

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**

2024 (20) 4

қазан - желтоқсан

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

БАС РЕДАКТОР:

Исатов Асылбек Абдинашмивич — баскарма төрағасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ректоры, есептеу теориясы саласындағы математика бойынша PhD докторы, “Компьютерлік ғылымдар және информатика” бағыты бойынша қауымдастырылған профессор (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Колесникова Катерина Викторовна — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының проректоры (Қазақстан)

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

Иналакова Мадина Тулегеновна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ, Ғылыми-зерттеу жұмыс департаментінің директоры (Қазақстан)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Разак Абдул — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің профессоры (Қазақстан)

Лучио Томмазо де Паолис — Саленто университетінің (Италия) инновациялар және технологиялық инженерия департаменті AVR зертханасының зерттеу және әзірлеу бөлімінің директоры

Лиз Бэкон — профессор, Абертэй университеті вице-канцлердің орынбасары (Ұлыбритания)

Микеле Пагано — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбасвич — физика-математика ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА академигі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Рысбайұлы Болатбек — физика-математика ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Жаһандық серіктестік және қосымша білім беру жөніндегі проректоры (Қазақстан)

Дузбаев Нуржан Токсужаевич — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Цифрландыру және инновациялар жөніндегі проректоры (Қазақстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Сейлова Нүргүл Абдуллаевна — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Компьютерлік технологиялар және киберқауіпсіздік» факультетінің деканы (Қазақстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — экономика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Цифрлық трансформациялар» факультетінің деканы (Қазақстан)

Ыдырыс Айжан Жұмабайқызы — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Экономика және бизнес» кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Аманжолова Сауле Токсановна — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Киберқауіпсіздік» кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Ниязгулова Айгүл Аскарбековна — филология ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Медиакоммуникациялар және Қазақстан тарихы» кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Айтмағамбетов Алтай Зуфарович — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

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

Тадеш Валлас — PhD, Адам Мицкевич атындағы университеттің проректоры (Польша)

Мамырбаев Өркен Жұмажанұлы — Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялары институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Қазақстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — техника ғылымдарының докторы, профессор, Украинаның «УКРНЕТ» жобаларды басқару қауымдастығының директоры, Киев ұлттық құрылыс және сәулет университетінің «Жобаларды басқару» кафедрасының меңгерушісі (Украина)

Белошницкая Светлана Васильевна — техника ғылымдарының докторы, доцент, Астана IT университетінің деректер жөніндегі есептеу және ғылым кафедрасының профессоры (Қазақстан)

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жәліқызы — «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ (Қазақстан)

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

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

Қазақстан Республикасы Ақпарат және әлеуметтік даму министрлігінің Ақпарат комитетінде – **20.02.2020** жылы берілген.

№ KZ82YU00020475 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: ақпараттық технологиялар, әлеуметтік-экономикалық жүйелерді дамытудағы цифрлық технологиялар, ақпараттық қауіпсіздік және коммуникациялық технологияларға арналған.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 100 дана

Редакцияның мекенжайы: 050040, Алматы қ-сы, Манас к-сі, 34/1, 709-кабинет, тел: +7 (727) 244-51-09.

E-mail: ijct@iitu.edu.kz

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

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2024

© Авторлар ұжымы, 2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Исахов Асылбек Абдиашимович — доктор PhD по математике в области теории вычислимости, ассоциированный профессор по направлению "Компьютерные науки и информатика", Председатель Правления — Ректор АО «Международный университет 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 Отелбайулы — доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Рысбайулы Болатбек — доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, ассоциированный профессор, проректор по глобальному партнерству и дополнительному образованию 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 цифровых трансформаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ыдырыс Айжан Жумабаевна — PhD, ассистент профессор, заведующая кафедрой математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

Аманжолова Сауле Токсановна — кандидат технических наук, заведующая кафедрой кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

Айтмагамбетов Алтай Zufарович — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций 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)

Тадеш 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)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — АО «Международный университет 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 № KZ82VPYU00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Тематическая направленность: информационные технологии, информационная безопасность и коммуникационные технологии, цифровые технологии в развитии социо-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, 2024

© Коллектив авторов, 2024

EDITOR-IN-CHIEF:

Isakhov Asylbek Abdiashimovich — PhD in Mathematics specializing in Computability Theory and Associate Professor in Computer Science and Informatics, Chairman of the Board, Rector of International Information Technology University (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF DIRECTOR:

Kolesnikova Katerina Viktorovna — Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector of Information Systems Department, International Information Technology University (Kazakhstan)

SCIENTIFIC SECRETARY:

Ipalakova Madina Tulegenovna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Research Department, International University of Information Technologies (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD:

Razaq Abdul — PhD, Professor of International Information Technology University (Kazakhstan)

Lucio Tommaso de Paolis — Director of Research and Development, AVR Laboratory, Department of Innovation and Process Engineering, University of Salento (Italy)

Liz Bacon — Professor, Deputy Director, and Deputy Vice-Chancellor of the University of Abertay. (Great Britain)

Michele Pagano — Ph.D., Professor, University of Pisa (Italy)

Otelbaev Mukhtarbay Otelbayuly — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling of International Information Technology University (Kazakhstan)

Rysbayuly Bolatbek — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Daineko Yevgeniya Alexandrovna — PhD, Associate Professor, Vice-Rector for Global Partnership and Continuing Education, International Information Technology University (Kazakhstan)

Duzbaev Nurzhan Tokkuzhaevich — Candidate of Technical Sciences, Vice-Rector for Digitalization and Innovations, International Information Technology University (Kazakhstan)

Sinchev Bakhtgerey Kuspanuly — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

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

Mukhamedieva Ardak Gabitovna — Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Digital Transformations, International Information Technology University (Kazakhstan)

Idyrys Aizhan Zhumabaevna — PhD, Head of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

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

Amanzholova Saule Toksanovna — Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Cyber Security, International Information Technology University (Kazakhstan)

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

Aitmagambetov Altai Zufarovich — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Radioengineering, Electronics and Telecommunication, International Information Technology University (Kazakhstan)

Almisreb Ali Abd — PhD, Associate Professor, International Information Technology University (Kazakhstan)

