

REAL VAQT REJIMIDA IMO-ISHORALAR VA NUTQNI MATN, OVOZ VA KO'P TILLI TARJIMAGA AYLANHIRUVCHI SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN AQLLI QURILMANI ISHLAB CHIQISH

Urinov J.O., Rustamova Ch.A., Sultonmurodova J.S.

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Samarqand filiali*

Annotatsiya. Ushbu maqolada eshitish qobiliyati cheklangan shaxslar va keng jamoatchilik o'rtasidagi aloqa bo'shliqlarini to'ldirish uchun mo'ljallangan real vaqt rejimidagi intellektual aloqa qurilmasining dizayni va ishlab chiqilishi taqdim etilgan. Taklif etilayotgan tizim o'zida USB-kameraga asoslangan imo-ishoralarni aniqlash modulini, nutqni matnga aylantirish mikrofonini, ko'p tilli tarjima tizimini va 8 dyuymli HD monitorda AI avatar displeyini mujassamlashtirgan bo'lib, ularning barchasi Raspberry Pi 5 bir platali kompyuteri tomonidan quvvatlanadi. Qurilma imo-ishoralarni kompyuter kamerasi orqali yozib oladi va ularni yozma va og'zaki matnga aylantiradi, shu bilan birga o'zbek, ingliz, rus va turk tillari o'rtasida tarjima qiladi. Tizim arxitekturasini, komponent xususiyatlari, dasturiy ta'minot va tajriba natijalari batafsil muhokama qilinadi. Baholash shuni ko'rsatadiki, taklif etilayotgan qurilma yuqori aniqlash aniqligiga ega bo'lib va kechikishlar oldini olishga erishadi, bu esa banklar, shifoxonalar va davlat idoralari kabi davlat xizmatlari muhitlarida inklyuziv aloqa uchun amaliy yechim taklif etadi.

Kalit so'zlar: imo-ishora tilini tanish; imo-ishoradan matnga; nutqni tanish; ko'p tilli tarjima; Raspberry Pi 5; AI avatari; kompyuter ko'rish; inklyuziv texnologiya.

Muloqot insonning asosiy huquqi hisoblanadi, ammo butun dunyo bo'ylab eshitish va nutqida nuqsoni bo'lgan millionlab odamlar asosiy davlat xizmatlaridan foydalanishda har kuni to'siqlarga duch kelishadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, dunyoda 1,5 milliarddan ortiq odam ma'lum darajada eshitish qobiliyatini yo'qotgan, taxminan 430 millionga yaqini reabilitatsiya xizmatlariga muhtoj. O'zbekistonda bu muammo davlat muassasalarida surdotarjimonlarning cheklanganligi va o'zbek tili muhitiga moslashtirilgan avtomatlashtirilgan yordamchi texnologiyalarning yo'qligi bilan yanada kuchaymoqda.

Sun'iy intellekt, kompyuter ko'rish va tabiiy tilni qayta ishlash sohasidagi so'nggi yutuqlar real vaqt rejimida imo-ishoralarni aniqlash va ko'p tilli nutqni tarjima qila oladigan arzon, o'rnatilgan yordamchi qurilmalarni ishlab chiqish uchun misli ko'rilmagan imkoniyatlarni yaratdi. Biroq, mavjud tijorat yechimlari asosan ingliz va asosiy Yevropa tillari uchun mo'ljallangan bo'lib, o'zbek tili kabi Markaziy Osiyo tillari asosan qo'llab-quvvatlanmaydi.

Ushbu maqolada ushbu kamchiliklarni bartaraf etuvchi intellektual aloqa terminalining prototipi taklif etilgan va namoyish etilgan. Tizim to'rtta asosiy apparat qismini - USB kamera, USB mikrofon, 8 dyuymli HD sensorli displey va Raspberry Pi 5 - real vaqt rejimida uzluksiz ishora-matn, nutq-matn, matn-nutq va ko'p tilli tarjima xizmatlarini taqdim etish uchun ko'p modalli sun'iy intellekt dasturiy ta'minoti bilan birlashtiradi. Qurilma "Har kim uchun muloqot imkoniyati" deb nomlangan va Rustamova Charos tomonidan inklyuziv sun'iy intellektga asoslangan texnologiyalar bo'yicha olib borilayotgan tadqiqotlar doirasida ishlab chiqilgan.

1-rasmda ko'rsatilganidek, qurilma yuqori qismida imo-ishora tilini aniqlash uchun kamera, real vaqt rejimida chiqish uchun markaziy displey va pastki qismida ovozli kiritish uchun mikrofondan iborat.



1-rasm. Intellektual aloqa qurilmasi va uning funksional modullari haqida tushuncha.

