

## FOYDALANUVCHILARNI OVOZ ORQALI IDENTIFIKATSIYA VA AUTENTIFIKATSIYA QILISH USULLARI TAHLILI

Sayftdinov Islombek Zoir o'gli

Termiz davlat universitetini

Axborot texnologiyalari fakulteti magistranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7720692>

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada ovoz orqali identifikatsiya va autentifikatsiya qilish modeli (multi condition model training) tasvirlangan va to'liq bo'lmagan ma'lumotlar nazariyasi (missing-feature theory) noma'lum spektral-vaqtinchalik shovqin modeli xususiyatlari ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** identifikatsiya, ovozli identifikatsiya, biometrika, biometrik texnologiya, ovozni tekshirish, autentifikatsiya, tanib olish usullari, ovoz biometrikasi, ovozni identifikatsiya qilish.

Kirish. Axborotni himoya qilishning keng tarqalgan usullaridan biri bu kirishni nazorat qilishdir. Kirish nazorati autentifikatsiyani - autentifikatsiya jarayoni va identifikatsiyani - identifikatorni tayinlashni va taqdim etilgan identifikatorni identifikatorlar ro'yxati bilan taqqoslashni o'z ichiga oladi. Oddiyroq qilib aytganda - tekshirish, bu ma'lum ob'ektga mos deb e'lon qilingan taqdim etilgan xususiyatlarni bir xil ob'ektning ma'lum xususiyatlari bilan taqqoslashni o'z ichiga oladi. Zamonaviy dunyoda turli xil ilovalar uchun nutq texnologiyalari keng tarqalgan - sintez, identifikatsiya, nutqni tanib olish. Oxirgi ikkita texnologiya nutqdan turli xil ma'lumotlarni olish imkonini beradi – “kim” aytadi va “nima” aniq aytiladi. So'zlovchini identifikatsiyalash muammosini hal qilish uchun so'zlovchini matndan mustaqil identifikatsiyalashda mashhur bo'lgan *i*-vektorlarni ajratib olish usulidan foydalanish taklif etiladi.

Kirishni boshqarishning turli xil usullari orasida biometrik texnologiyalar alohida ajralib tutadi. Bugungi kunda biometrik texnologiyalarga insoniyatni qiziqishi ortib borayotgani, asosiy sabablaridan biri, ulardan foydalanish qulayligidir hamda maxfiylikning yuqoriligidir. Ko'pincha biometrik texnologiyalar kirishni boshqarish kontekstida biometrik identifikatsiyalash usullari sifatida tushuniladi. Identifikatsiya qilish vazifasi bir ob'ektning xususiyatlarini boshqa ma'lum ob'ektlarning xususiyatlari bilan solishtirishni o'z ichiga oladi.

Biometrik texnologiyalar orasida yetakchi rolni barmoq izlari, yuz, ko'z pardasi va ovozni tanib olishga asoslangan texnologiyalar egallaydi. Texnologiyalar samaradorligini aniqlash uchun ishonchlilik, soxtalikka chidamlilik, atrof-muhitga chidamlilik (shovqinga chidamlilik), vaqt o'tishi bilan xususiyatning barqarorligi, tezligi, narxi va foydalanish qulayligi kabi mezonlar baholanadi.

Ovozli identifikatsiya foydalanish qulayligi va arzonligi kabi afzalliklarga ega. Bunday identifikatsiyaning kamchiliklari xavfsizlik darajasini pastligidir. Ovozni identifikatsiyalashning ishonchliligini oshirishning istiqbolli usullaridan biri imzoni identifikatsiyalashda faol qo'llaniladigan ongsiz harakatlar dinamikasi xususiyatlarini jalb qilishdir. Boshqa tomondan, ovozli identifikatsiya eng qulay bo'lgan dastur sohalari mavjud, masalan, ovozli ma'lumotlarni tahlil qilish uchun telekommunikatsiya kanallariga masofadan kirish.

Nutqdan tashqari barcha biometrik usullarning asosiy kamchiliklari ishlatiladigan biometrik kodning doimiyligidir, chunki barmoq izlari yoki palma izlari, koʻz pardasi va yuz xususiyatlarining naqshlari shaxs uchun oʻzgarmasdir. Ushbu kamchilik shaxsiy identifikatsiyalashning yuqori ishonchliligini talab qiladigan holatlarda ushbu usullardan foydalanishga toʻsqinlik qiladi, chunki oʻzgarmagan biometrik kodni tanib olish dasturiga zararli kirish orqali oʻqish mumkin.

