



ANALYSIS OF RECOGNITION METHODS IN SPEAKER RECOGNITION

Kakhkharov A'loxon Abrorovich¹

Khondorov Shokhrukhmirzo Imomali ogli²

Khasanov Umidjon Komiljon ogli³

¹Tashkent University of Information Technologies, associate professor

²Tashkent University of Information Technologies, senior teacher

³Tashkent University of Information Technologies, assistant-teacher

ARTICLE INFO

Received: 04th June 2024

Accepted: 09th June 2024

Online: 10th June 2024

KEY WORDS

Identification systems,
verification systems,
signal, digital signal
processing, signal
properties, signal
segmentation.

ABSTRACT

This article deals with signal recognition, a part of the field of digital signal processing. It provides recognition methods, their application, selection of recognition systems based on industry requirements. The main focus is on recognizing a person through speech signals. The most common approaches to speaker recognition through speech signals are presented.

SO'ZLOVCHINI TANIB OLISHDA TANIB OLISH USULLARI TAHLILI

Qaxxarov A'loxon Abrorovich¹

Xoldorov Shohruhmirzo Imomali o'g'li³

Xasanov Umidjon Komiljon o'g'li²

¹Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, dotsent

²Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, katta o'qituvchi

³Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, assistant o'qituvchi

ARTICLE INFO

Received: 04th June 2024

Accepted: 09th June 2024

Online: 10th June 2024

KEY WORDS

Identifikatsiya tizimlari,
verifikatsiya tizimlari,
signal, signallarga
raqamli ishlov berish,
signal xususiyatlari,
signallarni segmentlash.

ABSTRACT

Ushbu maqolada signallarga raqamli ishlov berish sohasining bir qismi – signallarni tanib olish haqida gap boradi. Bunda tanib olish usullari, ularni qo'llash, soha talabidan kelib chiqqan holda tanib olish tizimlarini tanlash ko'zda tutilgan. Asosiy e'tibor nutq signallari orqali shaxsni tanib olishga qaratilgan. Nutq signallari orqali so'zlovchini tanib olishda eng keng tarqalgan yondashuvlar keltirilib o'tilgan.

Kirish. So'zlovchini tanib olish (ba'zi adabiyotlarda so'zlovchi biometriyasi) so'zlovchini identifikatsiya, verifikatsiya, klassifikatsiya qilish, segmentatsiya, tracking va aniqlashni o'z ichiga oladi. Aynan so'zlovchini tanib olishda ko'plab turli atamalar ishlab chiqilgan va ularning ayrimlari juda katta chalkashliklarga olib kelishi mumkin. Nutqni tanib olish bo'yicha tadqiqotlar uzoq vaqtlardan beri mavjud, tabiiyki jamoatchilikda nutq va so'zlovchini tanib



olish o'rtasida biroz chalkashliklar mavjud. Ushbu chalkashlikka qo'shilgan yana bir atamalardan biri ovozni aniqlashdir.

Ovozni aniqlash atamasi ba'zi doiralarda so'zlovchini tanib olish atamasi bilan bir xil atama sifatida qo'llaniladi. Bu konseptual (umumiy mantiq, mazmun) jihatdan mavzu uchun to'g'ri nom bo'lsa-da lekin bu atamalarning o'xshashligidan voz kechish kerak. So'zlovchini tanib olishda ovoz emas, balki uning nutqidan foydalaniladi.

