

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 Ескендиrowa — 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 Максумовна 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. 320–332

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz><https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.019>

UDC 004.032.26.

MRSTI 28.23.15.

DEVELOPMENT OF A REAL-TIME UAV RECOGNITION MODEL BASED ON YOLOV10 NEURAL NETWORK

V.V. Semenyuk^{1}, I.G. Kurmashev¹, V.V. Serbin², L.B. Kurmasheva¹,
A.E. Adilbekov¹*

¹NLC “M. Kozybaev North Kazakhstan University”, Petropavlovsk, Kazakhstan;

²Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: vvsemenyuk@ku.edu.kz

Semenyuk V.V. — Master of Tech. Sciences, NLC “M. Kozybaev North Kazakhstan University,” Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: vvsemenyuk@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8580-7326>;

Kurmashev I.G. — Ph.D., NLC “M. Kozybaev North Kazakhstan University,” Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: ikurmashev@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9872-7483>;

Serbin V.V. — Ph.D., associate professor, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: v.serbin@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-5807-3873>;

Kurmasheva L.B. — M.Sc., NLC “M. Kozybaev North Kazakhstan University,” Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: lbkurmasheva@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5392-5873>;

Adilbekov A.E. — M.Sc., NLC “M. Kozybaev North Kazakhstan University,” Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: Aeadilbekov@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2658-8792>.

© V.V. Semenyuk, I.G. Kurmashev, V.V. Serbin, L.B. Kurmasheva, A.E. Adilbekov

Abstract. The paper presents the development of a real-time recognition and classification model for unmanned aerial vehicles (UAVs) and birds based on the YOLOv10 neural network. This research is highly relevant due to the increasing use of UAVs in various domains and the associated security challenges. A dataset of 7580 images was compiled from both proprietary UAV flight footage and open sources such as Roboflow, Ultralytics HUB, and Kaggle. The data were annotated, augmented, and split into training, validation, and testing sets using the Roboflow platform.



Model training was performed on an NVIDIA GeForce RTX 4080 GPU using the Ultralytics framework. The resulting model achieved high accuracy, with mAP50 and mAP50-95 scores exceeding those of previous YOLO versions. The network also demonstrated strong capabilities in object segmentation and tracking, making it a promising solution for optoelectronic surveillance systems. The findings of this study may be valuable for developers of UAV and bird detection technologies and contribute to enhanced safety in sensitive environments.

Keywords: neural networks, classification, recognition, optoelectronic surveillance channels, UAVs, YOLO, convolutional neural networks

For citation: V.V. Semenyuk, I.G. Kurmashev, V.V. Serbin, L.B. Kurmasheva, A.E. Adilbekov. Development of a real-time uav recognition model based on yolov10 neural network // International journal of information and communication technologies. 2025. Vol. 6. No. 24. Pp. 320–332. (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.019>.

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

YOLOV10 НЕЙРЛІК ЖЕЛІЛІГІНІҢ НЕГІЗІНДЕ НАҚТЫ УАҚЫТТА ҰШҚЫШСЫЗ АВИАЦИЯНЫ ТАҢУ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

В.В. Семенюк^{1}, И.Г. Курмашев¹, В.В. Сербин², Л.Б. Курмашева¹,
А.Е. Адильбеков¹*

¹М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті КЕАҚ, Петропавл,
Қазақстан;

²Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті. Қ.И. Сәтбаева, Алматы,
Қазақстан.

E-mail: vvsemenyuk@ku.edu.kz

Семенюк В.В. — Техника ғылымдарының магистрі

E-mail: vvsemenyuk@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8580-7326>;

Курмашев И.Г. — Техника ғылымдарының кандидаты

E-mail: ikurmashev@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9872-7483>;

Сербин В.В. — Техника ғылымдарының кандидаты, ассоциированный профессор

E-mail: v.serbin@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-5807-3873>;

Курмашева Л.Б. — Техника ғылымдарының магистрі

E-mail: lbkurmasheva@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5392-5873>;

Адильбеков А.Е. — Техника ғылымдарының магистрі

E-mail: Aeadilbekov@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2658-8792>.

