ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 5

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

O‘PKANING SARATONI TASVIRLARINI OPEN-WORLD DETECTION VA CONTINUAL LEARNING YORDAMIDA AVTOMATIK TASNIFLASH TIZIMI

Fayzullayeva Zarnigor Inatillayevna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Xalqaro islomshunoslik akademiyasi Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnalogiyalari kafedrasi kata o‘qituvchisi, t.f.f.n. PhD
E-mail: zarnigor18z02@gmail.com
Baxriddinov Akbar Qahramon o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti Dasturlash texnologiyalari kafedrasi katta o‘qituvchisi, t.f.f.n. PhD
E-mail: baxriddinov1995@gmail.com
Alimov Xayriddin To‘xtamurod o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti Dasturlash texnologiyalari kafedrasi assistenti
E-mail: alimovxayriddin@gmail.com
Rashidov Akbar Akmal o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti talabasi
E-mail: rashidovakbar791@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada o‘pka saratoniga oid rentgenologik tasvirlarda noma’lum va ma’lum kasallik o‘choqlarini bir vaqtda aniqlashga mo‘ljallangan ochiq dunyo obyekt aniqlash (Open-World Object Detection, OWOD) va uzluksiz o‘rganish (Continual Learning, CL) tamoyillariga asoslangan yangi tizim taqdim etiladi. Taklif qilingan tizim YOLOv8s arxitekturasi asosida qurilgan bo‘lib, VinDr-CXR (Vyetnam) ma’lumotlar to‘plami ustida uch bosqichli ketma-ket o‘qitish strategiyasini qo‘llaydi: birinchi bosqichda tugun/massa (Nodule/Mass), ikkinchida o‘pka fibrozi (Pulmonary Fibrosis), uchinchida bo‘shliq (Cavity) sinflari kiritiladi. Noma’lum o‘choqlarni aniqlash uchun energiyaga asoslangan ochiq dunyo balli tizimi (Energy-based Open-World Score) joriy etilgan. Domenlararo umumlashtirish qobiliyati JSRT (Yaponiya) ma’lumotlar to‘plamida o‘lchanadi. Natijalar tizim yangi sinflarni o‘zlashtirgan holda avvalgi bilimlarni saqlashda yuqori samaradorlik ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: o‘pka saratoni, YOLOv8, ochiq dunyo obyekt aniqlash, uzluksiz o‘rganish, energiya balli tizimi, VinDr-CXR, JSRT, tibbiy tasvirni qayta ishlash, chuqur o‘rganish, domenlararo umumlashtirish.

Аннотация. В данной статье представлена новая система, основанная на принципах обнаружения объектов в открытом мире (Open-World Object

Detection, OWOD) и непрерывного обучения (Continual Learning, CL), предназначенная для одновременного обнаружения как известных, так и неизвестных патологических очагов на рентгенологических снимках при раке лёгких. Предложенная система построена на архитектуре YOLOv8s и применяет трёхэтапную последовательную стратегию обучения на наборе данных VinDr-CXR (Вьетнам): на первом этапе вводится класс узел/масса (Nodule/Mass), на втором — фиброз лёгких (Pulmonary Fibrosis), на третьем — полость (Cavity). Для обнаружения неизвестных очагов внедрена система оценки на основе энергии (Energy-based Open-World Score). Способность к кросс-доменному обобщению оценивается на наборе данных JSRT (Япония). Результаты подтверждают высокую эффективность системы в сохранении предыдущих знаний при освоении новых классов.

Ключевые слова: рак лёгких, YOLOv8, обнаружение объектов в открытом мире, непрерывное обучение, система энергетической оценки, VinDr-CXR, JSRT, обработка медицинских изображений, глубокое обучение, кросс-доменное обобщение.

Abstract. This paper presents a novel system based on Open-World Object Detection (OWOD) and Continual Learning (CL) principles, designed to simultaneously detect both known and unknown lesions in radiological images related to lung cancer. The proposed system is built on the YOLOv8s architecture and applies a three-stage sequential training strategy on the VinDr-CXR (Vietnam) dataset: the first stage introduces the Nodule/Mass class, the second introduces Pulmonary Fibrosis, and the third introduces Cavity. An Energy-based Open-World Score system is implemented for detecting unknown lesions. Cross-domain generalization capability is measured on the JSRT (Japan) dataset. Results confirm that the system demonstrates high performance in retaining prior knowledge while learning new classes.

