

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'ychiyevich,

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 CHIQUISH	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

YUZ IFODASINI ANIQLASH MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH: GRADIENTNI OSHIRISH VA UNING GIPERPARAMETRLARNI SOZLASH VA MUNTAZAMLASHTIRISH (REGULARIZATSIYA)DAGI AHAMIYATI

Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali katta o'qituvchisi
asrayevmuhammaddullo@gmail.com

Kurbanov Abduraxmon Alishboyevich,
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitetining
Jizzax filiali tayanch doktoranti
kurbonov1212abdu@gmail.com

Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li,
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitetining
Jizzax filiali tayanch doktoranti
fayziyevohid@gmail.com

Annotatsiya: So'nggi yillarda yuz ifodasini aniqlash turli sohalarda, jumladan, inson va kompyuter o'zaro ta'siri, hissiyotlarni tahlil qilish va yuz biometrikasida keng qo'llanilishi tufayli katta e'tiborga sazovor bo'ldi. Yuz ifodasini aniqlashning aniq va mustahkam modellarini ishlab chiqish ishonchli natijalarga erishish uchun juda muhimdir. Ushbu maqolada yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirishning ahamiyati va modelni optimallashtirishda gradientni kuchaytirish rolini haqida so'z boradi. Bundan tashqari, optimallashtirish jarayoniga hissa qo'shadigan giperparametrlarni sozlash, tartibga solish usullari, ma'lumotlarni ko'paytirish, uzatishni o'rganish va ishlash ko'rsatkichlarini muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: gradientni kuchaytirish, neyron tarmog'i arxitekturasi, optimallashtirish algoritmlari, o'zaro tekshirish, grid qidiruvi, tasodifiy qidiruv, erta to'xtatish, L1 tartibga solish, L2 tartibga solish, o'chirishni tartibga solish, ma'lumotlarni ko'paytirish, o'tkazishni o'rganish, xususiyatlarni ajratib olish, ishlash ko'rsatkichlari

Kirish. Yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirish orqali biz yuz ifodalari yorug'lik sharoitlari, burchaklar va boshqa omillarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan natijaviy kamchiliklarni kamaytirishda foydalanishimiz mumkin.

Bundan tashqari, optimallashtirilgan modellar his-tuyg'ularni yanada aniq tahlil qilish imkonini beradi, bu marketing, psixologiya va inson-robot o'zaro ta'siri kabi sohalarda qo'llaniladi. Yuz ifodasini aniqlashning optimallashtirilgan modeli sotuvchilarga iste'molchilarning reklamaga bo'lgan munosabatini aniqlashda yordam beradi. Xuddi shunday, psixologlar terapiya seanslarida hissiy javoblarni o'rganish uchun ifodani aniqlashdan foydalanishlari mumkin. Shu

sababli, yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirish turli sohalarda muhim ta'sir ko'rsatadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlari (Convolution neural network – CNN) tasvirlardan fazoviy xususiyatlarni olishda ajoyib samaradorlikni ko'rsatadi. Takroriy neyron tarmoqlari (Recurrent Neural Networks – RNN) yuz ifodalari ketma-ketligidagi vaqtinchalik bog'liqliklarni modellashtirishda ustunligi aniqlandi. Convolutional Recurrent Neural Networks (CRNNs) kabi gibrid arxitekturalar CNN va RNN ning kuchli tomonlarini birlashtiradi. To'g'ri arxitekturani tanlash ma'lumotlarning tabiatiga va yuz ifodasini aniqlash vazifasining o'ziga xos talablariga bog'liqdir. Yuz



xususiyatlarini aniqlashda modellar samaradorligini oshirish uchun Gradient oshirish algoritmi juda muhim. Gradientni oshirish - bu kuchli modelni yaratish uchun qarorlar daraxtlari kabi bir nechta zaif modellarni birlashtirgan kuchli mashinani o'rganish usuli. Bu avvalgi modellar tomonidan qilingan xatolarni qo'lga kiritishga qaratilgan yangi modellarni ketma-ket qo'shish orqali ishlaydi. Ushbu takrorlanuvchi jarayon gibritmodelning umumiy xatosini kamaytiradi, natijada juda aniq va mustahkam model olinadi.

