

MUHAMMAD AL-XORAZMIY
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI
FERGANA BRANCH OF TUIT
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

“AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



1-SON 1(5)
2024-YIL

TATU, FARG'ONA
O'ZBEKISTON



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI

Muassis: Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

Chop etish tili: O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

Учредитель: Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

Язык издания: узбекский, английский, русский.

Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

Founder: Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

Language of publication: Uzbek, English, Russian.

The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2024 yil, Tom 1, №1
Vol.1, Iss.1, 2024 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniyl avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Jurnal OAK Rayosatining 2023-yil 30 sentabrdagi 343-sonli qarori bilan Texnika fanlari yo'nalishida milliy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Tahririyat manzili:
151100, Farg'ona sh.,
Aeroport ko'chasi 17-uy,
202A-xona
Tel: (+99899) 998-01-42
e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2024 YIL

TAHRIR HAY'ATI

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Muxtarov Farrux Muhammadovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

Arjannikov Andrey Vasilevich,

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

Satibayev Abdugani Djunosovich,

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Rasulov Akbarali Maxamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

G'aniyev Abdualil Abdualioyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Muhammadjon To'ychievich,

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Abdullayev Abduljabbor,

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Qo'ldashev Abbosjon Hakimovich,

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

Ergashev Sirojiddin Fayazovich,

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

Zulunov Ravshanbek Mamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Saliyev Nabijon,

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

Abdullaev Temurbek Marufovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Axborot texnologiyalari kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Umarov Shuxratjon Azizjonovich, Abduqodirov Abdulhay, AXBOROT XAVFSIZLIGI TIZIMLARINI INTELLEKTUALLASHTIRISH MASALALARI	4-10
Ахунджанов Умиджон Юнус угли, ЛОКАЛЬНАЯ КРИВИЗНА КАК СТРУКТУРНЫЙ ПРИЗНАК ВЕРИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКОЙ ПОДПИСИ	11-16
Liu Lingyun, Linear cryptanalysis of the SM4 block cipher algorithm	17-22
Shaxzoda Amanboyevna Anarova, Jamoliddin Sindorovich Jabbarov, Doston Naim o'g'li Muxtorov, FRAKTAL XUSUSIYATLI ORGANLARNING O'LCHOVLARINI ANIQLASH SXEMASINI ISHLAB CHIQUISH	23-28
E.M.Urinov, M.A.Umarov, O'zbek ishora tili harflarini tanib olish algoritmi	29-33
Kengboev Sirojiddin Abray ugli, MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATION OF THE TEMPERATURE IN THE CONTACT ZONE OF INTERACTION BETWEEN THE SHUTTLE SOCKET AND THE BOBBIN OF SEWING MACHINES	34-38
Anarova Sh.A., Saidkulov E.A., Haqberdiyev S.N, ZARAFSHON DARYO TARMOG'INI GEOMETIRIK MODELLASHTIRISH	39-43
Xamrakulov Umidjon Sharabidinovich, Ashuraliyev Alisherjon Abdumalikovich, REAL VAQT REJIMIDA NOQAT'IY MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHNING ANALITIK MODELLARINI ISHLAB CHIQUISH	44-56
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMALARINING SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARINI RAQAMLI BAHOLASH USULLARI	57-61
Xasanova Maxinur Yuldashbayevna, Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi, Burxonova Malohat Mamirovna, BAHOLASH NAZARIYASI USULI ASOSIDA AVTOMATIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKALASH ALGORITMLARI	62-68
Улжаев Эркин, Убайдуллаев Уткиржон, Абдулхамидов Азизжон, Нейронные технологии распознавания и классификация степени раскрытия хлопковых коробочек	69-79
Узаков Б.М., Хошимов Б. М, ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ	80-84
Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Umurzakov Oybek, SHA oilasiga mansub xesh funksiyalar tahlili	85-92
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Samatova Zarnigor Nematovna, BULUTLI TEXNOLOGIYALARDA KIBERXAVFSIZLIK TAMINLASHDA CASB YECHIMLARI	93-98
Эргашев Отабек Мирзапулатович, ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ РОЛЬ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	99-105
Ёркулов Руслан Махаммади угли, СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ Si /Al(111) И Si/Cu(111)	106-109
Muxtarov Farrux Muhammadovich, KIBERHUQUQ VA KIBERETIKA MADANIYATINING SHAKILLANTIRISHDA "KIBERXAVFSIZLIK ASOSLARI" FANINI O'QITISHNING DOLZARBLIGI	110-115
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Kurbanov Abduraxmon Alishboyevich, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, YUZ IFODASINI ANIQLASH MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH: GRADIENTNI OSHIRISH VA UNING GIPERPARAMETRLARNI SOZLASH VA MUNTAZAMLASHTIRISH (REGULARIZATSIYA)DAGI AHAMIYATI	116-122
Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich, Xudoyberdieva Muhayyohon Zoirjon qizi, Abdubannobov Muydinjon Iqboljon o'g'li, G'ulomqodirov Xumoyun O'tkirjon o'g'li, Zaylobiddinov Bekhzod Bakhtiyarjon o'g'li, Ergasheva Gulruxsor Qobiljon qizi, DEVELOPMENT OF PRACTICAL COMPETENCES OF STUDENTS IN NANOTECHNOLOGY AND SEMICONDUCTOR PHYSICS IN HIGHER EDUCATION	123-128
Xudoyqulov Zarifjon Turakulovich, Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining qiyosiy tahlili	129-134
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, THE METHODS OF AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION	135-141
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, Turakulova Shaxnoza Abdurshidovna, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Tibbiy tasvirlar ichida alohida qiziqish hududlarini (Region of interest-ROI) avtomatik aniqlash va izolyatsiya qilish	142-146
Rasulov Akbarali Makhamatovich, Ibrokhimov Nodirbek Ikromjonovich, Minamatov Yusupali Esonali ugli, Mukhtarov Farrukh Muhammadovich, BIMETALLIC CLUSTERS AND AREAS OF THEIR APPLICATION	147-150
Uzakov Barxayotjon Muxammadiyevich, Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich, O'ZBEKISTON NEFT-GAZ KORXONALARIDA INVESTISIYA LOYIHALARINI MOLİYALASHTIRISH BO'YICHA XORIJ TAJRIBASINI O'RGANISH	151-156
Xalilov Durbek Aminovich, Abduqodirova Mohizoda Ilhomidin qizi, MASOFAVIY TA'LIM TIZIMINI TASHKIL ETISHNING TEXNIK USULLARI	157-160