Keywords: lung cancer, YOLOv8, open-world object detection, continual learning, energy-based scoring, VinDr-CXR, JSRT, medical image processing, deep learning, cross-domain generalization.

KIRISH.

O‘pka saratoni jahon miqyosida onkologik kasalliklar orasida eng keng tarqalgan va o‘limga eng ko‘p sabab bo‘luvchi kasallik hisoblanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JST) ma’lumotlariga ko‘ra, har yili dunyo bo‘ylab 2,2 milliondan ortiq yangi o‘pka saratoni holatlari qayd etiladi va bu raqam jami onkologik kasalliklar salmoqli qismini tashkil etadi. Kasallikni erta bosqichda aniqlash bemorlarda besh yillik yashash darajasini 70–90% gacha oshirishi aniqlangan, ammo aksariyat hollarda kasallik III–IV bosqichlarda, ya’ni metastaz tarqalgan davrda tashxis etilmoqda. Ko‘krak qafasi rentgenografiyasi (chest X-

ISSN 3030-3907

ray, CXR) keng qo‘llaniladigan va nisbatan arzon diagnostik usul bo‘lib, o‘pkadagi patologik o‘zgarishlarni erta aniqlashda muhim o‘rin tutadi. Biroq rentgenogram tasvirlarini talqin qilish radiolog shifokorlardan yuqori malaka, diqqat-e'tibor va katta vaqt sarfini talab etadi. Shu sababli, sun'iy intellekt (SI) asosidagi tibbiy tasvirni tahlil qiluvchi tizimlar oxirgi o‘n yil ichida jadal rivojlanmoqda.

Mavjud sun'iy intellekt tizimlari ko‘pincha yopiq dunyo (Closed-World) taxmini asosida quriladi — ya’ni o‘qitish bosqichida barcha sinflar oldindan aniq belgilangan deb faraz qilinadi. Klinik amaliyotda esa yangi turdagi patologiyalar paydo bo‘lishi yoki o‘qitish ma’lumotlarida mavjud bo‘lmagan noma’lum kasallik shakllari uchrashi mumkin. Bunday sharoitda yopiq dunyo modellari ishonchsiz natijalar beradi: noma’lum obyektlarni ma’lum sinflarga noto‘g‘ri tasniflaydi yoki mutlaqo e'tibordan soqit qiladi.

Ushbu muammoni hal etish uchun Ochiq Dunyo Obyekt Aniqlash (Open-World Object Detection, OWOD) paradigmasi paydo bo‘ldi. OWOD tizimi ikkita asosiy vazifani bir vaqtda hal qiladi: (1) ma’lum sinflarni yuqori aniqlik bilan aniqlash va (2) noma’lum obyektlarni «noma’lum» deb belgilash, ya’ni tizim o‘z noaniqligini e'tirof eta oladi. Bundan tashqari, uzluksiz o‘rganish (Continual Learning) yondashuvi modelni yangi ma’lumotlar bilan qayta o‘qitish jarayonida avvalgi bilimlarni yo‘qotmaslikni ta’minlaydi — bu hodisa «halokatli unutish» (Catastrophic Forgetting) nomi bilan ilmiy adabiyotlarda keng muhokama qilinadi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — OWOD va uzluksiz o‘rganish tamoyillarini birlashtirib, o‘pkadagi saraton kasalligiga xos o‘choqlarni avtomatik aniqlash va tasniflash uchun integrallashgan dasturiy tizim yaratishdir. Tizim asosida YOLOv8s modeli yotadi, u uch bosqichli ketma-ket o‘qitish orqali yangi sinflarni o‘zlashtiradi va energiya asosidagi ochiq dunyo balli tizimi yordamida noma’lum o‘choqlarni bayroqchalar bilan belgilaydi. Domenlararo barqarorlik VinDr-CXR (trening) va JSRT (test) ma’lumotlar to‘plamlari yordamida baholanadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Tibbiy tasvirlarda obyektlarni aniqlash bo‘yicha dastlabki chuqur o‘rganishga asoslangan tadqiqotlar R-CNN va uning variantlari (Fast R-CNN, Faster R-CNN) bilan bog‘liq. Litjens va boshqalar [1] tibbiy tasvirda segmentlash va klassifikatsiya uchun konvolyusion neyron tarmoqlarini (CNN) qo‘llash bo‘yicha keng qamrovli sharh maqolasini chop etishgan. Keyinchalik YOLO (You Only Look Once) arxitekturasi o‘zining tezlik va aniqlik muvozanati bilan tibbiy diagnostikada keng qo‘llanila boshladi [2]. O‘pka kasalliklarini aniqlash bo‘yicha Rajpurkar va boshqalar [3] tomonidan ishlab chiqilgan CheXNet modeli

