

QISHLOQ XO‘JALIGIDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA: DRON TASVIRLARI YORDAMIDA BEGONA O‘TLARNI ANIQLASHDA CHUQUR O‘QITISH MODELLARINING QIYOSIY TAHLILI

*DSc Kuchkorov Temurbek
Ataxonovich*

*Muhammad al-Xorazmiy
nomidagi Toshkent Axborot
Texnologiyalari Universiteti*

timanet4u@gmail.com

*Abdullayev Muxammadali
Abdulaxad o‘g‘li*

*Muhammad al-Xorazmiy
nomidagi Toshkent Axborot
Texnologiyalari Universiteti
+998339983831*

*abdullayevmuhammadali500@g
mail.com*

*Hamraqulov Botirbek Abdujamil
o‘g‘li*

*Mirzo Ulug‘bek nomidagi
O‘zbekiston milliy
universitetining Jizzax filiali*

botirbek18022000@gmail.com

Diyorbek Xidirov

*Muhammad al-Xorazmiy
nomidagi Toshkent Axborot
Texnologiyalari Universiteti
diyorbekxidirov@gmail.com*

Sardor Karimov

*Muhammad al-Xorazmiy
nomidagi Toshkent Axborot
Texnologiyalari Universiteti
s.karimov@tuit.uz*

Abdusharipov Abduraxmon

*Kimyo international university
in Tashkent
abdusharipov.sheyx@gmail.com*

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishi qishloq xo‘jaligi sohasini raqamlashtirishda dron texnologiyalari va sun‘iy intellekt (SI) algoritmlarining o‘rni hamda texnologik samaradorligini o‘rganishga bag‘ishlangan. Asosiy e‘tibor ekinlar orasidagi begona o‘tlarni avtomatlashtirilgan holda aniqlash va ularni yuqori aniqlikda segmentatsiya qilishga qaratilgan. Tajribalar davomida U-Net, DeepLabV3 va SegFormer kabi zamonaviy chuqur o‘qitish arxitekturalari “CoFly-WeedDB” ma’lumotlar to‘plami yordamida qiyosiy tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, U-Net modeli 0.4072 mIoU va 0.9554 Pixel Accuracy bilan barqarorlikni isbotlagan bo‘lsa, SegFormer modeli 10 martadan ko‘proq kam parametrlar (3.7 mln) bilan tezkor ishlash imkoniyatini namoyish etdi.

Kalit so‘zlar: Sun‘iy intellekt, Dron tasvirlari, Begona o‘tlarni segmentatsiya qilish, U-Net, DeepLabV3, SegFormer, Aqlli dehqonchilik, RTX 5090.

1. KIRISH

1.1. Muammoning dolzarbligi va innovatsion zaruriyat

Dunyo miqyosida aholi sonining o‘sib borishi oziq-ovqat xavfsizligi masalasini birinchi darajaga olib chiqmoqda. Qishloq xo‘jaligi hosildorligini oshirishning eng samarali yo‘llaridan biri - ekinlarni zararkunandalar va begona o‘tlardan o‘z vaqtida himoya qilishdir. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, begona o‘tlar hosildorlikni o‘rtacha 30% dan 45% gacha kamayishiga sabab bo‘ladi. Ular madaniy ekinlarning namlik, ozuqa moddalari va quyosh nuri uchun asosiy raqobatchisi hisoblanadi.

O‘zbekiston sharoitida begona o‘tlarga qarshi kurashishda an‘anaviy yoppasiga purkash usullaridan foydalaniladi. Bu usulda butun dala maydoni bo‘ylab gerbitsidlar sepiladi, bu esa ekologik muvozanatning buzilishiga va ortiqcha iqtisodiy xarajatlarga olib keladi. Innovatsion “nuqtali purkash” (spot spraying) texnologiyasi esa kimyoviy moddalarni faqat begona o‘t aniqlangan nuqtaga sepish orqali xarajatlarni va atrof-muhit ifloslanishini sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi.

1.2. Dronlar va Kompyuter ko‘rishi texnologiyalari

Uchuvchisiz uchish apparatlari (dronlar) dalalarni masofadan turib tahlil qilish uchun eng qulay vositadir. Dronlar yordamida olingan yuqori aniqlikdagi tasvirlar dalaning har bir kvadrat

santimetrini tahlil qilish imkonini beradi. Biroq, bu katta hajmdagi ma'lumotlarni qo'lda tahlil qilish imkonsiz bo'lib, aynan shu nuqtada Kompyuter ko'rishi (Computer Vision) va Chuqur o'qitish algoritmlari yordamga keladi.

2. ADABIYOTLAR TAHLILI

Keyingi yillarda agrosegmentatsiya sohasida ko'plab tadqiqotlar o'tkazildi. Ronneberger va boshqalar (2015) tomonidan taqdim etilgan U-Net arxitekturasida dastlab tibbiy tasvirlar uchun ishlab chiqilgan bo'lsa-da, bugungi kunda agrar sohada begona o'tlarni aniqlashda standart modellardan biri hisoblanadi.

Chen va boshqalar (2018) tomonidan taklif qilingan DeepLabV3 modeli "Atrous Spatial Pyramid Pooling" texnologiyasi orqali turli masshtabdagi ob'ektlarni aniqlashda yuqori samaradorlik ko'rsatdi. Eng so'nggi innovatsion yutuqlardan biri bo'lgan SegFormer esa Vision Transformerlar (ViT) yordamida tasvirning global kontekstini an'anaviy CNN modellarga qaraganda yaxshiroq tushunishini isbotladi.

