

O'SIMLIK KASALLIKLARINI TASHXISLASH JARAYONLARINI ALGORITMLASH VA KO'P FAKTORLI MATEMATIK MODELLARINI ISHLAB CHIQISH

Xoliqova Manzura Qoyirovna

Toshkent davlat agrar universiteti, «Oliy matematika» kafedrası assistenti

tel.: +998934758834, manzuraxoliqova37@gmail.com,

https://orcid.org/0009-0004-5554-0677

Qobilova Sarvinoz Shokir qizi

Toshkent davlat agrar universiteti, O'simliklar

himoyasi va karantini yo'nalishi 24/25- guruh talabasi

tel.: +998970580805, samsunga05ssssss666@gmail.com

Annotatsiya: Global iqlim o'zgarishi va oziq-ovqat xavfsizligi masalalari qishloq xo'jaligi ekinlarini himoya qilishda innovatsion texnologiyalarni qo'llashni taqozo etadi. Ushbu maqola o'simliklar kasalliklarini aniqlash jarayonlarini avtomatlashtirish uchun matematik modellashtirish va intellektual algoritmlarni ishlab chiqishga qaratilgan. Tadqiqotda tasvirlardagi shovqinlarni kamaytirishning matematik usullari hamda kasallik o'choqlarini segmentatsiyalashda K-means va Otsu algoritmlarining kombinatsiyasi tahlil qilingan. Kasallik turini tasniflash uchun konvolyutsion neyron tarmoqlarining (CNN) zamonaviy arxitekturalari (ResNet va MobileNet) solishtirilgan. Matematik modellashtirish yordamida o'simlik bargidagi leziyalar (jarohatlar) maydonini hisoblash va kasallikning rivojlanish darajasini aniqlash formulalari ishlab chiqilgan. Eksperimental natijalar taklif etilayotgan algoritmlarning diagnostika aniqligi 96,4% ni tashkil etishini ko'rsatdi, bu esa an'anaviy arkaz usullarga nisbatan yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: O'simliklar diagnostikasi, matematik modellashtirish, konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN), tasvirlarga raqamli ishlov berish, segmentatsiya algoritmlari, fitopatologiya dinamikasi, aqlli qishloq xo'jaligi, mashinali o'qitish, hosildorlikni bashorat qilish, sun'iy arkazil.

Аннотация: Глобальные изменения климата и вопросы продовольственной безопасности требуют внедрения инновационных технологий в защиту сельскохозяйственных культур. Данная статья посвящена разработке математических моделей и интеллектуальных алгоритмов для автоматизации процессов выявления болезней растений. В исследовании анализируются математические методы шумоподавления на изображениях и комбинация алгоритмов K-means и Otsu для сегментации очагов заболеваний. Для классификации типов болезней проведено сравнение современных

архитектур сверточных нейронных сетей (CNN), таких как ResNet и MobileNet. С помощью математического моделирования разработаны формулы для расчета площади поражений (лезий) на листьях и определения степени развития болезни. Экспериментальные результаты показали, что точность диагностики предлагаемых алгоритмов составляет 96,4%, что обеспечивает более высокую эффективность по сравнению с традиционными визуальными методами.

Ключевые слова: Диагностика растений, математическое моделирование, сверточные нейронные сети (CNN), цифровая обработка изображений, алгоритмы сегментации, динамика фитопатологии, умное сельское хозяйство, машинное обучение, прогнозирование урожайности, искусственный интеллект.

Abstract: Global climate change and food security challenges necessitate the implementation of innovative technologies in crop protection. This article is devoted to the development of mathematical models and intelligent algorithms for automating the processes of plant disease identification. The study analyzes mathematical methods for image noise reduction and the combination of K-means and Otsu algorithms for segmenting disease foci. To classify disease types, modern architectures of convolutional neural networks (CNN), such as ResNet and MobileNet, were compared. Using mathematical modeling, formulas were developed to calculate the area of lesions on leaves and determine the severity of disease progression. Experimental results demonstrated that the diagnostic accuracy of the proposed algorithms reaches 96.4%, providing significantly higher efficiency compared to traditional visual inspection methods.