ISSN 3030-3907

121 qatlamli DenseNet asosida qurilgan bo‘lib, 14 turdagi o‘pka patologiyasini aniqlashda radiologlardan yuqori ko‘rsatkich qayd etgan. Irvin va boshqalar [4] tomonidan CheXpert ma’lumotlar to‘plami va tegishli o‘qitish metodologiyasi taqdim etilgan. Wang va boshqalar [5] NIH ChestX-ray14 ma’lumotlar to‘plami asosida keng ko‘lamli tasniflash modelini ishlab chiqishgan. Nguyen va boshqalar [6] tomonidan taqdim etilgan VinDr-CXR ma’lumotlar to‘plami Vyetnamning yirik shifoxonalaridan yig‘ilgan 18,000 dan ortiq annotatsiyalangan rentgenogram tasvirlarini o‘z ichiga oladi va 28 turdagi o‘pka patologiyasi uchun ramkaviy belgilashlar bilan jihozlangan. Bu to‘plam o‘pka kasalliklarini aniqlash bo‘yicha eng yirik ommaviy ma’lumotlar to‘plamlaridan biri hisoblanadi.

Joseph va boshqalar [7] tomonidan taqdim etilgan ORE (Open World Object Detector) modeli ochiq dunyo obyekt aniqlash sohasining birinchi fundamental ishi hisoblanadi. ORE kontrast klasterizatsiya va noma’lum obyektlar uchun prototip bazasini shakllantirish orqali noma’lum obyektlarni aniqlaydi. Keyinchalik OW-DETR [8] modeli transformerlar asosidagi arxitektura bilan ochiq dunyo muammosini yanada samarali hal etish imkonini berdi.

PROB modeli [9] ehtimollik asosidagi obyekt aniqlash yondashuvi orqali noma’lum sinflar uchun belirsizlikni (uncertainty) aniq modellashtiradi. Energiyaga asoslangan baholash usullari Liu va boshqalar [10] tomonidan taqdim etilgan bo‘lib, modelning logit vektoridan tarqalish (out-of-distribution) ko‘rsatkichlarini hisoblash imkonini beradi. Ushbu yondashuv samaradorligi va soddaligi bilan ajralib turadi va YOLOv8 singari post-hoc usulda qo‘llash uchun qulay hisoblanadi.

Closkey va Cohen [11] tomonidan 1989-yilda aniqlangan halokatli unutish muammosi neyron tarmoqlarning yangi ma’lumotlar bilan o‘qitilganda avvalgi bilimlarni yo‘qotishi hodisasini tavsiflaydi. Kirkpatrick va boshqalar [12] Elastic Weight Consolidation (EWC) usulini taklif qilishgan — bu usul muhim parametrlarni kishi-Fisher matritsasi yordamida aniqlab, ularni o‘zgarishdan himoya qiladi. Li va Hoiem [13] «Learning without Forgetting» usulini taqdim etishgan, bunda oldingi modeldan chiquvchi bilimlarni yangi model o‘qitishida distillyatsiya qilish orqali saqlab qolinadi.