Yuz ifodasini aniqlash kontekstida gradientni kuchaytirish modelning ishlashini optimallashtirishda hal qiluvchi rol o'ynashi mumkin. Gradientni kuchaytirishdan foydalanib, biz yuz xususiyatlari va ifodalari o'rtasidagi murakkab munosabatlarni aniqlashimiz mumkin. Gradientni kuchaytirish modellari uchun bir nechta optimallashtirish algoritmlari mavjud bo'lib, ularning har biri o'zining afzalliklari va cheklovlariga ega. Ba'zi mashhur optimallashtirish algoritmlari orasida AdaBoost, XGBoost va LightGBM mavjud. Bu algoritmlar gradientni oshirishga yondashuvda farqlanadi va model ish faoliyatini yaxshilash uchun turli funksiyalarni taklif qiladi. AdaBoost – Adaptive Boosting so'zining qisqartmasi bo'lib, eng qadimgi va eng mashhur kuchaytirish algoritmlaridan biridir. U noto'g'ri tasniflangan namunalarga yuqori chegarani belgilaydi, bu esa keyingi modellarga ushbu namunalarga e'tibor qaratish va ularning aniqligini oshirish imkonini beradi. XGBoost, boshqa tomondan, tartibga solish texnikasi va parallel ishlov berish imkoniyatlarini taqdim etadi, bu esa uni keng ko'lamli ilovalar uchun mashhur tanlovga aylantiradi. Nisbatan yangiroq algoritmlar bo'lgan LightGBM gistogrammaga asoslangan yondashuvni qo'llash va tezroq o'qitish tezligiga erishish orqali gradientni oshirish jarayonini optimallashtiradi. Har bir optimallashtirish algoritmining o'ziga xos afzalliklari bor va tanlov yuz ifodasini aniqlash vazifasining o'ziga xos talablariga bog'liq. Turli xil algoritmlar bilan tajriba o'tkazish ma'lum bir stsenariy uchun eng mosini aniqlashga yordam beradi. Yuz ifodasini tahlil qilishdani yana bir jihat giperparametrlarni sozlashdir. Giperparametrlar

- bu o'qitish jarayonida model tomonidan o'rganilmaydigan, lekin mashg'ulot jarayoni boshlanishidan oldin o'rnatiladigan parametrlar. Giperparametrlarni sozlash eng yaxshi model ishlashiga erishish uchun ushbu giperparametrlar uchun optimal qiymatlarni tanlashni o'z ichiga oladi. Giperparametrlarni sozlash yuz ifodasini aniqlash modellarining ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Giperparametrlarni diqqat bilan tanlab, biz modelning o'qitish ma'lumotlaridan o'rganish qobiliyatini oshirishimiz, haddan tashqari moslashishning oldini olishimiz va umumlashtirishni yaxshilashimiz mumkin. Turli xil giperparametr kombinatsiyalarini o'rganish va model uchun optimal konfiguratsiyani aniqlash uchun panjara qidirish va tasodifiy qidiruv kabi usullardan foydalanish mumkin. Modelning ishlashini baholash va optimal giperparametrlarni tanlash uchun keng qo'llaniladigan usullardan biri bu o'zaro tekshirishdir. U mavjud ma'lumotlarni bir nechta kichik to'plamlarga bo'lish, modelni ushbu kichik to'plamlar kombinatsiyasi bo'yicha o'rgatish va qolgan kichik to'plamda uning ishlashini baholashni o'z ichiga oladi. Ushbu jarayon bir necha marta, turli xil kichik to'plamlar kombinatsiyasi bilan takrorlanadi va natijalar model samaradorligini yanada ishonchli baholash uchun o'rtacha hisoblanadi. O'zaro tekshirish, ayniqsa, giperparametrlarni sozlashda foydalidir, chunki u turli xil giperparametr konfiguratsiyalarida modelning ishlashini baholashga imkon beradi. O'zaro tekshirish natijasida olingan ishlash ko'rsatkichlarini taqqoslash orqali biz eng yaxshi model ishlashiga olib keladigan giperparametrlarni aniqlashimiz mumkin. Bu tanlangan giperparametrlarning ko'rinmas ma'lumotlarga yaxshi umumlashtirilishini ta'minlaydi va modelning aniqligi va ishonchligini oshiradi.

