

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



4-SON 1(8)  
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, №4  
Vol.1, Iss.4, 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

**Zayniddinov Hakimjon Nasritdinovich,**

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

**Abdullayev Abdujabbor,**

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

**Qo'ldashev Obbozjon 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

**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

Rasulov Akbarali Maxamatovich, Ibroximov Nodirbek Ikromjonovich, To'xtasinov Azamat G'ofurovich, NOYOB MIS METALL KLASTERLARINING GEOMETRIK TUZILISHINI KOMPYUTER EKSPERIMENTI ORQALI TADQIQ ETISH	7-11
Далиев Бахтиёр Сирожидинович, Решение уравнения Абеля методом оптимальных квадратурных формул	12-15
Saidov Mansurjon Inomjonovich, Tartiblangan statistikalarda baholarni topish usullari	16-21
Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMASI TARKIBIDAGI IP XUSUSIYATLARI VA DEFORMATSIYAGA TA'SIRI	22-27
Muradov Farrux Abdukaxarovich, Kucharov Olimjon Ruzimurotovich, Narzullayeva Nigora Ulugbekovna, Eshboyeva Nodira Faxriddinovna, GAZLI ARALASHMALAR VA ZARARLI MODDALARNING ATMOSFERADA TARQALISHI MASALASINI YUQORI TARTIBLI APPROKSIMATSIYANI QO'LLAGAN HOLDA UNI SONLI YECHISH ALGORITMI	28-37
Maniyozov Oybek Azatboyevich, NAVIER-STOKES TENGLAMASINI KLASSIK HAMDA KLASSIK BO'LMAGAN YECHIMLARINI VA UNING O'ZIGA XOSLIGI	38-44
Tillavoldiyev Azizbek Otobek o'g'li, Tibbiy tasvirlarda reprezentativ psevdooobyektlarni segmentatsiyalash algoritmi	45-51
Fayziev Shavkat Ismatovich, Karimov Sherzod Sobirjonovich, Muxtarov Alisher Muxtorovich, DDoS hujumlarni aniqlashda neyron tarmoqlarga asoslangan gibrid modellarni ishlab chiqish	52-58
Rasulmuxamedov Maxamadaziz Maxamadaminovich, Shukurova Shohsanam Bahridin qizi, Mirzaeva Zamira Maxamadazizovna, MURAKKAB SHAKLLI, HAJMLI JISMLARNING ELASTOPLASTIK DEFORMATSIYASINING MATEMATIK MODELLARINI QURISH	59-63
Uzakov B.M., Melikuziyev M.R., TARELKALI TURDAGI REKTIFIKATSIYA KOLONNANING HARORAT KO'RSATKICHLARINI MOSLASHUVCHAN BOSHQARISH	64-72
Порубай Оксана Витальевна, Эволюционные алгоритмы в задачах оптимизации режимов работы региональных энергосистем	73-77
Musayev Xurshid Sharifjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMA TASVIRLARINI ANIQLASH VA RAQAMLI ISHLOV BERISH USULLARI	78-81
Нурдинова Разияхон Абдихаликовна, ПОЛУПРОВОДНИКИ КАК МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРМОГЕНЕРАТОРОВ В МЕДИЦИНЕ	82-85
Мовлонов Пахловон Ибрагимович, ДЕГРАДАЦИЯ СЭ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА И ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ	86-90
Севинов Жасур Усманович, Темербекова Барнохон Маратовна, Мамазаров Улугбек Бахтиёр угли, Бекимбетов Баходир Маратович, Синтез методов цифровой регистрации в системах сбора и обработки измерительной информации для обеспечения достоверности в информационно-управляющих системах	91-96
O.S.Rayimdjonova, ISSIQLIK VA OPTOELEKTRON O'ZGARTIRGICHLARNING ASOSIY TAVSIFLARI VA UMUMIY MASALALARI	97-100
Muradov Farrux Abdukaxarovich, Narzullayeva Nigora Ulugbekovna, Kucharov Olimjon Ruzimurotovich, Eshboyeva Nodira Faxriddinovna, ATMOSFERANING CHEGARAVIY QATLAMIDA GAZLI ARALASHMALAR VA ZARARLI MODDALARNING TARQALISHI MASALASINI O'ZGARUVCHILARNI ALMASHTIRISH USULI YORDAMIDA IFODALASH VA UNING SONLI YECHISH ALGORITMI	101-107
Акбаров Давлатали Егиталиевич, Акбаров Умматали Йигиталиевич, Кучкоров Мавзуржон Хурсанбоевич, Умаров Шухратжон Азизжонович, РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИММЕТРИЧНОГО БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СЕТИ ФЕЙСТЕЛЯ ПО КРИПТОСТОЙКИМИ БАЗОВЫМИ ТАБЛИЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ	108-113
Xolmatov Abrorjon Alisher o'g'li, Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich, MAZUTNI REKTIFIKATSIYALASH QURILMALARINING VAKUUM YARATISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH	114-125
Goipova Xumora Qobiljon qizi, Dasturiy ta'minotdagi xatolarni avtomatik topish va tuzatish uchun o'qitiladigan algoritmlar	126-129
Xudoykulov Z.T., Xudoynazarov U.U., YETARLI GOMOMORFIK SHIFRLASH ALGORITMLARI YORDAMIDA AXBOROTNI KRIPTOGRAFIK HIMOYALASH	130-135
Калашников Виталий Алексеевич, ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ В МЕЖДУРЯДЬЯ ХЛОПЧАТНИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШАРНИРНО-ПОЛОЗОВИДНОГО СОШНИКА	136-143
Ermatova Zarina Qaxramonovna, To'qimachilik sanoatida Linter qurilmalarining ahamiyatini o'rganish va kuzatish	144-146
Tolipov Nodirjon Isaqovich, Madibragimova Iroda Mukhamedovna, ON A NON-CORRECT PROBLEM FOR A BIHARMONIC EQUATION IN A SEMICIRCLE	147-151
Xudoykulov Zarif Turakulovich, Qozoqova To'xtajon Qaxramon qizi, PRESENT YENGIL VAZNLI KRIPTOGRAFIK ALGORITMINING TAHLILI	152-157
D.S.Yaxshibayev, A.H.Usmonov, Yer osti sizot suvlari sathi o'zgarishini matematik modellashtirish va sonli tadbiq qilish	158-162

## MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Tojimatov Dostonbek Xomidjon o'g'li, KIBERRAZVEDKA AMALIYOTIDA IOC, LOG VA DARK WEB MONITORING MA'LUMOTLARINING INTELLEKTUAL INTEGRATSIYASIGA ASOSLANGAN KIBERTAHDIDLARNI ERTA ANIQLASH MODELI	163-167
Mirzayev Jamshid Boymurodovich, MATNLI MA'LUMOTLARNI YASHIRIN UZATISHDA STEGANOGRAFIK USULLARDAN FOYDALANISH	168-172
Kabildjanov Aleksandr Sabitovich, Pulatov G'iyos Gofurjonovich, Pulatova Gulxayo Azamjon qizi, LSTM MODELI ASOSIDA OB-HAVO SHAROITLARINING YURAK-QON BOSIMI KASALLIKLARIGA TA'SIRINI BASHORATLASH	173-177
Erejevov Keulimjay Kaymatdinovich, SHAXSNI OVOZI ORQALI IDENTIFIKATSIYALASH ALGORITMLARI	178-183
Muxtarov Ya., Obilov H., OPERATOR USULI YORDAMIDA O'ZGARMAS KOEFFITSIENTLI CHIZIQLI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASINI INTEGRALLASH	184-188
Tillaboev Muxiddinjon, PILLANI NAMLIGINI O'LCHISHNING OPTOELEKTRON QURILMASI	189-192
Atajonova Saidakhon Boratalievna, Khasanova Makhinur Yuldashbayevna, INTEGRATION OF HYBRID SYSTEM ANALYSIS METHODS TO IMPROVE DECISION-MAKING EFFICIENCY	193-196
Зулунув Равшанбек Мамагович, ТЕХНОЛОГИИ ROBOTIC PROCESS AUTOMATION В МЕДИЦИНЕ	197-200
Aliyev Ibratjon Xatamovich, Bilolov Inomjon Uktamovich, CREATING A MODEL OF THE FALL OF SOLAR ENERGY IN CERTAIN COORDINATES	201-204
Akbarov Xatam Ulmasaliyevich, Ergashev Dilshodbek Mamasidiqovich, RDB TOKARLIK DASTGOHIDA ISHLOV BERISH JARAYONINING MATEMATIK MODELINI YARATISH	205-209
Абдуллаев Темурбек Маруфжонович, Козлов Александр Павлович, Разработка интеллектуальной системы управления освещением на основе IoT - технологий	210-219
O'rinboevyev Johongir Kalbay o'g'li, Nugmanova Mavluda Avaz qizi, KLASSTERLASH USULLARI YORDAMIDA NUTQNI AVTOMATIK SEGMENTATSIYALASH	220-225
Dalibekov Lochinbek Rustambekovich, 5G TARMOQLARIDA MASSIVE MIMO TEXNOLOGIYASINI JORIY ETISHNING TAHLILI	226-232
Bozarov Baxromjon Ilxomovich, Fure almashtirishlarini taqribiy hisoblash uchun optimal kvadratur formulalar	233-235
Xusanova Moxira Qurbonaliyevna, TARMOQ QURILMALARIDA DEMILITARIZATSIYALANGAN ZONA (DMZ) NI SOZLASH ORQALI XAVFSIZLIKNI TA'MINLASH	236-239
Ravshan Indiaminov, Sulton Khakberdiyev, INTERACTION BETWEEN MAGNETIC FIELDS AND THIN SHELLS	240-244
Muradov Muhammad Murod o'g'li, Mobil aloqa tayanch stansiyalarini qayta tiklanuvchan energiya ta'minot manbalaridan foydalangan holda energiya bilan ta'minlash xususiyatlari	245-250
Kabildjanov Aleksandr Sabitovich, Pulatov G'iyos Gofurjonovich, Pulatova Gulxayo Azamjon qizi, OB-HAVO SHAROITLARINING YURAK QON BOSIMI KASALLIKLARIGA TA'SIRINI MLP MODELIDA OPTIMALLASHTIRISH	251-255
Okhunov Dilshod Mamatjonovich, Okhunov Mamatjon Xamidovich, Azizov IskandarAbdusalim ugli, Ismoilzhonov Abdullokh Farrukhbk ugli, THE USE OF BIG DATA IN THE DIGITAL ECONOMY	256-260
Abduraimov Dostonbek Egamnazar o'g'li, ELASTIKLIK NAZARIYASI MASALASIGA LIBMAN TIPIDAGI ITERATSION USULNI QO'LLASHNING MATEMATIK MODELI	261-266
Мамадалиев Фозилжон Абдуллаевич, Новый подход составления математической модели для определения параметров торможения автомобиля в экстремальных условиях эксплуатации	267-269
Nasriddinov Otadavlat Usubjonovich, FIZIK MASALALARNI MATEMATIK PAKETLAR YORDAMIDA MODELLASHTIRISH	270-272
Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich, Ro'zaliyev Abdumalikjon Vahobjon o'g'li, AVTOMATLASHTIRILGAN MONITORING TIZIMI SIMSIZ SENSOR TARMOG'IDA MA'LUMOTLARNI UZATISH	273-278
Shamsiyeva Xabiba Gafurovna, VIDEO MA'LUMOTLARGA ISHLOV BERISH VA KOMPYUTERLI KO'RISH ALGORITMLARINING APPARAT DASTURIY MAJMUI	279-284
Atajonov Muhiddin Odiljonovich, AVTONOM FOTOELEKTRIK MODULNI MODELLASHTIRISH	285-288
J.M. Kurbanov, S.S.Sabirov, J.J.Kurbonov, NANOKATALIZATOR OLIISH TEXNOLOGIYASIDA "NAVBAHOR" BENTONITINI QURITISH VA KUYDIRISH JARAYONLARINING TERMOGRAVIMETRIK TAHLILI	289-293
Umarov Shukhratjon, Rakhmonov Ozodbek, ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SECURITY AVAILABLE IN 4G AND 5G MOBILE COMMUNICATION NETWORKS	294-297
Soliyev Bahromjon Nabijonovich, Elektron tijorat savdolarini dasturiy yondashuvi tahlilida metodlar, matematik model va amaliy ko'rsatkichlar	298-302
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, SINFLAR ORASIDAGI MASOFA, QAROR QABUL QILISH QOIDASI VA AJRATISH FUNKSIYASI	303-305

**MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS**

Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich, Khudoyberdieva Muxayyoxon Zoirjon qizi, Abdubannabov Mo'yudinjon Iqboljon o'g'li, Ergasheva Gulruksor Qobiljon qizi, Tohirjonova Zahro Shovkatjon qizi, Mamasodiqov Shohjahon, CHARACTERIZATION OF PHOTOLUMINESCENCE SPECTRUM OF CHALCOGENIDE CADMIUM-BASED SEMICONDUCTOR POLYCRYSTALLINE FILMS	306-315
Sharibayev Nosirjon Yusupjanovich, Musayev Xurshid Sharifjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMALARINI REAL VAQT REJIMIDA ANIQLANGAN NUQSONLARNI TAHLIL QILISH	316-320
Эргашев Отабек Мирзапулатович, Асомиддинов Бекзод, СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	321-326
Djurayev Sherzod Sobirjonovich, Ermatova Zarina Qaxramonovna, YANGI KONSTRUKSIYADAGI MULTISIKLON QURILMASINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH	327-331
J.M. Kurbanov, S.S.Sabirov, J.J.Kurbonov, "NAVBAHOR" BENTONITINING MODIFIKATSIYALANGAN NAMUNASINI O'YUCH EMMda QIZDIRISH HARORATIGA QARAB TEKSTURA XUSUSIYATLARINING O'ZGARISHI	332-337
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, SINOV YORDAMIDA TRIKOTAJ MAXSULOTLARINI SHAKL SAQLASH VA DEFORMATSIYALANISH JARAYONLARINI MONITORINGI	338-343
Muminov Kamolkhon Ziyodjon o'g'li, Artificial Intelligence in Cybersecurity, Revolutionizing Threat Detection and Response Systems	344-347
Тажибаев Илхом Бахтиёрович, ОБРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ В РАДИОЧАСТОТНЫХ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	348-351
Karimov Sardor Ilhom ugli, Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi, Karimova Barnokhon Ibrahimjon qizi, COMPARISON OF MULTISERVICE REMOTE SENSING DATA FOR VEGETATION INDEX ANALYSIS	352-354
Abdurasulova Dilnoza Botirali kizi, PNEUMATIC AND HYDRAULIC TECHNICAL TOOLS OF AUTOMATION	355-359
Абдукадиров Бахтиёр Абдувахитович, СПОСОБЫ НАСТРОЙКИ ВЕСОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ПРИ ОБУЧЕНИИ ДАННЫХ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ	360-365
Turakulov Otabek Xolmirzayevich, Mamaraufov Odil Abdixamitovich, IJTIMOYI TARMOQLARDA ELEKTRON MATNLI MA'LUMOTLARNI TASNIFLASHNING NEYRON-NORAVSHAN ALGORITMI	366-370
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon og'li, Muxtoriddinov Muhammadyusuf Temirxon o'g'li, REGIONS APPLICATIONS SYSTEMS RECOGNITION	371-373
Raximov Baxtiyor Nematovich, Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi, Majmuaviy markazlashtirilgan tizimlarning arxitekturasi va funksiyalari	374-378
Нурилло Мамадалиев Азизиллоевич, Моделирование конфликтных ситуаций телевизионных изображений в процессе обработки видеoinформации	379-381
A.A. Otaxonov, ОБНАРУЖЕНИЕ И ОЦЕНКА ФИШИНГОВЫХ URL-АДРЕСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	382-390
Akbarov Xatam Ulmasaliyevich, Ergashev Dilshodbek Mamasidiqovich, X12M MARKALI PO'LAT UCHUN TERMOSIKLLI ISHLOV BERISHNI AMALGA OSHIRISH PARAMETRLARI	391-396
Abdukodirov Abduvaxit Gapirovich, Abdukadirov Baxtiyor Abduvaxitovich, YUZ TASVIRLARINI GEOMETRIK NORMALLASHTIRISH ALGORITMINI ISHLAB CHIQISH	397-401
D.B.Abdurasulova, T.U.Abduhafizov, RAQAMLI IQTISODIYOTNING O'SISHI VA UNING TADBIRKORLIK FAOLIYATIGA TA'SIRI	402-405
Ibragimov Navro'zbek Kimsanbayevich, Hududiy oliy ta'lim muassasalarida raqobat ustunligini ta'minlashning diagnostik tahlil qilish uchun dasturiy ta'minot	406-413
Melikuziyev Azimjon Latifjon ugli, USING COMPUTER-SIMULATOR PROGRAMS IN TEACHING PARALINGUISTIC UNITS	414-417
Soliyev B.N., Ismoilova M.R., ELEKTRON TIJORATDA QAYTARILISHLARNI OPTIMALLASHTIRISH VA ULARNING NATIJALARI	418-421
Ergashev Otabek Mirzapulatovich, FUZZY RULE BASE DESIGN FOR NUMERICAL DATA ANALYSIS	422-428
Abdukadirova Gulbahor Xomidjon qizi, Abduqodirova Mohizoda Ilxomidin qizi, YUZ TASVIRLARIGA DASTLABKI ISHLOV BERISHDA NEYRON TARMOQ ALGORITMLARINI QO'LLASH SAMARADORLIGI	429-436
Садикова Мунира Алишеровна, ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ	437-444
Pulatov Sherzod Utkurovich, Djumaniyazov Otabek Baxtiyarovich, THE ROLE OF IoT TECHNOLOGIES IN MONITORING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE KHOREZM REGION	445-448
Mukhammadyunus Norinov, RESEARCH ON INCREASING THE BRIGHTNESS OF TELEVISION IMAGES	449-455
Arabboyev Alisher Avazbek o'g'li, DIFFIE-HELLMAN ALGORITMI VA XAVFSIZ KALIT ALMASHISH PROTOKOLLARI	456-458
Raximov Baxtiyor Nematovich, G'oiyova Xumora Qobiljon qizi, Ovoz tovushlari intellektual taxlili asosida videokuzatuz tizimini boshqarish	459-462

## YUZ TASVIRLARIGA DASTLABKI ISHLOV BERISHDA NEYRON TARMOQ ALGORITMLARINI QO'LLASH SAMARADORLIGI

**Abdukadirova Gulbahor Xomidjon qizi,**  
"Axborot texnologiyalari kafedrsi assistenti"  
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi  
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona  
filiali  
Farg'ona, O'zbekiston  
gulbahorabdukadirova1991@gmail.com

**Abduqodirova Mohizoda Ixomidin qizi,**  
"Axborot texnologiyalari kafedrsi assistenti"  
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi  
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona  
filiali  
Farg'ona, O'zbekiston  
mohizoda0524ilhomidinovna@gmail.com

**Annotatsiya:** Yuz tasvirlariga dastlabki ishlov berish algoritmlari biometrik tizimlar, yuzni aniqlash va ifoda tahlilida muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu maqola yuz tasvirlarga dastlabki ishlov berish model o'qitishning eng muhim bosqichlaridan biri ekanligi hamda yuz tasvirlariga dastlabki ishlov berish neyron tarmoqni muvaffaqiyatli o'qitish va yuqori aniqlikni ta'minlash uchun muhim. Dastlabki ishlovning sifati modelning nafaqat ma'lumotlarni qayta ishlash tezligiga, balki murakkab sharoitlarda aniqlik bilan ishlashiga ham bevosita ta'sir qiladi. To'g'ri ishlov berilgan ma'lumotlar neyron tarmoqni samarali o'qitishni va yuqori aniqlikdagi natijalarga erishishni ta'minlaydi. Zamonaviy usullar tahlil qilinadi. Ushbu algoritmlar ma'lumot sifatini oshirish va keyingi ishlov berish jarayonlarini soddalashtirish imkonini beradi. Tadqiqot yuzni qayta ishlashning ilmiy asoslarini yoritib, amaliy tatbiq uchun qo'llanma sifatida xizmat qiladi.

**Ka'lit so'zlar:** tasvirlarga ishlov berish algoritmlari, FaceNet, SVM algoritmi, MobileNet2 neyron tarmog'i arxitekturasi, Nuqtalarni hisoblash algoritmi TensorFlow kutubxonasi, konvolyutsion neyron tarmoq (CNN).