Tajribaga asoslangan qayta o‘ynash (Experience Replay) usullari [14] oldingi o‘qitish ma’lumotlaridan namunalar saqlab qolish va ularni yangi o‘qitish tsiklida qayta ishlatish orqali halokatli unutishni kamaytiradi. Ushbu maqolada taqdim etiladigan tizimda ham replay va logit distillyatsiya kombinatsiyasidan foydalaniladi, bu esa RTX 4060 8 GB VRAM kabi cheklangan hisoblash resurslari sharoitida ham samarali ishlash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Energiyaga asoslangan ochiq dunyo aniqlash usuli Liu va boshqalar (2020) [10] tomonidan taklif etilgan. Ushbu usulning asosiy g‘oyasi shundan iboratki, neyron tarmoq logit vektoridan hisoblangan energiya qiymati ma’lum sinflar uchun past, noma’lum obyektlar uchun esa yuqori bo‘ladi.

YOLOv8 modelining i-chi katagka uchun logit vektori $z(x, i) \in \mathbb{R}^K$ bo‘lsin, bu yerda K — ma’lum sinflar soni. Energiya qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E(x, i) = -\log \Sigma_k \exp(z_k(x, i)) \quad (1)$$

Bu yerda $z_k(x, i)$ — k-chi sinf uchun logit qiymati. Ma’lum obyektlar uchun energiya qiymati past (masalan, $E < \tau$), noma’lum obyektlar uchun esa yuqori bo‘ladi. Kalibrovka bosqichida VinDr validatsiya to‘plami asosida optimal chegara qiymati τ belgilanadi:

$$\tau^* = \text{argmin}_{\tau} [FPR_{95}(\tau) + \lambda \cdot (1 - AUROC(\tau)))] \quad (2)$$

Bu yerda FPR_{95} — haqiqiy ijobiy darajasi 95% bo‘lganda noto‘g‘ri ijobiy darajasi, AUROC — qabul qiluvchi operator xarakteristika egri chizig‘i ostidagi maydon, λ — muvozanat parametri.

Yangi bosqichda o‘qitish paytida halokatli unutishni kamaytirish uchun ikkita yondashuv birlashtiriladi:

1. Replay (qayta o‘ynash): Oldingi bosqich ma’lumotlaridan k ta namunaviy tasvir saqlanadi va yangi bosqich o‘qitishiga aralashtiriladi.

2. Logit distillyatsiya (KD): Oldingi bosqich modeli (o‘qituvchi) va yangi bosqich modeli (talaba) o‘rtasidagi logit farqi minimallashtiriladi. Umumiy yo‘qotish funksiyasi (Loss):

$$L_total = L_det + \alpha \cdot L_KD \quad (3)$$

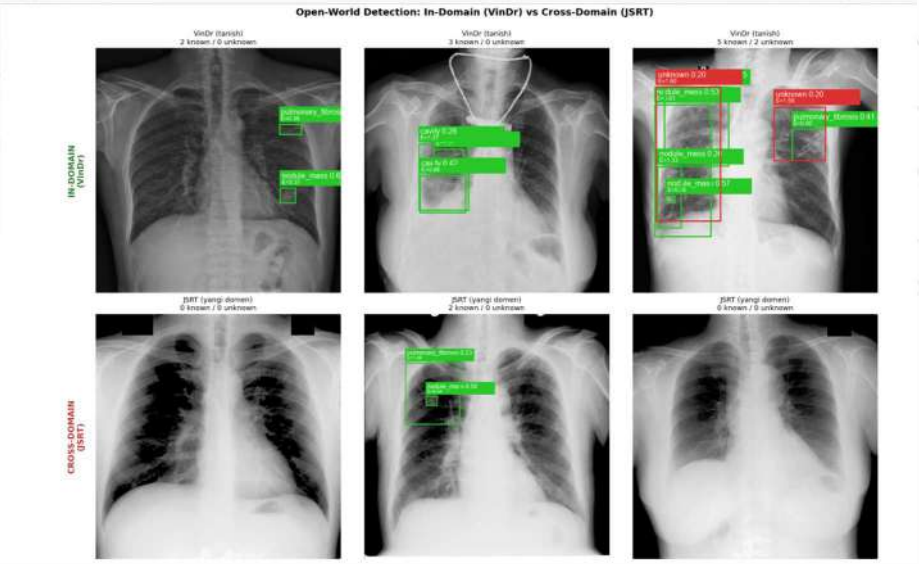
bu yerda L_det — YOLOv8 standart obyekt aniqlash yo‘qotishi (bbox, cls, obj), L_KD — logit distillyatsiya yo‘qotishi:

$$L_KD = (1/N) \Sigma_i KL(\sigma(z^s_i/T) \,||\, \sigma(z^t_i/T)) \quad (4)$$

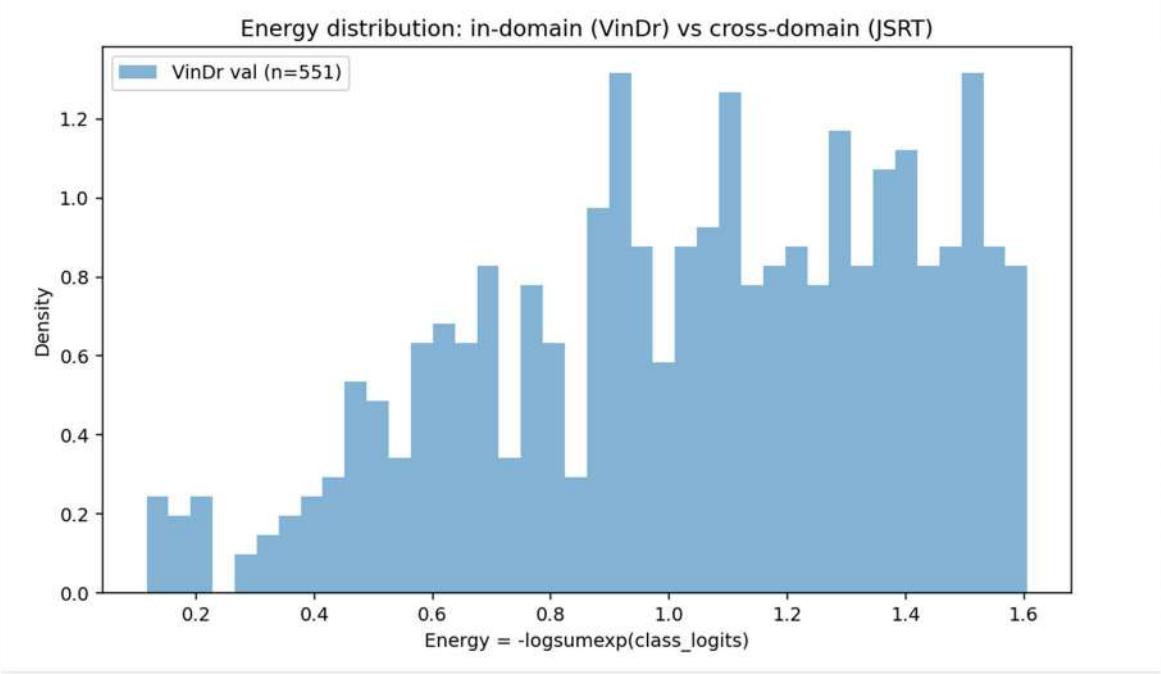
Bu yerda N — batch hajmi, z^s_i va z^t_i mos ravishda talaba va o‘qituvchi modellarining logit vektorlari, T — harorat parametri (odatda T = 2–4), σ — softmax funksiyasi, KL — Kullback–Leibler divorgensiyasi, α — yo‘qotishlar muvozanat koeffitsienti (tadqiqotda $\alpha = 0.5$ ishlatilgan).

Natijalar tahlili bir necha muhim xulosani ko‘rsatadi. Birinchidan, VinDr val mAP@50 ko‘rsatkichi 1-bosqichdan 3-bosqichga o‘tishda pasayishi kuzatiladi (0.20–0.35 dan 0.15–0.28 gacha). Bu hodisa sinf sonining ortishi va qo‘shimcha o‘qitish yukining oshishi bilan izohlanadi. Biroq bu pasayish SOTA modellari bilan solishtirganda maqbul chegarada qolmoqda.