Mohamed Ahmed Hamada — PhD, Associate Professor, Department of Information systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Young Im Choo — PhD, Professor, Gachon University (South Korea)

Tadeusz Wallas — PhD, University of Dr. Litt Adam Miskevich in Poznan (Poland)

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich — PhD in Information Systems, Deputy Director for Science, Institute of Information and Computing Technologies CS MSHE RK (Kazakhstan)

Bushuyev Sergey Dmitriyevich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Удoктoр тeхнических наук, профессор, директор Ukrainian Association of Project Management UKRNET, Head of Project Management Department, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

Beloshitskaya Svetlana Vasilyevna — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

EXECUTIVE EDITOR

Mrzabayeva Raushan Zhalieva — 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, 2024

© Group of authors, 2024

МАЗМҰНЫ

ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Н.Е. Артық, Г.К. Сембина

АВТОМАТТАНДЫРУ АРҚЫЛЫ БАНК ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН
АРТТЫРУ: МОДЕЛЬДЕУ ТӘСІЛІ8

Е.А. Байқонысов

ІТ ЖОБАЛАРЫНЫҢ ҚАЖЕТТІЛІКТЕРІН ШЫҒЫНДАРДЫ БОЛЖАУ
МАҚСАТЫНДА ТАБИҒИ ТІЛДІ ӨНДЕУ (NLP) АРҚЫЛЫ ТАЛДАУ22

З.А. Орынбай, А.М. Казыбаева

ЖОО БРЕНДИНГІНІҢ ЦИФРЛЫҚ ҚҰРАЛДАРЫ: ӘДЕБИЕТТІҢ ЖҮЙЕЛІК
ШОЛУЫ35

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Т.М. Олех, Г.С. Олех

ЖОБАНЫҢ ҚҰНЫН ЭКСПРЕСС-ТАЛДАУ ӘДІСІ46

М.А. Мәдениетов

АДАМҒА БАҒДАРЛАНДЫРЫЛҒАН ДИЗАЙН АРҚЫЛЫ ОҚУДЫ ЖЕТІЛДІРУ:
ЖАҢА ПЛАТФОРМА56

С.Б. Муханов, А.Р. Абдул, Ж.М. Бекаулова, С.Ж. Жакыпбеков

ДЕРЕКТЕР ЖИНАУ ЖӘНЕ НЕЙРЛІК ЖЕЛІЛІК МОДЕЛЬДЕРДІ ӨЛГІЛЕРДІ ТАУ
ТАПСЫРМАЛАРЫНДА ИШІМІРЛІК ТІЛДІ ЖІКТЕУ ҮШІН ҚОЛДАНУ68

Д.А. Рахметуллина

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ ӘЗІРЛЕУДЕ LOW CODE ЖӘНЕ NO-CODE
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫН ТАЛДАУ83

Е.В. Савельева

ҚОЛ ПРОТЕЗІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ МЫСАЛЫНДА
ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПРАКТИКАЛЫҚ
ҚОЛДАНУ.....95

Ю.Л. Хлевна, А.О. Бузюрова, А.О. Хлевный

МОДЕЛЬДЕР ЖӘНЕ ЖЫЛЖЫМАЙТЫН МҮЛІКТІ БАҒАЛАУ ҮШІН
АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН
ҚОЛДАНУМЕН105

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН

А.А. Балгабек, А.М. Әкім, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова

ДИНАМИЯЛЫҚ ОБЪЕКТТЕРГЕ НАҚТЫ УАҚЫТТЫ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІН
МАШИНАДАН ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ118



СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Н.Е. Артык, Г.К. Сембина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКОВСКИХ ОПЕРАЦИЙ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ: ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ8

Е.А. Байконысов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА (NLP) ДЛЯ АНАЛИЗА ТРЕБОВАНИЙ К IT-ПРОЕКТАМ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАТРАТ22

З.А. Орынбай, А.М. Казыбаева

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ БРЕНДИНГА ВУЗА: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ35

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Т.М. Олех, Г.С. Олех

МЕТОДИКА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ЦЕННОСТИ ПРОЕКТА46

М.А. Мадениетов

УЛУЧШЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЧЕЛОВЕКО ЦЕНТРИРОВАННОГО ДИЗАЙНА: НОВАЯ ПЛАТФОРМА56

С.Б. Муханов, А.Р. Абдул, Ж.М. Бекаулова, С.Ж. Жакыпбеков

СБОР ДАННЫХ И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЯЗЫКА ЖЕСТОВ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ68

Д.А. Рахметуллина

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ LOW CODE И NO-CODE В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ83

Е.В. Савельева

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОТЕЗА КИСТИ РУКИ95

И.Л. Хлевна, А.О. Бузюрова, А.О. Хлевный

МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ105

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Балгабек, А.М. Аким, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова

ОБЗОР МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ118

CONTENT

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

N.E. Artyk, G.K. Sembina

IMPROVING THE EFFICIENCY OF BANKING OPERATIONS THROUGH AUTOMATION: A MODELING APPROACH8

Y.A. Baikonyssov

USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING (NLP) TO ANALYSE IT PROJECT REQUIREMENTS FOR COST PREDICTION PURPOSES22

A.Z. Orynbay, M.A. Kazybayeva

DIGITAL BRANDING TOOLS FOR UNIVERSITIES: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW35

INFORMATION TECHNOLOGY

T.M. Olekh, H.S. Olekh

METHOD OF EXPRESS ANALYSIS OF PROJECT VALUE46

M.A. Madeniyetov

ENHANCING LEARNING THROUGH HUMAN-CENTRIC DESIGN: A NOVEL PLATFORM56

S.B. Mukhanov, A.R. Abdul, Zh.M. Bekaulova, S.Zh. Zhakypbekov

COLLECTION OF DATASETS AND APPLICATION OF NEURAL NETWORK MODELS FOR SIGN LANGUAGE CLASSIFICATION IN PATTERN RECOGNITION TASKS68

D.A. Rakhmetullina

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF LOW CODE AND NO-CODE TECHNOLOGIES IN SOFTWARE PRODUCT DEVELOPMENT83