© В.В. Семенюк, И.Г. Курмашев, В.В. Сербин, Л.Б. Курмашева, А.Е. Адильбеков

Аннотация. Мақалада нақты уақыт режимінде ұшқышсыз ұшу



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

аппараттары (ҰҰА) мен құстарды тану және жіктеу моделін YOLOv10 нейрондық желісі негізінде әзірлеу қарастырылады. Зерттеу тақырыбы ҰҰА-ның әртүрлі салаларда кеңінен қолданылуына және соған байланысты қауіпсіздік мәселелерінің өзектілігіне байланысты маңызды болып отыр. Модельді оқыту үшін 7580 бейнеден тұратын деректер жиыны құрылды. Бұл бейнелер авторлық ҰҰА ұшу жазбаларынан және Roboflow, Ultralytics HUB, Kaggle сияқты ашық көздерден жиналды. Деректерді аннотациялау, аугментациялау және оларды оқыту, тексеру және тестілеу жиынтықтарына бөлу Roboflow платформасы арқылы жүзеге асырылды. Модель NVIDIA GeForce RTX 4080 графикалық процессоры негізінде Ultralytics құрылымын пайдаланып оқытылды. Нәтижесінде алынған модель mAP50 және mAP50-95 көрсеткіштері бойынша YOLO-ның алдыңғы нұсқаларынан асып түсетін жоғары дәлдікті көрсетті. Сонымен қатар, бұл модель объектілерді сегменттеу және бақылау тапсырмаларын жоғары тиімділікпен орындай алатынын көрсетті, бұл оны оптикалық-электрондық бақылау жүйелері үшін перспективалы шешім етеді. Зерттеу нәтижелері ҰҰА мен құстарды анықтау жүйелерін әзірлеушілер үшін пайдалы болып, стратегиялық маңызды нысандардағы қауіпсіздікті арттыруға ықпал етуі мүмкін.

Түйін сөздер: нейрондық желілер, жіктеу, тану, оптикалық электронды бақылау арналары, UAV, YOLO, конволюциялық нейрондық желілер

Дәйексөздер үшін: В.В. Семенюк, И.Г. Курмашев, В.В. Сербин, Л.Б. Курмашева, А.Е. Адильбеков. YOLOV10 нейрлік желілігінің негізінде нақты уақытта ұшқышсыз авиацияны тану моделін әзірлеу // Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы. 2025. Том. 6. № 24. 320–332 бет. (Ағыл). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.019>.

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

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ БПЛА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLOV10

*В.В. Семенюк¹, И.Г. Курмашев¹, В.В. Сербин², Л.Б. Курмашева¹,
А.Е. Адильбеков¹*

¹НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева»,
Петропавловск, Казахстан;

²Казахский национальный исследовательский технический университет им.
К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.
E-mail: vvsemenyuk@ku.edu.kz

Семенюк В.В. — магистр технических наук, НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева», Петропавловск, Казахстан
E-mail: vvsemenyuk@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8580-7326>;



Курмашев И.Г. — кандидат тех. наук, НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева», Петропавловск, Казахстан

E-mail: ikurmashev@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9872-7483>;

Сербин В.В. — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

E-mail: v.serbin@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-5807-3873>;

Курмашева Л.Б. — магистр технических наук, НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева», Петропавловск, Казахстан

E-mail: lbkurmasheva@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5392-5873>;

Адилбеков А.Е. — магистр технических наук, НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева», Петропавловск, Казахстан

E-mail: Aeadilbekov@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2658-8792>.

