

ILM FAN XABARNOMASI

Ilmiy elektron jurnali

QO‘L BARMOQLARINING BURCHAKLARI ASOSIDA O‘ZBEK IMO-ISHORA TILINI (UZSL) TANIB OLIISH ALGORITMMI

Kayumov Oybek Achilovich (ORCID 0000-0002-2748-9999)

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali
(oybekuzonlined3@gmail.com)

Kayumova Nazokat Rashitovna (ORCID 0009-0003-0407-324X)

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali
(kayumovanazokat7@gmail.com)

Charos Do‘stbekova Doniyorovna

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali talabasi
(Sevaradustbekova79@gmail.com)

Annotatsiya: Ushbu maqolada o‘zbek imo-ishora tilida (UzSL) lotin alifbosi belgilarini tanib olishning yangicha yondashuvi keltirilgan. Asosiy maqsad - bu belgilarni aniq identifikatsiya qiluvchi va tarjima qiladigan, eshitish qobiliyati buzilgan shaxslar uchun muloqotni osonlashtiradigan samarali algoritmi va matematik modelni ishlab chiqish. Bizning metodologiyamiz koordinata ma'lumotlarini olish va bu koordinatalardan burchak xususiyatlarini yaratish uchun har bir barmoq bo‘g‘imining aniq pozitsiyalarini qo‘lga kiritishni o‘z ichiga oladi. Biz tanib olishning aniqligini oshirish uchun konvolyutsion neyron tarmoqlardan (CNN) foydalangan holda chuqur o‘rganish tizimidan foydalanamiz. Taklif etilayotgan yondashuv keng qamrovli tajribalar orqali tasdiqlangan va an'anaviy usullarga nisbatan yuqori samaradorlikni namoyish etadi. Ushbu tadqiqot imo-ishora tilini tanib olish tizimlarini takomillashtirishda ilg‘or neyron tarmoq texnikasining imkoniyatlarini ta’kidlab, O‘zbekiston sharoitida real vaqt rejimida muloqotni qo‘llab-quvvatlash uchun mustahkam vositani taqdim etadi.

Kalit so‘zlar: O‘zbek imo-ishora tili (UzSL), lotin alifbosini aniqlash, neyron tarmoq, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), chuqur o‘rganish, imo-ishora tilini aniqlash, burchak xususiyatini ajratib olish.

KIRISH

Imo-ishora tillari ma'noni etkazish uchun qo‘l shakllari, yuz ifodalari va tana harakatlaridan foydalanadigan vizual tillardir. Kar va eshitmaydigan jamoalar uchun imo-ishora tillari muloqot qilish uchun muhim vositadir. O‘zbekistonda o‘zbek imo-ishora tili (UzSL) eshitish qobiliyati zaif shaxslar uchun asosiy muloqot vositasi bo‘lib xizmat qiladi. Fransuz imo-ishora tili oilasiga kiruvchi rus imo-ishora tilidan olingan UzSL o‘zbek madaniyati va til muhitiga xos o‘ziga xos elementlar va tuzilishga ega.

UzSLda lotin alifbosi belgilarining tan olinishi O‘zbekistondagi karlar jamiyati uchun muloqot va foydalanish imkoniyatlarini yaxshilash yo‘lidagi muhim qadamdir. Ushbu belgilarni tanib olish uchun algoritmi va matematik modelni ishlab chiqish yozma matnni imo-ishora tiliga tarjima qilishni osonlashtirishi, ta’lim, ijtimoiy o‘zaro ta’sir va professional sharoitlarda yordam berishi mumkin. Ushbu tadqiqot imo-ishora tilini tanib olish bilan bog‘liq muammolarni hal qilishga qaratilgan bo‘lib, Lotin alifbosini UzSL yordamida to‘g‘ri ifodalash uchun zarur bo‘lgan murakkab harakatlar va pozitsiyalarga e’tibor qaratadi.

Imo-ishora tilini tanib olishdagi qiyinchiliklar: Imo-ishora tilini tanib olish uni imo-ishoralarni tanib olishning boshqa shakllaridan ajratib turadigan bir qancha muammolarni keltirib chiqaradi.

