыздан қалған ерекшеліктерді біз мәңгілік өшпейтін ақпарат күйіне айналдыруымыз қажет. Өзіміздің дәстүрлі музыкалық мәдениетіміздің, басқа батыс елдерінен келген мәдениетпен араласып мутацияға ұшырамауына жол бермеу түркі халықтары аасындағы маңызды мәселелердің бірі.

Интернетте көптеген қазақ халық әндерінің ноталары жоқ, мысалы, «Елім-ай».

Халық музыкасының таралуы мен қолданылуы авторлық құқықпен шектелмейді, сонымен бірге жазылған әлемдік музыканың көп бөлігі авторлық құқық пен басқа да этикалық мәселелерге байланысты әлі күнге дейін қол жетімді емес.

Әр музыкалық мәдениеттің аудио-музыкалық жинақтары және ілеспе ақпарат цифрлық музыка жобасының негізін құрайды. Олар біздің зерттеу корпусымызды құрайды. Бірақ жақсы зерттеу корпусы дегеніміз не?

Зерттеу корпустарының дизайны зерттеу мәселесі болып табылады. Бұл корпустар барлық деректерге негізделген зерттеулерге сәйкес келуі керек, бірақ информатика тұрғысынан корпоративті дизайн принциптері туралы өте аз жазылған, сөйлеуді өңдеу және тіл білімі сияқты салаларда стандартты корпустарды қолдануға бірнеше сілтемелер бар, бірақ негізінен ғажайыптар туралы ештеңе жоқ.

Мәтіндік және дыбыстық корпустың дамуы сөйлеу технологиясындағы ең үлкен проблемалардың бірі болып табылады. Американдық Ағылшын сияқты тілдер үшін TIM IT, Wall Street Journal және Switchboard сияқты фонетикалық бай және үлкен корпустар қолданылады. Қазіргі таңда, түркі халықтарының зерттеушілерінің сөйлеуді және ән айтуды өңдеудегі ең үлкен мәселелерінің бірі фонетикалық бай мәліметтер базасының болмауы. Сол себепті жобаның мақсаты түркі халықтарының музыкасына морфологиялық және синтаксистік аннотацияланған аудио корпусын жасау болып табылады [3].

Зерттеу корпустары идеясын сынақ корпустары идеясымен шатастырмауымыз керек (сонымен қатар тест жинақтары деп те аталады). Зерттеу корпустары - бұл білімді кеңейту мақсатында

эксперименттер жүргізу үшін қолданылатын сенімді мәліметтер жиынтығы. Сынақ корпустары-бұл негізгі шындықтар, эксперименттерде қолданылатын құралдарды сынау, бағалау және калибрлеу үшін қолданылатын сенімді немесе жалған мәліметтер жиынтығы. Мұнда біз зерттеу корпусымен айналысамыз, осылайша зерттеу жұмысын орындау үшін белгілі бір музыкалық мәдениеттің мәнін көрсететін корпустар жасаймыз.

Жиналған деректер түрлері - бұл аудио жазбалар мен редакторлық метадеректер, олар бізде бар материалдар туралы сипаттамалық ақпаратпен, ал кейбір жағдайларда музыкалық ноталармен және ән мәтіндерімен толықтырылады. Корпустағы негізгі бөлім-аудио жазба және онымен бірге жүретін ақпараттық элементтер жиынтығы. Корпусты құру кезінде біз назарға алған негізгі критерийлер: мақсаты, қол жетімділігі, толықтығы, сапасы және қайта пайдалану мүмкіндігі.

Мақсаты: корпусты дамытудағы алғашқы қадам-шешілуі керек зерттеу мәселесін және қолданылатын зерттеу тәсілін анықтау. Біздің жағдайда біз негізінен әуен мен ырғаққа байланысты аудио жазбалардан музыкалық маңызды элементтерді алуға болатын әдістемелерді жасағымыз келеді. Тәсілдер сигналдарды өңдеу және машиналық оқыту әдістеріне негізделген; осылайша, корпус осы мақсатқа сәйкес келуі керек.