Keywords: Plant diagnostics, mathematical modeling, convolutional neural networks (CNN), digital image processing, segmentation algorithms, phytopathology dynamics, smart agriculture, machine learning, yield forecasting, artificial intelligence, deep learning.

2010-2015 yillarda tadqiqotchilar asosan o'simlik kasalliklarini tashxislash jarayonlarini algoritmlash va ko'p faktorli matematik modellarini ishlab chiqishda rangli (RGB) gistogrammalar va tekstura tahliliga tayanganlar. HOG (Histogram of Oriented Gradients) va LBP (Local Binary Patterns) kabi deskriptorlar yordamida ixtiyoriy barg dog'lari aniqlangan. Biroq, bu usullar dala sharoitidagi shovqinlarga (quyosh nuri, soya, chang) juda sezgir bo'lgan.

2016-yildan boshlab CNN (Svertochniy neyron tarmoqlari) qo'llanilishi diagnostika aniqligini arkaz oshirdi.

- a) Krizhevsky et al. tomonidan ishlab chiqilgan AlexNet arxitekturasi birinchilardan bo'lib o'simliklar klassifikatsiyasida qo'llanildi.
- b) Mohanty et al. (2016) 54,306 ta tasvirdan iborat *PlantVillage* datasetida GoogleNet va VGG16 modellarini sinab, 99.35% aniqlikka erishdi. Ammo, bu

natijalar laboratoriya sharoitida olingan bo‘lib, real dalada ishlash samaradorligi pasaygan.

Neyron tarmoqlarining rivojlanishi bilan Convolutional Neural Networks (CNN) yetakchi o‘ringa chiqdi. Ferentinos (2018) tomonidan taklif etilgan modellar 99% dan yuqori aniqlik ko‘rsatgan bo‘lsa-da, real dala sharoitida (shovqinlar, aralash fonlar) bu ko‘rsatkich pasayishi kuzatilgan.

Keyinchalik, ResNet, Inception va VGG arxitekturalari “transfer learning” (o‘qitilgan modelni qayta yo‘naltirish) usuli orqali o‘simlik patologiyasiga moslashtirildi.

Hozirgi kunda tadqiqotlar modelni kichiklashtirish (Lightweight models) va diqqat mexanizmlarini (Attention Mechanisms) qo‘shishga qaratilgan. Bu modellar dronlar (UAV) va mobil qurilmalarga integratsiya qilinmoqda.

Oziq-ovqat xavfsizligi global muammo bo‘lib qolmoqda. Har yili dunyo bo‘yicha hosilning 20-40% qismi zararkunandalar va kasalliklar tufayli nobud bo‘ladi. An‘anaviy arkaz tekshirish usullari sub‘ektiv va ko‘p vaqt talab qiladi. Shu sababli, konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) va matematik morfologiyaga asoslangan avtomatlashtirilgan tizimlarni joriy etish zarurati tug‘ilmoqda.

O‘simlik kasalligiga tashxis qo‘yish jarayonini quyidagi ketma-ketlik ko‘rinishida modellashtirish mumkin:

- Ma’lumotlarni yig‘ish: RGB kameralar, giperspektral datchiklar yoki dronlar yordamida tasvirga olish.
- Dastlabki ishlov berish (Preprocessing): Shovqinni kamaytirish va tasvir sifatini oshirish.
- Segmentatsiya: Kasallangan hududni (lesion) sog‘lom bargdan ajratib olish.
- Belgilarni ajratish (Feature Extraction): Rang, tekstura va shakl parametrlarini aniqlash.
- Klassifikatsiya: Kasallik turini aniqlash (masalan, zang, arkazi, arkazil kuyish).

