

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 Абдиашимович — 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)

Белошицкая 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)

Тадеуш 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 Zhazhnanuly — 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 Удоктор технических 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
ҚОЛДАНУ95

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



INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 5. Is. 4. Number 20 (2024). Pp. 68–82

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz><https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.006>

УДК: 004.85, 004.56.

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

S.B. Mukhanov^{1*}, A.R. Abdul², Zh.M. Bekaulova¹, S.Zh. Zhakypbekov¹

¹International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan;

²Universiti Tenaga Nasional., Kajang, Malaysia.

E-mail: s.mukhanov@edu.iitu.kz

Samat B. Mukhanov — PhD in CSSE, assistant-professor, Computer Engineering, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: s.mukhanov@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8761-4272>;

Abdul A. Rahim — PhD in «Computer science», Professor, Universiti Tenaga Nasional., Kajang, Malaysia. E-mail: abdrahim@uniten.edu.my, <https://orcid.org/0000-0001-7923-0105>;

Zhansaya M. Bekaulova — Doctoral (PhD) student in «Computer engineering», assistant-professor, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

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

Syrym Zh. Zhakypbekov — Doctoral (PhD) student in «Computer engineering», assistant-professor, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: syrymzhakypbekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9112-5922>.

© Mukhanov S.B., Abdul A.R., Bekaulova Zh.M., Zhakypbekov S.Zh., 2024

Abstract. This paper examines data collection and the application of neural network models for sign language classification in image recognition tasks. Sign language, as an important means of communication for people with hearing impairments, requires effective technologies for its automatic recognition. During the study, a diverse set of video data was collected, covering various gestures and contexts of their use. Modern neural network architectures, including convolutional and recurrent networks, were applied to analyze this data, enabling high classification accuracy. The results demonstrate the potential of using deep learning for sign language recognition, which opens new opportunities for the development of assistive technologies and improving the quality of life for people with disabilities. The paper emphasizes the importance of integrating machine learning and computer vision methods to create more intuitive interaction interfaces.

Keywords: datasets, CV; CNN (Convolutional neural network); sign language; binary classification; machine learning; support vector machine, AlexNet, LeNet, softmax, ReLU, gradient descent, Adam Optimizer, batch normalization, comparative analysis

For citation: Mukhanov S.B., Abdul A.R., Bekaulova Zh.M., Zhakypbekov S.Zh. COLLECTION OF DATASETS AND APPLICATION OF NEURAL NETWORK MODELS FOR SIGN LANGUAGE CLASSIFICATION IN PATTERN RECOGNITION TASKS//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2024. Vol. 5. No. 20. Pp. 68–82 (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.006>.



ДЕРЕКТЕР ЖИНАУ ЖӘНЕ НЕЙРЛІК ЖЕЛІЛІК МОДЕЛЬДЕРДІ ӨЛГІЛЕРДІ ТАУ ТАПСЫРМАЛАРЫНДА ИШМІРЛІК ТІЛДІ ЖІКТЕУ ҮШІН ҚОЛДАНУ

С.Б. Муханов^{1*}, А.Р. Абдул², Ж.М. Бекаулова¹, С.Ж. Жакыпбеков¹

¹Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан;

²Тенага Ұлттық Университеті., Каджанг, Малайзия.

E-mail: s.mukhanov@edu.iitu.kz

Самат Б. Муханов — PhD, ассистент-профессор, Computer Engineering кафедрасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті (ITU), Алматы, Қазақстан

E-mail: s.mukhanov@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8761-4272>;

Абдул А. Рахим — Информатика саласындағы философия докторы, профессор, Тенага Ұлттық Университеті., Каджанг, Малайзия

E-mail: abdrahim@uniten.edu.my, <https://orcid.org/0000-0001-7923-0105>;

Жансая М. Бекаулова — «Computer Engineering» мамандығы бойынша докторант (PhD), ассистент-профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті (ITU), Алматы, Қазақстан

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

Сырым Ж. Жакыпбеков — «Computer Engineering» мамандығы бойынша докторант (PhD), сеньор-лектор, халықаралық ақпараттық технологиялар университеті (ITU), Алматы, Қазақстан

E-mail: syrymzhakypbekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9112-5922>.

