ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТІРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Алметова Еркемай Максатовна

# «Қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесін жасау»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**
Кафедра меңгерушісі
техника ғылымдарының кандидаты
_____ Е. Таштай
«20» ____05____ 2025 ж.

# ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесін жасау»

6В06201 – «Телекоммуникация»

Орындаған: Алметова Е.М.

Пікір
Пікір беруші
М.Тынышбаев атындағы ALT университеті, PhD, «АКТ» кафедрасының ассистент профессоры
_____Мәдібайұлы Ж.
«20» ____05____ 2025 ж.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ, т.ғ.м., Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасының аға оқытушысы
_____ Марксұлы С.
«20» ____05____ 2025 ж.

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6В06201 Телекоммуникация

**БЕКІТЕМІН**
Кафедра меңгерушісі
_____Е. Таштай
«31» ____01____2025 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға**
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Алметова Еркемай Максатовна*

Тақырыбы *«Қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесін жасау»*

Университет ректорының *«29» қаңтар 2025 ж. №26 П/Ө бұйрығымен бекітілген.*

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«30» сәуір 2025 ж.*

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *1) Аппараттық негіз: Raspberry Pi немесе Arduino платформасы. 2) Дыбыстық процессор: Миниатюрлі динамик және микрофон модулі (ReSpeaker 2-Mics Pi HAT). 3) Дауысты тану және синтез үшін Google Speech-to-Text API немесе CMU Sphinx. 4) Дауысты басқару Python негізінде арнайы жазылған бағдарламалық модульдер. 5) Энергиямен жабдықтау: Литий-ионды аккумулятор немесе тұрақты 5В қуат көзі.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: *а) Smart колонка жүйесінің қазіргі жағдайы мен даму бағыттарын зерттеу. б) Қазақ тілінде диалогтық интерфейс құрудың ерекшеліктері мен қиындықтарын талдау. в) Дауысты тану және синтездеу алгоритмдерін зерттеу және енгізу. г) Пайдаланушы сұраныстарын өңдеу және жауап қайтару алгоритмін әзірлеу. д) Smart колонкаға арналған аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етуді жобалау. е) Жүйені тестілеу және пайдаланушылармен тәжірибеден өткізу.*

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 1) *Russel, S., & Norvig, P. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson Education. ISBN: 978-0136042594. 2) Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). Speech and Language Processing. Pearson Education. ISBN: 978-0131873216. 3) Monk, S. (2022). Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-*

*1264257352. 4) Виллен М. "IoT-программирование. Создание приложений для интернета вещей." ISBN: 978-5-4461-1477-6. 5) Официальная документация Google Cloud Speech-to-Text API.*

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

**КЕСТЕСІ**

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі | Ескерту |
|---|---|---|
| Диплом жұмысының тақырыбын талдау | 04.01.2025 - 01.02.2025 | орындалды |
| Теориялық ақпарат | 01.02.2025 - 01.03.2025 | орындалды |
| Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу | 01.03.2025 - 30.05.2025 | орындалды |

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

**қолтанбалары**

| Бөлімдер атауы | Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қолы |
|---|---|---|---|
| Диплом жұмысының тақырыбын талдау | Марксұлы С. ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м. | 13.06. 2025 | |
| Теориялық ақпарат | Марксұлы С. ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м. | 29.04. 2025 | |
| Норма бақылау | Досбаев Ж.М. ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы, PhD | 19.05. 2025 | |

Ғылыми жетекшісі Марксұлы С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы Алметова Е.М.

Күні «02» ақпан 2025 ж.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін смарт колонка жүйесін жасау қарастырылды. Ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы барысында жасанды интеллект және табиғи тілдерді өңдеу технологиялары кеңінен қолданылып, смарт құрылғылардың қызметі күрделеніп келеді. Қазақ тілінде жұмыс істейтін дауыстық ассистенттердің тапшылығы мен тілдің морфологиялық ерекшеліктері жобаның өзектілігін арттырды. Жұмыста смарт колонкалардың құрылымы, функциялары, қазақ тіліне бейімделген дауысты тану және табиғи тілдерді өңдеу алгоритмдері зерттеліп, қазақ тілінде жоғары сапалы дауыстық көмекші жасауға бағытталған жүйе әзірленді. Жүйенің техникалық сипаттамалары мен архитектурасы ұсынылып, тәжірибелік тестілеу нәтижелері келтірілді. Бұл жоба қазақ тілінің цифрлық кеңістіктегі қолжетімділігін арттыруға және ақылды үй экожүйесін дамытуға үлес қосады.



## АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается разработка системы смарт-колонки, работающей на казахском языке на основе диалогового взаимодействия. В условиях стремительного развития информационных технологий искусственный интеллект и технологии обработки естественного языка все активнее применяются для создания сложных смарт-устройств. Недостаток голосовых ассистентов, работающих на казахском языке, а также морфологические особенности языка определили актуальность проекта. В работе изучены структура и функции смарт-колонок, алгоритмы распознавания речи и обработки естественного языка, адаптированные под казахский язык. Представлены технические характеристики и архитектура системы, а также результаты экспериментального тестирования. Проект способствует расширению цифровой доступности казахского языка и развитию умной домашней экосистемы.



## ABSTRACT

This thesis focuses on the development of a smart speaker system operating in the Kazakh language based on dialogue interaction. With the rapid advancement of information technologies, artificial intelligence and natural language processing (NLP) technologies are increasingly utilized to create sophisticated smart devices. The scarcity of voice assistants supporting the Kazakh language, coupled with its unique morphological features, underscores the importance of this project. The study examines the structure and functions of smart speakers, speech recognition algorithms, and natural language processing methods adapted for Kazakh. A high-quality Kazakh-language voice assistant system was developed.

# МАЗМҰНЫ

# КІРІСПЕ

Ақпараттық технологиялардың үдемелі дамуы қазіргі қоғамның ажырамас бөлігіне айналып, жасанды интеллект (AI) және заттар интернеті (IoT) секілді заманауи шешімдер адамның күнделікті өмірін түбегейлі өзгертіп жатыр. Осындай технологиялардың бірі – смарт колонкалар, олар тек музыка ойнау, ауа райы туралы ақпарат беру немесе үй құрылғыларын басқару сияқты қарапайым қызметтерді ғана емес, күрделі диалогтар жүргізу, мәтіндерді талдау және нақты уақыттағы ақпаратты өңдеу мүмкіндіктерін де ұсынады. Смарт құрылғылардың танымалдығы өсіп келе жатқан қазіргі кезеңде қазақ тілінде жұмыс істейтін диалогтық негіздегі смарт колонка жүйесін әзірлеу өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Осы дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты – қазақ тілінде жұмыс істейтін смарт колонка жүйесін жасау. Бұл жоба қазақ тілінде сөйлейтін пайдаланушыларға жоғары сапалы дауыстық көмекші ұсыну арқылы ақпаратқа қол жеткізу және ақылды үй құрылғыларын басқару мүмкіндіктерін кеңейтуге бағытталған. Сонымен қатар, бұл жоба қазақ тілінің цифрлық кеңістіктегі орнын нығайтып, оның қолжетімділігін арттыруды көздейді.

Жобаның негізгі міндеттері мыналардан тұрады: ақылды үй экожүйесіндегі смарт колонкалардың құрылымдары мен функцияларын зерттеу, қазақ тілінде жұмыс істейтін диалогтық жүйе құрудың ерекшеліктерін талдау, дауысты тану және табиғи тілдерді өңдеу (NLP) технологияларын зерттеу, қазақ тіліне бейімделген диалогтық алгоритмдерді әзірлеу, жүйенің техникалық сипаттамалары мен архитектурасын құру, сондай-ақ жобаланған жүйені тестілеу және пайдаланушылармен тәжірибеден өткізу.

Бұл жобаның өзектілігі жоғары. Қазіргі таңда қазақ тілді пайдаланушылар үшін заманауи смарт құрылғылардың қолжетімділігі шектеулі. Көптеген халықаралық смарт құрылғылар ағылшын, қытай және испан сияқты кең таралған тілдерге бейімделген, ал қазақ тілі сияқты өзіндік морфологиялық және фонетикалық ерекшеліктері бар тілдер жиі назардан тыс қалады. Бұл қазақ тілінде жұмыс істейтін дауыстық көмекшілерді әзірлеудің қажеттілігін арттырады. Қазақ тілі – қыпшақ тобына жататын түркі тілдерінің бірі және оны 16 миллионнан астам адам қолданады. Сондықтан қазақ тілінде жұмыс істейтін смарт колонка жүйесін әзірлеу тілдік қолжетімділік пен мәдени инклюзияны қамтамасыз етуге бағытталған маңызды қадам болып табылады.

## 1 Смарт колонкалар және қазақ тіліндегі дыбыстық ассистенттерді дамытуға шолу

### 1.1 Ақылды үй экожүйесіндегі смарт колонкалардың құрылымы мен функцияларына шолу

Қазіргі таңда технологиялар қарқынды даму үстінде, оның айқын бір себебі жасанды интеллект арқылы смарт колонканы басқару. Смарт колонка - дауыстық командаларды орындауға, сұрақтарға жауап беруге және жасанды интеллект арқылы басқаруға қабілетті.

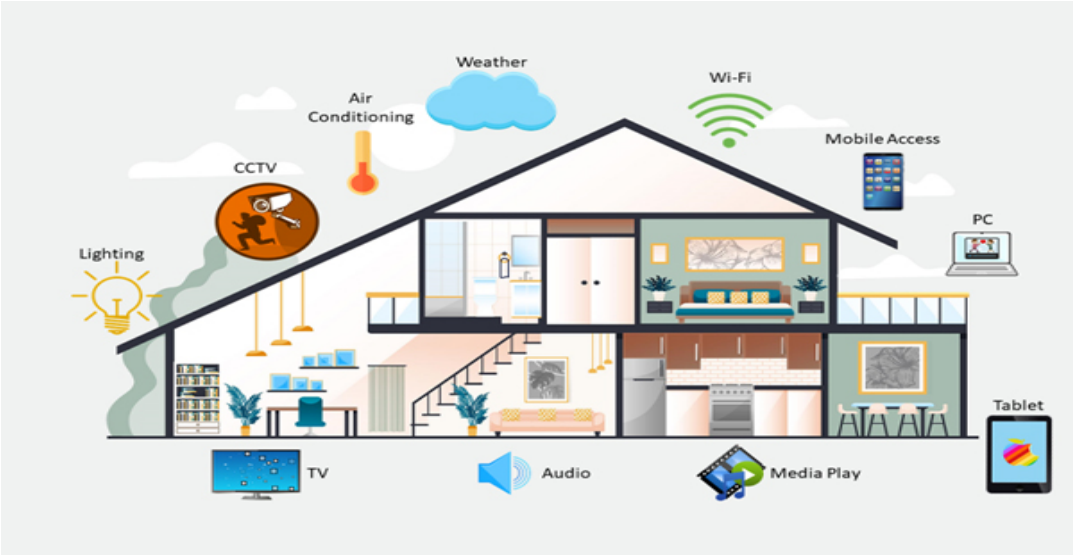
Ақылды колонка жүйесінің негізгі бөлігі – сөйлеуді тану технологиясы, ол құрылғыға айтылған командаларды түсініп, оларға жауап беруге мүмкіндік береді. Жасанды интеллект-тілдерді өңдеу және заттар интернеті IoT саласындағы жетістіктерді ескерсек соңғы жылдары ақылды динамик жүйелерінің дамуын жеделдетті. Бұл жүйелер пайдаланушыларға дауыстық командалар арқылы әртүрлі функцияларды басқаруға мүмкіндік беретіндіктен, адам мен компьютер арасындағы өзара әрекеттесу тәсілін түбегейлі өзгертіп жатыр. Алайда, қазіргі нарықтағы смарт құрылғыларының шешімдерінің көпшілігі негізінен кең таралған тілдерге бағытталған, сондықтан жергілікті тілдер мен әртүрлі тілдік ерекшеліктерге бейімделген қосымшаларда ақаулықтар бар. Қазақ тілінде сөйлейтін тұтынушылар үшін диалогқа негізделген архитектурасы бар. Сондай-ақ қазақ тілін толық меңгерген смарт құрылғының жүйесін жасау күнделікті өмірге қолжетімді [1].

Ақылды үй технологияларының дамуына байланысты дауыспен басқарылатын көмекшілер мен ақылды динамиктер күнделікті өмірдің ажырамас бөлігіне айналды. Алайда, бұл жүйелердің көпшілігі ағылшын, қытай және испан сияқты кең таралған тілдерге бағытталған, ал қазақ тілі сияқты өзіндік фонетикалық, морфологиялық және синтаксистік ерекшеліктері бар тілдер жиі назардан тыс қалады. Осы ақаулықты жою үшін қазақ тілін тиімді әрі табиғи түрде түсініп, өңдеп, дыбыстай алатын ақылды динамик жүйесін жасау қажет [2].

Қазақ тілі – қыпшақ тобына жататын түркі тілдерінің бірі және оны 16 миллионнан астам адам қолданады. Бұл агглютинативті тілге тән негізгі ерекшеліктердің бірі – үндестік заңы және грамматикалық, синтаксистік құрылымдарды құрудағы жалғау жүйесіне тәуелділік. Табиғи тілдерді өңдеу NLP (Natural Language Processing) үлгілері үшін бұл ерекшеліктер үлкен қиындықтар тудырады, әсіресе алдын ала белгіленген фонетикалық құрылымдар мен грамматикалық ережелерге сүйенетін жүйелер үшін.

Ағылшын тілінде мағына негізінен сөз тәртібі арқылы анықталса, қазақ тілінде морфемалар мен жалғаулар маңызды рөл атқарады, бұл дәлме-дәл сөйлеу синтезі мен тану үшін күрделі морфологиялық талдауды қажет етеді [2]. Пайдаланушылар құрылғының қазақ тілінде жаңалықтар, навигация және ауа райы болжамын ұсынып, ақылды үй құрылғыларын басқара алатынын күтеді. Бұл үшін аймақтық қызмет көрсетушілермен ынтымақтаса отырып, бар

жүйелермен үйлесетін API (Application Programming Interface) интерфейстерін әзірлеу қажет [3]. Ақылды үй құрылғылары мен дауыстық көмекшілердің әлемде кең таралуына байланысты қазақ тілінде сөйлейтін ақылды колонкаға деген қажеттілік артып келеді. Мұндай жүйенің басты мақсаты – қолданушыларға шет тілін білмей-ақ сұрақ қоюға, жауап алуға, ақылды үй құрылғыларын басқаруға және әртүрлі цифрлық қызметтерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін ыңғайлы құрылғы [4]. Ақылды үйді қәзіргі уақытта дауыспен басқару әлдеқайда ыңғайлы және соның айқын көрінісі 1.1-суретте бейнеленген.




1.1-сурет – Ақылды үйдің артықшылығы [5]

Қазақ тілді қолданушылар үшін жасанды интеллектті қолжетімді ету – қазақ тілінде сөйлейтін, диалогқа негізделген ақылды колонка жүйесін жасауға бағытталған үлкен қадам. Соңғы жылдары Apple Siri, Google Assistant және Amazon Alexa сияқты технологиялық алпауыттар басқаратын ақылды колонкалар айтарлықтай дамып келе жатыр. Дегенмен, қазақ тілін түсініп, жауап бере алатын ақылды колонкалар әлі де аз. Бұл нарықтық бос орын қазақ тілінде табиғи және тиімді сөйлесуді өңдейтін, жергілікті қолданушыларға бейімделген AI-көмекшісін жасау мүмкіндігін ұсынады.

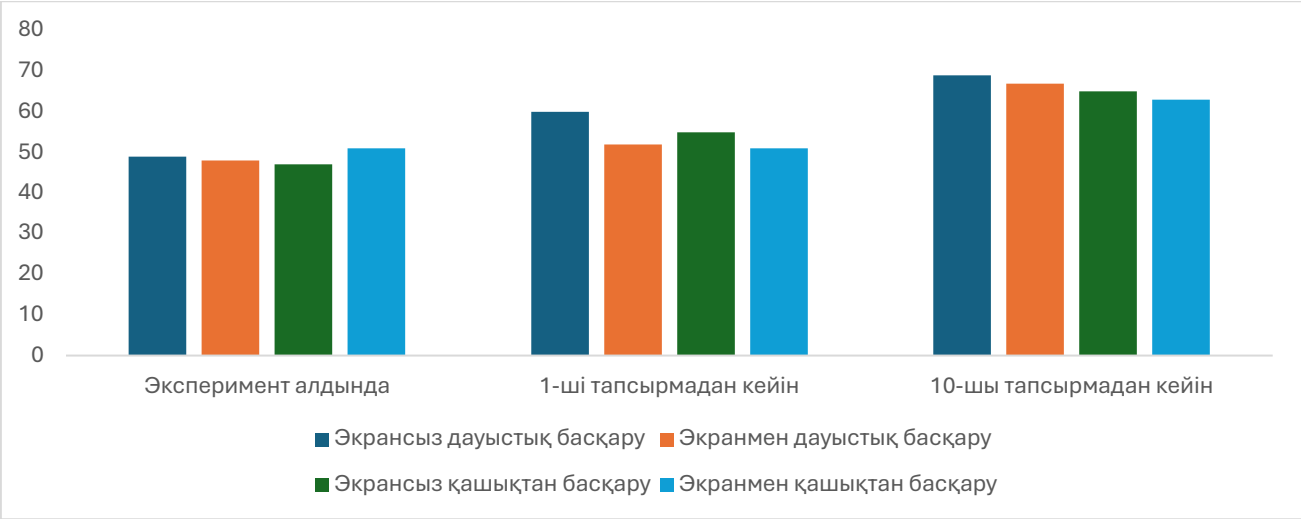
Қазақ тілінде сөйлейтін ақылды колонканы жасаудағы негізгі қиындықтардың бірі – сенімді диалог жүйесін қалыптастыру. Коммерциялық ақылды колонкалардың көпшілігі кең таралған тілдерге, әсіресе ағылшын тіліне бейімделген кең көлемді табиғи тіл өңдеу NLP модельдеріне негізделген. Алайда, қазақ тіліндегі деректер қорының тапшылығына байланысты, бұл тілге ерекше тәсіл қажет. Қазіргі көп тарапты диалогтық жүйелерде күрделі диалог үлгілерін модельдеу үшін графтық нейрондық желілер жиі қолданылады. Бірақ бұл әдістер қазақ тіліне арналған көмекші құру үшін аса тиімді болмауы мүмкін, себебі олар жоғары есептеу қуатын қажет етеді және үлкен деректер жиынтығына тәуелді.

Диалогтық жауап қалыптастыруды жақсарту үшін контрастивті оқыту әдістерін қолдану – баламалы шешім бола алады. Контрастивті оқыту ауқымды белгіленген деректер жиынтығына тәуелді болмай, спикерлер мен диалогтық контексттерді ажыратуға көмектеседі. Бір әңгіме аясында әртүрлі спикерлердің айтқан сөздерін ажыратуға модельді үйрету арқылы, табиғи диалогты тиімді басқаратын спикерге бағытталған жүйе жасауға болады. Бұл әдіс көп тарапты диалогтарды модельдеу кезінде жауаптардың маңыздылығы мен сәйкестігін жақсартуға оң ықпал етеді [6].

Сөйлесуді түсіну мен сөйлеушіні анықтау маңызды мәселелердің бірі. Ақылды колонкалар көбінесе бірнеше пайдаланушының сұхбатына қатысады, сондықтан жүйе әртүрлі дауыстарды да ажырата білуі керек [7]. Ақылды колонканың пайдаланушылық тәжірибесін жақсарту үшін тек тілдік өңдеу мен сөйлеу синтезімен ғана шектелмей, басқа да цифрлық қызметтермен интеграциялануы керек. Дауыстық командалар арқылы смарт-үй құрылғыларын басқару, музыка ойнату, еске салғыштар орнату, ауа райы туралы ақпарат алу және жаңалықтармен танысу мүмкіндігі қарастырылуы қажет. Бұл үшін сыртқы сервистермен үздіксіз API байланысын қамтамасыз ететін мықты серверлік инфрақұрылым қажет болады [4].

Қазақ тіліне бейімделген ақылды динамикті жасауда мәдени ерекшеліктерді ескеру аса маңызды. Қазақстанда жанама қарым-қатынас, сыпайылық стратегиялары және мәдениетке енген тұрақты тіркестер кең таралған [8]. Тағы бір маңызды мәселе – қазақ тілінің агглютинативті морфологиясы. Қазақ тілінде сөздер түрлі жұрнақтар мен қосымшалар арқылы өзгеріске ұшырайды, бұл дәстүрлі NLP модельдері үшін сөздердің мағынасын дәл болжауды қиындатады. Сондықтан қазақ тіліне арнайы морфологиялық талдаушылар мен синтаксистік талдауыштарды әзірлеу қажет [9].

Менталды модель қалыптастыру деңгейінің орташа балдары төменгі 2-суретте көрсетілген. Менталды модель – бұл адамның қоршаған әлемді, белгілі бір жүйені немесе процесті түсінуі мен ойша бейнелеу тәсілі болып саналады. Ол адамның жеке тәжірибесіне, білімдеріне және сенімдеріне негізделген когнитивтік құрылым болып табылады. Менталды модель – бұл миымыздағы «карта», ол бізге әлемді түсінуге және болжауға көмектеседі [10].




1.2-сурет – Әрбір шарт үшін менталды модель деңгейінің орташа балы [10]

Жүйенің диалогқа негізделген жұмысы – тағы бір маңызды ерекшелік. Дәстүрлі дауыс көмекшілері нақты ақпарат алу немесе ақылды үй құрылғыларын басқару үшін пайдаланушылардан белгілі бір командаларды орындауды талап етеді. Ал, неғұрлым жетілдірілген диалогқа негізделген жүйе табиғи әрі еркін өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Ол пайдаланушының мағынасын дұрыс түсініп, қосымша сұрақтар қойып, диалогты жалғастыра алады. Бұл үшін контексті есте сақтау және оны тиімді пайдалану қабілеті бар, дамыған AI-ға негізделген диалогтық модельдер қажет [11].

Ақылды динамик жүйесін Интернет заттарымен IoT үйлестіру арқылы пайдаланушылар дауыстық командалар арқылы ақылды үй құрылғыларын – қауіпсіздік камераларын, термостаттарды, жарықтандыру жүйелерін және ойын-сауық құрылғыларын басқара алады [11].

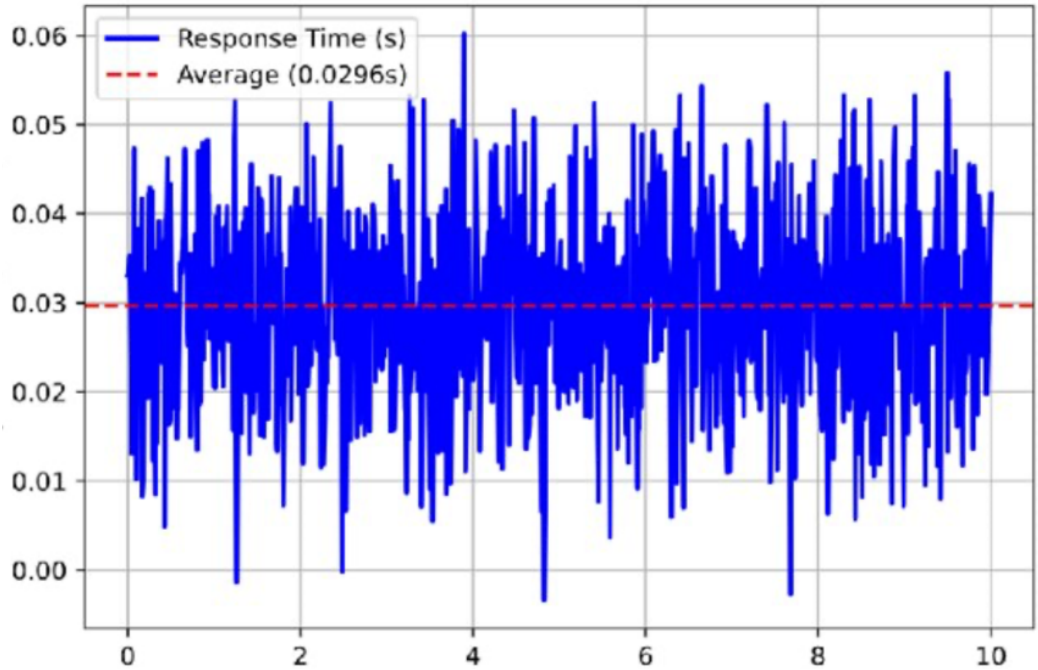
Смарт колонка жүйесінің тағы бір маңызды бөлігі – мәтінді сөйлеуге айналдыратын TTS (Text-to-Speech) синтез технологиясы. Бұл жүйе құрылғының жауаптарын табиғи дыбыста сөйлеуге мүмкіндік береді. Терең оқыту саласындағы жетістіктер жоғары сапалы TTS модельдерін әзірлеуге мүмкіндік берді, олар адамға жақын дауыс ырғағын, эмоцияларды және интонацияны жеткізе алады. Қазақ тіліне арналған сапалы TTS моделін жасау үшін ана тілінде сөйлейтіндердің кең ауқымды дауыс жазбалары қажет.

Сонымен қатар, WaveNet немесе HiFi-GAN сияқты нейрондық вокодерлерді қолдану синтетикалық дауыстың табиғилығын арттыра алады [6]. Ақылды динамиктің аппараттық құралдары назардан тыс қалмауы тиіс. Құрылғыда дауысты сапалы тану үшін жоғары сезімтал микрофондар орнатылып, олар шуылдың көптігіне қарамастан сөйлеуді дәл жазып алуы керек. Дыбысты тануды жетілдіру үшін шу басу және бағыттық дыбыс қабылдау технологиялары қолданылуы мүмкін. Сондай-ақ, құрылғыда жасанды интеллектіні жергілікті өңдеумен бұлттық есептеуді үйлестіру

арқылы жауап беру жылдамдығын арттырып, деректер қауіпсіздігін қамтамасыз етуге болады.

Жүйені жасауда жергілікті ерекшеліктерді және мәдени бейімдеуді ескеру маңызды. Қазақ тіліндегі ақылды динамик мағыналы жауаптар беру үшін сөйлеу стилін, аймақтық ақпаратты және мәдени тұрғыдан өзекті білімдерді пайдалануы қажет.

Сонымен қатар, ол қазақ, ағылшын және орыс тілдері арасында еркін ауыса отырып, екітілді қарым-қатынасты қолдауы керек [12]. Бұл 3-суретте құрылғының әртүрлі диалог раундтарындағы немесе уақыт нүктелеріндегі жауап беру жылдамдығын көрсетеді. Жалпы алғанда, жауап беру уақыты төмен деңгейде сақталып, орташа есеппен шамамен 0,03 секундты құрайды, бұл ойыншының қабылдау кідірісі шегінен әлдеқайда төмен. Бұл әңгімелесудің бірқалыпты жүруін қамтамасыз етіп, ойыншыға дерлік нақты уақыттағы интерактивті тәжірибесін ұсынады [13].



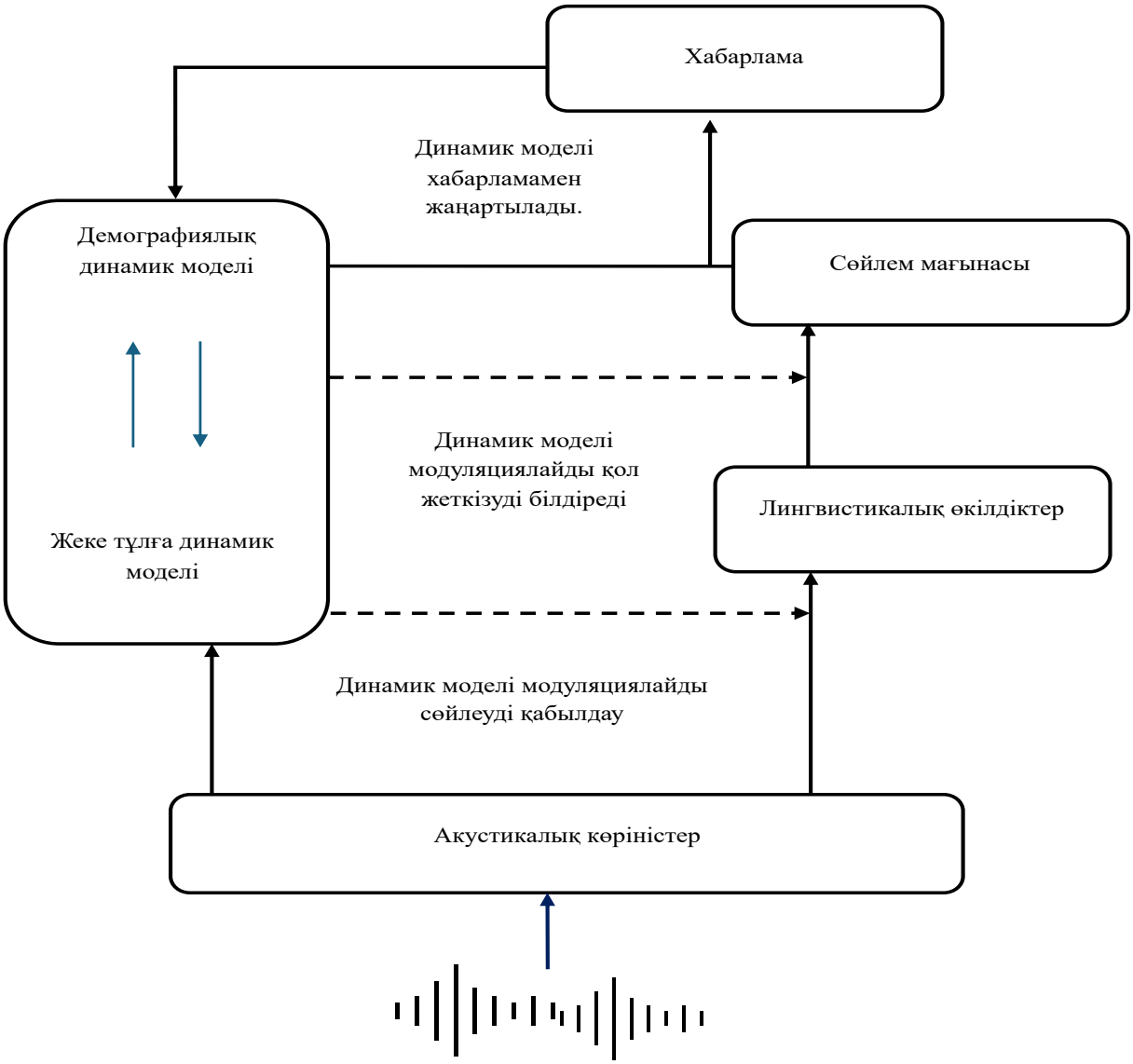

1.3-сурет – Уақыт нүктелеріндегі жауап беру жылдамды [13]

Дауыс синтезі, мәліметтер тапшылығы және қауіпсіздік мәселелері сияқты қиындықтар болғанымен, ықтимал пайдасы әлдеқайда басым. Бұл жаңалық қазақтілді қауымдастықтың күнделікті өмірін жеңілдетіп қана қоймай, цифрлық инклюзивтілікті арттырып, тілдік мұраны сақтауға мүмкіндік береді. Қазақстан жергілікті AI (Artificial Intelligence) технологияларына инвестиция салу арқылы қазақ тілінде AI-мен қарым-қатынасты дамытуда жетекші рөл атқара алады [14].