### Kirish

Yuz tasvirlariga dastlabki ishlov berish algoritmlari zamonaviy texnologiyalar va ilmiy tadqiqotlarning ajralmas qismiga aylangan. Ushbu algoritmlar biometrik tizimlar, yuzni aniqlash, ifoda tahlili, xavfsizlik tizimlari, inson-mashina interfeyslari, va hatto tibbiyot sohalarida keng qo'llaniladi. Yuz tasvirlari odatda real muhitda turli xil buzilishlar, jumladan, shovqin, yorug'lik intensivligining o'zgarishi, geometrik o'zgarishlar (burchak yoki burilish), va fon ma'lumotlari bilan birga olinadi. Bunday murakkab muhitda tasvirlarning to'g'ri ishlov berilmasligi natijani noto'g'ri talqin qilishga olib kelishi mumkin. Shu sababli, dastlabki ishlov berish

jarayoni yuzni aniqlash va tahlil qilish uchun tayyorlov bosqichi sifatida muhim o'rin tutadi.

Tasvirlarni dastlabki ishlov berish algoritmlarining asosiy vazifasi ma'lumotni soddalashtirish, tahlil qilish jarayonini tezlashtirish va aniqlikni oshirishdir. Bu jarayon tasvirni filtrlash, rangli formatdan kulrang rangga o'tkazish, shovqinni kamaytirish, geometriyani normallashtirish va ma'lum bir xususiyatlarni ajratish kabi bosqichlarni o'z ichiga oladi. Zamonaviy tadqiqotlar ushbu bosqichlarni avtomatlashtirish va optimallashtirish uchun chuqur o'rganish algoritmlaridan, jumladan, konvolyutsion neyron tarmoqlardan (CNN) foydalanishni taklif qiladi.



Yuz tasvirlariga ishlov berish faqat texnik jarayon bilan cheklanib qolmay, balki insoniy ma'lumotlarni himoya qilish va xavfsizlik talablari bilan ham bog'liq. Bu esa ushbu sohadagi tadqiqotlarni yanada dolzarb qiladi. Ayniqsa, biometrik tizimlar, masalan, yuz orqali autentifikatsiya, yuzni identifikatsiya qilish va his-tuyg'ularni tahlil qilish texnologiyalarida dastlabki ishlov berish bosqichining sifati butun tizimning ishonchligiga bevosita ta'sir qiladi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi ushbu usullarning afzallik va kamchiliklarini baholab, ularni amaliy tatbiqda qo'llash bo'yicha ilmiy tavsiyalarni ishlab chiqishdan iborat. Shu bilan birga, ishlov berish algoritmlarining yuz tasvirlaridagi asosiy elementlarni aniqlashga ta'siri va samaradorligi haqida xulosalar keltiriladi.

Mazkur maqolada yuz tasvirlariga dastlabki ishlov berish jarayonining bosqichlari, jumladan, tasvirlarni normallashtirish, shovqinni kamaytirish, chekka chiziqlarni aniqlash va yuzni aniqlash metodlari ko'rib chiqiladi. Ushbu jarayon keyingi ishlov berish bosqichlarini osonlashtirib, yuqori aniqlikka erishish imkonini beradi. Maqolaning asosiy maqsadi tasvirga ishlov berishning turli usullarini tahlil qilish va ularning samaradorligini amaliy misollar yordamida baholashdir. Maqola yuzni qayta ishlash algoritmlarining nafaqat nazariy, balki amaliy jihatlarini ham yoritadi.

### Adabiyotlar tahlili va metodologiya

Zamonaviy tadqiqotlar chuqur o'rganish (deep learning) texnologiyalarining yuzni tahlil qilishda samaradorligini ko'rsatadi. Misol uchun, Ren va boshqalar (2015) tomonidan taklif qilingan Fast R-CNN modeli va FaceNet algoritmi yuzni aniqlash va ifodalarni tanib olishda yuqori aniqlikni ta'minlagan.[1] Ushbu yondashuvlar ko'proq hisoblash resurslarini talab qiladi, ammo ko'p qatlamli neyron tarmoqlar yordamida tasvirning murakkab xususiyatlarini o'rganishga imkon beradi. Tasvirdagi shovqinni kamaytirish uchun Davis Cope1, Barbara Blakeslee2 va Mark E. McCourt2(2013) tasvirni ishlov berish bo'yicha ushbu filtrlarning samaradorligini isbotlab, ularning tasvirning aniqligini oshirishdagi

rolini ta'kidlaydi.[2] Shuningdek, histogramni tenglashtirish texnikasi tasvir kontrastini yaxshilashda juda muhim hisoblanadi, bu esa yuzni aniqlash jarayonida sezilarli yordam beradi. Dlib va MTCNN (Multi-task Cascaded Convolutional Networks) algoritmlari so'nggi yillarda e'tibor markaziga aylangan. Zhang va boshqalar (2016) tomonidan ishlab chiqilgan MTCNN modeli ko'p bosqichli yondashuv orqali yuzni aniqlashda yuqori aniqlikka 2018-yilda Sandler et al erishadi. Ushbu model tasvirning bir nechta xususiyatlarini bir vaqtning o'zida tahlil qilishga imkon beradi, bu esa uni zamonaviy ilovalar uchun afzal qiladi.[3]

MobileNetV2 — bu kichik hisoblash quvvatiga ega qurilmalarda (mobil telefonlar, IoT qurilmalari) samarali ishlash uchun ishlab chiqilgan engil va tezkor konvolyutsion neyron tarmoq arxitekturasi. Ushbu arxitektura MobileNetV1 asosida takomillashtirilgan bo'lib, samaradorlik va aniqlikni oshirish uchun bir nechta innovatsion texnikalarni qo'llaydi. MobileNetV2 arxitekturasi tomonidan taqdim etilgan.

Tasvirlar tasnifiga asoslangan identifikatsiyalash modelini ishlab chiqish uchun birinchi navbatda yuzlarni topish va tasvirdan ajratib olish uchun neyron tarmoq niqobli yuz detektorini sozlandi, so'ngra tasvir belgilarini chuqur neyron tarmog'iga o'tkazish orqali sinflarga ajratish uchun yuz belgilari 128 o'lchovli o'lchamga joylashtirildi. Lokal belgilar usullari ma'lum geometrik xususiyatlarga ega bo'lgan yuz xususiyatlarini aniqlash va tavsiflash uchun ishlatiladi (1-rasm).



1-rasm. Ajratilgan yuzning lokal ko'rinishli elementlari qirib olinadi.

Yuzning niqoblangan sohasini samarali olib tashlash uchun, burchak ostida berilgan yuzni sozlash, tekislash vazifasini bajarish uchun 68 ta shakl detektordan foydalanildi. Bundan tashqari, ko'zlar,





qoshlar va yuzning o'rtasi kabi yuz xususiyatlarini aniqlash va aks ettirish uchun 24 ta maxsus belgidan foydalanilgan (2-rasm).