O.V. Savielieva

PRACTICAL APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF CREATING A DYNAMIC MODEL OF PROSTHETIC HAND95

I.L. Khlevna, A.O. Buzyurova, A.O. Khlevnyi

MODELS AND INFORMATION TECHNOLOGY FOR REAL ESTATE VALUATION USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS.....105

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

A.A. Balgabek, A.M. Akim, S.Ye. Sybanbayeva, Zh.M. Bekaulova

OVERVIEW OF MACHINE LEARNING METHODS FOR REAL-TIME TRACKING SYSTEMS FOR DYNAMIC OBJECTS118



АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА
АРНАЛҒАНИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 5. Is. 4. Number 20 (2024). Pp. 118–131

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz><https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.010>OVERVIEW OF MACHINE LEARNING METHODS FOR REAL-TIME
TRACKING SYSTEMS FOR DYNAMIC OBJECTS**A.A. Balgabek, A.M. Akim, S.Ye. Sybanbayeva*, Zh.M. Bekaulova**

International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: s.sybanbayeva@almau.edu.kz**A.A. Balgabek** — Master of Technical Sciences, «Computer Engineering» Department, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan.E-mail: a.balgabek@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7179-517X>;**A.M. Akim** — Master of Technical Sciences, «Computer Engineering» Department, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan.E-mail: aakim@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-2144-7091>;**S.Ye. Sybanbayeva** — PhD, «School of Digital Technologies», Almaty Management University, Almaty, Kazakhstan.E-mail: s.sybanbayeva@almau.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0002-6502-8907>;**Zh.M. Bekaulova** — Master of Technical Sciences, assistant-professor, «Computer Engineering» Department, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan.E-mail: zh.bekaulova@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0000-9339-9222>.

© A.A. Balgabek, A.M. Akim, S.Ye. Sybanbayeva, Zh.M. Bekaulova, 2024

Abstract. Considerable progress has been made in the development of video analytics systems and individual image authentication technologies. However, challenges persist in recognizing dynamic images due to the complexity and variability of real-world behavior. Certain scenarios place particular importance on extracting information about the structure and motion of objects within a scene, such as indoor video surveillance in crowded areas, robotic system traffic control, and vehicle movement monitoring. For object tracking tasks, current research and development focus on addressing the following practical challenges: variations in scene illumination or image lighting conditions; noise generated by camera systems; objects that change shape over time; temporary disappearance of objects due to occlusion by other objects; simultaneous movement of multiple objects with similar characteristics and intersecting trajectories. In the field of object recognition, there remains a pressing need for real-time algorithms capable of accurately identifying objects in video frames despite interference or noise. Therefore, the development, refinement, and analysis of algorithms for tracking and identifying objects in video footage continue to be critical issues in the current stage of scientific and technological progress. The primary objective is to develop, enhance, and study new algorithms for object tracking and recognition in video data, considering distortions and interference. This effort aligns with practical requirements for the effective operation of modern security systems.

Keywords: open-source computer vision, region of interest, background subtraction, optical character recognition

For citation: A.A. Balgabek, A.M. Akim, S.Ye. Sybanbayeva, Zh.M. Bekaulova.

OVERVIEW OF MACHINE LEARNING METHODS FOR REAL-TIME TRACKING



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

SYSTEMS FOR DYNAMIC OBJECTS//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2024. Vol. 5. No. 20. Pp. 118–131 (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.010>.

ДИНАМИЯЛЫҚ ОБЪЕКТТЕРГЕ НАҚТЫ УАҚЫТТЫ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІН МАШИНАДАН ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ

А.А. Балгабек, А.М. Әкім, С.Е. Сибанбаева*, Ж.М. Бекаулова

Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: s.sybanbayeva@almau.edu.kz

А.А. Балгабек — «Компьютерлік Инженерия» кафедрасының, техникалық ғылымдарының магистрі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: a.balgabek@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7179-517X>;

А.М. Әкім — «Компьютерлік Инженерия» кафедрасының, техникалық ғылымдарының магистрі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: aakim@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-2144-7091>;

С.Е. Сибанбаева — «Школа Цифровых Технологий» академиялық деканы, PhD, Алматы Менеджмент Университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: s.sybanbayeva@almau.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0002-6502-8907>;

Ж.М. Бекаулова — ассистент-профессор «Компьютерлік Инженерия» кафедрасының, техникалық ғылымдарының магистрі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: zh.bekaulova@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0000-9339-9222>.

© А.А. Балгабек, А.М. Әкім, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова, 2024

Аннотация. Бейне аналитика жүйелерін және кескіннің аутентификациясының жеке технологияларын дамытуда айтарлықтай прогреске қол жеткізілді. Дегенмен, нақты әлемдегі мінез-құлықтың күрделілігі мен өзгермелілігіне байланысты динамикалық бейнелерді тану қиындықтары сақталады. Кейбір сценарийлерде адамдар көп шоғырланған аумақтардағы ішкі бейнебақылау, көлік қозғалысын басқарудың роботтық жүйесі және көлік қозғалысын бақылау сияқты көріністегі нысандардың құрылымы мен қозғалысы туралы ақпаратты алуға ерекше мән беріледі. Объектілерді бақылау тапсырмалары үшін ағымдағы зерттеулер мен әзірлемелер келесі практикалық міндеттерді шешуге бағытталған: Көрініс жарықтандыру немесе кескінді жарықтандыру жағдайларындағы өзгерістер. Камера жүйелері тудыратын шу. Уақыт өте келе пішінін өзгертетін объектілер. Басқа заттармен бітелу салдарынан заттардың уақытша жоғалуы. Ұқсас сипаттамалары және қиылысатын траекториялары бар бірнеше объектілердің бір мезгілде қозғалысы. Объектіні тану саласында кедергі немесе шуылға қарамастан бейне кадрлардағы объектілерді дәл анықтауға қабілетті нақты уақыт режиміндегі алгоритмдерге қажетті қажеттілік сақталады. Сондықтан, бейнежазбалардағы объектілерді қадағалау және анықтау алгоритмдерін жасау, нақтылау және талдау ғылыми-техникалық прогрестің қазіргі кезеңінде өзекті мәселелер болып қала береді. Негізгі мақсат - бұрмаланулар мен кедергілерді ескере отырып, бейне деректердегі объектіні бақылау және тану үшін жаңа алгоритмдерді әзірлеу, жақсарту және зерттеу. Бұл күш заманауи қауіпсіздік жүйелерінің тиімді жұмыс істеуіне арналған практикалық талаптарға сәйкес келеді.