Қазақ тілінде диалогқа негізделген ақылды колонка жүйесін жасау бірқатар технологиялық және практикалық қиындықтар тудырғанымен, оның цифрлық инклюзияны дамытуға айтарлықтай үлес қосу мүмкіндігі бар.

Жетілдірілген жасанды интеллект, сөйлеуді тану және IoT (Internet of Things) технологияларын пайдалану арқылы мұндай жүйе қазақ тілді пайдаланушыларға тілді және мәдени бірегейлікті сақтай отырып, күнделікті өмірді жеңілдететін ыңғайлы және тиімді дауыстық көмекшіні ұсынады [1].

Тіл мен сөйлеушіні өңдеудің интегративті моделінің схемалық көрінісі төменде көрсетілген. Жалпы бұл схемада Саі және т.б. 2017 ұсынған екі бағытты модельді кеңейтіп, айтылған тілді түсіну процесінде төменнен жоғарыға қарай жүретін перцептивті белсендіру мен жоғарыдан төмен күту арасындағы өзара әрекеттесуді күшейтуге үлкен назар аударады.




1.4-сурет – Тіл мен сөйлеушіні өңдеудің интегративті моделі [15]

Дауыс тану, табиғи тілдерді өңдеу, қауіпсіздік және көптілді қолдау мәселелерін шешу арқылы бұл жүйе қазақ тілінде сөйлейтін пайдаланушыларға арналған жоғары сапалы тәжірибе ұсына алады. Жасанды интеллект технологиясының дамуы арқылы тілдік кедергілер жойылып,

ақылды үй шешімдерін пайдалану анағұрлым қолжетімді және ыңғайлы болмақ [11].

## 1.2 Смарт колонкаларда қолданылатын жасанды интеллект модельдеріне шолу

Дауыстық командалар арқылы айналасымен өзара әрекеттесе алатын ақылды смарт құрылғылар заманауи үйлердің ажырамас бөлігіне айналды. Табиғи тілді өңдеу NLP мен жасанды интеллекттің AI қарқынды дамуы олардың функционалдығын едәуір жақсартты. Дегенмен, қазақ тілінде толыққанды жұмыс істейтін ақылды динамик жүйесін әзірлеу әлі толық іске асырылған жоқ. Бұл мақалада қазақ тілді ақылды динамик жүйесін жасау барысында ескерілуі тиіс негізгі технологиялық, лингвистикалық және қолжетімділік факторлары қарастырылған.

Apple HomePod, Google Nest және Amazon Echo сияқты ақылды динамиктер адам мен компьютер арасындағы өзара әрекеттесуді түбегейлі өзгертті. Бұл құрылғылар Alexa, Google Assistant және Siri сынды AI негізделген дауыстық көмекшілерді пайдаланып, нақты уақыттағы ақпарат ұсынудан бастап, ақылды үй құрылғыларын басқаруға және еске салғыштарды орнатуға дейін түрлі функцияларды орындайды. Әртүрлі пайдаланушылар тобының қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жергілікті тілдерге қолдау көрсету сұранысы артып келеді, бұл ақылды динамик нарығының жаһандық деңгейде айтарлықтай өсуіне ықпал етті [16].

Жетілдірілген жасанды интеллект, сөйлеуді тану және IoT технологияларын пайдалану арқылы мұндай жүйе қазақ тілді пайдаланушыларға тілді және мәдени бірегейлікті сақтай отырып, күнделікті өмірді жеңілдететін ыңғайлы және тиімді дауыстық көмекші ұсына алады [1]. Дауыстық пайдаланушы интерфейстері VUI (Voice User Interface) және жасанды интеллект AI арқылы жұмыс істейтін бұл құрылғылар қолсыз смарт-үй құрылғыларын басқаруға, үздіксіз байланыс орнатуға және жекелендірілген қолдау көрсетуге мүмкіндік береді. Алайда, қазіргі нарықта ағылшын, испан сияқты кең таралған тілдерде сөйлейтін дауыстық көмекшілер басым болып, көптеген лингвистикалық азшылықтарға жеткілікті деңгейде қызмет көрсетілмей келеді. Осы тұрғыда, қазақ тілін қолдайтын ақылды динамик жүйесін әзірлеу бірқатар мүмкіндіктер мен қиындықтар ұсынады [10].

Қазақ тіліндегі ақылды колонканы жасау – жаһандық деңгейде ана тілдерді цифрлық дәуірге бейімдеудің жарқын үлгісі бола алады. AI негізіндегі диалогтық жүйелерді жетілдіру, табиғи тілді өңдеу қабілетін арттыру және лингвистикалық пен техникалық мамандардың ынтымақтастығын күшейту арқылы мықты ақылды колонка экожүйесін қалыптастыруға болады. Бұл қазақ тіліндегі цифрлық өзара әрекеттесуді ыңғайлы әрі қолжетімді етіп қана қоймай, жасанды интеллект дәуірінде тілдік және технологиялық инклюзияны

кеңейтудің маңызды қадамы болмақ деп ескерсек болады [5]. Жасанды интеллект үлгілері дамыған сайын, толық функционалды, диалогқа негізделген қазақ тіліндегі ақылды колонка жасау мүмкіндігі артып, қазақтілді қауымдастықтың цифрлық кеңістікке қатысуын кеңейтетін жаңа перспективалар ашылуда [7].

Мақаламен толығымен танысып, жасанды интелект арқылы команда беріп зертханалық жұмыс жасағаның байқауға болады. Мысалы, құрылғыны орнату әртүрлі материалдық құралдарды қолдану арқылы жүзеге асырылады: Google Home, Hector 2023 смартфон қосымшасы, оның көмегімен смарт динамик телефонға қосылады, және құрылғымен бірге келген баспа нұсқаулығы орнату қолайлы.

Тұрмыстық жағдайда орнату процесінде анасы смартфон қосымшасы арқылы нақты нұсқауларды орындай отырып, үйлестіру әрекеттерін атқарады. Қосымшадағы нұсқаулар жазбаша цифрлық мәтін түрінде берілгендіктен анасы құрылғыны оңай түсіне алады. Сонымен қатар, анасы құрылғының нұсқауларын орындай отырып, баласына қозғалыстарымен үлгі көрсетеді, өйткені бала әлі оқып-жаза алмайды.

Құрылғы орнатылғаннан кейін үш күн өткен соң, анасы смарт динамикті қонақ бөлмеге орналастырады. Сол кезде бала ас үстелінде отырып, сурет салып отырады. Анасы телефонды үстелдің алдына қойып, баланың смарт динамикпен қарым-қатынасын видеоға түсіреді. Айта кететін жайт, бұл уақытта смарт динамиктің үйде тұрақты орны болмаған. Сондықтан құрылғы, әсіресе сатып алынғаннан кейінгі алғашқы апталарда, үй ішінде адамдардың қозғалысына байланысты жиі орын ауыстырып отырған. Анасы түсірген видео 38 минут 37 секундқа созылған зерттеу видеосынан үш нақты сәт қарастырылады. Бұл сәттер анасы мен баласының өзара үйлесімді әрекеттерін көрсетеді және баланың смарт динамикке қалай команда беруді тәжірибелік түрде түсінуіне ықпал етеді, құрылғымен сәтті өзара әрекеттесу үшін бала нақты лексика-грамматикалық және ретті ұйымдастырылған құрылымды қолдануы қажет.

Бұл жағдайда анасы смарт динамикті электр желісіне қосады, содан кейін құрылғы бірден келесі дыбыстық хабарламаны шығарады: «Микрофон қайта қосылды». Алайда, бұл дыбыстық хабарлама баланың бастапқыда ешқандай физикалық реакциясын тудырмайды. Ол сурет салуын жалғастырып, қағазына назарын шоғырландырады 5-суретті қараңыз.

Анасы смарт динамиктің дыбыстық хабарламасына жауап ретінде: «Ах, қарашы, ол оянды» деп айтады. Осы байқау арқылы анасы құрылғыны әлеуметтік агент ретінде сипаттайды, өйткені ол үшінші жақтағы «ол» есімдігін қолдана отырып, құрылғыға тұлғалық сипат береді. Анасының бұл сөзі баланың назарын суреттен смарт динамикке аударуға итермелейді.Қыздың назарын құрылғыға аударғаннан кейін, анасы оның өзара әрекеттесуін бағыттап: «Ханна, сен оған не айтқың келеді? Google құрылғысына?» деп сұрайды. Бұл сөйлемнің бірінші бөлігінде анасы құрылғыны әлеуметтік агент ретінде сипаттайды, бірақ екінші бөлігінде оны

механикалық құрылғы ретінде атап, өз сөзін түзетеді. Анасы құрылғыны бір сәтте әлеуметтік агент ретінде қарастырады, бірақ кейін оны машина ретінде сипаттауға түзету енгізеді. Оның мақсаты – қызының құрылғыны адам емес, техникалық құрал ретінде қабылдауына көз жеткізу болды.

Жауап ретінде Ханна телефонына қарап, содан кейін қайта қағазға назар аударады да: «Google, менің сүйікті әнімді қос» деп айтады. Оның сөйлем құрылымы баланың смарт динамикпен қалай әрекеттесу керектігін түсіне бастағанын көрсетеді, өйткені ол бұйрық сөйлемін («менің сүйікті әнімді қос») қолданады [8].

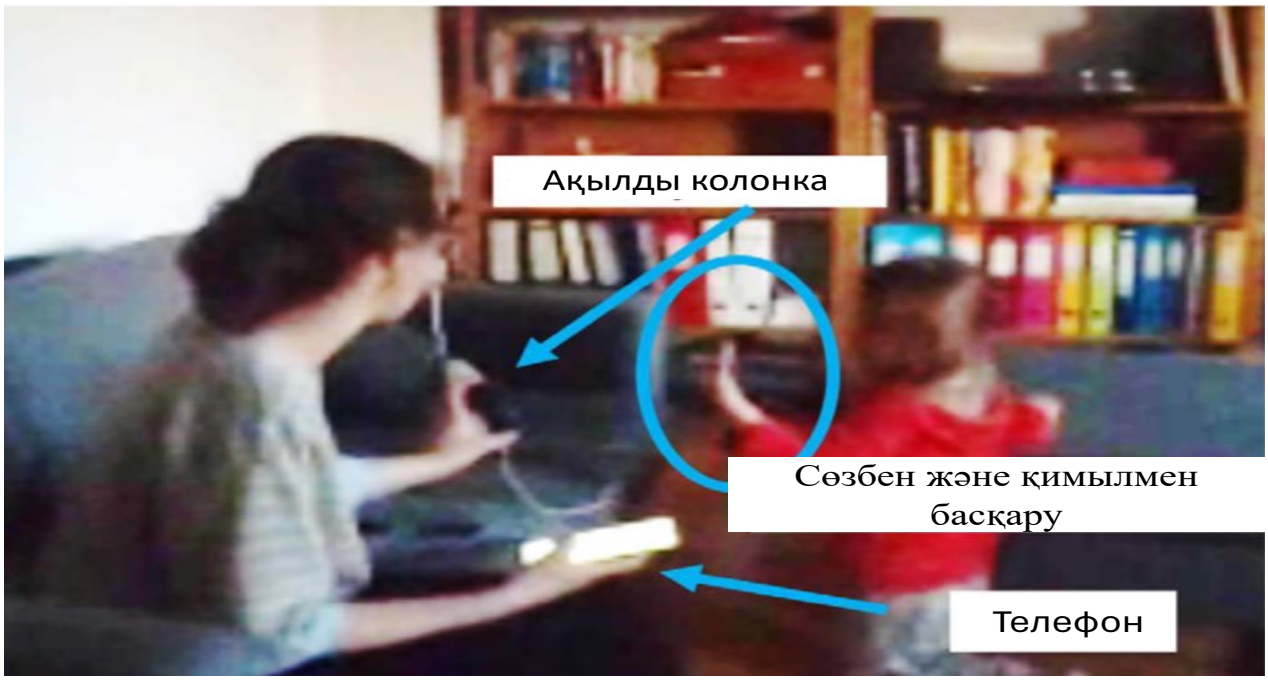

1.5-сурет – Смарт динамикпен әрекеттесу [8]

Ханнаның айтқан сөздерін бақылап, анасы сәл күлімсірейді, бұл Ханнаның өз бұйрығына күле қарауына себеп болады. Анасы осы сәтті пайдаланып, баласына смарт-динамикке қалай дұрыс жүгіну керектігін үйретеді. Шамамен 16 минут бойы Ханна сурет салып, құрылғыдан өзіне ұнайтын әндерді тыңдады. Кенеттен, құрылғының дауысы француз тіліне ауысты, бұл Ханна үшін түсініксіз болды. Ол дыбыстың өзгергенін байқап, құрылғыны өшіруді ұйғарды. Солайша сурет салып отырған Ханна смарт құрылғыға, «Тоқта» деп айтады 6-суретте бейнеленге [8].


1.6-сурет – Смарт динамикті тоқтату бейнесі [8]

Орнату кезеңінде, екі күн бұрын, анасы «Google Home» смартфон қосымшасы арқылы құрылғымен байланыс орнатып, берілген нұсқауларды орындайды. Құрылғыға «Окей, Google» сөзін айту арқылы команданы қалай беру керектігі мен танысады, сондай-ақ құрылғыдан музыка ойнатуды сұрап, функцияны тексеруге мүмкіндік беріледі.

Осылайша анасы Ханнаның назарын құрылғыға аударып: «Қарашы, құрылғы сен үшін ән ойнап жатыр», – дейді. Ханна анасының сол қолында ақылды динамикті, ал оң қолында телефонды ұстап тұрғанын көріп, құрылғыға жақындайды. Анасы Ханнаны құрылғымен әрекеттесуге шақырып, «тоқта» деп айтуын сұрайды. Сол сәтте Ханна «тоқта» деген сөзді айқын дыбыстап, оған сәйкес қимыл жасайды 1.7-суретті қарасаңыз болады.




1.7-сурет – Анасы мен Ханнаны смарт құрылғымен әрекеттесуі [8]

Дегенмен, оның сөйлеуі мен қимылы музыка тоқтауына әсер етпеген соң, Ханна құрылғыға толық назарын аударады. Ол алға еңкейіп, қолдарын құрылғының үстіне қояды және сол сәтте тағы да «тоқта» дейді. Бірақ ешқандай өзгеріс болмайды.

Нәтижесінде, Ханна бірнеше рет «тоқта» деп қайталап, ақылды динамикке бұйрық беруді үйренді. Бұл оның құрылғының қалай жұмыс істейтінін толық түсінгенің анық көрсетеді [8].

## 1.3 Дыбысты тану және табиғи тілдерді өңдеу (NLP) технологиялары

Табиғи тілдерді өңдеу NLP үлгілері үшін бұл ерекшеліктер үлкен қиындықтар тудырады, әсіресе алдын ала белгіленген фонетикалық құрылымдар мен грамматикалық ережелерге сүйенетін жүйелер үшін. Ағылшын тілінде мағына негізінен сөз тәртібі арқылы анықталса, қазақ тілінде морфемалар мен жалғаулар маңызды рөл атқарады, бұл дәлме-дәл сөйлеу синтезі мен тану үшін күрделі морфологиялық талдауды қажет етеді.

Қазақ тіліндегі сөйлеу технологиясының болашағы үшін табиғи тілдерді өңдеу, терең оқыту және адам-компьютер әрекеттестігі салаларында одан әрі зерттеулер жүргізу қажет. Тіл мамандары, AI зерттеушілері және бағдарламалық жасақтама инженерлерінің ынтымақтастығы қазіргі кедергілерді еңсеріп, технологиялық жағынан озық әрі мәдени ерекшеліктерді ескеретін ақылды динамик жүйесін жасауға көмектеседі. Қазақ тіліндегі ақылды динамик жүйесін әзірлеу – тек қазақ тілін ғана емес, аз таралған басқа

да тілдерді цифрлық кеңістікте сақтауға және дамытуға мүмкіндік беретін маңызды қадам болып табылады [2].

Диалогты басқару – әңгіменің әрі мәтінге сай өрбуін қамтамасыз ететін маңызды элемент. Дәстүрлі диалогтық жүйелер құрылымдалған өзара әрекеттесуді ережеге негізделген логика арқылы басқарады, ал машиналық оқытуға негізделген әдістер икемді әрі динамикалық жауаптар ұсынуға қабілетті. Генеративті модельдер мен күшейтілген оқыту әдістерін қолдану жауап сапасын жақсарта отырып, ақылды динамиктің пайдаланушымен мағыналы әрі мәнмәтінге сәйкес әңгіме жүргізуіне мүмкіндік береді [17].

Қазіргі заманғы бұлттық есептеулер, машиналық оқыту және табиғи тілді өңдеу қазақ тіліндегі ақылды динамик әзірлеуге берік негіз қалайды. Google-дың TensorFlow, OpenAI-дың Whisper моделі және Mozilla-ның DeepSpeech секілді ашық кодты платформаларын пайдалану әзірлеу процесін жеделдетуі мүмкін. Сонымен қатар, жүйені жетілдіру және оның сапасын жақсарту үшін лингвист мамандармен, жасанды интеллект зерттеушілерімен және ана тілді қолданушылармен ынтымақтастық орнату өте маңызды [9].

Ақылды динамиктің аппараттық құралдары да назардан тыс қалмауы тиіс. Құрылғыда дауысты сапалы тану үшін жоғары сезімтал микрофондар орнатылып, олар шуылдың көптігіне қарамастан сөйлеуді дәл жазып алуы керек [12]. Дыбысты анық және сапалы шығаратын динамиктер, энергияны үнемдейтін процессорлар және сөйлеуді дәл жазып алуға арналған көпмикрофонды массивтер – барлығы пайдаланушы тәжірибесін жақсартуға ықпал етеді [3].

Жасанды интеллекттің AI бір саласы болып табылатын табиғи тілдерді өңдеу NLP компьютерлер мен адам тілі арасындағы өзара әрекеттестікті зерттейді. Ол машиналардың адам тілін түсіну, талдау және мағыналы, контекстке сәйкес мәтіндер жасауына мүмкіндік беретін модельдер мен алгоритмдерді әзірлеуді қамтиды.

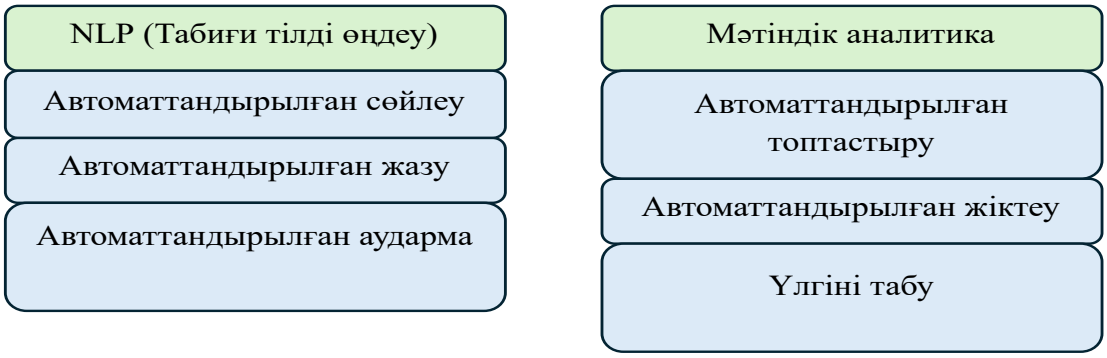
Табиғи тілдерді өңдеу NLP аясында сөйлеуді тану, машинамен аудару, көңіл-күй талдауы және мәтінді қысқарту сияқты түрлі міндеттер орындалады. Лингвистика, машиналық оқыту және терең оқыту әдістерін қолдана отырып, NLP жүйелері үлкен көлемдегі мәтіндік деректерді өңдеп, талдай алады, бұл адам мен компьютер арасындағы өзара әрекеттестіктің күрделірек болуын қамтамасыз етеді. Табиғи тілдерді өңдеп NLP технологиясы дамыған сайын, ол денсаулық сақтау, қаржы, ойын-сауық және тұтынушыларға қызмет көрсету сияқты салаларды түбегейлі өзгертіп, шынайы өмірдегі мәселелерге инновациялық шешімдер ұсынып, пайдаланушы тәжірибесін жақсартуда [26].

1.8-сурет – Табиғи тілді тану өңдеу NLP [7]

Ақылды колонка жүйесінің тағы бір маңызды бөлігі – мәтінді сөйлеуге айналдыратын TTS синтез технологиясы. Бұл жүйе құрылғының жауаптарын табиғи дыбыста сөйлеуге мүмкіндік береді. Терең оқыту саласындағы жетістіктер жоғары сапалы модельдерін әзірлеуге мүмкіндік берді, олар адамға жақын дауыс ырғағын, эмоцияларды және интонацияны жеткізе алады [6].

Табиғи тілді өңдеуге мысал келтіретін болсам NLP, немесе табиғи тілге түсінік, олар берілген мәтіннің мағынасын түсінуге талпынады. Табиғи тіл немесе мәтіндегі әрбір сөз NLP мәлім болуы тиіс. Сол себептен NLP құрылымын түсіну үшін табиғи тілдегі лексикалық, синтаксистік және т.б. көпмағыналарды алып тастауға талпынады. Жалғасынша әр сөйлемнің мағынасы лексика және граматикалық ережелер бойынша қабылданады.

Табиғи тілдің генерациясы ол автоматты түрде құрылымдық мәліметтерді мәтінмен немесе сөйлеммен танысып жасайды. Табиғи тілдің генерациясының мәселесін шешу өте қиын. Бұл табиғи тілді генерациялаудың NLP ішкі бөлімі болып табылады және үш ұсынылған кезеңге бөлінеді. Мысалы: мәтінді жоспарлау, сөйлемді жоспарлау, іске асыру болып бөлінеді. Осылайша төменде көрсетілген 9-сурет мәтінді интеллектуалды талдау мен табиғи тілді өңдеу арасындағы айырмашылықты толыққанды түрде бейнеленген [19].




1.9-сурет – Интеллектуалды талдау мен табиғи тілді өңдеу арасындағы айырмашылық [14]

Осылайша қазақ тілінде жұмыс істейтін және диалогқа негізделген өзара әрекеттесуді қолдайтын ақылды смарт құрылғы – технологиялық дамуға және цифрлық теңдікке қарай жасалған маңызды қадам. Жасанды интеллект пен IoT технологияларының дамуы арқылы тілдік кедергілер жойылып пайдалану анағұрлым қолжетімді және ыңғайлы болмақ [11].

### 1.4 Әмбебап дауыстық ассистенттермен үйлесімділік

Қазіргі уақытта Google Assistant, Alexa, Siri және Cortana сияқты дауыстық ассистенттер қолданушылармен табиғи тілде қарым-қатынас жасап, әртүрлі тапсырмаларды орындай алады. Google Assistant дауыстық командалар арқылы ақпарат іздеп, еске салғыштарды орнатып, Spotify арқылы музыка ойнай алады. Сондай-ақ, ол ақылды құрылғылармен бірігіп, үйдегі жарық пен температураны басқаруға мүмкіндік береді [20]. Google Assistant – бұл өміріңізді жеңілдететін ақылды көмекші, Google Allo хабар алмасу қосымшасында және Android Wear құрылғыларында (мысалы, ақылды сағаттарда) жұмыс істейді. Google Assistant бірнеше тілде қолжетімді, соның ішінде ағылшын, неміс, хинди, жапон және португал тілдерінде. 1.10-суретте осы көмекші орнатылған Google Home ақылды колонкасы көрсетілген.

1.10-сурет – Google Home ақылды колонка [20]

Amazon Alexa дауыстық сұрауларға жауап беріп, интернет-дүкеннен тапсырыс жасауға, кітаптарды оқып, тіпті ақылды үй жүйелерімен бірігіп жұмыс істеуге қабілетті. Ол Amazon Echo, Fire, Tap сияқты құрылғыларда қолданылады. Apple Siri интернеттен ақпарат іздеп қана қоймай, мейрамханалардан орын брондау, электрондық хаттарды басқару және қоңырауларды ұйымдастыру сияқты көптеген тапсырмаларды атқара алады.

Siri әсіресе iPhone, iPad, Apple TV құрылғыларымен тығыз байланысты және HomeKit қосымшасы арқылы ақылды үй құрылғыларын басқаруға мүмкіндік береді. Microsoft Cortana да онлайн іздеуді жүзеге асырып, электрондық хаттарды дауыстық диктовка арқылы жазуға көмектеседі және математикалық есептерді шешуге қабілетті. Ол Windows 10, Android, Xbox One және iOS жүйелерінде жұмыс істейді. Барлық осы ассистенттер қолданушыларға дауыстық командалар арқылы әлеуметтік желілерді бақылауға көмектеседі, бірақ олар әлеуметтік желілердегі хабарламаларды автоматты түрде басқаруға әлі толықтай бейімделмеген. Дегенмен, Google Assistant пен Amazon Alexa әзірлеушілерге өз платформалары үшін API ұсынып, ассистенттердің мүмкіндіктерін кеңейтуге жол ашады. Сондай-ақ Amazon Alexa ағылшын және неміс тілдерінде қолжетімді. 1.11-суретте осы көмекші орнатылған Amazon Echo ақылды колонкасы көрсетілген.

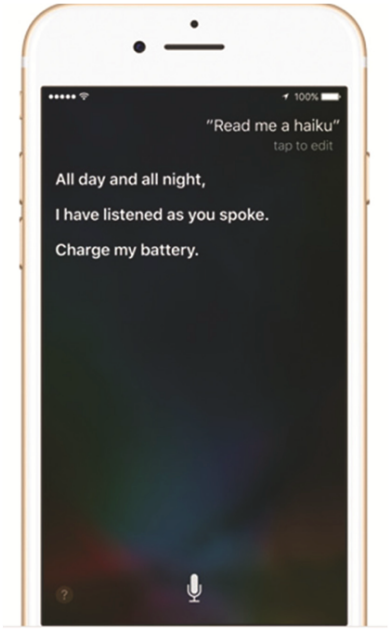
1.11-сурет – Amazon Echo ақылды динамигі [20]

Бұл жүйелердің ең басты артықшылықтары – музыка ойнау, ауа райын тексеру, күнтізбе мен еске салғыштарды реттеу және ақылды үй құрылғыларын басқару. Ал электрондық хаттарды оқу және жіберу функциясы тек Siri мен Cortana-да қарастырылған. Барлық ассистенттерде ойын ойнау мүмкіндігі бар, бірақ Cortana басқа қолданушылармен бірге онлайн ойын ойнауға мүмкіндік береді. Жалпы, қазіргі әмбебап дауыстық ассистенттер күнделікті өмірді айтарлықтай жеңілдетіп, көптеген тапсырмаларды автоматтандыруға мүмкіндік береді, әсіресе ақылды үй жүйелерімен біріктірілгенде олардың пайдасы арта түседі [21].

Дауыстық ассистенттер, Google Assistant, Alexa және Siri, бүгінде адамдардың күнделікті өмірінде маңызды орын алуда. Олар, әсіресе, көру қабілеті шектеулі адамдар үшін үлкен көмекші құралға айналған. Бұл технологиялардың басты артықшылығы – олардың қарапайымдылығы мен қолжетімділігі. Пайдаланушылар оларға дауыспен тапсырма бере отырып, хабарламалар жібере алады, қажетті ақпаратты оңай табады немесе ақылды үй құрылғыларын басқара алады. Көп жағдайда экранды пайдалану қиын немесе мүмкін емес болғанда, дауыстық ассистенттер таптырмас көмекшіге айналады. Дегенмен, олардың жұмысы әрдайым мінсіз бола бермейді.

Көптеген пайдаланушылар қоғамдық орындарда немесе шу көп жерде дауыстық командалардың дұрыс танылмауы жиі кездесетін мәселе болып келеді. Бұл әсіресе Siri-ге қатысты көп айтылатын мәселе. Ал Google Assistant пен Alexa күрделі командаларды түсінуде біршама жетілдірілген [20].

Apple Siri – бұл сіздің дауысыңызды түсініп, тапсырмаларды орындайтын ақылды көмекші. Ол интернеттен қажетті ақпарат тауып,электрондық поштаны басқарып, қоңырау шалуға көмектеседі. Siri iPhone, iPad және Apple TV құрылғыларымен толық үйлесімді жұмыс істейді. Сонымен қатар, Home қосымшасы арқылы жарықты, термостатты, есік құлыптарын және басқа да ақылды үй құрылғыларын басқаруға мүмкіндік береді. Siri бірнеше тілде, соның ішінде ағылшын, француз, испан, жапон, мандарин, португал және басқа да тілдерде қолжетімді. 1.12-суретте iPhone құрылғысында іске қосылған Siri көрсетілген [21].




1.12-сурет – IPhone құрылғысында іске қосылған Siri [21]

Қоғамдық ортада ассистенттерді пайдалану кейбір адамдарға ыңғайсыздық тудырады, себебі жеке ақпараттың сыртқа тарап кету қаупі бар. Сондықтан көптеген қолданушылар бұл мәселені шешу үшін құлаққап арқылы пайдалануды жөн көреді. Тағы бір маңызды мәселе – көрінетін кері байланыстың жетіспеуі. Мысалы, Amazon Echo сияқты құрылғылар түрлі жарық сигналдары арқылы белгілі бір әрекеттерді көрсетеді, бірақ көру қабілеті шектеулі адамдар үшін бұл ақпарат қолжетімсіз. Осыны ескеріп, мұндай визуалды белгілерді дыбыстық немесе тактильді кері байланыспен алмастыру қажет.

Жалпы, дауыстық ассистенттер көп адамға көмектесіп жатқаны сөзсіз, бірақ оларды одан әрі жетілдіру қажет. Қолданушылардың әртүрлі

қажеттіліктерін ескеріп, интерфейстерді ыңғайлы ету арқылы бұл технологиялар әлдеқайда пайдалы бола түспек [21].

### 1.5 Қазақ тіліне бейімделген дауыстық ассистенттердің ерекшелігі мен модельдерді оқыту әдістеріне шолу

Қазақ тіліндегі ақылды колонканың басты қолданылу салаларының бірі интернет қызметтері мен ақылды үй құрылғыларымен біріктіру. Мұндай құрылғы командалар арқылы күнделікті тапсырмаларды орындауға, үй автоматикасын басқаруға және ақпарат іздеуге көмектесе алады. Сонымен қатар, қазақ тілін үйренуге арналған интерактивті сабақтар мен дұрыс айтылу бойынша кері байланыс беру мүмкіндігі қазақ тілінің қолданылуы мен сақталуына ықпал етеді [6]. Қазақ тілінде ақылды динамик әзірлеудегі басты мәселелердің бірі – көлемді және сапалы тілдік деректердің жетіспеуі. Кейбір тілдерде машиналық оқыту модельдерін оқыту үшін кең корпустар қолжетімді болғанымен, қазақ тілі үшін мұндай дереккөздер аз. Бұл мәселені шешу мақсатында зерттеушілер кітаптардан, жаңалықтар мақалаларынан және әлеуметтік желілерден алынған мәтіндер мен сөйлеу мәліметтерін жинап, аннотациялап келеді. Leipzig Corpora Collection және қазақша веб-деректерді жинау жобалары қазақ тіліне арналған тілдік модельдерді дамытуда айтарлықтай жетістіктерге жетті.

Қазақша мәтінді өңдеуді жақсартудың тағы бір маңызды аспектісі – қателерді түзету алгоритмдерін жетілдіру. Қазақ тілінің күрделі морфологиясына байланысты түзету алгоритмдері жоғары икемділікке ие болуы керек. Бұл бағытта дәстүрлі әдістер – Левенштейн қашықтығы және фонетикалық ұқсастық негізіндегі түзетулер қолданылып келеді. Ал неғұрлым жетілдірілген тәсілдер – мәтіндік контекстке сүйене отырып қателерді болжау және түзету үшін нейрондық желілерге негізделген тілдік модельдерді пайдалануды қамтиды [22].