Қамту: Корпус зерттелетін барлық тұжырымдамалардың өкілі болып табылатын мәліметтерді қамтуы керек және біздің сандық көзқарасымызды ескере отырып, статистикалық маңызды болуы үшін әр дананың үлгілері жеткілікті болуы керек. Зерттеу үшін бізге аудио жазбалар, сонымен қатар әр музыкалық мәдениеттегі әр түрлі әуендер мен ырғақтарды қамтитын тиісті ілеспе ақпарат қажет.

Толықтығы: әр жағдайда әр аудио жазба деректер өрістерінің жиынтығымен толықтырылады және толықтық идеясы толтырылған өрістердің пайызымен, яғни корпустың қаншалықты толық екендігімен байланысты. Біздің корпустар үшін бұл негізінен редакторлық метадеректер мен әр аудио жазбамен бірге сипаттамалық ақпараттың толықтығына қатысты [4].

Сапасы: деректер сапалы болуы керек. Дыбыс жақсы жазылуы керек, ал ілеспе ақпарат дәл болуы керек. Мүмкін болған кезде біз жақсы дайындалған жазбаларды қолдандық, ал қосымша ақпарат сенімді көздерден алынды және сарапшылар тексерді.

Қайта пайдалану мүмкіндігі: зерттеу нәтижелері жаңғыртылуы керек, яғни корпусты зерттеу қоғамдастығы қолдана алады. Біздің жағдайда біз қазірдің өзінде жарамды немесе біздің қажеттіліктерімізге

бейімделуі мүмкін нақты ашық репозиторийлерді қолдануға назар аудардық.

Бұл мақалада біз қазақ-түрік тіліндегі әндерді орындалуын зерттеуге арналған жаңа музыкалық корпус құралдарын жасау бойынша жұмысымызды ұсынамыз.

2. Корпус дегеніміз не? Қандай түрлері бар?

Корпус-бұл белгілі бір мақсатпен жасалған табиғи тілдің жиынтығы, мәтін және сөйлеудің немесе белгілердің транскрипциясы. Көптеген қол жетімді корпустар тек мәтіндік болса да, мультимодальдық корпустар, соның ішінде ымдау тілінің корпустары көбейіп келеді. Мультимодальдық корпус - бұл бірнеше сенсорлық модальділікті немесе бірнеше өндірістік модальділікті қолданатын тілдік және коммуникативті материалдардың компьютерлік жиынтығы онда сенсорлық модальділікке көру, есту, жанасу, иіс немесе дәм, сонымен қатар сөйлеу, белгілер, көрініс, дене пішіні сияқты өндірістік модальділік кіреді және қимылдар. Яғни, мультимодальды корпус - бұл адамдар арасындағы бейне және аудио жазбалардың жиынтығы. Бірақ кез - келген аудио және видео материалдар жиынтығы корпус емес. Біріншіден, аудиовизуалды материалдар мұқият таңдалуы керек, ал мазмұны метадеректер көмегімен сипатталуы керек. Екіншіден, материал стандартталған форматта транскрипциялар мен аннотациялармен талданып, сипатталуы керек. Ең дұрысы, корпус-бұл кездейсоқ жиналған мәліметтер жиынтығын емес, мұқият іріктеу арқылы тілдің (немесе тілдің) өкілі болу үшін жасалған тілдік өнімдердің үлгілері. Корпустың қаншалықты өкілі, нақты зерттеу мәселесін ескере отырып, корпустың тепе-теңдігі мен үлгісімен анықталады. Біз өкілдікті сұраққа жауап ретінде қарастыра аламыз: бұл корпус тілдің тиісті жақтарын қаншалықты жақсы сипаттайды? Ортақ корпусты құру үшін барлық жастағы ерлер де, әйелдер де осы тілде сөйлейтін аймақтың әртүрлі бөліктерінен дайындалған тілдік үлгілерді және т. б. қосу керек [5, 6].

