

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ
ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

2025 (24) 4

қазан- желтоқсан

ISSN 2708–2032 (print)
ISSN 2708–2040 (online)

БАС РЕДАКТОР:

Исахов Асылбек Абдишимович — есептеу теориясы саласында математика бойынша PhD доктор, "Компьютерлік ғылымдар және информатика" бағыты бойынша қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Басқарма Төрағасы – Ректор (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Колесникова Катерина Викторовна — техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ғылыми-зерттеу қызметі жөніндегі проректор (Қазақстан)

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

Ипалакова Мадина Түлегеновна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ғылыми-зерттеу қызметі жөніндегі департамент директоры (Қазақстан)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Разак Абдул — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының профессоры (Қазақстан)
Лучино Томмазо де Паолис — Саленто Университеті (Италия) инновация және технологиялық инжиниринг департаменті AVR зертханасының зерттеу және әзірлеу бөлімінің директоры

Лиз Бэкон — профессор, Абертей Университеті (Ұлыбритания) вице-канцлерінің орынбасары

Микеле Пагано — PhD, Пиза Университетінің (Италия) профессоры

Өтелбаев Мұхтарбай Өтелбайұлы — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, КР ҰҒА академигі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті математика және компьютерлік модельдеу кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Рысбайұлы Болатбек — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, Есептеу және деректер ғылымдары департаментінің профессоры, Astana IT University (Қазақстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Дузаев Нуржан Токсужаевич — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті цифрландыру және инновациялар жөніндегі проректор (Қазақстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Сейлова Нургуль Абдуллаевна — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті компьютерлік технологиялар және киберқауіпсіздік факультетінің деканы (Қазақстан)

Мұхамедиева Ардак Габитовна — экономика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті бизнес медиа және басқару факультетінің деканы (Қазақстан)

Абдикаликова Замира Тұрсынбаевна — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті математика және компьютерлік модельдеу кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті экономика және бизнес кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Дамелия Максумовна Ескендірова — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — филология ғылымдарының кандидаты, доцент, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті медиакоммуникация және Қазақстан тарихы кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Айтмағамбетов Алтай Зуфарович — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Бахтиярова Елена Азизбековна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Канибек Сансызбай — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Тынымбаев Сахиябай — техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті компьютерлік инженерия кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Алимереб Али Абд — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Янг Им Чу — PhD, Гачон университетінің профессоры (Оңтүстік Корея)

Талеуш Валдас — PhD, Адам Мицкевич атындағы (Польша) университеттің проректоры

Мамырбаев Оркен Жұмажанович — PhD, КР ҒЖБМ Ғылым комитеті ақпараттық және есептеу технологиялары институты ӨМК директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Қазақстан)

Бушув Сергей Дмитриевич — техника ғылымдарының докторы, профессор, Украинаның "УКРНЕТ" жобаларды басқару қауымдастығының директоры, Киев ұлттық құрылыс және сәулет университеті жобаларды басқару кафедрасының меңгерушісі (Украина)

Белошицкая Светлана Васильевна — техника ғылымдарының докторы, доцент, Astana IT University есептеу және деректер ғылымы кафедрасының профессоры (Қазақстан)

РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — магистр, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің редакторы (Қазақстан)

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Меншік иесі: АҚ «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігіне мерзімді баспасөз басылымын есепке қою туралы куәлік № KZ82VPY00020475, 20.02.2020 ж. берілген

Тақырып бағыты: ақпараттық технологиялар, ақпараттық қауіпсіздік және коммуникациялық технологиялар, әлеуметтік-экономикалық жүйелерді дамытудағы цифрлық технология.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тираж: 100 дана.

Редакция мекенжайы: 050040 Алматы қ., Манас к., 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09.

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Журнал сайты: <https://journal.iitu.edu.kz>

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2025

Журнал сайты: <https://journal.iitu.edu.kz> © Авторлар ұжымы, 2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Исахов Асылбек Абдиашимович — доктор PhD по математике в области теории вычислимости, ассоциированный профессор по направлению "Компьютерные науки и информатика", Председатель Правления – Ректор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Колесникова Катерина Викторовна — доктор технических наук, профессор, проректор по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Ипалакова Мадина Тулегеновна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, директор департамента по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Разак Абдул — PhD, профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Лучио Томмазо де Паолис — директор отдела исследований и разработок лаборатории AVR департамента инноваций и технологического инжиниринга Университета Саленто (Италия)

Лиз Бэкон — профессор, заместитель вице-канцлера Университета Абертей (Великобритания)

Микеле Пагано — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбайұлы — доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Рысбайұлы Болатбек — доктор физико-математических наук, профессор, профессор Astana IT University (Казахстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, профессор-исследователь кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дузбаев Нуржан Токкужаевич — PhD, ассоциированный профессор, проректор по цифровизации и инновациям Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Сейлова Нургуль Абадуллаевна — кандидат технических наук, декан факультета компьютерных технологий и кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — кандидат экономических наук, декан факультета бизнеса медиа и управления Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Абдикаликова Замира Турсынбаевна — PhD, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой экономики и бизнеса Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дамеля Максусовна Ескендирова — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — кандидат филологических наук, доцент, профессор, заведующая кафедрой медиакоммуникации и истории Казахстана Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Бахтиярова Елена Ажибековна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Канибек Сансызбай — PhD, ассоциированный профессор, профессор-исследователь кафедры кибербезопасности, Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Тынымбаев Сахиябай — кандидат технических наук, профессор, профессор-исследователь кафедры компьютерной инженерии, Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, ассоциированный профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Янг Им Чу — PhD, профессор университета Гачон (Южная Корея)

Талеуш Валлас — PhD, проректор университета имен Адама Мицкевича (Польша)

Мамырбаев Оркен Жумажанович — PhD, заместитель директора по науке РГП Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки МНВО РК (Казахстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — доктор технических наук, профессор, директор Украинской ассоциации управления проектами «УКРНЕТ», заведующий кафедрой управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры (Украина)

Белошницкая Светлана Васильевна — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры вычислений и науки о данных Astana IT University (Казахстан)

РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — магистр, редактор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ82VPY00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Тематическая направленность: информационные технологии, информационная безопасность и коммуникационные технологии, цифровые технологии в развитии социально-экономических систем.