Дауыстық ассистенттер табиғи тілді өңдеу және сөйлеуді тану технологияларын пайдалана отырып, көру қабілеті нашар және заңып жандарға арналған дауыстық көмекшілерді қолжетімділігі артты. Бұл бағдарламалар пайдаланушыларға сандық құрылғылармен дауыстық командалар арқылы әрекеттесуге мүмкіндік береді, осылайша көрнекі құралдарды қажет етпейді. Дауыстық көмекшілердің негізі 1960 жылдары ғалымдар компьютерлердің заңып және көру қабілеті нашар адамдарға қалай көмектесе алатынын зерттеген кезде қаланды. 2000-жылдардың басына қарай Apple-дің Siri және Microsoft-тың Cortana сияқты танымал дауыстық көмекшілері табиғи тіл өңдеу технологиясы арқылы жетілдіріліп, инклюзивті технологияға қарай маңызды қадам жасалды [23].

Ақылды құрылғылардың кеңінен таралуы және жасанды интеллект технологияларының дамуы дауыстық көмекшілердің танымал болуына ықпал етіп, оларды ақпарат іздеу, тапсырмаларды автоматтандыру және

жекелендірілген көмек көрсету сияқты түрлі міндеттер үшін табиғи тілде өзара әрекеттесу мүмкіндігін беретін құралға айналдырады.

Дауыстық көмекшіні әзірлеу процесі бірнеше негізгі құрамдастардан тұрады, соның ішінде сөйлеуді тану, табиғи тілді түсіну, диалогты басқару және тапсырмаларды орындау. Авторлар бұл функцияларды тиімді жүзеге асыру үшін Speech Recognition, NLTK және PyTorch сияқты кеңінен қолданылатын кітапханалар мен құрылымдарды пайдаланады. Машиналық оқыту әдістері жүйені оқыту және жетілдіруде маңызды рөл атқарады, бұл пайдаланушы сұраныстарын дәлірек түсінуге және тапсырмаларды тиімді орындауға мүмкіндік береді.

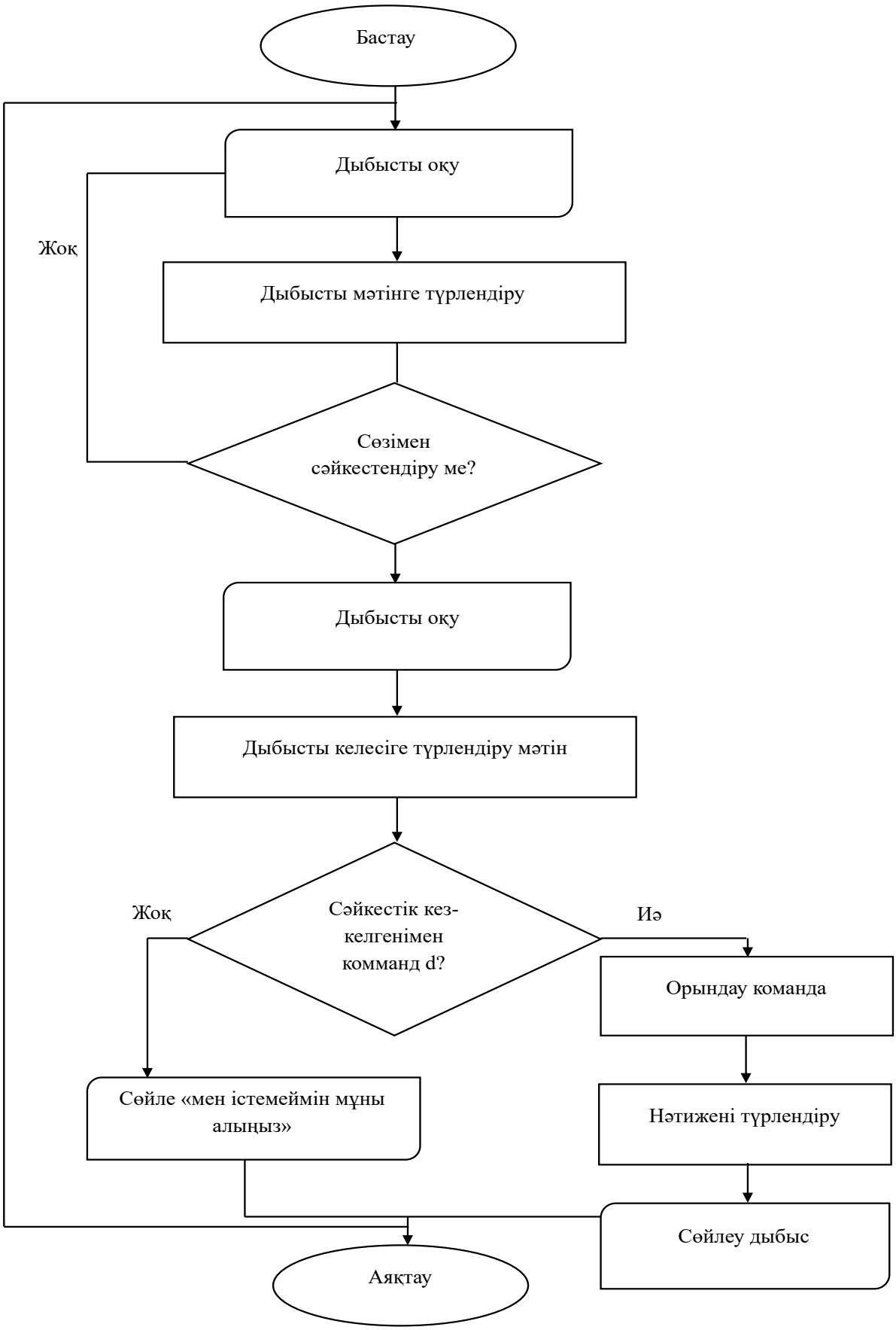
Дауыстық көмекшінің өнімділігін бағалау үшін зерттеушілер дәлдік, жауап беру уақыты және пайдаланушының қанағаттануы сияқты негізгі көрсеткіштерге баса назар аудара отырып, қатаң сынақтар жүргізеді. Сонымен қатар, қолданыстағы дауыстық көмекшілермен салыстырмалы талдау жүргізіліп, жүйенің мүмкіндіктерін бағалау және жақсартуға болатын бағыттарды анықтауға болады.

Бұл мақалада дауыстық көмекшілерді әзірлеу және оңтайландыру туралы құнды ақпарат береді, сөйлеуді тану және пайдаланушымен өзара әрекеттесу сапасын жақсартудағы жасанды интеллект әдістерінің маңыздылығын көрсетеді. Зерттеу нәтижелері ұсынылған тәсілдің тиімділігін растап, дауыстық технологиялар негізінде есептеу жүйелерін одан әрі дамытуға негіз қалайды [24].

Онлайн ментор жүйесінің жүйелік ағын диаграммасы пайдаланушыны тіркеу және жүйеге кіруден басталады. Жаңа пайдаланушы, мейлі ол ментор немесе оқушы болсын, алдымен жүйеге тіркеледі және логин мен құпиясөз арқылы аутентификациядан өтеді. Одан кейін пайдаланушы өз рөлін таңдайды: егер ол ментор болса, өзінің саласын, тәжірибесін және қолжетімді уақытын белгілейді, ал егер оқушы болса, менторларды пәні, тәжірибесі мен пайдаланушы бағалауы бойынша іздейді. Осылайша 1.13–суретте онлайн ментор жүйесінің жүйелік ағын диаграммасы бейнеленген [24].

Қазақ тіліндегі ақылды динамик жүйесінің сәтті іске асырылуы жеке қолданушылар үшін ғана емес, қоғам үшін де маңызды әсер етеді. Ол білім беру саласында, көру қабілеті нашар адамдарға тілді үйренуге көмектесу, дұрыс айтылымды машықтандыру және ақпаратқа қолжетімділікті арттыру мақсатында қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, мемлекеттік және қоғамдық қызмет көрсету салаларында ақпараттық қызметтерді автоматтандыру арқылы мәтіндік коммуникация қажеттілігін азайтуға ықпал етеді.

Сондай-ақ, кәсіпорындар қазақ тілінде нақты уақыт режимінде көмек көрсету үшін ақылды динамикті клиенттерге қызмет көрсету платформаларына енгізе алады, бұл инклюзия мен қолжетімділікті арттырады [2].




1.13-сурет – Онлайн ментор жүйесінің жүйелік ағын диаграммасы [24]

Тағы бір маңызды элемент – морфологиялық талдағыш, ол сөз түбірін және оның грамматикалық сипаттарын анықтайды. Бұл құрал ауызша нұсқауларды дұрыс түсіндіріп, оларды пайдалы жауаптарға айналдыруға көмектеседі. Сонымен қатар, сөз формасын генерациялау құралы жүйенің әртүрлі лингвистикалық жағдайларды түсінуін жақсартады, сөйтіп ақылды динамиктің қазақ тіліндегі көптеген сөздер мен тіркестерді дәл тануына ықпал етеді.Ақылды динамик жүйесін әзірлеу үшін жақсы ойластырылған диалогты басқару жүйесі де қажет. Бұл жүйе пайдаланушының енгізген мәтінін өңдеп, оның мақсатын анықтап, тиісті жауаптар ұсынады.

Қазақ тілінің күрделі сөйлем құрылымы мен бай морфологиясы бұл процесті қиындатады. Синтаксистік және семантикалық талдау әдістерін қолдану арқылы жүйе бір-біріне жақын сөздер мен тіркестерді ажыратып, өзара сапасын жақсарта алады. Қазақ тіліндегі мәтіндік деректерге негізделген машиналық оқыту модельдерін пайдалану динамиктің контекстке сәйкес жауап беру мүмкіндігін арттырады [25].

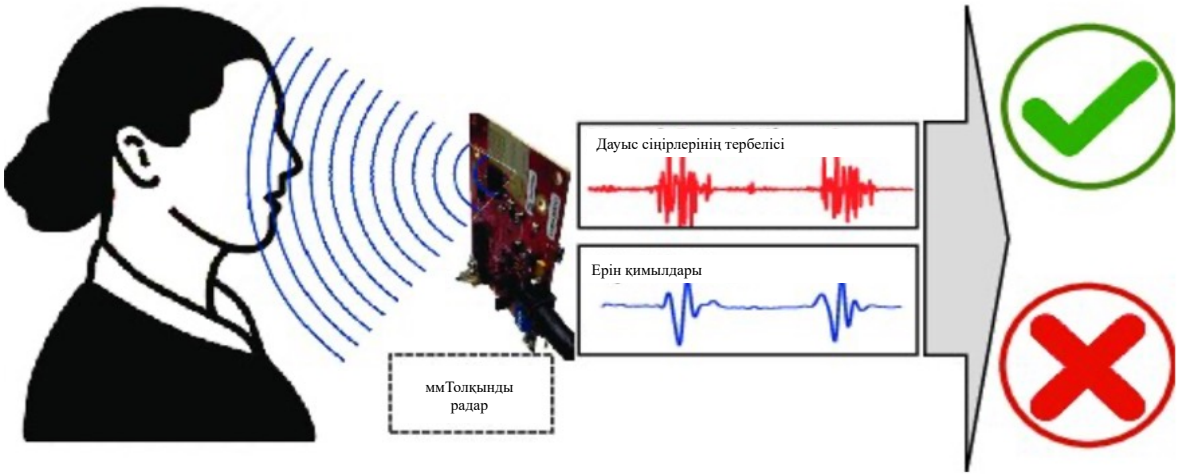
Заттар интернетінің IoT қарқынды таралуы мен дамуының арқасында ақылды үйлер жаңа парадигмаға өтті. IoT ақылды үйіндегі құрылғылар, мысалы, шамдар, құлыптар және қауіпсіздік камералары, интернет арқылы қосылып, қашықтан басқарылады. Дауыстық көмекшілердің (мысалы, Google Home, Amazon Echo және Apple Siri) пайда болуымен ақылды үй құрылғылары үшін адам мен машина арасындағы өзара әрекеттесудің стандартты интерфейсі ретінде дауыстық басқару енгізілді. Дауыстық көмекшілер ақылды үй пайдаланушылары үшін жылдамдық, тиімділік және ыңғайлылық ұсынғанымен, құпиялылық пен қауіпсіздікке қатысты мәселелер үнемі артып келеді.


1.14-сурет – IoT ақылды үйіндегі құрылғылар үшін дауыстық басқару [11]

Дауыстық көмекшілерді пайдалану кезінде, әсіресе қауіпсіздік камераларын және есік/терезе құлыптарын басқару сияқты жағдайларда, қауіпсіздікке қатысты құпия ақпарат жиі қатысады. Дауыстық көмекшілерге физикалық қол жеткізе алатын зиянкестер IoT құрылғыларының параметрлерін өз мүдделеріне өзгертуі мүмкін. Төменде 1.14-суретте IoT ақылды үйіндегі құрылғылар үшін дауыстық басқару бейнеленген. Сондықтан пайдаланушының дауысын тексеру (верификация) – IoT ақылды үйлерінің

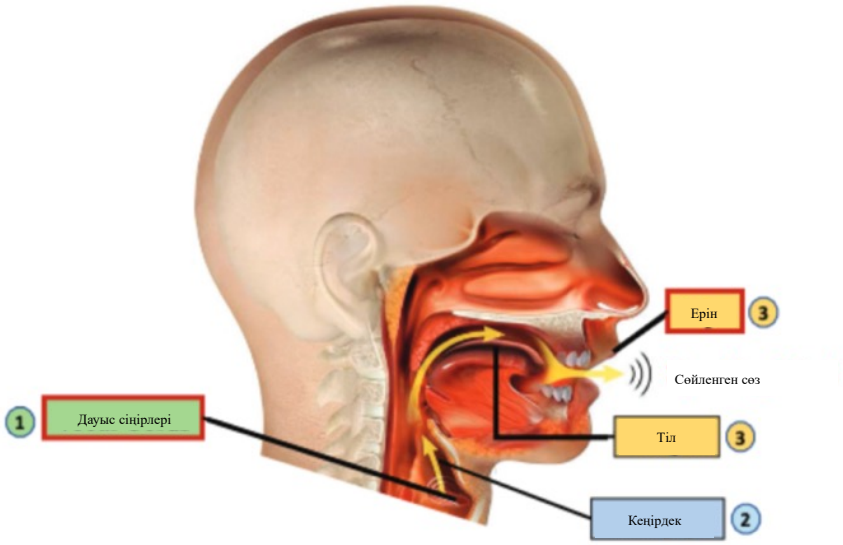
қауіпсіздігін қамтамасыз етудің және қауіпсіз қолжетімділікті құрудың негізгі міндеттерінің бірі болып табылады [11].

Дауыс арқылы аутентификациялау мен спуфингтік шабуылдарды анықтау үшін вокалдық сымдардың тербелісі (VCV) Voltage-Controlled Voltage мен ерін қозғалысын LM (Language Model) мультимодальды биометрия ретінде пайдаланатын радар негізіндегі сөйлеушіні тексеру жүйесін ұсынады. Біріншіден, бұл жаңа биометриялық көрсеткіштерді пайдалану арқылы сөйлеушіні дәл тексеруге мүмкіндік береді және қателіксіз сезу технологиясын қолданады, яғни пайдаланушылардың денесіне қандай да бір сенсор бекітуін қажет етпейді. Екіншіден, ол тірі пайдаланушылар мен машина арқылы шығарылған аудионы ажырата алады 1.15-суретте көрсетілген.




1.15-сурет – Қателіксіз сезу технологиясы [11]

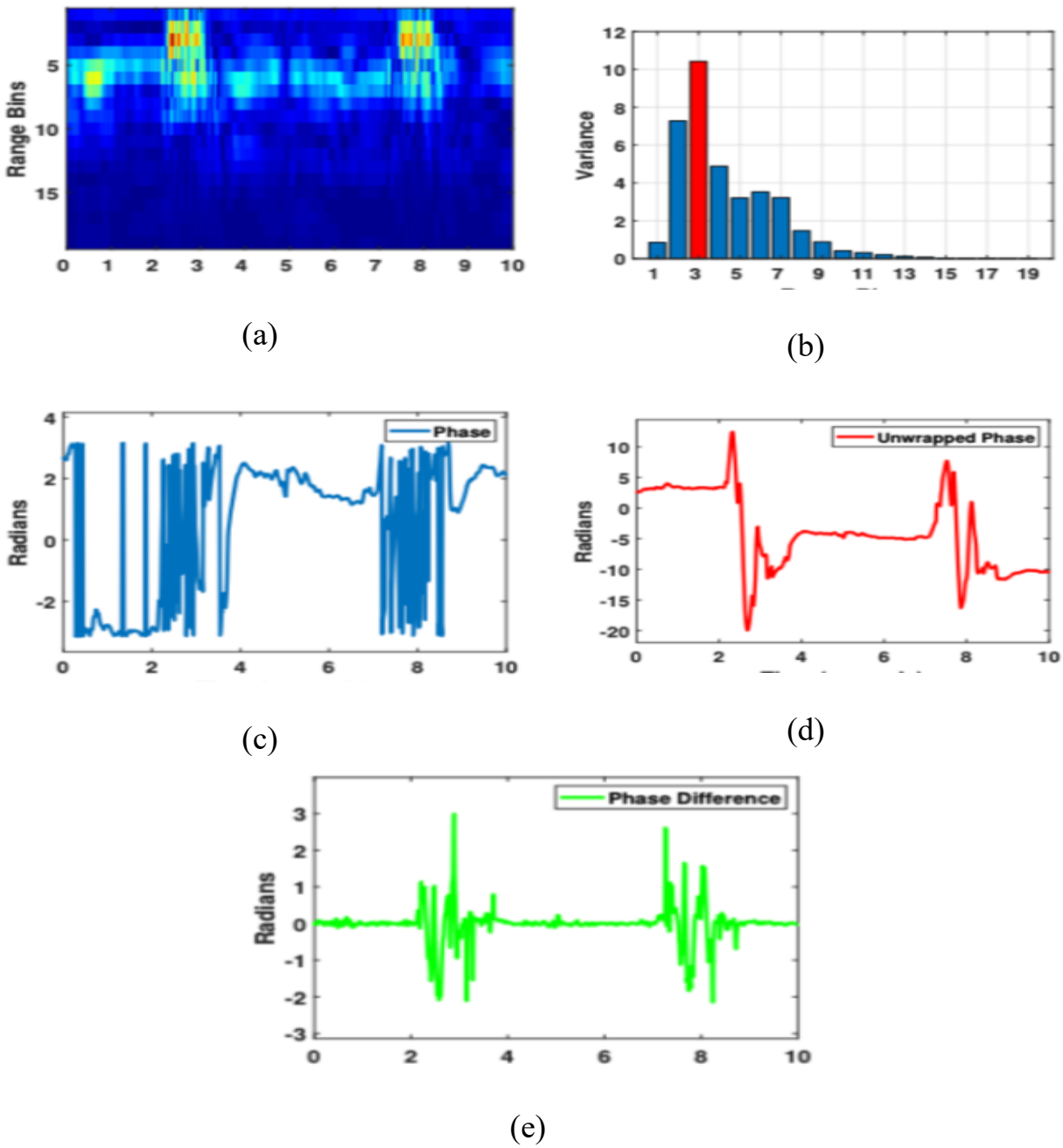
Сол себептен біздің жүйеміз 77 ГГц толқынды пайдаланып, сөйлеу кезінде вокалдық сымдардың тербелісі мен ерін қозғалысын сезіп, шығарады. Бұл шағын артикуляциялық қимылдар радар сигналдарының фазалық өзгерісін есептеу арқылы өлшенеді, мұнда жылдам Фурье түрлендіруі FFT қолданылады. Фазалық мәндер олардың абсолютті секірмелі мәндерін түзету үшін ашылады. Содан кейін, сигналды күшейту үшін ашылған фазадағы фазалық айырмашылықтар есептеледі. Дене қимылының әсерін азайту үшін фазалық айырмашылықтарда арнайы алгоритм қолданылады. Кейін сөйлеу әрекеттерін бөлу үшін басталу/аяқталу детекция алгоритмі орындалады [11].




1.16-сурет – Адам дауысының пайда болу механизмі [14]

Фаза соққы сигналы B(t) үшін жылдам Фурье түрлендіруі FFT (Fast Fourier Transform) арқылы есептеледі. Мысалы, төмендегі 1.17(a)-суретте радардың алдында тұрған екі сөз айтып тұрған адам жағдайында барлық 19 диапазондық биндегі соққы сигналдарының FFT нәтижелерінің амплитудасы көрсетілген. Және 1.17(a)-суреттегі үшінші және сегізінші секундтардағы белгіленген аймақтар сөйлеу әрекеттерін көрсетеді.

Диапазондық бинді таңдау үшін біз әр диапазондық биндегі соққы сигналы амплитудасының дисперсиясын есептейміз және дисперсиясы ең үлкен бинді таңдаймыз. 1.17(b)-суреттен көріп отырғанымыздай, үшінші диапазондық бин біздің нысаналы бин болып табылады. 1.17(c)-суретте нысаналы биндегі фазалық ақпарат көрсетілген, онда көптеген абсолютті мән секірістері байқалады. Фазалық ақпарат үшін біз фазалық бұрыштарды түзетеміз, мұнда қатар тұрған элементтердің арасындағы секіріс π радианға тең немесе одан үлкен болған жағдайда ±2π еселігін қосамыз. Бұл процесс фазаны ашу деп аталады. 1.17(d)-суретте фаза көрсетілген, және екі жерде анық байқалатын тербелістер сөйлеу әрекеттерін бейнелейді. Соңында, фазалық ауытқуларды жою және сигналды күшейту үшін, 1.17(e)-суретте көрсетілгендей, ашылған фазаның қатар тұрған мәндерінің айырмасын есептеу арқылы фазалық айырмашылықты есептеу орындалғаның байқауға болады [11].




(a) (b) (c) (d) (e)

1.17-сурет – Радар сигналын өңдеу диапазондары: (a) Бит сигналдарының FFT нәтижелерінің амплитудасы, (b) Ауқымды таңдау, (c) Фазаны шығару, (d) Фазаны тарқату, (e) Фаза айырмашылығы [11]

Қазақ тілінде сөйлейтін ақылды динамиктің енгізілуі Қазақстандағы технологиялық инновация мен цифрлық инклюзияны ілгерілетуге үлкен үлес қоса алады. Мұндай жүйе кез келген жастағы пайдаланушылардың ақпаратқа қолжетімділігін жеңілдетіп, білім беруге көмектесіп, өнімділікті арттыра алады. Алдағы уақытта жүйенің мүмкіндіктерін кеңейту үшін AI мен басқарылатын бейне тану және қимыл арқылы басқару технологияларын енгізу, IoT құрылғыларымен интеграциялау және ақылды үй автоматизациясын қолдау жоспарлануы мүмкін.

Жалпы алғанда, қазақ тілінде диалог жүргізе алатын ақылды динамик жүйесін жасау жасанды интеллект технологиясының көпшілікке қолжетімді болуына жасалған маңызды қадамдардың бірі болып табылады. Табиғи тілді өңдеу, сөйлеуді тану және терең оқыту саласындағы соңғы жетістіктерді пайдалана отырып, бұл технология қазақ тілді пайдаланушылардың цифрлық көмекшілермен қарым-қатынас жасау әдісін түбегейлі өзгертуі мүмкін [26].

## 2 Смарт колонкалар жүйесінің архитектурасы мен техникалық сипаттамалары

### 2.1 Смарт колонкалардың аппараттық платформалары және олардың сипаттамалары

Смарт колонкалар – бұл дауыстық командалар арқылы түрлі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік беретін заманауи құрылғылар. Олардың жұмыс істеуі үшін арнайы аппараттық платформалар қолданылады. Мұндай құрылғыларда негізгі есептеу процесін қамтамасыз ететін процессорлар ерекше рөл атқарады. Көп жағдайда ASIP (Application-Specific Instruction-set Processor) және DSP (Digital Signal Processor) секілді арнайы жасалған процессорлар пайдаланылады. ASIP процессорлары белгілі бір тапсырмаларға, әсіресе дауысты өңдеу мен тануға бейімделген, ал DSP процессорлары цифрлық сигналдарды жылдам әрі тиімді өңдеуге арналған [27].

Смарт колонкалар бүгінде қарапайым музыкалық құрылғыдан әлдеқайда асып түсті – олар ақпаратқа қол жеткізіп, басқа құрылғылармен өзара әрекеттесе алатын толыққанды платформаға айналды. Біріншіден, смарт колонкалардағы аппараттық шешімдер олардың негізгі сипаттамаларын анықтайды. Әдетте, бұл құрылғылар сапалы дыбыс жүйесімен, дауысты тану технологиясымен және басқа құрылғылармен оңай байланысу мүмкіндігімен жабдықталған. Бірақ қызығы, пайдаланушылар үшін смарт колонканың қандай техникалық мүмкіндіктері бар екені аса маңызды емес екен [21].

Жад жүйесі де маңызды рөл атқарады, себебі смарт колонкалар күрделі алгоритмдерді орындау кезінде жадқа жиі жүгінеді. Бұл құрылғыларда көбінесе SDRAM (Synchronous Dynamic Random-Access Memory) мен SRAM (Static Random-Access Memory)сияқты жад түрлері қолданылады, өйткені олар деректерді жылдам өңдеуге мүмкіндік береді. Бұдан бөлек, кейбір колонкаларда арнайы интегралды схемалар – ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) немесе FPGA (Field-Programmable Gate Array) чиптері пайдаланылады. ASIC жоғары өнімділігімен ерекшеленсе де, оны өзгерту қиын, ал FPGA қайта конфигурациялау мүмкіндігіне ие, яғни оны белгілі бір жағдайларға ыңғайлап баптауға болады.

[28] Зерттеу жұмысында смарт колонкалардың бастапқы нарықта қалыптасу кезеңінде жаңа өнімдерді қабылдауға әсер ететін факторларды анықтауға бағытталған. Бұл зерттеуге смартфон пайдаланушылары қатыстырылды, олардың барлығы Оңтүстік Кореядан болды, яғни смарт-колонканың әлеуетті пайдаланушылары. Смарт колонкалар әдетте смартфондармен немесе планшеттермен біріктіріліп, белгілі бір функцияларды іске қосу және дамыту үшін қолданылады мысалы, жақын қашықтықтағы байланыс (NFC), Bluetooth функциясы. Сондай-ақ, олар жазылым қызметтері, музыка тыңдау, ақпарат іздеу пайдалану үшін қажет.

Оңтүстік Кореяда – смарт колонкалары қабылдау бойынша зерттеу жүргізуге қолайлы ел, өйткені бұл елдің тұрғындары жоғары технологиялық өнімдер мен қызметтерді қабылдауда өте белсенді. Сонымен қатар, Кореяда желілік құрылғылардың енуіне қажетті инфрақұрылым жоғары деңгейде дамыған, бұл 2017 жылғы ақпараттық-коммуникациялық технологиялар ICT даму индексінде Кореяның әлем бойынша екінші орынға ие болуымен дәлелденеді.

Сауалнама деректері кәсіби сауалнама жүргізетін компанияның қолдауымен онлайн-сауалнамалар арқылы жиналды. Сауалнама басталған кезде қатысушылар смарт колонка туралы ақпарат берілген веб-бетті қарады. Олардан өнім сипаттамасын оқып, смарт колонка туралы бейнебаянды көру сұралды. Содан кейін қатысушылар сауалнаманы толтыруы керек болды. Сауалнаманы толтыруға орта есеппен 15 минут жұмсалды. Жиналған 330 үлгінің ішінде қайталанған немесе толық емес жауаптар болды. Оларды жойғаннан кейін, одан әрі талдау үшін 315 жарамды жауап пайдаланылды. 2.1-кестеде респонденттердің демографиялық мәліметтері көрсетілген [27].

Кесте 2.1 – Респонденттердің сипаттамалары

| Сипаттамалар | Жауаптар (N=315) | Пайыз (%) |
|---|---|---|
| Жынысы | | |
| Ер | 158 | 50.2 |
| Әйел | 157 | 49.8 |
| Жасы | | |
| 20-29 жас | 75 | 23.8 |
| 30-39 жас | 80 | 25.4 |
| 40-49 жас | 78 | 24.8 |
| 50+ жас | 82 | 26.0 |
| Кіріс (АҚШ доллары, айлық) | | |
| 1000-нан аз | 39 | 12.4 |
| 1000 – 3000 | 119 | 37.8 |
| 3000 – 6000 | 125 | 39.7 |
| 6000+ | 32 | 10.1 |
| Білімі | | |
| Орта мектептен төмен | 48 | 15.2 |
| Колледж | 43 | 13.7 |
| Университет | 194 | 61.6 |
| Жоғары академиялық дәреже | 30 | 9.5 |

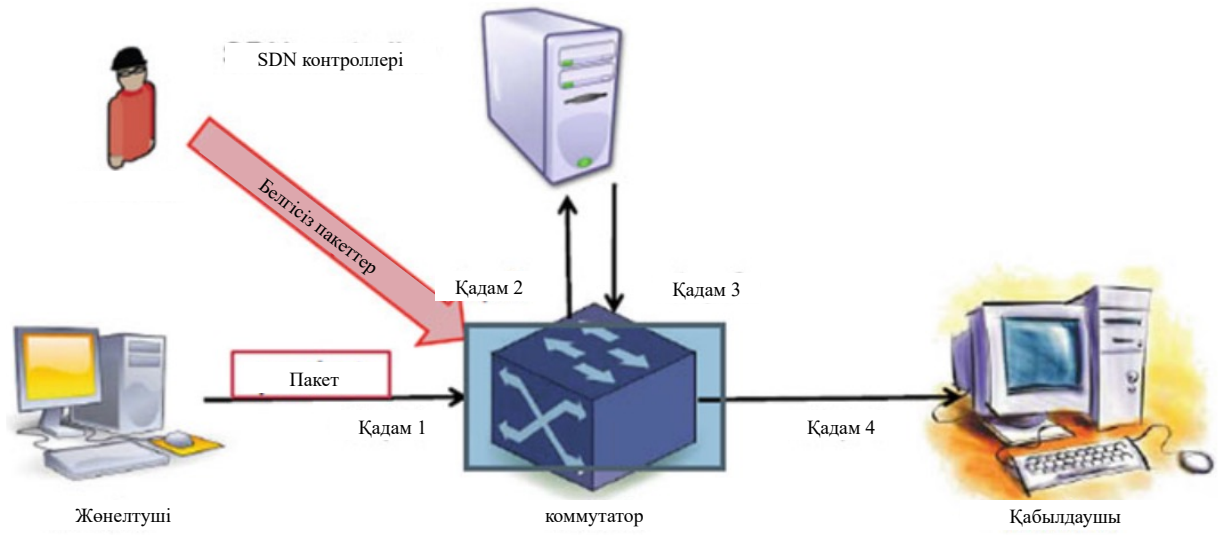
Дауысты дәл тану үшін смарт колонкаларда бірнеше микрофон және арнайы дыбыстық процессорлар қолданылады. Мұндай жүйелер айналадағы шуды азайтып, дауысты анық етіп тануға көмектеседі. Сонымен қатар, құрылғы интернетке немесе басқа смарт құрылғыларға қосылуы үшін Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee сияқты сымсыз байланыс модульдерімен жабдықталады. Бұл оны ақылды үй экожүйесімен оңай біріктіруге мүмкіндік береді [29].