Metodologiya. Grid qidiruvi va tasodifiy qidiruv giperparametrlarni optimallashtirish uchun ikkita keng tarqalgan yondashuvdir. Grid qidiruvi mumkin bo'lgan giperparametr qiymatlari panjarasini aniqlashni va eng yaxshi konfiguratsiyani topish uchun barcha kombinatsiyalarni to'liq qidirishni o'z ichiga oladi. Bu usul optimal giperparametrlarning belgilangan tarmoq ichida topilishini kafolatlaydi,



lekin hisoblash qimmat bo'lishi mumkin, ayniqsa ko'p sonli giperparametrlar bilan ishlashda.

Boshqa tomondan, tasodifiy qidiruv oldindan belgilangan taqsimotlardan giperparametrlarni tasodifiy tanlaydi. U samaraliroq yondashuvni taklif qiladi, chunki u har bir mumkin bo'lgan kombinatsiyani o'rganmaydi, lekin giperparametrlarning kichik to'plamiga e'tibor beradi. Tasodifiy qidiruv, ayniqsa qidiruv maydoni katta bo'lganda foydalidir va giperparametrlarning to'liq to'plamini aniqlash qiyin. Grid qidiruvi va tasodifiy qidiruv o'rtasidagi tanlov mavjud hisoblash resurslariga, yuz ifodasini aniqlash vazifasining murakkabligiga va optimallashtirishning kerakli darajasiga bog'liq. Ikkala usul ham o'zlarining afzalliklariga ega va ularni optimallashtirish jarayonining o'ziga xos talablari asosida qo'llash mumkin. Model o'qitish ma'lumotlarini juda yaxshi o'rgansa va ko'rinmaydigan ma'lumotlarni umumlashtirmasa, haddan tashqari moslashish sodir bo'ladi. Bu hodisa yuz ifodasini aniqlash modellarining yomon ishlashiga olib kelishi mumkin, chunki ular real stsenariylarda ifodalarni aniq bashorat qilishlari kerak. Haddan tashqari moslashishning oldini olish va modelni umumlashtirish qobiliyatini yaxshilash uchun erta to'xtatish usullaridan foydalanish mumkin. Erta to'xtatib turish o'qitish jarayonida validatsiya to'plami bo'yicha modelning ishlashini kuzatishni va unumdorlik yomonlasha boshlaganda o'qitish jarayonini to'xtatishni o'z ichiga oladi. Shunday qilib, biz modelning o'qitish ma'lumotlariga haddan tashqari ixtisoslashuviga yo'l qo'ymasligimiz va u ko'rinmas ma'lumotlarga yaxshi umumlashtiriladigan asosiy naqshlarni o'rganishini ta'minlashimiz mumkin. Tasdiqlashning yo'qolishi yoki aniqligini kuzatish kabi erta to'xtatish usullari modelning murakkabligi va umumlashtirish o'rtasidagi muvozanatni saqlashga yordam beradi. Yuz ifodasini aniqlash modellarini umumlashtirish qobiliyatini yaxshilash uchun tartibga solish usullari juda muhimdir. Ular haddan tashqari moslashishning oldini olishga yordam beradi va modelning ko'rinmas ma'lumotlarni umumlashtirish qobiliyatini oshiradi. L1 va L2 tartibga solish gradientni kuchaytirish