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Аллярова Гулмира Холмуратовна, Буронов Нурлибек Рустам угли, Зарипов Шухрат Собиржон угли, Исследование ионно-электронной эмиссии пленок Cs на гранях (110) и (111) монокристаллов молибдена	161-165
Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich, Simsiz sensor tarmoq asosida nozik sug'orish tizimlarini modeli va innovatsion loyihalar	166-172
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, METHODOLOGY FOR BUILDING LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEMS	173-179
Abduhafizov Tohirjon Ubaydulla o'g'li, Abdurasulova Dilnoza Botirali qizi, IQTISODIY JINOYATLAR VA ULARNING OLDINI OLISH UCHUN DASTURIY MAHSULOTLAR ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH	180-185
Djurayev Sherzod Sobirjonovich, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Linter qurilmasini ishchi qismlarini masofadan boshqarish va nazorat qilish orqali uning samaradorligini oshirish	186-190
Xusanova Moxira Qurbonaliyevna, Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi, SIGNALLARNI STATISTIK QAYTA ISHLASH	191-195
Xalilov Durbek Aminovich, Qurbonova Gulruxsor Murodjon qizi, Axborotlashgan ta'lim muhitida talabalar mustaqil ishini tadqiqoti va metodikasini takomillashtirish	196-200

O'zbek ishora tili harflarini tanib olish algoritmi

E.M.Urinov,

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
"University of management and future technologies" universiteti
Email: u.elmurod1988@gmail.com

M.A.Umarov,

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
"University of management and future technologies" universiteti
muhriddin.umarov@gmail.com

Annotasiya. Ushbu maqolada o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosi harflarini tanib olish algoritmi yoritilgan bo'lib, qo'yilgan masalani yechish uchun chuqur o'qitishga asoslangan YOLO arxitekturasi beshinchi versiyasidan foydalanilgan. Modelni o'qitish uchun o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosi harflarini ifodalovchi tasvirlardan tashkil topgan tasvirlar to'plami hosil qilingan. Ishlab chiqilgan model samaradorligini baholash uchun precision, recall, average precision kabi mezonlardan foydalanilgan.

