



## SO‘ZLOVCHINI NUTQI ORQALI IDENTIFIKATSIYA QILISH

*Xasanov Umidjon Komiljon o‘g‘li, TATU*

*Annotatsiya.* Ushbu maqolada nutq signallari va ularning qayta ishlash bosqichlari, qayta ishlash bosqichlarida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan holatlar hamda nutq signali xususiyatlarida foydalangan holda mashinali o‘qitish algoritmlari asosida identifikatsiya qilishdan iborat ishlar keltirilgan. Ishdan shuningdek signal xususiyatlarining ko‘rsatgichlari, ularning qo‘llanilishi ham aks etgan. Natijalar jadval ko‘rinishida ifodalangan.

Kalit so‘zlar. Nutq signali, mashina o‘qitish, GMM, HMM, MFCC, signal xususiyatlari.

**Kirish.** Kompyuter texnologiyalariyaning rivojlanishi bilan hisoblash tizimlarining xavfsizlik masalalari bilan bog‘liq bo‘lgan turli yondashuvlar ishlab chiqildi. Aynan nutq signallari yordamida inson ovozi aniqlash va suxandoni tanish orqali hisoblash tizimlarini biometrik xavfsizligini ta‘minlash bugungi kunda eng yaxshi va samarali choralardan biri hisoblanadi. Inson nutq signallari biometrik ma‘lumot turlaridan biri bo‘lib, u orqali identifikatsiyalash hamda verifikatsiyalash mumkin. Nutq signallarini tanib olish orqali quyidagi masalalarni amalga oshirish mumkin:

- Nutq signali matnini tanib olish
- So‘zlashilayotgan tilni aniqlash
- So‘zlovchini tanib olish
- So‘zlovchining ruhiy holatini aniqlash
- So‘zlovchining salomatligini aniqlash
- Rost yoki yolg‘on gapni aniqlash

Nutqni tanib olish, nutq orqali xavfsizlikni ta‘minlash tizimlarida so‘zlovchini tanib olish eng asosiy vazifa hisoblanadi. Bu orqali nutq signallari matnining biror so‘zlovchiga tegishli ekanligini aniqlash, xavfsizlik tizimlarida esa maxsus ruxsatlarni boshqarish vazifalarida foydalaniladi.

So‘zlovchini tanib olish asosan ikkita yo‘nalishini o‘z ichiga oladi:

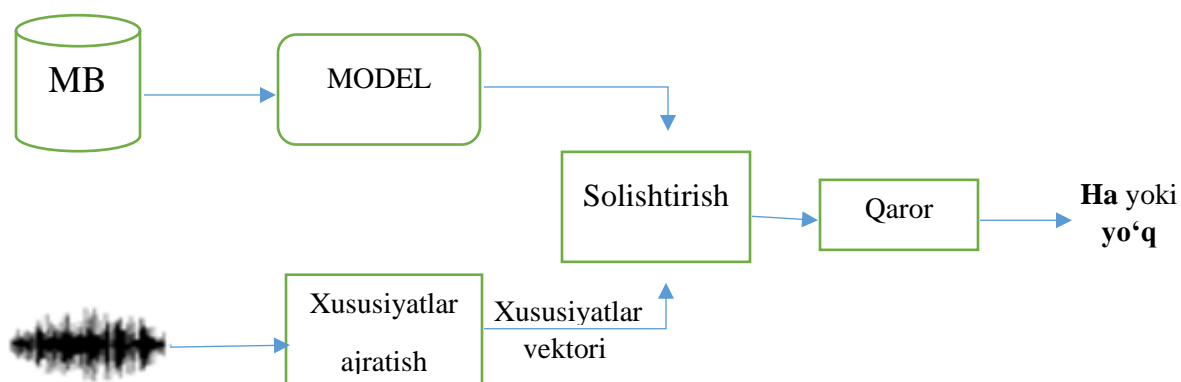
- So‘zlovchi identifikatsiyasi (so‘zlovchini aniqlash)
- So‘zlovchi verifikatsiyasi (so‘zlovchini tekshirish)





Soʻzlovchini identifikatsiyalash (soʻzlovchini aniqlash) - bu nomaʼlum soʻzlovchining ovozi bilan maʼlumotlar bazasida roʻyxatdan oʻtgan soʻzlovchilarning ovozi bilan solishtirish orqali uning shaxsini topish jarayoni.