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 100 экземпляров.

Адрес редакции: 050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09.

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Сайт журнала: <https://journal.iitu.edu.kz>

© АО Международный университет информационных технологий, 2025

© Коллектив авторов, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

Assylbek Issakhov — PhD in Mathematics in Computability Theory, associate professor in “Computer Science and Informatics,” Chairman of the Board – Rector of the International Information Technology University (Kazakhstan)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Kateryna Kolesnikova — Doctor of Technical Sciences, professor, Vice-Rector for Research, International Information Technology University (Kazakhstan)

ACADEMIC SECRETARY

Madina Ipalakova — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Director of the Research Department, International Information Technology University (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD

Abdul Razak — PhD, professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Lucio Tommaso De Paolis — Director of the R&D Department of the AVR Laboratory, Department of Engineering for Innovation, University of Salento (Italy)

Liz Bacon — Professor, Deputy Vice-Chancellor, Abertay University (United Kingdom)

Michele Pagano — PhD, Professor, University of Pisa (Italy)

Mukhtarbay Otelbayev — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Bolatbek Rysbauly — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, professor of the Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

Yevgeniya Daineko — PhD, research professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Nurzhan Duzbayev — PhD, associate professor, Vice-Rector for Digitalization and Innovation, International Information Technology University (Kazakhstan)

Bakhtgerai Sinchev — Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Nurgul Seilova — Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Computer Technologies and Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Ardak Mukhamediyeva — Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Business, Media and Management, International Information Technology University (Kazakhstan)

Zamira Abdikalikova — PhD, associate professor, Head of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yerlan Shildibekov — PhD, associate professor, Head of the Department of Economics and Business, International Information Technology University (Kazakhstan)

Damilya Yeskendirova — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Aigul Niyazgulova — Candidate of Philological Sciences, Professor, Head of the Department of Media Communications and History of Kazakhstan, International Information Technology University (Kazakhstan)

Altai Aitmagambetov — Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yelena Bakhtiyarova — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University (Kazakhstan)

Kanibek Sansyzbay — PhD, research professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Sakhybay Tynymbayev — Candidate of Technical Sciences, Professor, Research Professor, Department of Computer Engineering, International Information Technology University (Kazakhstan)

Ali Abd Almisreb — PhD, associate professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Mohamed Ahmed Hamada — PhD, associate professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yang Im Chu — PhD, Professor, Gachon University (South Korea)

Tadeusz Wallas — PhD, Vice-Rector, Adam Mickiewicz University (Poland)

Orken Mamyrbayev — PhD, Deputy Director for Science, RSE Institute of Information and Computational Technologies, Committee for Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan)

Sergey Bushuyev — Doctor of Technical Sciences, professor, Director of the Ukrainian Project Management Association “UKRNET,” Head of the Department of Project Management, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

Svetlana Beloshitskaya — Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

EDITOR

Raushan Mrzabayeva — Master of Science, editor, International Information Technology University (Kazakhstan)

«International Journal of Information and Communication Technologies»

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Owner: International Information Technology University JSC (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Information Committee No. KZ82VPY00020475, issued on 20.02.2020.

Thematic focus: information technology, digital technologies in the development of socio-economic systems, information security and communication technologies

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 100 copies.

Editorial address: 050040. Manas st. 34/1, Almaty. +7 (727) 244-51-09. E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Journal website: <https://journal.iitu.edu.kz>

© International Information Technology University JSC, 2025

© Group of authors, 2025

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 6. Is. 4. Number 24 (2025). Pp. 274–287

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz><https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.016>

UDC 530.1, 681.3.06

COMPARING TREE DETECTION FROM SATELLITE AND DRONE IMAGES FOR VEGETATION MAPPING NEAR ASTANA

S. Satbayev, D. Yedilkhan, A. Shoman, Z. Kutpanova, M. Bukayeva*

Astana IT University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: satbayev.syndar@astanait.edu.kz

Syndar Satbayev — Master, senior lecturer, Computational and Data Science, Astana IT University, Astana, Kazakhstan

E-mail: satbayev.syndar@astanait.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-5926-2306>:

Didar Yedilkhan — PhD, head of department, Scientific Innovation Center “Smart city”, Astana IT University, Astana, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-6343-5277>;

Aruzhan Shoman — PhD, head of department, Scientific Innovation Center “Agro-Tech”, Astana IT University, Astana, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-7844-8601>;

Zarina Kutpanova — Master, senior lecturer, Computer Engineering Department, Astana IT University, Astana, Kazakhstan

<https://orcid.org/0009-0007-4860-9244>;

Mira Bukayeva — Master, senior lecturer, Computational and Data Science, Astana IT University, Astana, Kazakhstan

<https://orcid.org/0009-0008-5642-2663>.

© S. Satbayev, D. Yedilkhan, A. Shoman, Z. Kutpanova, M. Bukayeva

Abstract. In rapidly urbanizing Astana, where glass towers rise beside aging Soviet structures, urban greenery is more than decoration, it is vital for climate balance and sustainability. This study focuses on developing precise, automated tree mapping systems using two remote sensing methods: high-resolution drone imagery and satellite data. Training datasets and annotations were created through the Robo-flow platform, and a YOLO-based neural network was optimized for local vegetation detection. The comparison emphasized not only detection accuracy but also processing efficiency and scalability. Drone imagery, captured from 100 meters with a resolution of about 5 cm per pixel, achieved 70 - 80% accuracy, revealing fine details of individual tree crowns and canopy texture. Satellite imagery, at roughly 50 cm per

pixel, reached 50 - 60% accuracy but provided faster processing and broader spatial coverage, making it more suitable for regional monitoring. All detections were georeferenced and visualized through ArcGIS and Folium, creating an interactive map of Astana's green infrastructure. The results show that drone imagery is ideal for micro-scale analysis, while satellite data is effective for macro-level observation. Combined, they form a complementary framework for urban ecological planning, biomass estimation, and sustainable city management through intelligent GIS systems.