2-rasm. Yuzning ikki o'lchamli maxsus belgilari

Ko'rinadigan yuz belgilarini 128 o'lchamga joylashtirish uchun aniqlangan yuzlarni kesib olish kerak, buning uchun yengil va samarali hisoblangan InceptionV3 sun'iy neyron tarmoq arxitekturasi tanlab olindi. U kompyuterning ko'rish vazifalari uchun ishlab chiqilgan TensorFlow kutubxonasi tomonidan quvvatlanadigan ochiq kodli Keras neyron tarmoq kutubxonasi yordamida yaratilgan. Yuzning maxsus nuqtalarini aniqlash uchun chuqur o'qitilgan konvolyutsion neyron tarmog'ini yaratish uchun Google tadqiqotchilari yuz tasvirini kirish ma'lumoti sifatida qabul qiluvchi va chiqish sifatida 128 o'lchamni joylashtirishi mumkin bo'lgan zamonaviy neyron tarmog'ini taqdim qilishdi. Ushbu usul tasniflash masalasini yengillashtiradi, chunki dastlabki tayyorlangan chuqur o'qitish modelidan foydalangan holda ko'plab insonlarning tasnifini solishtirish ko'p vaqt talab etadi va biz esa bu vazifani millisekundlarda bajarishimiz kerak bo'ladi. [1] ish mualliflar so'zlariga ko'ra, FaceNet tarmog'i yuz o'xshashliklariga mos keladigan maxsus nuqtalar orasidagi diapazonni hisoblash uchun chuqur o'qitilgan konvolyutsion neyron tarmog'idan foydalanadi.

FaceNet mualliflari ikki ajratilgan yuz o'rtasidagi o'xshashlikni hisoblash uchun uchlangan xatolik funksiyasidan foydalanganlar. Tarmoq uchun uchta kirish (yakor, ijobiy va salbiy obyektlar) mavjud bo'lganligi sababli, ushbu xatolik funksiyasidan foydalanishning mohiyati shundan iboratki, yakor obyekt salbiy obyektga qaraganda ijobiy obyektga nisbatan o'xshash bo'lishi kerak va ushbu solishtirishni hisoblash formulasi quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$\mathcal{L}(x, y, z) = \max(\|f(x) - f(y)\|^2 - \|f(x) - f(z)\|^2 + \theta)$$

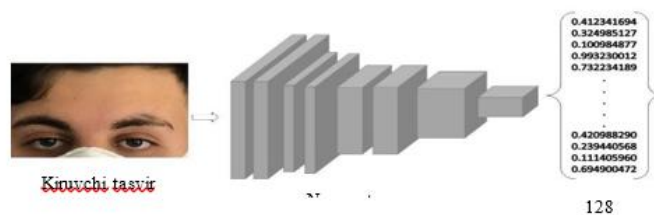
(1)

Bu yerda  $x$  yakor obyekt,  $y$  ijobiy obyekt va  $z$  salbiy obyekt.  $f(\cdot)$ , 128 o'lchamdagi tasvirni joylashtiradigan funksiyani belgilaydi. Va  $\theta$  ijobiy va salbiy qism o'rtasidagi farqni ifodalaydi, bu juft tasvirlar orasidagi farqlovchi qiymatni anglatadi. (1) formula asosida belgilarni ajratishda foydalaniladi.

Joylash (vektorga) deganda kiritilgan tasvirdan bir nechta kerakli o'lchovlarni olish va 128 o'lchamli tasvirni kodlash tushuniladi (2-rasm). Google ning FaceNet, Facebookning DeepFace va Amazonning Rekognition kabi vektorlariga yuz tasvirini kodlash uchun dastlabki o'qitilgan modellar mavjud. Ushbu modellar yuz belgilarini kodlash va ularni taqqoslash uchun o'qitilgan.

Tadqiqot ishida qo'yilgan masalani yechish uchun yuzning yuqori qismini 128 o'lchovli vektorga kodlaydigan model kerak bo'ladi. Ushbu vazifani bajarish uchun FaceNet arxitekturasi tanlab olindi. FaceNet mualliflarining ta'kidlashicha, 128 o'lchamli o'lchov, DeepFace kabi zamonaviy usullarga nisbatan yuqori aniqlikka erishish uchun yetarlidir. FaceNet modeli TensorFlow bilan OpenCV-dnn kutubxonasida yuzni aniqlash modelining chiqish hajmiga asoslangan kirish o'lchami  $3 \times 96 \times 96$  bo'lgan tasvirlar yordamida amalga oshirilgan.

Kodlash bosqichida o'rnatilgan yuz normallashtiriladi, bu boshqa diapazonda o'lchangan qiymatlarni standart o'lchamga o'tkazishni anglatadi va vektorlar normallashtirilib, turli tasniflash, regressiya va klasterlash algoritmlariga ega bo'lgan scikits-learn kutubxonasidan foydalaniladi.



3-rasm. Yuz tasvirini 128 o'lchamli vektorga joylash.



Tasniflash masalasini yechishda o'tkazilgan tajribalarda ma'lumotlar to'plamidagi ikki sinf (niqoblangan yuzlar, niqoblanmagan yuzlar) uchun aniqlik va xatolik aniqligini solishtirish uchun turli modellardan foydalanildi. Ilmiy ishimizdagi yuzlarni tasniflash muammolari uchun asosiy klassifikator sifatida tayanch vektorlar usulidan foydalanilgan. Tayanch vektorlar usuli Korinna Kortess va Vladimir Vapnik tomonidan [2] maqolasida taqdim etilgan, bu tasniflash muammolarini hal qilishning samarali usuli hisobladi. Mualliflar boshqa ma'lumotlar to'plami bilan tajriba o'tkazish orqali tayanch vektorlar usulining samaradorligini isbotladilar.

SVM algoritmining asosiy g'oyasi optimal gipertekislikni aniqlash va chiziqli bo'lmagan ajraladigan masalalarni umumlashtirishdan iborat. ANN algoritmi bilan solishtirganda, SVM algoritmi barcha o'quv ma'lumotlarida nol xatoga erishishga harakat qilganida, o'qitish jarayonida sodir bo'luvchi o'lchovli nusxalalanish va ortiqcha o'qitish kabi jarayonlari sodir bo'lmaydi.

Tayanch vektorlar usuli ikkilik tasniflash uchun ishlab chiqilgan, shuning uchun ular o'quv ma'lumotlari va tegishli belgilar (label) asosida o'qitiladi. Test xatoligini hisoblash uchun ikkita xatolik funksiyasi qo'llaniladi, birinchisi L1-SVM deb ataladi, u zaxira o'zgaruvchilarning chiziqli yig'indisini tashkil qiladi va L2-SVM deb nomlanuvchi ikkinchi xatolik funksiyasi, zaxira o'zgaruvchilarining kvadrat yig'indisini tashkil qiladi. L2-SVM turi L1-SVM ga qaraganda samarali hisoblanadi, chunki L2-SVM differensiallanadi va chegaradan chiquvchi nuqtalar uchun katta (chiziqiga qaraganda kvadratik) xatolarga olib keladi. Matematik jihatdan, L2-SVM tenglamasi L1-SVM tenglamasining to'rtburchakli shaklidir, lekin u kvadratik xatolarini minimallashtiradi:

$$\min_W \frac{1}{2} W^T W + C \sum_{n=1}^N \max_t (1 - W^T X_n t_n, 0)^2 \quad (2)$$

Bu yerda  $X_n$  – kiruvchi ma'lumotni bildiradi,  $t_n$  – bashorat oralig'i  $\in (-1, +1)$  va  $\max$  – funksiyasi zaif kvadratlar o'zgaruvchisini bildiradi.  $x$  sinov

ma'lumotlarining sinf belgisini (label) bashorat qilish

uchun 
$$\arg \max_t (W^T X)^t$$
 formulasidan foydalaniladi.[4]

Tasvirdan belgi ajratish uchun u dastlab matritsa ko'rinishidagi sonlar to'plamiga (Numpi kutubxonasi yordamida) o'tkaziladi. Tasvirning integral ko'rinishi bu matritsa bo'lib, uning o'lchami dastlabki tasvirning o'lchami bilan bir xilda bo'ladi. Matritsaning komponentalari quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$I(x, y) = \sum_{i=0}^{i \leq x} \sum_{j=0}^{j \leq y} I(i, j) \quad (3)$$

bu yerda  $I(i, j)$  – berilgan tasvirning piksel yorqinligi.