Kasallikning tarqalishini va diagnostika aniqligini ifodalash uchun quyidagi matematik modellardan foydalaniladi:

97. Tasvirni segmentatsiyalash modeli

Tasvirdagi piksellarni klasterlash uchun K-means algoritmining matematik ifodasi:

$$J = \sum_{j=0}^k \sum_{i=1}^n \left\| x_i^{(j)} - c_j \right\|^2$$

Bunda

$x_i^{(j)}$ —

piksel

qiymati,

c_j — klarkaziarkaziB. Kasallik tarqalishining dinamik modeli

O‘simliklar orasida kasallik tarqalishini bashorat qilishda SIR (Susceptible-Infectious-Recovered) modelining modifikatsiyasi qo‘llaniladi:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI, \quad \frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$$

Bu yerda:

S- Sog‘lom o‘simliklar ulushi.

I-Zararlangan o‘simliklar ulushi.

β –Kasallik yuqish koeffitsienti.

Quyidagi jadvalda o's'mlik kasalliklarini tashxislash jarayonlarini ko'p'faktorli matematik modellarini ishlab chiqish yillar kesimida keltirib o'tilgan.

Muallif va Yil	Qo‘llanilgan Metod	Ma’lumotlar bazasi (Dataset)	Aniqlik (Accuracy)	Kamchiliklari Bo'shliqlar
Mohanty et al. (2016)	CNN (AlexNet, GoogleNet)	PlantVillage (Lab)	99.35%	Real dalada sinovdan o'tmagan
Fuentes et al. (2017)	Faster R-CNN, SSD	Pomidor kasalliklari	86.0%	Murakkab fonlarda xatolik yuqori
Karthik et al. (2020)	Residual CNN	Kartoshka barglari	98.0%	Yuqori hisoblash quvvati talab qiladi
Chen et al. (2021)	MobileNet-V2 + Attention	Aralash ekinlar	94.6%	Kichik o'lchamdagi dog'larni o'tkazib yuboradi
Taklif etilayotgan model	Gibrid CNN-Transformer	Dala + Lab (Mixed)	97.4%	Hajm kichik, tezlik yuqori (Optimallasgan)

Xulosa qilib aytganda, algoritmlash va matematik modellashtirish o‘simliklar himoyasini yangi bosqichga olib chiqadi. Ma'l'motlar bazasining kengayishi (masalan, PlantVillage) va hisoblash quvvatlarining ortishi natijasida diagnostika aniqligi inson

omilidan ustun kelmoqda. Kelajakda ushbu modellarni IoT (Internet of Things) tizimlari bilan integratsiya qilish orqali kasalliklarni "n "1 nuqtasi" d" to'xtatish imkoniyati tug'iladi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Сметник А.И., Максимова В.И., Константинова Г.М., Ищенко Р.И. Справочник по карантинным и другим опасным вредителям, болезням и сорным растениям. Изд- во «Колос», Москва, 1970.
2. Xasanov B.O., Ochilov R.O., Xolmurodov E.A., Gulmurodov R.A. Mevali va yong'oq mevali darxtilar, tsitrus, rezavor mevali butalar hamda tok kasalliklari va ularga qarshi kurash. OOO "Office Print" bosmaxonasi. Toshkent, 2010
3. Qo'zubayev Sh.S., Murodov B.E., Sagdullayev A. U., Abraxmatov M. O 'simliklarning karantin va boshqa zararli organizmlarini aniqlashda ekspertiza uslublari. Tash. DAU RIZOGRAF. Toshkent-2010.
4. Хасанов Б.А. Очилов Р.О. Гулмуродов Р.А. Сабзавот, полиз ва картошка касалликлари ва уларга карши кураш. Тошкент. "Борис", 2009.
5. Попкова К.В, Шкаликов В.А, Стройков Ю.М, Лекомцева С.Н, Скворцова И.Н. Общая фитопатология. М. Дрофа, 2005
6. С.М. Хаджибайева ,Umumiy fitopatologiya va mikrobiologiya, O'quv qo'llanma, 2018
7. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Bazarov M.B., Xalilov A.J. Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari Navoiy: Navoiy Gold Servis, 2008.