© В.В. Семенюк, И.Г. Курмашев, В.В. Сербин, Л.Б. Курмашева, А.Е. Адильбеков

Аннотация. В статье представлена разработка модели распознавания и классификации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и птиц в режиме реального времени на основе нейронной сети YOLOv10. Актуальность исследования обусловлена растущим использованием БПЛА в различных сферах и возникающими, в связи с этим вопросами обеспечения безопасности. Для обучения модели был сформирован датасет из 7580 изображений, собранных как из собственных архивов полётов БПЛА, так и из открытых источников, включая Roboflow, Ultralytics HUB и Kaggle. Аннотирование, аугментация и разбиение данных на обучающую, валидационную и тестовую выборки были выполнены с использованием платформы Roboflow. Обучение модели проводилось на графическом процессоре NVIDIA GeForce RTX 4080 с применением фреймворка Ultralytics. Полученная модель показала высокую точность, превзойдя предыдущие версии YOLO по метрикам mAP50 и mAP50-95. Также была продемонстрирована высокая эффективность в задачах сегментации и трекинга объектов, что делает её перспективным решением для систем оптикоэлектронного наблюдения. Результаты исследования могут быть полезны разработчикам систем обнаружения БПЛА и птиц и способствовать повышению уровня безопасности на охраняемых объектах.

Ключевые слова: нейронные сети, классификация, распознавание, оптикоэлектронные каналы наблюдения, БПЛА, YOLO, сверточные нейронные сети

Для цитирования: В.В. Семенюк, И.Г. Курмашев, В.В. Сербин, Л.Б. Курмашева, А.Е. Адильбеков. Разработка модели распознавания бпла в режиме реального времени на основе нейронной сети YOLOV10 // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2025. Т. 6. No. 24. Стр. 320–332. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.24.4.019>.



Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction

Real-time recognition of unmanned aerial vehicles (UAVs) through surveillance cameras using neural networks and visual detectors is an urgent area for scientific research. This is driven by the need for public and state security, as UAVs are now being actively used for illegal activities including espionage, smuggling delivery, and combat raids. UAV recognition detection systems are designed to detect such threats in a timely manner and respond appropriately to neutralize them. They also play a significant role in protecting critical infrastructure such as airports, power plants and government buildings where there is a substantial risk of potential attacks.

Real-time drone recognition helps enforce flight regulations and control restricted areas. This is especially important when there are strict requirements and restrictions on the use of UAVs in certain areas, such as military bases and private territories. Modern neural networks and machine learning algorithms can process copious amounts of data, which provides high accuracy recognition and opens new opportunities for developing effective monitoring systems. Such systems can be integrated with existing video surveillance systems, making them more affordable and efficient. The algorithms used as software modules for UAV detection and recognition in optoelectronic surveillance channels are YOLO, Faster R-CNN, and SSD. In (Alkentar et al., 2021: 19–31), the authors found that single-stage YOLO detectors and two-stage Faster R-CNN algorithms compared to SSD provide better accuracy of UAV recognition, while the latter algorithm is also effective in target detection tasks. However, according to the research results presented in (Seidaliyeva et al., 2020; Singha et al., 2021). trained YOLO models outperform Faster RCNN in terms of accuracy metrics and speed (frames per second - FPS), which makes the former algorithm more promising for real-time UAV and bird recognition and classification tasks. Considering the recent advances in the improvement of UAV recognition models based on the YOLO algorithm, we should mention the works (Seidaliyeva et al., 2020; Muzammul, et al., 2024: 1–1). In (Seidaliyeva et al., 2020), the authors prepared a dataset in the form of UAV images for training the YOLOv2 neural network. As a result of training, the model reached the maximum value of mAP50 (average accuracy at the threshold of intersection of bounding boxes 50 %) - 0.75. In (Alsanad et al., 2022), the authors studied the features of UAV recognition by YOLOv3 neural network models. By evaluating the qualitative performance of the trained experimental model, it is proposed to introduce densely connected modules to improve the inter-layer connectivity of convolutional neural networks, thereby improving the accuracy and FPS. As a result, the proposed model demonstrated mAP50-95 values of 0.36 and 60 FPS, which outperform the original YOLOv3 model by 0.03 and 24.45 FPS, respectively. The mAP values presented in (Seidaliyeva et al., 2020; Alsanad et al., 2022) are not equivalent, as mAP50-95 (Alsanad et al., 2022) defines the average accuracy at the