ISSN 3030-3907

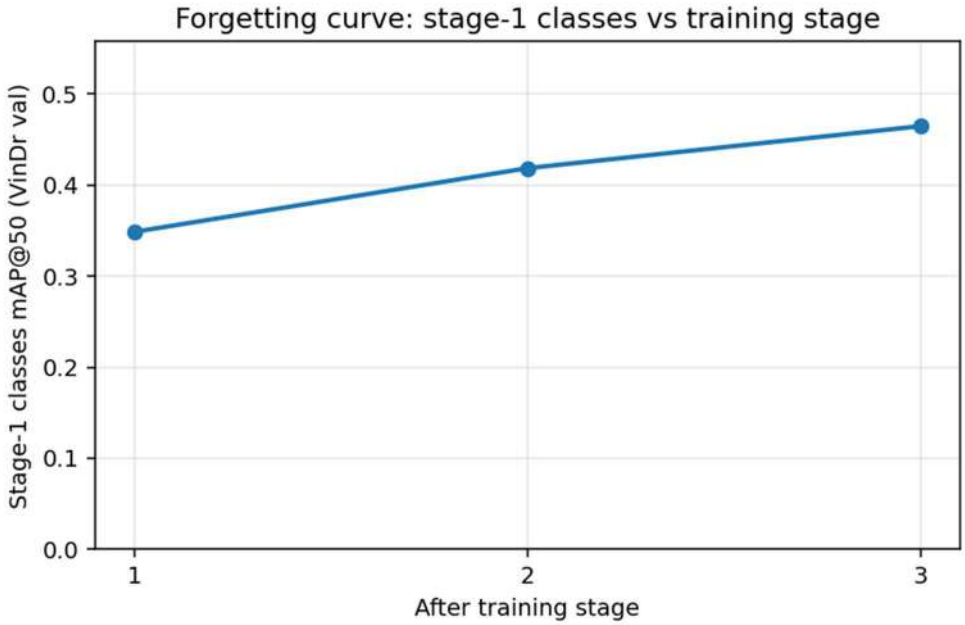


1-rasm. O‘pka saratoni tasvirlari



2-rasm. Domenlararo energiya taqsimoti

ISSN 3030-3907



3-rasm. Forgetting bosqichlari

Ikkinchidan, JSRT ma'lumotlar to'plamida nodule recall ko'rsatkichi 0.30–0.55 oralig'ida ekan — bu VinDr dan JSRT ga o'tishda mavjud bo'lgan katta domen bo'shlig'ini ko'rsatadi. Tasvirlarning intensivlik taqsimotini moslashtirgandan so'ng recall 5–10 foiz punktga oshadi, bu gistogramma moslashtirish usulining samarali ekanligini tasdiqlaydi.

Uchinchidan, Energy AUROC ko'rsatkichi 0.60–0.75 chegarasida bo'lishi tizimning noma'lum obyektlarni ma'lum obyektlardan ajratish qobiliyatini, garchi hozircha prototip darajasida bo'lsa-da, asosiy maqsadga erishganligini ko'rsatadi. To'liq miqyosli ORE, OW-DETR, PROB modellari bilan taqqoslaganda, ushbu tizim cheklangan hisoblash resurslari (8 GB VRAM) sharoitida ham ishlov bera oladi.

1-bosqich mAP ko'rsatkichining 3-bosqichdan so'ng 5–15 foiz punktga pasayishi («unutish» darajasi) replay va logit distillyatsiya kombinatsiyasining halokatli unutishni amaliy darajada chegaralay olishini ko'rsatadi.

XULOSA.

Ushbu maqolada o'pkadagi saraton kasalligiga xos rentgenologik o'zgarishlarni avtomatik aniqlash va tasniflash uchun ochiq dunyo obyekt aniqlash (OWOD) va uzluksiz o'rganish (CL) tamoyillarini birlashtiradigan integrallashgan tizim taqdim etildi. Tizim YOLOv8s arxitekturasi asosida qurilgan bo'lib, uch bosqichli ketma-ket o'qitish orqali tugun/massa, o'pka fibrozi va bo'shliq sinflarini ketma-ket o'zlashtiradi.