Өкілдік, тепе-теңдік және іріктеуге қатысты бірдей принциптер мәтіндік және мультимодальдық корпустарға да қатысты, және одан үйренуге болатын корпусты дамыту бойынша үлкен жұмыс бар. Деректерді таңдаудың әртүрлі тәсілдері бар. Мұның бір жолы-тілге «өнім» ретінде назар аудару және диалог немесе монолог немесе сценарий немесе риясыз сөйлеу сияқты тілдік материалдардың әртүрлі түрлерін сынап көру.

Тағы бір тәсілі - тілдің «өндірушісіне» назар аудару және жас, жыныс, әлеуметтік тап, ана /екінші тіл, білім деңгейі, мамандық және аймақтық шығу тегі сияқты спикердің сипаттамаларына негізделген

ақпарат берушілерді таңдау. Кейбір жағдайларда, мысалы, белгілі бір жұмыс орнындағы әріптестер арасындағы қарым-қатынасты жазу кезінде ақпарат берушілер таңдалады, өйткені олар спикердің сипаттамаларына емес, сол жерде жұмыс істейді. Мұндай корпустар жалпыға қарағанда мамандандырылған, бірақ деректерді талдауда динамиктердің сипаттамалары әлі де маңызды [6].

Музыкалық корпустың сөйлеу корпусынан ұқсастықтары мен айтарлықтай айырмашылықтары бар. Музыкалық және сөйлеу корпусының жалпы сипаттамалары:

- сандық аудиожазбалар ақпараттың негізгі тасымалдаушысы ретінде,

- бір мәтінге немесе музыкалық шығармаға арналған көптеген аудио жазбалардың болуы,

- аудиожазба мазмұнының аналитикалық және мағыналық сипаттамасы, көркемдік нюанстар мен екпіндер және т. б.,

- фразаларды, сөздерді, фонемаларды немесе ноталарды бөлектеу үшін уақыт белгілері бойынша аудио жазбаларды аннотациялау қажеттілігі,

- аудио жазбаларды талдау үшін сандық сигналдарды өңдеу әдістерін кеңінен қолдану.

Сөйлеу корпусынан айырмашылығы, музыкалық корпустың өзіндік ерекшелігі бар:

- дауысты дыбыстарды, соның ішінде дауысты дыбыстарды айту,

- бір аудио жазбада көптеген дауыстардың болуы, мысалы, әннің аспаптық сүйемелдеуі,

- музыкалық шығарманың көлемі, қарқыны, тоналдылығы, құрылымы, дауыс әуендері, үйлесімділік аккордтары және т.б. туралы деректерді қамтитын ноталық жазбаның болуы.

Мультимодальды корпустар жағдайында жазбалар студияда немесе нақты әлемде натуралистік жағдайда жасалған ба, жоқ па, маңызды аспект болып табылады. Сондай-ақ, кез-келген әрекетті байқамай қарау (мысалы, ата-ана мен бала үйде ойыншықтар жиынтығымен ойнайды) және нұсқауларға сәйкес тапсырманы орындайтын адамдардың жазбалары арасында айырмашылық бар (мысалы, екі ересек адам фильмді зертханалық жағдайда талқылайды).

3. Музыкалық корпус және аудио файлды спектрлік талдау

Түркі халықтарының музыкасына арналған жаңа музыкалық корпус технологияларын жасау дәл таңбаланған және аннотацияланған денелерді қажет етеді.

DS/ML саласындағы соңғы жылдардағы негізгі бағыт-бұл NLP, әсіресе трансформатор архитектурасына негізделген нейрондық

желілерді пайдалану перспективалары [7]. Олар дауыстық көмекші жүйелерде де қолданылады, ал дауыстық көмекшілер біздің өмірімізге берік енеді. Алайда, дауыстық көмекшілердің жетістігінің маңызды құрамдас бөлігі-бұл «дауыстық», яғни оларға жүгіну дауыс арқылы жүзеге асырылады, яғни дыбыс. Көбінесе дыбыстық сигналмен жұмыс дыбысты да, спектрограмманың бейнесін де талдау арқылы жасалады.

