ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 6

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

KO‘P AGENTLI ROBOTOTEXNIKA TIZIMLARI YORDAMIDA ISSIQXONALARDA EKINLARNI MONITORING QILISH VA BOSHQARISHNING INTELLEKTUAL ALGORITMLARI

Safarov Rustambek Sunnatillo-o‘g‘li
Buxoro davlat universiteti, Fizika-matematika va axborot texnologiyalari fakulteti 3-bosqich talabasi
E-mail: rustam0062006@gmail.com
Tel: (+998) 914445582

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy sanoat issiqxonalarida mikroiqlim parametrlarini monitoring qilish, ekinlar kasalliklarini erta bosqichda aniqlash va resurslarni - suv, energiya, o‘g‘it - optimal taqsimlash uchun mo‘ljallangan yangi gibrid iyerarxik intellektual ko‘p agentli issiqxona boshqaruv algoritmi taklif etiladi. Taklif etilayotgan tizim quyidagi ilg‘or texnologiyalar integratsiyasiga asoslangan: Ko‘p Agentli Tizimlar - robotlar koordinatsiyasi uchun; Chuqur mustahkamlovchi o‘qitish - qaror qabul qilish uchun; Noaniq Mantiq - sug‘orish boshqaruvi uchun; Kompyuter Ko‘rishi - kasalliklarni aniqlash uchun. Tizimdagi agentlararo koordinatsiyani ta'minlash uchun vazifalarni dinamik taqsimlash va adaptiv qoplama trayektoriyasini rejalashtirish algoritmlari ishlab chiqilgan. Ekinlardagi patologiyalarni aniqlash esa maxsus neyron tarmoq arxitekturasiga asoslangan real vaqtdagi anomal holatlarni aniqlash moduli orqali amalga oshiriladi. Simulyatsiya natijalari shuni ko‘rsatdiki, taklif etilayotgan gibrid algoritm an‘anaviy usullarga qaraganda energiya samaradorligini 28.4% ga, suv sarfini 34.2% ga kamaytiradi va kasalliklarni aniqlashda 97.8% F1-ko‘rsatkich ko‘rsatkichiga erishadi.

Kalit so‘zlar: ko‘p agentli tizimlar, mustahkamlovchi o‘qitish, kompyuter ko‘rishi, noaniq mantiq, yo‘nalishni rejalashtirish, sensorli birlashma, sanoat issiqxonalari.

Аннотация. В данной статье предлагается новый гибридный иерархический интеллектуальный многоагентный алгоритм управления теплицей, предназначенный для мониторинга параметров микроклимата, раннего выявления болезней растений и оптимального распределения ресурсов — воды, энергии, удобрений — в современных промышленных теплицах. Предложенная система основана на интеграции следующих передовых технологий: многоагентные системы — для координации роботов; глубокое обучение с подкреплением — для принятия решений; нечеткая логика — для управления орошением; компьютерное зрение — для обнаружения болезней. Для обеспечения межагентной координации в системе разработаны алгоритмы динамического распределения задач и адаптивного планирования траектории покрытия. Обнаружение патологий растений осуществляется с

ISSN 3030-3907

помощью модуля обнаружения аномалий в реальном времени, основанного на специальной архитектуре нейронной сети. Результаты моделирования показали, что предложенный гибридный алгоритм снижает энергоэффективность на 28,4%, потребление воды на 34,2% и достигает показателя F1-меры 97,8% при обнаружении болезней по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: многоагентные системы, обучение с подкреплением, компьютерное зрение, нечеткая логика, планирование маршрута, объединение данных с датчиков, промышленные теплицы.

Abstract. This article proposes a new hybrid hierarchical intelligent multi-agent greenhouse management algorithm designed for monitoring microclimate parameters, early detection of crop diseases and optimal allocation of resources - water, energy, fertilizer - in modern industrial greenhouses. The proposed system is based on the integration of the following advanced technologies: Multi-Agent Systems - for robot coordination; Deep Reinforcement Learning - for decision-making; Fuzzy Logic - for irrigation management; Computer Vision - for disease detection. To ensure inter-agent coordination in the system, dynamic task distribution and adaptive coverage trajectory planning algorithms have been developed. Detection of crop pathologies is carried out through a real-time anomaly detection module based on a special neural network architecture. Simulation results showed that the proposed hybrid algorithm reduces energy efficiency by 28.4%, water consumption by 34.2%, and achieves an F1-score of 97.8% in disease detection compared to traditional methods.