Ruxsat etilgan parametrlarga asoslangan biometriklardan farqli oʻlaroq, ovozli tekshiruv tobora uzunroq ovozli xabarlardan foydalanish orqali xatolarni kamaytirish uchun deyarli cheksiz imkoniyatlarga ega. Ovoz orqali tekshirish qorongʻuda, masofada, xususan, standart telefon kanali orqali, yuz tasvirini olishning iloji boʻlmagan sharoitlarda ishlatilishi mumkin.

Muayyan maʼruzachilarni tekshirish ilovalariga misollar keng doiradagi ilovalarni qamrab oladi:

- elektron yoki telefon kanallari orqali moliyaviy jarayonlarni boshqarish (bank hisobini boshqarish, elektron tijorat, kredit kartadan foydalanish huquqini tasdiqlash);
- parol yoki PIN kodni oʻzgartirishga ruxsat;
- kompyuterga yoki alohida kompyuter dasturlariga kirish (Internetga kirish, maxfiy hujjatlarga, maʼlumotlar bazalariga va boshqalarga kirish);
- seyfni ochish, binolarga kirishga ruxsat berish;
- mexanizmlar va tizimlarni boshqarish (masalan, avtomobil dvigatelini ishga tushirish);
- kim, qachon va qaysi kompyuter resurslariga kirish huquqini nazorat qilish.

Zamonaviy ovozli identifikatsiya tizimlari ishonchlilikni oshirish uchun matnga asoslangan identifikatsiyadan foydalanadi, masalan, har safar tasodifiy hosil boʻladigan parol talaffuzi. Shaxsiy xususiyatlardan foydalanish va yaratilgan va tan olingan parollarning mos kelishi ishonchlilikni oshiradi. Matndan mustaqil identifikatsiya faqat individual xususiyatlardan foydalanishni nazarda tutadi.

Ovozni identifikatsiya qilish tizimining muhim xarakteristikasi - bu shaxsni aniqlash tezligi. Ishlash, ayniqsa, katta ovozli maʼlumotlar bazalarini qayta ishlaydigan va real vaqtda ishlaydigan ilovalar uchun juda muhimdir. Ishlashning yaxshilanishiga yangi tezkor maʼlumotlarni qayta ishlash algoritmlaridan foydalanish orqali erishish mumkin. Shunday qilib, insonning ovozli identifikatsiyasi, ushbu ishda koʻrsatilgan kamchiliklarga qaramay, muayyan sharoitlarda ishlab chiqilishi kerak boʻlgan muhim afzalliklarga ega. Ovozni aniqlash vazifasida ovoz yozish bosqichidan boshlab, tasniflash bosqichiga qadar turli xil matematik, algoritmik va texnik usullar qoʻllaniladi. Deyarli har bir identifikatsiya tizimi toʻrtta asosiy bosqichni oʻz ichiga oladi: signalni olish, signalni oldindan qayta ishlash, xususiyatni ajratib olish va xususiyatlarni tasniflash.

**Signalni qabul qilish bosqichi.** Ovozli signalni qabul qilish yoki yozib olish usuli, aksariyat hollarda, mikrofon yordamida signalni yozib olish va analog-raqamli konvertor yordamida signalni raqamli koʻrsatishdir. Analog-raqamli konvertor sifatida odatda shaxsiy kompyuterining ovoz kartasi yoki raqamli ovoz yozuvchisi ishlatiladi. Raqamli maʼlumotlar impuls kodi modulyatsiyasi bilan kodlangan va raqamli audio oqimining yozuvini saqlash uchun konteyner fayl formatiga (toʻlqin shaklidagi audio fayl formati) joylashtirilgan. Ovoz

yoziqsh parametrlari odatda quyidagicha tanlanadi: namunaning bit chuqurligi - 16 bit, namuna olish chastotasi - 22500 Gts. zamonaviy raqamli mobil qurilmalar odatda oʻrnatilgan mikrofon va yuqori unumdor uskunaga ega boʻlganligi sababli, hisoblash qimmatroq usullardan foydalangan holda ovoqli autentifikatsiya tizimini yaratish mobil platformalar uchun toʻliq hal qilinadigan vazifadir. Shunga qaramay, aniqlikni, turli xil shovqin turlariga shovqin immunitetini va umumiy apparat vositalari bilan etarli darajada ishonchlilikni saqlab qolgan holda minimal hisoblash xarajatlarini taʼminlash kerak.