$I(x, y)$  – matritsaning har bir elementi  $(0, 0)$  dan  $(x, y)$  gacha bo'lgan to'rtburchakdagi piksellar yig'indisidir. Matritsani hisoblash tasvirdagi piksellar soniga proporsional chiziqli vaqtni talab qiladi.[5]

Yuz niqoblarini aniqlash uchun yuz tasvirining belgilar fazosini shakllantirish algoritmi quyida keltirilgan:

**1-qadam.** Tasvir kiritiladi.

**2-qadam.** Maxsus nuqtalarni saqlash uchun ro'yhat (sonlar to'plami) yaratiladi.

**3-qadam.** Kiruvchi tasvir asosida tasvirning integral ko'rinishi (3) formula asosida hisoblanadi.

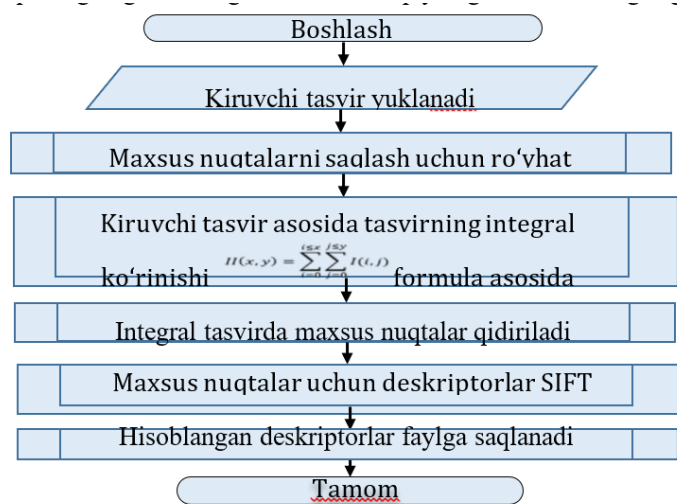
**4-qadam.** Integral tasvirda maxsus nuqtalar qidiriladi.

**5-qadam.** Maxsus nuqtalar uchun deskriptorlar SIFT usuli yordamida hisoblanadi.

**6-qadam.** Hisoblangan deskriptorlar faylga saqlanadi.

Yuqoridagi algoritmnin blok-sxemasi quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:





4-rasm. Nuqtalarni hisoblash algoritmi uchun blok diagrammasi

### Natija

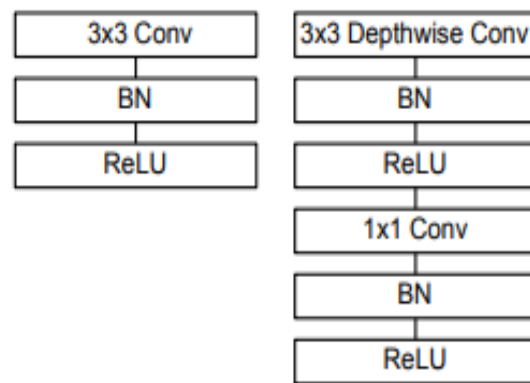
Yuz ma'lumotlari bazasini o'qitishda MobileNetV2 neyron tarmoq arxitekturasidan foydalanildi. Oddiy konvolyutsiya amali

$D_k * D_k * C_{in}$  filtrini tashkil qiladi, bu yerda  $D_k$  – konvolyutsiya yadrosining o'lchami va  $C_{in}$  – kirish kanallari soni. Konvolyutsion qatlamning umumiy hisoblash murakkabligi

$D_k * D_k * C_{in} * D_f * D_f * C_{out}$  ni tashkil qiladi, bu yerda  $D_f$  – qatlamning balandligi va kengligi (tenzorning kirish va chiqish fazoviy o'lchamlari bir xil deb faraz qilamiz),  $C_{out}$  – esa chiqish kanallari soni.

Chuqur ajraladigan konvolyutsiya (depthwise separable convolution) g'oyasi bunday qatlamni kanalma-kanal filtrlardan iborat bo'lgan chuqurlikdagi (depthwise) konvolyutsiyaga va  $1 \times 1$  konvolyutsiyaga (shuningdek, pointwise convolution – nuqtali konvolyutsiya deb ataladi) parchalashdan iborat. Bunday qatlamni qo'llash bo'yicha operatsiyalarning soni quyidagicha hisoblandi  $(D_k * D_k + C_{out}) * C_{in} * D_f * D_f$ .

Quyida 4-rasmning chap qismida oddiy konvolyutsion tarmoq bloki, o'ngda esa asosiy MobileNet bloki keltirilgan.



5-rasm. Oddiy konvolyutsion va MobileNetV2 neyron tarmog'i tuzilish bloklari

Tarmoqning konvolyutsion qismi boshida  $3 \times 3$  konvolyutsiyali bitta oddiy konvolyutsion qatlamdan va rasmning o'ng qismida keltirilgan o'n uchta blokdan iborat bo'lib, filtrlar soni asta-sekin ortib, tensorning fazoviy o'lchami esa kamayib bordi.

Ushbu arxitekturaning o'ziga xos xususiyati max pooling (maksimal birlashma) qatlamlarining mavjud emasligidir. Buning o'rniga fazoviy o'lchamni kamaytirish uchun qadam parametri 2 ga teng bo'lgan konvolyutsiya qo'llanildi.

MobileNet arxitekturasining ikkita giperparametri  $\alpha$  (kenglik multiplikatori) va  $\rho$  (chuqurlik multiplikatori yoki kenglikni ko'paytiruvchi) mavjud.

Kenglik multiplikatori har bir qatlamdagi kanallar soni uchun javobgardir. Misol uchun,  $\alpha = 1$  qiymat yuqorida tasvirlangan arxitekturani bersa,  $\alpha = 0,25$  har bir blokning chiqishida kanallar sonini to'rt baravar kamaytirilgan arxitekturani beradi.[7]

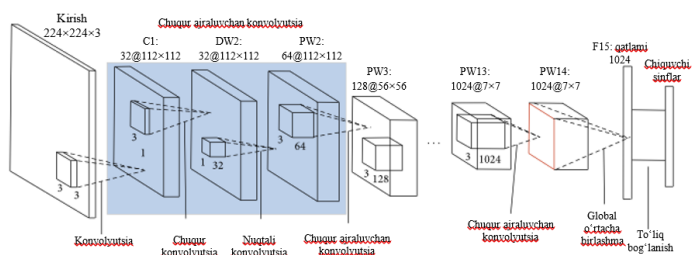
Chuqurlik multiplikatori kirish tenzorlarining fazoviy o'lchamlari uchun javobgardir. Masalan,  $\rho = 0,5$  qiymati har bir qatlamga berilgan belgilar xaritasining balandligi va kengligi ikki barobarga qisqarishini bildiradi.