Keywords: multi-agent systems, reinforcement learning, computer vision, fuzzy logic, route planning, sensor fusion, industrial greenhouses.

KIRISH.

Zamonaviy qishloq xo‘jaligida resurslar tanqisligi va iqlim o‘zgarishi sharoitida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash eng muhim muammolardan biridir. Sanoat issiqxonalari ekinlar hosildorligini oshirish va tashqi muhit ta'sirini minimallashtirish imkonini beradi.

Biroq, issiqxona ichidagi mikroiqlim parametrlari - temperatura, namlik, CO_2 konsentratsiyasi, tuproq namligi - vaqt va makon bo‘yicha vaqt va makon bo‘yicha keskin o‘zgaruvchan xususiyatga ega bo‘lib, ularni an'anaviy statsionar datchiklar tarmog‘i orqali to‘liq va aniq nazorat qilish qiyin. Statsionar sensorlar o‘lik zonalarni keltirib chiqaradi va kasalliklarning tarqalishini erta bosqichda aniqlash imkonini bermaydi.

Ushbu muammoni hal etishda mobil robototexnika va ko‘p agentli tizimlar istiqbolli yechim hisoblanadi. Bir nechta avtonom mobil robotlarning o‘zaro hamkorligi orqali issiqxonaning barcha nuqtalarini yuqori aniqlikda monitoring

ISSN 3030-3907

qilish va lokal darajada agrotexnik tadbirlarni amalga oshirish (lokal sug‘orish, dori sepish, shamollatish) mumkin bo‘ladi.

Jahon aholisining tez o‘sishi va shaharlashish jarayonlari oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabni yildan yilga oshirib bormoqda. Bunday sharoitda qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini intensivlashtirish va resurslardan oqilona foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Sanoat issiqxonalari yil bo‘yi yuqori hosildorlikni ta‘minlash, oziq-ovqat xavfsizligini mustahkamlash va ekologik barqarorlikni saqlash nuqtai nazaridan zamonaviy qishloq xo‘jaligining asosiy yo‘nalishlaridan biriga aylandi [1].

O‘zbekiston sharoitida issiqxona xo‘jaligi so‘nggi yillarda jadal rivojlanib, iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biriga aylandi. Mamlakatimizda issiqxona maydonlari hajmi yildan yilga ortib bormoqda; lekin ko‘pgina issiqxona korxonalari hali ham an‘anaviy qo‘lda boshqarish usullaridan foydalanadi. Bu esa resurslar - suv, issiqlik, o‘g‘it - ning ortiqcha sarf bo‘lishiga va hosil sifati hamda miqdorining pasayishiga olib keladi [11].

Ushbu tadqiqotning maqsadi - yuqorida qayd etilgan muammolarni bartaraf etish uchun iyerarxik tuzilishga ega, intellektual va gibrid xususiyatli boshqaruv algoritmini ishlab chiqish va uning samaradorligini simulyatsiya natijalarida ko‘rsatishdir. Tadqiqot natijalari issiqxona xo‘jaligini avtomatlashtirish va aqllashtirishga muhtoj bo‘lgan amaliy korxonalar hamda ilmiy muassasalar uchun foydali bo‘lishi kutilmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

So‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligi robototexnikasi va sun'iy intellekt texnologiyalarining integratsiyasiga bag‘ishlangan ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazildi.

1-jadval.