**Oldindan ishlov berish bosqichi.** Qabul qilingan raqamli signallar, xuddi analoglar kabi, maʼlum miqdordagi buzilish va shovqinni oʻz ichiga oladi. Buzilishlar deganda nutqni shakllantiruvchi traktning (masalan, tomoq ogʻrigʻi) va nutqni uzatish kanalining (masalan, telefon kanalining buzilishi) buzilishlar tushuniladi.

**Xususiyatlarni ajratib olish bosqichi.** Xususiyatlarni ajratib olish odatda Furiye transformatsiyasi, toʻliqinli oʻzgarishlar, chiziqli bashorat va boshqalar yordamida amalga oshiriladi. Transformatsiya koeffitsientlari xususiyatlar sifatida ishlaydi. Hozirgi vaqtda odamning shaxsini aniq aniqlash mumkin boʻlgan ovoz belgilari aniq belgilanmagan. Xususiyatlarni tanlash identifikatsiyaning ishonchliligiga ham taʼsir qiladi. Inson ovoqing ajralmas xususiyatlarini tavsiflovchi va ohanglarni, nutq dinamikasini va prosodik xususiyatlarni ajratib olishga xizmat qiladigan usullar mavjud. Bunday usullar Furiye transformatsiyasi (amplituda-chastota taqsimoti), sepstral transformatsiya (amplituda-vaqt taqsimoti), chiziqli bashorat qilish transformatsiyasi (amplituda-chastota taqsimoti). Formant usullar va fonemalarni ajratib olish usullari ham mavjud.

**Xususiyatlarni tasniflash bosqichi.** Ushbu bosqich tasniflashning matematik usullarini qoʻllashni oʻz ichiga oladi, ularning yordami bilan qaror qabul qilinadi, shuningdek tasniflash xatolarini hisoblash.

Nutqni tanib olish tizimlari tanib olish shakllarini tanib olish tamoyillari asosida qurilgan. Hozirgacha qoʻllanilgan usullar va algoritmlarni quyidagi katta sinflarga boʻlish mumkin:

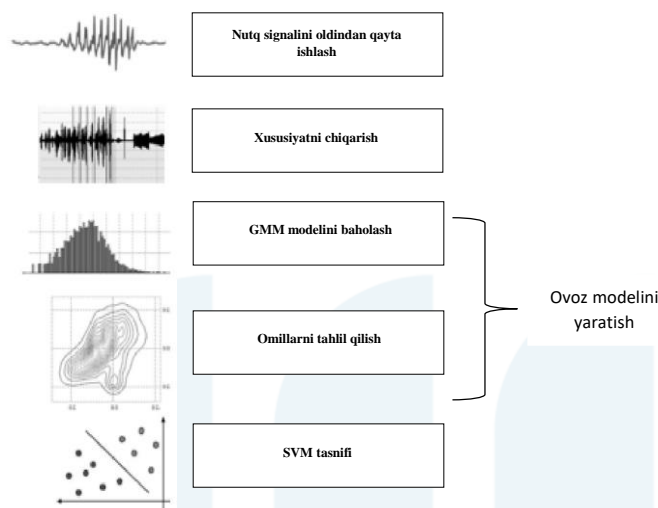
Nutqni aniqlash usullarini standart bilan taqqoslash asosida tasniflash.

- Dinamik dasturlash - vaqtinchalik dinamik algoritmlar (Dynamic Time Warping).
- Kontekstga qarab tasniflash. U amalga oshirilganda nutq oqimidan alohida leksik elementlar
- fonemalar va allofonelar ajratiladi, ular keyinchalik boʻgʻin va morfemalarga birlashtiriladi.
  - Bayes diskriminatsiyasiga asoslangan diskriminant tahlil usullari;
  - yashirin Markov modellari;
  - Neyron tarmoqlari (neyron tarmoqlari).

Dinamik dasturlash usuli. Dynamic Time Warping (DTW) dinamik dasturlash usuli boʻlib, maʼlum vaqt oraligʻida ikkita oʻlchov ketma-ketligi orasidagi yaqinlikni topishga imkon beradi. Ulardan eng keng tarqalgani Gauss aralashmasi modellari va yashirin Markov modellari. Biroq, bu muammoda koʻp qatlamli perseptronlar yoki qoʻllab-quvvatlovchi vektor mashinasi kabi boshqa modellar ham muvaffaqiyatli qoʻllaniladi. Bundan tashqari, yaqinda bir nechta modellarning kombinatsiyasidan foydalanish tendentsiyasi kuzatildi.