Дәстүрлі түрде, сандық дыбыстық жазбада Аудио трек дыбыстық толқынның пішінін (waveform), яғни дыбыс амплитудасының уақытқа тәуелділігін көрсететін осциллограмма түрінде ұсынылады. Бұл қойылым тәжірибелі дыбыс инженері үшін өте айқын: осциллограмма дыбыстағы негізгі оқиғаларды, мысалы, дыбыс деңгейінің өзгеруін, шығарманың бөліктері арасындағы үзілістерді және көбінесе аспаптың жеке жазбасындағы жеке жазбаларды көруге мүмкіндік береді. Бірақ осциллограммада бірнеше аспаптардың бір уақытта дыбысы «араласады» және сигналды визуалды талдау қиынға соғады. Алайда, біздің құлағымыз кішкентай ансамбльдегі жеке аспаптарды оңай ажыратады. Бұл қалай болады?

Аса күрделі дыбыстық тербеліс құлаққа тигенде, ол бірқатар есту жүйелері көмегімен ұлулар деп аталатын мүшеге беріледі. Ұлулар-спиральға бұралған серпімді түтік. Ұлулардың қалыңдығы мен қаттылығы шетінен спиральдың ортасына қарай біртіндеп өзгереді. Күрделі тербеліс ұлулардың шетіне түскенде, бұл ұлулардың әртүрлі бөліктерінің кері тербелістерін тудырады. Бұл жағдайда ұлулардың әр бөлігінің резонанстық жиілігі әртүрлі. Осылайша, ұлулар күрделі дыбыстық тербелісті жеке жиілік компоненттеріне бөледі. Есту нервтерінің жеке топтары ұлулардың әр бөлігіне сәйкес келеді, олар ұлулардың миға ауытқуы туралы ақпарат береді [8]. Нәтижесінде жиілікте ыдыраған дыбыс туралы ақпарат миға түседі және адам жоғары дыбыстарды төмен дыбыстардан оңай ажыратады. Сонымен қатар, біз көп ұзамай көретін болсақ, дыбыстың жиіліктерге бөлінуі полифониялық жазбадағы жеке құралдарды ажыратуға көмектеседі [9], бұл редакциялау қабілетін едәуір кеңейтеді.

Спектрлік талдау бұл музыкалық файлдағы деректерді көрсетудің көрнекі тәсілі. Әр музыкалық нотаға белгілі бір жиілік сәйкес келеді: төмен ноталар төмен жиіліктерге, ал жоғары ноталар жоғары жиіліктерге сәйкес келеді. Барлық жиіліктер музыкалық файлдың ұзақтығына қатысты барлық жиіліктердің графикалық көрінісі болып табылатын спектрлік диаграммада (спектрограмма) көрсетіледі. Жиіліктер герцпен (Гц) және килогерцпен (1000 Гц) өлшенеді. Адамның дыбыстық сезімталдығының диапазоны 20 герцтен 20 килогерцке дейін (20000 герц).

Спектрограммалар файлдың барлық деректерін көрсететіндіктен, әннің кодталғанын немесе жоқтығын анықтау қажет болса, олар жақсы көмек болады. Әр аудио файлда жиіліктің салыстырмалы стандарты бар.

Аудио файлдарға спектрлік талдау жүргізу үшін Adobe Audition ((Windows немесе Mac OS үшін), Audacity (Windows, Mac OS, Linux) немесе SoX (Windows, Mac OS, Linux, бірақ тек пәрмен жолынан) қолдануға болады. Жобадағы барлық спектрограммалар Audacity (Windows, Mac OS, Linux) бағдарламасы көмегімен қаралды.

Алынған спектрлік деректерді қолдана отырып, ән синтезін жасау жоспарлануда [10]. Спектрлік талдау үшін барлық қажетті скрипттер MathWorks MATLAB ортасында дайындалады.