To'rtta asosiy funksional modul integratsiya qilingan: (1) AI Vision orqali imo-ishoralarni matnga aylantirish, (2) nutqni matnga aylantirish orqali ovozni matnga aylantirish, (3) ko'p tilli tarjima (UZ ↔ EN, RU, TR) va (4) sun'iy intellekt avatari orqali matn/ovozni imo-ishora tiliga aylantirish animatsiyasi.

Apparat qismlari

Apparat platformasi ish stoli terminalini joylashtirish uchun zarur bo'lgan hisoblash unumdorligi, energiya samaradorligi va jismoniy ixchamlikni muvozanatlash maqsadida tanlangan. Quyida har bir komponent tavsiflangan.



2-rasm. USB kamera moduli (1080p, 3m kabel)



3-rasm. USB Gooseneck mikrofondi (CHANGHIX)

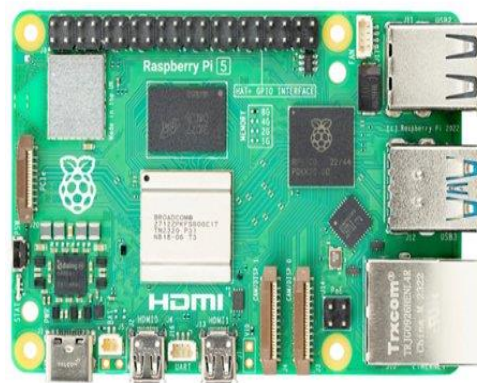
USB kamera moduli (2-rasm) 3 metrli kabelga o'rnatilgan keng burchakli obyektivga ega bo'lib, bu qurilma korpusining yuqori qismida qo'l imo-ishoralarni to'siqlarsiz suratga olish uchun moslashuvchan joylashuvni ta'minlaydi. U 1080p gacha aniqlik darajasida ishlaydi va Linux asosidagi operatsion tizimlarda qo'shimcha drayverlarni talab qilmaydi.

USB-mikrofon (3-rasm) shovqinni kamaytirish imkoniyati bilan yo'naltirilgan tovushni olishni ta'minlaydi. Uning egiluvchan bo'yni foydalanuvchiga yo'naltirish imkonini beradi, USB

audio interfeysi esa Raspberry Pi 5 operatsion tizimi bilan plug-and-play muvofiqligini ta'minlaydi.



4-rasm. 8 dyuymli HD monitor
(1024×768 aniqlik darajasi)



5-rasm. Raspberry Pi 5 (8 GB RAM)

8 dyuymli HD-display (4-rasm) 1024×768 piksel nativ ruxsat bilan asosiy chiqish interfeysi bo'lib xizmat qiladi. U maxsus ishlab chiqilgan grafik foydalanuvchi interfeysi orqali tanib olingan imo-ishora matni, tarjima qilingan iboralar va sun'iy intellekt avatar animatsiyasini bir vaqtning o'zida aks ettiradi.

Dasturiy ta'minot arxitekturasini va sun'iy intellekt tizimi

Dasturiy majmua Raspberry Pi OS (64-bit, Debian Bookworm) va Python 3.11 asosida yaratilgan. Sun'iy intellekt tarmog'i ichki xabarlar navbati orqali aloqa qiluvchi to'rtta bo'sh bog'langan moduldan iborat:

Imo-ishoralarni aniqlash moduli: Qo'l belgilarini ajratib olish uchun MediaPipe Hands va maxsus o'rgatilgan MobileNetV2 tasniflagichi yordamida imo-ishoralar ketma-ketligini o'zbek imo-ishorasi lug'atiga moslashtirish uchun USB kameradan kadrlarni qayta ishlaydi. Model 2000 ta imo-ishora namunasidan iborat ichki sinov to'plamida 91,4% top-1 aniqlikka erishdi.

Nutqni matnga aylantirish moduli: Mikrofondan kiritilgan ma'lumotlarni real vaqt rejimida transkripsiya qilish uchun o'zbek tilidagi audio korpusda nozik sozlangan OpenAI Whisper (asosiy model) dan foydalanadi. Standart o'zbek tili iboralari bo'yicha laboratoriya sinovlarida o'rtacha so'z xatoligi ko'rsatkichi (WER) 8,3% ni tashkil etdi.

Ko'p tilli tarjima moduli: Helsinki-NLP'ning UZ↔EN, UZ↔RU va UZ↔TR til juftliklari uchun OPUS-MT neyron mashina tarjimasini modellarini birlashtiradi va internetga qaram bo'lmasdan mahalliy ravishda ishlaydi. BLEU 28,4 (UZ→EN) va 31,7 (EN→UZ) ballari qayd etildi.