Олар көбінесе басқа факторларға мән береді. Мысалы, құрылғының сыртқы көрінісі мен дизайны пайдаланушыларды өзіне тартады. Адамдар өз үйлеріндегі гаджеттердің әдемі болғанын қалайды, сондықтан эстетикалық тұрғыдан тартымды колонкалар үлкен сұранысқа ие. Сонымен қатар, белгілі бір брендке тиесілі смарт колонкаларға деген сенім әлдеқайда жоғары. Көпшілік танымал компаниялардан шыққан құрылғыларды сапалы әрі сенімді деп қабылдайды. Ал баға мәселесі тіпті қызықты. Баға қаншалықты жоғары болса, құрылғыны сатып алу туралы шешім соншалықты қиынға соғады.

Себебі адамдар қымбат бағаға лайық қызметтер мен мүмкіндіктерді күтеді. Дегенмен, колонканың платформалық сипаттамалары, яғни оның түрлі сервистермен байланысу мүмкіндігі, пайдаланушылар саны және қосымша қызметтерді қолдау деңгейі бәрінен маңыздырақ болып шықты [28].Олар Bluetooth, Wi-Fi және IoT сияқты протоколдарды пайдаланып, басқа құрылғылармен байланысып, олардың мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді. Бірақ смарт колонкалар тек аппараттық құрылғылар емес, олар дауысты тану және жасанды интеллект AI алгоритмдерімен жабдықталған, сондықтан олар сіздің дауыстық командаларыңызды түсініп, оларға сәйкес әрекет ете алады [27].

DoS (Denial of Service) шабуылы – желі қауіпсіздігіне бағытталған ең қауіпті шабуылдардың бірі. Ақпараттық қауіпсіздік саласында «CIA Triad» деп аталатын негізгі тұжырым бар, ол қауіпсіздіктің үш басты мақсатын сипаттайды: құпиялылық, тұтастық және қолжетімділік. Құпиялылық – бұл ақпараттың рұқсат етілмеген қолжетімділіктен қорғалуын қамтамасыз ету, яғни тек сенімді пайдаланушылар ғана оған қол жеткізе алуы тиіс. Тұтастық – деректердің бұрмаланбай, өзгертілмей сақталуын қамтамасыз етеді, яғни ақпарат сақтау немесе тасымалдау барысында ешқандай өзгеріске ұшырамауы керек. Ал қолжетімділік – ақпаратқа уақытылы және үздіксіз қол жеткізу мүмкіндігін қамтамасыз ету, яғни заңды пайдаланушыларға қажетті деректер кедергісіз берілуі тиіс. Желі қауіпсіздігіне үлкен қауіп төндіретін DoS шабуылы 2.1-сурет – бейнеленген.

DoS шабуылы осы қолжетімділік қағидасын бұзуға бағытталған. Бұл шабуылдың мақсаты – желінің барлық ресурстарын толтырып, заңды пайдаланушылардың қызметті пайдалануына мүмкіндік бермеу. Шабуылдаушы зиянкес SDN (Software-Defined Networking) контроллерін шамадан тыс жүктеп, оған тоқтаусыз мәліметтер пакеттерін жібереді. Нәтижесінде, SDN контроллері заңды пайдаланушылардың сұраныстарын өңдей алмай, оларға қажетті ақпаратты уақытында ұсына алмай қалады. Осылайша, желі қызметінің қолжетімділігі бұзылып, пайдаланушыларға үлкен қиындықтар туындайды.




2.1-сурет – DoS шабуылы [29]

Ең танымал смарт колонкалар қатарында Amazon Echo және Google Home бар, олар сәйкесінше Alexa және Google Assistant көмекшілері арқылы басқарылады. Бұл құрылғыларды жай ғана музыка тыңдау үшін емес, жаңалықтар оқу, онлайн сатып алу, күнделікті тапсырмаларды жоспарлау, тіпті ақылды үй құрылғыларын басқару үшін де қолдануға болады [30].

Көптеген смарт колонкалар Android Things жүйесін пайдаланады, бұл Google әзірлеген және IoT құрылғыларына бейімделген операциялық жүйе. Ол әсіресе Google Assistant негізіндегі құрылғыларға арналған және энергияны үнемді пайдалану үшін оңтайландырылған. Аппараттық платформалар ішінде ең танымалдары – Raspberry Pi 3, Intel Edison және NXP Pico i.MX6UL. Raspberry Pi 3 Broadcom BCM2837 төрт ядролы ARM Cortex-A53 (1.2 ГГц) процессорымен, 1 ГБ жедел жадымен, HDMI шығысы, USB 2.0 порттары және Wi-Fi мен Bluetooth 4.1 қолдауымен ерекшеленеді. Intel Edison екі ядролы Atom Silvermount (500 МГц) және қосымша Intel Quark (100 МГц) ядросынан тұрады, 1 ГБ жедел жады, SD-карта ұяшығы, USB OTG порты және Bluetooth 4.0 бар. Ал NXP Pico i.MX6UL бір ядролы ARM Cortex-A7 (528 МГц) процессорымен, 512 МБ жедел жадымен, USB портымен, Wi-Fi 802.11bgn және Bluetooth 4.0 қолдауымен жабдықталған.

Бұл платформалар төмен қуат тұтынуымен және Google экожүйесімен үйлесімділігімен ерекшеленеді. Google Firebase, TensorFlow, Cloud Platform сияқты қызметтерді тікелей қолданып, ай сайын жаңартулар алып отырады [29]. Өнімділік пен қуат тұтыну арасындағы тепе-теңдікті сақтау да маңызды. ASIC және FPGA сияқты технологиялар қуатты аз тұтынуға мүмкіндік береді, ал кейбір колонкаларда ARM (Advanced RISC Machine) процессорларымен біріктірілген FPGA шешімдері пайдаланылады. Бұл әдіс құрылғының жылдам әрі тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Қазіргі заманғы тенденцияларға көз жүгіртсек, смарт колонкаларда ASIP және FPGA негізіндегі жүйелер кең таралуда. Бұл шешімдер құрылғылардың

қуат тұтынуын азайтып, сонымен қатар жоғары өнімділікті сақтауға көмектеседі. Бүгінде қайта конфигурацияланатын процессорлар арқылы дауысты тану технологиялары одан әрі жетілдіріліп, құрылғылардың икемділігі артып келеді [27].

Дауыстық биометрия технологиясы күнделікті өмірде кеңінен қолданылып, азаматтық салада үлкен сұранысқа ие бола бастады. Бұл технологияның басты мақсаты – қауіпсіздікті күшейту және алаяқтықтың алдын алу. Қазіргі таңда көптеген коммерциялық жүйелер жеке басын растау әдістерін екі негізгі принципке негіздейді: білімге негізделген әдістер «мысалы, PIN-кодтар мен құпиясөздер» және токендерге негізделген әдістер «мысалы, бейджде мен жеке куәліктер» болып бөлінеді.

Дауыстық биометрияны қолдану салалары үш негізгі топқа бөлінеді. Біріншісі – коммерциялық қосымшалар, олар электрондық деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге немесе белгілі бір ғимараттарға рұқсат беруге бағытталған. Екіншісі – үкіметтік жүйелер, яғни әлеуметтік қауіпсіздік, әртүрлі лицензиялар беру және мемлекеттік қызметтерді басқару салаларына арналған. Үшіншісі – сот-медициналық қолдану, мұнда дауыстық биометрия террористерді анықтау және қылмыстық тергеу процестерінде қолданылады.

Бұл технологияның қолдану аясы жылдан-жылға кеңейіп, қауіпсіздіктің жаңа деңгейін қамтамасыз етуге көмектесуде. Толығырақ ақпарат 2.2-кестеде берілген.

Кесте 2.2 – Коммерциялық прототиптер

| Коммерциялық прототиптер | Сипаттама | Коммерциялық қолдану | Үкіметтік қолдану | Сот-медициналық қолдану |
|---|---|---|---|---|
| Agnitio (Дауыстық ID өнімдерінің көшбасшысы) Испания | Дауысты және сөйлеуді тану. Қылмыстың алдын алу, қылмыскерлерді анықтау және сотта дәлел ретінде пайдалану мақсатында әзірленген. | - Физикалық қолжетімділікті бақылау, жұмыс уақыты мен қатысуды есепке алу, денсаулық сақтау саласындағы биометрия. - Қаржылық операциялар. - Мобильді аутентификация [agn 2015a] | - Дауыстық бақылау [agn 2015b] | - Әділет және құқық қорғау органдары. - Биометриялық қылмыстық идентификация. - Автоматты сөйлеушіні идентификациялау жүйесі (ASIS) [voi 2015a] |

*2.2 – кестенің жалғасы*

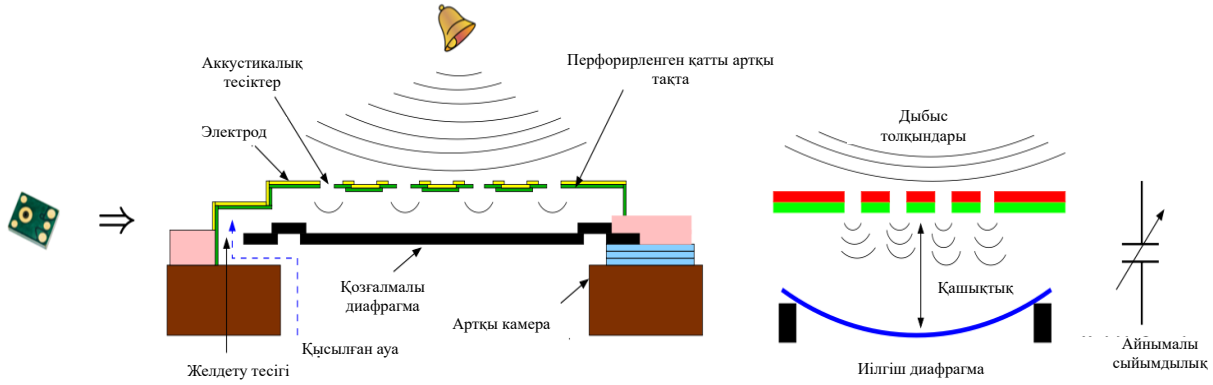
| Коммерциялық прототиптер | Сипаттама | Коммерциялық қолдану | Үкіметтік қолдану | Сот-медициналық қолдану |
|---|---|---|---|---|
| Speech Technology Center (SCT) Ресей | Ыңғайлы және ауқымды биометриялық шешімдерге арналған технологиялар. | - Қаржылық операциялар. - Телефон қоңыраулары мен мобильді құрылғыларға арналған нақты уақыт режиміндегі сөйлеушіні анықтау шешімі [voi 2015c]. | - Үлкен қалалар мен ұлттық жүйелерге арналған басқару жүйелері [voi 2015b]. | - Құқық қорғау органдары, логикалық қолжетімділікті бақылау. |
| Nuance Италия | Биометриялық сенсорлар мен детекторлар, ресурстарды пайдалану мен клиенттермен өзара әрекеттесу тиімділігін арттыруға бағытталған. Дәлдігі жоғары, сенімді және қолдануға ыңғайлы. | - Байланыс орталықтарындағы операторлар өңдейтін қоңыраулар санын азайту (интеллектуалды қоңырау бағытын анықтау технологиясы негізінде) [aut 2015]. | - | - |
| DAON АҚШ | Саусақ іздерін оқу, көздің ішкі қабатын тану, дауысты және сөйлеуді тану сияқты биометриялық шешімдер. | - Шекараны бақылау және әуежай жүйелері, басқа да логикалық қолжетімділік бақылау жүйелері [log 2015]. | - Ақылды карталар мен қолтаңбаға арналған жүйелерге бағытталған [ide 2015]. | - |
| Voxomos Үндістан [vox 2015] | Интернеттегі ақпаратты ана тілінде дауыс арқылы қолжетімді ететін жаңа шешім. | - Дауысты тану технологияларын дамытуға, сөйлеуді, сенсорлық басқаруды, мәтін мен бейнені біріктіруге бағытталған. - Мобильді байланыс, телекоммуникация, білім беру және денсаулық сақтау салаларында қолдану. | - | - |

Пайдаланушылар көбіне құрылғының қаншалықты пайдалы болатынына, басқа жүйелермен үйлесімділігіне және оның экожүйеге қалай енгеніне назар аударады. Тағы бір маңызды фактор – құпиялылық мәселесі.

Смарт колонкалар әрдайым пайдаланушының сөздерін тыңдайтын болғандықтан, адамдар жеке мәліметтерінің қауіпсіздігіне алаңдайды. Егер деректерді қорғау сенімді болмаса, бұл құрылғыны пайдалануға деген сенімділікті төмендетеді. Жалпы алғанда, зерттеу көрсеткендей, адамдар үшін құрылғының техникалық сипаттамаларынан гөрі оның платформалық артықшылықтары әлдеқайда маңызды.

Смарт колонка өндірушілерінің болашақта сәтті болуы үшін олар қолданушыларға ыңғайлы қызметтерді көбейтуге, құрылғының экожүйеге оңай енуін қамтамасыз етуге және деректердің құпиялығын сақтауға ерекше көңіл бөлуі керек [28]. Смарт колонкалардың дыбысты тану және өңдеу мүмкіндіктері жоғары деңгейде, себебі олар мультипроцессорлық чиптермен, сезімтал микрофондармен және интеллектуалды дыбыс өңдеу алгоритмдерімен жабдықталған. Осылайша, аппараттық платформалар смарт колонкалардың тиімділігіне және қолжетімді қызметтеріне үлкен әсер етеді. Android Things негізіндегі құрылғылар қауіпсіздік, энергияны аз тұтыну және Google қызметтерімен үйлесімділік тұрғысынан ең үздік шешімдердің бірі болып саналады [29]. Қазіргі заманғы смартфондардағы микрофондар Микроэлектромеханикалық жүйелер MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) технологиясына негізделген. Бұл технология құрылғының өлшемін ықшамдап, оның энергия тұтынуын төмендетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, шуды басу мен эхоны азайту қабілетін жақсарту мақсатында қазіргі смартфондарда әдетте бірнеше MEMS микрофоны орнатылады. Мысалы, iPhone 5 моделінде үш бірдей кіріктірілген MEMS микрофоны бар. 2012 жылғы IHS-iSuppli есебіне сәйкес, Apple мен Samsung осы микрофондардың ең ірі тұтынушылары болған, олар бірге жеткізілген барлық MEMS микрофондардың 54%-ын құраған. MEMS микрофоны кейде «микрофон чипі» немесе «ассиликон микрофоны» деп аталады. Оның құрамында диафрагма, MEMS чипі және металл-оксид-жартылай өткізгіш CMOS чипі бар. MEMS микрофондарының құрылымы өте ықшам болғандықтан, оларды цифрлық мобильді құрылғыларға оңай біріктіруге болады.

Бұл микрофондар жұмысының негізгі қағидасы айнымалы сыйымдылыққа негізделген. Оның физикалық құрылымы жұмсақ диафрагма мен қатты перфорацияланған пластинадан тұрады. Диафрагма дыбыс толқындарын қабылдап, тербеліске түседі. Бұл қозғалыс электрлік сыйымдылықты өзгертеді, ал ол өз кезегінде кернеу өзгерісін тудырады. Осылайша, дыбыс қысымы электрлік сигналға айналып, одан әрі өңдеуге жіберіледі. Сондай-ақ, микрофонның ішкі артқы камерасы акустикалық резонатор ретінде қызмет етеді, ал арнайы вентиляциялық саңылаулар ауа айналымын қамтамасыз етіп, диафрагманың бастапқы орнына оралуына мүмкіндік береді.




2.2-сурет – Смартфондарда қолданылатын MEMS микрофон чипінің ішкі архитектурасы [31]

Микрофонның сезімталдығы диафрагманың дыбыстық қысымға қалай әрекет етуіне байланысты. Бұл сезімталдық диафрагма мен артқы пластина арасындағы қашықтықпен де анықталады. Өндіріс технологиясы дәлдікті арттырғанымен, әр микрофон бірдей жасалмайды. Өндіріс барысында материалдардың химиялық құрамындағы өзгерістер, өндіріс құралдарының тозуы, температура мен ылғалдылық өзгерістері сияқты факторлар әрбір микрофонның өзіндік ерекшеліктерін қалыптастырады. Бұл айырмашылықтар адам құлағы үшін байқалмауы мүмкін, бірақ сандық өңдеу арқылы оларды анықтау және әрбір құрылғыны жеке сәйкестендіру «фингерпринтинг» мүмкіндігі пайда болады [31].

Смарт колонкалардың тағы бір ерекшелігі – IoT үйлесімділігі, яғни оларды теледидарды, жарық жүйесін және басқа тұрмыстық техниканы басқаруға пайдалану мүмкіндігі. Зерттеу көрсеткендей, смарт колонка иелерінің 36%-ы оны теледидарды басқаруға, ал 23%-ы жарықты басқаруға қолданады. Бұдан бөлек, смарт колонкаларға қосымша қызметтерді қосуға болады, олар «skills» немесе дағдылар деп аталады. Бұл функциялар құрылғыға ойын ойнау, әзіл айту, ән тану және басқа да мүмкіндіктерді қосуға мүмкіндік береді. Бірақ пайдаланушылардың басым бөлігі, нақтырақ айтқанда 67%-ы бұл дағдыларды орнатуға қызығушылық танытпаған, ал 8%-ы тіпті олар туралы білмеген.

Смарт колонкалардың кең таралуына қарамастан, олардың жеке деректердің қауіпсіздігіне қатысты алаңдаушылықтар да жоқ емес. Бұл құрылғылар үнемі «тыңдап тұратын» микрофондарға ие, яғни олар қоршаған ортадағы барлық дыбыстарды қабылдап, қажет болған жағдайда жазып отырады. Осыған байланысты, пайдаланушылардың 48%-ы жеке деректердің қауіпсіздігі маңызды, ал 38%-ы бұл өте маңызды мәселе деп есептейді.

Жалпы, смарт колонкалардың аппараттық платформалары сымсыз байланыс технологияларына, дауысты тану мен AI алгоритмдеріне негізделген. Олар ақылды үй жүйелерімен жақсы үйлеседі, қосымша дағдыларды орнату арқылы мүмкіндіктерін арттыруға болады, бірақ қауіпсіздік мәселелері әрдайым ескерілуі керек [30].

## 2.2 Смарт колонкаларда қолданылатын микроконтроллерлер мен микропроцессорларды талдау

Смарт колонкаларда қолданылатын микроконтроллерлер мен микропроцессорларға келетін болсақ, олар негізінен дауыстық командаларды өңдеуге және құрылғыларды басқаруға арналған. Бұл жүйелердің негізгі жүрегі – ATMega328 микроконтроллері, ол енгізілген дауыстық командаларды қабылдап, тиісті құрылғыларды іске қосу немесе сөндіру міндетін атқарады. Дауыстық сигналдарды қабылдау және тану үшін EasyVR Commander модулі қолданылады. Бұл модуль адамның дауысын жазып алып, оны өңдеп, сәйкес командалармен салыстырады. Егер танылған команда алдын ала сақталған үлгілермен сәйкес келсе, микроконтроллер бұл ақпаратты өңдеп, қажетті әрекетті орындауға кіріседі [32].

Бұл құрылғылар дыбысты тану, командаларды өңдеу және интернет арқылы ақпарат алмасу сияқты маңызды функцияларды орындау үшін арнайы жасақталған [33]. EasyVR модулі, 2.3-суретте көрсетілгендей, көпфункционалды дауыс тану модулі болып табылады. Бұл модуль дыбысты ғана емес, сонымен қатар сөйлеуді анықтауды қажет ететін көптеген басқару қолданбаларында кеңінен қолданылады. Модульді Arduino микроконтроллер тақтасына қосуға немесе пайдалануға болады. Ол үй автоматтандыру жүйелерінде немесе роботтың есту сенсорларын толықтыратын модуль ретінде әртүрлі қолданбаларға қолайлы.

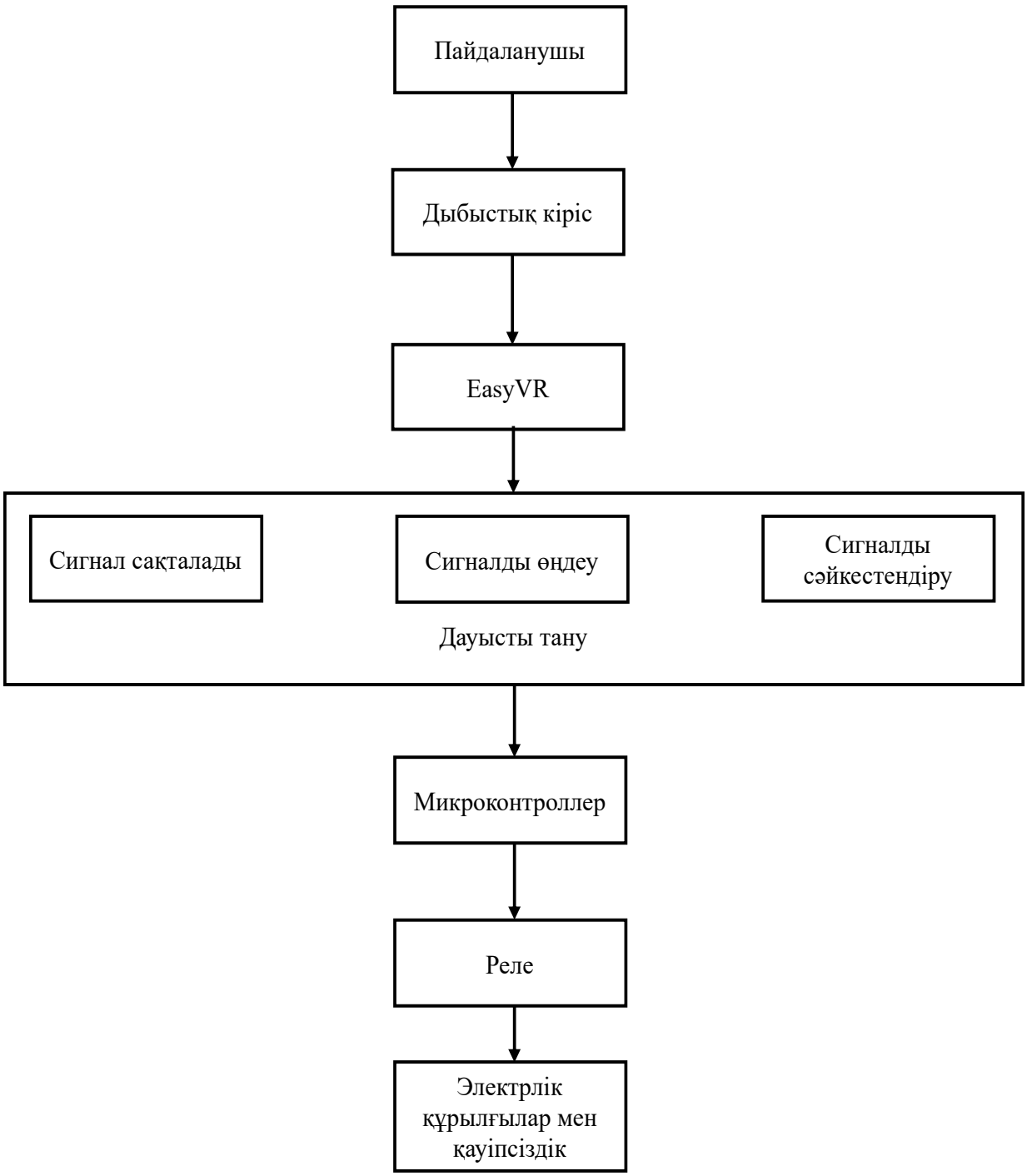

2.3-сурет – EasyVR сенсоры [32]

Смарт колонкаларда қолданылатын микропроцессорлар мен микроконтроллерлердің сымсыз байланыс мүмкіндіктеріне тәуелді екені анық. Осындай жүйелерде ең маңызды рөлдердің бірін цифрлық сигналдарды өңдеу функциялары бар қуатты микропроцессорлар атқарады. Мысалы,

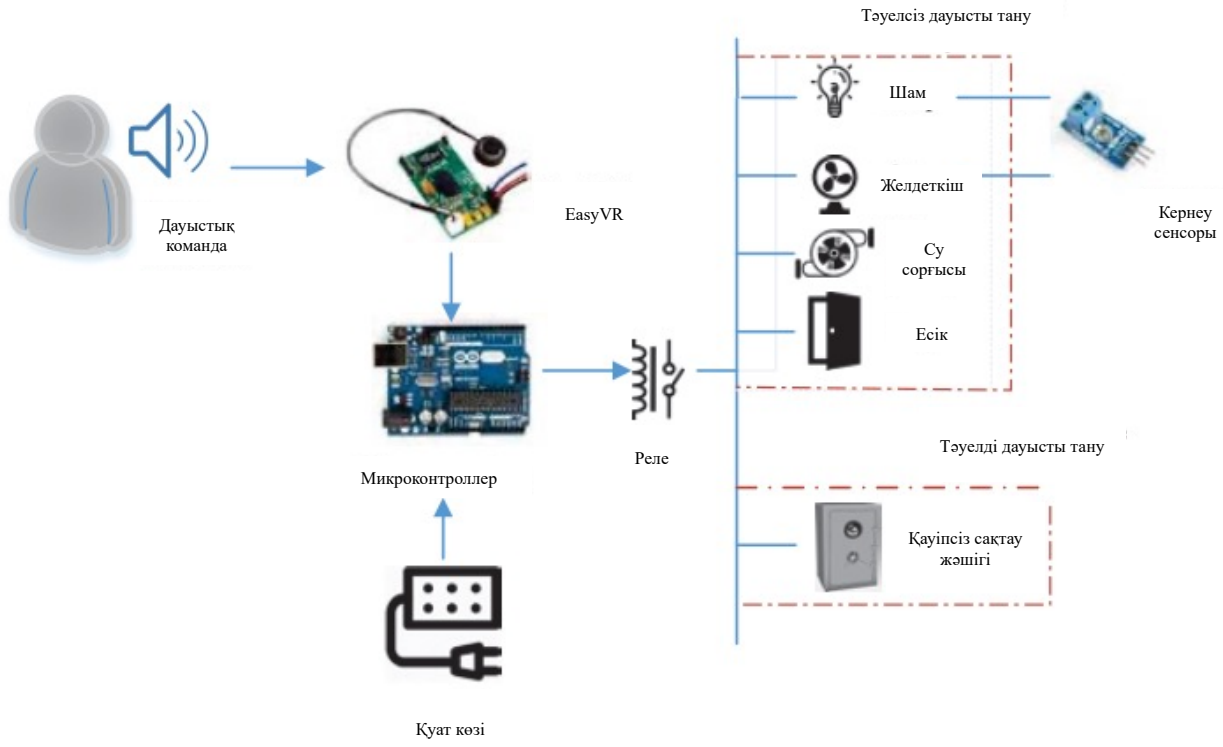
SPCE061A процессоры – SUNPLUS High Tech. Corp. Ltd. компаниясының 16 биттік MPU-сы, ол сөйлеуді тану, дыбысты жазу және ойнату мүмкіндіктерімен ерекшеленеді. Төменде 2.4-сурет – SPCE061A процессоры бейнеленген. Бұл процессордың ішінде 8 арналы 10 биттік аналог-сандық түрлендіргіш ADC (Analog-to-Digital Converter) бар, ол колонкаға кіретін дыбысты өңдеп, оны цифрлық форматқа айналдырады. Одан кейін сандық деректер жадта сақталып, қажет болған кезде қайтадан цифрлық-аналогтық түрлендіргіш DAC (Digital-to-Analog Converter) арқылы колонкадан шығады.


2.4-сурет – SPCE061A процессор [34]

[34] Зерттеу жұмысында жүйенің жұмысы қарапайым: адам белгілі бір дауыстық команданы айтады, оны EasyVR модулі тіркейді, өңдейді және сақталған дауыстық үлгілермен салыстырады. Егер дыбыс танылса, ATMega328 микроконтроллері оны өңдеп, құрылғыға белгілі бір әрекетті орындау үшін сигнал жібереді. 2.5-сурет – Жүйенің блок-схемасы бейнеленген. Бұл процесс реле арқылы жүзеге асады, яғни құрылғыны қосу немесе өшіру автоматты түрде орындалады.


Пайдаланушы
Дыбыстық кіріс
EasyVR
Сигнал сақталады
Сигналды өңдеу
Сигналды сәйкестендіру
Дауысты тану
Микроконтроллер
Реле
Электрлік құрылғылар мен қауіпсіздік

(а)




(б)

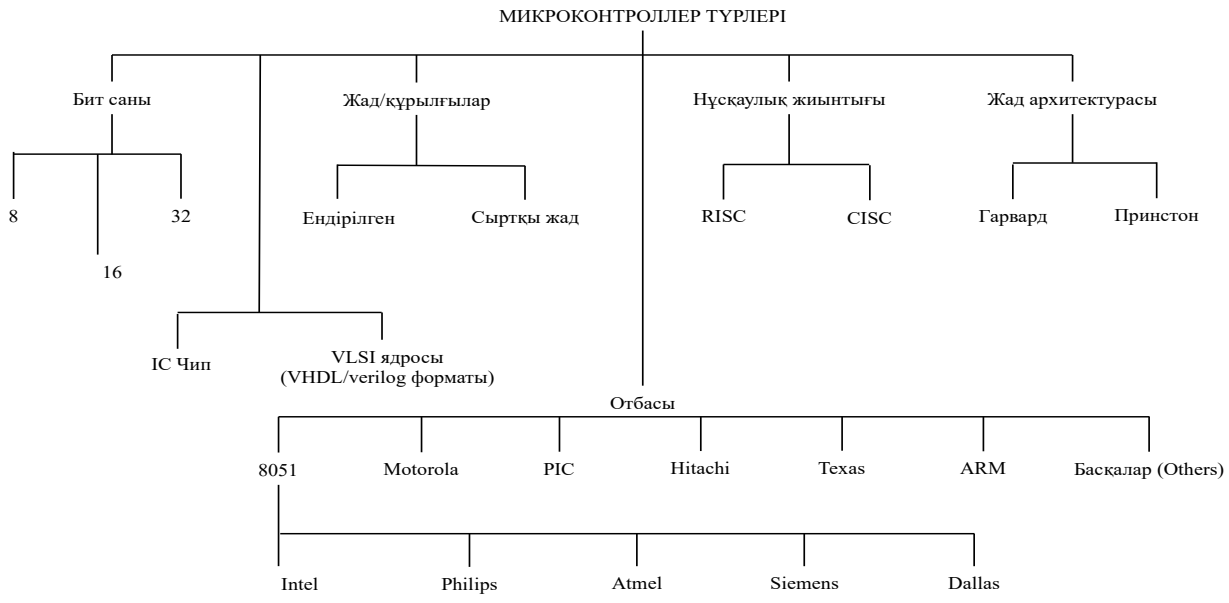
2.5-сурет – Жүйенің блок-схемасы (а) және (б) [32]

Мұндай жүйелерде дауыстық танудың екі түрлі әдісі пайдаланылады: біріншісі – тәуелсіз тану, бұл кез келген адамның дауысын қабылдай алады, бірақ дәлдігі сәл төменірек. Бұл әдіс жарық шамдарын, желдеткіштерді және су сорғыларын басқару үшін қолданылады. Екіншісі – тәуелді дауыстық тану, мұнда жүйе тек белгілі бір адамның дауысын ғана таниды. Бұл әдіс қауіпсіздік мақсатында, мысалы, сейфтер мен есіктерді басқаруда қолданылған.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ATMega328 және EasyVR негізінде жасалған дауыстық басқару жүйесі үй құрылғыларын басқаруда өте тиімді жұмыс істейді. Жүйенің тану дәлдігі 85%-ға дейін жеткен, ал пайдаланушының командасына жауап беру уақыты 1.3-тен 1.7 секундқа дейінгі аралықта өзгерген. Бұл көрсеткіштер смарт құрылғыларды дауыспен басқару технологиясының болашағы зор екенін дәлелдейді [32].