modellarida tez-tez ishlatiladigan ikkita tartibga solish usulidir. L1 tartibga solish, shuningdek, Lasso tartibga solish nomi bilan ham tanilgan, model og'irliklarining mutlaq qiymatlari asosida yo'qotish funksiyasiga jazo muddatini qo'shadi. Ushbu jazo modelni muhim xususiyatlarning kichik to'plamini tanlashga va ahamiyatsizlaridan voz kechishga undaydi, bu esa yanada oqilona modelga olib keladi. Ridge regulization deb ham ataladigan L2 tartibga solish, model og'irliklarining kvadrat qiymatlari asosida ayirish muddatini qo'shadi. Ushbu ayirish og'irliklarning kichik bo'lishini ta'minlaydi, ekstremal qiymatlarni oldini oladi va modelning individual o'qitish namunalari nisbatan sezgirligini kamaytiradi.

Neyron tarmoqlarda keng tarqalgan bo'lib qo'llaniladigan yana bir tartibga solish usuli, shu jumladan gradientni oshirish modellarini - bu tashlab ketishni tartibga solish. Dropout trening davomida model neyronlarining bir qismini tasodifiy nolga o'rnatadi va qolgan neyronlarni yanada mustahkamroq va mustaqil tasvirlarni o'rganishga majbur qiladi. Ushbu uslub aniq neyronlarga bo'lgan ishonchni kamaytirish orqali ortiqcha moslashishning oldini olishga yordam beradi va modelni umumiy xususiyatlarni o'rganishga undaydi.

O'qitish jarayoniga tartibga solish usullarini kiritish orqali biz yuz ifodasini aniqlash modellarini umumlashtirish qobiliyatini yaxshilashimiz va ularning real stsenariylarda ishlashini yaxshilashimiz mumkin.

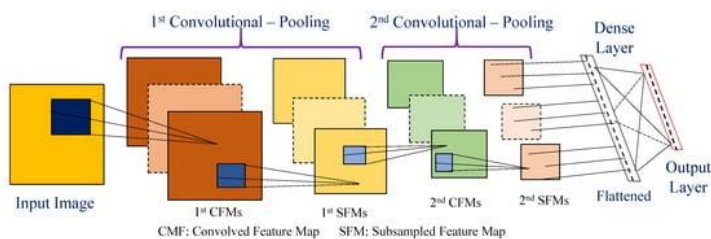
O'qitish ma'lumotlarining xilma-xilligini oshirish uchun ma'lumotlarni ko'paytirish. Ma'lumotlarni ko'paytirish - bu asl namunalarga turli xil o'zgarishlarni qo'llash orqali o'qitish ma'lumotlarining hajmini va xilma-xilligini sun'iy ravishda oshirish uchun ishlatiladigan usul. Yuz ifodasini aniqlash kontekstida yorug'lik sharoitlari, burchaklar va yuz ifodalaridagi o'zgarishlarni simulyatsiya qilish uchun ma'lumotlarni ko'paytirish usullaridan foydalanish mumkin, bu esa modelni ushbu omillarga nisbatan mustahkamroq qiladi.

Yuz ifodasini aniqlash uchun ba'zi umumiy ma'lumotlarni ko'paytirish usullari tasodifiy kesish, gorizontaal aylantirish, aylantirish va yorqinlikni



sozlashni o'z ichiga oladi. Tasodifiy kesish asl tasvirdan kichikroq hududni tasodifiy tanlashni, yuzning joylashuvi va masshtabidagi o'zgarishlarni taqlid qilishni o'z ichiga oladi. Gorizontall aylantirish tasvirni gorizontall tarzda aks ettiradi, yuz ifodalari teskari bo'lgan qo'shimcha o'qitish namunalari yaratadi. Aylanish va yorqinlikni sozlash mos ravishda yo'nalish va yorug'lik sharoitida o'zgarishlarni keltirib chiqaradi.