95 % bounding box crossing threshold, which implies comparatively lower values compared to mAP50. A better model of the YOLO architecture, YOLOv4, is used in (Singha et al., 2021), where the authors achieved mAP50 values of 0.75, which is consistent with the results of (Seidaliyeva et al., 2020). However, the YOLOv4 models can be considered preferable to the YOLOv2 algorithm primarily due to its higher FPS, which is important for recognizing small objects such as UAVs in real time. In (Al-Qubaydhi et al., 2022; Aydin et al., 2023), YOLOv5 was used as a pre-trained neural network, which is currently considered to be the most popular model of the YOLO architecture for solving the problems of recognizing and classifying any objects from a user's dataset, with training and inference available on the CPU. The neural network from the first paper (Al-Qubaydhi et al., 2022; Aydin et al., 2023), achieved a mAP50 value of 0.947, while the authors from trained the model to a mAP50 value of 0.904. The paper (Zhai et al., 2023) presents the results of training more advanced versions of YOLO:

- YOLOv5: mAP50 - 0.912;
- YOLOX: mAP50 - 0.887;
- YOLOv7: mAP50 - 0.524;
- YOLOv7-tiny: mAP50 - 0.85;
- YOLOv8 - 0.953.

However, the authors [7] did not provide the performance of the mAP50-95 metric, which can provide more reliable information about the quality of UAV recognition and detection. In 2023, Ultralytics presented an improved algorithm, YOLOv9 (Li et al., 2024). By incorporating programmable gradient information (PGI) and an efficient layer aggregation network into the architecture, this model will limit the loss of information in successive layers of a deep neural network. YOLOv9 like previous versions utilizes a non-maximal suppression (NMS) algorithm in the post-processing stage, designed to remove unnecessary object bounding boxes. Its use often discards useful predictions and increases computational cost, which is detrimental to the detection and recognition performance of small and maneuverable objects such as UAVs and birds. In this paper, a YOLOv10 model will be trained, which by incorporating new post-processing techniques from the DETR architecture (Muzammul, et al., 2024: 1–1), is hypothesized to increase the recognition and classification accuracy of UAVs and birds. As an analytical accuracy parameter that guarantees the effectiveness of the developed model, mAP50-95 is chosen.

Materials and methods

A more advanced model for real-time recognition and classification of UAVs and birds is based on the YOLOv10 algorithm. YOLOv10 is a neural network based on two key principles: training the model without NMPs and designing based on efficiency and accuracy. The first concept is provided by integrating the advantages of neural networks of the DETR architecture, namely the use of dual label assignment and a consistent metric for matching predictions (Figure 1).



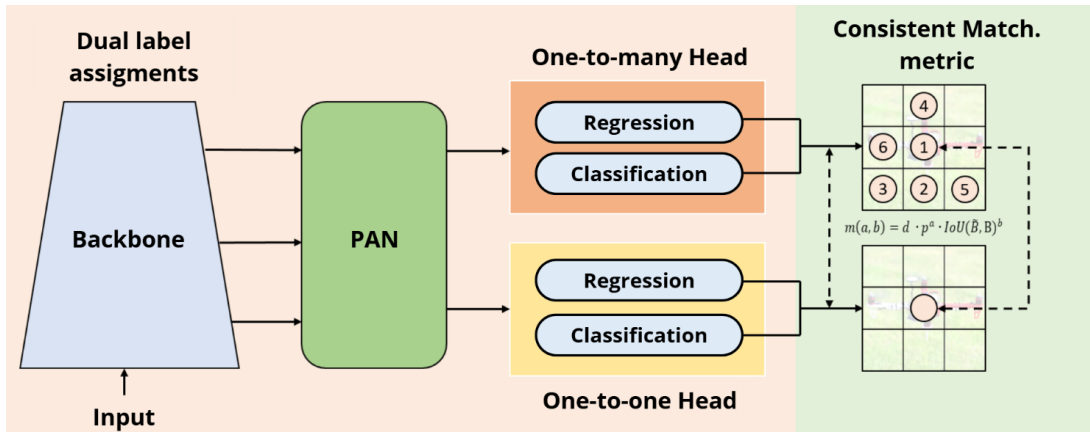


Fig. 1. Concept of the YOLOv10 Model

The dual purpose of labels is defined by the architectural solution of using two Heads, where the first Head performs One-to-One matching (provides only one prediction to each benchmark from the user dataset without the use of NMPs) and the second Head performs One-to-Many matching. By utilizing the One-to-Many branch, comprehensive and tight control is provided to ensure that accuracy is maintained. Throughout the training phase, both Heads are used simultaneously, except for the Inference (prediction) phase. At this stage, only the One-to-One branch is used, this decision is made to reduce computational cost while maintaining the accuracy and efficiency of the model. To guarantee the coincidence of the forecasts of the two branches, a consistent metric (or matching metric) is used. The principle of operation of this metric is described by equation (1):