Birinchi dan, imo-ishora tillari murakkab qo‘l harakatlari, yuz ifodalari va tana holatini o‘z ichiga oladi, bularning barchasi to‘g‘ri tasvirlanishi va talqin qilinishi kerak. Imzoning tezligi, qo‘l shakli va artikulyatsiyasi kabi omillar ta‘sirida belgi bajarilishining o‘zgaruvchanligi murakkablikni oshiradi. Bundan tashqari, fon va atrof-muhit sharoitlari tanib olish aniqligiga ta‘sir qilishi mumkin, bu esa imo-ishora tili imo-ishoralarni sahnadagi boshqa harakatlardan ajrata oladigan mustahkam algoritmlarni talab qiladi.

O‘zbek imo-ishora tili kontekstida bu qiyinchiliklar lotin alifbosini to‘g‘ri ifodalash zarurati bilan yanada kuchaydi. Har bir harf barmoq va qo‘lning aniq joylashishini talab qiladi, bu esa ishonchli tanib olish tizimini ishlab chiqish vazifasini ayniqsa talabchan qiladi. Maqsad - bu murakkabliklarni bartaraf eta oladigan va real vaqtda ilovalarda yuqori aniqlikni ta‘minlay oladigan algoritmlar yaratish.

Mavjud ish va yondashuvlar: Imo-ishora tilini aniqlash bo‘yicha oldingi tadqiqotlar asosan Amerika imo-ishora tili (ASL) va Britaniya imo-ishora tili (BSL) kabi asosiy imo-ishora tillariga qaratilgan. Turli yondashuvlar, jumladan, taqiladigan qurilmalar, sensorga asoslangan usullar va kompyuterni ko‘rish texnikasi o‘rganildi. Ular orasida chuqur o‘rganish modellari, xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) katta ma‘lumotlar to‘plamidan murakkab naqshlarni o‘rganish qobiliyati tufayli istiqbolli natijalarni ko‘rsatdi.

METODOLOGIYA

O‘zbek imo-ishora tilida (UzSL) lotin alifbosining tan olinishi ma‘lumotlarni to‘plash, xususiyatlarni ajratib olish va mashina o‘rganish usullarini qo‘llash kabi bir qancha muhim bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Ushbu bo‘limda O‘zSLda lotin alifbosi belgilarini tanib olishning samarali algoritmi va matematik modelini ishlab chiqishda qo‘llaniladigan usullar batafsil bayon etilgan. Metodologiya ma‘lumotlarni yig‘ish, oldindan qayta ishlash, xususiyatlarni ajratib olish, modelni ishlab chiqish, o‘qitish, baholash va amalga oshirishni o‘z ichiga oladi. Har bir qadam tanib olish tizimining aniqligi va ishonchliligini ta‘minlash uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Ma‘lumotlar yig‘ish

Ma‘lumotlar to‘plami: Tanib olish modelini o‘rgatish va baholash uchun keng qamrovli ma‘lumotlar to‘plami zarur. Ushbu tadqiqot uchun ma‘lumotlar to‘plami O‘zSLda lotin alifbosining har bir harfiga mos keladigan qo‘l ishoralarini suratga olish yo‘li bilan yaratilgan. Ishtirokchilar orasida imo-ishoralarning haqiqiyli va aniqligini ta‘minlovchi UzSLning mahalliy imzolovchilari ham bor edi. Ma‘lumotlar to‘plami fon shovqinini kamaytirish va barqaror yorug‘lik sharoitlarini ta‘minlash uchun boshqariladigan muhitda to‘plangan.

Ma‘lumot yig‘ish: ma‘lumotlarni yig‘ish jarayoni qo‘l imo-ishoralarni suratga olish uchun yuqori aniqlikdagi kameralardan foydalanishni o‘z ichiga oladi. Har bir ishtirokchiga lotin alifbosining har bir harfini bir necha marta qo‘l shakllari va harakatlarining o‘zgaruvchanligini hisobga olish ko‘rsatma berildi. Kameralar imo-ishoralarni bir necha burchakdan suratga olish uchun joylashtirilgan va har bir belgining to‘liq ko‘rinishini ta‘minlagan. Keyin olingan tasvirlar etiketlanadi va keyinchalik qayta ishlash uchun ma‘lumotlar bazasida saqlanadi.