Natijalar. CNN ning o'ziga xos tuzilishi tufayli u tasvir sohasi uchun eng mos modeldir. CNN kirish qatlamidan, bir nechta konvolyutsion birlashtiruvchi yashirin qatlamlardan va chiqish qatlamidan iborat. Asosan, konvolyutsiya - bu funktsiyaning o'zgartirilgan shaklini ifodalovchi uchinchi funktsiyani ishlab chiqarish uchun ikkita funktsiya bo'yicha matematik operatsiya. Kichik o'lchamdagi (masalan, 3×3 , 5×5) CNN yadrosi konvolyutsiya operatsiyasi orqali foydali naqshlarni topish uchun tasvir bo'ylab siljiydi. Pooling - chiziqli bo'lmagan pastga namuna olishning bir shakli. Birlashtiruvchi qatlam bir qatlamdagi bir-birining ustiga tushmaydigan joylarni keyingi qatlamdagi yagona qiymatga birlashtiradi. Ikkita konvolyutsion qatlamli (1-rasm) standart CNNning umumiy arxitekturasi ko'rsatilgan. 1-konvolyutsiya qatlami kirish tasviriga konvolyutsiya operatsiyasini qo'llaydi va ketma-ket birlashma operatsiyasining kiritilishi bo'lgan 1-konvolved xususiyat xaritalarini (CMF) hosil qiladi. 1-to'plash operatsiyasi birinchi kichik namunaviy xususiyat xaritalarini (SFM) ishlab chiqaradi. 1-to'plashdan so'ng 2-konvolyutsion-birlashtiruvchi qatlam operatsiyalari bajariladi.



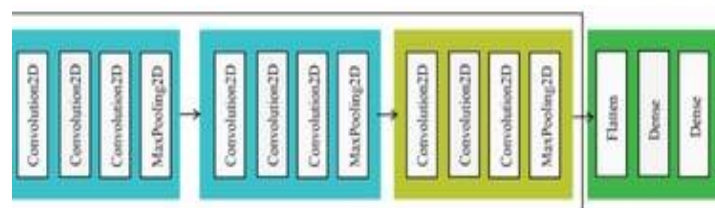
1-rasm. Ikki konvolyutsion-birlashtiruvchi qatlamli konvolyutsion neyron tarmog'ining umumiy arxitekturasi.

2-rasmda FER uchun TL-ga asoslangan DCNN modelining umumiy arxitekturasi ko'rsatilgan, bunda konvolyutsion asos o'zining klassifikatoridan tashqari oldindan o'rgatilgan DCNN ning bir qismidir va bazadagi klassifikator FER uchun yangi qo'shilgan qatlamlardir. Umuman olganda, oldindan o'rgatilgan DCNNni qayta ishlash ikki bosqichdan iborat: asl klassifikatorni yangisiga almashtirish va modelni nozik sozlash. Qo'shilgan klassifikator qismi odatda to'liq bog'langan qatlamlarning birlashtirilgan zich qatlamlaridir.



2-rasm. Tuvg'ularni tanib olish uchun transfer o'rganishga asoslangan chuqur CNN modelining umumiy arxitekturasi.