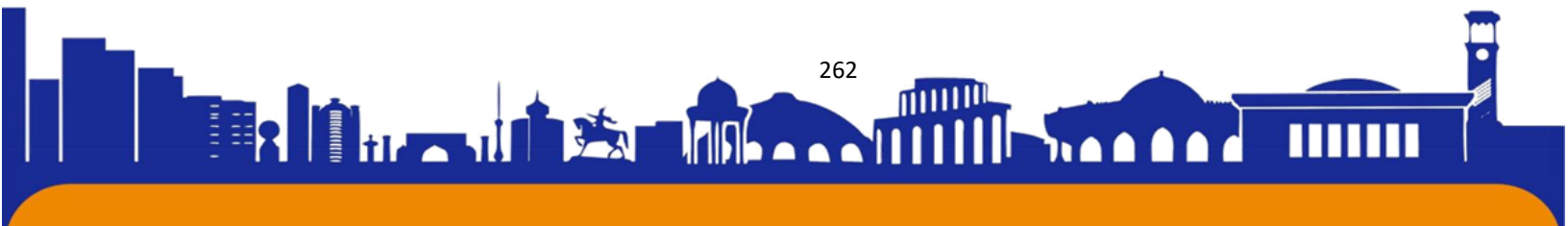
Soʻzlovchini verifikatsiya (soʻzlovchini tekshirish) – bu soʻzlovchi oʻzini daʼvo qilgan shaxs ekanligini aniqlash jarayoni. Turli adabiyotlarda bu atamani turlicha taʼriflar bilan nomlashadi: ovozni tekshirish, ovozli autentifikatsiya, soʻzlovchini tekshirish va hakazo.

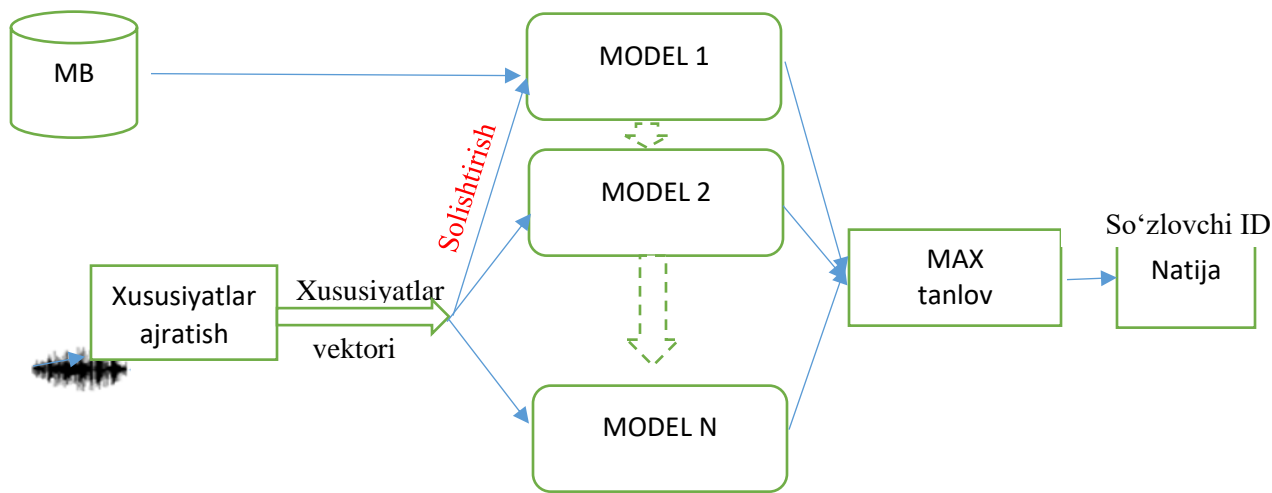


1-rasm. Soʻzlovchini verifikatsiya qilish umumiy tuzilishi

Kiruvchi nutq signallaridan dastlabki ishlov berish algortimlari orqali xususiyatlarni ajratib olinadi va xususiyatlar vektorini shakllantiriladi. Avvaldan ishlab chiqilgan soʻzlovchi modeli va xususiyatlar vektori solishtiriladi va maxsus moslik ballari hisoblanadi. Agar moslik ballari maʼlum chegaradan katta boʻlsa, natijada soʻzlovchi oʻzi daʼvo qilgan modelga mos ekanligi tan olinadi.