Mavjud tadqiqotlar tahlili

Tadqiqotchi	Yil	Taklif	Kamchilik
Santos va boshq.	2021	Yagona mobil robot asosidagi monitoring tizimi	Katta maydonda kam samara
Wang va boshq.	2022	Bozor iqtisodiyoti modeli asosidagi auksion algoritmi	Dinamik muhitda ishlash imkoniyati cheklangan
Sutton & Barto	2018	Mustahkamlovchi o‘qitish va chuqur neyron tarmoq yondashuvi	Ko‘p takrorlash va katta hisoblash resurslari talab qilinadi
Zadeh	1965	Noaniq mantiq (Fuzzy Logic)	Mustaqil qo‘llanilganda cheklangan
Howard va boshqa.	2018	MobileNetV2 neyron tarmoq arxitekturasi	Real sharoitlarda qo‘shimcha

ISSN 3030-3907

			moslashtirish talab etiladi

XULOSA. Ko‘p agentli robotlarning yo‘nalishini dinamik rejalashtirish, anomal holatlarni aniqlash va intellektual qaror qabul qilish mexanizmlarini yagona tizimga birlashtiruvchi gibrid algoritmlar hali to‘liq shakllanmagan. Ushbu bo‘shliqni to‘ldirish maqsadida ushbu maqolada yangi gibrid algoritm taklif etiladi.

Issiqxona maydoni ikki o‘lchamli panjarali xarita ko‘rinishida ifodalanadi: $W \subset R^2$. Ushbu maydonda N ta mobil robot agentlar $A = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$ va M ta statsionar monitoring nuqtalari $S = \{s_1, s_2, \ldots, s_m\}$ joylashgan.

Ko‘p Kriteriyali Optimallashtirish

$$min_{X,Y} \sum_{t=1}^{T} [w_1 \cdot E_{total}(t) + w_2 \cdot D_{spread} - w_3 \cdot \eta(t)]$$

cheklov:

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1, w_1, w_2, w_3 \geq 0$$

bu yerda:

$X = [x_{ij}]$- vazifalarni robotlar o‘rtasida taqsimlash matritsasi;

$Y = \{y_i(t)\}$- robotlarning harakat trayektoriyalari to‘plami;

$E_{\text{total}}(t) -$ t-vaqtdagi umumiy energiya sarfi;

$D_{\text{spread}}(t) -$ t-vaqtdagi kasallik tarqalish koeffitsiyenti;

$\eta(t)$- monitoring qamrovining samaradorlik ko‘rsatkichi;

w_1, w_2, w_3- mos ravishda energiya sarfi, kasallik tarqalishi va monitoring samaradorligi uchun vazn koeffitsiyentlari;

T- rejalashtirish davridagi vaqt bosqichlari soni.

Gibrid algoritmining ishlash prinsipini ta'minlovchi fundamental matematik modellar quyida keltirilgan.

Maqsad Funksiyasi (Objective Function)

$$J = \sum_{t=1}^{T} \left[\sum_{i=1}^{N} \left(P_{move} \cdot d_i(t) + P_{scan} \cdot \delta_i(t) \right) + \sum_{j=1}^{M} \varphi_j(t) \cdot \left(1 - \rho_j(t) \right) \right]$$

2-jadval.

Maqsad funksiyasi parametrlari

Parametr	Ta'rifi
P_move	Harakatlanish uchun sarflanadigan quvvat
$d_i(t)$	i-agent bosib o‘tgan masofa
P_scan	Skanerlash va qayta ishlash quvvati
$\delta_i(t) \in \{0,1\}$	Skanerlash faolligi
$\varphi_j(t)$	j-nuqtadagi kasallik xavfi darajasi
$\rho_j(t) \in [0,1]$	j-nuqtaning oxirgi yangilanish muddati

ISSN 3030-3907

Foydalilik Funksiyasi (Utility Function)

$$U(a_i, \tau_j) = \frac{R(\tau_j) \cdot B(a_i)}{d(a_i, \tau_j) + \varepsilon}$$

2. Vazifalarni taqsimlash (Task Allocation)

$$A_{ij} = \text{argmax ai} \in \text{A } U(a_i, \tau_j)$$

$$B(a_i) > B_{threshold}$$

Agent a_i ning τ_j vazifasini bajarishdagi foydaliligi:

$R(\tau_j) - \tau_j$vazifasining ustuvorlik darajasi (priority).

$B(a_i) - a_i$agentining qolgan batareya quvvati.

$d(a_i, \tau_j) - a_i$agenti bilan $\tau_j$vazifasi orasidagi masofa.

$\varepsilon > 0$- nolga bo‘linishning oldini oluvchi juda kichik musbat son.