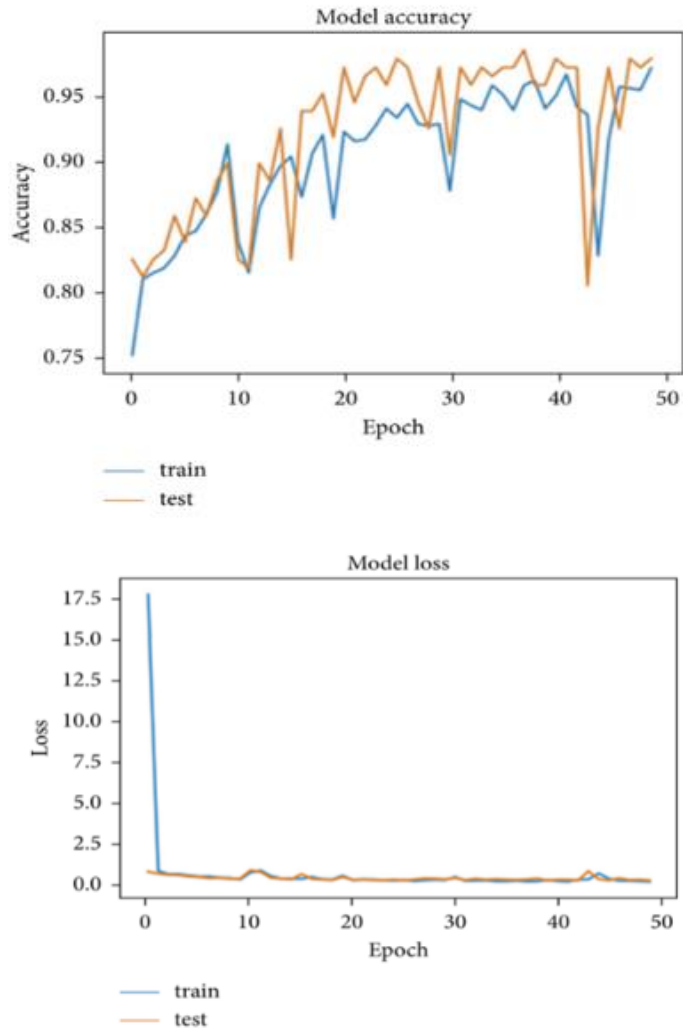
Biz taklif etgan modelning batafsil sxematik arxitekturasi keltirilgan. 3-rasmdagi yashil qism kaskadli tarzda uchta to'liq bog'langan qatlamga ega bo'lgan qo'shilgan qismdir. Birinchisi, metrikani bir o'lchovli vektorga aylantiradigan "tekislash" qatlami; uning vazifasi yagona vakillik va keyingi qatlamlarda his-tuvg'ularni aniqlash operatsiyasi uchun mos qilishdir va ma'lumotlarda hech qanday operatsiya bajarilmaydi. Qolgan ikkita qatlam bir-biri bilan chambarchas bog'langan: birinchisi, nisbatan yuqori o'lchamli vektorni oxirgi qatlamning kirish qismi bo'lgan oraliq uzunlikdagi vektorga aylantiradigan yashirin qatlam. Yakuniy qatlamning chiqishi individual hissiy holatlarning o'lchamiga ega vektordir.



3-rasm. Taklif etilgan modelning sxematik arxitekturasi.



Oldindan o'qitilgan DCNN ning bir xil quvur liniyasidagi to'liq model va qo'shilgan zich qatlamlar zich qatlamlarni nozik sozlash imkonini beradi va hissiyot ma'lumotlari bilan oldindan o'rgatilgan modelning bir nechta qatlamlarini talab qiladi. Ushbu modeldan foydalangan holda modelning aniqliligi va yo'qotishlar 4-rasmda ko'rsatilgan.



4-rasm. Foydalanilgan model natijalari

Usul shundan iboratki, agar biz asl tasvirni aylantirsak, siljitsak, masshtab yoki aylantirsak, bu hali ham bir xil mavzu bo'lib qoladi, lekin tasvir avvalgidek emas. Jarayon treningda ma'lumotlarni yuklovchiga kiritilgan. Har safar xotiradan ma'lumotlarni yuklaganda, biroz boshqacha ma'lumotlarni yaratish uchun tasvirga kichik o'zgartirish qo'llaniladi. Modelga aynan bir xil ma'lumotlar berilmaganligi

sababli, model ortiqcha moslamalarga kamroq moyil bo'ladi. Bizda loss funksiyasi:

$$loss = - \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T \log P(\gamma_n | n_n^t)$$

Bu yerda N ma'lumotlar to'plamidagi tasvirlar sonini, T esa tasvir ustida amalga oshiriladigan transformatsiyalar sonini bildiradi.

