Qabul qilindi: 9-sentabr 2026-yil • Ma’qullandi: 15-sentabr 2026-yil • Nashr qilindi: 21-sentabr 2026-yil

REAL DALA SHAROITIDA OLINGAN BARG TASVIRLARINI SEGMENTATSIYALASH: HSV+OTSU VA U²-NET USULLARINING QIYOSIY TAHLILI

Orazimbetov Akbarali Artikbayevich, magistrant

Xudayberdiyev M.X., t.f.d., professor

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya. *Tezisda ekin kasalliklarini tasvirlar asosida aniqlash tizimlarida barg tasvirini fondan ajratishning ikki usuli, rang fazosiga asoslangan HSV+Otsu va chuqur o‘qitishga asoslangan U²-Net taqqoslangan. Laboratoriya tasvirlarida usullar IoU, Dice va kasallik sohasini saqlash ko‘rsatkichlari bo‘yicha, dala tasvirlarida esa vizual baholash orqali solishtirilgan. U²-Net ayniqsa dala sharoitida ancha barqaror natija ko‘rsatgani aniqlangan.*

Kalit so‘zlar: *segmentatsiya, barg tasviri, HSV, Otsu usuli, U²-Net, o‘simlik kasalliklari, PlantVillage, PlantDoc.*

Abstract. *The paper compares two methods of separating a leaf from its background in image-based crop disease detection: colour-space thresholding (HSV+Otsu) and the deep salient-object network U²-Net. The methods are evaluated with IoU, Dice and lesion retention on laboratory images and by visual assessment on field images. U²-Net proved considerably more robust, especially in field conditions.*

Keywords: *segmentation, leaf image, HSV, Otsu method, U²-Net, plant diseases, PlantVillage, PlantDoc.*

Kirish

Konvolyutsion neyron tarmoqlar laboratoriya sharoitida olingan barg tasvirlarida kasalliklarni 99 foizdan yuqori aniqlik bilan tanib oladi. Ammo haqiqiy dala tasvirlarida bu ko‘rsatkich keskin pasayadi [1, 3]. Buning asosiy sabablaridan biri fon bilan bog‘liq. Laboratoriya to‘plamida barcha barglar bir xil kulrang fonda suratga olingan. Dala

tasvirlarida esa bargni tuproq, boshqa barglar, mevalar, odamning qo‘li va soyalar o‘rab turadi. Natijada model kasallik belgilari bilan birga fon xususiyatlarini ham o‘rganib oladi [6]. Bargni tasnifdan oldin fondan ajratish, ya’ni segmentatsiya, ushbu muammoni yumshatishning tabiiy yo‘li hisoblanadi.

Segmentatsiya usuli bargning o‘zini to‘liq saqlashi kerak, shu jumladan rangi o‘zgargan, sarg‘aygan yoki qoraygan kasallangan qismlarni ham. Aks holda u tashxis uchun eng muhim ma’lumotni yo‘qotadi. Mazkur ishning maqsadi oddiy rang chegaralash usuli bilan chuqur o‘qitishga asoslangan segmentatsiya usulini ana shu talab nuqtai nazaridan taqqoslashdan iborat.

Usullar va ma’lumotlar

Birinchi usulda tasvir HSV rang fazosiga o‘tkazilib, to‘yinganlik kanali bo‘yicha Otsu usulida chegaraviy qiymat aniqlanadi [4]. So‘ngra yashil, sariq va jigarrang tonlarga mos keluvchi piksellar ajratib olinadi. Ikkinchi usulda salient obyektni ajratishga mo‘ljallangan U²-Net chuqur neyron tarmog‘i qo‘llanilgan [5]. Uning chiqishidagi ehtimollik xaritasi 0,5 qiymat bo‘yicha ikkilik niqobga aylantiriladi. Ikkala usul uchun ham bir xil keyingi ishlov berilgan: morfologik yopish va ochish, eng katta bog‘langan sohalarni qoldirish va niqob ichidagi teshiklarni to‘ldirish [7]. Niqob tasvir yuzasining 3 foizidan kichik chiqsa, segmentatsiya ishonchsiz deb hisoblanib, asl tasvir saqlab qolinadi.