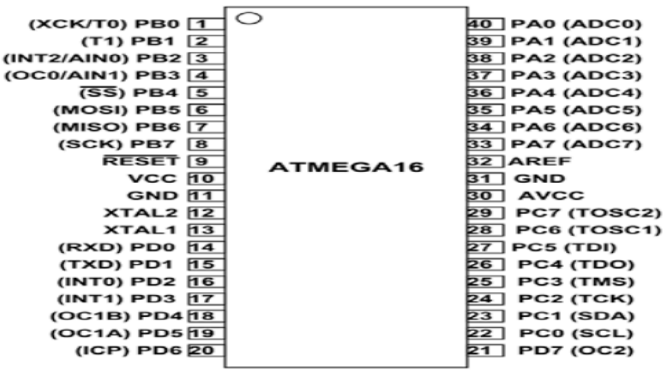
Смарт колонкаларда көбінесе микроконтроллерлер қолданылады, себебі олар шағын, қуатты аз тұтынады және нақты бір тапсырмаларды орындауға оңтайландырылған. AVR (Advanced Virtual RISC) архитектурасына негізделген Atmel ATmega16 микроконтроллері осындай құрылғыларда жиі кездеседі. Ол 8-биттік RISC архитектурасын қолданады, яғни жоғары өнімділік пен төмен қуат тұтыну арасындағы тепе-теңдікті сақтай отырып, тиімді жұмыс істеуге мүмкіндік береді. AVR микроконтроллерлерінің басты артықшылықтарының бірі – олардың флэш-жады арқылы қайта бағдарламалануы. Бұл колонканың функционалдығын жаңарту немесе оны

жаңа командаларға үйрету үшін өте ыңғайлы [33]. Төменде көрсетілген 2.6-суретте микроконтроллердің түрлері
бейнеленген.




2.6-сурет – Микроконтроллер түрлері [33]

Процессорлар смарт колонкалардың дауыстық командаларды түсінуін жақсартады. Сөйлеуді тану алгоритмдері құрылғының пайдаланушыға бейімделуіне мүмкіндік береді. Басқаша айтқанда, колонка әр адамның дауысын үйреніп, оны тану арқылы сәйкес командаларды орындай алады. Мұнда SACM (Speech and Audio Coding Module) технологиясы үлкен рөл атқарады, ол дыбыстық сигналдарды қысу, сақтау және декодтау процестерін басқарады. Мысалы, SACM-A2000 жоғары сапалы дыбыс үшін, SACM-S480 теңгерімді қысу және сапа арақатынасын қамтамасыз ету үшін, ал SACM-S240 ең жоғары қысу деңгейімен, бірақ төменірек сапада жұмыс істейді [34]. ATMEGA16 микроконтроллерінің пин диаграммасы (Pin Diagram) оның әрбір түйреуішінің (pin) функциясын көрсетеді. ATMEGA16 – 8-биттік AVR архитектурасына негізделген микроконтроллер, оның 40 пині бар (DIP корпусында) немесе 44 пині (TQFP корпусында). 2.7–суретте ATMEGA16 микроконтроллерінің пин диаграммасы бейнеленген.




2.7-сурет – ATMEGA16 микроконтроллері [33]

Микропроцессорлар мен микроконтроллерлердің арасындағы негізгі айырмашылық – олардың қолдану аясы мен құрылымы. Микропроцессорлар көбінесе жалпы мақсаттағы есептеу құрылғылары үшін қолданылады, ал микроконтроллерлер белгілі бір тапсырманы орындауға арналған. Смарт колонкаларда микроконтроллерлер жиі қолданылады, себебі олар колонканың негізгі басқару функцияларын орындайды: дауысты тану, дыбыс шығару, сымсыз байланыс және құрылғыны басқару [33].

Жалпы, смарт колонкаға арналған микропроцессор немесе микроконтроллер таңдау кезінде бірнеше негізгі факторларды ескеру қажет. Біріншіден, цифрлық сигналдарды өңдеу мүмкіндігі, өйткені бұл сөйлеуді тану мен дыбысты ойнатудың сапасын жақсартады. Екіншіден, энергияны тиімді пайдалану, себебі көптеген смарт құрылғылар батареямен жұмыс істейді. Үшіншіден, бірнеше аудиосигналды өңдеу үшін көпарналы ADC және DAC болуы қажет. Төртіншіден, Bluetooth, UART, I2C және SPI секілді байланыс интерфейстерін қолдау, себебі смарт колонкалар әртүрлі құрылғылармен оңай байланысуы тиіс. Сонымен қатар, жоғары өнімді үзіліс жүйесі (interrupt system) мен кең жады көлемі қажет, өйткені олар сөйлеуді тану процестерін жылдам әрі тиімді етеді. Осындай сипаттамалары бар SPCE061A сынды микропроцессорлар смарт колонкалар үшін тиімді шешімдердің бірі бола алады [34]. Смарт колонкаларда қолданылатын микроконтроллерлер мен микропроцессорлар – олардың «миы» іспетті. Олар дауысты тану, командаларды орындау, дыбысты өңдеу және байланыс орнату сияқты күрделі процестерді басқарады. Осындай технологиялардың арқасында колонкалар күнделікті өмірде ыңғайлы көмекшіге айналып, пайдаланушыларға барынша жайлылық ұсынады [33].

## 2.3 Қазақ тіліне бейімделген дауыстық ассистенттерге арналған деректер базасы және ашық ресурстағы технологиялар

Қазақ тіліне бейімделген дауыстық ассистенттерге арналған деректер базасы және ашық ресурстардағы технологиялар - бұл жасанды интеллект

және табиғи тіл өңдеу саласындағы маңызды бағыттардың бірі. Қазіргі таңда қазақ тіліне бейімделген дауыстық ассистенттерді дамытуда кездесетін негізгі мәселелер – мәліметтердің жетіспеушілігі, тілдік модельдерді оқытуға арналған сапалы корпус тапшылығы және қазақ тілінің морфологиялық ерекшеліктерін ескеретін алгоритмдердің болмауы. Қазақ тіліне бейімделген дауыстық ассистенттерді дамыту үшін сапалы деректер базасы мен ашық ресурстарды пайдалану өте маңызды. Қазіргі уақытта дауыстық көмекшілер Google Assistant, Siri, Alexa негізінен жоғары ресурсты тілдер үшін жақсы жұмыс істейді, себебі оларда үлкен көлемдегі деректер қоры бар. Ал қазақ тілі сияқты төмен ресурсты тілдерде мұндай мүмкіндіктер шектеулі. Сондықтан қазақ тіліндегі дауыстық технологияларды дамыту үшін арнайы әдістер мен технологияларды қолдану қажет.

Дауыстық ассистенттердің тиімді жұмыс істеуі үшін қазақ тіліндегі үлкен көлемдегі деректер базасын құру қажет. Бұл база келесі негізгі компоненттерді қамтуы керек: табиғи сөйлеу үлгілері, аудио жазбалар, диалогтық сценарийлер, сұрақ-жауап мәтіндері және фонетикалық ерекшеліктер. Мұндай мәліметтерді жинақтау үшін ашық ресурстарды пайдалану – тиімді тәсілдердің бірі. Мысалы, Mozilla Common Voice платформасында қолданушылар өз дауыстарын жазып, тілдік мәліметтер қорын толықтыруға көмектесе алады.

Тілді акустикалық корпусын құру үшін акустикалық деректерді жазу Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитетіне қарасты Ақпараттық және есептеу технологиялары институтында, Алматы қаласында жүргізілді. 2.8-суретте – Vocalbooth.com компаниясының дыбыс оқшаулағыш, кәсіби жазу студиясы қолданылды (1-сурет). Аудио деректерді жазуға арналған кабина екі қабатты дыбыс оқшаулағыш қабаттан тұрады және оның ауа өткізбейтін есігі бар. Ішкі дизайны қызыл түсті, пирамида тәрізді дыбысты сіңіретін акустикалық материалдан жасалған және кабина дыбыссыз ауа алмасу жүйесімен жабдықталған. Бұл студия жоғары сапалы аудио деректерді жазуға арналған [35].

2.8-сурет – Дыбыс оқшаулағыш кәсіби жазу студиясы [35]

Қазақ тіліндегі дауыстық технологияларды дамыту үшін бірнеше озық әдістерді қолдануға болады. Солардың бірі – трансферлік оқыту (Transfer Learning), яғни алдын ала үйретілген көптілді модельдерді қазақ тіліне бейімдеу. Сонымен қатар, деректерді көбейту (Data Augmentation) әдісі арқылы шектеулі мәліметтерді әртүрлі нұсқаларға түрлендіріп, жасанды түрде үлкен деректер қоры жасалады. Дауыстық ассистенттердің шынайырақ жұмыс істеуі үшін код-ауысу (Code-Switching) қолдауын дамыту қажет, өйткені Қазақстанда адамдар көбіне қазақ және орыс тілдерін араластырып сөйлейді.

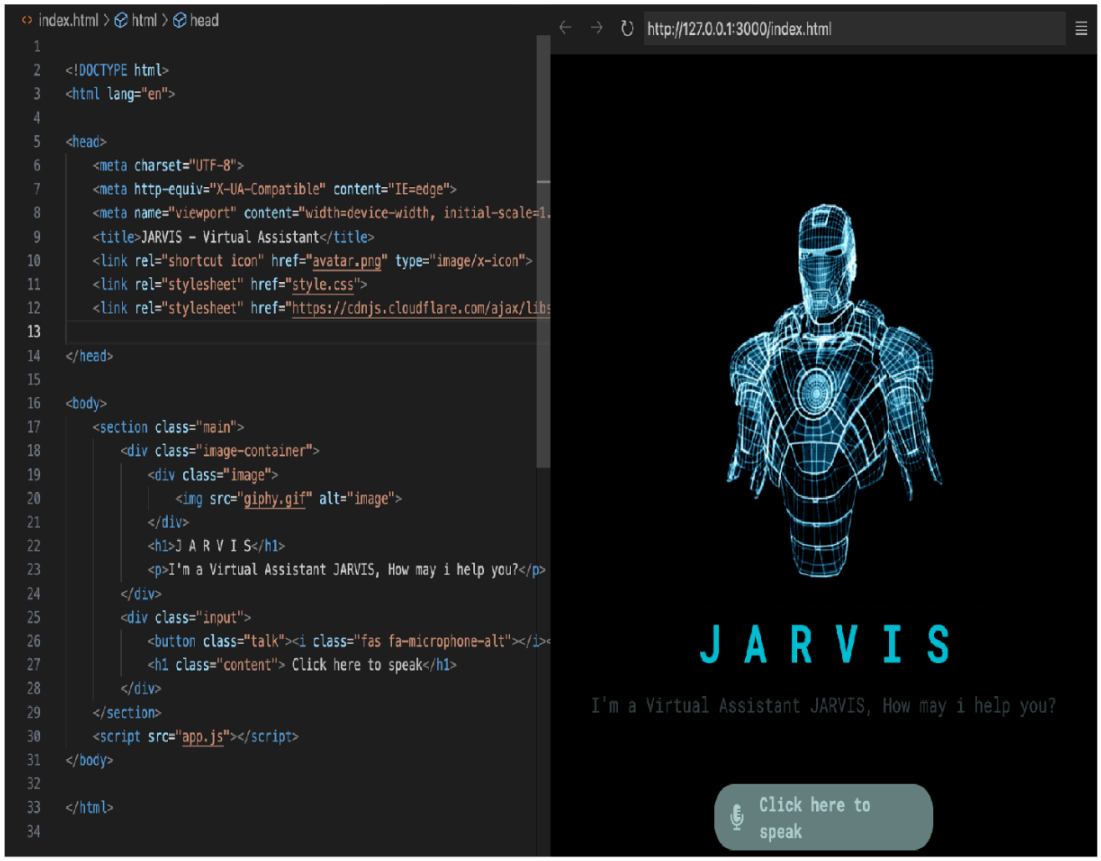
ChatGPT сияқты жасанды интеллект жүйелері қазақ тілін түсініп, оған жауап беру қабілетін жетілдіру үшін жоғарыда айтылған әдістерді қолданады. Ашық мәліметтер қоры, машиналық оқыту алгоритмдері және көптілді модельдер қазақ тіліндегі дауыстық көмекшілердің дамуын жеделдетуге мүмкіндік береді. ChatGPT-дің өзі қазақ тіліндегі сұраныстарға жауап беру үшін көптеген дереккөздерді пайдаланып, тілдік модельдерді жетілдіруде. Осылайша, қазақ тіліне арналған дауыстық технологияларды жетілдіру үшін үлкен деректер базасын қалыптастыру, ашық ресурстарды тиімді қолдану және жасанды интеллект алгоритмдерін бейімдеу қажет. Бұл процестер қазақ тілін цифрлық ортада кеңінен қолдануға және оны заманауи технологиялармен үйлестіруге ықпал етеді.

[35] Зерттеу жұмысында қазақ тіліндегі сөйлеуді тану жүйесін жетілдіру мақсатында терең нейрондық желілер (DNN) мен Kaldi платформасы қолданылған. Жүйенің тиімділігін арттыру үшін арнайы 76 сағаттық сөйлеу корпусы жасалды. Бұл корпус кәсіби студияда жазылып, 200-ге жуық әртүрлі жастағы және жыныстағы адамдардың дауыстары жинақталды. Әрбір сөйлеуші 100 сөйлем оқып, олардың мәтіндері қазақ тіліндегі жаңалықтар мен электронды дереккөздерден алынды. Осындай ауқымды мәліметтер базасы қазақ тілінің фонетикалық және морфологиялық ерекшеліктерін ескеруге мүмкіндік берді. Жинақталған аудиоматериалдар сөйлеуді тану жүйесін оқытуға пайдаланылады, ал акустикалық модельдерді құру үшін Жасырын Марков модельдері, Гаусс қоспасы моделі және терең нейрондық желілер қолданылды. Қазақ тілі агглютинативті тіл болғандықтан, оның морфологиялық күрделілігін дәстүрлі статистикалық әдістер арқылы модельдеу қиынға соғады.

Сондықтан тілдік модельдеуде гибридті тәсілдер таңдалды. Ашық ресурстарды пайдалану жүйенің дамуын айтарлықтай жеңілдетті. Мысалы, Kaldi платформасы сөйлеуді тану саласында кеңінен қолданылады және ол түрлі математикалық кітапханалармен, соның ішінде BLAS және LAPACK-пен үйлесімді жұмыс істейді. Ал аудио сигналдарды өңдеу барысында Mel - Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) және Perceptual Linear Prediction (PLP) әдістері қолданылды. Бұл әдістер сөйлеу сигналының ерекшеліктерін тиімді бөліп, тану сапасын жақсартуға көмектесті. Жүйенің жұмыс тиімділігі сөз қатесі деңгейі (WER) арқылы бағаланды, ал дәстүрлі әдістермен салыстырғанда, терең нейрондық желілерді қолдану нәтижесінде бұл

көрсеткіш 32.72%-ға дейін төмендеді. Бұл қазақ тіліндегі сөйлеуді тану сапасының айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді.

«Frontend design of jarvis_ Voice Assistant» дегеніміз – JARVIS дауыс ассистентінің пайдаланушы интерфейсінің немесе сыртқы көрінісінің дизайны. Бұл интерфейс пайдаланушы мен ассистент арасындағы өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді. Ол экранда көрсетілетін батырмалар, микрофон белгішесі, жауап шығару аймағы, сөйлесу терезесі және басқа да элементтерді қамтуы мүмкін. JARVIS дауыс ассистенті 2.9-суретте бейнеленген. Нағыз қазақша сөйлейтін дауыстық ассистентті жасау үшін бірнеше маңызды қадамдарды орындау қажет. Ең алдымен, қазақ тіліндегі дауыстарды жинап, оларды өңдеу керек. Бұдан кейін, жасанды интеллект арқылы сөйлеуді тану мен мәтінді дыбыстау модельдерін жаттықтыру қажет. Дайын модельдерді қолдана отырып, ассистентке табиғи диалог құру қабілетін беру керек. Ол қолданушылардың сұрақтарына жауап бере алуы, олардың айтқан сөздерін дұрыс түсініп, сәйкесінше әрекет етуі қажет. Соңында, жүйені нақты өмірде тестілеу арқылы оның сапасын жақсарту керек [36].




2.9-сурет – Frontend design of jarvis_ Voice Assistant [37]

Дауыстық ассистент жай ғана сөздерді танумен шектелмейді, ол қолданушыларға ыңғайлы болуы үшін қарапайым әрі түсінікті интерфейспен қамтылуы керек. Осыған байланысты, дауыстық командаларды қабылдайтын,

өңдейтін және жауап беретін жүйенің құрылымы ойластырылды. Бұл жүйе интернет арқылы жұмыс істеп, IP-телефонияны қолдайды, сондай-ақ ашық кодты бағдарламалық жасақтамалармен үйлесімді болуға тиіс. Осындай тәсілдің арқасында оны әрі қарай жетілдіріп, жаңа мүмкіндіктер қосуға мүмкіндік туады [38]. Қазақ тіліндегі дауыстық ассистенттерді дамыту барысында көптілділік пен код-ауысу мәселелері де ескерілуі қажет. Күнделікті өмірде адамдар қазақ және орыс тілдерін қатар қолданғандықтан, ассистент бұл ерекшелікті ескеріп, екі тілде де дұрыс жауап бере алуы тиіс. Ол үшін арнайы код-ауысуды танитын модельдерді әзірлеу қажет. Сонымен бірге, қазақ тілінің өзіндік морфологиялық және синтаксистік ерекшеліктерін ескеретін ережеге негізделген тіл өңдеу тәсілдері де тиімді бола алады. Бұл әдістер, әсіресе, мәліметтер жеткіліксіз болған жағдайда, тілді дұрыс өңдеу мен түсінуді жақсарта алады [39].

Қазақ тіліндегі дауыстық көмекшілерді дамыту процесінде жиі қолданылатын сөз тіркестерін, сөйлеу мәнерін талдайтын алгоритмдер құру да маңызды. Бұл ассистенттің адамдармен табиғи әрі еркін қарым-қатынас жасауына мүмкіндік береді. Мұндай жүйелерді дамыту тек технологиялық жетістік қана емес, қазақ тілін цифрлық кеңістікте кеңінен қолдануға жол ашатын үлкен қадам. Осылайша, қазақ тілінде жұмыс істейтін дауыстық көмекшілердің пайда болуы қолданушыларға ыңғайлы әрі қолжетімді қызмет ұсынып қана қоймай, ана тіліміздің дамуына да оң әсер етеді [29].

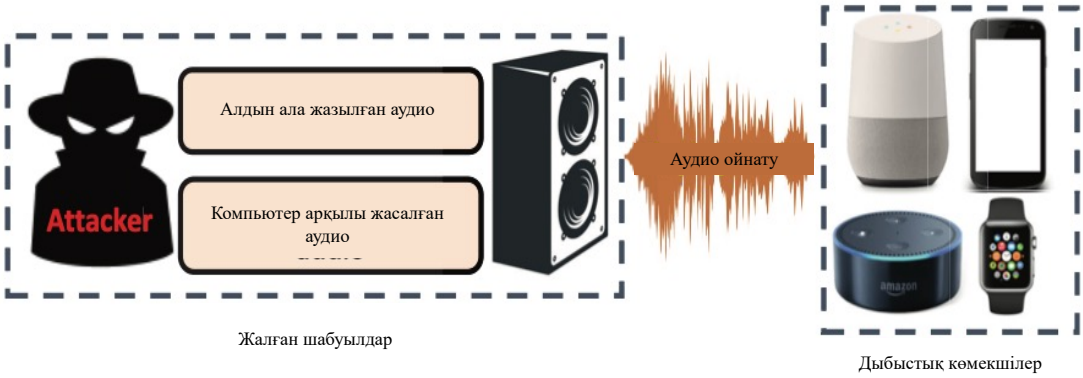
## 2.4 Смарт колонкалардың мүмкіндіктері мен шектеулері

Смарт колонкалар қазіргі заманғы технологиялармен жабдықталып, өмірімізді жеңілдетуге бағытталған құрылғылардың бірі болып табылады. Олар IoT жүйесі арқылы жұмыс істеп, дауыстық командаларға жауап беру арқылы үйдегі ақылды құрылғыларды басқаруға мүмкіндік береді. Google Home, Amazon Echo, Apple Siri сынды көмекшілердің арқасында біз жарықты өшіріп-қосу, ауа райын білу, күнтізбені басқару секілді әрекеттерді жай ғана дауысымызбен орындай аламыз [11]. Смарт колонкалар жасанды интеллекттің арқасында адамдармен табиғи тілде қарым-қатынас жасай алатын деңгейге жетті. ChatGPT сияқты жүйелер оларды одан әрі жетілдіріп, қолданушының сұранысына бейімделе алатын, барынша икемді және жекелендірілген құрылғыларға айналдырды. Бұл дегеніміз, колонкалар тек дауысты ғана емес, контекстті де талдап, пайдаланушының сұрақтарына логикалық әрі мазмұнды жауап бере алады [13]. Бұл құрылғылар жасанды интеллектті пайдалана отырып, әртүрлі адамдардың дауыс ерекшеліктерін ажыратып, пайдаланушыға барынша ыңғайлы қызмет көрсетуге бейімделе алады. Олар адамның сөйлеу мәнерін, дауыс ырғағын және екпінін талдап, жауаптарын соған сәйкестендіруге тырысады. Мұның бәрі пайдаланушының смарт колонкамен өзара әрекеттесуін жеңілдетіп, оның мүмкіндіктерін арттыра түседі [15].

Сонымен қатар, олар пайдаланушының дауыстық қолтаңбасын сақтап, жеке тұлғаларды ажырата алады. Бұл өте ыңғайлы әрі жылдам, себебі телефон немесе басқа құрылғыларға қол тигізбей-ақ, қажетті әрекетті орындай беруге болады. Алайда, осындай мүмкіндіктерімен қатар, смарт колонкалардың бірқатар шектеулері бар. Ең басты мәселе – қауіпсіздік. Өйткені олар дауыстық биометрияны пайдаланады, ал оны кейбір алаяқтар алдын ала жазылған дыбыстар немесе жасанды интеллект көмегімен жасалған дауыстар арқылы бұзып кетуі мүмкін [11].

Олардың жылдам жауап беру қабілеті пайдаланушыға шынайы уақыт режимінде әрекет ету мүмкіндігін сыйлайды, бұл құрылғылардың ыңғайлылығын арттыра түседі. Алайда, бұл технологияның кемшіліктері де жоқ емес. Кейде жасанды интеллект сұранысты дұрыс түсінбей, қисынсыз немесе мағынасы сәйкес келмейтін жауаптар беруі мүмкін. Бұл, әсіресе, колонкалар дауыс арқылы басқарылатын кезде байқалады. Сонымен қатар, жүйе бұрынғы диалогтарды толық ескермеуі мүмкін, бұл кейде түсініспеушіліктерге әкеледі. Қауіпсіздік мәселесі де өзекті: құрылғы айналадағы шуды немесе бөтен дауыстарды қолданушының дауысы ретінде қабылдап, қажетсіз әрекеттерді орындай алады [13]. Дегенмен, бұл технологияның кемшіліктері де бар. Кейбір жағдайларда құрылғы сөйлеушінің дауысын дұрыс тани алмай, командаларды қате орындауы мүмкін. Сондай-ақ, қоршаған ортадағы шу құрылғының дауыс ажырату қабілетіне кедергі келтіреді, бұл пайдаланушыға ыңғайсыздық туғызуы мүмкін. Қауіпсіздік мәселесі де өзекті, себебі смарт колонкалар адамның дауысын есте сақтап, оны әртүрлі мақсаттарда қолдануы мүмкін, бұл жеке деректердің қорғалуын талап етеді. Сонымен қатар, мұндай құрылғылар кейбір тілдік акценттер мен диалектілерді түсінуде қиындықтарға тап болуы мүмкін, бұл оларды әртүрлі өңірлердегі адамдар үшін бірдей тиімді етпейді. Жалпы алғанда, смарт колонкалар пайдаланушыларға ыңғайлы көмекші болуға ұмтылғанымен, олардың әлі де дауыс тану, акценттерді ажырату және қауіпсіздік тұрғысынан жетілдіруді қажет ететін тұстары бар [15].

Импостерлік шабуылдар (Impostor Attacks) – бұл дауыс көмекшілеріне Siri, Google Assistant, Alexa және т.б. бағытталған алаяқтық шабуыл түрі. Мұндай шабуылдарда қаскүнемдер жүйені алдап, заңды пайдаланушының атынан әрекет ету үшін оның дауысын қолданады. Импостерлік шабуылдар 2.10-суретте көрсетілгендей.

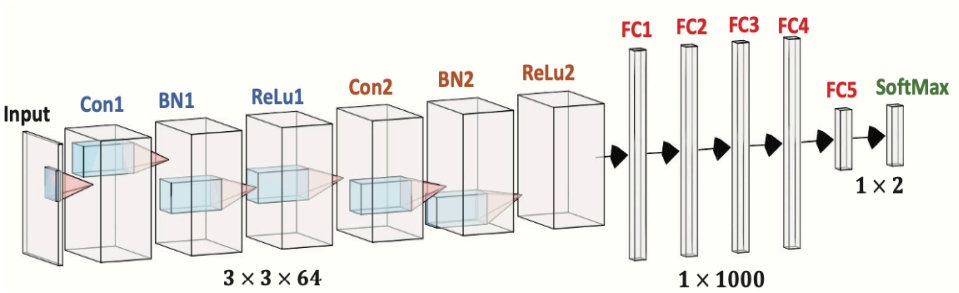



2.10-сурет – Дыбыстық көмекшілерге жасалған импостерлік шабуылдардың иллюстрациясы [11]

Балалар смарт колонкалармен өзара әрекеттесуді үйрену барысында белгілі бір тілдік құрылымдарды қайталауға мәжбүр болады, бұл олардың дауыстық көмекшімен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруына көмектеседі. Бірақ олар мұны өздігінен меңгере алмайды, көбіне ата-аналарының көмегі қажет. Себебі смарт колонкалармен байланыс орнату үшін белгілі бір нақты командалар қажет, мысалы, "Окей, Google" немесе "Алекса" деп айтқаннан кейін ғана сұранысты жеткізуге болады. Бұл талап балалар үшін қиындық тудыруы мүмкін, өйткені олар құрылғымен кәдімгі адам секілді сөйлесуге тырысады, ал смарт колонкалар тек алдын ала белгіленген үлгідегі командаларды ғана түсінеді. Сонымен қатар, құрылғы әрдайым пайдаланушының сөздерін дұрыс түсіне бермейді, әсіресе қоршаған ортада шу болса немесе бала айқын сөйлемесе. Тағы бір шектеу – смарт колонкалар дауысты өңдегенімен, іс жүзінде олар тек мәтіндік деректермен жұмыс істейді, яғни адамның сұранысын мәтінге айналдырып, оған сәйкес жауап береді. Осы себепті кейде пайдаланушылар құрылғыдан күткен нәтижесін ала алмауы мүмкін. Жалпы, смарт колонкалар адаммен табиғи тілде сөйлесуге тырысқанымен, әлі де белгілі бір шектеулерге ие. Балалар олармен қарым-қатынас жасауды үйренген сайын жаңа дағдылар қалыптастырады, бірақ құрылғының нақты командаларға тәуелділігі олардың еркін тілдесу мүмкіндігін шектейді [8]. Дегенмен, осы мәселелерді шешу үшін жаңа әдістер әзірленуде. Мысалы, миллиметрлік толқындар радарын қолдану арқылы смарт колонкалар адамның дауысын ғана емес, еріннің қимылын да бақылай алады. Бұл жалған дауыстарды анықтауға және қауіпсіздікті арттыруға көмектеседі. Бірақ, қанша жетілдірілсе де, мұндай технологиялар әлі де кейбір техникалық шектеулерге тап болып жатады [13].

[11] зерттеу жұмысында сөйлеушіні верификациялау үшін біз терең конфоляциялық нейрондық желіні қолданамыз, оның құрылымы 2.11-суретте көрсетілген. Алдымен, енгізу қабаты арқылы 25×7 өлшемді матрицадан деректер оқылады. Бұл матрицаның алғашқы үш бағанында VCV MFCC негізіндегі белгілер болса, қалған төрт баған LM WPT негізіндегі белгілерді қамтиды. Одан кейін, екі конволюциялық қабат қолданылады, олардың

әрқайсысында 64 арналы 3×3 өлшемді фильтр бар және бірдей толықтыру әдісі пайдаланылады. Әрбір конволюциялық қабаттан кейін деректерді қалыпқа келтіретін Batch Normalization қабаты және белсендіру функциясы ретінде ReLU қабаты қосылған. Бұдан кейін желіге 1000 нейроннан тұратын төрт толық байланысқан қабат енгізіледі. Ал соңында, екі нейроннан тұратын толық байланысқан қабат пен Softmax қабаты жүйенің заңды пайдаланушысы мен басқа адамдарды ажырату үшін қолданылады.




2.11-сурет – Терең конфоляциялық нейрондық желінің архитектурасы [11]

Бұған қоса, мұндай жүйелердің жұмыс істеуі тұрақты интернетке тәуелді, сондықтан кей жағдайларда олар дұрыс жауап бере алмауы мүмкін. Дегенмен, технологияның дамуымен бірге бұл мәселелердің көпшілігі шешіледі деп күтуге болады. Қазіргі таңда смарт колонкалар адам өмірін жеңілдетіп, интерактивті әрі ыңғайлы көмекшіге айналуда, бірақ оларды жетілдіруге әлі де мүмкіндік бар, әсіресе жауаптардың дәлдігі мен контексті түсіну тұрғысынан [13].

## 2.5 Дыбысты қабылдау және өңдеу алгоритмдері

Дыбысты қабылдау және өңдеу – қазіргі заманғы технологиялардың маңызды бөлігі, әсіресе сөйлеушіні анықтау сияқты тапсырмаларда кеңінен қолданылады. Бұл процесс бірнеше кезеңнен тұрады. Алдымен, дыбыстық сигналды мәтінге айналдыру қажет, мұны автоматтандырылған жүйелер, мысалы, Fairseq S2T орындайды. Осыдан кейін алынған мәтінді өңдеу арқылы әр сөйлемнің қай сөйлеушіге тиесілі екенін анықтау керек. Мұнда арнайы әдістер – сөйлеушіні ерекшелеу алгоритмдері қолданылады. Олар аудиожазбадағы әртүрлі адамдардың сөздерін бөлшектеп, қай фразаны кім айтқанын айқындауға мүмкіндік береді [40]. Ақылды динамиктер біздің дауыспен басқарылатын көмекшілерімізге айналды, бірақ олардың жұмыс істеуі негізінен дыбысты қабылдау және өңдеу алгоритмдеріне байланысты.

Бұл құрылғылар табиғи тілді өңдеу технологиясы арқылы қолданушылардың командаларын түсініп, оларды орындауға тырысады. Әдетте, олар музыка қосу, еске салғыш орнату немесе ақпарат беру сияқты қарапайым тапсырмаларды орындайды. Алайда, кейде олар күтпеген әрекеттер жасап, қолданушының сөзін дұрыс түсінбей қалуы мүмкін. Мұның басты себебі – дыбысты дұрыс тану мен өңдеудегі қателіктер. Фондық шу, адамның сөйлеу ерекшеліктері немесе жүйенің оқу деректеріндегі кемшіліктер – осындай түсінбеушіліктерге алып келуі мүмкін [40].