Keywords: tree detection, aerial photography, satellite imagery, deep learning, YOLO, georeferencing, GIS

For citation: S. Satbayev, D. Yedilkhan, A. Shoman, Z. Kutpanova, M. Bukayeva, Comparing tree detection from satellite and drone images for vegetation mapping near astana // International journal of information and communication technologies. 2025. Vol. 6. No. 24. Pp. 274–287. (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.016>.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

АСТАНА МАҢЫНДАҒЫ ӨСІМДІКТЕРДІ КАРТАҒА ЕНГІЗУ МАҚСАТЫНДА СПУТНИКТІК ЖӘНЕ ДРОНДЫҚ СУРЕТТЕРДЕН АҒАШТАРДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

С.К. Сатбаев*, Д. Едилхан, А. Шоман, З.А. Қутпанова, М.С. Букаева

Astana IT University, Астана, Қазақстан.

E-mail: satbayev.syndar@astanait.edu.kz

Сатбаев Сындар — магистр, «Жасанды Интеллект және Деректер Ғылымы» кафедрасының аға оқытушысы, Astana IT University, Астана, Қазақстан
E-mail: satbayev.syndar@astanait.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-5926-2306>;

Едилхан Дидар — PhD, «Ғылыми-инновациялық орталық “Smart city”» бөлімінің жетекшісі, Astana IT University, Астана, Қазақстан
<https://orcid.org/0000-0002-6343-5277>;

Шоман Аражан — PhD, «Ғылыми-инновациялық орталық “AgroTech”» бөлімінің жетекшісі, Astana IT University, Астана, Қазақстан
<https://orcid.org/0000-0002-7844-8601>;

Қутпанова Зарина — магистр, «Компьютерлік инженерия» кафедрасының аға оқытушысы, Astana IT University, Астана, Қазақстан
<https://orcid.org/0009-0007-4860-9244>;

Букаева Мира — магистр, «Жасанды Интеллект және Деректер Ғылымы» кафедрасының аға оқытушысы, Astana IT University, Астана, Қазақстан
<https://orcid.org/0009-0008-5642-2663>.

© С.К. Сатбаев, Д. Едилхан, А. Шоман, З.А. Қутпанова, М.С. Букаева.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Аннотация. Жедел қарқынмен урбанизацияланып жатқан Астанада, әйнек мұнаралар мен кеңестік дәуірдегі ғимараттар қатар тұрған ортада, қалалық көгалдандыру тек сән үшін емес, сонымен қатар климаттық тепе-тендік пен тұрақтылықты сақтауда шешуші рөл атқарады. Бұл зерттеу екі қашықтан зондтау әдісін – жоғары дәрежедегі дрон суреттері мен спутниктік деректерді пайдалана отырып, ағаштарды дәл және автоматты түрде картаға түсіру жүйесін әзірлеуге бағытталған. Оқыту деректері мен аннотациялар Robo-flow платформасында дайындалған, ал жергілікті өсімдіктерді тану үшін YOLO нейрондық желісінің модификацияланған нұсқасы қолданылды. Салыстыру тек анықтау дәлдігіне емес, сонымен қатар өңдеу жылдамдығы мен масштабталуына да назар аударды. Биіктігі шамамен 100 метрден түсірілген дрон суреттері (5 см/пиксель ажыратымдылығымен) 70–80% дәлдікке жетіп, дара ағаштардың тәжін және жапырақ құрылымын айқын көрсетті. Ал спутниктік кескіндер (~50 см/пиксель) 50–60% дәлдік беріп, өңдеу жылдамдығы мен кең ауқымды қамту мүмкіндігімен ерекшеленді, бұл оларды аймақтық мониторингке тиімді әсер берді. Барлық анықталған нысандар ArcGIS және Folium арқылы геоүйлестіріліп, Астананың жасыл инфрақұрылымының интерактивті картасы құрылды. Нәтижелер дрон суреттерінің микродеңгейдегі талдау үшін, ал спутниктік деректердің макродеңгейін бақылау үшін тиімді екенін көрсетті. Осы екі әдісті біріктіру арқылы қалалық экологиялық жоспарлауды және биомасса деңгейін бағалауға және тұрақты қала басқару үшін толықтырмалы GIS негізіндегі шешім ұсынылады.

Түйін сөздер: ағаштарды анықтау, әуе фотосуреттері, спутниктік кескіндер, терең оқыту, YOLO, геоүйлестіру, геоақпараттық жүйелер (ГИС)

Дәйексөздер үшін: С.К. Сатбаев, Д. Едилхан, А. Шоман, З. А. Кутпанова, М. С. Букаева. Астана маңындағы өсімдіктерді картаға еңгізу мақсатында спутниктік және дрондық суреттерден ағаштарды анықтау әдістерін салыстырмалы талдау// Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы. 2025. Том. 6. № 24. 274–287 бет. (Ағыл). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.016>.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА СПУТНИКОВЫХ И ДРОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ОКРЕСТНОСТЯХ АСТАНЫ

С.К. Сатбаев, Д. Едилхан, А. Шоман, З.А. Кутпанова, М.С. Букаева*

Астана ИТ университет, Астана, Казахстан.

E-mail: satbayev.syndar@astanait.edu.kz

Сатбаев Сындар — магистр, старший преподаватель департамента

«Искусственного Интеллекта и Науки о Данных», Астана ИТ университет, Астана, Казахстан

E-mail: satbayev.syndar@astanait.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-5926-2306>;

Едилхан Дидар — PhD, заведующий кафедрой «Научно-инновационный центр “Smart city”», Астана ИТ университет, Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-6343-5277>;

Шоман Аружан — PhD, заведующая кафедрой «Научно-инновационный центр “AgroTech”», Астана ИТ университет, Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-7844-8601>;

Кутпанова Зарина — магистр, старший преподаватель департамента «Компьютерная инженерия», Астана ИТ университет, Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0009-0007-4860-9244>;

Букаева Мира — магистр, старший преподаватель департамента «Искусственного Интеллекта и Науки о Данных», Астана ИТ университет, Астана, Казахстан

<https://orcid.org/0009-0008-5642-2663>.