3. TADQIQOT METODOLOGIYASI

3.1. Dataset tavsifi (CoFly-WeedDB)

Tajribalar uchun Krestenitis va boshqalar (2022) tomonidan taqdim etilgan "CoFly-WeedDB" ma'lumotlar to'plamidan foydalanildi. Ushbu dataset keng qamrovli dron tasvirlarini o'z ichiga oladi va quyidagi klasslarni qamrab oladi:

- Fon (Background): Tuproq, yo'laklar va nafaol qismlar.
- Johnson Grass (G'umay): Eng zararli begona o'tlardan biri.
- Purslane (Semizo't): Yer bag'irlab o'suvchi o'tlar.
- Field Bindweed (Pechak): Chirmashib o'suvchi o'simlik turi.

3.2. Ma'lumotlarni tayyorlash va Augmentatsiya usullari

Modelning umumlashtirish qobiliyatini oshirish va turli daladagi sharoitlarga moslashtirish uchun o'qitish jarayonidan oldin Augmentation (Ma'lumotlarni boyitish) usullari qo'llanildi:

- Flipping: Gorizontaal va vertikal aylantirish.
- Color Jitter: Yorqinlik (Brightness) va kontrastni (Contrast) tasodifiy o'zgartirish.
- Random Crop: Tasvirlarni 512x512 piksel o'lchamida tasodifiy kesish.

Ushbu usullar modelning daladagi turli yoritish sharoitlari, soyalar va ob-havo o'zgarishlariga chidamliligini oshirishga xizmat qiladi.

3.3. Texnik ta'minot va o'qitish parametrlari

Tadqiqot yuqori unumdorlikka ega zamonaviy hisoblash tizimida amalga oshirildi:

- Protessor: Intel Core i9-14900K (24 yadro, 6.0 GHz).
- Videokarta: NVIDIA GeForce RTX 5090 (24 GB VRAM) va RTX 5060 Ti.
- Xotira: 64 GB DDR5 RAM.

Ushbu quvvatli apparat ta'minoti natijasida har bir model uchun 60 epoxalik trening jarayoni 10 daqiqadan kam vaqt oldi.

Optimizer: AdamW.

Learning Rate: 0.001.

Epoxalar: 60.

4. TAJRIBA NATIJALARI

4.1. Modellarning qiyosiy metrikalari

Tajribalar natijasida olingan metrikalar quyidagi jadvalda jamlangan:

1-jadval. Chuqur o'qitish modellarining umumiy natijalari

Model	mIoU	Dice Score	Pixel Accuracy	Parametrlar (M)	O'qitish vaqti
-------	------	------------	----------------	-----------------	----------------

U-Net	0.4072	0.4954	0.9554	31.4M	00:06:05
DeepLabV3	0.3839	0.4689	0.9473	39.6M	00:14:06
SegFormer	0.3435	0.4162	0.9487	3.7M	00:02:04

5. MUHOKAMA (DISCUSSION)

5.1. Aniqlik va Samaradorlik balansi

Tajriba natijalari ko'rsatganidek, U-Net arxitekturasini mIoU bo'yicha 40% dan yuqori natija ko'rsatib, klassik CNN modellarning agrar sohadagi ustunligini tasdiqladi. Biroq, zamonaviy SegFormer modeli juda qiziqarli natija ko'rsatdi. Uning parametrlari soni U-Netnikidan deyarli 9 baravarga kam bo'lsa-da (3.7M ga qarshi 31.4), u atigi 2 daqiqada o'z treningini yakunladi va Pixel Accuracy-da deyarli bir xil (94.8%) natija berdi.

5.2. Klasslar nomutanosibliigi muammosi

“Field Bindweed” (pechak) o'simligi yaxshiroq aniqlandi. Biroq, “Purslane” (semizo't) o'simligining barcha modellarda 0% aniqlik ko'rsatishi ma'lumotlar to'plamidagi “Class Imbalance” muammosi bilan bog'liq. Ushbu muammoni kelajakda yo'qotish funksiyasini (Loss function) optimallashtirish orqali hal qilish mumkin.

6. XULOSA

Ushbu ilmiy tadqiqot dronlar yordamida begona o'tlarni aniqlashda chuqur o'qitish modellarining yuqori innovatsion salohiyatini isbotladi:

U-Net modeli eng yuqori aniqlik (mIoU=0.4072) beruvchi model sifatida “nuqtali purkash” tizimlari uchun ideal.

SegFormer o'zining tezkorligi bilan dronlardagi bort-kompyuterlarida (Edge devices) real-vaqt rejimida ishlash uchun eng munosib nomzoddur.

RTX 5090 va i9-14900K tizimi murakkab agrosegmentatsiya modellarini o'qitish vaqtini sezilarli darajada qisqartirdi.

Ushbu natijalar O'zbekiston qishloq xo'jaligida “Aqlli fermerlik” texnologiyalarini keng joriy etishga va ekologik toza mahsulot yetishtirishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1.]Krestenitis, M., Raptis, E. K., Kapoutsis, A. C., Ioannidis, K., Kosmatopoulos, E. B., Vrochidis, S., & Kompatsiaris, I. (2022). CoFly-WeedDB: A UAV image dataset for weed detection and species identification. *Data in Brief*, 45, 108575.
- [2.]Ronneberger, O., et al. (2015). “U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation”.
- [3.]Xie, E., et al. (2021). “SegFormer: Simple and Efficient Design for Semantic Segmentation with Transformers”.
- [4.]Chen, L. C., et al. (2018). “Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation”.
- [5.]“Qishloq xo'jaligida raqamli texnologiyalar” darsligi, 2024.
- [6.]Usmanov, R.; Abdusalomov, A.; Kuchkorov, T.; Mukhiddinov, M. Image enhancement based on histogram equalization for indoor environment objects. In *Proceedings of the International Scientific-Practical and Spiritual-Educational Conference Dedicated to the 1235th Anniversary of Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan, 5–6 April 2018*.