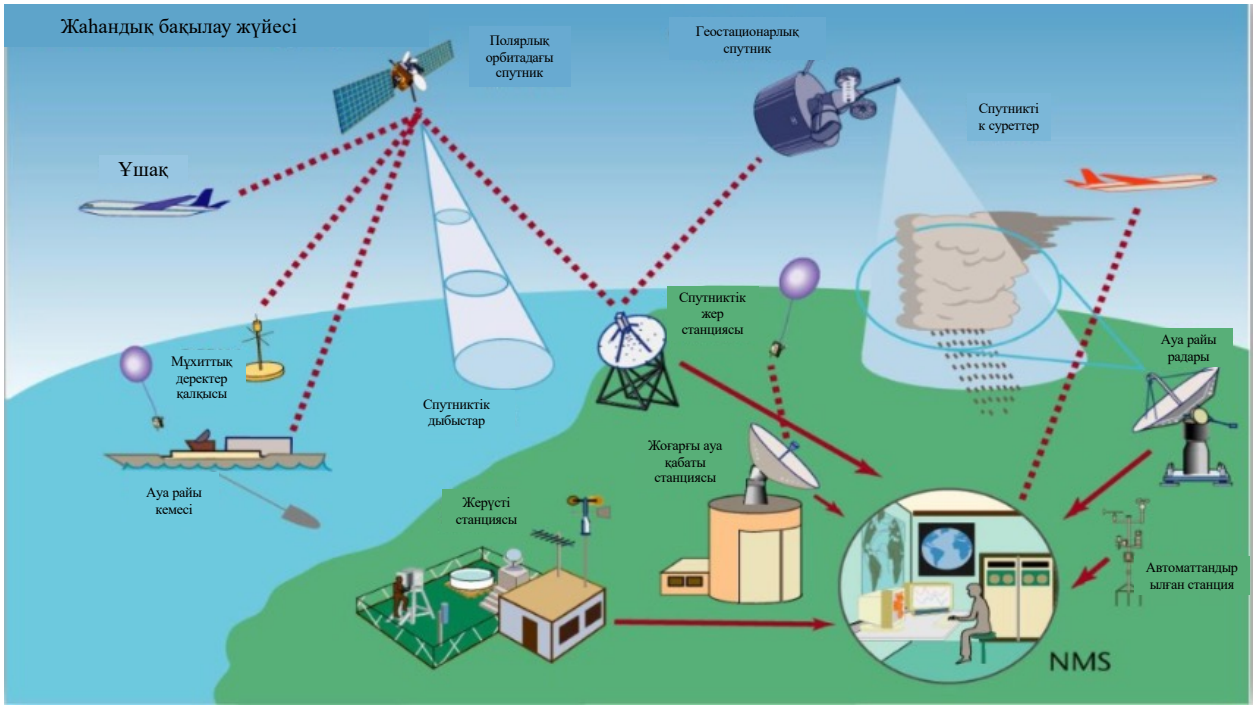
Дыбысты қабылдау мен өңдеу технологиялары күн сайын жетіліп келеді, ал олардың жұмыс істеу принциптері мәтіндерді өңдеу әдістерімен көп ұқсастыққа ие. Қазақ тіліндегі қателерді түзету алгоритмін әзірлеу барысында зерттеушілер морфологиялық талдау мен шулы арналар моделіне негізделген тәсілдерді қолданған. Бұл әдістер мәтінді дұрыс тану мен түсінуге көмектеседі, ал дыбыстық жүйелерде оларды сөйлеген сөздің мазмұнын нақты анықтау үшін қолдануға болады. Себебі адам айтқан сөз әрдайым анық бола бермейді: фондық шу, дикция ерекшеліктері немесе сөйлеу жылдамдығы жүйенің дұрыс түсінбеуіне себеп болуы мүмкін [22].

Егер бұрын іздеу үшін экранға үңіліп, батырмаларды басу қажет болса, қазір жай ғана дауыстық команда беру жеткілікті. Мұндай жүйелер іздеуді жеңілдетіп, адамдардың шешім қабылдауын жылдамдатады. Зерттеулер көрсеткендей, дауыспен басқарылатын құрылғыларды қолданған кезде сандық контентке жұмсалатын қаржы орташа есеппен 21,5%-ға өседі. Бірақ сонымен қатар, пайдаланушылар сатып алған контентін толық тамашаламай, басқа нұсқаларға жиі ауысып отырады, бұл көрсеткіш 3%-ға төмендеген. Бұл адамдардың іздеу мен таңдау әдістерінің өзгергенін көрсетеді – олар бұрынғыдай ұзақ ойланып, зерттеулер жасамайды, керісінше, жылдам әрі импульсивті шешім қабылдайды [5].

Сонымен қатар, ақылды динамиктердің үнемі айналадағы дыбыстарды тыңдап тұруы кейбір адамдар үшін жеке өмірге қауіп төндіретін факторға айналады. Бұл құрылғылардың тағы бір осал тұсы – интернетке тәуелділігі. Байланыс нашар болғанда немесе құрылғы сервермен дұрыс байланыса алмаған кезде, ол командаларға жауап бермей қалады немесе қате реакция танытады. Мұның барлығы құрылғының нақты уақыттағы деректермен жұмыс істеуіне негізделгенін көрсетеді [41]. Нақты уақыт режимінде ауа райын болжау бірнеше маңызды кезеңнен тұрады. Біріншіден, метеорологиялық бақылаулар жиналып, өңделіп, олардың сапасы бақыланады. Бұл деректердің дәлдігі ауа райы болжамының сенімділігі үшін аса маңызды. Кейін осы мәліметтер арнайы алгоритмдер арқылы біріктіріліп, атмосфералық процестердің динамикасын есептеуге арналған математикалық модельдерге енгізіледі. Бұл модельдер атмосфераның өзгерістерін болжауға көмектеседі.

Сонымен қатар, арнайы қолданбалы модельдер болжамды нақты жағдайларға бейімдейді, мысалы, ауыл шаруашылығы, авиация немесе су тасқыны қаупін бағалау сияқты салаларда пайдалану үшін. Осы процестің ең

басты және бастапқы кезеңі – бақылауларды алу, өңдеу және талдау. Дәл осы деректер болашақ болжамдардың негізін қалайды. Бүгінде көптеген елдер халықаралық әріптестіктің арқасында метеорологиялық спутниктерді бірігіп қолдануда. Мұндай бақылаулар екі негізгі әдіске бөлінеді: орнында жүргізілетін және қашықтықтан зондтау. Бірінші әдіс жерүсті станциялары мен құралдар көмегімен тікелей өлшеулерге негізделген, ал екіншісі спутниктер мен радиолокациялық жүйелер арқылы жүргізіледі. Метеорологиялық бақылаулардың әртүрлі түрлері мен олардың сипаттамалары кеңінен жіктеледі, бұл ауа райын болжау жүйесінің күрделілігін көрсетеді. Төменде 2.12-суретте ғаламдық бақылау жүйесі бейнеленген.



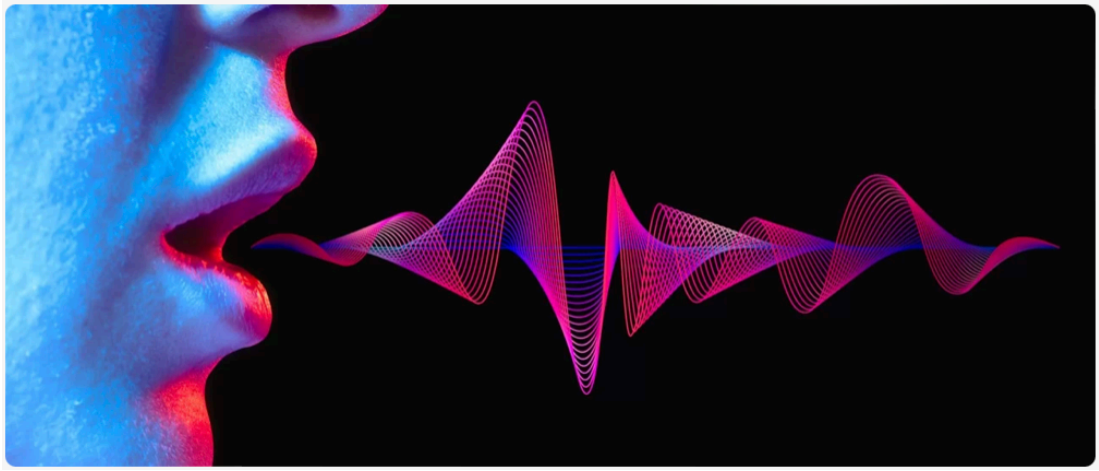

2.12-сурет – GOS құрылымы [42]

Осындай жағдайларда Левенштейн арақашықтығы сияқты алгоритмдер көмектеседі, ол сөздер арасындағы айырмашылықтарды өлшеп, ең ықтимал түзетулерді ұсынады. Бұл тәсілдерді дыбысты тану жүйелеріне бейімдесек, құрылғы пайдаланушының дауыстық командасын дұрыс қабылдап, оған сәйкес әрекет ете алады. Мұндай алгоритмдер тек сөздерді салыстырып қана қоймай, олардың мағынасына, контекстіне де назар аударады, сондықтан жүйе енгізілген немесе айтылған ақпараттың мәнін тереңірек түсінеді. Технология дамыған сайын, дыбысты өңдеу мен қателерді түзету әдістері жетілдіріліп, адамдар мен жасанды интеллект арасындағы өзара әрекеттесу табиғи әрі түсінікті бола түсуде [22].

Бұған қоса, мәтіндегі атау сущностерін тану да маңызды рөл атқарады. Trankit сияқты модельдер арқылы адамдардың есімдерін автоматты түрде анықтап, оларды тиісті сөйлемдермен сәйкестендіруге болады. Бұл процесті

терең оқыту әдістері одан әрі жетілдіре түседі. RoBERTa секілді трансформерлік модельдер контекстті терең талдап, мәтінде есімі аталған адамның қай сөйлеуші екенін болжай алады. Егер сөйлемде бірнеше адамның аты кездессе, олардың бір-бірімен байланысын нақтылау үшін графтық конволюциялық желілер қолданылады.

Бұл технологиялар сөйлеушілер арасындағы қатынасты есепке ала отырып, әрбір адамның сөзін дәл анықтауға көмектеседі 2.13-суретте көрсетілгендей. Осы әдістердің барлығы бірігіп жұмыс істегенде, дыбыстық ақпаратты өңдеу және сөйлеушіні тану айтарлықтай дәлдікке жетеді [40].



2.13-сурет – Дыбыстық ақпарат [40]

Кейде ақылды динамиктердің әлеуметтік және мәдени контекстті ескермей, орынсыз жауаптар беруі де пайдаланушыларды ыңғайсыз жағдайға қалдыруы мүмкін. Осындай жағдайлар технологияның әлі де жетілдіруді қажет ететінін дәлелдейді. Ақылды динамиктер бізге көмектескенімен, олардың дыбысты өңдеу алгоритмдері кейде күтпеген тосынсыйлар жасап, біздің шыдамымызды сынап жатады. Бірақ болашақта бұл жүйелер дамып, адамдармен қарым-қатынасы табиғи әрі интуитивті бола түсетіні анық.

Сонымен қатар, ақылды динамиктер тек функционалдық құрал емес, оларды көптеген адамдар серіктес ретінде қабылдай бастайды. Себебі олар қолданушымен диалог жүргізе алады, әңгімелесуге мүмкіндік береді. Дауыстық технологиялар дамыған сайын, адамдар олармен бұрынғыдан да табиғи қарым-қатынас жасай бастайды. Ал бұл өз кезегінде іздеу құнын азайтып, дауыстық көмекшілердің коммерциялық құндылығын арттыра түседі. Бүгінгі таңда мұндай технологиялардың жетілуі адамдар мен машиналар арасындағы өзара әрекеттесуді жеңілдетіп, интуитивті әрі ыңғайлы ете түсуде [5]. Кейде ақылды динамиктердің әлеуметтік және мәдени контекстті ескермей, орынсыз жауаптар беруі де пайдаланушыларды ыңғайсыз жағдайға қалдыруы мүмкін. Осындай жағдайлар технологияның әлі де жетілдіруді қажет ететінін дәлелдейді. Ақылды динамиктер бізге көмектескенімен, олардың дыбысты өңдеу алгоритмдері кейде күтпеген

тосынсыйлар жасап, біздің шыдамымызды сынап жатады. Бірақ болашақта бұл жүйелер дамып, адамдармен қарым-қатынасы табиғи әрі интуитивті бола түсетіні анық [41].

## 2.6 Смарт колонкаларда қолданылатын байланыс хаттамалары

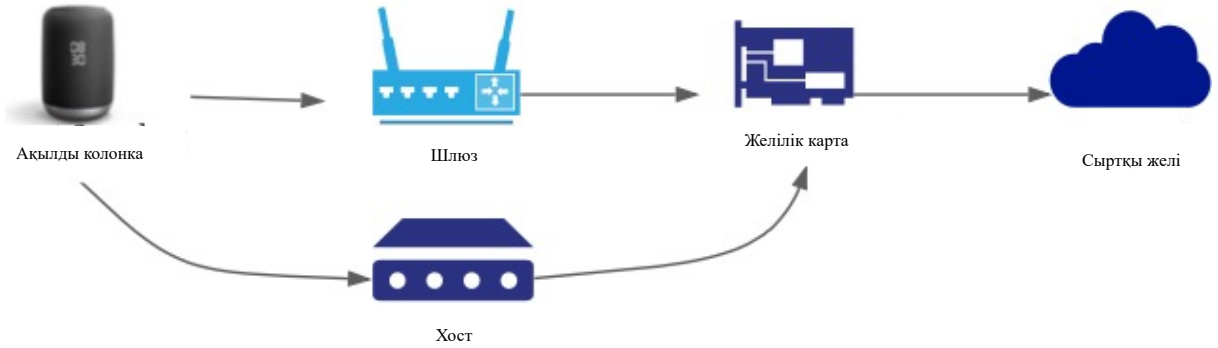
Ақылды колонкалар бізбен табиғи тілде сөйлесіп, командаларымызды түсініп, жауап бере алуы үшін бірқатар күрделі технологияларды қолданады. Олардың жұмысы бірнеше негізгі компонентке сүйенеді. Біріншіден, колонка адамның дауысын естіп, оны мәтінге айналдыру үшін автоматты сөйлеуді тану ASR (Automatic Speech Recognition) жүйесін пайдаланады. Бұл жүйе нейрондық желілер мен жасанды интеллект алгоритмдеріне негізделген, сондықтан құрылғы адамның айтқанын дұрыс түсіну үшін үнемі жетілдіріліп отырады. Дауысты мәтінге айналдырғаннан кейін, құрылғы табиғи тілді өңдеу NLU (Natural Language Understanding) технологиясының көмегімен команданың мағынасын түсіндіреді. Бұл кезеңде сөздердің мағынасы, олардың байланысы және контексті талданады. Осыдан кейін ақылды колонка жауап беру үшін ең қолайлы шешімді таңдап, әрекет етеді.

Мұндай құрылғылар әрдайым интернетке қосылып, бұлттық серверлермен байланысып жұмыс істейді. Олар деректерді қабылдау және жіберу үшін әртүрлі желілік хаттамаларды қолданады, мысалы, веб-серверлермен алмасу үшін HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure), ал құрылғылар арасындағы жылдам әрі сенімді байланыс үшін MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) хаттамасы жиі пайдаланылады. Осылайша, ақылды колонка ақпаратты өңдеп, интернеттен қажетті мәліметті алып, бізге дауыстық жауап бере алады [15].

Ақылды колонкалар біздің күнделікті өміріміздің ажырамас бөлігіне айналып, үйдегі құрылғылармен өзара әрекеттесуді барынша ыңғайлы ете түсті. Олар әртүрлі байланыс хаттамалары арқылы интернетке қосылып, басқа смарт құрылғылармен жұмыс істейді. Мысалы, Wi-Fi колонканың желіге қосылып, бұлттық қызметтерге қол жеткізуіне және онлайн музыка тыңдауына мүмкіндік береді. Bluetooth технологиясы әсіресе смартфонмен тікелей байланыс орнату үшін қолданылады. Bluetooth Low Energy (BLE) нұсқасы болса, аз қуат тұтынатындықтан, колонканы алғаш рет баптау кезінде өте ыңғайлы.Ақылды үй экожүйесінде Zigbee мен Z-Wave хаттамалары да кеңінен қолданылады. Олар аз энергия жұмсап, колонканы шамдар, термостаттар немесе басқа смарт құрылғылармен байланыстырады. Жақында пайда болған Matter протоколы әртүрлі брендтердің құрылғыларын бір-бірімен үйлесімді етуге көмектеседі, бұл пайдаланушыларға құрылғыларды оңай біріктіруге мүмкіндік береді. Ал Thread сияқты заманауи хаттамалар сенімді әрі тұрақты байланыс орнатуға бағытталған.

Қалыпты жағдайда, екі түрлі қосалқы желі subnet арасында байланыс орнатылғанда, трафиктің бағыты келесідей болады: «Ақылды колонка →

Шлюз → Желі картасы → Сыртқы желі» Қосалқы желілер шлюз және желі картасы арқылы қосылады. Біз бұл трафик бағытын «Ақылды колонка → Хост → Желі картасы → Сыртқы желі» түрінде өзгерттік. Хостты жалған шлюз ретінде көрсеттік. Нәтижесінде, ақылды колонкадан сыртқы желіге өтетін барлық деректер хост арқылы өтеді және талданады. 2.14-суретте ARP spoofing әдісін пайдаланып, желілік трафикті қалай тексеретінімізді көрсетеді [43].




2.14-сурет – ARP spoofing көмегімен желілік трафикті тексеру процесі [43]

Сонымен қатар, MQTT хаттамасы колонка мен басқа ақылды құрылғылар арасындағы жеңіл әрі жылдам хабар алмасуды қамтамасыз етеді. Интернет қызметтерімен жұмыс істеу үшін колонкалар көбінесе HTTP немесе қауіпсіз HTTPS хаттамаларын қолданады, бұл әсіресе дауыстық көмекшілермен байланыс үшін маңызды. Ал аудио қоңыраулар мен дауыстық хабарламаларды өңдеу кезінде RTP немесе WebRTC технологиялары іске қосылады. Жалпы, ақылды колонкалар көптеген байланыс хаттамаларының көмегімен жұмыс істейді, бұл оларды үйдегі толыққанды көмекшіге айналдырады. Олардың қайсысын қолданатыны колонканың мүмкіндіктеріне, экожүйесіне және пайдаланушының қажеттілігіне байланысты. Бірақ бастысы – осы технологиялардың барлығы біздің өмірімізді барынша ыңғайлы етуге бағытталған.

Ақылды колонкалар қолданушының командаларын мейлінше дұрыс орындау үшін дауыстық интерфейсті VUI пайдаланады. Бұл жүйе біздің сөзімізді өңдеп, нақты жауап ұсынуға мүмкіндік береді. Егер біз ауа райын сұрасақ, құрылғы интернеттен қажетті ақпаратты алып, оны сөйлеуге айналдырып, бізге жеткізеді. Сонымен қатар, колонкалар басқа құрылғылармен байланысу үшін Wi-Fi және Bluetooth сияқты желілік хаттамаларды қолданады. Осылайша, ақылды үй экожүйесін құруға көмектеседі: жарықты, температураны, қауіпсіздік жүйелерін дауыспен басқаруға мүмкіндік береді. Мұндай технологиялардың дамуы біздің күнделікті өмірімізді жеңілдетіп, құрылғылармен қарым-қатынасымызды табиғи әрі ыңғайлы етеді [42].

Шлюзді жалған түрде орнатқаннан кейін, деректердің дұрыс бағытталуын қамтамасыз ету қажет. Егер бұл жасалмаса, ақылды колонка

интернетке қосыла алмайды және шлюздің түпнұсқа еместігін байқап қоюы мүмкін. Осы мәселені шешу үшін 2.15-суретте көрсетілген командаларды қолдана отырып, трафикті қайта бағыттаймыз. Одан кейін, желілік трафикті нақты уақыт режимінде бақылау және талдау үшін Wireshark бағдарламасын іске қосамыз. Бұл құрал бізге желіден өткен пакеттер туралы маңызды ақпарат алуға мүмкіндік береді [43].

```
linli@ubuntu:~$ sudo su root
[sudo] password for linli:
root@ubuntu:/home/linli# sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv4.ip_forward = 1
root@ubuntu:/home/linli# arpspoof -t 192.168.0.105 192.168.0.1 -i ens33
0:c:29:8:4:ff 50:a0:9:dd:d6:91 0806 42: arp reply 192.168.0.1 is-at 0:c:29:8:4
ff
```

2.15-сурет – Командалық жол арқылы трафикті бағыттау [43]

Олар дауыстық командаларымызды қабылдап, өңдеп, тиісті жауап беретін немесе белгілі бір әрекеттерді орындайтын жүйелерді біріктіреді. Қолданушының дауысын естіген бойда, колонка алдымен оны мәтінге айналдырады, содан кейін команданың мәнін түсініп, қандай жауап беру керектігін анықтайды. Осы процестен кейін құрылғы бізге табиғи дауыс арқылы жауап қайтарады немесе сұралған әрекетті жүзеге асырады. Бұл күрделі процесс автоматты сөйлеуді тану ASR, табиғи тілді өңдеу NLU, диалогты басқару DM (Direct Message) және мәтінді сөйлеуге айналдыру TTS жүйелерінің үйлесімді жұмыс істеуімен мүмкін болады. Ақылды колонкалардың басты ерекшеліктерінің бірі – олардың интернетке қосылып, қажетті ақпаратты іздей алуы. Ақылды колонкалар біздің өмірімізді жеңілдететін көпфункционалды құрылғыларға айналды. Олар дауыстық командаларды қабылдап, өңдеп, қажетті әрекеттерді орындау үшін бірнеше маңызды технологияларды біріктіреді. Бәрі біздің дауысымызды естіген сәттен басталады – құрылғы алдымен оны мәтінге айналдырады, содан кейін біздің айтқанымыздың мағынасын түсінеді. Осыдан соң колонка қандай әрекет жасау керектігін анықтап, жауабын дайындайды және бізге табиғи дауыс арқылы жеткізеді. Бұл процестер жасанды интеллекттің көмегімен жүзеге асады, сондықтан құрылғылар уақыт өте келе бізді жақсырақ түсініп, ыңғайлы бола түседі [44].

Колонкалар Wi-Fi, Bluetooth, сондай-ақ MQTT және Zigbee сияқты хаттамаларды пайдаланып, басқа құрылғылармен байланыс орнатады. Бұл технологиялар олардың жарықты басқаруға, температураны реттеуге немесе қауіпсіздік жүйелерімен әрекеттесуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ақылды колонкалар уақыт өте келе бізді жақсырақ түсініп, дауыстың ырғағы мен эмоцияларды ажыратып, жауаптарын соған бейімдей алады. Олардың мультитілді қолдауы арқасында әртүрлі тілдерде жұмыс істеу қабілеті бар, ал жасанды интеллект алгоритмдері біздің қалауларымызды алдын ала болжауға мүмкіндік береді. Мұндай құрылғылар Spotify немесе YouTube сияқты сервистермен де бірігіп жұмыс істей алады, бұл бізге сүйікті әндерімізді

ойнату, видеоларды қарау немесе күнтізбемізді басқару сияқты мүмкіндіктерді ұсынады. Осындай мүмкіндіктердің арқасында ақылды колонкалар жай ғана құрылғы емес, өмірімізді жеңілдететін толыққанды көмекшіге айналуда [39].

Соңғы пайдаланушыларға арналған жүйені жүзеге асыруға қолжетімді мүмкіндіктерге байланысты бағаланған интеллектуалды жеке көмекшілердің салыстыруы көрсетілген. Толығырақ ақпарат 2.3-кестеде берілген. Интеллектуалды жеке көмекшілер ұсына алатын және пайдаланушылардың өзара әрекеттесуін жүзеге асыру үшін қолдануға болатын бірнеше мүмкіндіктер көрсетілген.

Кесте 2.3 – Таңдалған интеллектуалды жеке көмекшілердің бірнеше мүмкіндіктерін салыстыру

| Функция | Google Assistant | Amazon Alexa | Apple Siri | Microsoft Cortana |
|---|---|---|---|---|
| Сауда тізімін жасау | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |
| Күнтізбені тексеру | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Күнтізбені басқару | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Күн мен уақытты тексеру | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Оятқыш орнату | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ауа райын тексеру | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Жол қозғалысын тексеру | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Жаңалықтар ойнау | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |
| Музыка ойнау | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Онлайн іздеу | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Есептеулер орындау | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Uber шақыру | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ |
| Үй температурасы мен жарықты басқару | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ |
| Есіктерді құлыптау/ашу | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Ойын ойнау | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

*2.3 – кестенің жалғасы*

| Функция | Google Assistant | Amazon Alexa | Apple Siri | Microsoft Cortana |
|---|---|---|---|---|
| Пиццаға тапсырыс беру | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Қоңырау шалу | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Кітап оқу | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |
| Amazon-да сатып алу | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ |
| SMS басқару | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Электрондық поштаны оқу | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Электрондық пошта жіберу | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Facebook-қа жазба жіберу | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ |
| Twitter-ге жазба жіберу | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Facebook хабарламаларын алу | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Twitter хабарламаларын алу | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |

Ақылды колонкалар интернетке қосылғандықтан, олар тек жергілікті командаларды ғана емес, онлайн қызметтерді де орындай алады. Мысалы, олар ауа райы туралы ақпарат беріп, жаңалықтарды оқып немесе смарт құрылғылармен байланысып, үй ішіндегі жарықты қосып-өшіру, температураны реттеу, тіпті есіктердің құлыптарын басқару сияқты тапсырмаларды орындай алады. Байланыс үшін олар MQTT және Zigbee сияқты арнайы хаттамаларды қолданады, бұл құрылғылар арасындағы тұрақты және сенімді деректер алмасуын қамтамасыз етеді [37].

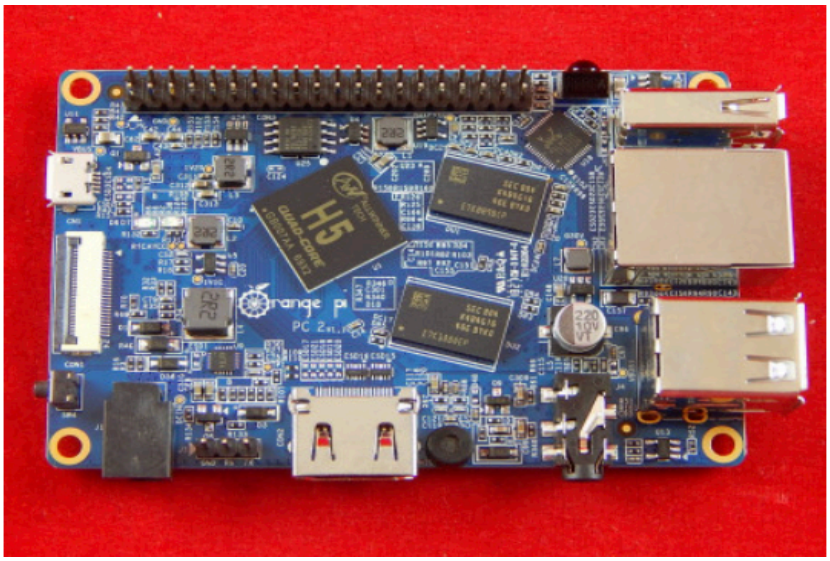
API интеграциясы арқылы олар көптеген онлайн қызметтермен байланыса алады. Осылайша, ақылды колонка тек көмекші құрылғы ғана емес, күнделікті өміріміздің бір бөлшегіне айналатын толыққанды сандық ассистент болып табылады. Мұндай технологиялардың арқасында колонкалар біздің сұраныстарымызға жылдам жауап беріп, барынша ыңғайлы әрі функционалды көмек көрсетеді [37]. Бұл құрылғылар адамның технологиямен қарым-қатынасын әлдеқайда табиғи әрі ыңғайлы етіп, күнделікті өміріміздің ажырамас бөлігіне айналып келеді [44].

## 3 Смарт колонка жүйесін әзірлеу және техникалық талдау жасау

### 3.1 Пайдаланушының дауыстық командаларын түсіну және өңдеу

Смарт колонка – бұл пайдаланушының дауысын танып, оған жауап беретін, сондай-ақ басқа ақылды құрылғылармен өзара әрекеттесе алатын интеллектуалды жүйе. Оның негізгі құрамдас бөліктеріне микрофондар, дыбысты өңдеуге арналған процессор, интернетке қосылу модулі, сапалы динамиктер және жасанды интеллект негізіндегі дауысты тану технологиялары кіреді. Бұл құрылғының жұмысы адамның даусын қабылдаудан басталады: алдымен микрофон арқылы дауыстық сигнал түседі, кейін ол арнайы алгоритмдермен өңделіп, команданың мағынасы анықталады. Осы процестің негізінде Speech-to-Text жүйесі дауысты мәтінге түрлендірсе, табиғи тілді өңдеу NLP алгоритмдері команданың нақты мағынасын түсінуге көмектеседі.

Orange Pi PC2 негізінде смарт колонка жасау – өте қызықты әрі тиімді жоба. Бұл SBC (Single Board Computer) процессорлық тақтасы қуатты Allwinner H5 чипімен жабдықталған, онда төрт ядролы Cortex-A53 бар, бұл дауысты өңдеу және смарт колонка үшін жеткілікті есептеу қуатын қамтамасыз етеді. Төменде 3.1-суретте Orange Pi PC2 платасы бейнеленген.




3.1-сурет – Orange Pi PC2

Смарт колонканың интеллектуалды бөлігінің жұмысын қамтамасыз ету үшін дайын платформалар жиі қолданылады. Мысалы, Google Speech-to-Text, Amazon Alexa Voice Service немесе Microsoft Azure Speech Services кеңінен таралған. Сонымен қатар, ашық кодты шешімдер ретінде Mozilla DeepSpeech, Vosk немесе Kaldi секілді платформаларды да қолдануға болады. Бұл технологиялар колонканың дауыстық командаларды дұрыс түсініп, сәйкес әрекет орындауын қамтамасыз етеді.