Түйін сөздер: Open Source Computer Vision, Region of interest, Background subtraction, Optical character recognition

Дәйексөздер үшін: А.А. Балгабек, А.М. Әкім, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова. ДИНАМИЯЛЫҚ ОБЪЕКТТЕРГЕ НАҚТЫ УАҚЫТТЫ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІН МАШИНАДАН ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ//ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2024. Т. 5. No. 20. 118–131 бет. (ағылшын тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.010>.

ОБЗОР МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

А.А. Балгабек, А.М. Аким, С.Е. Сибанбаева*, Ж.М. Бекаулова

Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан.

E-mail: s.sybanbayeva@almau.edu.kz

А.А. Балгабек — магистр технических наук, кафедра «Компьютерная инженерия», Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: a.balgabek@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7179-517X>;

А.М. Аким — магистр технических наук, кафедра «Компьютерная инженерия», Международный университет информационных технологий, Казахстан

E-mail: aakim@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-2144-7091>;

С.Е. Сибанбаева — PhD, академический декан «Школы цифровых технологий», Алматы Менеджмент университета, Алматы, Казахстан

E-mail: s.sybanbayeva@almau.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0002-6502-8907>;

Ж.М. Бекаулова — магистр технических наук, ассистент-профессор, кафедра «Компьютерная инженерия», Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: zh.bekaulova@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0000-9339-9222>.

© А.А. Балгабек, А.М. Аким, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова, 2024

Аннотация. Значительный прогресс был достигнут в разработке систем видеоаналитики и технологий аутентификации отдельных изображений. Однако проблемы с распознаванием динамических изображений сохраняются из-за сложности и изменчивости поведения в реальном мире. Определенные сценарии придают особое значение извлечению информации о структуре и движении объектов в пределах сцены, например, внутреннее видеонаблюдение в многолюдных местах, управление движением роботизированных систем и мониторинг движения транспортных средств. Для задач отслеживания объектов текущие исследования и разработки сосредоточены на решении следующих практических проблем: изменения в освещении сцены или условиях освещения изображения; шум, создаваемый системами камер; объекты, которые меняют форму с течением времени; временное исчезновение объектов из-за окклюзии другими объектами; одновременное движение нескольких объектов со схожими характеристиками и пересекающимися траекториями. В области распознавания объектов сохраняется острая потребность в алгоритмах реального времени, способных точно идентифицировать объекты в видеокдрах, несмотря на помехи или шум. Поэтому разработка, совершенствование и анализ алгоритмов отслеживания и распознавания объектов на видеоматериалах остаются важнейшими задачами на современном этапе научно-технического прогресса. Основной целью является разработка, совершенствование и изучение новых алгоритмов отслеживания и распознавания объектов на видеоматериалах с учетом искажений и помех. Эта работа соответствует практическим требованиям эффективной работы современных систем безопасности.



Ключевые слова: open source computer vision, region of interest, background subtraction, optical character recognition

Для цитирования: А.А. Балгабек, А.М. Аким, С.Е. Сибанбаева, Ж.М. Бекаулова. ОБЗОР МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ// МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2024. Т. 5. No. 20. Стр. 118–131. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.010>.

Introduction

Billions of security systems are integral to the modern civilized world (Amirgaliev, 2012; Mukhanov et al., 2020: 31–37; Mukhanov et al., 2023: 16–27; Mukhanov et al., 2023: 15–27; Kenshimov et al., 2021: 44–54). Monitors display a continuous stream of images, with many operators ensuring safety in airports, train stations, and other public spaces. Surveillance has become one of the most crucial technical tools for ensuring security. Digital image processing algorithms (Uskenbayeva et al., 2020: 1–6; Bazarevsky et al., 2019; Anna Vidyanova, 2022) and computer vision technologies (Bilgin et al., 2019; Liukai et al., 2022: 103364) play a critical role in modern security systems, enabling the real-time monitoring of thousands of video channels.

The development of modern security systems is associated with the following key challenges:

- Detecting objects of interest in complex, dynamic backgrounds.
- Measuring spatial parameters and estimating dynamic characteristics of objects across sequential frames.
- Tracking objects over time.
- Classifying and identifying dynamic objects.

Among various recognition and classification tasks, one of the most critical and pressing is the detection and classification of human faces (Guoxiang et al., 2023: 118912). This problem has wide applications across multiple domains, particularly in security systems. Face recognition is utilized in areas such as verifying photos in passports and driving licenses, controlling access to secure computer networks and office equipment, and monitoring airports and train stations to prevent terrorist activities, among others. In most practical scenarios, analyzing input images must occur in real time.

Modern algorithms achieve a high probability—greater than 90 % – of detecting human faces in live video feeds with complex backgrounds. Among the most well-known algorithms is the boosting-based method proposed by P. Viola and M. Jones in 2001 (Yeo et al., 2013).

The aim of object tracking is to establish consistency between objects or parts across sequences of frames, determine object trajectories, and calculate dynamic characteristics like speed and direction of movement (Okan et al., 2019). In most practical applications, object tracking must be performed in real time (Jaya Prakash et al., 2022). Automated object recognition is another critical area of computer vision (Whoi-Yul Kim et al., 2020). Successful solutions in this field are essential for developing systems capable of intelligently assessing their surroundings and taking appropriate actions.

However, in real-world systems, object recognition faces challenges such as distortions caused by electronic device interference and compression of two-dimensional signals. Addressing these issues effectively requires specialized digital image processing algorithms. These include non-linear filtering algorithms, image restoration techniques, wavelet-based

processing, and systems utilizing fuzzy logic, genetic algorithms, and neural networks.

Problem statement

Camera devices play a crucial role in gathering information and monitoring people, their activities, and events (Chunyong et al., 2020). Among the most widely used technologies in modern surveillance are video cameras, thermal imaging cameras, and night vision devices. Visual analysis of dynamic scenes, especially those involving human activity, is a highly active research area in computer vision and artificial intelligence. This field has broad applications for public order and security, such as access control, crowd movement analysis, queue monitoring, human behavior detection, and more (Van Houdt et al., 2020).