$$m(a, b) = d \cdot p^a \cdot \text{IoU}(\tilde{B}, B)^b \quad (1)$$

where m is the corresponding accuracy metric (“One to One” or “One to Many”), d is the degree of localization of the prediction reference point within the instance, p is the classification score, a and b are the parameters defining the classification and localization tasks, respectively, IoU is the parameter defining the area of overlap between the predicted and actual frames, is the bounding boxes of the prediction and the instance, respectively. Matching the metrics of both branches ensures that the best samples are matched, thus comprehensive learning control is realized. Designing a performance-based model involves facilitating the classification channel by using two depth-separable convolutions followed by a 1×1 convolution (point convolution). The point convolution allows increasing the number of channels, while the depth convolution reduces the spatial dimensions, such a solution allows reducing the computational cost, as well as preserving more useful information in the downsampling stage. The accuracy orientation of the model is ensured by increasing the dimensionality of kernels in deep convolution layers, as well as by using the partial self-awareness module (PSM).

YOLOv10 supports 6 scales depending on the limitations of the computational resources of the hardware. The YOLOv10m version, which represents a medium version for universal use, is chosen for the experimental study. The training dataset used for the YOLOv10m model consists of 7580 images, comprising two balanced classes: UAVs and birds. The dataset was assembled from a combination of open-source repositories (Roboflow, Ultralytics HUB, Kaggle) and proprietary UAV flight footage collected in field conditions. The selection process deliberately incorporated diverse environmental conditions, including different lighting levels, backgrounds, and object scales, to ensure the model's robustness and generalizability. To further improve variability and mitigate overfitting, a custom Python-based augmentation script was developed. It performed operations such as horizontal and vertical flipping, rotation, blurring, contrast and brightness adjustments, noise addition, and scaling transformations. These augmentations were applied selectively based on class and environmental context. The dataset was then annotated, augmented, and split into training, validation, and test sets in a 70/20/10 ratio using the Roboflow platform.

Training, validation and testing of the model (Fig.2) YOLOv10m is realized based on AD103 graphics processor of NVIDIA GeForce RTX 4080 graphics card with support of CUDA Toolkit 12.1. The program code in Python language is implemented in PyCharm 2024 environment using Ultralytics framework, which allows using the open-source resource of pre-trained YOLOv10 models. The following hyperparameters are set for training the neural network on the user set: number of epochs: 300; packet size: 16; learning rate: 0.001; momentum: 0.9; weight drop: 0.0005 and image size: 640. The trained YOLOv10m model has a file size of "best.pt" of 101 MB. To determine the FPS, the trained neural network is tested on inference using two test videos of UAV and bird flights.

To compare the accuracy of the experimental neural network with the previous versions, the YOLOv8m and YOLOv9m models corresponding in purpose were also trained on the user dataset. The mAP50-95 metric was chosen as the comparative accuracy parameter to evaluate the ability of visual detectors to recognize and localize small objects.

Results

Figure 3a-d shows the accuracy metrics of the YOLOv10m model trained on a custom dataset of UAVs and birds.

The frames of testing the trained model on the inferno using two videos of a DJI F450 UAV flight and a bird are shown in Figure 4a,b.

Figure 5a, b shows the comparison plots of mAP50-95 accuracy metric and fast performance (FPS) of YOLOv8m, YOLOv9m and YOLOv10m neural networks.

As a result of the diagrams analysis, we can conclude about the effectiveness of using the trained YOLOv10m model in the tasks of recognition and classification of UAVs and birds in optoelectronic surveillance systems.