Kalit so'zlar: imo-ishora tili, sun'iy neyron tarmoqlar, YOLO, daktil alifbo, tasvirlar to'plami, baholash mezonlari, obyektlarni aniqlash

Kirish. Imo-ishora tili qo'l va tana harakatlari yordamida sog'lom va eshitishda nuqsoni bor yoki umuman eshitmaydigan (kar-soqov) shaxslar o'rtasidagi muloqot o'rnatishda foydalaniladigan vosita hisoblanadi. Dunyoda muloqotdagi deyarli hamma tilning o'zga xos imo-ishora tili mavjud. Lekin aksariyat insonlar imo-ishora tilini tushunmasligi kar-soqov insonlarning jamiyatda yetarlicha o'z o'rnini topishda katta to'siq ekanini guvohi bo'lish mumkin. Imo-ishora tilini yozuvlar orqali ushbu tilni tushunmaydigan insonlarga samarali tarjima qilib berish zamonaviy tilshunoslikning muhim vazifalaridan biri desak mubolag'a bo'lmaydi. Jadal sur'atlar bilan rivojlanib borayotgan sun'iy intellekt texnologiyalari hamda kompyuter ko'rish algoritmlari imo-ishora tilini real vaqt rejimida matnli yozuvga yoki audio ma'lumotga o'girish imkoniyatini yaratmoqda. Ushbu maqolada O'zbek imo-ishora tili (O'IT) ning daktil alifbosini tanib olishga mo'ljallangan algoritmi yoritilgan. Taklif etilgan algoritmi ishlab chiqishda o'ramli neyron tarmoq (CNN) arxitekturasi asosida qurilgan YOLO (You Only Look Once) obyektlarni aniqlash algoritmidan foydalanilgan.

Masalaning o'rganilganlik darajasi.

Dunyoda 300 dan ortiq turli xil imo-ishora tillari

mavjud va ularning aksariyati to'liq tabiiy tillar sifatida tan olingan. Shuningdek, xalqaro imo-ishora tili (International sign language, ISL) ham mavjud bo'lib, u turli mamlakatlardagi kar va eshitish qobiliyati zaif odamlar tomonidan karlar o'rtasidagi xalqaro tadbirlarda va muloqotda qo'llaniladi [1]. Keng tarqalgan ishora tillari sifatida amerika imo-ishora tili (AIT), xitoy imo-ishora tili (XIT), britaniya imo-ishora tili (BIT), rus imo-ishora tillarini (RIT) keltirish mumkin. O'zbekiston va boshqa sobiq sovet ittifoqi davlatlari hududida RIT ishlatiladi. Dastlabki tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Qirg'iziston, Tojikiston va O'zbekistonda qo'llaniladigan imo-ishora tili Rossiya Federatsiyasida qo'llaniladigan RITdan unchalik farq qilmaydi. Biroq mahalliy madaniy kontekstdan kelib chiqib, ba'zi farqlanishlar ham kuzatiladi [2]. Misol uchun "D" va "J" harflari rus alifbosidan farqli belgilar bilan ifodalansa, "O", "G", "Q" harflari faqatgina o'zbek tilida ishlatilgani uchun rus daktil alifbosida uchramaydi. Shuningdek, "И", "Б", "Е", "Э", "І" kabi rus daktil alifbosidagi harflar lotin yozuviga asoslangan o'zbek daktil alifbosida mavjud emas. 1-rasmda o'zbek va rus tili daktil alifbosi keltirilgan. Hozirda respublikamizda rus va lotin yozuvidagi daktil alifbolardan foydalanilani

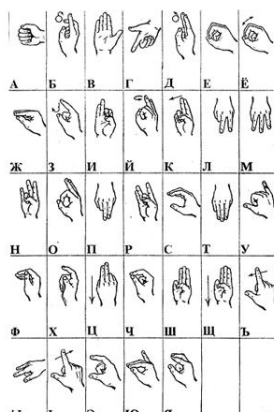


kelinmoqda. "O'zbek imo-ishora tili va brayl alifbosini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risi"dagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarorining 5-bandida 2024-yil 1-yanvarga qadar ilg'or xorijiy tajribaga tayangan holda O'ITning ilmiy asoslarini va uning lotin yozuviga asoslangan daktil alifbosini ishlab chiqish hamda ushbu ishlarga oid ilmiy-tadqiqot loyihalari bo'yicha grantlar ajratish uchun tanlovlar o'tkazilishini tashkillashtirish belgilab o'tilgan.

