

Bu yerda, $f(x, y)$ –oyoqning 2D zichlik funksiyasi(masalan, suyak zichligi), θ –proyeksiya burchagi, s –detektordagi koordinatasi.

Inson oyog‘i rentgen tasvirlariga dastlabki ishlov berish – bu tasvirni keyingi tahlilga tayyorlash bosqichidir[3]. Bu bosqichda tasvir sifati yaxshilanadi, shovqin kamaytiriladi, kontrast oshiriladi va keraksiz elementlar olib tashlanadi. Dastlabki ishlov berish aniqlikni oshirish va keyingi bosqichlardagi ya’ni segmentatsiya, klassifikatsiya xatoliklarini kamaytirishga xizmat qiladi. Rentgen tasvirlarda turli xil shovqinlar (masalan, Gauss shovqini) bo‘ladi. Buni filtrlar yordamida kamaytirish mumkin. Oyoq rentgen tasvirlari ko‘pincha past kontrastga ega bo‘ladi. Kontrastni oshirish orqali suyak va yumshoq to‘qimalar aniqroq ko‘rinadi[4]. Suyaklarning konturlarini aniqlashda chegaralarni aniqlash usullari ishlatiladi. Tasvirni qora-oq formatga o‘tkazib, muhim sohalarni ajratishda esa binarizatsiya usuli ishlatiladi.

Adabiyotlar pŷixari

[1] S. Myint, A. S. Khaing and H. M. Tun, “Detecting Leg Bone Fracture in X-ray Images”, International Journal of Scientific & Research, vol. 5, Jun. 2016, pp. 140-144.

[2] V. D. Vegi, S. L. Patibandla, S. S. Kavikondala and Z. Basha, “Computerized Fracture Detection System using X-ray Images”, International Journal of Control Theory and Applications, vol. 9, Nov. 2016, pp. 615-621.

[3] S. K. Mahendran and S. Santhosh, “An Enhanced Tibia Fracture Detection Tool Using Image Processing and Classification Fusion Techniques in X-Ray Images”, Global Journal Of Computer Science and Technology, vol. 11, Aug. 2011, pp. 27-28.

[4] S. K. Mahendran and S. Santhosh Baboo, “Ensemble Systems for Automatic Fracture Detection”, International Journal of Engineering and Technology (JACSIT), vol. 4, Feb. 2012, pp.7-10.

NUTQ SIGNALLARI ASOSIDA TILNI ANIQLASHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI

Shukurov Kamoliddin Elbobo o‘g‘li

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, “Sun’iy intellekt” kafedrası dotsenti, PhD

Xasanov Umidjon Komiljon o‘g‘li

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, “Sun’iy intellekt” kafedrası assistenti

Rahmonova Mohidil Egamberdiyevna

Ichki ishlar vazirligi akademiyasi “Kriminalistik ekspertizalar” kafedrası

umidjon0923@gmail.com

Annotatsiya: Hozirgi kunda inson va mashina o‘rtasidagi tabiiy muloqotni ta’minlovchi tizimlar keng rivojlanmoqda. Ular orasida foydalanuvchining tilini aniqlash masalasi alohida dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu maqolada nutq signallari asosida tilni aniqlash (Language Identification – LID) masalasi, uning qo‘llanilish sohalari, muammolari va zamonaviy yondashuvlari tahlil qilinadi. Tilni aniqlash tizimlarida klassik mashinali o‘rganish (GMM, SVM, i-vector) hamda chuqur neyron tarmoqlarga (CNN, RNN, Transformer) asoslangan yondashuvlar solishtiriladi. Code-switching va Open-set LID kabi murakkab holatlar uchun ishlatilayotgan ilg‘or yondashuvlar ko‘rib chiqilib, o‘zbek tili kabi kam o‘rganilgan tillar uchun amaliy istiqbollar muhokama qilinadi. Maqola natijalari ko‘p tilli interaktiv ovozli tizimlarni yaratishda muhim nazariy va amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit soʻzlar: nutq signallari, tilni aniqlash, koʻp tillilik, akustik xususiyatlar, MFCC, i-vector, x-vector, mashinali oʻqitish, chuqur neyron tarmoqlar, transformer, code-switching, Oʻzbek tili, avtomatik til aniqlash.