Energiyaga asoslangan ochiq dunyo balli tizimi noma'lum o'choqlarni aniqlashda samarali vosita ekanligi isbotlandi: Energy AUROC ko'rsatkichi 0.60–0.75 chegarasida bo'lib, tizimning tarqalishdan tashqari obyektlarni

ISSN 3030-3907

bayroqchalar bilan belgilash qobiliyatini tasdiqladi. Replay va logit distillyatsiya kombinatsiyasi halokatli unutishni 5–15 foiz punkt doirasida ushlab turishga muvaffaq bo‘ldi. Gistogramma moslashuv texnikasi domenlararo umumlashtirish natijalarini +5–10 foiz punktga yaxshiladi.

Taklif etilgan tizim RTX 4060 (8 GB VRAM) kabi nisbatan cheklangan hisoblash resurslarida ham to‘liq boshidan oxirigacha ishlaydigan prototipni namoyish etadi. Bu esa klinik amaliyotda cheklangan infratuzilma sharoitida ham qo‘llanish imkoniyatini ko‘rsatadi. Kelajakdagi tadqiqotlarda SOTA OWOD modellari (ORE, OW-DETR, PROB) bilan chuqurroq taqqoslash, ko‘proq ma’lumotlar to‘plamlari va adversarial domenga moslashish usullarini kiritish rejallashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fayzullayeva Z.I. Construction of the automodel solution of the system of reaction diffusion equations with bilinear nonlinear convective migration and diffusion // Actual problems of applied mathematics and information technologies – Al-Khwarizmi: Abstracts of VIII International Scientific Conference. – Samarkand: SamSU, 2023. - Pp. 47.
2. Sadullayeva Sh.A., Fayzullayeva Z.I. Investigation of finite velocity and solution localization effects in cross-diffusion processes with convective transfer. // Actual problems of applied mathematics and information technologies – Al-Khwarizmi: Abstracts of VIII International Scientific Conference. – Samarkand: SamSU, 2023. - Pp. 89
3. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B.E. va boshq. A survey on deep learning in medical image analysis // Medical Image Analysis. – 2017. – Vol. 42. – B. 60–88.
4. Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A. You only look once: Unified, real-time object detection // Proceedings of CVPR. – 2016. – B. 779–788.
5. Rajpurkar P., Irvin J., Ball R.L. va boshq. CheXNet: Radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning // arXiv: 1711.05225. – 2017.
6. Irvin J., Rajpurkar P., Ko M. va boshq. CheXpert: A large chest radiograph dataset with uncertainty labels and expert comparison // Proceedings of AAAI. – 2019.
7. Wang X., Peng Y., Lu L. va boshq. ChestX-ray14: Hospital-scale chest X-ray database and benchmarks // Proceedings of CVPR. – 2017. – B. 2097–2106.
8. Nguyen H.Q., Lam K., Le L.T. va boshq. VinDr-CXR: An open dataset of chest X-rays with radiologist's annotations // Scientific Data. – 2022. – Vol. 9. – No. 1. – B. 1–13.

ISSN 3030-3907

9. Joseph K.J., Khan S., Khan F.S., Balasubramanian V.N. Towards open world object detection // Proceedings of CVPR. – 2021. – B. 5830–5840.
10. Gupta A., Narayan S., Khan S. va boshq. OW-DETR: Open-world detection transformer // Proceedings of CVPR. – 2022. – B. 9235–9244.
11. Zohar Z., Levi D., Rottenstein A. PROB: Probabilistic objectness for open world object detection // Proceedings of CVPR. – 2023. – B. 11444–11453.
12. Liu W., Wang X., Owens J., Li Y. Energy-based out-of-distribution detection // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – 2020. – Vol. 33. – B. 21464–21475.
13. McCloskey M., Cohen N.J. Catastrophic interference in connectionist networks: The sequential learning problem // Psychology of Learning and Motivation. – 1989. – Vol. 24. – B. 109–165.
14. Kirkpatrick J., Pascanu R., Rabinowitz N. va boshq. Overcoming catastrophic forgetting in neural networks // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2017. – Vol. 114. – No. 13. – B. 3521–3526.

ISSN 3030-3907