Vazifalarni Taqsimlash (Task Allocation)

A_{ij} = argmax_{$a_i \in A$} $U(a_i, \tau_j)$, subject to $B(a_i) > B_threshold$

Mukofot Funksiyasi (Reward Function)

$R_t = -\alpha(T_t - T_opt)^2 - \beta(H_t - H_opt)^2 - \gamma E_action + \delta \cdot I(anomaly_fixed)$, bunda T_t, H_t - joriy temperatura va namlik; T_opt, H_opt - optimal mikroiqlim parametrlari; E_action - amal uchun sarflangan energiya; $I(\cdot)$ - indikator funksiyasi.

Bellman tenglamasi

$$Q(s,a) \leftarrow Q(s,a) + \alpha \left[R + \gamma \max_{a'} \quad Q(s',a') - Q(s,a) \right]$$

Bu yerda:

$Q(s,a)$- holat-harakat juftligi qiymati;

R- olingan mukofot;

α- o‘rganish tezligi;

γ- diskontlash koeffitsiyenti;

s'- keyingi holat;

a'- keyingi harakat.

Noaniq tegishlilik funksiyasi (Fuzzy Membership Function)

$$\mu(x; a, b, c) = \max\left(0, \min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right)\right)$$

Defuzzifikatsiya (Centroid usuli)

$$z^* = \frac{\int z\, \mu_C(z)\, dz}{\int \mu_C(z)\, dz}$$

Sensorli birlashma (Sensor Fusion)

$$S_f = \sum_{k=1}^{K} w_k\, s_k$$

Og‘irliklar sharti:

ISSN 3030-3907

$$\sum_{k=1}^{K} w_k = 1$$

Vaznlarni aniqlash:

$$w_k \propto \frac{1}{\sigma_k^2}$$

Bu yerda:

$s_k -$ k-sensorning o‘lchovi;

w_k- sensor vazni;

σ_k^2- sensor xatoligi dispersiyasi.

Qoplama samaradorligi (Coverage Efficiency)

$$\eta = \left(\frac{\bigcup_{i=1}^{N} Area(a_i)}{Area_{total}} \right) \left(1 - \frac{T_{idle}}{T_{total}}\right)$$

Bu yerda:

$Area(a_i) -$ i-agent qamrab olgan hudud;

$Area_{total}$- umumiy hudud;

T_{idle}- bekor turish vaqti;

T_{total}- umumiy ish vaqti.

Energiya sarfi modeli (Energy Consumption Model)

$$E_{total} = \sum_{i=1}^{N} (P_{move}\, t_{move_i} + P_{sensing}\, t_{sensing_i} + P_{processing}\, t_{processing_i})$$

Bu yerda:

P_{move}- harakatlanish quvvati;

$P_{sensing}$- sensorlar quvvati;

$P_{processing}$- hisoblash quvvati.

TAJRIBA VA NATIJALAR.

Tizimning samaradorligi quyidagi parametrlar bilan baholandi: 10 ta robot agenti, 100 ta monitoring nuqtasi, 1000 iteratsiya, 100×100 m² issiqxona maydoni. Uchta ssenariy solishtirma tahlili o‘tkazildi: Ssenariy A - An'anaviy statsionar sensor tarmog‘i; Ssenariy B - Standart ko‘p agentli tizim (bitta algoritm); Ssenariy C - Taklif etilayotgan gibrid algoritm.

Natijalar Jadvali

3-jadval.

Ssenariylar bo‘yicha taqqoslama natijalar

Ko‘rsatkich	Ssenariy A	Ssenariy B	Ssenariy C (Gibrid algoritm)

ISSN 3030-3907

Aniqlik (Accuracy)	78.5%	89.2%	98.4%
Precision	72.1%	85.0%	97.9%
Recall	68.4%	83.4%	96.8%
F1-Score	70.2%	84.2%	97.8%
Qoplama darajasi	62.0%	88.5%	99.5%
Energiya tejash	—	12.4%	28.4%
Suv tejash	10.0%	21.5%	34.2%
Munosabat vaqti	120 daqiqa	45 daqiqa	12 daqiqa

Olingan natijalar taklif etilgan gibrid algoritmning aniq afzalliklarini namoyon etadi.