MODERN APPROACHES TO LANGUAGE IDENTIFICATION FROM SPEECH SIGNALS

Abstract: Nowadays, systems ensuring natural interaction between humans and machines are rapidly evolving. Among them, the task of identifying the user's language holds particular importance. This article analyzes the problem of language identification (LID) based on speech signals, its application areas, challenges, and modern approaches. It compares traditional machine learning methods (GMM, SVM, i-vector) with deep neural network-based approaches (CNN, RNN, Transformer) for language recognition. Additionally, the paper discusses key evaluation metrics such as Accuracy, Precision, F1-score, and Equal Error Rate (EER) for assessing system performance. Advanced methods for handling complex scenarios like code-switching and open-set LID are reviewed, with a focus on practical perspectives for under-resourced languages like Uzbek. The results of the study provide a solid theoretical and practical foundation for developing multilingual interactive voice systems.

Keywords: speech signals, language identification, multilinguality, acoustic features, MFCC, i-vector, x-vector, machine learning, deep neural networks, transformer, code-switching, Uzbek language, automatic language detection.

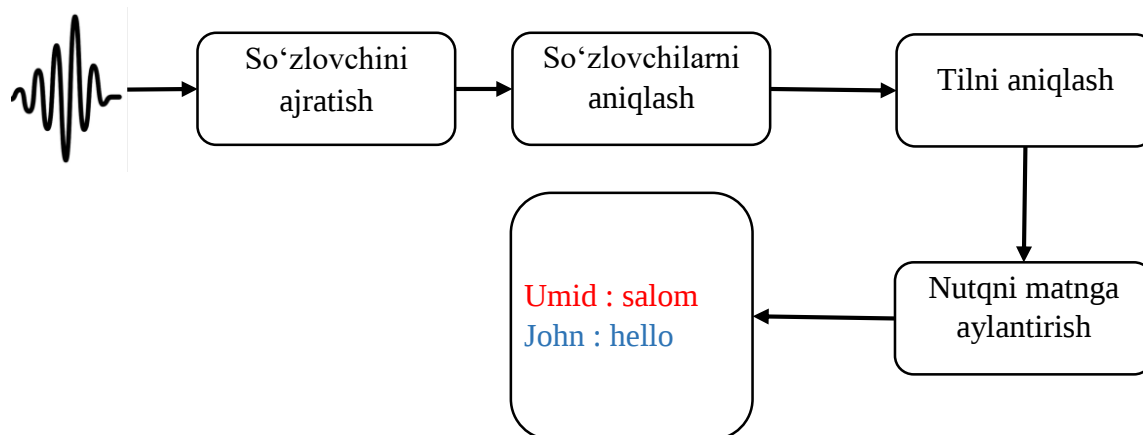
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЯЗЫКА НА ОСНОВЕ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

Аннотация: В настоящее время активно развиваются системы, обеспечивающие естественное взаимодействие между человеком и машиной. Одной из актуальных задач является определение языка пользователя. В данной статье рассматривается задача определения языка (Language Identification – LID) на основе речевых сигналов, области её применения, существующие проблемы и современные подходы. Проведен сравнительный анализ классических методов машинного обучения (GMM, SVM, i-vector) и подходов, основанных на глубоких нейронных сетях (CNN, RNN, Transformer). Также описаны основные метрики оценки эффективности систем: Accuracy, Precision, F1-score и Equal Error Rate (EER). Рассмотрены передовые подходы к решению сложных случаев, таких как переключение языков (code-switching) и открытые наборы языков (open-set LID), а также обсуждены практические перспективы для малоизученных языков, включая узбекский. Результаты исследования могут служить теоретической и практической основой для разработки многоязычных интерактивных голосовых систем.