The use of multiple cameras for dynamic scene observation provides enhanced capabilities for detecting, recognizing, and tracking objects across image sequences. More importantly, it allows for better understanding and interpretation of object behavior. The primary goal of such visual observation systems is to develop intelligent systems capable of replacing traditional passive surveillance. This shift is essential as increasing the number of cameras has proven inefficient due to the limited capacity of human operators. The aim is not merely to position cameras strategically but to achieve highly automated monitoring with minimal human intervention.

The processing subsystem of an automated visual surveillance system typically includes the following steps:

- Motion detection and object classification.
- Object tracking.
- Analysis and interpretation of behavior and activity.
- Person identification, including transitions between cameras and integration

of data from multiple sources (Dinh-Son et al., 2020).

Most visual systems begin with motion and object detection (Alejandro et al., 2022). The goal of motion detection is to identify regions corresponding to moving objects and separate them from static areas in the image. The quality of this step is critical, as it directly impacts subsequent processes such as object tracking, behavior analysis, and recognition. Motion detection typically involves background modeling and segmentation of moving areas, which may overlap with other objects during the process. The purpose of motion segmentation is to identify regions corresponding to moving entities, such as people or vehicles (Rehman Muneeb et al., 2021).

Identifying moving regions enables subsequent processes—such as tracking and behavior analysis—to focus solely on areas of interest. After motion detection, the system tracks these moving objects across image sequences, mapping them from frame to frame using features like points, lines, and blobs.

Behavior analysis involves identifying patterns of movement and describing actions or interactions between objects. For instance, it may be necessary to analyze human behavior to determine whether it is normal or abnormal. Biometric features such as facial characteristics and gait are increasingly used in visual surveillance systems for personal identification (Rehman Muneeb et al., 2021).

Motion detection, tracking, behavior recognition, and remote identification can all be implemented in systems using a single camera. However, systems with multiple cameras offer significant advantages by expanding the surveillance area and leveraging multiple viewpoints to resolve issues like object occlusion. Nevertheless, multi-camera systems present their own challenges, including optimal camera placement, calibration, view matching,



automatic switching, and data fusion.

Video surveillance systems also face similar challenges as other machine vision applications, including changes in lighting, viewpoints, zoom levels, and object orientation. Given these complexities, visual observation systems are often designed as a collection of specialized algorithms tailored to specific objectives.

Materials and Methods

An example of an automated visual surveillance system can be illustrated through the architecture of software designed for detecting and tracking objects (Fig. 1.2).

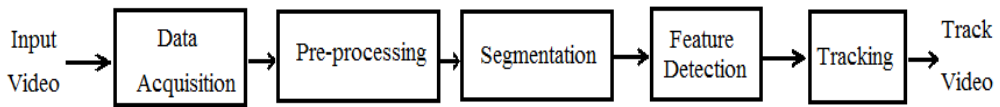


Figure 1.2: Block Diagram of Detection and Tracking

Object Detection

This stage identifies objects of interest for further analysis. It is a critical operation, as the efficiency and accuracy of the detection algorithms directly impact the overall system performance (Yeo et al., 2013; Okan et al., 2019; Jaya Prakash et al., 2022).

Object Tracking

This component tracks detected objects over time. Since object movement can be unpredictable, not all frames in a video sequence will clearly display the objects, making continuous detection challenging. Furthermore, object detection across an entire image at multiple scales is computationally expensive, causing delays. Thus, tracking becomes an essential system element, allowing continuous monitoring of the object's position and size without the need for detection in every frame.

Detection methods

Currently, methods for detecting moving objects can be grouped into four categories. These approaches can be explained with a focus on human face detection, though some methods may overlap between categories.

1. Knowledge-Based Methods

These methods rely on rules derived from human knowledge about the typical structure of a human face. These rules typically describe the relationships between facial features.

2. Invariant Feature-Based Methods

These algorithms identify structural features of the face that remain consistent under varying conditions, such as changes in head position, viewpoint, or lighting. These features are then used to locate faces.

3. Pattern-Matching Methods

Standard templates representing a face or its features are stored. Detection is performed by calculating the correlation between the input image and the stored templates.

4. Learning-Based Methods

Unlike pattern-matching methods, learning-based approaches use training data to generate models. These models are trained on diverse datasets covering a wide range of facial variations and are then applied for detection.

Table 1.1 Classification of methods for distinguish faces in fixed image.

Methods name	Sample algorithms
Knowledge-Based Methods	Large-scale rule-based methods
Texture patterns Skin color segmentation Combinations of color, size, and shape	Grouping boundaries Space Gray-Level Dependence matrix (SGLD) for template face A mixture of Gaussian functions Combinations of color, size and shape
Pattern-Matching Methods - Predefined face templates - Deformable templates	Template form Active Shape Models (ASM)
Learning-Based Methods - Eigenfaces - Probabilistic models - Neural networks - Support Vector Machines (SVM) - Naive Bayes Classifiers - Hidden Markov Models (HMM)	Among these approaches, learning-based methods are considered the most effective for face detection. A notable algorithm in this category is the boosting-based method implemented in OpenCV

The approach developed by P. Viola and M. Jones (Jaya Prakash et al., 2022) employs a machine learning process using an adaptive boosting procedure. Their algorithm comprises three primary steps:

1. Feature selection using Haar-like features.
2. Training a cascade of classifiers using the AdaBoost algorithm.
3. Constructing a detection framework that efficiently scans an image for faces.

This algorithm has become a cornerstone of modern computer vision applications and is widely adopted in automated visual surveillance systems.