Soʻzlovchini identifikatsiya qilish tizimidagi (SIT) asosiy olib boriladigan jarayonlar soʻzlovchini verifikatsiya qilish tizimlari (SVT) bilan deyarli bir xil. Faqat SIT da N ta model parallel ravishda baholanadi va ular orasi eng kattasi baholanadi, natijada qaror maʼlumotlar bazasidagi soʻzlovchining identifikatorlaridan biri boʻladi yoki maʼlumotlar bazasida mavjud emasligini koʻrsatadi.





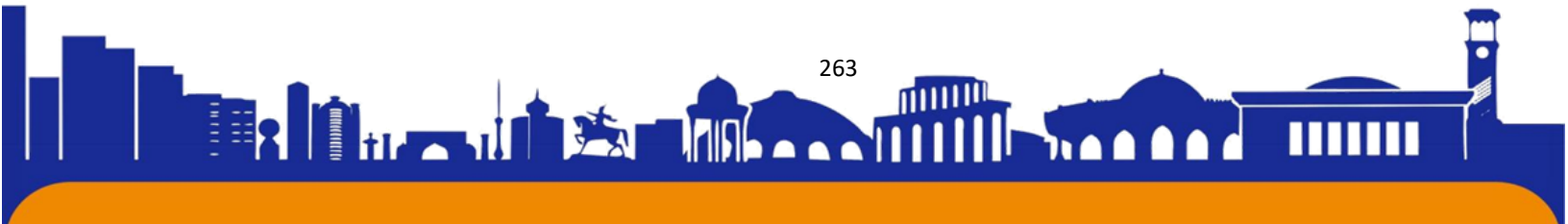
2-rasm. So'zlovchini identifikatsiya qilish umumiy tuzilishi

Bundan tashqari so'zlovchining matnga bog'liq va matnga bog'liq bo'lmagan holda tanib olish usullari mavjud. Matnga bog'liq tanib olish foydalanuvchini biron matn yoki iboraga nisbatan aniqlaydi, matnga bog'liq bo'lmagan tanib olish foydalanuvchining nutqidan qat'iy nazar aniqlay oladi. Ikkala holatda ham natijalar bir so'zlovchining boshqa so'zlovchidan ajratib turadigan nutq signali xususiyatlariga bog'liq. Nutq signali xususiyatlaridan orqali har bir so'zlovchi uchun model ishlab chiqiladi. Bu xususiyatlarni ajratib olish va ulardan foydalanishda ularga qo'yiladigan talablar mavjud:

- Nutq signali xususiyatlar ko'p uchrashi, ularni ajratib olish oson bo'lishi
- So'zlovchining jismoniy holati ta'sir qilmaslik
- Vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan
- Nutq signali tezligida asosiy xususiyatlari o'zgarmasligi
- Atrofdagi shovqinlarda nutq signali xususiyatiga ta'siri kam

Ushbu talablarga asosan nutq signali xususiyatlarining ayrimlari quyidagi jadvalda ko'rsatib o'tiladi. Bu xususiyatlar tanib olish masalalarida qo'llaniladi. Tanib olish masalalarida kepstal koeffitsientlar o'zining eng yaxshi samarasini berib kelmoqda. Shuning uchun ular orqali nutq signallarining boshqa xususiyatlarni aniqlab olish mumkin bo'ladi.

Jadval.1





Vaqt	Chastota	Kepstral Koeffisientlari
<ul style="list-style-type: none"> <li>ZCR (Zero crossing rate)</li> <li>Energiya</li> <li>Energiya entropiyasi</li> <li>va boshqalar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spektral tarqalish</li> <li>Spektral markaz</li> <li>Spektral entropiya</li> <li>va boshqalar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MFCC</li> <li>ShTCC</li> <li>LPCC</li> <li>va boshqalar</li> </ul>