Ключевые слова: речевые сигналы, определение языка, многоязычие, акустические признаки, MFCC, i-vector, x-vector, машинное обучение, глубокие нейронные сети, трансформер, переключение языка, узбекский язык, автоматическое определение языка

Kirish. Hozirgi kunda inson va mashina oʻrtasidagi tabiiy muloqotni taʼminlovchi texnologiyalar jadal rivojlanmoqda. Jumladan nutq orqali boshqariladigan tizimlar, avtomatik tarjima xizmatlari, soʻzlovchilarni tanib olish tizimlar, nutq orqali intellektual boshqaruv tizimlari va boshqalar[1,2,3]. Ushbu tizimlarning samaradorligini oshirish uchun ular foydalanuvchi tilini toʻgʻri va tez aniqlash olishi kerak. Bu esa nutq signallari asosida tilni aniqlash (*ing: Language Identification - LID*) jarayonlarining dolzarb vazifa boʻlib qolmoqda. Bu jarayon koʻp tilli foydalanuvchilar auditoriyasiga ega tizimlar uchun nihoyatda muhim[6,7]

Nutq orqali tilni aniqlash - berilgan nutq signalining qaysi tabiiy tilga mansubligini aniqlashdir. Ushbu jarayon audio segmentlar asosida amalga oshiriladi va bu orqali tizim foydalanuvchining gapirayotgan tili haqida qaror qabul qiladi. Tilni aniqlash masalasi nutq segmentida bir nechta til aralashib ketgan hollarda yanada murakkablashadi, bu esa LID tizimlaridan segment darajasida aniqlikni talab qiladi[6]. Bundan tashqari soʻzlovchilarni ajratish (*ing: Speaker Diarization*) orqali soʻzlovchilarning gaplari alohida ajratib har bir soʻzlovchining qaysi tilde nima deganini aniqlash imkoniyati mavjud. Ayniqsa xalqaro konferensiya, anjumanlarda bunday tizimlardan foydalanish yaxshi samara beradi(1-rasm).



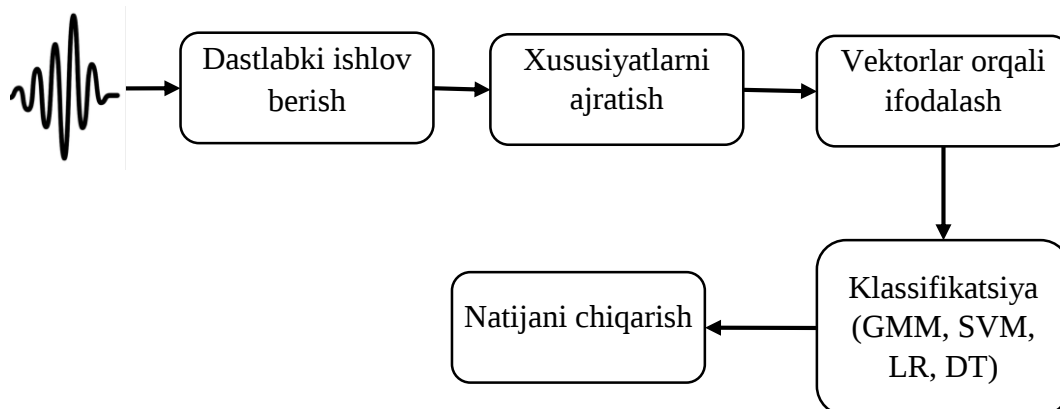
1-qism. Koʻp tilli tanib olish tizimlari umumiy sxemasi.

Tilni aniqlash bu berilgan nutq segmentining qaysi tabiiy tilga mansubligini aniqlash vazifasidir. Ushbu vazifa **nutqdan akustik, fonetik va prosodik belgilarni** ajratib olish va sunʼiy intellekt algoritmlari bilan tanib olishga asoslanadi. Har bir nutq segmentlari maʼlum bir tilga tegishli boʻladi yoki bir segment bir nechta tilni qamrab olgan boʻlishi ham mumkin. Bu jarayon kod-switching holatlari deyiladi. Bu esa tizim holatini yanada murakkablashtiradi.