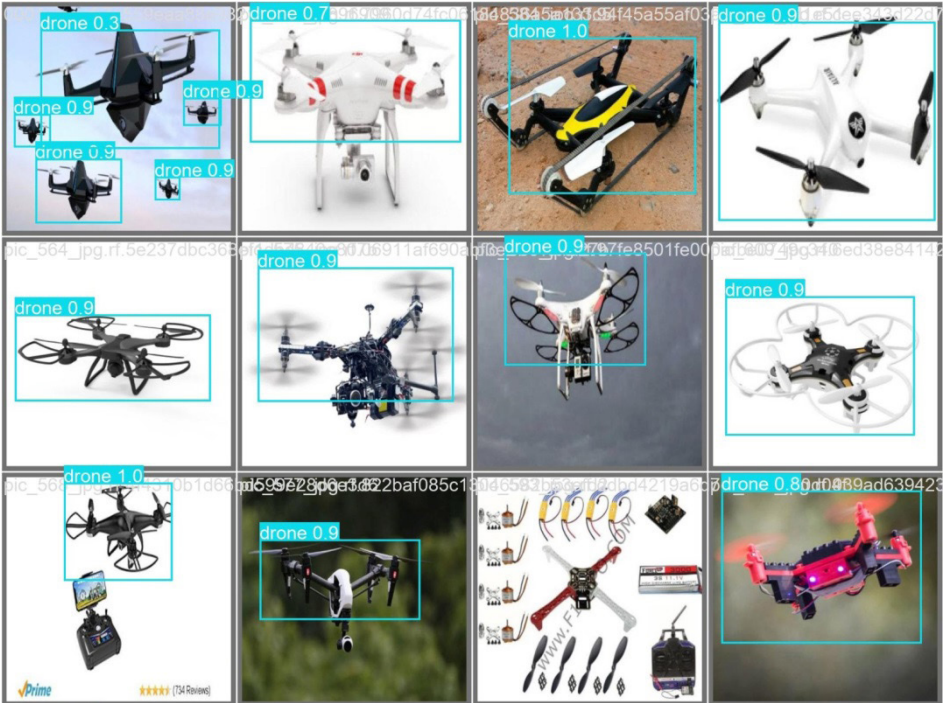


Fig. 2. Testing of the Trained YOLOv10m Neural Network Model

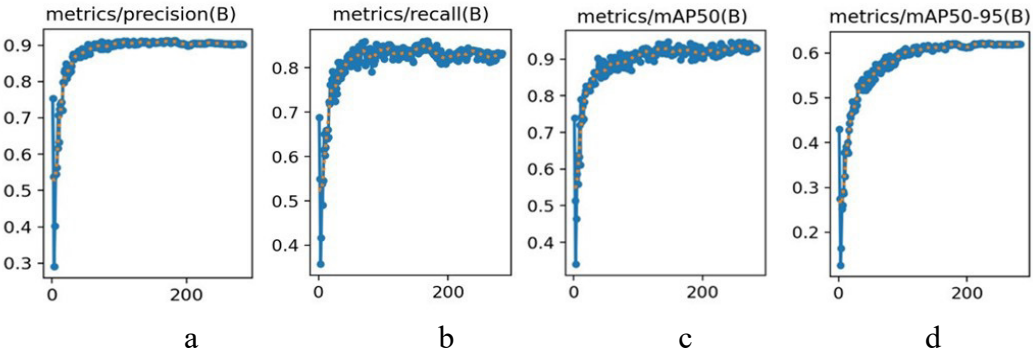


Fig. 3. Metrics of Training Results of the YOLOv10m Neural Network: a - Precision; b - Recall; c - mAP50; d - mAP50-95.