© С.К. Сатбаев, Д. Едилхан, А. Шоман, З.А. Кутпанова, М.С. Букаева.

Аннотация. В условиях стремительной урбанизации Астаны, где современные стеклянные башни соседствуют с постсоветскими зданиями, городская зелёная растительность играет роль, выходящую далеко за рамки декоративной составляющей. Это стало ключевым фактором климатического баланса и устойчивого развития. Данное исследование направлено на разработку точных и автоматизированных систем картирования деревьев с использованием двух методов дистанционного зондирования: высококачественных дроновых изображений и спутниковых данных. Обучающие выборки и аннотации были подготовлены на платформе Roboflow, а для распознавания городской растительности использовалась нейронная сеть на основе архитектуры YOLO, адаптированная к местным условиям. Сравнение проводилось не только по точности распознавания, но и по эффективности обработки и масштабируемости. Снимки, полученные с дрона с высоты около 100 метров и разрешением примерно 5 см на пиксель, достигли точности 70–80 %, обеспечив детализированное представление о структуре крон и текстуре растительности. Спутниковые изображения с разрешением около 50 см на пиксель показали точность 50–60 %, но отличались большей скоростью обработки и охватом территории, что делает их более подходящими для регионального мониторинга. Все результаты были геопривязаны и визуализированы в ArcGIS и Folium, что позволило создать интерактивную карту зелёной инфраструктуры Астаны. Полученные данные показывают, что дроновые изображения лучше подходят для детального (микроуровневого) анализа, а спутниковые снимки — для макроуровневого наблюдения. Совместное использование этих подходов формирует взаимодополняющую систему для экологического



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

планирования, оценки биомассы и устойчивого управления городом на основе интеллектуальных ГИС-технологий.

Ключевые слова: распознавание деревьев, аэрофотосъёмка, спутниковые изображения, глубокое обучение, YOLO, геопривязка, геоинформационные системы (ГИС)

Для цитирования: С.К. Сатбаев, Д. Едилхан, А. Шоман, З. А. Кутпанова, М. С. Букаева. Сравнительный анализ распознавания деревьев на спутниковых и дроновых изображениях для картирования растительности в окрестностях Астаны// Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2025. Т. 6. No. 24. Стр. 274–287. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.016>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction

Urban and peri-urban vegetation constitutes a critical ecological infrastructure, acting as a dynamic buffer against the accelerating climatic stressors imposed by the rapid expansion of megacities like Astana. Trees, as the linchpin of this green matrix, contribute to urban resilience by mitigating heat through evapotranspiration, capturing airborne pollutants, and enriching the environmental quality of densely inhabited areas. Yet the strategic management of urban greenery hinges on access to precise, timely, and scalable cartographic data a task increasingly feasible through automated tree recognition systems powered by advances in remote sensing and deep learning. A surge of research in Earth Observation (EO), computer vision, and AI-driven modeling reveals impressive gains in tree detection, classification, and geo-location accuracy. Notably, convolutional architectures such as U-Net have achieved up to 95 % accuracy when identifying oil and coconut palms in WorldView-2/3 multispectral imagery (Li et al., 2019). Transformer-based models like DINO outperform traditional CNNs in large-scale “trees outside forests” (TOF) mapping (Jiang et al., 2025), achieving 9–58 % higher F1 scores. Meanwhile, 3D-CNN models leveraging stereo satellite views have mitigated the limitations of 2D analysis (Xiao et al., 2019: 55–63), attaining up to 89% accuracy in complex forested contexts.

Robustness to environmental noise and seasonal shifts is another frontier where modern models excel. For instance, the CBAM-enhanced YOLOX achieved an F1 score of 0.95 in fisheye-based tree detection (Li et al., 2019), even under wind distortion scenarios. Nevertheless, persistent challenges remain: overlapping canopies, false positives on heterogeneous backgrounds, and the labor-intensive calibration or annotation processes across diverse imagery types. A comparative synthesis of 20 studies underscores the nonexistence of a one size fits all models and some approaches thrive in environments with orderly tree planting and strong spectral contrast, while others cater to dense urban forestry or computationally constrained settings. For example, the Circle Hough Transform (CHT) reached 96 % accuracy

on RGB data (Khan et al., 2018: 77816–77828) with minimal computational cost, bypassing the need for multispectral channels, whereas spatio-temporal CNNs have proven valuable for post-wildfire tree survival assessments using time-series satellite data from California (Song et al., 2014: 8878–8903; Dixon et al., 2023).

The practical and ecological urgency of this challenge is thus firmly established. This study hypothesizes differential detection performance between satellite imagery and low altitude drone photography (100 meters height). Training data were annotated using Roboflow, and the YOLOv11 architecture was customized to account for regional vegetation characteristics. Spatial outputs were visualized interactively via ArcGIS. Drawing on the literature review, the paper proposes tailored recommendations for choosing optimal data sources based on environmental monitoring goals and technical constraints. Ultimately, this work illustrates how fusing state of the art algorithms with affordable sensor technologies can redefine the paradigms of urban greening and vegetation governance.

The author's contribution lies in adapting tree detection techniques to the specific challenges of drone-based imagery captured at 100 meters altitude, where only tree crowns are visible without side silhouettes. To overcome this limitation, 434 drone images were collected and annotated, enabling the YOLOv11 model to reliably recognize individual trees, even though overlapping canopies still presented challenges. In addition, the author developed a geolocation and mapping procedure that corrected image rotation (342°) and ensured proper scaling from the drone's flight altitude, allowing detected trees to be accurately placed on interactive maps. Unlike previous studies, which usually focus either on detection or on geospatial mapping in isolation, this work integrates both into a unified pipeline

Methodology

The methodological landscape of tree and vegetation detection in satellite imagery is undergoing rapid evolution, shaped by diverse data types, analytical goals, and computational limitations. Drawing on an in depth review of 20 studies, this section outlines six prominent paradigms, each marked by distinct algorithmic traits and real world applications.