Tajribalarda PlantVillage to‘plamining [2] to‘rt sinfiga (pomidorning sog‘lom bargi, alternarioz va fitoftoroz bilan kasallangan barglari hamda kartoshka fitoftorozi) tegishli 368 ta rangli tasvir ishlatildi. Etalon niqob sifatida shu to‘plamning mualliflari tayyorlagan, fonni olib tashlangan versiyasidan foydalanildi. Usullar IoU = |A∩B| / |A∪B| va Dice = 2|A∩B| / (|A|+|B|) ko‘rsatkichlari bilan baholandi, bunda A usul bergan niqob, B etalon niqob. Bundan tashqari, kasallangan 260 ta bargda etalon niqob ichidagi yashil bo‘lmagan piksellarning qancha qismi saqlanib qolgani hisoblandi. Bu ko‘rsatkich kasallik sohasini saqlash darajasi deb nomlandi. Dala sharoitini baholash uchun PlantDoc to‘plamidan [3] xuddi shu sinflarga tegishli 35 ta tasvir olindi. Ularda etalon niqob yo‘qligi sababli natijalar vizual baholandi. Asosiy barg kasallangan qismlari bilan to‘liq saqlanib, fon deyarli olib tashlangan holat “to‘g‘ri”, barg saqlanib, lekin fonning bir qismi qolgan yoki kichik bo‘lagi

yo‘qolgan holat “qisman”, barg yoki kasallik sohasining katta qismi kesilgan, yoki segmentatsiya bajarilmagan holat “noto‘g‘ri” deb baholandi.

Natijalar va muhokama

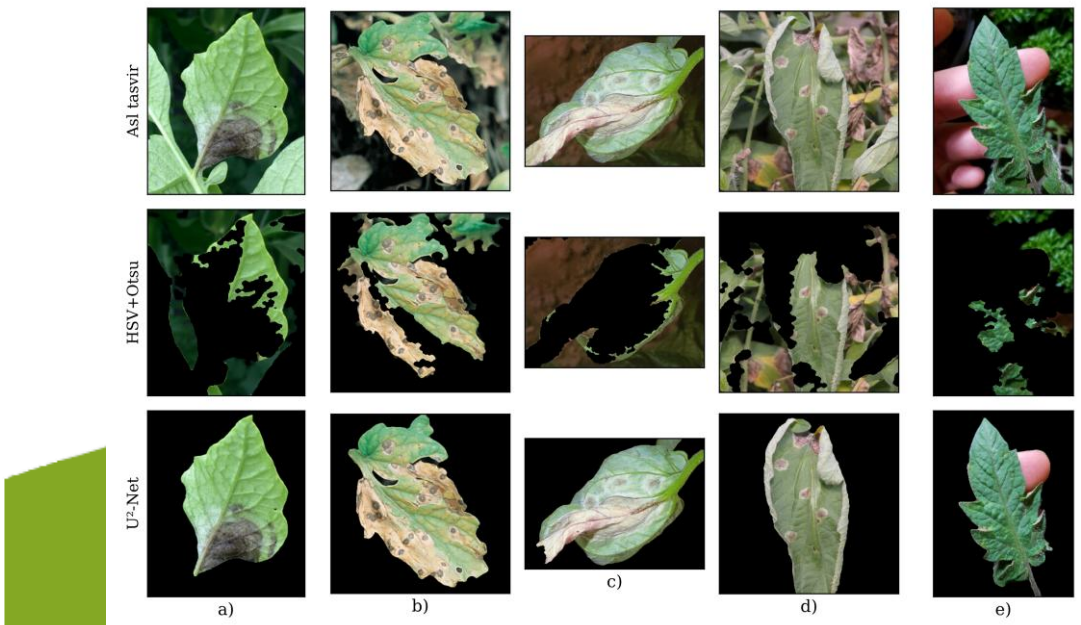
Laboratoriya tasvirlaridagi natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. PlantVillage tasvirlarida segmentatsiya usullarining ko‘rsatkichlari (n = 368)

Ko‘rsatkich	HSV+Otsu	U²-Net
IoU, o‘rtacha ± standart chetlanish	0,870 ± 0,136	0,908 ± 0,092
Dice koeffitsienti	0,924	0,949
Kasallik sohasini saqlash darajasi, % (n = 260)	78,9	81,3
IoU: pomidor, sog‘lom barg	0,826	0,932
IoU: pomidor, alternarioz	0,847	0,875
IoU: pomidor, fitoftoroz	0,894	0,891
IoU: kartoshka, fitoftoroz	0,913	0,944
Bitta tasvirga sarflangan vaqt (CPU), ms	1,5	606