Discussion

A dataset of 7580 UAV and bird images is prepared for training the experimental model of YOLOv10m neural network. After annotation and augmentation stages, the user dataset using Roboflow.com service is distributed in the percentage of 70/20/10 for training, validation and testing tasks, respectively. The training of experimental neural network resulted in the following maximum values of accuracy metrics (Fig. 4a-d):

- Completeness: 0.883;
- Accuracy: 0.907;
- mAP50: 0.953;
- mAP50-95: by 0.628.





a



b

Fig. 4. Inference Frames of the Trained YOLOv10m Model: (a) Frame from the DJI F450 Flight Video; (b) Frame of a Bird (Seagull) Flight

In terms of mAP50 metric, this model outperforms detectors from (Seidaliyeva et al., 2020; Alsanad et al., 2022; Singha et al., 2021; Al-Qubaydhi et al., 2022; Aydin et al., 2023; Zhai et al., 2023). Comparing the mAP50-95 metrics (Fig. 5a), YOLOv10m outperforms YOLOv8 by 0.058 and YOLOv9 by 0.031 in terms of accuracy, which proves the greater efficiency of the first model to recognize and localize small objects such as UAVs and birds in the far-field surveillance area. In terms of FPS, YOLOv10m is second only to the trained model YOLOv8m, which proves that the first model can be used in real-time in optoelectronic surveillance channels, combining the segmentation and tracking functions of small objects such as UAVs and birds.

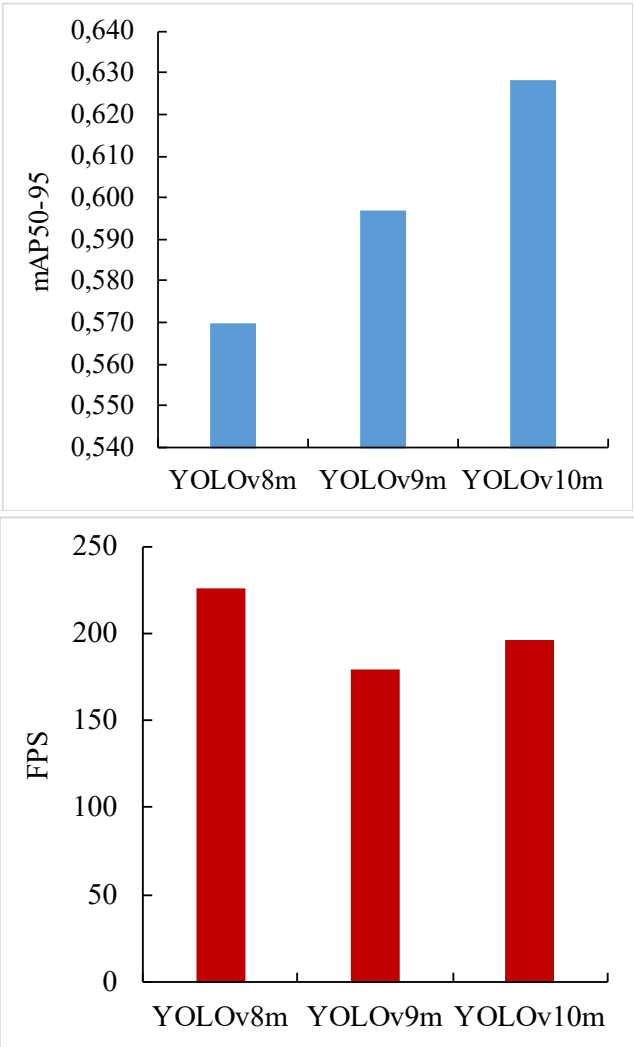


Fig. 5. Comparison Plots of mAP50-95 Accuracy Metrics and FPS of YOLOv8m, YOLOv9m and YOLOv10m Neural Networks

The results of the experiments indicate that the trained YOLOv10m model demonstrates strong robustness to varying environmental and operational conditions. The dataset included images captured under different weather scenarios (cloudless sky, partial cloudiness, low light, and fog-like conditions), various camera angles, and dynamic backgrounds. As a result, the model maintained high detection performance across these variations, confirming its adaptability to real-world deployments in outdoor optoelectronic surveillance systems. Furthermore, this opens avenues for future research focused on expanding the model’s capabilities in more complex environments, such as night-time recognition, detection under severe weather disturbances, and integration with radar or infrared sensor data for multi-modal UAV classification.

Conclusion

1) In order to develop a new efficient model for UAV and bird recognition and classification, the YOLOv10m model is selected, which bypasses the Non-Maximal Suppression (NMS) algorithm in its architecture by introducing the concepts of dual label assignment, consistent metric for prediction matching and focus on accuracy and efficiency in design. A user dataset of 7580 images is prepared to train the experimental models, of which 5306 (70 %) are specifically designed for training, 1516 (20 %) are oriented for validation and the remaining 758 (10 %) are used in the testing phase of the neural network.