© Муханов С.Б., Абдул А.Р., Бекаулова Ж.М., Жакыпбеков С.Ж., 2024

Аннотация. Бұл жұмыста бейнелерді тану міндеттерінде ым-ишара тілін классификациялау үшін нейрондық желі модельдерін қолдану және деректерді жинау қарастырылады. Есту қабілеті нашар адамдар үшін маңызды қарым-қатынас құралы болып табылатын ым-ишара тілі оны автоматты түрде тану үшін тиімді технологияларды талап етеді. Зерттеу барысында әртүрлі ишаралар мен олардың қолдану контексттерін қамтитын әртүрлі бейнедеректер жиналды. Бұл деректерді талдау үшін заманауи нейрондық желі архитектуралары, соның ішінде конволюциялық және рекуррентті желілер қолданылды, бұл классификацияның жоғары дәлдігіне қол жеткізуге мүмкіндік берді. Нәтижелер терең оқытуды ым-ишара тілін тану үшін пайдаланудың болашағы зор екенін көрсетеді, бұл көмекші технологияларды дамытуға және мүмкіндігі шектеулі адамдардың өмір сүру сапасын жақсартуға жаңа мүмкіндіктер ашады. Жұмыс машинамен оқыту мен компьютерлік көру әдістерін біріктірудің маңыздылығын және өзара әрекеттесудің түсінікті интерфейстерін құруды атап көрсетеді.

Түйін сөздер: Деректер жиыны, түйіндеме; CNN (конвульсиялық нейрон-дық желі); Ым тілі; екілік классификация; Machine Learning; Қолдау Vector Machine, AlexNet, LeNet, softmax, ReLU, градиентті түсіру, Adam Optimizer, пакетті қалыпқа келтіру, салыстырмалы талдау

Дәйексөздер үшін: Муханов С.Б., Абдул А.Р., Бекаулова Ж.М., Жакыпбеков С.Ж. ДЕРЕКТЕР ЖИНАУ ЖӘНЕ НЕЙРЛІК ЖЕЛІЛІК МОДЕЛЬДЕРДІ ӨЛГІЛЕРДІ ТАУ ТАПСЫРМАЛАРЫНДА ИШМІРЛІК ТІЛДІ ЖІКТЕУ ҮШІН ҚОЛДАНУ//ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2024. Т. 5. No. 20. 68–82 бет. (ағылшын тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.006>.

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

С.Б. Муханов^{1*}, А.Р. Абдул², Ж.М. Бекаулова¹, С.Ж. Жакыпбеков¹

¹Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан;

²Национальный университет Тенага, Каджанг, Малайзия.

E-mail: s.mukhanov@edu.iitu.kz

Самат Б. Муханов — PhD, ассистент-профессор, кафедра Компьютерной инженерии, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: s.mukhanov@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8761-4272>;

Абдул А. Рахим — PhD, профессор, Национальный университет Тенага, Каджанг, Малайзия

E-mail: abdrahim@uniten.edu.my, <https://orcid.org/0000-0001-7923-0105>;

Жансая М. Бекаулова — докторант (PhD) специальности «Компьютерная инженерия», ассистент-профессор, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

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

Сырым Ж. Жакыпбеков — докторант (PhD) специальности «Компьютерная инженерия», сеньор-лектор, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: syrymzhakypbekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9112-5922>.

© Муханов С.Б., Абдул А.Р., Бекаулова Ж.М., Жакыпбеков С.Ж., 2024

Аннотация. В данной работе рассматривается сбор данных и применение моделей нейронных сетей для классификации языка жестов в задачах распознавания образов. Язык жестов, как важный способ коммуникации для людей с нарушениями слуха, требует эффективных технологий для его автоматического распознавания. В ходе исследования был проведён сбор разнообразных видеоданных, охватывающих различные жесты и контексты их использования. Для анализа этих данных применялись современные архитектуры нейронных сетей, включая сверточные и рекуррентные сети, что позволило достичь высокой точности классификации. Результаты показывают перспективность использования глубокого обучения для распознавания языка жестов, что открывает новые возможности для разработки вспомогательных технологий и улучшения качества жизни людей с ограниченными возможностями. Работа подчеркивает важность интеграции методов машинного обучения и компьютерного зрения для создания более интуитивно понятных интерфейсов взаимодействия.