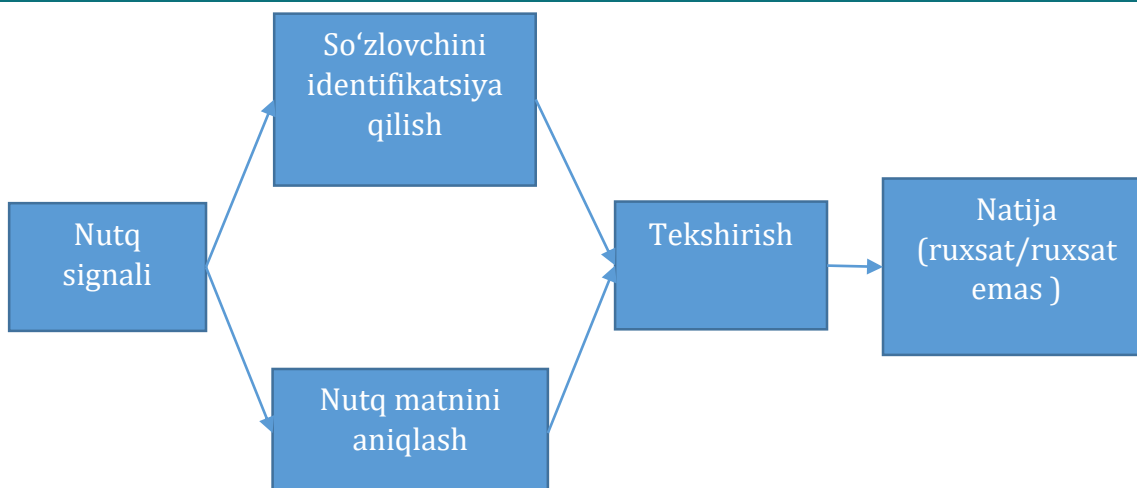
Yuqoridagi atamalardan tashqari ushbu mavzuga murojaat qilish uchun juda ko'p turli xil atamalar ishlatilgan. Bularga ovoz biometrikasi, nutq biometrikasi, biometrik so'zlovchi identifikatsiyasi, so'zlovchini identifikatsiyalash, so'zlovchi klasteri, ovozni identifikatsiyalash, ovoz izi identifikatsiya kiradi.

So'zlovchini tanib olish tarmoqlari. So'zlovchini tanib olish yo'nalishi bevosita yoki bilvosita bog'liq bo'lgan tarmoqlarni o'z ichiga oladi. Bu tarmoqlarga asosan ikkita katta guruhga sodda va murakkab tarmoqlar guruhlariga ajratiladi. Murakkab tarmoqlar guruhi bir yoki bir nechta oddiy tarmoqlar guruhidan iborat bo'ladi. So'zlovchini tanib olish oddiy tarmoqlariga so'zlovchini identifikatsiyasi, verifikatsiyasi, klassifikatsiyasi kiradi. Murakkab tarmoqlar guruhiga esa so'zlovchi segmentatsiyasi, so'zlovchini aniqlash, so'zlovchini kuzatish kiradi.

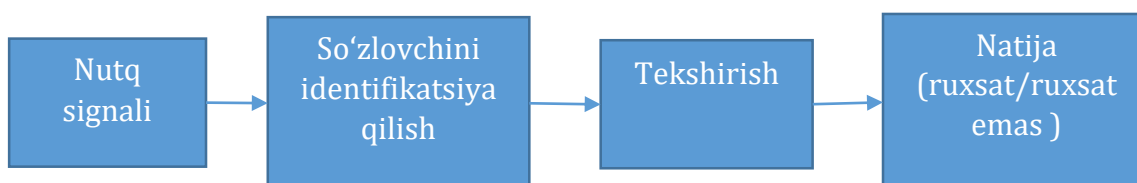
So'zlovchini verifikatsiya qilish (tekshirish). So'zlovchini verifikatsiya qilishda tekshirilayotgan shaxs o'zini nutqdan tashqari usullar bilan identifikatsiya qiladi. Bunday usullarda tekshirishda parollar, identifikatsiya raqamlari ba'zi hollarda nutq signallari asosida tanib olingan matnlar ham keltirilishi mumkin. Misol uchun aynan ma'lumotlar bazasida mavjud so'zlovchi nutq signali xususiyatlari yordamida topilgan shaxsni, shu nutq signalini matnga aylantirilgan holatini tekshiruvchi parametr sifatida qarash mumkin(1-rasm).