The method for building a classifier using the Boosting algorithm

The complex classifier can be considered as a composition of simple threshold-type classifiers. Let us denote a simple classifier as:

$$h_j(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } p_j f_j(x) < p_j \theta_j \\ 0, & \text{in other cases} \end{cases}, \quad j = 1..N, \quad (1)$$

where p_j represents the direction of the inequality sign, θ_j is the threshold, $f_j(x)$ is the computed flag value, x is the input image, and N is the total number of features. Let us consider the Boosting algorithm, which selects simple classifiers and combines them to form a complex classifier. The training set is defined as $X_p = \{x_{p1}, \dots, x_{pL}\}$ containing L face images 24x24 pixel resolution and a training set $X_n = \{x_{n1}, \dots, x_{nM}\}$ containing M non-faces images of the same resolution.

$$w_{1,i} = \frac{1}{2M} \quad v_{1,i} = \frac{1}{2L} \quad (2)$$

$w_{1,i}$ и $v_{1,i}$ - initial weight for training set of images of “faces” and “non-faces” respectively. Then in a loop $t=1..T$, where T -number of selected simple classifiers make the following operations:



a) normalization of the weights:

$$w_{t,i} \leftarrow \frac{w_{t,i}}{\sum_{j=1}^M w_{t,j} + \sum_{j=1}^L v_{t,j}} \quad i=1, \dots, M;$$

$$v_{t,i} \leftarrow \frac{v_{t,i}}{\sum_{j=1}^M w_{t,j} + \sum_{j=1}^L v_{t,j}} \quad i=1, \dots, L. \quad (3)$$

b) calculation error classification:

$$\sigma_t(f, p, \theta) = \sum_{i=1}^M w_{t,i} h(x_{n_i}, f, p, \theta) + \sum_{i=1}^L v_{t,i} [1 - h(x_{p_i}, f, p, \theta)], \quad (4)$$

c) selection of the classifier with minimal error:

$$h_t(x) = h(x, f_t, p_t, \theta_t), \quad (5)$$

where f_t, p_t and θ_t parameters, under which the error function $\sigma_t(f, p, \theta)$ has a minimum value;

d) adaptive update weights:

$$w_{t+1,i} \leftarrow w_{t,i} \beta_t^{1-h_t(x_{n_i}, f_t, p_t, \theta_t)}, \quad i = 1 \dots M; \quad (6)$$

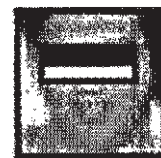
$$v_{t+1,i} \leftarrow v_{t,i} \beta_t^{h_t(x_{p_i}, f_t, p_t, \theta_t)}, \quad i = 1 \dots L;$$

where the coefficient update weights β_t is determined by the following formula:

$$\beta_t = \frac{\sigma_t(f_t, p_t, \theta_t)}{1 - \sigma_t(f_t, p_t, \theta_t)} \quad (7)$$

The Boosting algorithm generates a simple classifier at each iteration, minimizing the error relative to the current weight values assigned during the training process. After each iteration, the weights are updated to emphasize samples that were misclassified. Consequently, the simple classifier for the next iteration is constructed to minimize errors on these misclassified samples from the training set.

Figure 1.4 illustrates the first and second features selected by the Boosting algorithm, shown within the detector window and overlaid on a typical face used during the training process.



a) first selected feature



b) second seeded sign

Figure 1.4: The First and Second Features Selected by the Boosting Algorithm

The first selected feature is based on the characteristic that the eye region is often darker than the nose and cheeks. This feature spans a large area within the detector window, making it less sensitive to variations in a person's size or position. The second selected feature relies on the observation that the eyes are typically darker than the bridge of the nose.

The algorithm utilizes a detector window with a resolution of 24x24 pixels and a scaling factor of 1.25 for the window.

The selected simple classifiers are combined into a complex classifier according to the following rule:

$$C_{(x)} = \begin{cases} 1, & \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq Q \\ 0, & \text{в остальных} \end{cases} \quad (8)$$

where α_t - coefficients of the linear combination, a Q - optimal threshold classifier, which are calculated by the formulas:

$$\alpha_t = \ln \frac{1}{\beta_t}, \quad Q = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \quad (9)$$

The method of combining classifiers cascade structure

The structure of the cascade detector is shown in fig. 1.5. The cascade consists of layers which are classifiers trained using boosting procedure.

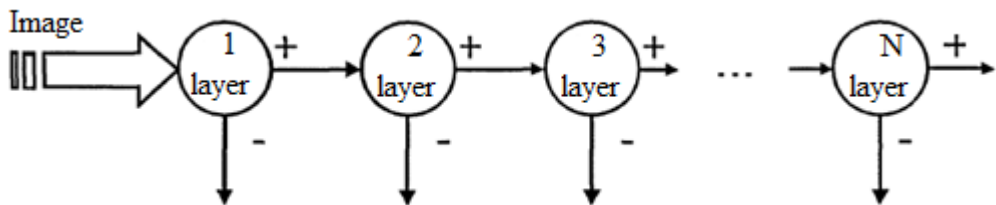


Figure 1.5. The structure of the cascade detector

The cascade operates as follows: a moving image window is input into the first layer. If this layer classifies the window as negative, the process exits, and subsequent layers are not analyzed. If the layer classifies the window as positive, it is passed to the next layer for further analysis. This process continues until either all layers are successfully completed with positive classifications, or a layer classifies the window as negative, exiting the cascade.

Given that the number of background image windows far exceeds the number of windows containing objects of interest, this approach significantly enhances efficiency. The processing speed increases by a factor of 10–20 depending on the image, without compromising recognition quality.

Results and Discussion

Cascade Design Parameters

The structure of each stage in the cascade is determined by the specific requirements set for it. The following parameters of the cascade are defined during development:

- The number of layers.
- The number of simple classifiers in each layer.
- The threshold value for each layer.

Target parameters are assigned to each layer. Layers are constructed using the Boosting procedure, during which the number of simple classifiers in a layer increase until the desired parameters are met.

During training, the dataset is divided into two subsets: a training set and a control set. Simple classifiers are formed using the training set, while the required parameters are determined using the control set. New layers are trained on negative instances that were misclassified by previous layers, ensuring high generalization capability and a low error rate.

Algorithm Comparison

The described algorithm was compared with two well-known alternatives:

1. Support Vector Machine (SVM)-based algorithm.
2. SNoW (Sparse Network of Winnows)-based algorithm (Dinh-Son et al., 2020).

On a test set of images, the SNoW-based algorithm achieved the best detection rate of 87.3 %, outperforming the others. The Boosting-based algorithm followed closely with a detection rate of 82.6 %, trailing the leader by 4.7 %. The SVM-based algorithm lagged significantly with a detection rate of 62.4 %.