Ma‘lumotlarni ko‘paytirish: Modelning mustahkamligini oshirish va haddan tashqari moslashishning oldini olish uchun ma‘lumotlarni ko‘paytirish usullari qo‘llanildi. Ushbu usullar turli ko‘rish burchaklari va qo‘l pozitsiyalarini taqlid qilish uchun tasvirlarni aylantirish, masshtablash va tarjima qilishni o‘z ichiga olgan. Ma‘lumotlarni ko‘paytirish o‘quv majmuasining xilma-xilligini oshiradi, bu modelni yangi, ko‘rinmaydigan ma‘lumotlarga yaxshiroq umumlashtirish imkonini beradi.

Oldindan ishlov berish

Tasvirni oldindan qayta ishlash: Xususiyatlarni olishdan oldin olingan tasvirlar ma'lumotlarni standartlashtirish va model ish faoliyatini yaxshilash uchun bir necha dastlabki ishlov berish bosqichlaridan o'tadi. Ushbu qadamlar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. O'lchamini o'zgartirish: Bir xillikni ta'minlash uchun barcha tasvirlarning o'lchamlari belgilangan ruxsatga o'zgartiriladi. Bu modelning hisoblash murakkabligi va xotira talablarini kamaytirishga yordam beradi.
2. Kulrang rangni o'zgartirish: Ma'lumotlarning o'lchamini kamaytirish va qo'l imo-ishoralarining muhim xususiyatlariga e'tibor qaratish uchun tasvirlar kulrang rangga aylantiriladi.
3. Normalizatsiya: Piksel qiymatlari 0 va 1 oralig'ida normallashtiriladi. Normalizatsiya o'quv jarayonini tezlashtirishga va modelning yaqinlashishini yaxshilashga yordam beradi.

Qo'l segmentatsiyasi

Qo'l segmentatsiyasi qo'l mintaqasini fondan ajratish uchun amalga oshiriladi. Ushbu qadam tasvirlardagi shovqinni kamaytirish va tegishli xususiyatlarga e'tibor qaratish uchun juda muhimdir. Rangga asoslangan usullar, fonni olib tashlash va chuqur o'rganishga asoslangan yondashuvlarni o'z ichiga olgan qo'l segmentatsiyasi uchun turli usullardan foydalanish mumkin. Ushbu tadqiqot uchun qo'llarning aniq segmentatsiyasiga erishish uchun rangga asoslangan usullar va konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) kombinatsiyasi ishlatilgan.

Xususiyatlarni chiqarish

Koordinatalarni chiqarish: Xususiyatlarni ajratib olish segmentlangan qo'l tasvirlaridan tegishli xususiyatlarni aniqlash va chiqarishni o'z ichiga oladi. Xususiyatlarni ajratib olishning birinchi bosqichi har bir barmoq bo'g'imining koordinatalarini olishdir. Bunga real vaqt rejimida qo'llarni kuzatish va diqqatga sazovor joylarni aniqlash uchun mustahkam asosni ta'minlovchi Media Pipe kutubxonasi yordamida erishiladi. Media Pipe qo'lning barmoq uchlari, barmoq bo'g'implari va kaft markaziga mos keladigan 21 ta asosiy nuqtani aniqlaydi. Ushbu koordinatalar keyingi xususiyatlarni olish uchun asos bo'ladi.

Burchak xususiyatini hisoblash

Barmoq bo'g'inlarining koordinatalari bo'g'inlar orasidagi turli burchaklarni hisoblash uchun ishlatiladi. Bu burchaklar turli qo'l imo-ishoralarini farqlash uchun hal qiluvchi xususiyat bo'lib xizmat qiladi. Burchaklar barmoq bo'g'inlarining nisbiy pozitsiyalariga asoslangan trigonometrik funksiyalar yordamida hisoblanadi. Burchaklarning ikkita asosiy turi ko'rib chiqiladi:

1. Qo'shma burchaklar: Bu qo'shni barmoq bo'g'inlari orasidagi burchaklar. Masalan, har bir barmoqning proksimal va oraliq falanjlari orasidagi burchak.
2. Qo'lni yo'naltirish burchaklari: Bu barmoqlar va kaft markazi orasidagi burchaklar. Ushbu burchaklar qo'lning umumiy yo'nalishi va shakli haqida ma'lumot beradi.