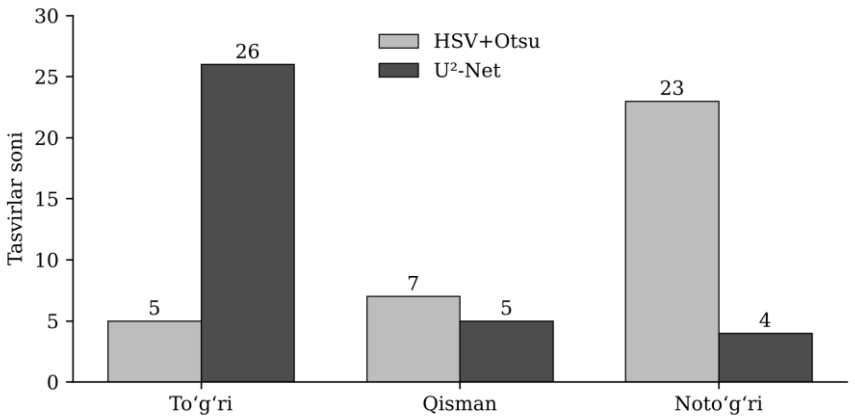
Bir xil fonda olingan tasvirlarda ham U²-Net barcha ko‘rsatkichlar bo‘yicha ustun keldi. Ayniqsa sog‘lom pomidor barglarida farq katta bo‘ldi: IoU 0,826 o‘rniga 0,932. Pomidor fitoftorozida esa ikkala usul deyarli teng natija ko‘rsatdi (0,894 va 0,891). Ikkala usulning standart chetlanishini solishtirish U²-Net natijasi barqarorroq ekanini ham ko‘rsatadi. Biroq U²-Net hisoblash jihatidan ancha qimmat: markaziy protsessorda bitta tasvirga o‘rtacha 606 ms sarflanadi, HSV+Otsu esa 1,5 ms da ishlaydi.

Dala tasvirlarida farq yanada yaqqol namoyon bo‘ldi (1-rasm, 2-rasm). HSV+Otsu usuli 35 ta tasvirning faqat 5 tasida to‘g‘ri natija berdi, 23 tasida esa noto‘g‘ri ishladi. U²-Net 26 ta tasvirda to‘g‘ri, 5 tasida qisman va 4 tasida noto‘g‘ri natija ko‘rsatdi. HSV+Otsu usulining asosiy kamchiligi shundaki, u fitoftorozga xos rangpar, oqargan to‘qimani to‘yinganligi past bo‘lgani uchun fon deb hisoblaydi (1-rasm, c). Bundan tashqari, u yashil fonni bargdan ajrata olmaydi (1-rasm, a va d).



1-rasm. Dala tasvirlarini segmentatsiyalash natijalari (yuqoridan pastga: asl tasvir, HSV+Otsu, U²-Net)

Asl tasvirlar manbasi: PlantDoc to‘plami [3]



2-rasm. PlantDoc dala tasvirlarida segmentatsiya natijalarining vizual baholanishi (n = 35)

Manba: muallif tomonidan tuzilgan

U²-Net xatolari asosan uch holatda kuzatildi. Birinchisi tasvirda yagona asosiy barg bo‘lmagan, butun o‘simlik yoki ko‘plab barglar ko‘rsatilgan sahnalardir. Ikkinchisi barg kadrni to‘liq egallagan yaqin plan bo‘lib, bunda segmentatsiyaga ehtiyoj ham kam bo‘ladi. Uchinchisi bargni ushlab turgan qo‘l ham obyekt sifatida saqlanib qolgan holatlardir (1-rasm, e). Bu kamchiliklarni U²-Net tarmog‘ini barg niqoblari bilan qo‘shimcha o‘qitish orqali kamaytirish mumkin.

Xulosa

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, rang chegaralashga asoslangan segmentatsiya laboratoriya tasvirlarida qoniqarli ishlasa-da, dala sharoitida kasallik belgilarini ko‘pincha yo‘qotadi va tashxis aniqligini oshirish o‘rniga uni pasaytirishi mumkin. U²-Net esa laboratoriya tasvirlarida IoU bo‘yicha 0,908 natija berib, dala tasvirlarining 74 foizida to‘g‘ri segmentatsiyani ta’minladi. Uning hisoblash xarajatini segmentatsiyani o‘qitishdan oldin bir marta bajarib, natijalarni saqlab qo‘yish yoki grafik protsessordan foydalanish orqali kamaytirish mumkin. Olingan natijalar asosida U²-Net muallif tomonidan ishlab chiqilayotgan ekin kasalliklarini aniqlashning gibrid algoritmida oldindan ishlov berish bosqichi sifatida tanlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mohanty S.P., Hughes D.P., Salathé M. Using deep learning for image-based plant disease detection // Frontiers in Plant Science. – 2016. – Vol. 7. – Art. 1419.

2. Hughes D.P., Salathé M. An open access repository of images on plant health to enable the development of mobile disease diagnostics // arXiv:1511.08060. – 2015.

3. Singh D., Jain N., Jain P., Kayal P., Kumawat S., Batra N. PlantDoc: A dataset for visual plant disease detection // Proceedings of the 7th ACM IKDD CoDS and 25th COMAD. – 2020. – P. 249–253.

4. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1979. – Vol. 9, № 1. – P. 62–66.

5. Qin X., Zhang Z., Huang C., Dehghan M., Zaiane O.R., Jagersand M. U²-Net: Going deeper with nested U-structure for salient object detection // Pattern Recognition. – 2020. – Vol. 106. – Art. 107404.

6. Barbedo J.G.A. Factors influencing the use of deep learning for plant disease recognition // Biosystems Engineering. – 2018. – Vol. 172. – P. 84–91.

7. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital image processing. – 4th ed. – New York: Pearson, 2018.