Tilni aniqlash tizimlari mavjud tillar bazasiga qarab asosan ikki xil yondashuvlar asosida ishlaydi. Birinchisi oldindan belgilangan tillar roʻyhatidan foydalanuvchi tilni aniqlash (Closed-set LID) tizim maʼlum tillar oraligʻida tanlov qiladi va boshqa nomaʼlum tillar mavjud emas deb hisoblanadi. Bu yondashuv koʻplab sanoat tizimlarida qoʻllaniladi, chunki u soddaligi va boshqarilishi osonligi bilan ajralib turadi. Ikkinchisi nomaʼlum tillarni ham aniqlashga qaratilgan (Open-set LID) bu tizim nomaʼlum tillarni ham aniqlashga harakat qiladigan holatdir. Yaʼni, agar kiruvchi nutq signali oldindan oʻrgatilgan tillarga mos kelmasa, tizim bu signalni “nomaʼlum” sifatida belgilay oladi[7].

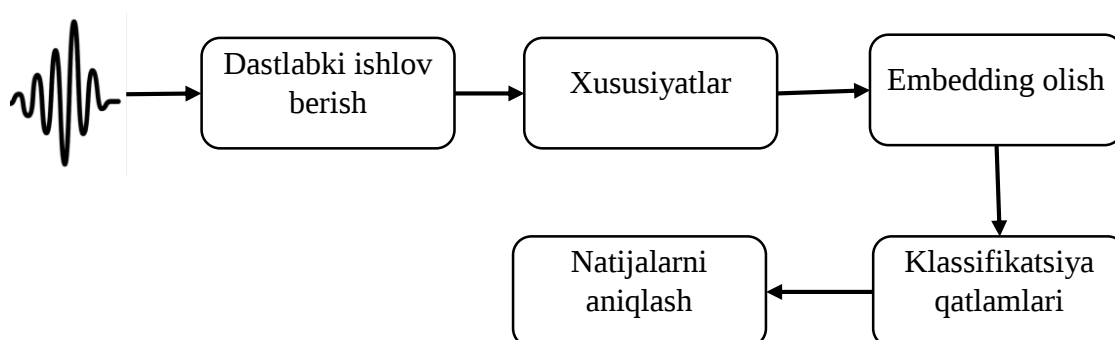
Tilni aniqlash tizimlarining samaradorligi asosan ikki omilga bogʻliq: nutq signallaridan ajratib olinadigan xususiyatlar va aniqlashni amalga oshiradigan model. Tilni tanib olish masalalarida nutq signalidan tilga xos maʼlumotlarni ajratib olish uchun bir nechta akustik va fonetik xususiyatlar ishlatiladi. Eng keng tarqalgan xususiyatlar MFCC, PLP, prosodik xususiyatlar, i-vector va x-vector.

Tanib olish uchun esa anʼanaviy mashinali oʻqitish algoritmlaridan yoki zamonaviy chuqur oʻqitishga asoslangan yondashuvlardan foydalaniladi. Tanib olish uchun GMM-UMB, SVM, Tasodifiy oʻrmon sinflashtirish algoritmlaridan yoki CNN, RNN va transformer arxitekturali modellardan foydalaniladi[4-7].



2-rasm. Mashinali o‘qitish yondashuvlari asosida tilni tanib olish

Chuqur o‘qitishga asoslangan yondashuvlar orqali tizim samaradorligini yanada oshirish va tezkorlikni ta’minlash mumkin. Jumladan RNN, transformer arxitekturalari tezlik va aniqlik jihatidan yaxshi natijalar beradi.



3-rasm. Neyron tarmoqlar asosida tilni tanib olish

Tilni aniqlash tizimlarining samaradorliklarini baholash uchun bir nechta statistik o‘lchov usullaridan foydalaniladi. Jumladan aniqlik (*ing: accuracy*), aniqlik ko‘rsatkichlari (*ing: precision*), F1-ko‘rsatkichi (*ing: F1-score*) va boshqalar. Hozirgi kunda ishlaydiga ASR tizimlarida yopiq to‘plamli tilni aniqlash modellaridan foydalaniladi. Bu modelning samaradorligini baholashga yordam beradi[2-5].

Nutq signallari asosida ko‘p tillilikni aniqlash masalasi zamonaviy ovozli tizimlar uchun muhim tarkibiy qism hisoblanadi. Yuqorida klassik statistik yondashuvlardan va chuqur neyron tarmoqlarga asoslangan usullar ko‘rib chiqildi. Baholash mezonlari yordamida modellar samaradorligi tahlil qilinadi va ayniqsa fonetik jihatdan o‘xshash tillar o‘rtasida yuzaga keladigan chalkashliklarga e’tibor qaratiladi.