Кесте 3.1 – Orange Pi PC2 техникалық сипаттамасы

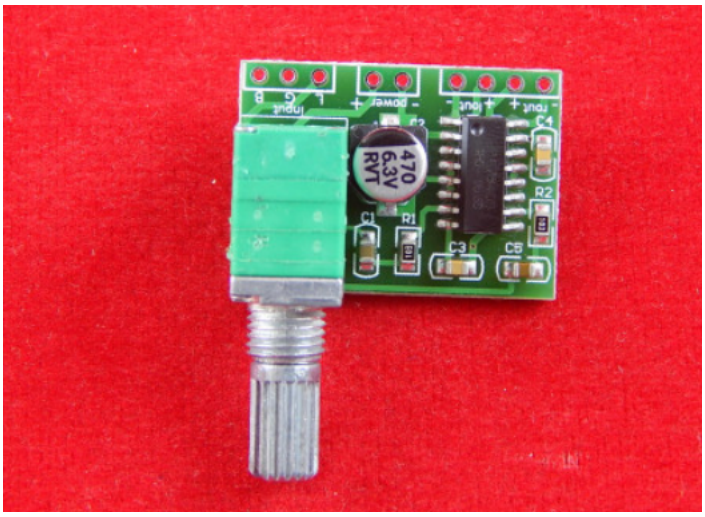
| Техникалық сипаттамалар | |
|---|---|
| CPU | CPU: H5 жоғары өнімділікті төрт ядролы 64-биттік Cortex-A53; |
| GPU | Mali450 GPU OpenGL ES 2.0/1.1/1.0, OpenVG 1.1, EGL қолдайды |
| Жедел жад (SDRAM) | GB DDR3; |
| Орнатылатын жады | TF/MMC картасы 64GB-қа дейін |
| Интерфейстер | HDMI бейне шығысы, CSI камера (8-биттік YUV422 CMOS интерфейсін қолдайды, CCIR656 NTSC және PAL протоколдарын қолдайды, 1080P, 30fps дейінгі видеоны қолдайды), Micro USB 2.0 OTG, USB 2.0 x 2, GPIO, Micro TF/MMC картаны оқу құрылғысы |
| Қосымша құрылғылар | Микрофон, ИҚ-датчик, UART қосқышы |
| Протоколдар | |
| HDMI | HDCP, CEC; |
| Камера | CCIR656 NTSC/PAL, 8-bit YUV422; |
| USB | 2.0 |
| Көрсеткіштер | Қуат индикаторы, күй индикаторы |
| Қуат көзі | DC қосқышы (microUSB қуат беру үшін пайдаланылмайды) |
| Басқару | Қуат батырмасы |
| Операциялық жүйелер | Android, Ubuntu, Debian, Rasberian (өндірушінің мәліметтері бойынша) |

Кесте 3.2 – Orange Pi PC2 техникалық параметрі

| Параметр | Мәні |
|---|---|
| Процессор түрі | H5 4-ядролы Cortex-A53 |
| Процессор жиілігі | 1.2 ГГц |
| Жедел жад | 1 ГБ |
| Графикалық процессор | 4-ядролы Mali 400MP |
| Қолдайтын ОЖ | Linux, Android |
| Қол жетімді интерфейстер | microSD, HDMI, Ethernet, USB, I/O |

PAM8403 – шағын, бірақ өте тиімді аудио күшейткіш. Ол 5V кернеумен жұмыс істейді және бар болғаны 3 ваттық қуатымен сапалы стерео дыбыс бере алады. Шағын болғанымен, дыбысты табиғи әрі таза шығаратын мүмкіндігі бар, сондықтан ол смарт колонкалар, портативті динамиктер және DIY жобаларда кеңінен қолданылады. Бұл күшейткіш қуатты аз тұтынады, бірақ соған қарамастан, тиімділігі жоғары және шуды барынша төмендетуге мүмкіндік береді. Егер Orange Pi PC2 немесе басқа да SBC құрылғыларына қосатын болсаңыз, оны 3.5mm аудио шығыс арқылы жалғауға болады. Кіріс сигналын PAM8403-тің L, R және GND кірістеріне қосып, ал шығыс контактілеріне (L+, L- және R+, R-) динамиктерді жалғау керек. Бұл күшейткіш 4Ω-8Ω арасындағы 3W немесе 5W динамиктермен жақсы жұмыс

істейді. Егер дыбыс тым әлсіз немесе бұрмаланған болып шықса, қуат көзіңіздің тұрақты 5V беріп тұрғанын тексерген жөн. Orange Pi PC2 3.2-суретте көрсетілген. Сондай-ақ, күшейткіштің дұрыс қосылғанын, әсіресе GND (жер) сигналының дұрыс жалғанғанын қадағалау қажет, өйткені бұл шу мен фондық гүрілді азайтуға көмектеседі.




3.2-сурет – PAM8403

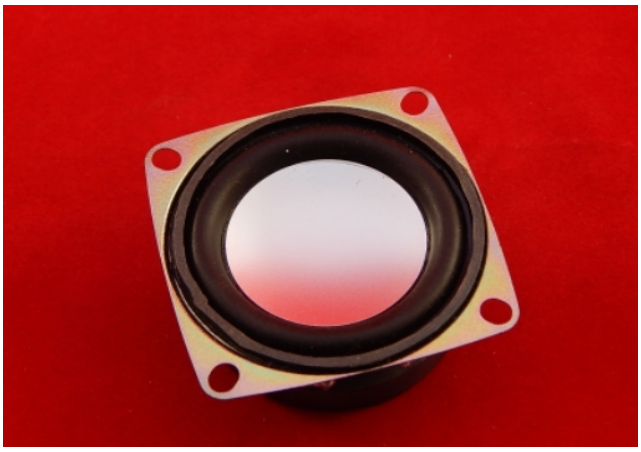
Orange Pi PC2, PAM8403 күшейткіші және динамик негізінде смарт колонка жасау – өте қызықты әрі жан-жақты жоба. Бұл құрылғының жұмыс істеуі үшін бірнеше негізгі компоненттерді дұрыс қосып, бағдарламалық жасақтаманы орнату қажет. Алдымен, құрылғының жүрегі саналатын Orange Pi PC2-ні таңдап алдық. Бұл шағын компьютер аудио сигналдарды өңдеуге жеткілікті қуатты әрі икемді. Дауысты тану және командаларды өңдеу үшін оған микрофон қосу керек, ал дыбысты шығару үшін динамик қажет. Динамиктің дауысын күшейту үшін PAM8403 күшейткішін пайдаланамыз. Оны Orange Pi PC2-ге 3.5mm аудио шығысы арқылы қосып, қуатты тұрақты 5V көзі арқылы береміз. Егер құрылғыңыз USB микрофонды қолданса, оны тікелей Orange Pi-ге жалғауға болады.

Кесте 3.3 – PAM8403 техникалық сипаттамасы

| Сипаттамасы | |
|---|---|
| Қуат кернеуі | 2,5 -тен 6 вольтке дейін |
| Сигнал болмаған кезде тұтыну тогы | 10 мА |
| Арналарды бөлу | 60 дБ немесе одан көп |
| Кіріктірілген қызып кетуден қорғау | (+120 С) |
| Жиілік реакциясы | 20-20000 Гц |
| Сигнал/шу қатынасы | 80дБ |
| Динамикалық диапазон | 90дБ |

Дыбысты басқару үшін Linux бағдарламасының терминалын ноутбукка жүктейміз. Егер дыбыс шықпаса, alsamixer көмегімен конфигурация жасап, sunxi-codec аудио картасын таңдау керек. Дауысты тану жүйесі ретінде Google Speech API, Vosk немесе DeepSpeech қолдануға болады. Егер офлайн шешім керек болса, Vosk STT ұсынылады, ал интернетке қосылғанда Google Speech API жылдамырақ жұмыс істейді. Бағдарламалық түрде смарт колонканың логикасын жасағанда, алдымен пайдаланушының дауысын тану керек, содан кейін команданы өңдеп, қажетті жауапты беру қажет.

Бұл шағын динамик толық дыбыс спектрін бере алатын мүмкіндікке ие, яғни төменгі жиіліктерден бастап жоғары жиіліктерге дейінгі дыбыстарды шығара алады. Оның қуаты 3 Вт, ал кедергісі 4 Ом, бұл оны шағын аудиожүйелер мен смарт құрылғылар үшін тамаша таңдау етеді. Осындай динамиктер портативті колонкаларда, DIY жобаларында немесе смарт құрылғыларда жиі қолданылады, себебі олар қуатты аз тұтынып, сапалы дыбыс бере алады. 3.3-суретте Динамик 3Вт, 4Ом, 52мм бейнеленген.



3.3-сурет – PAM8403

Динамик 3 Вт, 4 Ом, 52 мм – бұл шағын, бірақ қуатты дыбыс шығаратын құрылғы, әсіресе портативті аудиожүйелер, смарт колонкалар және DIY электроника жобалары үшін тамаша таңдау. Оның 4 Омдық кедергісі күшейткішпен жақсы үйлесіп, қуатты аз тұтына отырып, сапалы дыбыс бере алады. 52 мм диаметрі оның көлеміне сай толық жиілікті дыбыс шығаруына мүмкіндік береді, яғни төменгі бас жиіліктерден бастап жоғары тондарға дейін жеткілікті таза дыбыс алуға болады.

Кесте 3.4 – Динамиктің техникалық сипаттамасы

| Сипаттамасы | |
|---|---|
| Динамиктің қуаты | 3 Вт |
| Динамиктің диаметрі | 52 мм |
| Динамиктің биіктігі | 25 мм |
| Кедергісі | 4 Ом |

Музыка ойнау мүмкіндігін қосу үшін MPD және MPC бағдарламаларын орнату керек немесе Spotify API арқылы онлайн ойнату мүмкіндігін орнатуға болады. Егер смарт колонка ақылды үй құрылғыларын басқаруы тиіс болса, MQTT протоколы арқылы құрылғылармен байланысуға болады.

Мысалы, жарықты қосу немесе өшіру үшін Python-да paho-mqtt кітапханасын қолданып, қарапайым команда жіберуге болады. Осылайша, бұл құрылғы қарапайым музыкалық динамик қана емес, дауысты танитын, команда орындайтын, интернет қызметтерімен байланысатын және IoT құрылғыларымен өзара әрекеттесе алатын толыққанды смарт ассистентке айналады. Егер белгілі бір мүмкіндікті жетілдіру немесе қосымша функцияларды қосу қажет болса, оны нақтылап айтуға болады [22].

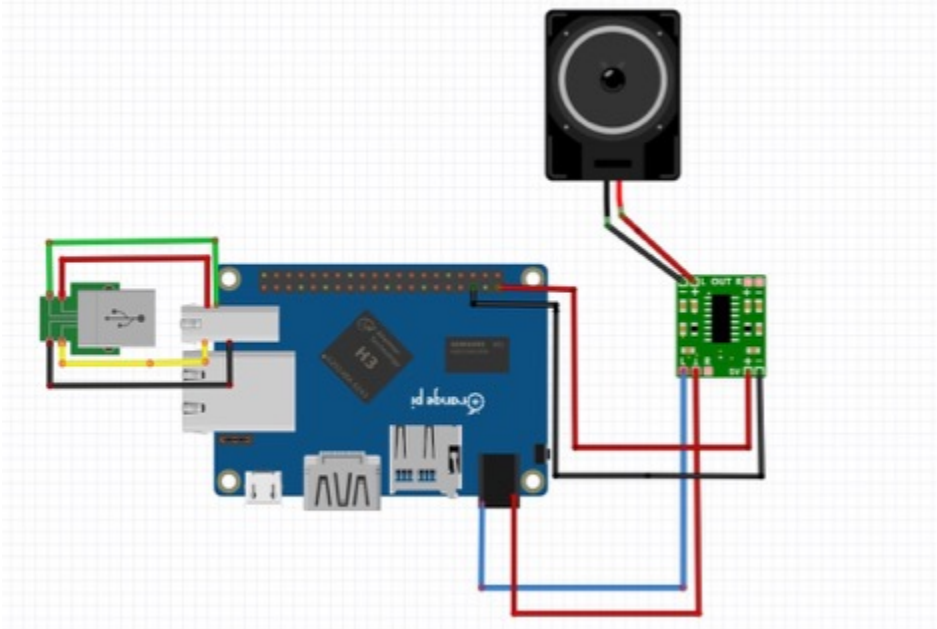
## 3.2 Қазақ тіліндегі табиғи тілді өңдеуге арналған мәліметтер жиыны (dataset) және моделдер

Қазақ тілінде табиғи тілді өңдеуге арналған мәліметтер жиыны мен модельдер – қазіргі таңда аса маңызды зерттеу салаларының бірі. Бұл бағыттағы негізгі қиындықтардың – қазақ тіліне арналған үлкен көлемді және сапалы мәліметтер жиынының жетіспеушілігі. Дегенмен, соңғы зерттеулердің нәтижесінде бірнеше пайдалы деректер жиындары жасақталып, оларды әртүрлі модельдермен сынау мүмкіндігі пайда болды [17]. Қазақ тіліндегі мәтіндерді талдау үшін әртүрлі әдістер қолданылады. Негізінен екі бағыт бар: ережеге негізделген тәсіл және машиналық оқыту модельдері. Бірінші әдіс тілдің морфологиялық заңдылықтарына сүйеніп, сөздердің реңкін, мағынасын қолмен белгілеу арқылы анықтайды. Ал екінші бағыт машиналық оқыту алгоритмдерін, соның ішінде логистикалық регрессия. Зерттеулер көрсеткендей, ережеге негізделген тәсілдер қазақ әдебиетіндегі эмоционалдық реңкті жақсырақ ажыратады, ал машиналық оқыту әдістері жаңалықтар мен пайдаланушы пікірлерін өңдеуде жоғары тиімділік көрсетеді [8].

Колонка жасау үшін үш негізгі компонент қажет: Orange Pi PC2, PAM8403 аудио күшейткіші және динамик. Orange Pi – бұл шағын компьютер, ол колонканың миы секілді жұмыс істейді. Ол арқылы музыка ойнатуға, дыбыс өңдеуге немесе құрылғыны ақылды колонкаға айналдыруға болады. Алайда, Orange Pi-дің өзінде тікелей дыбыс шығысы жоқ, сондықтан оны күшейткішке қосу керек. Осы жерде PAM8403 күшейткіші іске қосылады. Бұл шағын, бірақ қуатты құрылғы, ол Orange Pi-ден әлсіз дыбыстық сигналды қабылдап, оны күшейтеді және колонкаға жібереді. Ал динамик болса, күшейтілген сигналды нақты дыбысқа айналдырады. 3.4-суретте колонканың сұлбасы бейнеленген.

Колонканы дұрыс қосу үшін алдымен барлық құрылғыларды дайындау керек. Orange Pi PC2 – бұл колонканың миы, сондықтан алдымен оған қуат беру қажет. Ол 5V, 2A адаптері арқылы жұмыс істейді. Жүйені іске қосу үшін

microSD картаға Armbian немесе Android орнатып, оны Orange Pi-ге саламыз. Музыка ойнату үшін VLC немесе MPD (Music Player Daemon) сияқты бағдарламаларды пайдалануға болады.



3.4-сурет – Смарт колонканың құрылымдық сұлбасы

Барлық құрылғылар 5V кернеумен жұмыс істейді, сондықтан оларды ортақ қуат көзіне қосуға болады. Orange Pi-ге Armbian немесе Android сияқты операциялық жүйелерді орнатып, оны музыка ойнатуға арналған құрылғыға айналдыруға болады. Егер оны нағыз ақылды колонка еткіңіз келсе, Google Assistant немесе Home Assistant секілді бағдарламаларды пайдалануға болады. Нәтижесінде, Orange Pi музыка файлын өңдеп, дыбысты USB аудио карта арқылы күшейткішке жібереді. PAM8403 бұл сигналды күшейтіп, динамикке жеткізеді, ал динамик сізге сапалы дыбыс береді.

Дыбыстық сигналдарды өңдеу және спектрлік анализ.

Қазақ тіліндегі фразаларды нақты тану үшін дыбысты сандық түрге ауыстыру, шуды азайту және негізгі жиіліктерді алу маңызды.

Дыбыс сигналын цифрлау:

$$x[n] = x(nT), T = 1fs \tag{3.1}$$

мұндағы fs – дискреттеу жиілігі (әдетте 16–44.1 кГц).

Фурье түрлендіруі (FFT) арқылы спектр алу:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{n-1} x[n]e^{-\frac{j2\pi kn}{N}}, k = 0,1, \dots, N-1. \tag{3.2}$$

Шуды азайту үшін фильтр қолдану:

Мысалы, төмен жиілікті немесе жоғары жиілікті шуылдарды шектеу үшін төмен өту немесе жоғарғы өту фильтрлері қолданылады.

Дауысты тану жүйесінің негізгі параметрлерін есептеу.

Модельдің дәлдігі:

$$Accuracy = \frac{\text{Дұрыс танылған сөйлемдер саны}}{\text{Барлық сөйлемдер саны}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Нейрондық желінің есептеу жүктемесі:

$$\text{Есептеу жүктемесі} = P \times \text{қадамдар саны} \quad (3.4)$$

мұндағы P – модельдегі параметрлер саны.

Диалогтық жүйенің жауап беру уақыты (латенттілік)

Жалпы жауап беру уақыты:

$$T_{\text{жалпы}} = T_{\text{түсіру}} + T_{\text{өңдеу}} + T_{\text{жауап}} \quad (3.5)$$

Мысалы, дыбысты түсіру 0.5 секунд, өңдеу 1 секунд және жауап генерациясы 0.3 секунд болса,

$$T_{\text{жалпы}} = 0.5 + 1 + 0.3 = 1.8 \text{ секунд}$$

Энергия тұтыну және аппараттық параметрлер.

Құрылғының энергия тұтынуы:

$$E = P \times t \quad (3.6)$$

мұндағы P – қуат (Вт), t – жұмыс уақыты (сағат).

Мысалы, 5 Вт қуатты құрылғы 10 сағат жұмыс істесе,

$$E = 5 \times 10 = 50 \text{ Вт} \cdot \text{сағ}$$

Желі арқылы деректерді жіберу жылдамдығы

Деректерді жіберу жылдамдығы:

$$R = \frac{S}{T} \quad (3.7)$$

мұндағы S – жіберілген деректер көлемі (бит), T – жіберу уақыты (секунд).

Жүйенің сөйлеу тану тиімділігін бағалау.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3.8)$$

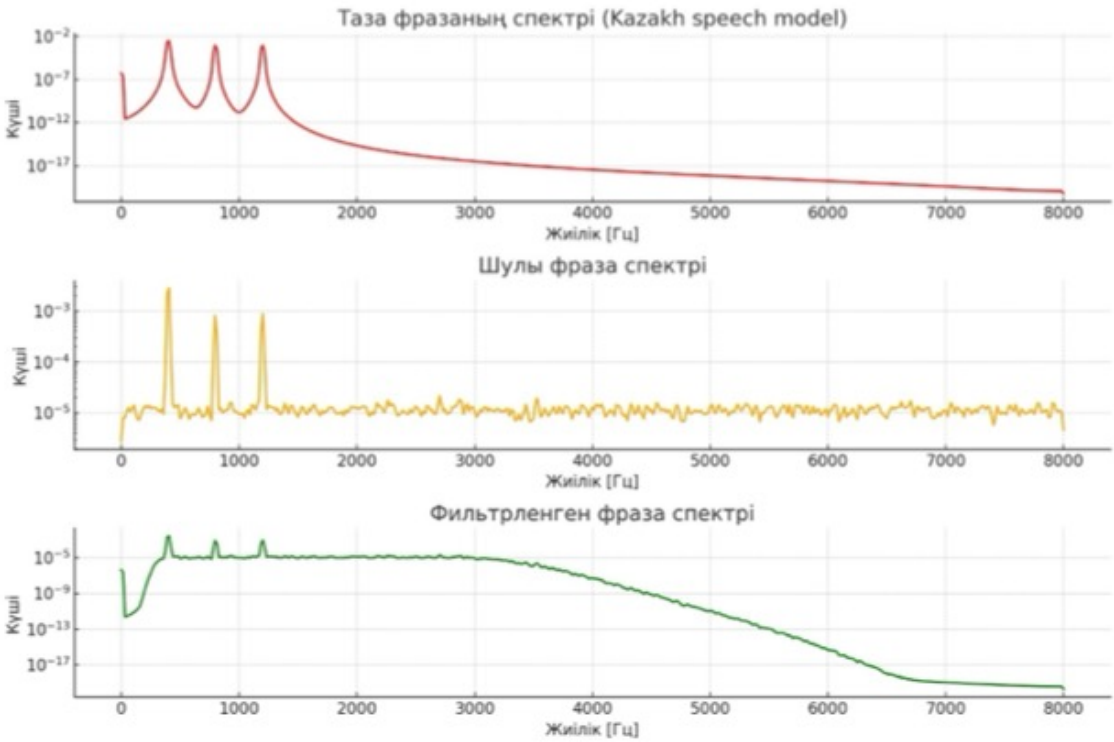
$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3.9)$$

мұндағы TP – дұрыс танылған сөйлемдер, FP– қате танылғандар, FN – жіберіп алғандар.

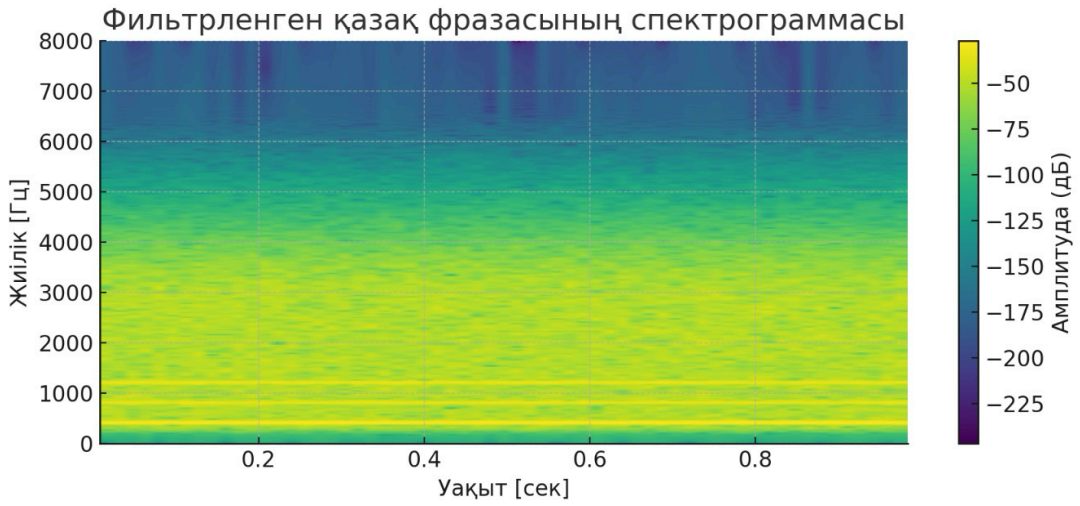
Matlab бағдарламасына төмендегі кодты енгізу арқылы шығарылған анализ 3.5-суретте көрсетілген.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import scipy.signal as signal

# 1. Параметрлер
fs = 16000  # Дискретизация жиілігі
duration = 1.0  # 1 секунд
t = np.linspace(0, duration, int(fs * duration), endpoint=False)

# 2. Қазақша фраза моделі (400, 800, 1200 Гц)
phrase = (0.4 * np.sin(2 * np.pi * 400 * t) +
          0.2 * np.sin(2 * np.pi * 800 * t) +
          0.2 * np.sin(2 * np.pi * 1200 * t))

# 3. Ақ шу қосу
noise = 0.3 * np.random.normal(0, 1, len(t))
noisy_phrase = phrase + noise

# 4. Сүзгілеу (300–3400 Гц — сөйлеу диапазоны)
lowcut = 300.0
highcut = 3400.0
order = 5
nyq = 0.5 * fs
b, a = signal.butter(order, [lowcut / nyq, highcut / nyq], btype='band')
filtered_phrase = signal.filtfilt(b, a, noisy_phrase)

# 5. Спектрлік анализ (Welch әдісі)
f_clean, Pxx_clean = signal.welch(phrase, fs, nperseg=1024)
f_noisy, Pxx_noisy = signal.welch(noisy_phrase, fs, nperseg=1024)
f_filt, Pxx_filt = signal.welch(filtered_phrase, fs, nperseg=1024)

# 6. Спектрлік графиктер (түрлі түспен)
plt.figure(figsize=(12, 8))

plt.subplot(3, 1, 1)
plt.semilogy(f_clean, Pxx_clean, color='red')
plt.title("Таза фразаның спектрі (Kazakh speech model)")
plt.xlabel("Жиілік [Гц]")
plt.ylabel("Күші")

plt.subplot(3, 1, 2)
```

```
plt.semilogy(f_noisy, Pxx_noisy, color='orange')
plt.title("Шулы фраза спектрі")
plt.xlabel("Жиілік [Гц]")
plt.ylabel("Күші")

plt.subplot(3, 1, 3)
plt.semilogy(f_filt, Pxx_filt, color='green')
plt.title("Фильтрленген фраза спектрі")
plt.xlabel("Жиілік [Гц]")
plt.ylabel("Күші")

plt.tight_layout()
plt.savefig("kazakh_speech_colored_spectrum.png")
plt.show()