Regarding false detections:

- The SNoW-based algorithm exhibited the fewest false detections.
- The Boosting-based algorithm had slightly more false detections.
- The SVM-based algorithm had twice as many false detections compared to the Boosting-based approach (Dinh-Son et al., 2020).

Performance Considerations

Although the Boosting-based algorithm demonstrated a slightly lower detection rate compared to the SNoW-based algorithm, it offers several advantages. It operates significantly faster and is more robust to various distortions, making it highly suitable for object detection in video sequences.

Tracking objects

Object tracking involves addressing a variety of tasks:

- Recognition based on motion: Identifying individuals based on gait, automatically detecting objects, etc.
- Automated monitoring: Observing scenes to detect suspicious activities and abnormal events.
- Video indexing: Automatically annotating and searching videos in multimedia databases.

- Human-Computer Interaction: Recognizing gestures, tracking gaze for data entry into computers, and similar applications.
- Traffic monitoring: Collecting real-time statistics for immediate traffic control.
- Navigation: Planning routes using video data, including obstacle avoidance.

In its simplest form, tracking can be defined as estimating an object's trajectory in the image plane as it moves within a scene. Essentially, tracking algorithms assign consistent labels to objects across video frames. Depending on the application, these algorithms may also provide additional information, such as the object's orientation, area, or shape.

Challenges in Object Tracking

Tracking objects comes with several challenges:

- Loss of information due to the projection of the 3D world onto a 2D image plane.
- Presence of noise in images.
- Complex object movements.
- Lack of clear and distinguishable features.
- Partial or complete occlusion of objects.
- Objects with complex shapes.
- Variations in lighting conditions.
- Real-time operational requirements.

To simplify tracking, certain assumptions or constraints can be introduced. For instance, many tracking algorithms assume smooth object movement without abrupt changes. Additional constraints, such as constant velocity or acceleration based on prior information, can also be applied. Prior knowledge about the number, size, appearance, or shape of objects can further simplify the process.

Approaches to Object Tracking

A wide variety of tracking methods have been proposed, differing in how they address key questions:

- How is the object represented for tracking?
- What features of the image are used?
- How are the object's movement, appearance, and shape modeled?

The answers to these questions depend on the specific context and environment, as well as on how the tracking information will be utilized. Numerous tracking methods have been developed, each tailored to different scenarios.

The purpose of object tracking is to construct the trajectory of an object by identifying its position in each frame of a video sequence. Tracking algorithms may also determine the area occupied by the object at any given moment. Object detection and correspondence between object instances in different frames can be addressed separately or together:

1. Separate Detection and Tracking: Object areas are identified in each frame using a detection algorithm, and a tracking algorithm follows the object in subsequent frames.
2. Integrated Detection and Tracking: The object's region and trajectory are determined iteratively by updating its local position using information from previous frames.

In both approaches, objects are represented using shape models and/or appearance models. The choice of representation influences the types of movements or deformations that can be tracked. For instance:

- Point Representation: Only simple motion models are applicable.



- Geometric Shapes: Ellipses or other shapes allow for parametric motion models, such as affine or projective transformations.
- Contour-Based Representation: Best suited for objects with changing outlines or silhouettes, where both parametric and non-parametric models can be used.

The object’s contour defines its boundary, while the silhouette represents the area within the contour.

Classification of Tracking Methods

Tracking methods can be classified as shown in Fig. 1.6. Examples of techniques for each category are listed in Table 1.2. Below is a brief overview of the main categories of tracking methods.

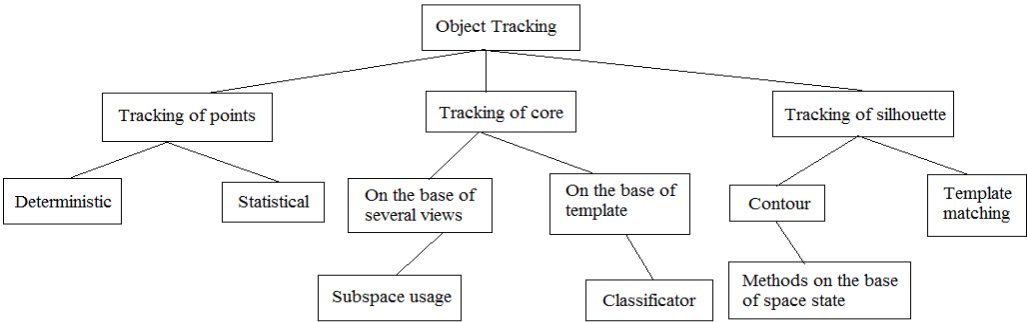


Figure. 1.6. Classification of tracking

Table 1.2 Categories of methods tracking

Categories	Examples
Tracking of points	
Deterministic methods	Modified Greedy Exchange (MGE) Greedy Optimal Assignment (GOA)
Statistical methods	Kalman filter Joint Probability Data Association Filtering (JPDAF) Probabilistic Multiple Hypothesis Tracking (PMHT)
Tracking of the core	
Models based on the appearance of the pattern and density distribution	Mehod of the mean shift Algorithm of Kanade-Lucas-Tomasi (KLT)
Multi species models appearance	Location of the layers Tracking based on principal component analysis Tracking based on support vector
Tracking of silhouette	
The development of contour	Models the state space Variational methods Heuristic methods

Correspondence of the forms	Hausdorff Hough transform Histogram
-----------------------------	---

- In this approach, detected objects in consecutive frames are represented as points, with their connections determined by the object’s previous state, including its position and motion. This method relies on an external system to detect objects in each frame. Examples of such implementations are shown in Fig. 1.7a..

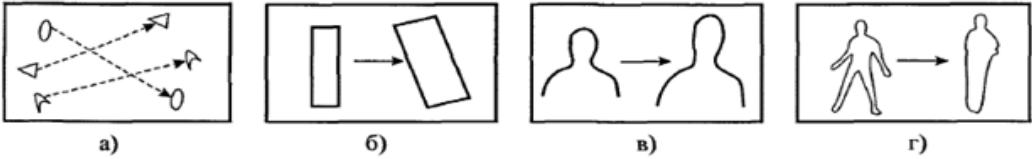


Figure 1.7: Various Approaches to Object Tracking

- a) Point correspondence;
- b) Parametric transformation of a rectangular region;
- c) Two examples of contour-based tracking.