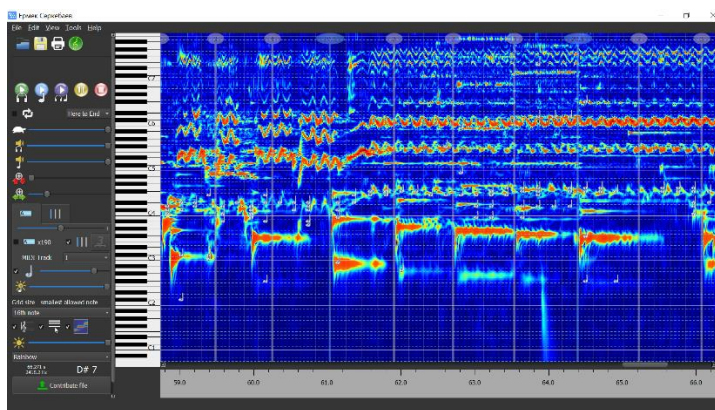
Біз әр түрлі ашық және жеке көздерден музыкалық аудиожазбалар жинауды жоспарлап отырмыз: 1) A Capella әнін жазамыз, 2) Әр түрлі деректер көздерінен түркі музыкасының цифрландырылған тарихи жазбалары, 3) VocalSet [11], The Million Song [12], 4) vocalset [11] сияқты қоғамдық мәліметтер жиынтығы. 5) ноталардан немесе MIDI файлдарынан жасалған. Сондай-ақ, Smithsonian Folkways Recordings сияқты көптеген коммерциялық көздер бар, олардың ішінде Орта Азия халықтарының музыкалық үлгілері бар. Біздің музыкалық корпустың кейбір мәліметтері GitHub платформасында орналастырылады және барлығына қол жетімді болады.

Адам дауысы-зерттеу үшін ең күрделі және қызықты музыкалық аспап. Ән айтудың көптеген аспектілері әлі күнге дейін әншілердің денесінде және денесінде физикалық өлшеу құралдарын қолданудың практикалық мүмкін еместігіне байланысты зерттелмеген, атап айтқанда резонанстық ән мен ән дірілінің ерекшеліктері толық түсінілмейді [13,14] – ән айту кезінде пульсирленген дыбыс/жиілік өзгерісі. Осыған байланысты, біз ән жазуға ерекше назар аударамыз капелла – сүйемелдеусіз.

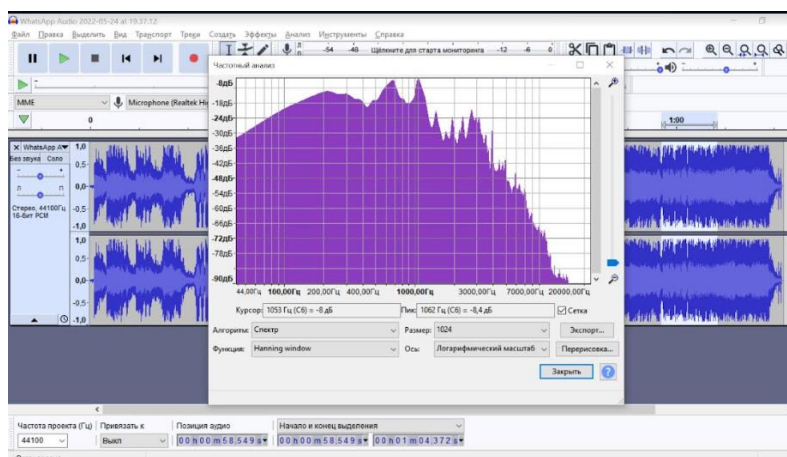
Жиналған музыкалық жазбалар үшін мәтіндер, Музыка және аудио деректерді қамтитын музыкалық аннотациялар жасаймыз: 1) сөздер немесе дауысты дыбыстар, 2) ноталар, 3) фразалар үшін уақыт белгілері және 4) жиілік спектрі мен спектрограммаларды қоса алғанда, дыбыстық сигналдың сипаттамалары.