Ikkala parametr ham tarmoq hajmini o'zgartirishga imkon beradi:  $\alpha$  va  $\rho$  ni kamaytirish orqali biz tanib olish aniqligini kamaytiramiz, lekin ayni paytda ishlash tezligini oshiramiz va xotira sarfini kamaytiramiz.[5]

**MobileNetV2** — bu samaradorlikni oshirish va kam resurs talab qilishni ta'minlash uchun ishlab



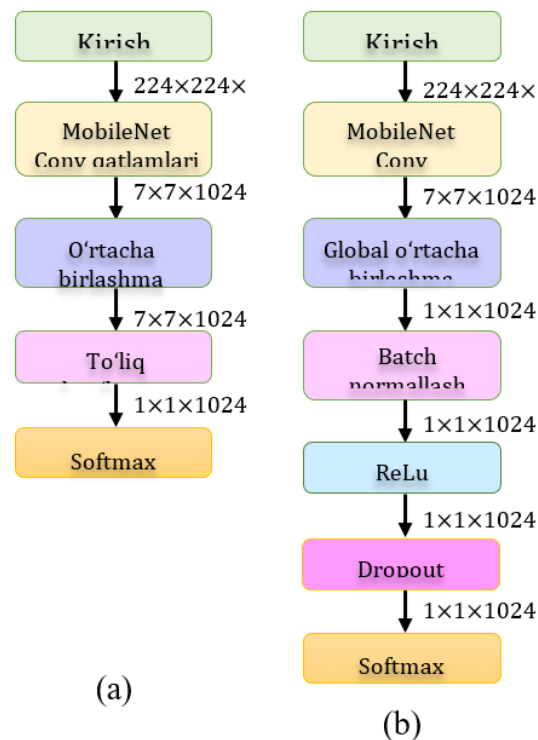
chiqilgan chuqur konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) arxitekturasi. U asosan mobil qurilmalar va past quvvatli tizimlar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, klassik va zamonaviy texnikalarni birlashtiradi. MobileNetV2 o‘zining samarali va yengil arxitekturasi bilan tasvirni tasniflash va boshqa kompyuter ko‘rish vazifalarida keng qo‘llaniladi. Teskari qoldiq bloklari va chiziqli bottleneck texnikasi tufayli bu model past quvvat talab qiluvchi qurilmalarda ishlash uchun ideal tanlovdur. MobileNetV2 neyron tarmog‘i arxitekturasida mavjud qatlamlar, konvolyutsiya, chuqur konvolyutsiya, nuqtali konvolyutsiya, chuqur ajraluvchan konvolyutsiya, o‘rtacha birlashma hamda belgilar xaritasining o‘lchamlari quyidagi 4-rasmda keltirilgan:



5-rasm. MobileNetV2 konvolyutsion neyron tarmoq arxitekturasi

Yuqoridagi 5-rasmda MobileNetV2 neyron tarmog‘ining tuzilishida kiruvchi tasvirlar  $224 \times 224$  o‘lchamida berilib, belgilar xaritasi  $3 \times 3$  o‘lchamida berilgan. So‘ngra chuqur konvolyutsiya, nuqtali konvolyutsiya, chuqur ajraluvchan konvolyutsiya, global o‘rtacha birlashma va to‘liq bog‘lanish amallari ketma-ketligi beriladi. [7]

Tadqiqot ishida qo‘yilgan masalani yechishda neyron tarmoq modelini o‘qitish natijasida uning samaradorlik qiymatini oshirish uchun MobileNet neyron tarmoq arxitekturasiga qo‘shimcha qatlamlar qo‘shilishi natijasida quyidagi arxitekturaga ega neyron tarmog‘i hosil qilindi:



7-rasm. MobileNet arxitekturasi. (a) mavjud va (b) taklif etilgan MobileNet arxitekturasi

MobileNet neyron tarmog‘ining “o‘rtacha birlashma” qatlami o‘rniga “global o‘rtacha birlashma” qatlami, “to‘liq bog‘lanish” qatlami esa “batch normallash”, “ReLU” faollashtirish funksiyasi hamda tarmoqning ortiqcha o‘qitilishini oldini olish uchun “dropout” qatlamlari bilan almashtirilgan.[7] Yuqorida qo‘shimcha qilingan qatlamlar neyron tarmog‘ini samarali o‘qitish imkonini beradi. MobileNet neyron tarmoq arxitekturasida mavjud qatlamlar, filtrlar hajmi, chuqurlik, qadamlar shuningdek sinflar soni quyidagi 1-jadvalda batafsil keltirilgan.

1- jadval. MobileNet tanasi arxitekturasi

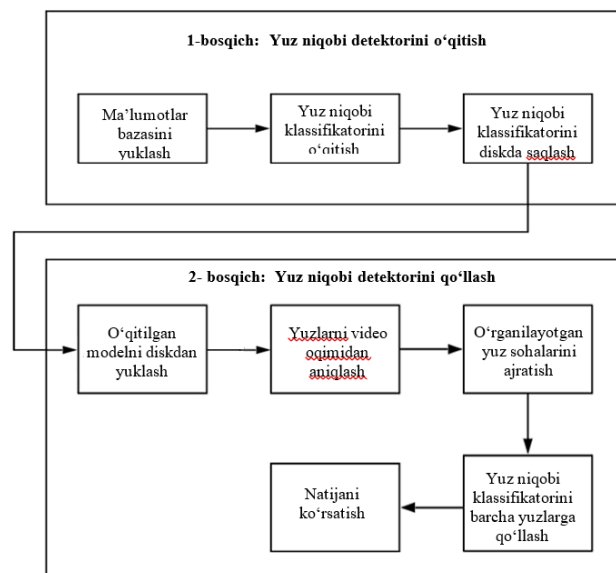


Konvolyutsiya turi / qadam	Filtr shakli	Kirish hajmi
Conv / q2	$3 \times 3 \times 3 \times 32$	$224 \times 224 \times 3$
Conv ch / q1	$3 \times 3 \times 32$ ch	$112 \times 112 \times 32$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 32 \times 64$	$112 \times 112 \times 32$
Conv ch / q2	$3 \times 3 \times 64$ ch	$112 \times 112 \times 64$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 64 \times 128$	$56 \times 56 \times 64$
Conv ch / q1	$3 \times 3 \times 128$ ch	$56 \times 56 \times 128$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 128 \times 128$	$56 \times 56 \times 128$
Conv ch / q2	$3 \times 3 \times 128$ ch	$56 \times 56 \times 128$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 128 \times 256$	$28 \times 28 \times 128$
Conv ch / q1	$3 \times 3 \times 256$ ch	$28 \times 28 \times 256$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 256 \times 256$	$28 \times 28 \times 256$
Conv ch / q2	$3 \times 3 \times 256$ ch	$28 \times 28 \times 256$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 256 \times 512$	$14 \times 14 \times 256$
Conv ch / q1	$3 \times 3 \times 512$ ch	$14 \times 14 \times 512$
5x Conv / q1	$1 \times 1 \times 512 \times 512$	$14 \times 14 \times 512$
Conv ch / q2	$3 \times 3 \times 512$ ch	$14 \times 14 \times 512$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 512 \times 1024$	$7 \times 7 \times 512$
Conv ch / q2	$3 \times 3 \times 1024$ ch	$7 \times 7 \times 1024$
Conv / q1	$1 \times 1 \times 1024 \times 1024$	$7 \times 7 \times 1024$
Avg Pool / q1	Pool $7 \times 7$	$7 \times 7 \times 1024$
FC / q1	$1024 \times 1000$	$1 \times 1 \times 1024$
Softmax / q1	Klassifikator	$1 \times 1 \times 1000$