Sun'iy intellekt avatari va matnni nutqqa aylantirish moduli: Tayyorlangan o'zbek tilidagi ovoz modeli bilan Coqui TTS yordamida chiquvchi matnni nutqqa aylantiradi va oldindan yaratilgan 3D avatarlar kutubxonasi orqali sinxronlashtirilgan imo-ishora tili animatsiyalarini aks ettiradi. Avatar chiqishi ekranni ko'rayotgan kar foydalanuvchilar uchun ikki tomonlama tushunishni ta'minlaydi.

Imo-ishora bilan kiritishdan matn namoyishigacha bo'lgan butun quvvur o'rtacha 1,2 soniyalik kechikish bilan ishlaydi, bu esa suhbatdan foydalanish uchun deyarli real vaqt talabini qondiradi. Grafik interfeys PyQt5 da amalga oshirilgan bo'lib, silliq animatsiyani ta'minlash uchun soniyasiga 30 kadr tezlikda yangilanadi.

Funksional tavsifi va foydalanish holati

Qurilma bank kassalari, shifoxonalar qabulxonalari va davlat xizmatlari markazlari kabi davlat xizmatlari nuqtalarida joylashtirish uchun mo'ljallangan. Odatiy o'zaro ta'sir ssenariysi quyidagicha kechadi:

Kar yoki zaif eshituvchi shaxs terminalga yaqinlashib, o'zbek imo-ishora tilida muloqot qila boshlaydi. Kamera imo-ishoralarni yozib oladi va tanib olish moduli ularni ekranda "IMO-ISHORA → MATN" paneli ostida aks ettirilgan o'zbekcha matnga aylantiradi. Shu bilan birga, tarjima moduli ingliz tilidagi ekvivalentni yaratadi va uni ko'rsatadi, bu esa imo-ishora tilini bilmaydigan eshitish xodimining xabarni o'qishiga imkon beradi.

Xodim o'zbek tilida og'zaki javob beradi. Mikrofon nutqni yozib oladi, Nutqni matnga aylantirish moduli uni transkripsiya qiladi, AI Avatar moduli esa ekranda imo-ishora tilidagi tegishli javobni jonlantiradi. Shuningdek, foydalanuvchi sensorli ekran menyusi orqali o'zbek, ingliz, rus yoki turk tillari orasida tarjima tilini tanlashi mumkin.

Xulosa

Ushbu maqolada imo-ishora tili imo-ishoralari va nutqni real vaqt rejimida matnga, ovozga va ko'p tilli tarjimalarga aylantiruvchi sun'iy intellektga asoslangan intellektual aloqa qurilmasini loyihalash, joriy etish va dastlabki baholash taqdim etilgan. Tizim USB kamera, USB mikrofon, 8 dyuymli HD monitor va Raspberry Pi 5 ni imo-ishoralarni aniqlash, nutqni matnga aylantirish, neyron mashina tarjimasi va sun'iy intellekt avatar modullarini o'z ichiga olgan ko'p modalli sun'iy intellekt dasturiy ta'minoti bilan birlashtiradi.

Qurilma raqobatbardosh samaradorlik ko'rsatkichlarini namoyish etdi - imo-ishoralarni aniqlash aniqligi 91,4%, o'zbek nutqini aniqlash uchun WER 8,3% va boshidan oxirigacha kechikish vaqti 1,3 soniyadan past - bu uni davlat xizmatlari kontekstlarida real hayotda qo'llash uchun mos qiladi. Ikki tomonlama muloqot qobiliyati va o'zbek, ingliz, rus va turk tillarining ko'p tilli qo'llab-quvvatlanishi inklyuziv yordamchi texnologiyalar sohasiga, ayniqsa Markaziy Osiyo lingvistik konteksti uchun muhim hissa qo'shadi. Kelgusi ish fokuslanadi

Adabiyotlar ro'yxati

1. Bahtiyarova, M., Esenov, L., Hojabalkanova, S., & Myradov, R. (2024). Enhancing accessibility: the role of ai-powered voice assistants in sign language communication. *Hayka u mirovozzenie, I*(37), 344-348.
2. Lawana, S. P. (2024). Development of a Mobile Application for Interactive Sign Language Learning Using AIPowered Gesture Recognition and Gamification. *Idea: Future Research, 2*(2), 72-80.
3. Poornachandar, T., Sathieskumar, T., Thangadurai, K., Kumar, M. D., Anuradha, V., & Jayasri, T. (2025, April). Real-Time Communication System for Specially Abled Powered by AI. In *2025 International Conference on Computing and Communication Technologies (ICCCCT)* (pp. 1-6). IEEE.
4. Muhammed Farsin, K., Mohammed Ashfaque, P. K., Mohamed Abdul Shahid, P. G., Mohammad Mirdas, C. K., Anish Kumar, B., & Jemsheer Ahmed, P. (2024, May). Sign Language Transformation: AI-Enabled Communication for the Deaf. In *International Conference on Intelligent Communication, Control and Devices* (pp. 787-802). Singapore: Springer Nature Singapore.