Спектрлік талдау сигналдарды талдауға негіз болады. Мұнда спектрді талдау үшін үш қарапайым үлгіні (синусоидалы толқын, тікбұрышты толқын, Шу) қолданамыз. Қазақта лирикалық сезімге тұнып тұрған халық әндері қаншама? Соның бірі — бәрімізге белгілі «Япурай» әні. Сурет 1 – де халық әні «Япурай» әнінің «Маржан тағарай» фрагмент бөлігінің AnthemScore бағдарламасындағы спектрограмма

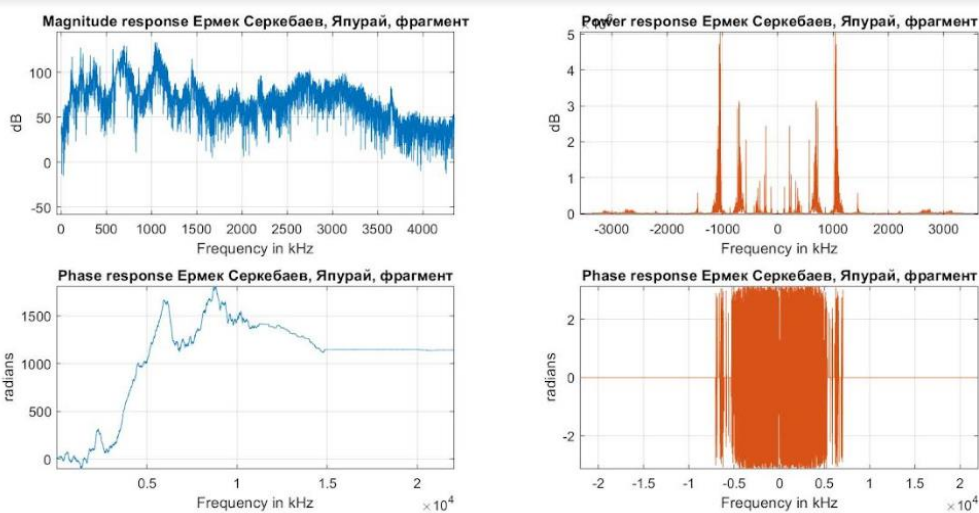
ұсынылып отыр, сонымен қатар қандай ноталарға сәйкес екені көрсетілген, алайда ноталарды анықтауда қателіктер туындайды, сол қателіктердің мүмкін болу ықтималдылығын азайту үшін, спектралды талдау жасайтын барлық бағдарламаларға талдау жүргізу аса қажет. «Audacity» бағдарламасын қолдана отырып, Фурье түрлендіруін әртүрлі терезе формаларымен, спектрлік талдаудың мысалы ретінде «Япурай» халық әнінің спектрлық диаграммасын Сурет 2– де ұсынылып отыр, ал «MathWorks Matlab» бағдарламасында скрипттар дайындалып жасалған спектрлік диаграмманы Сурет 3 – де көрсетілген.



Сурет 1 – Ермек Серкебаев, Япурай, «Маржан тағар-ай» бөлігінің (Тақиялы періште), AnthemScore спектрограмма



Сурет 2 - Ермек Серкебаев, Япурай «Маржан Тағар-ай» (тақиялы періште), «Audacity», бағдарламасындағы спектрлік диаграммасы



Сурет 3 - Ермек Серкебаев, Япурай «Маржан Тағар-ай» (тақиялы періште) халық әнінің «MathWorks Matlab» бағдарламасындағы спектрлік диаграммалар

Жоғарыда айтылған технологияларды қолдана отырып, бірінғай түркі елдерінің музыкасының тарихына арналған, музыкалық ерекшеліктерін арналған платформа жасау, яғни қазіргі таңда бар бағдарламалардың кемшіліктерін анықтау арқылы, барлық түркі халықтарының музыканттарының жазбаларының деректер қорын цифрландыру арқылы өскелең ұрпаққа өшпес мұра қалдыру. Яғни платформа ішінде спектограммалар арқылы аудио файлдан ноталар құрауды, сонымен қатар, мәтіндерді шығару бойынша жұмыстар жүргізіліп жатыр.