So'zlovchini identifikatsiya qilish. So'zlovchini identifikatsiya qilish ikki xil turi mavjud: *yopiq va ochiq to'plamli*. Yopiq to'plamli identifikatsiya ochiq to'plamli identifikatsiyadan osonroq. Yopiq to'plamli identifikatsiya sinov so'zlovchining ovozi barcha mavjud so'zlovchi modellari bilan solishtiriladi va eng yaqin kelgan so'zlovchi identifikatorini qaytaradi. Lekin ma'lumotlar bazasidagi so'zlovchilardan birining identifikatoriga sinov so'zlovchining ovozi eng yaqin bo'ladi, bu yerda rad etish sxemasi mavjud emas(2-rasm).. Misol uchun sinov uchun yosh bola ovozi olingan, lekin ma'lumotlar bazasida kattalarning ovozidan iborat. Bunday holda yosh bolaning ovozini katta yoshlik insonlardan biriga tegishli deb hisoblab yuborishi mumkin. Shuning uchun bunday usuldan foydalanish juda ham yaxshi samara bermasligi mumkin. Bunday holda yosh bolaning ovozini ma'lumotlar bazasi bilan solishtirganda mavjud emas degan natija kelib chiqish va tizim shunga javob reaksiyasi qaytarishi lozim

Ochiq to'plamli identifikatsiyada esa ma'lumotlar bazasidagi so'zlovchi ovozlardan birontasi sinov so'zlovchi ovoziga mos kelmasa rad etish sxemasi mavjud bo'ladi. Aynan shu usul bilan mavud bo'lmagan so'zlovchilarni rad etish mumkin bo'ladi. Ayrim hollarda esa aniqlanmagan sinov so'zlovchi ovozini ma'lumotlar bazasiga qo'shib, uni yanada kengaytirish mumkin. Shu hisobidan uni ochiq to'plamli identifikatsiya turi deyiladi.



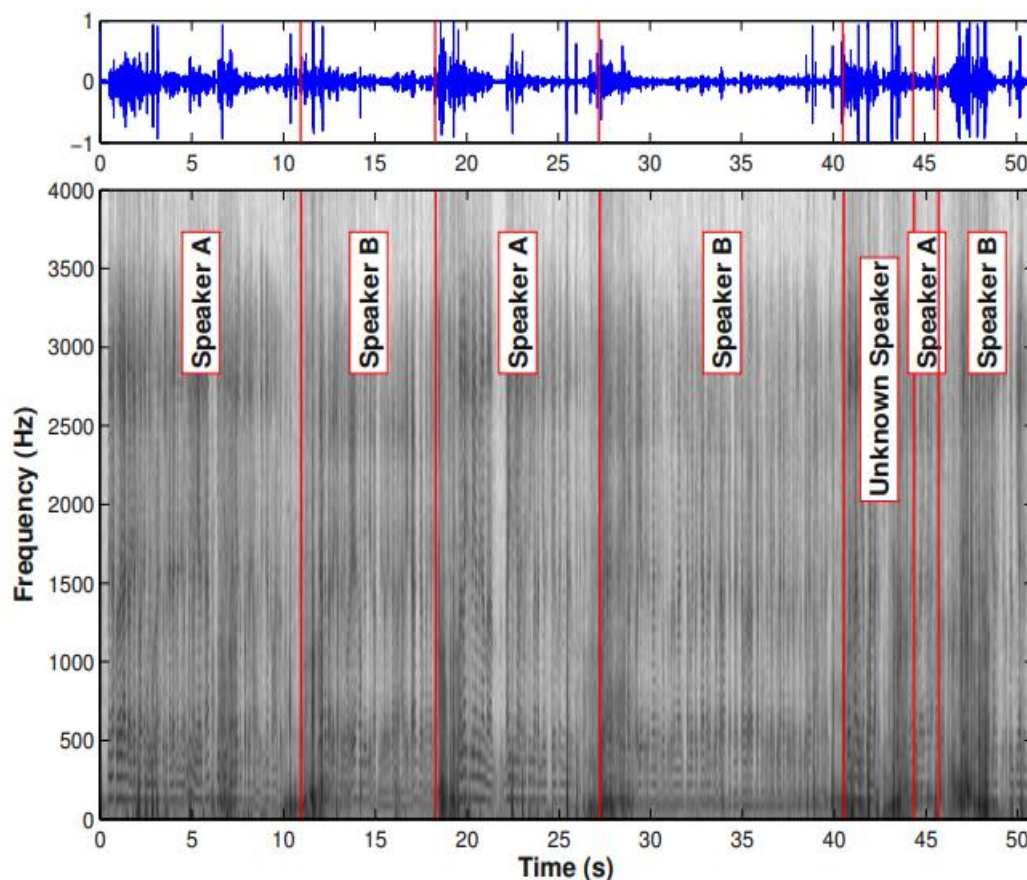
1-rasm. So'zlovchini verifikatsiya qilish tuzilmasi ()