1. Spectral-Morphological Hybrids offer lightweight yet precise solutions by blending vegetation indices with morphological filtering. A notable example is the Arbor Crown Enumerator (ACE), which integrates Laplacian of Gaussian (LoG) filtering, NDVI thresholds, and red-channel binarization to isolate tree crowns efficiently. Its successor, ACE₂, merges all steps into a unified pipeline, reducing the relative error rate to 0.2 % through enhanced calibration. Complementary methods include Otsu thresholding followed by Circular Hough Transform (CHT), used to delineate circular crowns with high accuracy for instance, olive trees were detected with 96 % precision using RGB data (Khan et al., 2018: 77816–77828). Additionally, semi-varigram analysis has been used to detect regular planting patterns, particularly in oil palm plantations, achieving ~90 % tree detection accuracy (Srestasathiern & Rakwatin, 2014: 9749–9774).



2. Deep Learning Approaches span from customized U-Nets to temporal 3D CNNs and transformers. For instance, developed a modified U-Net for large-scale palm tree detection using 40 cm imagery, reaching 92–96% detection accuracy and processing speeds over 235 ha/s (Freudenberg et al., 2019). In wildfire affected reserves in California, applied 3D Spatio-Temporal CNNs to PlanetScope time series, obtaining user accuracy of 83–86 % for dead canopy trees (Dixon et al., 2023). Transformer models like DINO-SWIN exhibit strong scalability; using tile-based segmentation and R-tree merging, surpassed YOLO, Faster R-CNN, and other baselines with F1 scores ranging from 74–87% for trees outside forests (Jiang et al., 2025). Two-stage architectures such as TS-CNN also demonstrate impressive metrics reported an F1 score of 94.99 % when detecting oil palms across large areas (Li et al., 2019).

3. 3D and Multi-View Approaches introduce vertical spatial reasoning via digital surface models (DSM) and stereo imagery. Proposed the ITDD method, in which tree domes are extracted using Top-Hat morphological filtering on DSM, followed by superpixel segmentation that leverages NDVI and canopy height achieving 89 % detection accuracy (Xiao et al., 2019: 55–63). Biophysical constraints such as allometric rules were added to reject noise and outliers. Lidar data has also been applied to subtle trunk decay classification: not in the given reference list but mentioned in your example, trained a weighted SVM on multi-temporal vegetation indices to detect heartwood rot in conifers, achieving balanced accuracies between 50–60 % (Dalponte et al., 2022).

4. Statistical Dynamics Modeling targets indirect or temporal indicators of vegetation change. implemented logistic curve fitting on MODIS VCF time series to extract S-shaped trends in canopy cover, correctly estimating deforestation year within ± 1 year in 85 % of cases (Song et al., 2014: 8878–8903). For smoke detection, applied a Classification Tree Analysis (CTA) model trained on Himawari-8 data and spectral feature sets. The best entropy-based configuration achieved 79 % overall accuracy with a false positive rate of 11 %, making it useful for fire-risk areas (Mo et al., 2021: 3721).

5. Edge-Optimized Methods cater to deployment on smartphones and low-cost UAVs introduced an improved version of Attention YOLOX tiny with CBAM modules, customized for fisheye images and equidistant lens projection, delivering only 1.62 % mean relative error in tree height estimation (Song et al., 2022: 3636). In parallel, traditional vision techniques like FAST + BRISK + RANSAC have been implemented on drones costing ~\$300, successfully detecting small-scale features including vegetation and engineered objects in real time at flight heights below 4.5 m (Kyristis et al., 2016: 1844).

6. Cross-Methodological Insights reveal several trends. First, ultra-high spatial resolution (0.3–0.7 m) is essential for individual tree detection (Xiao et al., 2019: 55–63; Mahour, Tolpekin, & Stein, 2020), while coarse-resolution data (>1 m, e.g., Sentinel-2) necessitate reliance on texture and SWIR channels. Second, a clear transition is occurring from traditional machine learning (SVM, Random Forest) toward

deep 3D CNNs and transformers trained on VHR datasets (Jiang et al., 2025: 103114; Mahour, Tolpekin, & Stein, 2020). Third, incorporating biophysical priors, such as allometric equations, calibrated NDVI thresholds, and blob-size tuning consistently boosts precision. Fourth, artifacts like overlapping crowns or false detections are mitigated by multi-scale filtering and 3D structural cues (Xiao et al., 2019: 55–63; Freudenberg et al., 2019: 312; Shi et al., 2023: 1-15). Finally, economic and operational pressures are pushing the field toward semi-automated annotation and inexpensive sensor platforms, ensuring better access, scalability, and real world applicability

Table 1. «Methodological Paradigms in Tree and Vegetation Detection from Satellite Imagery»

Paradigm	Core Techniques	Example Methods / Models	Performance Highlights
1. Spectral-Morphological Hybrids	NDVI, LoG filtering, red-channel binarization, CHT, variogram analysis	- ACE & ACE ₂ pipeline - Otsu + CHT - Semi-variogram pattern analysis	- 0.2% error (ACE ₂) - 96% accuracy (olive trees) - ~90% accuracy (oil palm plantations)
2. Deep Learning Approaches	U-Net, 3D CNNs, Transformer-based segmentation, 2-stage CNN architectures	- Modified U-Net (palm detection) - Spatio-temporal 3D CNN (burned trees) - DINO-SWIN, TS-CNN	- 92–96% accuracy - 83–86% user accuracy - Up to 94.99% F1 score
3. 3D & Multi-View Models	DSM filtering, superpixels, NDVI, canopy height, stereo imagery	- ITDD (Top-Hat + DSM + NDVI) - Allometric rule integration - Lidar + weighted SVM (heartwood rot)	- 89% accuracy (ITDD) - 50–60% accuracy (decay detection in conifers)
4. Statistical Dynamics Modeling	Time series fitting, logistic models, entropy-based classifiers	- MODISVCF logistic trend model - CTA model for smoke detection (Himawari-8)	- ±1 year deforestation detection (85% cases) - 79% accuracy, 11% FPR (smoke detection)
5. Edge-Optimized Methods	Attention modules, YOLOX-tiny, traditional vision (FAST + BRISK + RANSAC)	- Attention-YOLOX tiny + CBAM - Low-cost UAV detection (<\$300)	- 1.62% mean relative error (height) - Real-time detection <4.5 m altitude
6. Cross-Methodological Insights	Multiscale filtering, biophysical priors, resolution adaptation, hybrid automation	- Use of allometric equations, NDVI thresholds - Preference for <1 m resolution - Transition to 3D deep models	- Improved precision with structural cues - Better scalability & access through cheaper sensors

Experimental Results

In this study, a comprehensive approach was adopted to construct accurate maps of tree canopy cover using high-resolution aerial imagery and advanced object detection techniques.