The core represents the object’s shape and appearance. For instance, a rectangular core or an elliptical pattern combined with a histogram can be used. Objects are tracked by calculating the motion of the core across successive frames (Fig. 1.7b). This motion is typically described using parametric transformations such as translation, rotation, or affine transformations.

Conclusion

The development of tracking systems for video sequences is a key priority in the field of computer vision. Numerous factors can distort the characteristics of an object across successive video frames, disrupting continuous tracking. These factors include changes in the object’s shape, size, color histogram, and lighting conditions. Such distortions can lead to object loss and unreliable tracking performance. The system developed as part of this dissertation addresses these challenges by adapting to video properties and ensuring reliable object tracking despite these variations.

REFERENCES

Amirgaliev E.D. (2012). Book: Theory of pattern recognition and cluster analysis: textbook. Recommended by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. — Almaty. — 2012.

Anna Vidyanova (2022). “In the USA, they are interested in the development of Kazakhs for the deaf”, Capital. — 2022. <https://kapital.kz/business/105455/v-ssha-zainteresovalis-razrabotkoykazakhstansev-dlya-glukhikh.html>.

Alejandro T.O., Juan J.T., Juan C.T., Alejandro P., Alexandro L.G., Rui A.C. (2022). LSTM Recurrent Neural Network for Hand Gesture Recognition Using EMG Signals. — 2022 <https://doi.org/10.3390/app12199700>

Bazarevsky V., Fan Zh. (2019). On-device, real-time hand tracking with mediapipe. Google AI Blog. Available at: [https:// ai.googleblog.com/2019/08/on-device-real-time-hand-tracking-with.html](https://ai.googleblog.com/2019/08/on-device-real-time-hand-tracking-with.html).

Bilgin M. & Mutludogan K. (2019). American Sign Language character recognition with capsule networks. Proceedings of the 3 rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies. — Ankara, Turkey. <https://doi.org/10.1109/ismsit.2019.8932829>.

- Chunyang Ma, Shengsheng Zhang, Anni Wang, Yongyang Qi, Ge Chen (2020). “Skeleton-Based Dynamic Hand Gesture Recognition Using an Enhanced Network with One-Shot Learning”. — College of Information Science and Engineering. — 2020. <https://doi.org/10.3390/app10113680> 16.01.2023.
- Dinh-Son Tran, Ngoc-Huynh Ho, Hyung-Jeong Yang, Eu-Tteum Baek, Soo-Hyung Kim and Gueesang Lee (2020). Real-Time Hand Gesture Spotting and Recognition Using RGB-D // Camera and 3D Convolutional Neural Network. — 2020. <https://doi.org/10.3390/app10020722> 14.02.2023.
- Kenshimov C., Mukhanov S., Merembayev T., Yedilkhan D. (2021). A Comparison of Convolutional Neural Networks for Kazakh Sign Language Recognition Eastern-European // — *Journal of Enterprise Technologies*. — 2021. — Vol. 5. — № 2–113. — Pp. 44–54.
- Liukai Xu, Keqin Zhang, Genke Yang, Jian Chu. Gesture recognition using dual-stream CNN based on fusion of sEMG energy kernel phase portrait and IMU amplitude image // *Biomedical Signal Processing and Control*. — 2022. — Vol. 73. — P. 103364.
- Mukhanov S.B., Uskenbayeva R.K. (2020). Pattern Recognition with Using Effective Algorithms and Methods of Computer Vision Library // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. — 2020. — №1. — Pp. 31–37.
- Mukhanov Samat, Uskenbayeva Raissa, Im Cho Young, Dauren Kabyl, Les Nurzhan, Amangeldi Maqsat (2023). Gesture Recognition of Machine Learning and Convolutional Neural Network Methods for Kazakh Sign Language // — Вестник *Scientific Journal of Astana IT University*. — 2023. — Vol. 15. — Pp. 16–27.
- Mukhanov S.B., Lee A.S., Zheksenov D.B., Yevdokimov D.D., Amirgaliev E.N., Kalzhigitov N.K., Kenshimov Sh. (2023). Comparative analysis of neural network models for gesture recognition methods hands // — *Bulletin of NIA RK. Information and communication technologies*. — 2023. — No. 2(88). — Pp. 15–27.
- Uskenbayeva, R.K., & Mukhanov, S.B. (2020). Contour analysis of external images. Proceedings of the 6th International Conference on Engineering & MIS 2020, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3410352.3410811>.
- Guoxiang Tong, Yueyang Li, Haoyu Zhang, Naixue Xiong (2023). A Fine-grained Channel State Information-based Deep Learning System for Dynamic Gesture Recognition // *Information Sciences*. — 2023. — Vol. 636. — P. 118912.
- Okan Kopuklu, Ahmet Gunduz, Neslihan Kose, Gerhard Rigoll (2019). Real-time Hand Gesture Detection and Classification Using Convolutional Neural Networks”. — *Institute for Human Machine Communication*. — 2019. https://www.researchgate.net/publication/331134940_Real-time_Hand_Gesture_Detection_and_Classification_Using_Convolutional_Neural_Networks 03.11.2022.
- Jaya Prakash Sahoo, Allam Jaya Prakash, Pawel Pławiak (2022). Real-Time Hand Gesture Recognition Using Fine-Tuned Convolutional Neural Network”. — *National Institute of Technology*. — 2022. https://www.researchgate.net/publication/357914251_Real-Time_Hand_Gesture_Recognition_Using_Fine-Tuned_Convolutional_Neural_Network 13.12.2022.
- Van Houdt, Greg & Mosquera, Carlos & Nápoles, Gonzalo (2020). A Review on the Long Short-Term Memory Model // *Artificial Intelligence Review*. — 2020. — №1. https://www.researchgate.net/publication/340493274_A_Review_oYDK 550.3, 004.832

**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

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Асанова Жадыра

Подписано в печать 15.12.2024.

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).