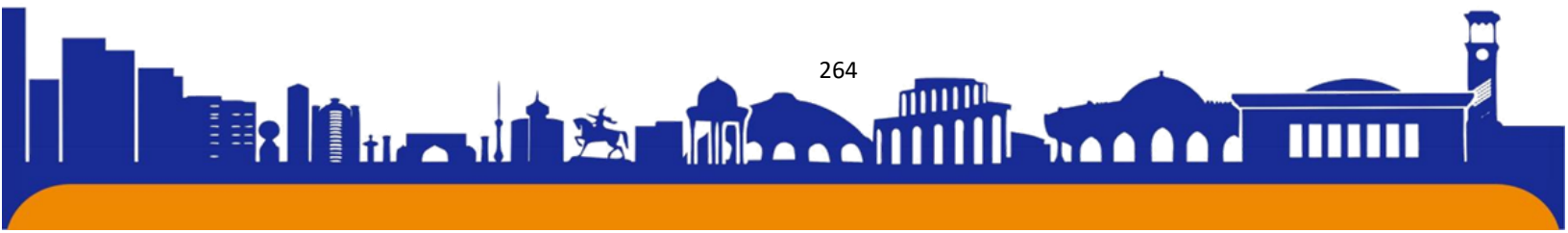
Soʻzlovchini tanib olish modellarini ishlab chiqishda Yashirin Markov Modellarini(HMM), Gausning Aralash Modellarini (GMM) algoritmlaridan foydalaniladi. Bundan tashqari Vektorli kvantlash hamda Neyron tarmoqlari orqali ham soʻzlovchini tanib olish tizimlarini ishlab chiqish mumkin. Nutq signallari xususiyatlari sifatida MFCC, LPC, PLP, LPCC koeffisientlaridan foydalaniladi. Bu koeffisientlarning har biri nutq signallarini maʼlum bir yoki umumiy xususiyatlarni ajratib beradi.

Ishlab chiqiladigan soʻzlovchini aniqlash tizimi asosiy ikkita jarayondan iborat boʻladi:

- Dastlabki ishlov berish
- Tanib olish

Birinchi jarayonda soʻzlovchining nutq signallarining xususiyatlarini ajratib olinadi. Bunday signal xususiyatlardan biri MFCC koeffisientlari boʻlib, u suxandon ovozini balandligini chastotalar koʻrinishida koʻrib chiqadi va ularni Mel shkalasida oʻlchaydi.

Ikkinchi jarayonda esa oʻqitish ishlari amalga oshiriladi. Bunda mashinali oʻqitish algoritmlaridan foydalaniladi va ajratib olingan nutq signal xususiyatlarini oʻqitish uchun ishlatiladi, hamda maʼlumotlar bazasi shakllantiriladi. Undan soʻng solishtirish jarayonida tizim real vaqtdagi nutq signallari namunalarini maʼlumotlar bazasida saqlangan nutq signali namunalariga solishtirish orqali roʻyxatdan oʻtgan shaxsni tanib oladi.





Nutq signallarini dastlabki ishlovberish algoritmlari asosida MFCC koefitsientlari ajratib olinadi, shundan so‘ng keyingi bosqich amalga oshiriladi. Bu bosqichda nutq signallari orqali so‘zlovchini tanib olish amalga oshiriladi. Tanib olishda GMM algoritmlaridan foydalaniladi. GMM asosida o‘qitish 2 bosqichda amalga oshiriladi:

1. Klasterlash
2. Kutish va maksimallashtirish

**Klasterlash.** Ushbu qismda har bir xususiyatlar vektoriga xos bo‘lgan klaster raqami  $K$ -o‘rtacha algoritmini qo‘llash orqali olinadi. U xususiyatlar vektorining markazlarini o‘rnatish uchun ishlatiladi.  $K$ -o‘rtacha algoritmi har bir xususiyatlar vektori va uning markazlari orasidagi kvadratik masofalar yig‘indisi sifatida aniqlangan buzilishni minimallashtiradi. Ushbu taklif qilingan tizimda Evklid masofasi formuladan foydalanib, xususiyatlar vektori va uning klaster markazlari orasidagi masofani aniqlash mumkin bo‘ladi.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Trening ma‘lumotlarini hisobga olgan holda, GMM modelining parametrlari maksimal ehtimollik (ME) baholash yordamida baholanadi. ME parametrlari taxminlari kutish-maksimizatsiya algoritmi yordamida iterativ tarzda olinadi.