Ma'lumotlarni ko'paytirish usullarini qo'llash orqali biz o'qitish ma'lumotlarining xilma-xilligini oshirishimiz mumkin, modelni yuz ifodalari va o'zgarishlarining kengroq doirasiga ta'sir qilishimiz mumkin. Bu modelning ko'rinmas ma'lumotlarga umumlashtirish qobiliyatini yaxshilaydi va real stsenariylarda uning mustahkamligini oshiradi. Transfer o'rganish va xususiyatlarni ajratib olish - bu yuz ifodasini aniqlash modellarini o'qitishni yaxshilash uchun oldindan o'rgatilgan modellardan foydalanadigan usullardir. Ushbu usullar bizga ImageNet kabi keng miqyosli ma'lumotlar to'plamlarida o'qitilgan modellar tomonidan o'rganilgan bilimlardan foydalanish va ularni yuz ifodasini aniqlash vazifasiga o'tkazish imkonini beradi. Transferli o'rganish yangi modelni boshqa, ammo bog'liq vazifaga o'rgatish uchun boshlang'ich nuqta sifatida oldindan tayyorlangan modeldan foydalanishni o'z ichiga oladi. Oldindan o'qitilgan model tomonidan o'rganilgan quyi darajadagi xususiyatlar yuz ifodasini aniqlash uchun kuchli poydevor sifatida ishlatilishi mumkin. Oldindan o'qitilgan qatlamlarni muzlatish va yuqori darajadagi qatlamlarni nozik sozlash orqali biz modelni yuz ifodasini aniqlash vazifasiga moslashtira olamiz, shu bilan birga oldindan o'rgatilgan modelning umumlashtirish kuchidan foydalanamiz. Xususiyatlarni ajratib olish, aksincha, oldindan o'rgatilgan modeldan xususiyatni ajratuvchi sifatida foydalanishni o'z ichiga oladi. Oldindan o'qitilgan model yuz ifodasi tasvirlaridan tegishli xususiyatlarni olish uchun ishlatiladi, keyinchalik ular hissiyotlarni bashorat qilish uchun alohida tasniflagichga kiritiladi. Ushbu yondashuv bizga oldindan o'rgatilgan modelning yuqori darajadagi xususiyatlarni qo'lga kiritish qobiliyatidan foydalanish va tasniflash



jarayonini yuz ifodasini aniqlash vazifasiga moslashtirish imkonini beradi. O'tkazishni o'rganish ham, xususiyatlarni ajratib olish ham keng ko'lamli ma'lumotlar to'plamidan olingan bilimlardan foydalanish orqali yuz ifodasini aniqlash modellarini o'qitishni sezilarli darajada oshirishi mumkin. Ushbu usullar modelga yanada ishonchli va kamsituvchi tasvirlarni o'rganishga imkon beradi, bu esa aniqlik va umumlashtirishni yaxshilashga olib keladi. Yuz ifodasini aniqlash modellarining aniqligi va mustahkamligini baholash uchun turli ishlash ko'rsatkichlaridan foydalanish mumkin. Ushbu ko'rsatkichlar modelning ishlashi haqida tushuncha beradi va optimallashtirish jarayonini boshqaradi. Ba'zi tez-tez ishlatiladigan ishlash ko'rsatkichlariga aniqlik, aniqlik, eslab qolish, F1 ball va chalkashlik matritsasi kiradi. Chalkashlik matritsasi - bu asosiy haqiqat belgilariga nisbatan model bashoratlarining jadval ko'rinishi. U har bir sinf uchun modelning ishlashining batafsil taqsimotini taqdim etadi, jumladan, haqiqiy ijobiy, haqiqiy salbiy, noto'g'ri ijobiy va noto'g'ri salbiy. Chalkashlik matritsasi takomillashtirishning aniq sohalarini aniqlashga yordam beradi va modelning kuchli va zaif tomonlari haqida tushuncha beradi.

Ushbu ishlash ko'rsatkichlari yordamida modelni baholash orqali biz uning aniqligi va mustahkamligini baholashimiz va optimallashtirish strategiyalari va giperparametrlarni sozlash bo'yicha asosli qarorlar qabul qilishimiz mumkin.