Ключевые слова: наборы данных, CV; CNN (Convolutional neural network); язык жестов; бинарная классификация; машинное обучение; support vector machine, AlexNet, LeNet, softmax, ReLU, градиентный спуск, Adam Optimizer, пакетная нормализация, сравнительный анализ

Для цитирования: Муханов С.Б., Абдул А.Р., Бекаулова Ж.М., Жакыпбеков С.Ж. СБОР ДАННЫХ И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЯЗЫКА ЖЕСТОВ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ//МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2024. Т. 5. No. 20. Стр. 68–82. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.20.4.006>.

Introduction

Pattern recognition theory is a section of artificial intelligence and computer vision that focuses on developing methods and algorithms for automatic recognition and classifi-



cation of objects based on their properties and attributes. This area has many practical applications, such as recognition of text, images, sounds, speech, faces, gestures, and other data.

In domestic science, a significant contribution to the study of this area was made by Amirgaliev E.N. in his book “Theory of Pattern Recognition and Cluster Analysis”. It presents mathematical approaches to classification and clustering problems and describes pattern recognition algorithms and machine learning methods (Mukhanov et al., 2020: 31–37). A similar foreign work is the book by Christopher M. Bishop on pattern recognition and machine learning.

It is also worth noting the contribution of Mamyrbayev O.Zh., who has achieved significant success in the study of speech recognition of the Kazakh language (audio signals) (Mukhanov et al., 2023: 16–27). His research contributes to the development and popularization of the Kazakh language and is relevant for the processing of time series.

The process of pattern recognition, in addition to the technical field, is an important cognitive function studied in psychology and cognitive neuroscience. It involves comparing the information received with the data already stored in memory (Mukhanov et al., 2023: 15–27). For example, a child, learning the alphabet, can predict the next letter after hearing “A, B”, which demonstrates the activation of long-term memory. This process helps a person navigate in space, remember information, recognize dangers, and find resources, which is important for survival (Kenshimov et al., 2021: 44–54).

Materials and Methods

Problem and Relevance

By examining algorithms and existing recognition systems in the IT industry and academia, we analyzed the requirements needed to improve the performance and efficiency of these systems. Gesture recognition technologies continue to evolve to provide more accurate and efficient recognition (Uskenbayeva et al., 2020: 1–6; Bazarevsky et al., 2019). In the process of improving these systems, several key areas can be identified:

- Expanding databases: Improving the training of models requires a constant increase in databases containing images and videos of gestures.
- Developing new training methods: Scientific research should focus on creating innovative training methods to improve recognition accuracy.
- Improving model architectures: Developers strive to optimize model architectures to improve the speed and accuracy of recognition.
- Increasing the number of parameters: Increasing the number of model parameters can improve their accuracy, although this may increase the training time and the size of the models.
- Using deep neural networks: The use of deep neural networks, such as convolutional and recurrent networks, helps improve recognition accuracy.
- Combining methods: Combining different approaches, including machine learning and anthropological methods, can improve the accuracy of systems.
- Adaptation to context: Considering the context in which gestures occur can significantly improve recognition accuracy.
- Creation of new applications: The development of applications based on gesture recognition stimulates the development of technologies and the expansion

of their functionality.

To improve recognition accuracy, it is necessary to develop new algorithms and machine learning methods capable of providing high accuracy (Vidyanova, 2022; Wang 2020: 64990–64999). An important direction is the recognition of more complex gestures, including combinations of simple gestures or multi-component movements.

The main requirements for improving gesture recognition systems include:

Real-time recognition: developing fast algorithms and increasing computing performance to ensure that the system operates in real time.

Adaptability to different lighting conditions: creating systems that can function in any lighting conditions, be it bright light or dark.

Improvement in working with large datasets: optimizing algorithms for working with large datasets, such as videos with many frames or high-resolution images.