2-rasm. So'zlovchini identifikatsiya qilish tuzilmasi (strukturasi)

So'zlovchini klassifikatsiya qilish. Bu o'xshash audio signallarni alohida guruhlariga ajratib berish uchun qo'llaniladi. Ko'p tasniflash muammolaridan biri bular jins klassifikatsiyasi, yosh va holatlar klassifikatsiyasi. Jins klassifikatsiyasida nomidan aniqki erkak va ayollar ovozlari guruhlash uchun qo'llaniladi. Yosh klassifikatsiyalarida esa yoshlar, o'rtayosh va qari guruhlariga ajratish mumkin. Lekin buning yana bir muammo tomoni borki bu yosh bolalarda voyaga yetish arafasida ularning ovozlarni katta yoshli insonlarniki o'xshab qoladi. Ularni ajratib klassifikatsiya qilish oson ish emas.

Klassifikatsiyalashda identifikatsiyalash va autentifikatsiyalashda qo'llaniladigan xususiyatlardan farqli xususiyatlar to'plamidan foydalanish mumkin. Masalan, unlilar va friaktivlar so'zlovchining jinsi haqida ko'proq ma'lumotga ega, chunki ular ovoz yo'lining asosiy chastotasi va uning yuqori garmoniklari haqida ko'proq ma'lumot beradi. Garmonik o'zgarishlar erkak va ayol, bolalardagi vokal yo'llarining uzunligi o'zgarishlaridan kelib chiqadi. Misol uchun erkaklar, ayollar va bolalarda ovoz yo'llarining asosiy chastotolari mos ravishda 130Hz, 220 Hz va 265 Hz ni tashkil etadi. Pitch so'zlovchilarning jinsini aniqlash uchun ko'p ishlatiladigan xususiyatlardir.



3-rasm. Ochiq to'plam segmentatsiya

So'zlovchi segmentatsiya. Bir ovoz signali tarkibida so'zlovchining nutqi, musiqa, shovqin, turli boshqa fon sharoitlarini o'z ichiga olgan qismlarni avtomatik segmentatsiya qilinadi. Ushbu turdagi segmentatsiya so'zlovchini, shuningdek nutq va audio signallarning boshqa aniqlash tizimlarini uchun dastlabki qadamalardan biri hisoblanadi. Ovoz signalidagi segment qismlarining alohida toifalarini tanib olish uchun turli xil maxsus tanib olish usullaridan foydalanish mumkin. Bunday tizimlarni bir nechta ko'rib chiqib ularni e'tirof etish mumkin. Masalan radioeshittirish yangiliklarida turli xil manbalardan olingan nutqiy va nutqiy bo'lmagan signallarni o'z ichiga oladi: toza nutq, telefoniya manbalari, musiqa segmentlari, atrofdagi shovqin, bir nechta nutqlarning qo'shilib kelishi. Segmentatsiya muammosi – bu turli so'zlovchilar tomonidan hosil bo'lgan nutqni bir-biridan ajratib olish(3-rasm).

Ko'pchilik nutqni tanib olish tizimlarida nutq o'rniga musiqa yoki boshqa tovushlar kelib qolsa bunday tizim xatolikka yo'l qo'yadi. Shuning uchun bunday tovushlarni nutqdan ajratish muhim. Bundan tashqari ishlov berish uchun signal qiymatlarini kamaytirish, hajmini kichraytirish muammosini ham hal etish kerak.

Segmentlashni ikki xil asosiy bosqichi mavjud: signalni bir xil ishlab chiqarish xususiyatiga ega bo'lgan kichik qismlarga bo'lish, ikkinchi bosqichi esa o'xshash qo'shni segmentlarni birlashtiriladigan. Ayrim adabiyotlarda boshlang'ich bosqichni segmentatsiya deb hisoblanadi, lekin ikkala bosqichni o'zaro farqlari mavjud.