Xulosa. Yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirish hissiyotlarni aniq tahlil qilish va yuzni aniqlash texnologiyasiga asoslangan turli ilovalarni takomillashtirish uchun juda muhimdir. Gradientni kuchaytirish rolini tushunish, turli neyron tarmoqlari arxitekturalarini o'rganish, optimallashtirish algoritmlarini qo'llash, o'zaro tekshirish usullarini qo'llash, tartibga solishni qo'llash, ma'lumotlarni ko'paytirishdan foydalanish va uzatishni o'rganishni qo'shish orqali biz ushbu modellarning ishlashi va umumlashtirish imkoniyatlarini oshirishimiz mumkin. Turli xil ishlash ko'rsatkichlari yordamida model ishlashini baholash

orqali biz yuz ifodasini aniqlash tizimlarining ishonchliliigi va mustahkamligini ta'minlashimiz mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mehendale, N. Facial emotion recognition using convolutional neural networks (FERC). *SN Appl. Sci.* 2, 446 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2234-1>
2. Ozcan, T., Basturk, A. Static facial expression recognition using convolutional neural networks based on transfer learning and hyperparameter optimization. *Multimed Tools Appl* 79, 26587–26604 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09268-9>
3. Zatarain Cabada, R., Rodriguez Rangel, H., Barron Estrada, M.L. et al. Hyperparameter optimization in CNN for learning-centered emotion recognition for intelligent tutoring systems. *Soft Comput* 24, 7593–7602 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04387-4>
4. Varma, S., Shinde, M., Chavan, S.S. (2020). Analysis of PCA and LDA Features for Facial Expression Recognition Using SVM and HMM Classifiers. In: Pawar, P., Ronge, B.,
5. Balasubramaniam, R., Vibhute, A., Apte, S. (eds) *Techno-Societal 2018*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16848-3_11
6. Rusia, M.K., Singh, D.K. An efficient CNN approach for facial expression recognition with some measures of overfitting. *Int. j. inf. tecnol.* 13, 2419–2430 (2021). <https://doi.org/10.1007/s41870-021-00803-x>
7. Jaiswal, Shruti, and Gora Chand Nandi. "Hyperparameters optimization for Deep Learning based emotion prediction for Human Robot Interaction." *arXiv preprint arXiv:2001.03855* (2020).
8. Bellamkonda, Satyachandra Saurabh Blekinge Institute of Technology, Faculty of Computing, Department of Computer Science. "Facial Emotion Recognition by Hyper-Parameter tuning of Convolutional Neural Network using Genetic Algorithm". Master of Science in Computer Science October 2021



9. Akhand, M.A.H.; Roy, S.; Siddique, N.; Kamal, M.A.S.; Shimamura, T. Facial Emotion Recognition Using Transfer Learning in the Deep CNN. *Electronics* 2021, 10, 1036.
<https://doi.org/10.3390/electronics10091036>
10. Albraikan, Amani Abdulrahman, et al. "Intelligent facial expression recognition and classification using optimal deep transfer learning model." *Image and Vision Computing* 128 (2022): 104583. ¹ Yang, Lei, et al. "Facial expression recognition based on transfer learning and SVM." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 2025. No. 1. IOP Publishing, 2021.
11. KURBANOV A.A. Multimodal emotion recognition: a comprehensive survey with deep learning. *Journal of Research and Innovation*, pp. 43-47. 2023
12. Kurbanov Abdurahmon Alishboyevich. A Methodological Approach to Understanding Emotional States Using Textual Data. *Journal of Universal Science Research*. 2023
13. Kurbanov Abdurahmon. AI MODELS OF AFFECTIVE COMPUTING. *International Conference of Contemporary Scientific and Technical Research*. 2023
14. Kurbanov Abdurahmon Alishboyevich. USING AFFECTIVE COMPUTING SYSTEMS IN MODERN EDUCATION. *Journal Science and innovation*. 2023
15. Kurbanov Abdurahmon Alishboyevich. Methods of evaluating a person's emotional state based on the analysis of textual data. *Journal of actual problems of modern science, education and training*, pp 32-40. 2023.