Yuqorida keltirib o'tilgan qarordan kelib chiqqan holda lotin yozuvidagi daktil alifbosini tanib olishga mo'ljallangan algoritm ishlab chiqish maqsad qilingan. O'ITning o'ziga xos murakkabligi shundaki, alifbo harflari lotincha bo'lgani bilan uning belgisi rus daktil alifbosi belgilaridan olingan. Bu esa imo-ishora tilini matnga o'girishda bir qator murakkabliklar keltirib chiqaradi. Ya'ni, videoda tasvirlanayotgan imo-ishora tilidagi xabarni lotin yozuvida matnga o'girish kerak bo'ladi. Agar ushbu xabarni kril yozuvidagi matnga o'girish mumkin bo'lgan ushbu masalaning yechimi bir qadar yengillashishi mumkin bo'lar edi. Chunki bunday holatda avvaldan rus tilida ishlab chiqilgan yechimlardan ham foydalanish imkoni bo'lar edi.



O'zbek imo-ishora tilining lotin yozuvidagi daktil alifbosi



Rus daktil alifbosi

1-rasm. O'zbek va rus daktil alifbosi.

Adabiyotlar tahlil. Hozirda ko'plab rivojlangan davlatlarda ishora tilini tanib olishga mo'ljallangan dasturiy tizimlar ishlab chiqilgan. AQSh, Kanada, Xitoy, Hindiston kabi davlatlarda ushbu masalani yechish bo'yicha ko'plab yutuqlarga

erishilgan. So'ngi yillarda chuqur o'qitishga asoslangan algoritmlar imo-ishora tilini tanib olish aniqligi va tezligini oshirishda muhim vosita sifatida qaralmoqda. Ayniqsa o'ramli neyron tarmoq arxitekturalaridan foydalanish boshqa usullardan samaradorligi bo'yicha ajralib turadi. [3] ishda YOLO modeli arxitekturasi asosida harf va raqamli ma'lumotlarni tanib olishga mo'ljallangan usul taklif etilgan. Mualliflar algoritm samaradorligini baholash uchun MU qo'l tasvirlari to'plami va Okkhor Nama tasvirlar to'plamidan foydalangan va mos ravishda 98,9% va 97,6% aniqlikka erishgan. [4] ishda Generativ raqobatlashuvchi neyron tarmoq (GAN-Generative adversarial network) modeli taklif etilgan bo'lib, bunda imo-ishoralarni tanib olish uchun iyerarxik yondashuv ilgari surilgan. Taklif etilgan model davomli ma'lumotlarni tavsiflash uchun ikkita o'ramli qatlamni, kiruvchi ma'lumotlarni siqilgan ko'rinishini ifodalovchi yashirin fazo va uning ma'lumotlarini tanib oluvchi qatlamlarni (HAN – Hierarchical Attention Network) o'z ichiga oladi. Mualliflar algoritm samaradorligini baholash uchun CSL (Chinese Sign Language) va SLR (Sign language recognition) tasvirlar bazasidan foydalangan va ikkala to'plam bo'yicha o'rtacha 83% aniqlikka erishgan. [4] maqolada ikkita kiruvchi qatlamli o'ramli neyron tarmoq modeli taklif etilgan bo'lib, bunda modelga kiruvchi ma'lumot sifatida imo-ishora tili belgisi tasvir va qo'lning shu belgini ifodalagan holatdagi maxsus nuqtalari o'qitilgan. Dastlabki ishlov berish bosqichida imo-ishora tasviri ustida kulranga o'tkazish, o'lchamlarini kamaytirish va chegaralarni aniqlash kabi amallar bajarilgan bo'lsa, qo'lning maxsus nuqtalarini aniqlash uchun ushbu nuqtalar joylashgan koordinatalar aniqlanadi. To'liq bog'langan qatlamdan avval ushbu ikki qatlam birlashtiriladi va chiquvchi qatlam sifatida ishora belgisi tasniflanadi. Ushbu usul tasvir modelida 96.24% va maxsus nuqtalar modelida 96.29% aniqlikka erishgan bo'lsa, ikkala usulni birlashtirish orqali 98.98% aniqlikni qayd etgan.