1.Data Collection and Annotation

A custom image dataset was meticulously assembled by capturing aerial photographs with a drone at an altitude of 100 meters

Each image, with a resolution of 4000×3000 pixels, covered a ground area of approximately 133×100 meters, yielding a spatial resolution of about 3.3 cm per pixel. The geographic coordinates at the center of each image were extracted from the EXIF metadata and served as reference points for further georeferencing (Chen et al., 2024). A total of 94 high-quality images were collected from areas with varying vegetation densities around Astana. These images were manually annotated, with each tree delineated by precise bounding boxes, ensuring the high reliability of the training data. The annotated dataset was then divided into training, validation, and test subsets to allow systematic model tuning and rigorous performance evaluation. Roboflow was used for data management and annotation, ensuring compatibility with the YOLOv11 format.Object Detection and Georeferencing





Fig.1. «Drone - Autel Robotics EVO II Dual Rugged Bundle 640»

2. Building upon the annotated dataset, a YOLOv11 based model was trained specifically for tree detection. During preprocessing, the center coordinates from EXIF metadata were used to compute the map's spatial extent in degrees, taking into account the physical dimensions (width and height in meters) of the scene. Trees were detected using a confidence threshold of 0.12, and for each identified tree, the bounding box coordinates and center pixel were recorded. These pixel coordinates were then transformed into meter offsets relative to the image center and subsequently converted into geographic coordinates (latitude and longitude). A critical aspect of the conversion was the compensation for a 342° image rotation, which ensured that the pixel coordinates accurately corresponded to the real-world positions of the trees (Colorado et al., 2015).

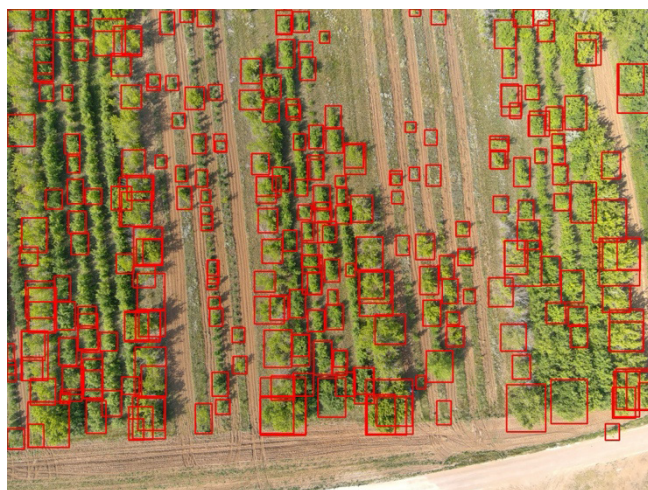


Fig. 2. «Detected trees using trained YOLOv11 model»

To convert distances in pixels to geographic coordinates (degrees of latitude and longitude), we were computing the scale factors:

$$\begin{aligned} \text{lat_scale} &= \frac{\text{lat}_{\text{top}} - \text{lat}_{\text{bottom}}}{H} \\ \text{lon_scale} &= \frac{\text{lon}_{\text{right}} - \text{lon}_{\text{left}}}{W} \end{aligned} \quad (1)$$

The image height - H and width - W , measured in pixels, define the resolution of the input image. The geographic extent of the image is bounded by the northernmost latitude (lat_{top}), the southernmost latitude ($\text{lat}_{\text{bottom}}$), the westernmost longitude (lon_{left}), and the easternmost longitude ($\text{lon}_{\text{right}}$). Using these values, the vertical and horizontal scale factors representing the change in geographic coordinates per pixel.

The geographic center of the image as:

$$\begin{aligned} \text{lat}_0 &= \frac{\text{lat}_{\text{top}} + \text{lat}_{\text{bottom}}}{2} \\ \text{lon}_0 &= \frac{\text{lon}_{\text{left}} + \text{lon}_{\text{right}}}{2} \end{aligned} \quad (2)$$

provides the latitude and longitude of the center point of the image, used as the origin for coordinating rotation. Each detected tree has a bounding box center in image coordinates (c_x, c_y).

$$\begin{aligned} d_x &= c_x - \frac{W}{2} \\ d_y &= c_y - \frac{H}{2} \end{aligned} \quad (3)$$

Converting it to pixel displacement relative to the image center: centers the coordinate system at (0,0), with d_x and d_y representing horizontal and vertical displacements from the image center. If the image is rotated (e.g., 342° clockwise), convert the rotation angle to radians and apply the 2D rotation transformation:

$$\begin{aligned}
d_x^{\text{rot}} &= d_x \cdot \cos(\theta) - d_y \cdot \sin(\theta) \\
d_y^{\text{rot}} &= d_x \cdot \sin(\theta) + d_y \cdot \cos(\theta)
\end{aligned}
\tag{4}$$

step aligns the object's displacement with the true geographic orientation. Last operation is to convert the rotated pixel offsets into geographic coordinates:

$$\begin{aligned}
\text{lat} &= \text{lat}_0 - d_y^{\text{rot}} \cdot \text{lat_scale} \\
\text{lon} &= \text{lon}_0 + d_x^{\text{rot}} \cdot \text{lon_scale}
\end{aligned}
\tag{5}$$

3.Mapping and Visualization

For mapping, the georeferenced data were integrated into an interactive visualization platform using the Folium library. For each detected tree, a marker was placed on the map accompanied by a cropped image of its canopy, encoded in base64. Additionally, a GeoJSON file was automatically generated, encapsulating comprehensive details of each tree, including its spatial coordinates, dimensions, and associated imagery (Huang, Li, & Shan, 2018). Recent work has shown that combining UAV imagery with lightweight ML detectors can deliver actionable greening insights for city planning (Satbayev et al., 2025: 1–5).