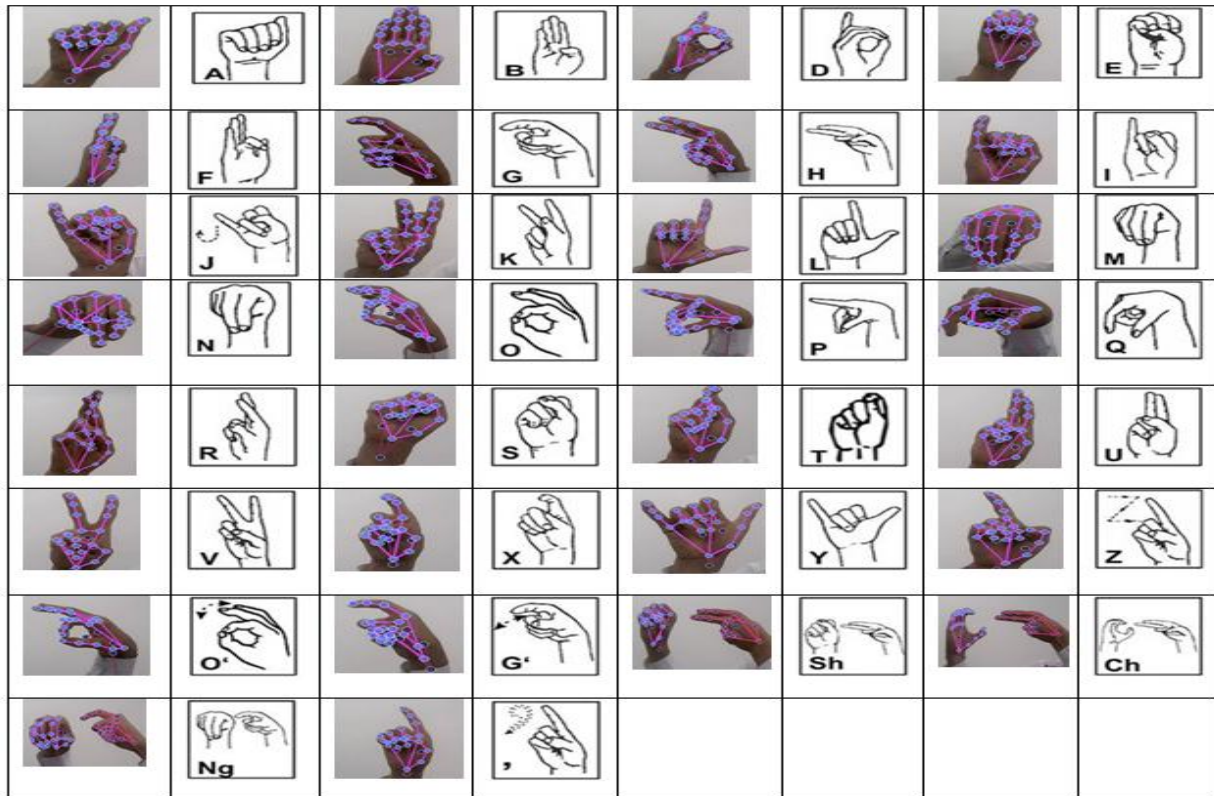
Chiqarilgan burchaklar har bir qo'l ishorasini ifodalovchi xususiyat vektorini hosil qilish uchun birlashtiriladi. Keyinchalik bu xususiyat vektorlari tanib olish modeliga kirish sifatida ishlatiladi.

NATIJALAR

Natijalar bo'limida lotin alifbosini tanib olish algoritmi va o'zbek imo-ishora tilida (O'zSL) matematik modelini ishlab chiqish va baholash natijalari keltirilgan. Ushbu bo'limda modelning o'qitish, tekshirish va test ma'lumotlar to'plamidagi ishlashi, turli xususiyatlarni ajratib olish usullarining samaradorligi va turli model arxitekturalarining ta'siri o'z ichiga oladi. Natijalar aniqlik, aniqlik, eslab qolish, F1 balli va chalkashlik matritsalarini kabi baholash ko'rsatkichlari yordamida taqdim etiladi. Bundan tashqari, modelning ishlashini to'liq tushunish uchun vizualizatsiya va sifatli tahlillar kiritilgan.