Yuqorida keltirib o'tilgan usul va algoritmlardan tashqari yana ko'plab chuqur o'qitishga asoslangan algoritmlar ishlab chiqilgan bo'lishiga



qaramay o'zbek tili uchun bunday dasturiy usul yoki algoritmi ishlab chiqilmagan.

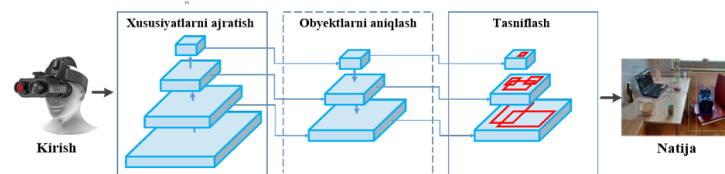
Masalaning qo'yilishi. Ushbu maqolada o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olishga mo'ljallangan algoritmi taklif etilgan bo'lib, algoritmi ishlab chiqish uchun transfer-learning (oldindan o'qitilgan CNN model) yondashuvi qo'llanilgan va buning uchun YOLO arxitekturasi tanlab olingan. Modelni o'qitish uchun lotin yozuviga asoslangan o'zbek daktil alifbosi belgilaridan tashkil topgan tasvirlar to'plami hosil qilindi. Hosil qilingan to'plam 464 ta o'quv namunasidan tarkib topgan bo'lib, bunda har bir sinf uchun 16 tadan tasvir ajratilgan.

To'plamga qo'yilgan talablar. Bilamizki, sun'iy neyron tarmoq modellarini ishlab chiqish modelga katta hajmli ma'lumotlar to'plamini o'qitish orqali amalga oshiriladi. O'z navbatida modelni o'qitishga mo'ljallangan to'plamga ham qator talablar qo'yiladi. To'plamda har bir sinfdagi o'quv namunalairini iloji boricha teng taqsimlanishi, bir sinfga tegishli namunalaning yetarlicha ko'p bo'lishi va turli ko'rinishlarda (fon, rakurs, yorqinlik, okklyuziya va boshqa tashqilar) aks etishi, namunalarning bir xil hajmda bo'lishi kabilar shular jumlasidan. Dunyo tajribasidan ma'lumki, imo-ishora tilini tanib olishdagi dastlabki qadam – shu til alifbosidagi belgilarni tanib olishga mo'ljallangan algoritmi ishlab chiqish hisoblanadi. So'zlashuvdagi har bir tilning boshqa tillardan farq qiluvchi harflari va xususiyatlari bo'lgani kabi bir xil harflari va shunga muvofiq imo-ishora belgilari ham mavjud. Misol uchun lotin yozuviga asoslanga o'zbek daktil alifbosida ham ingliz tilidagi harflar bilan bir xil va farq qiluvchi harflarni ham uchratish mumkin.

Taklif etilayotgan model

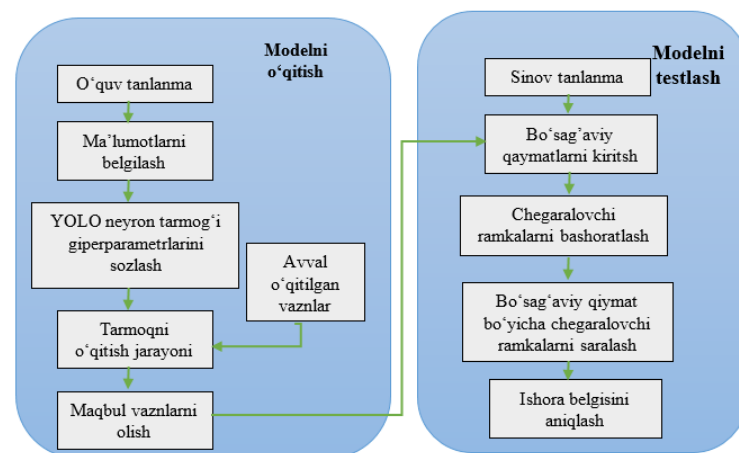
O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olish modelini qurish uchun YOLO arxitekturasi tanlab olindi. Ushbu arxitekturani ishlash jarayoni uch bosqichni o'z ichiga oladi (2-rasm). Birinchi bosqichda manbaadan kelayotgan kiruvchi tasvirning xarakterli xususiyatlari ajratib olinadi. Shuningdek, CNN modeli orqali turli masshtablarda ierarxik xususiyatlarni to'plash uchun bir qator konvolyutsiya va birlashtirish