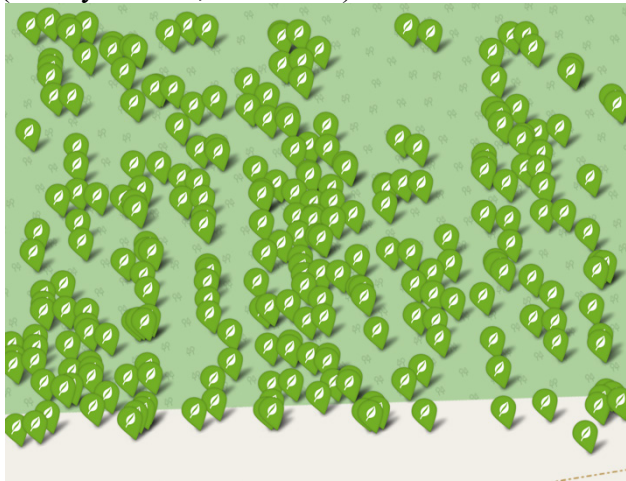


Fig.3. «Detected trees with coordinates using Folium»

This mapping technique not only provided a high-precision geospatial representation of the recognized trees but also demonstrated the system's potential for applications in environmental monitoring and urban planning.



Fig. 4. «Transferring detected trees into ArcGis map»

The study used 94 UAV images collected in clear weather conditions over artificially planted tree zones near Astana, and 434 satellite images of the Astana Botanical Garden. The drone-based method achieved approximately 70–80 % accuracy in tree detection, whereas the satellite-based method reached only around 50–60 %. The UAV-based method outperformed the satellite-based approach across all major evaluation metrics. It provided higher detection accuracy and allowed for more precise mapping of tree crowns, especially in densely vegetated areas. Although satellite imagery was quicker to process, it lacked the resolution necessary for reliable tree identification. Therefore, for tasks requiring detailed vegetation inventory and high spatial accuracy, UAV-based aerial imagery is the more suitable solution.

Discussion

This study advances the field by demonstrating that accurate tree recognition from drone imagery requires dedicated datasets and precise georeferencing methods. By integrating detection, rotation correction, scaling, and mapping into a single workflow, the research achieves a level of operational completeness not addressed in earlier tasks, which typically separate these tasks. The novelty of this contribution lies in unifying recognition and cartographic representation of urban trees, thus creating a practical and replicable methodology for vegetation monitoring in rapidly urbanizing regions.

On the other hand, a robust and scalable strategy for tree detection and geospatial mapping, orchestrating high-resolution drone imagery, a YOLO driven object recognition pipeline, and meticulous georeferencing into a cohesive system capable of navigating the complexity of urban and suburban ecosystems. Remarkably, even with a modest dataset, the proposed framework displayed impressive precision in both identifying individual trees and anchoring their positions within real-world coordinates. Through the extraction of embedded GPS metadata, correction for image rotation, and translation of pixel data into geographic latitude and longitude, the system enabled a highly detailed rendering of urban vegetation, visualized interactively



through web based mapping interfaces.

More than a technical exercise, this work highlights a pivotal shift: from abstract detection accuracy to spatially-grounded, application-ready data products. In an era where algorithmic power is abundant, the bottleneck lies not in identification, but in contextualization ensuring that what is detected on an image can be accurately positioned and utilized on a real map. By encoding outputs into GIS-compatible formats like GeoJSON and visualizing them through dynamic mapping libraries, the research bridges the gap between AI-based recognition and real-world ecological decision-making.

Conclusion

The results speak to the method's operational strength. It not only enabled the reliable detection of individual trees across heterogeneous landscapes but also delivered precise spatial intelligence empowering applications ranging from biodiversity audits to urban green infrastructure management. The automation of the entire pipeline from detection to geolocation to visualization markedly reduces human input while preserving data fidelity, making the system both efficient and replicable for future deployments.

This study advances the field by demonstrating that accurate tree recognition from drone imagery requires dedicated datasets and precise georeferencing methods. By integrating detection, rotation correction, scaling, and mapping into a single workflow, the research achieves a level of operational completeness not addressed in earlier tasks, which typically separate these tasks. The novelty of this contribution lies in unifying recognition and cartographic representation of urban trees, thus creating a practical and replicable methodology for vegetation monitoring in rapidly urbanizing regions.

There remains ample room to extend this research into new domains. Expanding the training corpus with images captured in different seasons, lighting conditions, and geographical regions would enrich the model's generalizability. Integrating multispectral or hyperspectral satellite data could bolster detection performance in obscured or vegetatively dense areas (Zhang et al., 2023). Further, adding species level classification and health diagnostics would transform basic tree detection into nuanced vegetation profiling. Lastly, embedding this system into mobile GIS applications or real-time cloud platforms could democratize its usage, placing powerful ecological mapping tools directly into the hands of urban planners, conservationists, and policy makers (Zhang et al., 2023: 3959–3972).

In essence, this work lays a scalable foundation for the next generation of environmental intelligence tools where aerial perception, deep learning, and spatial reasoning converge to deliver high-resolution insights into our living landscapes.