So'zlovchini aniqlash. So'zlovchini aniqlash - bu audio oqimidagi bir yoki bir nechta maxsus so'zlovchini aniqlash harakati. Bunda asosiy nazariya segmentatsiyani, identifikatsiya



va verifikatsiyani o'z ichiga oladi. Dastlabki ma'lumotlar odatda kiritish talab qilinadi. So'zlovchini identifikatsiya, verifikatsiya qilish asosiy muammoni shakllantirishdan iborat. Misol uchun audio signal tarkibida bir necha so'zlovchining ovozi, vaqtning turli joylarida, musiqa, shovqin bo'lmasa yopiq identifikatsiya qo'llanilishi mumkin.

Bunday murakkabroq muammo ma'lum so'zlovchilar to'plamidan tashqari boshqa so'zlovchilar bo'lishi, audio signal tarkibida musiqa yoki boshqa turdagi audio bo'lishi mumkin. Bunday holda aniqlanadigan so'zlovchilar ro'yhati katta bo'lmasa, ro'yxatning har bir a'zosi uchun har bir segmentda verifikatsiya amalga oshiriladi. Agar ro'yxat katta bo'lsa identifikatsiya o'tkazilishi mumkin va bu keyinchalik bu tekshirishning da'vo qilingan identifikator sifatida ishlatilishi mumkin.

So'zlovchini kuzatish. So'zlovchini kuzatish ma'lum darajada so'zlovchini aniqlashga o'xshaydi, chunki bir yoki bir nechta so'zlovchini signal bo'ylab kuzatiladi. Ro'yxatga olish ma'lumotlari mavjud bo'lmagan sharoitda audioda faqat bitta so'zlovchi bor deb qaraladi va segmentlar oqimida teglar bilan belgilanadi. Agar ro'yxat elementlar mavjud bo'lsa segmentlar uchun so'zlovchi yorliqlari ro'yxatdan ushbu segmentlarning haqiqiy so'zlovchilarni aniqlash uchun sozlanishi mumkin. Kuzatuvning eng muhim ilovasi bu telefon konvertatsiyasi kabi suhbatda so'zlovchilarni belgilash tizimlari.

So'zlovchini tanib olish usullari. Nazariy jihatdan so'zlovchini tanib olish tilshunoslik, kontekst va boshqa vositalar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Lekin bu faqat so'zlovchini tekshirish uchun tegishli. So'zlovchini identifikatsiya qilishni yaxshilash uchun boshqa qo'shimcha ma'lumotlardan foydalanish ham mumkin. Ularni amalga oshirish usullari quyidagilar:

1. Matnga bog'liq bo'lgan holda so'zlovchi tanib olish
2. Matnga bog'liq bo'lmagan holda so'zlovchini tanib olish
3. Matn orqali so'ralgan so'zlovchini tanib olish
4. So'zlovchining bilimga asoslangan tanib olish

Matnga bog'liq bo'lgan holda so'zlovchi tanib olish nisbatan yuqori aniqlikka ega. Xavfsizlik nuqtayi nazardan ham qolgan usullarga qaraganda samaraliroq. Bunda tanib olish aynan matnga bog'liq bo'lib, berilgan matn asosida nutq signalining xususiyatlari bilan tanib olinadi. Matnga bog'liq usullari asosan so'zlovchi verifikatsiyasiga (tekshirish) tegishli. Aksariyat boshqa tarmoqlarda aniq iboralar bilan ishlatib bo'lmaydi, chunki ular tanib olinadigan nutqni tinglab qaror qabul qilinadi.

Matnga bog'liq bo'lmagan holda tanib olish eng ko'p qirrali, shuning uchun bu usul barcha sohalarida qo'llanilishi mumkin yagona hayotiy uslubdir. Ba'zi tanib olish tizimlari matn va tildan butunlay mustaqil. Ba'zi usullari butunlay tilga bog'liq lekin matndan ma'lumdarajada mustaqil. Sof matn va tildan mustaqil tizim faqat so'zlovchining ovoz trakti xususiyatlariga tayanadi va nutq konteksti haqida hech qanday taxmin qilmaydi. Bunday tizimlarning asosiy muammolarida biri nutq qismining yomon tarzda yozilishi. Ma'lumotlar bazasini shakllantirishda nutq signllariga hech qanday cheklovlar yo'q lekin iloji boricha minimallashtirishga harakat qilinadi. Bunda ma'lumotlar uzunligi qisqargani uchun fonetik maydonni qamrab olish imkoniyati kamayadi. Shuningdek tizimda jonlilikni baholash muammosi yuzaga keladi, ya'ni tizimni aldash uchun shaxs tomonidan aytilgan aniq so'zlarga ega bo'lish shart emas.