Klassik usullar, xususan GMM va i-vector asosidagi yondashuvlar, soddaligi va izchilligi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, chuqur o‘rganish asosidagi modellar (CNN, LSTM, Transformer va boshqalar) hozirgi kunda yuqori aniqlikka erishishda ustunlikka ega bo‘lib, real vaqtli tizimlar uchun ham samarador yechimlar taqdim etmoqda.

Umuman olganda, nutq asosida tilni aniqlash sohasi sun’iy intellekt va tabiiy tilni qayta ishlash yo‘nalishida muhim o‘rin tutadi. O‘zbek tili va boshqa kam o‘rganilgan tillar uchun samarali va yengil modellarni yaratish, bu sohaning rivojlanishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Musaev, M., Rakhmatullaev, M., Normatov, S., Shukurov, K., Abdullaeva, M. Integrated Intelligent System for Scientific and Educational Information Retrieval. Vide. Tehnologiya. Resursi - Environment, Technology, Resources, 2024, 2, страницы 212–219
2. K. Shukurov, T. Boburkhon and U. Khasanov, "Implementation of speech processing

algorithms based on Singular Value Decomposition and Hidden Markov Model," 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2021, pp. 01-03, doi: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670357.

3. Musaev, M., Abdullaeva, M., Ochilov, M. Advanced Feature Extraction Method for Speaker Identification Using a Classification Algorithm. AIP Conference Proceedings, 2022, 2656, 020022

4. S. Kamoliddin Elbobu ugli, K. Shokhrukhmirzo Imomali ugli and K. Umidjon Komiljon ugli, "Uzbek speech commands recognition and implementation based on HMM," 2020 IEEE 14th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Tashkent, Uzbekistan, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/AICT50176.2020.9368591.

5. K. Shukurov, U. Berdanov, U. Khasanov, S. Kholdorov and B. Turaev, "The role of adaptive filters in the recognition of speech commands," 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670084.

6. J. Tang, X. Chen and W. Liu, "Efficient Language Identification for All-Language Internet News," 2021 International Conference on Asian Language Processing (IALP), Singapore, Singapore, 2021, pp. 165-169, doi: 10.1109/IALP54817.2021.9675270.

7. L. Sun, "Language Identification with Unsupervised Phoneme-like Sequence and TDNN-LSTM-RNN," 2020 15th IEEE International Conference on Signal Processing (ICSP), Beijing, China, 2020, pp. 341-345, doi: 10.1109/ICSP48669.2020.9320919.

8. J. K. Van Dam and V. Zaytsev, "Software Language Identification with Natural Language Classifiers," 2016 IEEE 23rd International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering (SANER), Osaka, Japan, 2016, pp. 624-628, doi: 10.1109/SANER.2016.92.

NUTQ SIGNALLARINI INTELLEKTUAL TAHLIL QILISH ALGORITMLARI TAHLILI

Abdirazakov Faxriddin Bekpulatovich

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,
Kompyuter tizimlari kafedrası, doktoranti
faxriddinabdirazzoqov@gmail.com

Nasirov Sulton Uali o'g'li

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, ATDT
kafedrası, doktoranti
sultan250593@gmail.com

Husanov Urolboy Abdumannon o'g'li

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,
Kompyuter tizimlari kafedrası, o'qituvchisi
khusanov.u8377@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada nutq signallarini intellektual tahlil qilishda qo'llaniladigan zamonaviy algoritmlar va ularning ilmiy-amaliy ahamiyati ko'rib chiqiladi. Sun'iy intellekt va mashinali o'rganish texnologiyalarining rivojlanishi natijasida nutq signalini avtomatik qayta ishlash, xususiyatlarini ajratib olish va tanib olish imkoniyatlari kengaymoqda. Tadqiqotda MFCC, CNN va RNN kabi ilg'or metodlar asosida modellashtirish jarayonlari tahlil qilinadi. Nutqni matnga aylantirish, gapiruvchini identifikatsiyalash hamda kontekstni tushunish kabi