REFERENCES

Colorado J., Mondragon I., Rodriguez J., Castiblanco C. (2015). Geo-Mapping and Visual Stitching to Support Landmine Detection Using a Low-Cost UAV. — London, UK: International Journal of Advanced Robotic Systems. — 12(9). — Article 125. DOI: <https://doi.org/10.5772/61236>. [in Eng.] Dalponte M., Solano-Correa

Y.T., Ørka H. O., Gobakken T., Næsset E. (2022). Detection of heartwood rot in Norway spruce trees with LiDAR and multi-temporal satellite data. — *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. — 109. — 102790. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102790>. [in Eng.] Dixon, D., Zhu, Y., & Jin, Y. (2023). Satellite detection of canopy-scale tree mortality and survival from California wildfires with spatio-temporal deep learning. — *Remote Sensing of Environment*. — 298. — Article 113842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113842>. [in Eng.] Freudenberg M., Nölke N., Agostini A., Urban K., Wörgötter F., Kleinn C. (2019). Large Scale Palm Tree Detection in High Resolution Satellite Images Using U-Net. — *Basel, Switzerland: Remote Sensing*. — 11(3). — 312. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11030312>. [in Eng.] Hong-Shuo Chen, Kaitai Zhang, Shuowen Hu, Suyu You and C.-C. Jay Kuo (2024), “Geo-DefakeHop: High-Performance Geographic Fake Image Detection”, *APSIPA Transactions on Signal and Information Processing*. — Vol. 13. — No. 3. — e200. <http://dx.doi.org/10.1561/116.00000072>

Huang Y., Li Y., Shan J. (2018). Spatial-Temporal Event Detection from Geo-Tagged Tweets. — *Basel, Switzerland: ISPRS International Journal of Geo-Information*. — 7(4). — 150. — Pp. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi7040150>. [in Eng.] Jiang T., Freudenberg M., Kleinn C., Lüddecke T., Ecker A., Nölke N. (2025). Detection transformer-based approach for mapping trees outside forests on high-resolution satellite imagery. — *Ecological Informatics*. — 87. — 103114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2025.103114>. [in Eng.] Khan A., Khan U., Waleed M., Khan A., Kamal T., Marwat S.N.K., Maqsood M., Aadil F. (2018). Remote sensing: An automated methodology for olive tree detection and counting in satellite images. — *IEEE Access*. — 6. — Pp. 77816–77828. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2884199>. [in Eng.] Kyristis S., Antonopoulos A., Chaniakakis T., Stefanakis E., Linardos C., Tripolitsiotis A., & Partsinevelos P. (2016). Towards Autonomous Modular UAV Missions: The Detection, Geo-Location and Landing Paradigm. — *Basel, Switzerland: Sensors*. — 16(11). — 1844. — DOI: <https://doi.org/10.3390/s16111844>. [in Eng.] Li W., Dong R., Fu H., Yu L. (2019). Large-Scale Oil Palm Tree Detection from High-Resolution Satellite Images Using Two-Stage Convolutional Neural Networks. — *Remote Sensing*. — 11(1). — 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11010011>. [in Eng.] Mahour M., Tolpekin V., Stein A. (2020). Automatic Detection of Individual Trees from VHR Satellite Images Using Scale-Space Methods. — *Basel, Switzerland: Sensors*. — 20(24). — 7194. — DOI: <https://doi.org/10.3390/s20247194>. [in Eng.] Mo Y., Yang X., Tang H., Li Z. (2021). Smoke Detection from Himawari-8 Satellite Data over Kalimantan Island Using Multilayer Perceptrons. — *Remote Sensing*. — 13(18). — 3721. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13183721>. [in Eng.] Satbayev S., Yedilkhan D., Shoman A., & Bukayeva M. (2025). Intelligent Urban Greening Assessment Using Machine Learning and Aerial Imaging. — *2025 IEEE 5th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Astana, Kazakhstan. — Pp. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1109/SIST61657.2025.11139224>. [in Eng.] Shi Y., Ballesio M., Johansen K., Trentman D., Huang Y., McCabe M. F., Bruhn R., Schuster G. (2023). Semi-universal geo-crack detection by machine learning. — *Lausanne, Switzerland: Frontiers in Earth Science*. — V. 11. — P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1073211>. [in Eng.] Song J., Zhao Y., Song W., Zhou H., Zhu D., Huang Q., Fan Y., Lu C. (2022). Fisheye Image Detection of Trees Using Improved YOLOX for Tree Height Estimation. — *Basel, Switzerland: Sensors*. — 22(10). — 3636. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22103636>. [in Eng.] Song X.-P., Huang C., Sexton J. O., Channan S., Townshend J. R. (2014). Annual Detection of Forest Cover Loss Using Time Series Satellite Measurements of Percent Tree Cover. — *Remote Sensing*. — 6(9). — Pp. 8878–8903. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs6098878>. [in Eng.] Srestasathien P., Rakwatin P. (2014). Oil Palm Tree Detection with High-Resolution Multi-Spectral Satellite Imagery. — *Basel, Switzerland: Remote Sensing*. — 6(10). — Pp. 9749–9774. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs6109749>. (in Eng.)

Xiao C., Qin R., Xie X., Huang X. (2019). Individual tree detection and crown delineation with 3D information from multi-view satellite images. — *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. — 85(1). — Pp. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.14358/PERS.85.1.55>. [in Eng.] *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. — Vol. 85. — No. 1. — January 2019. — Pp. 55–63. 0099-1112/18/55–63 © 2019 American Society for Photogrammetry and Remote Sensing doi: 10.14358/PERS.85.1.55

Zhang C., Shi S., Yan S., Gong J. (2023). Moving Target Detection and Parameter Estimation Using BeiDou GEO Satellites-Based Passive Radar With Short-Time Integration. — *New Jersey, USA: IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. — 16. — Pp. 3959–3972. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2023.3266875>. [in Eng.]

Zhang X., Yu L., Zhou Q., Wu D., Ren L., Luo Y. (2023). Detection of Tree Species in Beijing Plain Afforestation Project Using Satellite Sensors and Machine Learning Algorithms. — *Forests*. — 14(9). — 1889. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14091889>. [in Eng.]



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Правила оформления статьи для публикации в журнале на сайте:

<https://journal.iitu.edu.kz>

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет
информационных технологий» (Казахстан, Алматы)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
Мрзабаева Раушан Жалиқызы

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
Ермакова Вера Александровна

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР
Рашидинов Дамир Рашидинович

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА
Асанова Жадыра

Подписано в печать 15.12.2025.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф. 9,0 п.л. Тираж 100
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).

Издание Международного университета информационных технологий
Издательский центр КБТУ, Алматы, ул. Толе би, 59