Compatibility with different cameras and devices: Develop systems that can work with several types of cameras, including those used in mobile devices.

Interpretability of results: Provide transparency in the system's decision-making process so that users can understand how gesture recognition occurs.

Privacy and security protection: Develop methods to protect users' personal data and prevent system hacks.

Results and Discussion

Model, Tools, Environment and Technology

Computer vision plays a significant role in the development of artificial intelligence. This field focuses on the development of methods and algorithms for automatic image and video processing. The rapid development of computer vision contributes to the constant improvement of its capabilities. One of the key areas in this field is gesture recognition, which allows analyzing images and videos in real time (Lee et al., 2020: 105385; Bilgin et al., 2019). This technology finds application in medicine, robotics, the automotive industry, security systems and other fields. Computer vision provides automatic recognition of gestures in video and their use in various applications, such as device control, robotics, and medical systems (Kudubaeva et al., 2016). The evolution of computer vision is accompanied by the improvement of image processing algorithms, the creation of new methods and neural network architectures, improved quality of training data, as well as integration with other technologies, including voice and gesture interfaces (Xu et al., 2022: 103364). One of the main tasks in the development of gesture recognition systems is to increase accuracy and reduce the number of false positives. A crucial factor is also an increase in recognition speed for processing substantial amounts of data in real time (Zhou et al., 2023: 103688). Additionally, it is necessary to improve the robustness of systems to various conditions, such as changes in lighting, pose, and scale of objects, as well as to expand the capabilities for recognizing complex gestures and their combinations. Computer vision significantly contributes to the recognition of gestures and actions due to its ability to analyze images and videos automatically. This is especially relevant in areas such as security, robot control, and virtual reality. To further improve gesture recognition systems, it is necessary to continue developing computer vision methods, including deep neural networks and reinforcement learning methods, as well as improving the quality of training datasets (Yan et al., 2023: 119042). It is important to consider the diversity of gestures so that systems can solve a wide range of problems in different scenarios. Further development of computer vision in the field of gesture and action recog-



dition promises to improve the efficiency and accuracy of these systems, which can have a significant impact on many aspects of people’s lives (Tong et al., 2023: 118912).

Dataset Collection

High-quality image databases exist for English and Russian sign languages, but no such resources are available for Kazakh. To address this, we developed our own dataset for model training. This dataset consists of forty-two classes, each representing a letter of the Kazakh alphabet, with an average of four hundred images per class. Overall, the dataset includes over 15,000 images. These images are black-and-white photographs of hands, taken from various angles, with a resolution of 1280x720, showcasing specific gestures.