4. Қорытынды

Қорытындылай келе, бұл мақалада музыкалық ақпаратты зерттеуге арналған музыкалық корпустарын жасауды қарастырдық.

Корпусты құру - бұл күрделі және қымбат жұмыс, оны көптеген зерттеу жобаларында орындау оңай емес. Жұмыс әлі аяқталған жоқ, бірақ біз қазірдің өзінде жиналған коллекциялар зерттеу қоғамдастығы үшін және жобаның нақты міндеттерінен тыс музыкалық ақпаратты зерттеу үшін құнды болуы керек деп санаймыз. Себебі түркі халықтарының музыкалық өнері әлемгі үлгі болатын, ерекше өзіндік құрылымы бар дүние. Ата – бабамыздың мұрасын сақтап қалып, жастарға дәріптеу, цифрлық ақпараттардың кең ауқымда даму заманында тек жастардың қолында.

Әдебиеттер тізімі

1. Утегалиева С. (2017). Звуковой мир музыки тюркских народов (на материале инструментальных традиций Центральной Азии), 2017.- 527 с.
2. Кароматли, Ф. (1994) Музыкальное наследие тюркских народов в наши дни // Тезисы I Междуна-родного симпозиума «Музыка тюркских народов». Алматы.
3. Godfrey, J., Holliman, E., McDaniel, J. (March, 1992). SWITCHBOARD: telephone speech corpus for research and development. ICASSP-92: 1992 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing.
4. Panteli, M., Emmanouil, B., and Simon, D. 2018. “A Review of Manual and Computational Approaches for the Study of World Music Corpora.” *Journal of New Music Research* 47 (2): 176–89.
5. Patrick, E. (2021). An overview of cross-cultural music corpus studies. *Oxford Handbook of Music and Corpus Studies*. New York: Oxford University Press, 2021, 2-7.
6. Nilsson, B., Kristina. (January, 2013). What is a corpus and why are corpora important tools? Nordic seminar: How can we use sign language corpora?, Copenhagen, Denmark, December 12-13, 2013, 2-4.
7. Choi, K., Fazekas, G., Sandler, M., & Cho, K. (2017, March). Convolutional recurrent neural networks for music classification. In 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (pp. 2392-2396). IEEE.
8. Алдошина, И., (1999). Основы психоакустики. Часть 1, 4-6, 1999.
9. Mitsui, K., Saito, Y., Koriyama, T., Tanji, J. and Saruwatari, H. (2019). «JVS corpus: free Japanese multi-speaker voice corpus» arXiv, vol. abs/1908.06248, 2019.
10. Lee, S. W., & Dong, M. (2011). Singing voice synthesis: Singer-dependent vibrato modeling and coherent processing of spectral envelope. In Twelfth Annual Conference of the International Speech Communication Association.
11. Wilkins, J., Seetharaman, P., Wahl, A., & Pardo, B. (2018, January). VocalSet: A Singing Voice Dataset. *Proceedings of the 19th International Society for Music Information Retrieval Conference, ISMIR 2018*, 468-474.
12. McFee, B., Bertin-Mahieux, T., Ellis, D. P., & Lanckriet, G. R. (2012, April). The million song dataset challenge. In *Proceedings of the 21st International Conference on World Wide Web* (pp. 909-916).
13. Arroabarren, I., & Carlosena, A. (2004). Vibrato in singing voice: the link between source-filter and sinusoidal models. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2004(7), 1-14.
14. Loni, D.Y., Subbaraman, S. (2019). Timbre-Vibrato Model for Singer Identification. In: Satapathy, S., Joshi, A. (eds) *Information and Communication Technology for Intelligent Systems . Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 107. Springer, Singapore.