2) YOLOv10m training is implemented based on AD103 GPU of NVIDIA GeForce RTX 4080 video card with CUDA Toolkit 12.1 support. As a result of evaluation of the obtained accuracy metrics, YOLOv10 outperforms the known visual detectors YOLOv2, YOLOv3, YOLOv4, YOLOv5, YOLOv7, YOLOX and YOLOv8 described in (Seidaliyeva et al., 2020; Alsanad et al., 2022; Singha et al., 2021; Al-Qubaydhi et al., 2022; Aydin et al., 2023; Zhai et al., 2023) by mAP50.

3) To compare the efficiency of recognition and localization of small objects using the mAP50-95 metric, previous versions of the YOLO algorithm: YOLOv8 and YOLOv9 were trained on a user dataset. YOLOv10m was 9% more accurate than the former and 5% more accurate than the latter.

4) As a result of testing the trained YOLOv10m neural network on inference, it is found that this model can recognize and classify UAVs and birds in real time with high accuracy and efficiency. According to the high FPS values (average 196 FPS), this model is capable of segmenting and tracking localized objects, combining the classification task.

5) The results of this study will be useful to the developers of UAV and bird detection, recognition and classification systems.

REFERENCES

- Alkentar, Saad & Alsahwa, B. & Assalem, A. & Karakolla, D. (2021). Practical comparison of the accuracy and speed of YOLO, SSD and Faster RCNN for drone detection. *Journal of Engineering*. — 27. — 19-31. 10.31026/j.eng.2021.08.02.
- Alsanad, Hamid & Sadik, Amin & Ucan, Osman & Ilyas, Muhammad & Bayat, Oguz. (2022). YOLO-V3 based real-time drone detection algorithm. *Multimedia Tools and Applications*. — 81. — 1-14. 10.1007/s11042-022-12939-4.
- Al-Qubaydhi, Nader & Alenezi, Abdulrahman & Alanazi, Turki & Senyor, Abdulrahman & Alanezi, Naif & Alotaibi, Bandar & Alotaibi, Munif & Razaque, Abdul & Abdelhamid, Abdelaziz & Alotaibi, Aziz. (2022). Detection of Unauthorized Unmanned Aerial Vehicles Using YOLOv5 and Transfer Learning. *Electronics*. — 11. — 2669. 10.3390/electronics11172669.
- Aydin B., Singha S. (2023). Drone Detection Using YOLO v5. *Eng.* — 4. DOI: 10.3390/eng4010025.
- Li, Jun & Feng, Yongqiang & Shao, Yanhua & Liu, Feng. (2024). IDP-YOLOV9: Improvement of Object Detection Model in Severe Weather Scenarios from Drone Perspective. *Applied Sciences*. — 14. — 5277. 10.3390/app1412125277.
- Muzammul, Muhammad & Algarni, Abdul & Ghadi, Yazeed & Assam, Muhammad. (2024). Enhancing UAV Aerial Image Analysis: Integrating Advanced SAHI Techniques with Real-Time Detection Models on the Vis-Drone Dataset. *IEEE Access*. — Pp. 1-1. 10.1109/ACCESS.2024.3363413.
- Seidaliyeva U., Alduraibi M., Ilipbayeva L., Almagambetov A. (2020). Detection of Loaded and Unloaded UAV Using Deep Neural Network. In *Proceedings of the 2020 Fourth IEEE International Conference on*



Ro-botic Computing (IRC), Taichung, Taiwan. — November 9–11. — 2020. — Pp. 490–494. DOI: 10.1109/IRC.2020.00093

Singha S., Aydin B. (2021). Automated Drone Detection Using YOLO v4. Drones. September —2021. DOI: 10.3390/drones5030095.

Zhai X., Huang Z., Li T., Liu H., Wang S. (2023). YOLO-Drone: An Optimized YOLOv8 Network for Tiny UAV Object Detection. Electronics. — 12. —3664. DOI: 10.3390/electronics12173664



**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