So'nggi yillarda matndan mustaqil identifikatsiyani tekshirishda sezilarli yaxshilanishlar amalga oshirildi. JFA, kompensatsiya usuli sifatida, GMM-UBMga asoslangan boshqa an'anaviy usullarga qaraganda samaraliroq edi. Ehtimoliy chiziqli diskriminant tahlildan (PLDA) foydalanishning eng so'nggi usuli zamonaviy usuldur. So'nggi bir necha yil ichida yangi taklif qilingan usullarning ko'pchiligi matnga bog'liq ma'ruzachi testiga qo'shildi.

DTC tizimlarida qidiruv pitch statistikasini tahlil qilish usuli (PS), spektral-formant (SF) usuli, GMM-SVM usuli yordamida amalga oshirilishi mumkin. Eng keng tarqalgani GMM-SVM usulidir (1-rasm).



1-rasm. GMM-SVM usulida nutq signallarini qayta ishlash sxemasi

RSR2015 matnga bog'liq ma'lumotlar to'plamini joriy etishdan tashqari, bir nechta usullar baholanmoqda. Uning ta'kidlashicha, etarli ma'lumotlarning etishmasligi  $i$ -vektorni ajratib olishni imkonsiz qiladi. Shuning uchun ular NIST telefoniya ma'lumotlar to'plamidan foydalangan holda o'qitilgan ekstraktordan foydalanadilar. Barcha holatlarda  $i$ -vektorga asoslangan usullar aniqlikning pasayishiga olib keladi.

Umumiy omil tahlilida (JFA) ular Universal Background Model (UBM) dan foydalanadilar, RS42015 ma'lumotlar to'plamidan foydalanadilar va ushbu modelni har bir iboraga moslashtirish eng yaxshi natijalarni berishini namoyish etadilar. Bundan farqli o'laroq, mualliflar iboraga bog'liq UBM o'rniga iboraga bog'liq PLDA transformatsiyasidan foydalanadilar va empirik tarzda ko'rsatadilar.

Ovoz orqali shaxsiy identifikatsiya qilish hozirda bir qator tamoyillar asosida amalga oshirilmoqda:

- 1) berilgan matndan foydalanish - shaxs tomonidan o'qilgan ma'lum so'zlar yoki iboralarni mos yozuvlar bilan tahlil qilish va taqqoslash asosida;
- 2) matnga bog'liq holda - og'zaki iboralarni ilgari yozilgan matnning talaffuzi bilan taqqoslash asosida;

3) to'g'ridan-to'g'ri nutqni qayta ishlash – so'zlovchining har qanday iborasini qayta ishlash, uning asosiy parametrlari va xususiyatlarini ajratib ko'rsatish va ularning ko'rsatkichlarini mos yozuvlar bilan taqqoslash;

4) dialog printsipi - dialog paytida (telefonda gaplashganda va hokazo) klassik nutqni aniqlash. Identifikatsiya qilish usullari ko'p jihatdan farqlanishiga qaramay, umuman olganda, ko'rib chiqilayotgan usullarning har biriga xos bo'lgan quyidagi asosiy bosqichlarni ajratib ko'rsatish mumkin:

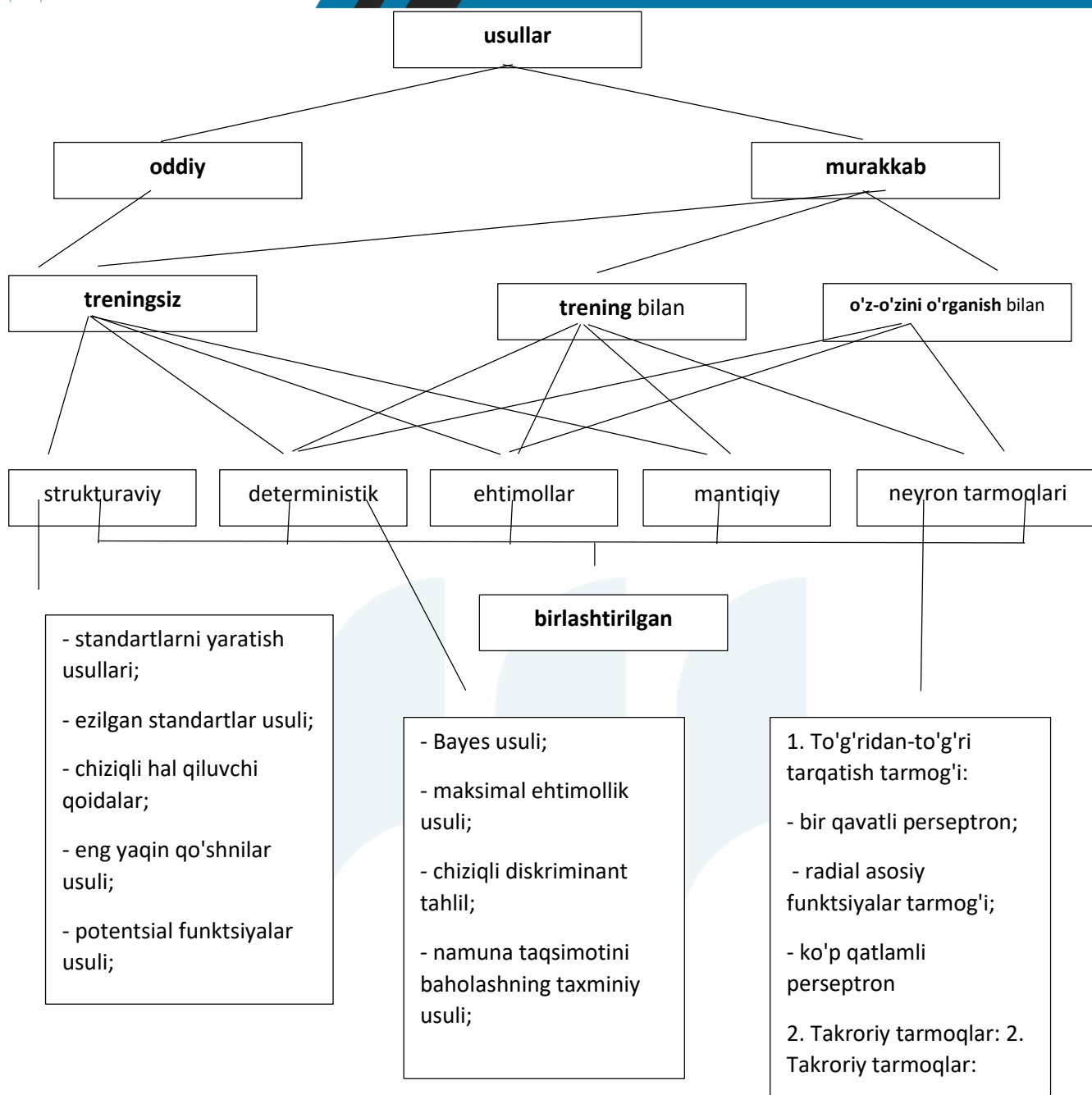
1. Kirish nutq signalidan xususiyatlarni ajratib olish.

2. Oldingi bosqichda olingan xususiyat vektorlari asosida foydalanuvchi modelini (shablonni) qurish.

Barcha ko'rib chiqilgan usullarda tizimda ro'yxatdan o'tgan foydalanuvchini kirish nutq signali bo'yicha aniqlash jarayoni ba'zi mezonlar asosida eng mos saqlanadigan modelni topishdan iborat.

Ba'zi usullar identifikatsiya modelini qurishni taklif qiladi: yashirin Markov modeli, Gauss aralashmalari. Identifikatsiya qilish usullari mavjud:

- ma'lum parametrlarga ko'ra tasnifga asoslangan: dinamik dasturlash usuli, vektor kvantlash.
- kirish parametrlarini ajratib olish (spektral tahlil, Furiye konvertatsiyasi, chiziqli nutqni bashorat qilish, sepstral tahlil) va ularni tanib olish. Spektral tahlil va Furiye konvertatsiyasidan foydalanish nutq fragmentlari spektrlarini tavsiflovchi ma'lumotlar majmuasini olish imkonini beradi. Tahlil qilinadigan ma'lumotlar miqdorini kamaytirish chiziqli nutqni bashorat qilish koeffitsientlari, sepstral koeffitsientlar va mel-chastotali sepstral koeffitsientlardan (MFCC) foydalanishga erishish imkonini beradi. Bunday o'lchov birliklari tanib olish muammolarini hal qilishda faol qo'llaniladi, chunki ulardan foydalanish biometrik insonni identifikatsiya qilish tizimlarida keng qo'llaniladigan insonni idrok etish mexanizmlariga yaqinlashishga imkon beradi.