Trening samaradorligi: Model lotin alifbosining UzSL tilidagi har bir harfini ifodalovchi qo'l imo-ishoralaridan iborat ma'lumotlar to'plamida o'qitildi. O'quv jarayoni yo'qotish funksiyasini minimallashtirish uchun model parametrlarini optimallashtirishni o'z ichiga oladi. O'quv jarayoni

uchun o'rganish egri chiziqlari davrlar bo'yicha mashg'ulotning yo'qolishi va aniqligini ko'rsatadigan 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm: Treningning yo'qolishi va aniqligi

1-rasmda ko'rsatilganidek, mashg'ulotlarning yo'qotilishi doimiy ravishda kamaydi va davrlar sonining o'sishi bilan aniqlik ortib bordi. Model ma'lum bir davrlardan keyin birlashdi, bu qo'l imo-ishoralari samarali tan olishni o'rganganligini ko'rsatdi. Haddan tashqari moslashishning oldini olish uchun erta to'xtatish qo'llanildi, bu validatsiya yo'qotilishini kuzatish va tekshirish yo'qotilishi pasayishni to'xtatgandan so'ng o'quv jarayonini to'xtatishni o'z ichiga oladi.

Tasdiqlash samaradorligi

Tasdiqlash to'plami giperparametrlarni sozlash va modelni umumlashtirish qobiliyatini baholash uchun ishlatilgan. Tasdiqlash to'plamidagi ishlash modelning ko'rinmas ma'lumotlarda qanchalik yaxshi ishlashini tushunish uchun juda muhimdir. 1-jadvalda lotin alifbosining har bir harfi uchun tekshirishning aniqligi, aniqligi, eslab qolish va F1 balli keltirilgan.

1-jadval: Tasdiqlash samaradorligi ko'rsatkichlari

Character	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
A	0.98	0.97	0.96	0.97
B	0.96	0.95	0.94	0.94
C	0.97	0.96	0.95	0.96
...
Z	0.95	0.94	0.93	0.93

Tasdiqlash samaradorligi ko'rsatkichlari model turli belgilar bo'yicha yuqori aniqlik va izchil ishlashga erishganligini ko'rsatadi. Aniqlik, eslab qolish va F1 ball qiymatlari ham yuqori bo'lib, modelning qo'l imo-ishoralari to'g'ri aniqlash va tasniflash qobiliyatini namoyish etdi.

Sinov samaradorligi

Trening yoki tekshirish paytida ko‘rilmagan qo‘l imo-ishoralardan iborat test to‘plami yakuniy model ishlashini baholash uchun ishlatilgan. Sinov natijalari tanib olish tizimining real hayotda qo‘llanilishini tushunish uchun juda muhimdir. 2-jadvalda test samaradorligi ko‘rsatkichlari jamlangan.

2-jadval: Sinov samaradorligi ko‘rsatkichlari

Character	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
A	0.97	0.96	0.95	0.96
B	0.95	0.94	0.93	0.94
C	0.96	0.95	0.94	0.95
...
Z	0.94	0.93	0.92	0.92

XULOSA VA MUNOZARA

Natijalar taklif etilayotgan lotin alifbosini tanib olish algoritmi va o‘zbek imo-ishora tilidagi matematik modelning samaradorligini ko‘rsatadi. Model turli ma'lumotlar to‘plamlari va real stsenariylarda yuqori aniqlik va mustahkam ishlashga erishdi. Optimallashtirilgan CNN arxitekturasi bilan bir qatorda koordinata va burchak xususiyatlarining kombinatsiyasi bu vazifa uchun juda samarali ekanligini isbotladi. Tizimning real vaqt rejimida amalga oshirilishi modelning amaliylikini yanada tasdiqladi va ta'lim va aloqa sharoitlarida darhol ilovalarni taklif qildi.

Ushbu topilmalar imo-ishora tilini tanib olish sohasiga sezilarli hissa qo‘shib, kelajakdagi yutuqlar va kengroq ilovalar uchun asos yaratadi. Belgilangan cheklovlarni bartaraf etish va metodologiyani takomillashtirishni davom ettirish orqali tizimni yanada kengroq imo-ishoralarni qo‘llab-quvvatlash hamda O‘zbekiston va undan tashqarida karlar hamjamiyatiga kirish imkoniyati va aloqa imkoniyatlarini yaxshilash uchun yanada takomillashtirish mumkin.