# 7. Спектрограмма (визуалды уақыт-жиілік диаграммасы)
plt.figure(figsize=(10, 4))
plt.specgram(filtered_phrase, Fs=fs, NFFT=512, noverlap=256, cmap='viridis')
plt.title("Фильтрленген қазақ фразасының спектрограммасы")
plt.xlabel("Уақыт [сек]")
plt.ylabel("Жиілік [Гц]")
plt.colorbar(label='Амплитуда (дБ)')
plt.tight_layout()
plt.savefig("kazakh_speech_spectrogram.png")
plt.show()
```




(a)




(б)

3.5-сурет – Қазақ тіліндегі сөйлеу үлгісі: таза, шуылды және фильтрленген фразалардың спектрлері

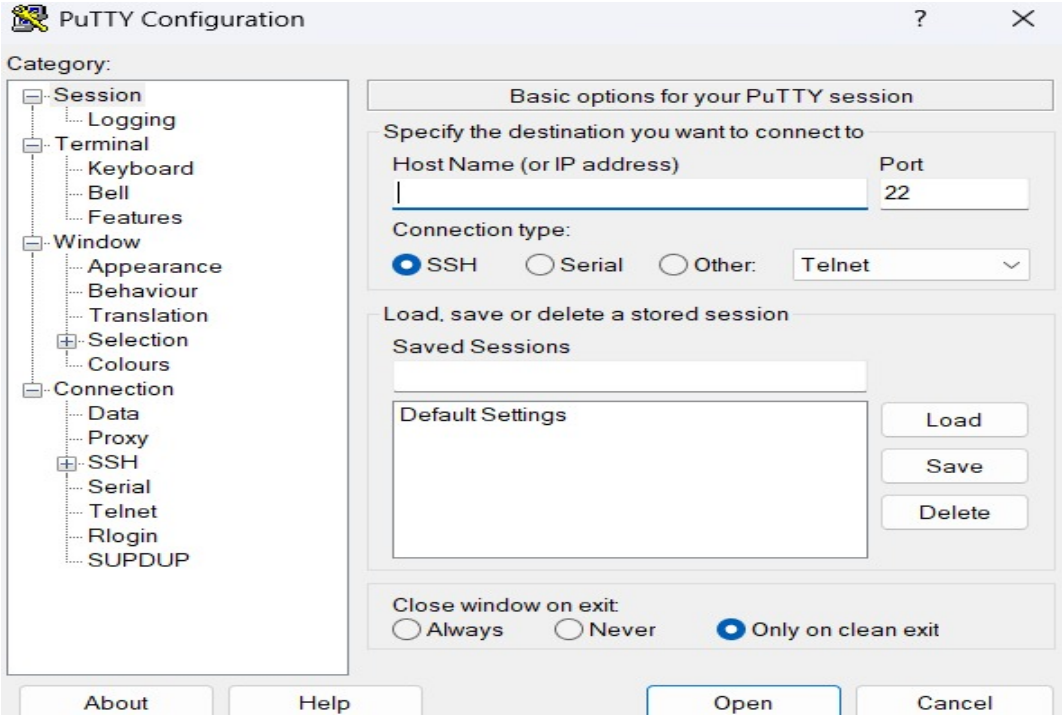
Егер бір динамик қолдансаңыз, тек бір арнаны пайдалану жеткілікті, ал екі динамик қоссаңыз, стерео дыбыс аласыз. Барлық құрылғыларды 5V қуат көзіне жалғап болғаннан кейін, Orange Pi-ден музыка ойнатып, дыбыс шығуын тексереміз. Егер дыбыс шықпаса, аудио картаның драйверін орнату, күшейткіштің және динамиктің қосылуын тексеру қажет. Осылайша, барлық құрылғылар дұрыс жалғанса, колонкадан таза әрі күшейтілген дыбыс шығады.

Orange Pi негізінде колонка жасау үшін Python тілінде қарапайым басқару бағдарламасын жазуға болады. Бұл үшін pygame кітапханасы қолданылады, ол дыбысты ойнатуға, тоқтатуға және дыбыс деңгейін реттеуге мүмкіндік береді. Бағдарлама басталғанда, қолданушыдан команда енгізу сұралады. Егер "play" командасы енгізілсе, ол қолданушыдан аудиофайлдың жолын сұрап, оны ойнатады. "stop" командасы дыбысты тоқтатады, ал "volume" командасы дыбыс деңгейін реттеуге мүмкіндік береді.

Дыбыс деңгейі 0.0-ден 1.0-ге дейінгі аралықта енгізіледі. Егер қолданушы "exit" командасын терсе, бағдарлама жұмысты аяқтайды. Бұл жүйені іске қосу үшін алдымен pygame кітапханасын орнату керек, содан кейін бағдарламаны іске қосып, қажетті командаларды енгізу арқылы колонканы басқаруға болады. Жүйені одан әрі жетілдіру үшін физикалық батырмалар қосуға, Wi-Fi арқылы басқару мүмкіндігін қарастыруға немесе автоматты қосылу функциясын енгізуге болады.

PuTTY – бұл SSH, Telnet және басқа желілік протоколдар арқылы қашықтан қосылуға мүмкіндік беретін танымал бағдарлама. Orange Pi негізінде смарт колонка жасап, оны қашықтан басқарғыңыз келсе, PuTTY бағдарламасы ең ыңғайлы құралдардың бірі. Ол арқылы сіз құрылғыға SSH арқылы қосылып, оның параметрлерін өзгертіп, жаңартулар орнатып, аудионы реттей аласыз. 3.6-суретте қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін

смарт колонка жүйесін жасау барысында қолданған PuTTY бағдарламасы бейнеленген.




3.6-сурет – PuTTY бағдарламасы

Осылайша, PuTTY арқылы смарт колонканы толықтай қашықтан басқаруға болады. Музыканы ойнау, дыбыс деңгейін реттеу, құрылғыны өшіру немесе қайта жүктеу сияқты барлық әрекеттерді терминал командалары арқылы орындауға мүмкіндік бар. Сонымен қатар, Wi-Fi желісіне қосу, жаңа аудиофайлдарды жіберу және жүйені жаңарту секілді қосымша функцияларды да оңай басқаруға болады. Егер колонканы толықтай автоматтандырғыңыз келсе, cron арқылы белгілі бір уақытта музыканы қосу немесе құрылғыны автоматты түрде өшіру сценарийлерін баптауға болады. PuTTY конфигурациясын реттеу арқылы автоматты логин, парольсіз кіру және қосылымды тұрақты сақтау мүмкіндіктерін қосуға болады. Осылайша, смарт колонкаңызды кез келген құрылғыдан қашықтан басқарып, оның барлық мүмкіндіктерін тиімді пайдалана аласыз.

### 3.3 Қазақ тілінде жұмыс істейтін ақылды колонканы әзірлеу

Қазіргі таңда ақылды колонкалар өте танымал құрылғыларға айналды, себебі олар пайдаланушыларға әртүрлі қызметтерді ұсына отырып, өмірді жеңілдетеді. Алайда, бұл құрылғылардың қауіпсіздігі мен құпиялылық мәселелері жиі көтеріліп отыр. Ақылды колонкалар көбінесе дауыс арқылы іске қосылып, тәулік бойы пайдаланушының әңгімелерін тыңдауы мүмкін.

Бұл, өз кезегінде, пайдаланушылардың жеке деректерінің, мысалы, құпия сөздер мен басқа да маңызды ақпараттардың сыртқа шығуына әкелуі мүмкін. Сондықтан ақылды колонкалардың қауіпсіздігін арттыру және пайдаланушылардың құпиялылығын қорғау үшін түрлі әдістер ұсынылды. Алайда қазіргі кезде көп қолданылатын криминалистикалық әдістер көбінесе құрылғылардың өзгеруін немесе сыртқы жүйелермен байланысын талап етеді, бұл әдістердің негізгі кемшілігі болып табылады. Сонымен қатар, көп жағдайда ақылды колонкалардың бағдарламалық жасақтамасы жабық болғандықтан, оларды зерттеу қиынға соғуы мүмкін [42].

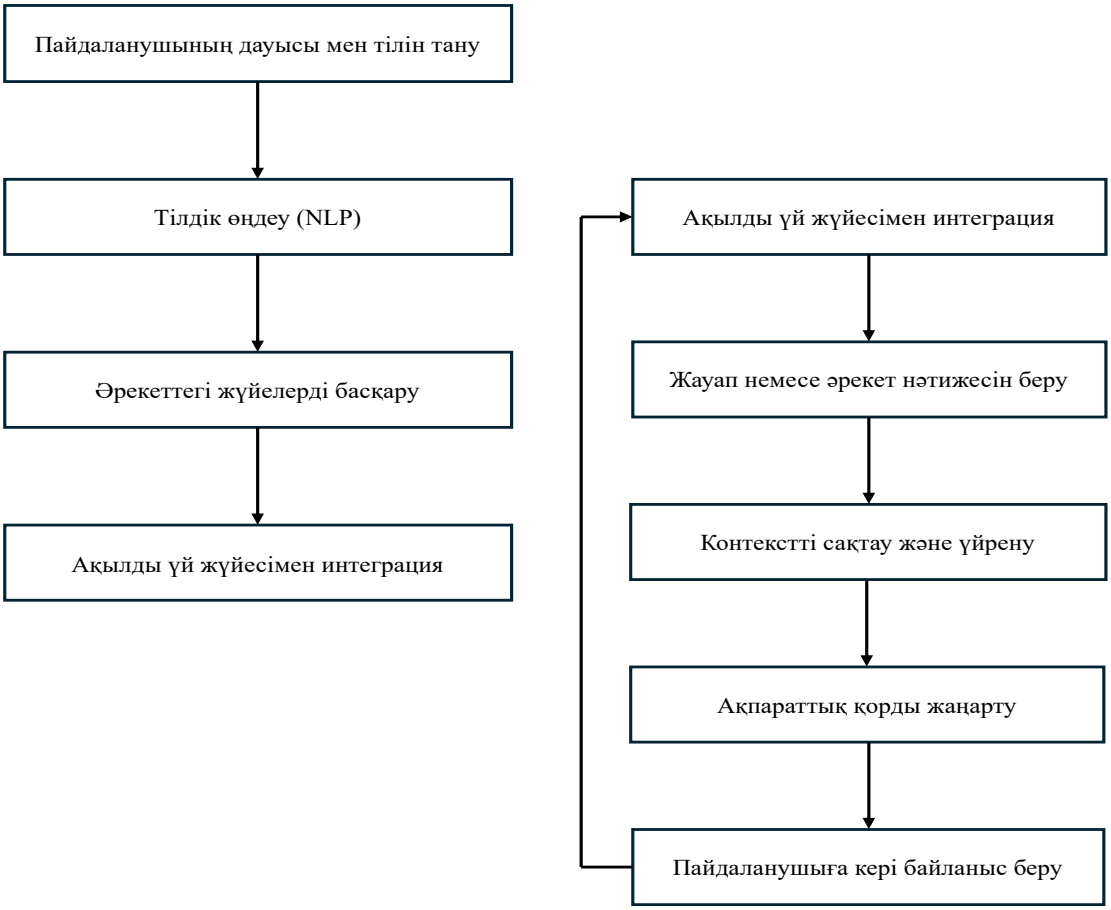
Қазақ тілінде жұмыс істейтін осындай ақылды колонкаларды жасау мәселесі өте маңызды болып отыр. Бұл құрылғыларды қазақ тілінде пайдалану үшін дауысты тану жүйелері, микроконтроллерлер, акустикалық өңдеу құралдары және құрылғыларды басқаруға арналған интерфейстер секілді негізгі компоненттер қажет. Ақылды колонканы басқару үшін пайдаланушы өз даусымен пәрмендер бере алады. Бұл дауысты тану технологиясы дыбыстық сигналды мәтінге айналдырып, оған сәйкес әрекеттерді орындау үшін арнайы алгоритмдер қолданылады. Қазақ тілінде бұл жүйені тиімді қолдану үшін тілдің фонетикалық ерекшеліктерін ескеретін деректер базасын құру қажет. Сонымен қатар, әртүрлі акценттер мен сөздерді айту ерекшеліктері де осы жүйе арқылы өңделіп, дұрыс нәтиже береді [33]. Мақалада осы құралдардың өндірілу кезінде пайда болатын нәзік ақауларды қолдана отырып, әрбір құрылғының ерекше дыбыстық қолтаңбасын жасау мүмкіндігі қарастырылады. Әрбір микрофон мен динамик өздерінің ішкі құрылымы мен материалдарының ерекшеліктері арқылы бірегей дыбыстар шығарады, бұл оларды бір-бірінен айыруға мүмкіндік береді [31].

Бұл смарт колонка қазақ тілінде сөйлесуге арналған, үйдегі тіршілікті жеңілдетіп, күнделікті өмірді қызықты әрі ыңғайлы ету үшін жасалған. Оны тек музыка тыңдау немесе сұрақтарға жауап алу үшін ғана емес, түрлі үй шаруаларын басқаруға да пайдалануға болады. Колонка қазақ тілін толық түсініп, сол тілде жауап береді, тіпті сіздің сөйлеген сөздеріңізге немесе сұрақтарыңыздың контекстіне қарай ақылды жауап та қайтаруы мүмкін. Мысалы, сіз ауа райы туралы сұрасаңыз, жаңалықтарды тыңдағыңыз келсе немесе басқа да ақпараттар алу қажет болса, бәрі қазақ тілінде жүзеге асады.

Сонымен қатар, бұл колонка ақылды үй жүйесіне қосылу мүмкіндігін де береді. Яғни, жарықты қосып-өшіру, үйдегі температураны реттеу немесе басқа да құрылғыларды басқару тек дауысыңызбен орындалады. Бұл өте ыңғайлы әрі өмірді жеңілдететін функция. Музыка тыңдауға да ерекше көңіл бөлінген. Колонка сіздің музыкалық талғамыңызға сай қазақ және әлемдік әндерді ұсынады. Сондай-ақ, музыка тыңдай отырып, әндер мен шығармалардың тарихы туралы да ақпарат ала аласыз.

Бұл колонка сонымен қатар оқу мен білім алуға да көмек көрсетеді. Мысалы, диктанттар жазуға немесе сөздерді қазақ тілінде дұрыс айтуға мүмкіндік береді. Тіпті, түрлі тақырыптар бойынша лекцияларды тыңдауға да болады. Төменде 3.7-суретте Смарт колонканың алгоритмі бейнеленген.

Қысқасы, бұл smart колонка — қазақ тілінде толыққанды сөйлесуге мүмкіндік беретін, күнделікті өмірде пайдалы және ыңғайлы құрылғы.




3.7-сурет – Смарт колонканың алгоритмі

Бұл сұлбада қазақ тілінде жұмыс істейтін ақылды колонканың қалай жұмыс істейтінін түсіндіреді. Барлық процесс пайдаланушының дауысын тыңдап, оны цифрлық форматқа айналдырудан басталады. Колонка пайдаланушының сұрағын немесе бұйрығын қазақ тілінде түсініп, оған жауап береді. Алдымен, дауысты тану жүйесі жұмыс істейді, сөйтіп колонка сіздің айтқан сөзіңізді мәтінге айналдырады. Кейін жүйе сөйлемнің мағынасын анықтайды, яғни не сұрағаныңызды немесе не тапсырғаныңызды түсінеді. Егер сұрақ қойылса, колонка қажетті ақпаратты іздеп, жауап береді. Ал егер команда берілсе, мысалы, жарықты өшіру немесе температураны реттеу, колонка ақылды үй құрылғыларымен байланысып, оларды басқарады. Осылайша, үйдегі құрылғыларды дауыспен басқаруға мүмкіндік туады. Сонымен қатар, колонка алдыңғы сұрақтар мен жауаптарды есте сақтап, жүйенің уақыт өте келе жетілуіне көмектеседі. Бұл да өз кезегінде пайдаланушыға қолайлы әрі тиімді қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Жүйе жаңа ақпаратты үнемі жаңартып отырады, бұл өз кезегінде колонканың дұрыс әрі дәл жауап беруіне көмектеседі. Пайдаланушыға жауаптар қазақ тілінде беріледі, және олар қосымша сұрақтар қойып, жауаптарды тереңдетуге

мүмкіндігі бар. Барлық процесс пайдаланушыға қолайлы әрі түсінікті түрде жүзеге асады, бұл колонканы күнделікті қолдануға ыңғайлы етеді. Жасалынған смарт колонканы 3.8-суреттен көруге болады.

3.8-сурет – Смарт колонканың прототим моделі

Ақылды колонка тек дыбыс қабылдап қана қоймай, түрлі құрылғылармен байланысып, пайдаланушының командалары бойынша нақты әрекеттер жасай алады. Бұл технология үйдегі автоматтандыруды жетілдіріп, адамдарға қолайлы әрі тиімді қызметтерді ұсынуға мүмкіндік береді. Бірақ мұндай жобаны жүзеге асыруда бірнеше қиындықтар туындайды. Сонымен қатар, пайдаланушы интерфейсін қарапайым әрі түсінікті етіп жасау керек. Сонда бұл жүйе барлық деңгейдегі адамдар үшін қолжетімді болады. Қазақ тілінде жұмыс істейтін ақылды колонка жасау бойынша ғылыми және техникалық жұмыстар тіл технологияларының дамуына зор әсер етіп, қоғамның ақпараттық даму деңгейін арттыруға ықпал етеді.

# ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыс аясында қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесі әзірленді. Жүйенің негізгі мақсаты – қазақ тілінде дауыстық командаларды қабылдау, сұраныстарды өңдеу және нақты уақыт режимінде жауап беру мүмкіндігін қамтамасыз ету болды. Жоба барысында жүйенің аппараттық және бағдарламалық компоненттері анықталып, дауысты тану және синтездеу алгоритмдері енгізілді. Сонымен қатар, жүйенің тиімділігі мен функционалдығы пайдаланушылармен тәжірибелік сынақтар арқылы бағаланды. Нәтижесінде қазақ тілінде еркін жұмыс істейтін, қолжетімді және интеллектуалды smart колонка жүйесі жасалды.

1. Smart колонка жүйесінің қазіргі жағдайы мен даму бағыттары жан-жақты зерттелінді. Зерттеу барысында қазақ тілінде диалогтық интерфейс құрудың ерекшеліктері мен күрделі қиындықтары қарастырылып, қазақ тілінің морфологиялық және фонетикалық ерекшеліктеріне сәйкес дауысты тану және синтездеу алгоритмдері сараланды және енгізілді.

2. Пайдаланушы сұраныстарын өңдеу мен жауап қайтару алгоритмі тиімді жобаланды, қазақ тілінде табиғи әрі толыққанды диалог жүргізу мүмкіндігі қамтамасыз етілді. Сонымен қатар, smart колонкаға арналған аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету компоненттері таңдалып, жүйенің тұрақтылығы мен өнімділігіне баса назар аударылды.

3. Жүйені тестілеу кезеңінде оның функционалдығы және пайдаланушылармен өзара әрекеттесуі тәжірибелік түрде сыналды, алынған нәтижелер жүйенің қазақ тілінде сөйлеу және түсіну қабілетінің жоғары деңгейде екені көрсетілді. Жалпы алғанда, аталған мәселенің шешімі қазақ тіліндегі дауыстық көмекшілер мен ақылды үй жүйелерінің дамуына серпін беріп, қазақ тілінің цифрлық кеңістіктегі қолжетімділігін арттыруға ықпал етті.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Zhao, K. (2025). Research and Development of Smart Home Systems based on Voice Interaction Technology. Scientific Journal of Technology, 7(1), 107-112. Https://doi.org/10.54691/9zppac05

[2] Bekzhan Kopbosynov, Sandybai Boranbayev, Meruert Kopbaeva, Bakyt Taspolatov, Medeu Alimbaev, Definitions, patterns and history of the study of vowel harmony in the Kazakh language. DOI: 10.54919/physics/56.2024.181fl9

[3] Nguyen, M., Dernoncourt, F., Yoon, S., Deilamsalehy, H., Tan, H., Rossi, R., ... & Nguyen, T. H. (2024). Identifying Speakers in Dialogue Transcripts: A Text-based Approach Using Pretrained Language Models. Arxiv preprint arxiv:2407.12094. Https://doi.org/10.48550/arxiv.2407.12094

[4] Мукажанов, Н. К., Черикбаева, Л. Ш., Касенхан, А. М., Алибиева, Ж. М., & Тұрдалыұлы, М. (2024). IDENTIFYING EFFECTIVE MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR SENTIMENTAL ANALYSIS OF COMMENTS IN THE KAZAKH LANGUAGE. Вестник казутб, 4(25). Https://doi.org/10.58805/kazutb.v.4.25-426

[5] Son, Y., Oh, W., & Im, I. (2023). THE VOICE OF COMMERCE: HOW SMART SPEAKERS RESHAPE DIGITAL CONTENT CONSUMPTION AND PREFERENCES. MIS Quarterly, 47(2). DOI: 10.25300/MISQ/2022/17333

[6] Hu, Z., He, Q., Li, R., Zhao, M., & Wang, L. (2025). Advancing Multi-Party Dialogue Systems with Speaker-ware Contrastive Learning. Arxiv preprint arxiv:2501.11292. Https://doi.org/10.48550/arxiv.2501.11292

[7] J. Wu et al., "Just ASR + LLM? A Study on Speech Large Language Models' Ability to Identify And Understand Speaker in Spoken Dialogue," 2024 IEEE Spoken Language Technology Workshop (SLT), Macao, 2024, pp. 1137-1143, doi: 10.1109/SLT61566.2024.10832300.

[8] Fester-Seeger, M. T. (2024). How a Child Learns to 'Talk'to a Smart Speaker: On the Emergence of Enlanguaged Practices. Linguistic Frontiers, 7(1), 84-105. DOI: 10.2478/lf-2024-0010

[9] Mambetova, M. K., Karymkhan, A. A., & Abdikadyrova, A. K. (2024). ADAPTING KAZAKH TEXTS FOR LANGUAGE LEARNERS: APPLICATION OF ADAPTATION TECHNIQUES. Eurasian Journal of Philology: Science & Education, 195(3). Https://doi.org/10.26577/ejph.2024.v195.i3.ph06

[10] Doi, T., & Nishikawa, Y. (2024). Usability analysis of smart speakers from a learnability perspective for novel users. Applied System Innovation, 7(3), 36. Https://doi.org/10.3390/asi7030036

[11] Dong, Y., & Yao, Y. D. (2020). Secure mmwave-radar-based speaker verification for iot smart home. IEEE Internet of Things Journal, 8(5), 3500-3511. Https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3023101

[12] Naraliyeva, R. T., Mukhanbekkyzy, L., Toiganvekova, M. S., Dosanov, B. I., & Sultanova, B. M. (2015). Modern methods of teaching kazakh as a foreign language: Search, innovation, quality, result. Rev. Eur. Stud., 7, 347. Http://dx.doi.org/10.5539/res.v7n7p347

[13] Weitao Li, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, 350002, China. Research on the Development of Intelligent Game Dialogue System and Game Experience Based on chatgpt.

[14] Gabitkyzy, A. G., Uaisova, G., Saidakhmetov, B., Skendirovna, K. S., & Bazarbekova, R. (2022). The development of social intelligence in students during the lessons of the Kazakh language through educational dialogue. Cypriot Journal of Educational Sciences. 17(10), 3729–3739. Https://doi.org/10.18844/cjes.v17i10.8249

[15] Wu, H., & Cai, Z. G. (2024). Speaker effects in spoken language comprehension. arXiv preprint arXiv:2412.07238. https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.07238

[16] Gabitkyzy, A. G., Uaisova, G., Saidakhmetov, B., Skendirovna, K. S., & Bazarbekova, R. (2022). The development of social Intelligence in students during the lessons of the Kazakh language through educational dialogue. Cypriot Journal of Educational Sciences. 17(10), 3729–3739. Https://doi.org/10.18844/cjes.v17i10.8249

[17] Spallazzo, D., Sciannamè, M., & Ceconello, M. (2025). User Experience+ Artificial Intelligence: Assessing the Qualities of AI-infused Systems. DOI 10.1007/978-3-031-77521-5\

[18] Amirkumar, M., Orynbekova, K., Talasbek, A., Ayazbayev, D., & Cankurt, S. (2024). COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF RULE-BASED AND MACHINE LEARNING METHODS IN SENTIMENT ANALYSIS OF KAZAKH LANGUAGE TEXTS. Scientific Journal of Astana IT University, 16-27. DOI: https://doi.org/10.37943/17RHPH9724

[19] Hu, Z., He, Q., Li, R., Zhao, M., & Wang, L. (2025). Advancing Multi-Party Dialogue Systems with Speaker-ware Contrastive Learning. arXiv preprint arXiv:2501.11292. https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.11292

[20] Reis, A., Paulino, D., Paredes, H., & Barroso, J. (2017). Using intelligent personal assistants to strengthen the elderlies' social bonds: A preliminary evaluation of amazon alexa, google assistant, microsoft cortana, and apple siri. In Universal Access in Human–Computer Interaction. Human and Technological Environments: 11th International Conference, UAHCI 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings, DOI: 10.1007/978-3-319-58700-4_48

[21] Abdolrahmani, A., Kuber, R., & Branham, S. M. (2018, October). " Siri Talks at You" An Empirical Investigation of Voice-Activated Personal Assistant (VAPA) Usage by Individuals Who Are Blind. In Proceedings of the 20th international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility (pp. 249-258). https://doi.org/10.1145/3234695.3236344

[22] Mussiraliyeva, S. Z., Bolatbek, M. A., Yeltay, Z., & Azanbay, K. (2024). Development of an error correction algorithm for Kazakh language. Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science, 123(3), 81-97. https://doi.org/10.26577/JMMCS2024-v123-i3-8

[23] Online AI Based Voice Assistant, Prachi Tiwari, Prof. Meetkumar Patel. Article March 2024. https://www.researchgate.net/publication/379312225

[24] Mamyrbayev, O., Turdalyuly, M., Mekebayev, N., Alimhan, K., Kydyrbekova, A., Turdalykyzy, T. (2019). Automatic Recognition of Kazakh Speech Using Deep Neural Networks. In: Nguyen, N., Gaol, F., Hong, TP., Trawiński, B. (eds) Intelligent Information and Database Systems. ACIIDS 2019. Lecture Notes in Computer Science(), vol 11432. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7_40

[25] Akhmed-Zaki, D., Mansurova, M., Madiyeva, G., Kadyrbek, N., & Kyrgyzbayeva, M. (2021). Development of the information system for the Kazakh language preprocessing. Cogent Engineering, 8(1). https://doi.org/10.1080/23311916.2021.1896418

[26] A. Mukanova, A. Barlybayev, A. Nazyrova, L. Kussepova, B. Matkarimov and G. Abdikalyk, "Development of a Geographical Question-Answering System in the Kazakh Language," in IEEE Access, vol. 12, pp. 105460-105469, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3433426.

[27] Hasna Bouraoui, Chadlia Jerad, Anupam Chattopadhyay, and Nejib Ben Hadj-Alouane. 2017. Hardware Architectures for Embedded Speaker Recognition Applications: A Survey. ACM Trans. Embed. Comput. Syst. 16, 3, Article 78 (August 2017), 28 pages. https://doi.org/10.1145/2975161

[28] Please cite this article as: Park, K., Kwak, C., Lee, J., Ahn, J-H., The effect of platform characteristics on the adoption of smart speakers: Empirical evidence in South Korea, Telematics and Informatics (2018), doi: https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.07.013

[29] Maitreyee Dutta, C. Rama Krishna, Rakesh Kumar, Mala Kalra. Proceedings of International Conference on IoT Inclusive Life (ICIIL 2019), NITTTR Chandigarh, India. Published: 09 April 2020. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3020-3

[30] Marco Furini, Silvia Mirri, Manuela Montangero, and Catia Prandi. 2020. On the Usage of Smart Speakers During the Covid-19 Coronavirus Lockdown. In Proceedings of the 6th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good (GoodTechs '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 187–192. https://doi.org/10.1145/3411170.3411260

[31] Anupam Das, Nikita Borisov, and Matthew Caesar. 2014. Do You Hear What I Hear? Fingerprinting Smart Devices Through Embedded Acoustic Components. In Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (CCS '14). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 441–452. https://doi.org/10.1145/2660267.2660325

[32] N. P. Novani, M. H. Hersyah and R. Hamdanu, "Electrical Household Appliances Control using Voice Command Based on Microcontroller," 2020 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), Bandung, Indonesia, 2020, pp. 288-293, doi: 10.1109/ICITSI50517.2020.9264979.

[33] Bharat Kumar Dhal (2019); Controlling Devices Through Voice Based on AVR Microcontroller; International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP) 9(3) (ISSN: 2250-3153), DOI: http://dx.doi.org/10.29322/IJSRP.9.03.2019.p8790

[34] Chun-Liang Hs, constructing intelligent living-space controlling system with blue-tooth and speech-recognition microprocessor. Conference: Eighth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, ISDA 2008, 26-28 November 2008, Kaohsiung, Taiwan, 3 Volumes. DOI:10.1109/ISDA.2008.83

[35] Mamyrbayev, O., Turdalyuly, M., Mekebayev, N., Alimhan, K., Kydyrbekova, A., Turdalykyzy, T. (2019). Automatic Recognition of Kazakh Speech Using Deep Neural Networks. In: Nguyen, N., Gaol, F., Hong, TP., Trawiński, B. (eds) Intelligent Information and Database Systems. ACIIDS 2019. Lecture Notes in Computer Science(), vol 11432. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7_40

[36] Al-Kaisi, A.N., Arkhangelskaya, A.L. & Rudenko-Morgun, O.I. The didactic potential of the voice assistant "Alice" for students of a foreign language at a university. Educ Inf Technol 26, 715–732 (2021). https://doi.org/10.1007/s10639-020-10277-2

[37] Kannan, M. J., Jain, V., Kumar, A., Yadav, A. K., Verma, S., & Tiwari, R. Jarvis Voice Assistant. DOI: 10.56025/IJARESM.2024.121124524

[38] Z. Yessenbayev, M. Karabalayeva and F. Shamayeva, "Towards Building an Intelligent Voice System for Kazakh: Acoustic Database and System Design," 2013 8th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, Cardiff, UK, 2013, pp. 393-397, doi: 10.1109/EUROSIM.2013.75.

[39] Ashlesha Vishnu Kadam, January 2023, Natural Language Understanding of Low-Resource Languages in Voice Assistants: Advancements, Challenges and Mitigation Strategies. DOI:10.22161/ijllc.3.5.3

[40] Nguyen, M., Dernoncourt, F., Yoon, S., Deilamsalehy, H., Tan, H., Rossi, R., ... & Nguyen, T. H. (2024). Identifying Speakers in Dialogue Transcripts: A Text-based Approach Using Pretrained Language Models. arXiv preprint arXiv:2407.12094. https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.12094

[41] Christoph Lutz, Gemma Newlands, Glitch Studies and Smart Speakers: A Spotlight on User Experiences of Unexpected Behaviors, December 2024. DOI:10.1515/9783839472002-009

[42] S. Indira Rani, D. Srinivas, Upal Saha, V. S. Prasad, and John P. George. NCMRWF Observation Reception, Processing and Monitoring (NCObsProM) System. https://www.researchgate.net/publication/387834527

[43] L. Lin, X. Liu, X. Fu, B. Luo, X. Du and M. Guizani, "A Non-Intrusive Method for Smart Speaker Forensics," ICC 2021 - IEEE International Conference on Communications, Montreal, QC, Canada, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICC42927.2021.9500679.

[44] Akbayan Bekarystankyzy, Orken Mamyrbayev, Mateus Mendes, Dina Oralbekova, Bagashar Zhumazhanov and Anar Fazylzhanova. Automatic Speech

Recognition Improvement for Kazakh Language with Enhanced Language Model. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42430-4_44

# ҚОСЫМША

```
import speech_recognition as sr
import time, json, requests, os
from pygame import mixer

# Initialize recognizer class (for recognizing the speech)
r = sr.Recognizer()
def saveurl(url):
 r = requests.get(url)
 file_extension = ".mp3"
 if file_extension not in url.split("/")[-1]:
        filename = f'{last_url_path}{file_extension}'
 else:
        filename = url.split("/")[-1]

 with open("/home/orangepi/response.mp3", 'wb') as f:
        # You will get the file in base64 as content
        f.write(r.content)

def plays():
 os.environ["SDL_AUDIODRIVER"] = "alsa"
 os.environ["AUDIODEV"] = "hw:0,0"  # Заменить на нужное устройство

 mixer.init()
 mixer.music.load("response.mp3")
 mixer.music.play()
 while mixer.music.get_busy():  # wait for music to finish playing
    time.sleep(1)
import google.generativeai as genai
import os

genai.configure(api_key="AIzaSyA4Tfk9wXFwstbSoDfaWP_wDNrCbkUkqRY")
# Устанавливаем ваш API-ключ
def gpttext(text):
    model = genai.GenerativeModel('gemini-1.5-flash')
    response = model.generate_content("Ответь на казахском языке, и желательно короткими ответам
    return response.text


headers = {"Authorization": "Bearer
eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1c2VyX2lkIjoiMzAwNWM3NDItYzQ0Mi00ZWI1LTk5
def tts(text):
 url ="https://api.edenai.run/v2/audio/text_to_speech"
 payload={"providers": "microsoft", "language": "kk-KZ", "option":"FEMALE", "text": text}
 response = requests.post(url, json=payload, headers=headers)
 result = json.loads(response.text)
 r = requests.get(result['microsoft']['audio_resource_url'])
 url = result['microsoft']['audio_resource_url']
 return url
```

```
# Reading Microphone as source
# listening the speech and store in audio_text variable
while True:
 with sr.Microphone() as source:
    audio_text = r.listen(source)
    text = ""
    try:
     text = r.recognize_google(audio_text, language = 'kk-KZ')
     print(text)
    except:
        pass
    otv = gpttext(text)
    print(otv)
    saveurl(tts(otv))
    plays()
```

«Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»
КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

Дипломдық жоба (жұмыс) бойынша

# РЕЦЕНЗИЯ

Алметова Еркемай Максатовна

6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесін жасау

Орындалды:
а) Графикалық бөлім 3 парақтарда
б) түсіндірме жазба 82 беттерінде

## ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Алметова Еркемай Мақсатқызының дипломдық жұмысы қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін смарт колонка жүйесін жасауға бағытталған. Бұл зерттеу ақпараттық технологиялар, жасанды интеллект және табиғи тілді өңдеу (NLP) салаларында өзекті мәселелерді көтереді. Жұмыста смарт құрылғылардың қазіргі қоғамдағы орны мен қазақ тіліне бейімдеу мүмкіндіктері жақсы сипатталған.

Жұмыс құрылымдық жағынан жүйелі жазылған:

- Кіріспеде жұмыстың өзектілігі, мақсаты және міндеттері нақты көрсетілген;
- Негізгі бөлімде смарт колонкалардың техникалық және бағдарламалық ерекшеліктері, дауысты тану, NLP алгоритмдері мен қазақ тіліне бейімделу мәселелері қарастырылған;
- Қорытындыда орындалған жұмысқа талдау жасалып, жобаның болашағы мен ықтимал жетілдіру жолдары ұсынылған.
- Пайдаланылған әдебиеттер тізімі мен қосымшалар жұмыстың мазмұнын толықтырады.

Тақырыптың өзектілігі жоғары – қазақ тілінің цифрлық технологияларда қолданылуын арттыру бағытындағы нақты үлес.

Алметова Еркемай Мақсатқызының дипломдық жұмысы қойылған мақсатқа толықтай сай келеді. Жұмыста ғылыми жүйелілік, техникалық құндылық және қазақ тілінің цифрлық ортада қолданылуын арттыру бағыты анық байқалады. Жоғарыда аталған ескертулер дипломдық жұмыстың жалпы сапасын төмендетпейді, керісінше болашақта жетілдіру бағытын көрсетеді.

## Жұмысты бағалау

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Алметова Еркемай Максатовнаны 6В06201 – Телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» дәрежесіне ұсынамын.

**Рецензент**
М.Тынышбаев атындағы
ALT университеті, PhD,
«АКТ» кафедрасының
ассистент профессоры
_____Мәдібайұлы Ж.
«20» 05 2025 ж.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

Дипломдық жобаға (жұмысқа)

# ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Алметова Еркемай Максатовна

6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесін жасау

Алметова Еркемай Максатовнаның дипломдық жұмысы заманауи ақпараттық технологиялар мен жасанды интеллект бағыттарының өзекті тоғысқан нүктесінде орындалған. Жобаның негізгі мақсаты — қазақ тілінде диалог жүргізе алатын смарт колонка жүйесін жасау — бүгінгі күні цифрлық трансформация кезеңінде ұлттық тілді қолдау мен оның технологиялық кеңістікте қолданылу аясын кеңейтуге бағытталған маңызды қадам болып табылады.

Жұмыста қазақ тілінің морфологиялық ерекшеліктеріне бейімделген табиғи тілді өңдеу (NLP) алгоритмдері, дауысты тану жүйелері және смарт құрылғылардың техникалық архитектурасы жан-жақты зерттелген. Автор жүйенің құрылымын нақты сипаттап, компоненттерін таңдау мен өзара байланысын негізді түрде түсіндірген. Сонымен қатар, тәжірибелік бөлімде смарт колонка прототипі жасалып, оның жұмыс тиімділігіне қатысты сынақтар жүргізілген. Бұл жобаның басты артықшылықтарының бірі — қазақ тілін қолданушы аудиторияның қажеттіліктеріне тікелей бағытталған шешім ұсынуы.

Білім алушы ғылыми әдебиеттермен жақсы жұмыс істей алды, теориялық және практикалық бөлімдерді ұтымды ұштастырды. Жұмыс мазмұны дипломдық жұмысқа қойылатын талаптарға толық сәйкес келеді, құрылымы жүйелі, баяндалуы нақты және ғылыми стильде жазылған.

Студент, Алметова Еркемай Максатовна дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «95/А/ өте жақсы» деп бағаланды, ал Алметова Еркемай Максатовнаны 6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ЭТжҒТ каф. аға оқытушы,
техника ғылымдарының магистрі
_____ Марксұлы С.
«20» 05 2025 ж.

**Протокол**

**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)**

**Автор:** Алметова Еркемай Максатовна

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесін жасау

**Научный руководитель:** Сұңғат Марксұлы

**Коэффициент Подобия 1:** 2.3

**Коэффициент Подобия 2:** 1.3

**Микропробелы:** 16

**Знаки из здругих алфавитов:** 28

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 104

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2025-05-18

*Дата* *Заведующий кафедрой*

**Протокол**

**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)**

**Автор:** Алметова Еркемай Максатовна

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Қазақ тілінде диалогтық негізде жұмыс істейтін smart колонка жүйесін жасау

**Научный руководитель:** Сұңғат Марксұлы

**Коэффициент Подобия 1:** 2.3

**Коэффициент Подобия 2:** 1.3

**Микропробелы:** 16

**Знаки из здругих алфавитов:** 28

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 104

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2025-05-18

*Дата*

Сұңғат Марксұлы

*проверяющий эксперт*

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Амангазиева Тамара Кайратқызы**

**Тақырыбы: IoT технологиясы арқылы адам денсаулығын қашықтан мониторингтеу жүйесін жасау**

**Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 0.8**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 0**

**Дәйексөз (35): 0.3**

**Әріптерді ауыстыру: 0**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 0**

**Ақ белгілер: 0**

**Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :**

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

2025-05-22

*Күні* *Кафедра меңгерушісі*