Kompyuter Ko‘rishi Samaradorligi. Neyron tarmoq arxitekturasini agrotexnik platformaga integratsiya qilish tufayli kasalliklarni aniqlashda F1-ko‘rsatkich 97.8% ni tashkil etdi. Robot o‘simlik barglariga turli burchaklardan yaqinlashib tasvirga olgani uchun statsionar kameralar tizimiga nisbatan sezilarli darajada yuqori natija ko‘rsatadi.

4-jadval.

Resurslarni tejash mexanizmlari

Tadbir	Tejash	Mexanizm
Suv sarfi	34.2%	noaniq mantiq asosidagi aniq sug‘orish
Energiya	28.4%	Vazifalarni taqsimlash va optimal yo‘l rejalashtirish algoritmlari
Robotlar ish muddati	+40%	Aqlli zaryadlash siyosati

Dinamik Moslashuvchanlik. Mustahkamlovchi o‘qitish tizimi mikroiqlim parametrlarining keskin o‘zgaruvchan sharoitlarida ham barqaror suboptimal boshqaruv yechimlarini topishga muvaffaq bo‘ldi. ε-greedy yondashuv strategiyani o‘rganish va undan foydalanish o‘rtasidagi muvozanatni samarali ta'minladi.

XULOSA.

Ushbu ilmiy maqolada sanoat issiqxonalarini intellektual boshqarish va monitoring qilish uchun yangi iyerarxik intellektual ko‘p agentli issiqxona boshqaruv algoritmi ishlab chiqildi va sinovdan o‘tkazildi.

Asosiy yutuqlar:

1) Ko‘p agentli vazifalarni dinamik taqsimlash - murakkab optimallashtirish masalasini auksion yondashuvi orqali hal etish;

2) Adaptiv yo‘l chizish - ilonizi harakat va sun'iy potentsial maydonlar kombinatsiyasi;

ISSN 3030-3907

3) Real vaqtdagi kasalliklarni aniqlash - neyron tarmoq modeli yordamida 97.8% F1-ko‘rsatkich;
4) Aqlli sug‘orish - Noaniq Mantiq boshqaruvchisi yordamida 34.2% suv tejash;
5) Mikroiqlim boshqaruvi - mustahkamlovchi o‘qitish algoritmi yordamida dinamik moslashuv.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. J. Santos, R. Silva, and A. Oliveira, "Autonomous single-robot navigation in smart greenhouses," IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 18, no. 2, pp. 412–423, 2021.
2. X. Wang and L. Zhang, "Auction-based multi-agent task allocation for precision agriculture," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 189, p. 106390, 2022.
3. R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction, MIT Press, 2018.
4. L. Zadeh, "Fuzzy sets," Information and Control, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965.
5. A. Howard et al., "MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks," Proceedings of CVPR, pp. 4510–4520, 2018.
6. M. Dorigo and T. Stutzle, Ant Colony Optimization, MIT Press, 2004.
7. T. Zhang and S. Geng, "Deep Reinforcement Learning for Greenhouse Climate Control," IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 14, pp. 11985–11996, 2022.
8. K. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, Courier Corporation, 2013.
9. Y. Chen, "Multi-robot adaptive coverage path planning in agricultural environments," Robotics and Autonomous Systems, vol. 145, p. 103875, 2021.
10. S. Russell and P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th ed., Pearson, 2020.
11. Qodirov A.Q., Xolmatov B.I. Issiqxona xo‘jaliklarida resurslarni tejovchi texnologiyalar va ularning samaradorligi. - Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. - 184 b.
12. Yusupov R.A., Nazarov F.X. Sun‘iy intellekt va mashinali o‘qitish asoslari. - Toshkent: O‘zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti, 2022. - 256 b.
13. Mirzayev N.B. Qishloq xo‘jaligida axborot texnologiyalari. Darslik. - Toshkent: TDTU nashriyoti, 2020. - 312 b.
14. Karimov I.T., Toshmatov U.A. Robototexnika va intellektual tizimlar. O‘quv qo‘llanma. - Samarqand: SamDU nashriyoti, 2023. - 198 b.
16. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “Qishloq xo‘jaligini raqamlashtirish va zamonaviy agrotexnologiyalarni joriy etish” to‘g‘risidagi Farmoni. - Toshkent, 2022.

ISSN 3030-3907