2-rasm Tanib olish usullarining tasnifi

Yuqoridagi usullarga asoslangan ovozni identifikatsiyalash tizimlari uchun muhim muammo tashqi muhit shovqinining dastlabki ovozli yozuvlarga kuchli ta'siri bo'lib, ulardan informatsion xususiyatlar olinadi. Ushbu xususiyatlarning shovqin tufayli buzilishi yuqori darajadagi identifikatsiya xatolariga olib keladi.

Ruxsatsiz shaxslar tomonidan axborot resurslariga ruxsatsiz kirishning oldini olishning yangi usul va vositalarini ishlab chiqish shaxsni aniqlash tizimi va tartiblarini ishlab chiqishni talab qiladi. Bir qator afzallik va afzalliklarga ega bo'lgan biometrik identifikatsiyalash tizimlari va usullari alohida o'rin tutadi. Insonning o'ziga xos individual xususiyatlariga asoslangan biometrik ko'rsatkichlar individual foydalanuvchini eng ishonchli tarzda tavsiflaydi. Ular avtomatlashtirilgan ishlov berish va ma'lumotlar bazalarida saqlashga juda oson ta'sir qiladi,

bu esa foydalanish qulayligi va nisbatan past xarajatlarni ta'minlaydi. Insonning fiziologik xususiyatlariga asoslangan eng istiqbolli biometrik identifikatsiya tizimlari orasida ovozni identifikatsiyalash muhim rol o'ynaydi. Bu bir qator afzalliklarga bog'liq: har bir kishi uchun noyob bo'lgan nutq signallarining akustik amplituda-chastota spektri juda oson qayd etiladi, bu yozuvlar kompyuter ma'lumotlar bazalarida qulay tarzda saqlanadi, kerak bo'lganda tahlil qilinadi va qayta ishlanadi.

Ushbu maqolada nutqni aniqlash tizimlarini (masalan, Yashirin Markov modellari) qurish uchun ishlatiladigan turli matematik modellar muhokama qilinadi, identifikatsiya aniqligi ma'ruzachiga bog'liq bo'lmagan nutqni aniqlash tizimlarini ishlab chiqishda qo'llaniladigan usullarga alohida e'tibor beriladi. Buni amalga oshirish uchun ma'ruzachini oldindan aniqlash imkoniyati, shuningdek, nutq xabarini inson tomonidan idrok etishning psixoakustik modeliga asoslangan nutq signalini tavsiflash uchun ma'ruzachidan mustaqil xususiyatlarni qurish usuli ko'rib chiqiladi. Nutqni aniqlash tizimlarini yaratishda foydalaniladigan matematik modellar tahlil qilinadi.

Ishning asosiy natijalari quyidagilardan iborat:

1. Ovoz orqali foydalanuvchilarni tanib olish sohasidagi joriy holat tahlili o'tkazildi.
2. Spikerdan mustaqil nutqni aniqlash tizimlarini qurish usullari ko'rib chiqiladi.

### References:

1. Ivanov.A.I. Insonni ongsiz harakatlar dinamikasiga ko'ra biometrik identifikatsiya qilish.
2. Koval.S.L, Labutin.P.V, Malaya.E.V. Ovozning asosiy ohangining statistik ma'lumotlarini taqqoslash asosida ma'ruzachilarni aniqlash.
3. KovalS.L. Sud-tibbiy ekspertizani identifikatsiyalash uchun mustahkam usul sifatida mos keladigan formantlar.
4. Kapustin.A.I. Simonchik.K.K. SGR-SVM yondashuviga asoslangan ma'ruzachilar uchun ovozni tekshirish tizimi.
5. Larcher.A, K.A.Li, B.Ma va H.Li, "Matnga bog'liq ma'ruzachilarni tekshirish: Klassifikatorlar, ma'lumotlar bazalari va RSR2015", "Speech Communication", jild. 60, bet. 56-77, 2014 yil.
6. P.Kenny, T.Stafylakis, J.Alam, P.Ouellet va M.Kockmann, "Matn uchun qo'shma omil tahlili – bog'liq spikerni tekshirish".
7. T.Stafylakis, P.Kenny, P.Ouellet, J.Perez, M.Kockmann va P.Dumouchel, "Matnga bog'liq spikerni tanib olish uchun I-Vector/PLDA variantlari". <http://www.crim.ca/perso/patrick.kenny>.
8. Matveev.Y.N. Ovoz va boshqa usullar bilan odamni biometrik identifikatsiya qilish texnologiyalari.