Matn orqali soʻzlovchini tanib olish uning nomidan ham maʼlumki soʻzlovchini sinov vaqtida maʼlum bir iborani aytishni talab etadi. U asosan firibgarlikdan himoyalaniish uchun ishlab chiqilgan. Bunday holatda firibgarlar tizim soʻrovini kutib olishi va unga vaqtida javob qaytarishi kerak bu albatta juda qiyin vazifalardan biri. Shu jihatidan bunday tizimlar himoyasi soʻzlovchini tanib olishda yaxshi samara beradi. Bunday matnli tizimni loyihalashda odatda ikkita asosiy usul mavjud. Birinchi usul matnga bogʻliq boʻlgan tizimning soʻrovlari uchun tasodifiy iboralarni ishlab chiqadi va shu bilan birga matnga bogʻliq boʻlgan til modeli ham ishlab chiqadi. Shuning uchun javob haqiqiy soʻzlovchining vokal xususiyatlariga shuningdek soʻralgan iboraning kontekstiga mos kelishi kerak.

Bilimga asoslangan soʻzlovchini tanib olish tizimida odatda matndan mustaqil yoki matndan orqali soʻraladigan soʻzlovchi tanib olish tizimini nutqni tanib olish tizimlari va tabiiy tilni tushunish mexanizmi bilan birikmasida ishlaydi. Bu usulda jonlilikni tekshirish uchun soʻzlovchi tomonidan taqdim etilgan bilimlardan foydalaniladi. Shuning uchun bunday tizimlar odatda boshqa autentifikatsiya jarayonlarini kuchaytirish uchun ishlatiladi.

Bu tizimlarni quyidagi sohlarida qoʻllanilishi mumkin va bu sohalarida ular yaxshi samaradarolikka ega:

- moliyaviy tizimlarda. Moliyaviy jarayonlarni amalga oshirish, ularni xavfsizligini taʼminlash tizimlarni ishlab chiqishda soʻzlovchini tanib olish usullaridan foydalaniladi. Hozirgi kunda onlayn bank tizimlari, treyderlik, aksiyadorlik tizimlarida ovozlarni aniqlab olib mijozlarga xizmat koʻrsatish uchun aynan shunday tizimlardan foydalanilmoqda.(text-promted, knowledge based);
- Sud-tibbiyot va huquq sohalarida. Jinoyatchilarni aniqlash, tibbiy ekspertizada tayinlagan shaxsga tegishli yoki tegishli emasligini aniqlashda foydalaniladi.(identifikatsiya, verifikatsiya);
- Kirish nazorat, xavfsizlik tizimlarida. Boshqa biometrik xavfsizlik tizimlari kabi soʻzlovchini tanib olish tizimlarini ham kirish nazorat tizimlarida qoʻllanishi mumkin. Boshqalari kabi unda ham avzallik va kamchilik tomonlari mavjud. Lekin bunday tizimlarda jismoniy mavjudlik muammosi mavjud boʻlib, soʻzlovchini tanib olishda bunday muammoga turli xil yondashuvlar asosida yechimlar topilgan. Misol uchun telefon tarmogʻi, kompyuter tarmoqlari yordamida kirishlarni amalga oshirish;
- Audio va videolarni indekslash tizimlarida. Indekslish – bu nutqni aniqlash kabi uning koʻplab tarmoqlarini oʻz ichiga olgan soʻzlovchini tanib olishning asosiy tizimlardan biri. Shuningdek u yuzni aniqlash kabi boshqa biometriklar bilan birga ishlatilishi mumkin. Bu audio oqimini segmentatsiyalash, soʻzlovchilarni aniqlash yoki kuzatishni talab qiladi;
- Kuzatuv ilovalari. Kuzatilayotgan shaxslarning nutq signallari yordamida ularni kuzatuv tarmoqlarida kuzatish va aniqlash imkoni beradi;
- Telekonferensiya aloqalarida. Real vaqtda olib borilayotgan telekonfersiyada bir necha soʻzlovchilarni tanib olib ularning aytayotgan nutqlari matnga aylantiriladi. Ularni qogʻoz koʻrinishida bayonotnoma ga kiritiladi;
- Boshqa sohalarida. Asosan xavfsizlik parametrlariga ega tizimlarda bundan foydalanish maqsadga muvofiq.