operatsiyalarini bajaradi. Ikkinchi bosqichda avvalgi bosqichda ajratib olingan xususiyatlardan kelib chiqib, ma'lum bir obyekt tavsiflanadi. Uchinchi bosqichda aniqlangan obyektning qaysi sinfga tegishli ekanligi tasniflanadi. Bizning misolimizda ushbu bosqichda aniqlangan obyektlar imo-ishora tilidagi qanday belgini ifodalashi tasniflanadi.



2-rasm. YOLO arxitekturasi.

Taklif etilayotgan o'bek imo-ishora tili harflarini tanib olish algoritmi tuzilmasi 3-rasmida keltirilgan. Modelga ma'lumotlarni o'qitish uchun lotin yozuviga asoslangan o'zbek daktil alifbosi tasvirlaridan iborat tasvirlar to'plami hosil qilindi. Hosil qilingan to'plamda ma'lumotlar 29 sinfga bo'lingan bo'lib, bu sinflar alifbodagi 29 harfni anglatadi. To'plamda har bir sinfga o'qitish uchun 13 tadan, testlash uchun 3 tadan namuna ajratilgan.



3-rasm. O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olish algoritmi tuzilmasi.

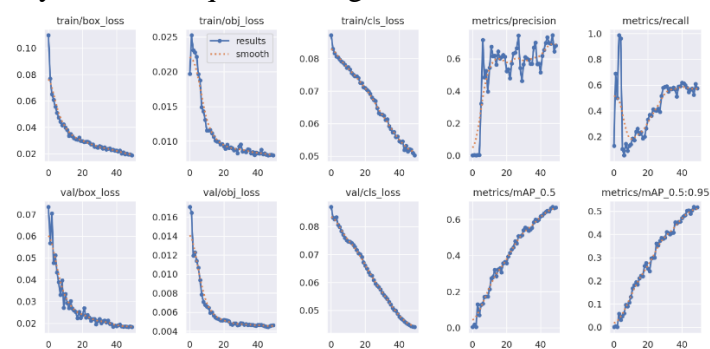
Tajribaviy tadqiq qilish. YOLO arxitekturasi asosida ishlab chiqilgan modelni o'qitish uchun maxsus ishlab chiqilgan O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini (O'ITDA) tasvirlar to'plamidan foydalanilgan va o'zbek daktil alifbosi tasvirlarining annotatsiyalari kvadrat ramkalar bilan chegaralangan (4-rasm).





4-rasm. O'zbek daktil alifbosini belgilash.