Bizda eng asosiy vazifalarmizdan biri sifatida mavjud aniqlikni oshirish hamda vaqtni tejashdan iborat shuning uchun tizimini amalga oshirishda GMM modelining xususiyatlarini o‘zgartirish orqali erishimiz va audio yozuvlarni holatini o‘zgartirishimiz mumkin. Bizda Gauslar sonini ozgartirib va audio yozuvlarni o‘lchamlarni o‘zgartirgan holda o‘qitishni amalga oshiriladi. Aniqlangan natijalarni jadval ko‘rinishida ifodalanadi.

**Olingan natija.** Suxandonni tanib olish tizimini ishlab chiqishda suxandonlar sifatida erkak hamda ayollarning 4-6 soniyadan iborat 100 dan ortiq audiolari yozib olindi. Yozib olingan nutq signallarini dastlabki qayta ishlash bosqichalaridan o‘tkazib signal xususiyatlaridan biri MFCC koefitsientlarini topamiz. Shundan so‘ng ushbu koefitsientlarni GMM modeli yordamida o‘qitib olamiz. Hosil bo‘lgan modelni suxandon nutq signallari bilan testlanadi.





Signal turi	Audiolar soni	Gauslar soni	Soz uzunligi (1-3)	Soz uzunligi (3-6)
Mono	100	4	90.458	91.562
Mono	100	8	93.782	94.782
Mono	100	16	94.319	95.485
Mono	295	4	91.539	92.256
Mono	295	8	93.798	95.451
Mono	295	16	95.412	96.97

**Xulosa.** Olib borilgan taqdiqot natijasida suxandonning audio yozuvlari uzun bo'lsa hamda gauslar soni ortirganimizda tizimning aniqligini oshganini ko'rishimiz mumkin. Signalning 3-5 sekund oralig'idagi 295 ta audiolar asosida o'qitilganda tanib olish aniqligi 96.97% ni ko'rsatdi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. *Абдуллаева М.И., Очиров М.М., Ибрагимова С.Н.* Усовершенствованный метод извлечение признаков для идентификации диктора с использованием алгоритма классификации. TATU xabarlari
2. 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.
3. 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
4. M S, Sinith & Salim, Anoop & Sankar, K. & Narayanan, K. & Soman, Vishnu. (2010). A novel method for Text-Independent speaker identification using MFCC and GMM. 292 - 296. 10.1109/ICALIP.2010.5684389.
5. Archana Shende, Subhash Mishra and Shiv Kumar, "Comparison of different parameters used in GMM based automatic voice recognition", International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), July 2011.





6. Gaikwad, Santosh & Bharti, W.Gawali & Yannawar, Pravin. (2010). A Review on Speech Recognition Technique. *International Journal of Computer Applications*. 10. 10.5120/1462-1976.
7. Hasan, Md & Jamil, Mustafa & Rabbani, Golam & Rahman, Md. Saifur. (2004). Speaker Identification Using Mel Frequency Cepstral Coefficients. *Proceedings of the 3rd International Conference on Electrical and Computer Engineering (ICECE 2004)*.
8. Aronowitz, Hagai & Burshtein, David. (2005). Efficient speaker identification and retrieval. 2433-2436. 10.21437/Interspeech.2005-649.
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
10. Hossan, M. A., Memon, S., & Gregory, M. A. (2010). *A novel approach for MFCC feature extraction. 2010 4th International Conference on Signal Processing and Communication Systems*. doi:10.1109/icspcs.2010.5709752
11. Md. Sahidullah and Goutam Saha, "On the use of distributed dct in speaker identification," 2009 Annual IEEE India Conference (INDICON),2009,pp.1-4.
12. Wang Chen, Miao Zhenjiang and Meng Xiao, "Comparison of different implementations of mfcc," *J. Computer Science & Technology*, 2001, pp. 16(16): 582-589
13. Haipeng Wang, Xiang Zhang, Hongbin Suo, Qingwei Zhao and Y. Yan, "A novel fuzzy-based automatic speaker clustering algorithm," *ISNN*, 2009, pp. 639–646.
14. Sheeraz Memon, Margaret Lech and Namunu Maddage, "Speaker verification based on different vector quantization techniques with gaussian mixture models," *Third International Conference on Network and System Security*, 2009, pp. 403 - 408