Olingan natijalarni. Umuman olganda boshqa biometrik tizimlar singari nutq signalari yordamida tanib olish amaliyoti bajarilganda signalda barchada ajralib turadigan alohida xususiyatlar tanlab olinadi. Nutq signallarida ham alohida ajralib turishga yordam beradigan nutq signali xususiyatlari mavjud. Masalan eng ko'p ishlatiladigan nutq signali xususiyati MFCC koefitsientlari. Ushbu koefitsientlarni GMM modeli yordamida o'qitib olinadi. Hosil bo'lgan modelni suxandon nutq signallari bilan testlanadi.

1-jadval. Tanib olish asosida olingan natijalar

Signal	Audiolar soni	Gauslar soni	Uzunligi(1-3)	Uzunligi(3-6)
Mono	150	4	91.24	91.63
Mono	150	8	93.45	94.1
Mono	150	16	94.3	94.8
Mono	350	4	92.3	93.1
Mono	350	8	93.5	94.6
Mono	350	16	95.2	96.45

Signal soni oshgani bilan unda ishlov berish o'zgarishi samaradorlikka ta'sir qilishini yuqoridagi jadvalda ko'rish mumkin. So'zlovchini tanib olishda qo'shimcha xalaqitlarni tozalash uchun nafaqat filtrlar balki boshqa turli yondashuvlarni ko'rib chiqish tavsiya qilinadi. Xulosa qilib aytganda bugungi kunda tizimlarni xavfsiz ishlash uchun avvaldan noma'lum bo'lgan signallar bilan ishlash tavsiya qilinadi. Ularni tanib olish jismoniy mavjudlik talab qilmagan holda ham o'rinli hisoblanadi.

References:

1. Shukurov, Kamoliddin & Berdanov, Ulugbek & Khasanov, Umidjon & Kholdorov, Shokhrukhmirzo & Turaev, Boburkhon. (2021). The role of adaptive filters in the recognition of speech commands. 1-4. 10.1109/ICISCT52966.2021.9670084.
2. Shukurov, K., Khasanov, U., Turaev, B., Kakhkharov, A. (2023). The Effectiveness of the Implementation of Speech Command Recognition Algorithms in Embedded Systems. The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics, 23, 220-224. <https://doi.org/10.55549/epstem.1365795>
3. Xasanov Umidjon Komiljon O'G'Li, Xoldorov Shohruhmirzo Imomali O'G'Li, & To'Rayev Boburxon Shuxrat O'G'Li (2023). NUTQ SIGNALLARI ORQALI SO'ZLOVCHINI TANIB OLISH. Science and innovation, 2 (Special Issue 3), 236-238. doi: 10.5281/zenodo.7856104
4. Shukurov, Kamoliddin & Boburkhon, Turaev & Khasanov, Umidjon. (2021). Implementation of speech processing algorithms based on Singular Value Decomposition and Hidden Markov Model. 01-03. 10.1109/ICISCT52966.2021.9670357.
5. Абдуллаева М.И., Очиллов М.М., Ибрагимов С.Н. Усовершенствованный метод извлечение признаков для идентификации диктора с использованием алгоритма классификации. TATU xabarlari
6. K.E. Shukurov, "Analysis of algorithms and implementation of real time speaker identification system", Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies, vol. 4, April 2021.



7. Shukurov K.E., Xasanov U.K., To'rayev B.SH., "Shaxsni nutqi orqali identifikatsiyalash algortimlarini amalga oshirish", TATU ilmiy-texnika va axborot tahliliy jurnali, №1(57), 2021
8. Gaikwad, Santosh & Bharti, W.Gawali & Yannawar, Pravin. (2010). A Review on Speech Recognition Technique. International Journal of Computer Applications. 10. 10.5120/1462-1976.
9. Mamyrbayev, O., Mekebayev, N., Turdalyuly, M., Oshanova, N., Ihsan Medeni, T., & Yessentay, A. (2020). Voice Identification Using Classification Algorithms. Intelligent System and Computing doi:10.5772/intechopen.88239