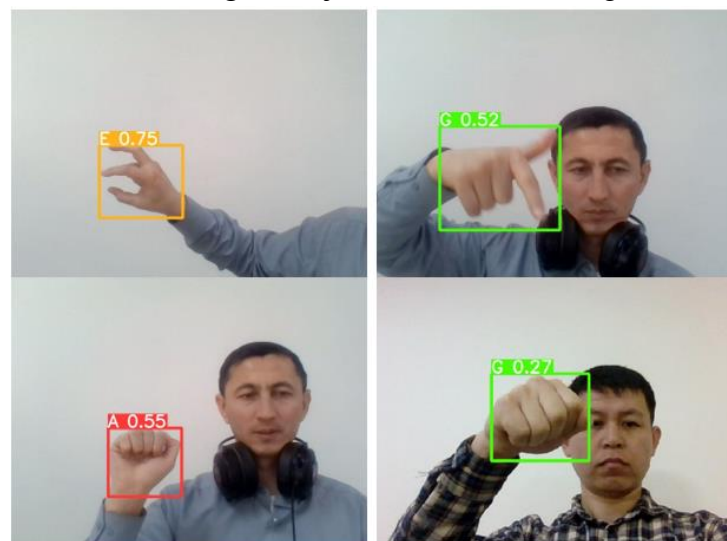
Ushbu to'planning har birida 16 tadan tasvir bo'lgan kichik to'plamlarga bo'linib ketma-ket o'qitilgan. Shu tartibda butun to'plam 50 marta takroran o'qitildi. Epoxalar (to'plamni to'liq o'qitish va testlash jarayoni) sonini ortib borishi bilan o'qitish va sinov bosqichidagi xatolik va aniqlikni o'zgarib borish grafigi 5-rasmda tasvirlangan. Bu yerda *train/box_loss* – o'qitish bosqichidagi belgilarni aniqlash xatoligi, *val/box_loss* – sinov bosqichidagi belgilarni aniqlash xatoligi, *train/obj_loss* – o'qitish bosqichidagi obyektlarni aniqlash xatoligi, *val/obj_loss* – sinov bosqichidagi obyektlarni aniqlash xatoligi, *train/cls_loss* – o'qitish bosqichidagi obyektlarni tasniflash xatoligi, *val/obj_cls* – sinov bosqichidagi obyektlarni aniqlash xatoligi.



5-rasm. Epoxalar ortib borishining model samaradorligiga ta'siri.

Model samaradorligini baholash uchun *precision*, *recall* va *average precision* mezonlaridan foydalanildi [5]. Tarmoq stoxastik gradiyent tushish

(SGD) orqaga siljish usuli orqali optimallashtirilgan va maksimal iteratsiya 5×10^2 kabi o'rnatilgan. Tajribalar 3.2 GHz chastotali protsessor va RTX 3050 videokartali kompyuterda bajarilgan. Taklif etilayotgan algoritm asosida ishlab chiqilgan dasturiy ta'minotdan olingan natijalar 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib oluvchi dasturiy vositadan olingan natijasi.

Xulosa. Ushbu maqolada o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olish algoritmi taklif etilgan bo'lib, qo'yilgan masalani yechish uchun hozirgi kunda obyektlarni real vaqt rejimida tanib olish masalalarida keng qo'llanilayotgan YOLO arxitekturasining beshinchi versiyasidan foydalanildi. Modelni o'qitish uchun o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini ifodalovchi belgilardan iborat tasvirlar to'plami hosil qilindi. Taklif etilgan model asosida O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib oluvchi dasturiy vosita ishlab chiqildi. Maqolada yoritilgan algoritm hamda u asosida ishlab chiqilgan dasturiy vosita o'zbek ishora tili so'zlarini matnga o'tkazish hamda ushbu matndan nutq signallarini sintezlash masalalarini yechish uchun dastlabki qadam vazifasini bajaradi.

Adabiyotlar

1. Hossain, Mir & Govindaiah, Arun & Sultana, Sadia & Bhuiyan, Alauddin. (2018). Bengali Sign Language Recognition Using Deep



- Convolutional Neural Network. 369-373.
10.1109/ICIEV.2018.8640962.
2. <https://www.gazeta.uz/oz/2020/09/24/sign-language/>
 3. Nehal F. Attia, Mohamed T. Faheem Said Ahmed, Mahmoud A.M. Alshewimy. Efficient deep learning models based on tension techniques for sign language recognition, Intelligent Systems with Applications. Volume 20. 2023: 200284, ISSN 2667-3053, <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200284>.
 4. Pathan RK, Biswas M, Yasmin S, Khandaker MU, Salman M, Youssef AAF. Sign language recognition using the fusion of image and hand landmarks through multi-headed convolutional neural network. Sci Rep. 2023 Oct 9;13(1):16975. doi: 10.1038/s41598-023-43852-x. PMID: 37813932; PMCID: PMC10562485.
 5. Zhang, E., Zhang, Y. (2009). Average Precision. In: LIU, L., ÖZSU, M.T. (eds) Encyclopedia of Database Systems. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-39940-9_482.