Yuz niqobini aniqlash modeli inson yuzidagi niqob bor yoki yo'qligini aniqlashga mo'ljallangan neyron tarmoqni o'qitish jarayonini ifodalaydi. Ushbu model niqobli va niqobsiz yuzlarni tasniflashda, hamda real vaqtda kameradan olingan videolarni qayta ishlashda qo'llaniladi. Neyron tarmoqni o'qitish jarayonida tasvirlarga dastlabki ishlov berish modelning aniqligi va samaradorligini ta'minlash uchun muhim ahamiyatga ega. Ushbu jarayon tasvirlarni to'g'ri formatlash, optimallashtirish va ma'lumotni tarmoq talablariga moslashtirishdan iborat. Tasvirlarga dastlabki ishlov berish model o'qitishning eng muhim bosqichlaridan biridir. [8] Yuz tasvirlariga dastlabki ishlov berish neyron tarmoqni muvaffaqiyatli o'qitish va yuqori aniqlikni ta'minlash uchun muhim bosqichdir. Dastlabki ishlovning sifati modelning nafaqat ma'lumotlarni qayta ishlash tezligiga, balki murakkab sharoitlarda aniqlik bilan ishlashiga ham bevosita ta'sir qiladi. To'g'ri ishlov berilgan ma'lumotlar neyron tarmoqni samarali o'qitishni va yuqori aniqlikdagi natijalarga erishishni ta'minlaydi. Har bir bosqichda ma'lumotlar sifati va tarmoq talablariga moslashuviga e'tibor qaratish lozim.

Neyron tarmoqni o'qitish uchun zarur bo'lgan asosiy bosqichlar quyida keltirilgan. Neyron tarmoqli yuz niqobi detektori modelini o'qitish uchun dasturni

ikki alohida bosqichga bo'lish kerak, ularning har biri 8-rasmda keltirilgan o'ziga xos bosqichga ega:



8-rasm. Yuzdagi niqobni mavjud yoki mavjud emasligini aniqlash uchun video oqimi kadrlariga ishlov berish sxemasi

## Xulosa

Mazkur maqolada yuz tasvirlariga dastlabki ishlov berish jarayonining bosqichlari, jumladan, tasvirlarni normallashtirish, shovqinni kamaytirish, chekka chiziqlarni aniqlash va yuzni aniqlash metodlari ko'rib chiqiladi. Ushbu jarayon keyingi ishlov berish bosqichlarini osonlashtirib, yuqori aniqlikka erishish imkonini beradi. Ushbu ishni bajarish orqali dastlabki ishlov berish algoritmlarining amaliy natijalariga asoslangan yondashuvlar ishlab chiqiladi. [8] Tadqiqot ishida qo'yilgan masalani yechishda neyron tarmoq modelini o'qitish natijasida uning samaradorlik qiymatini oshirish uchun MobileNet neyron tarmoq arxitekturasiga qo'shimcha qatlamlar qo'shilishi natijasida yangi arxitekturaga ega neyron tarmog'i hosil qilindi:

Mazkur tadqiqot nafaqat sun'iy intellekt va kompyuter ko'rish bo'yicha tadqiqotchilar, balki real ilovalarni ishlab chiqishda ishtirok etuvchi muhandislar uchun ham dolzarb ahamiyatga ega.

## Foydalanilgan adabiyotlar

- Ren, S., He, K., Girshick, R., et al. (2015) Faster R-CNN: Towards Real-Time Object



- Detection with Region Proposal Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 28, 91-99.  
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3143500>
2. Davis Cope<sup>1</sup>, Barbara Blakeslee<sup>2</sup>, and Mark E. Analysis of multidimensional difference-of-Gaussians filters in terms of directly observable parameters Published in final edited form as: *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. 2013 May 1; 30(5): 1002–1012  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3789628/>
  3. Xiancheng Zhang<sup>1,2</sup>, Shigeho Noda<sup>2</sup>, Ryutaro Himeno<sup>2</sup> va Hao Liu Cardiovascular disease-induced thermal responses during passive heat stress: an integrated computational study *INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN BIOMEDICAL ENGINEERING Int. J. Numer. Meth. Biomed. Engng.* (2016); e02768 Published online in Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)). DOI: 10.1002/cnm.2768  
[https://www.researchgate.net/publication/302956391\\_Zhang\\_et\\_al-2016-International\\_Journal\\_for\\_Numerical\\_Methods\\_in\\_Biomedical\\_Engineering-2](https://www.researchgate.net/publication/302956391_Zhang_et_al-2016-International_Journal_for_Numerical_Methods_in_Biomedical_Engineering-2)
  4. Moving Medical Image Analysis to GPU Embedded Systems: Application to Brain Tumor Segmentation *July 2020* 34(2):1-14  
DOI:[10.1080/08839514.2020.1787678](https://doi.org/10.1080/08839514.2020.1787678)  
[https://www.researchgate.net/publication/342825010\\_Moving\\_Medical\\_Image\\_Analysis\\_to\\_GPU\\_Embedded\\_Systems\\_Application\\_to\\_Brain\\_Tumor\\_Segmentation](https://www.researchgate.net/publication/342825010_Moving_Medical_Image_Analysis_to_GPU_Embedded_Systems_Application_to_Brain_Tumor_Segmentation)
  5. F. Schroff, D. Kalenichenko and J. Philbin, "FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering," *2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2015, pp. 815-823, doi: 10.1109/CVPR.2015.7298682
  6. Cortes, C., Vapnik, V. Support-vector networks. *Mach Learn* 20, 273–297 (1995).  
<https://doi.org/10.1007/BF00994018>
  7. Y.Tang, Deep Learning using Linear Support Vector Machines, *arXiv: Learning*, 2013, 1-6 pp., url:  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1306.0239>
  8. Abdukadirova G.X., Orifjonov B.M., Mukaramov T.T. Binoga kirishni boshqarish tizimlarida yuz niqoblarini aniqlashga bo‘lgan yondashuv // *Хисоблаш ва амалий математика муаммолари, Тошкент 2022, Махсус сон №2/1(40)*. 5-12 б.