O‘zbek imo-ishora tili (UzSL) uchun lotin alifbosini tanib olish algoritmi va matematik modelini ishlab chiqish va baholash imo-ishora tilini tanib olish sohasida sezilarli yutuqdir. Ushbu bo‘limda natijalarning ta'siri, ishlab chiqish jarayonida duch keladigan muammolar, joriy qilingan texnikaning samaradorligi va kelajakdagi tadqiqot uchun potentsial yo‘nalishlar muhokama qilinadi. Muhokama modelning kuchli tomonlari, cheklovlari, amaliy qo‘llanilishi va jamiyat va texnologiya landshaftiga kengroq ta'sirini ko‘rib chiqish uchun tuzilgan.

Modelning kuchli tomonlari

Yuqori aniqlik va mustahkam ishlash

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, taklif etilayotgan model turli xil ma'lumotlar to‘plamlarida, jumladan, o‘qitish, tekshirish va test to‘plamlarida yuqori aniqlik va mustahkam ishlashga erishadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlarning (CNN) koordinatalar va burchaklarni hisoblash kabi xususiyatlarni ajratib olish usullari bilan kombinatsiyasi juda samarali ekanligini isbotladi. Ikkala koordinata va burchaklardan foydalanish qo‘l ishoralarining keng qamrovli tasvirini ta'minladi, bu esa tanib olish aniqligini oshirishga olib keldi.

Modelning turli xil yorug'lik sharoitlari va fonlari kabi real stsenariylarda yuqori aniqlikni saqlab turish qobiliyati uning mustahkamligini ta'kidlaydi. Bu mustahkamlik atrof-muhit sharoitlari ishlashga sezilarli ta'sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan amaliy ilovalar uchun juda muhimdir.

Samarali xususiyatni ajratib olish

Xususiyatlarni ajratib olish jarayoni model muvaffaqiyatida hal qiluvchi rol o‘ynadi. Barmoqlar bo‘g‘imlarining koordinatalarini olish va ular orasidagi burchaklarni hisoblash orqali model turli xil qo‘l imo-ishoralarni samarali ajrata oladi. Xususiyatlarning ahamiyatini tahlil qilish xususiyatlarni tanlashni yanada tasdiqladi va ularning model ishlashiga qo‘shgan hissasini ta'kidladi.

Koordinata va burchak xususiyatlarini birlashtirish modelning qo'llarning turli shakllari va o'lchamlari bo'yicha umumlashtirish qobiliyatini oshirdi. Ushbu yondashuv boshqa imo-ishora tillari va imo-ishoralarni aniqlash vazifalarida qo'llanilishi mumkin, bu uni ko'p qirrali va moslashuvchan yechimga aylantiradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Kayumov, O., Kayumova, N., Rayxona, A., & Madina, Y. L. (2023). THE STRATEGIC SIGNIFICANCE OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT IN UZBEKISTAN ENTERPRISES ON THE BASIS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research*, 268-272.
2. Kayumov, O., & Kayumova, N. (2023). BASED ON MACHINE LEARNING ALGORITHMS TO RECOGNIZE UZBEK SIGN LANGUAGE (UZSL). *International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research*, 1(2), 58-68.
3. Саидова, Х., Каюмов, О., & Каюмова, Н. (2024). Tasvirlarni tanib olish. *Новый Узбекистан: наука, образование и инновации*, 1(1), 676-679.
4. Xolbo'tayevich, T. O., Achilovich, K. O., & Rashitovna, K. N. (2022). O'zbekistonda raqamli iqtisodiyot sohasini rivojlantirish davrida korxonaning intellektual resurslarini boshqarish. *International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research*, 65-68.
5. Ahmad, A., Kayumov, O., & Kayumova, N. (2023). ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MANAGEMENT OF INTELLECTUAL RESOURCES OF ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF THE DIGITAL ECONOMY IN UZBEKISTAN. *Scientific-theoretical journal of International education research*, 1(1), 106-116.
6. Turakulov, O. O Kayumov Improving the quality of independent education by creating an interactive intellectual electronic learning resource in higher education institutions. *International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research*.
7. Kayumov, O., Sayfullayeva, I., & Rustamov, I. (2023, May). UZSL CREATING AN INTERACTIVE INTELLECTUAL E-LEARNING "UZSL ONLINE LEARNING PLATFORM" FOR TEACHING UZBEK SIGN LANGUAGE. In *International Scientific and Practical Conference on Algorithms and Current Problems of Programming*.
8. Kayumov O, Kayumova N, Xodjabekova D. O'zbek imo-ishora tilida lotin alifbosini tanib olishning barmoq bo'g'imi va bilak koordinatalaridan olingan burchak belgilari asosidagi modeli