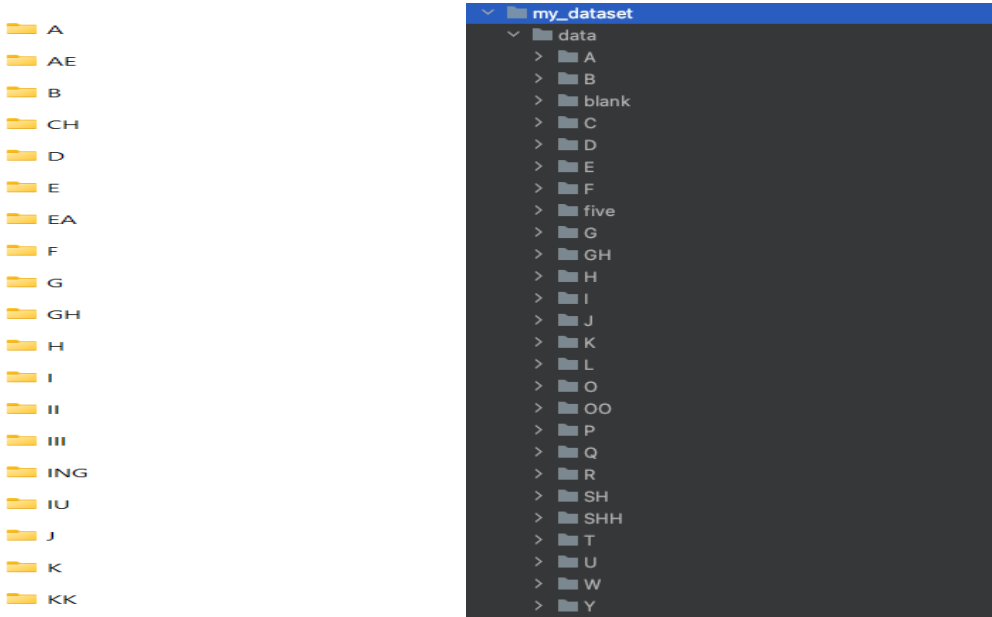


Figure 1 – Dataset for training neural networks

For each letter, datasets were collected containing images of hands demonstrating the corresponding gestures. The photographs were taken under different lighting conditions and at different distances from the camera. After data collection, a preprocessing and cleaning step was performed to eliminate errors, inconsistencies, and remove redundant information. The datasets are presented in Figure 2, and example images and their corresponding characters are shown in Figure 3.

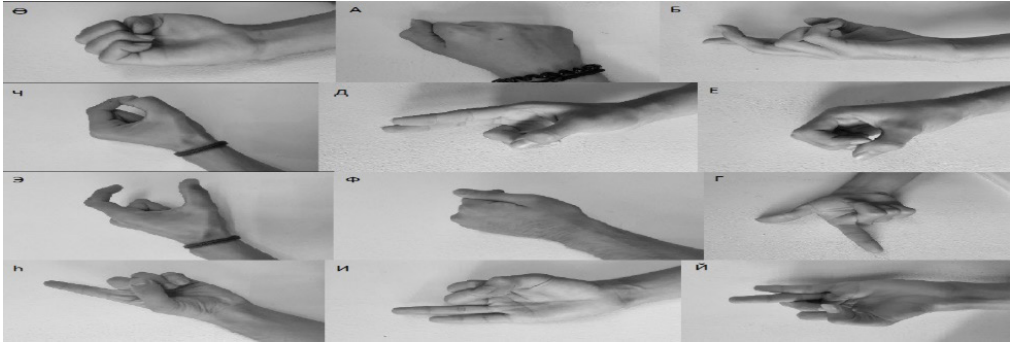


Figure 2 – Images of some Kazakh Sign Language gestures from the dataset used



Figure 3 – Image of the letter “Ө” gesture

Figure 3 shows the number of images for the Kazakh letter «Ө». In total, about 300 images were collected for this letter. To train the neural networks used to recognize hand gestures, we labeled and prepared this data.

Experiments of Machine Learning and Neural Network Models

The Support Vector Machine (SVM) seeks to identify a hyperplane that best divides two classes, enhancing the model’s ability to generalize to new, unseen data. SVM achieves this by using a kernel function, which transforms the input data into a higher-dimensional space. These kernel functions are crucial, enabling nonlinear classification by mapping the original data to a higher dimension. The training and optimization of SVM focus on finding the most effective hyperplane for categorizing data points. Analysis of the model’s training process sheds light on this optimization approach:

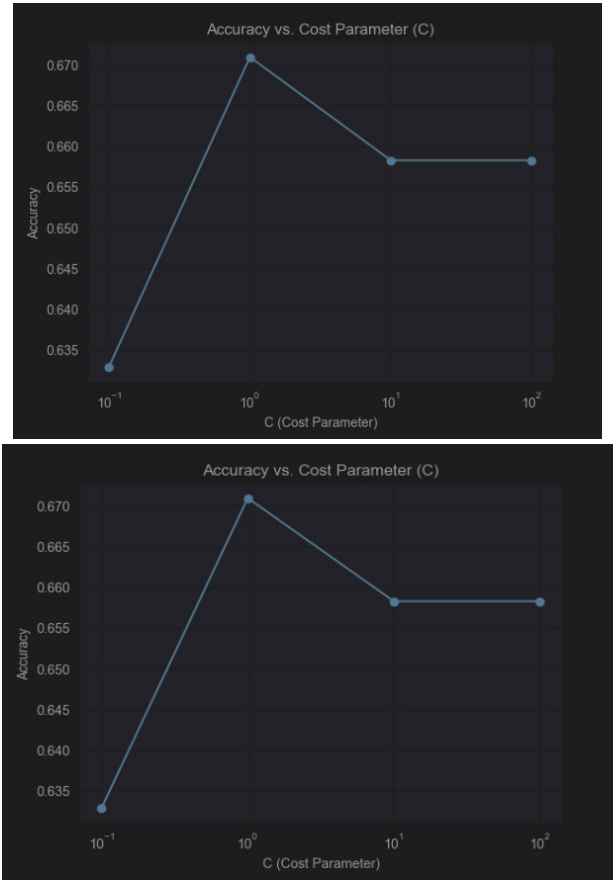


Figure 4 - Accuracy during training and validation

Performance Evaluation and Comparison.

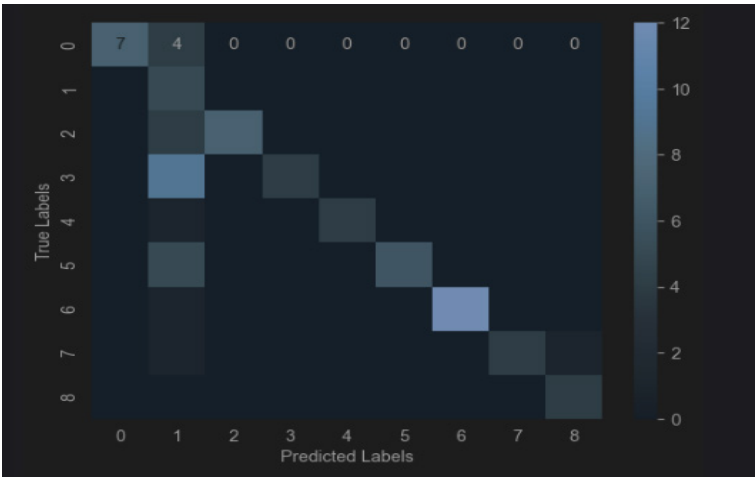


Figure 5 – Error matrix for nine classes of the Kazakh sign alphabet

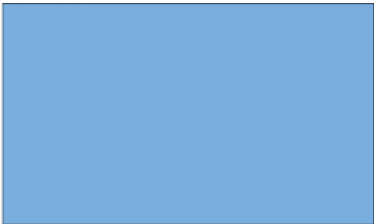
The confusion matrix reveals the performance of the model in terms of misclassification. It shows that the model correctly predicts Class 0 for all cases, indicating perfect classification accuracy for this class. However, it struggles with Class 1, where it incorrectly classified four cases as Class 0. The model does an excellent job of correctly predicting all classes with no errors except for Class 1.

Table 1 – Metrics for evaluating the SVM model Binary classification

Class	Precision	Recall	F1 score	Support
1	2	3	4	5
Ae(Θ)	0.69	0.64	0.78	11
Blank	0.71	0.91	0.29	5
Gh(F)	0.71	0.64	0.78	11
Hh(h)	0.65	0.31	0.47	13
Ii(I)	0.81	0.80	0.89	5
Kk(K)	0.77	0.55	0.71	11
Nn(H)	0.79	0.81	0.91	13
Oe(Θ)	0.72	0.67	0.80	6
Ue(Y)	0.72	0.80	0.89	4
Accuracy	0.74			79
Macro Avg	0.89	0.72	0.73	79
Weighted Avg	0.94	0.67	0.73	79

LeNet and AlexNet models

LeNet is one of the earliest convolutional neural networks, developed in the late 1990s and introduced in the research paper “Gradient-Based Learning for Document Recognition” as part of deep learning advancements (Bilius et al., 2023: 84–90; Yeo et al., 2013). This seven-layer CNN was designed to recognize low-resolution black-and-white images. The original input data were 32x32 pixel images, where each pixel was represented by thirty-two bits. These images were transformed into six channels of 28x28 pixels and then downsampled to an average size of 14x14 pixels.



Input
32 X 32 X 1

Figure 4.20 – The input data for this model is a black and white image of 32x32 pixels.

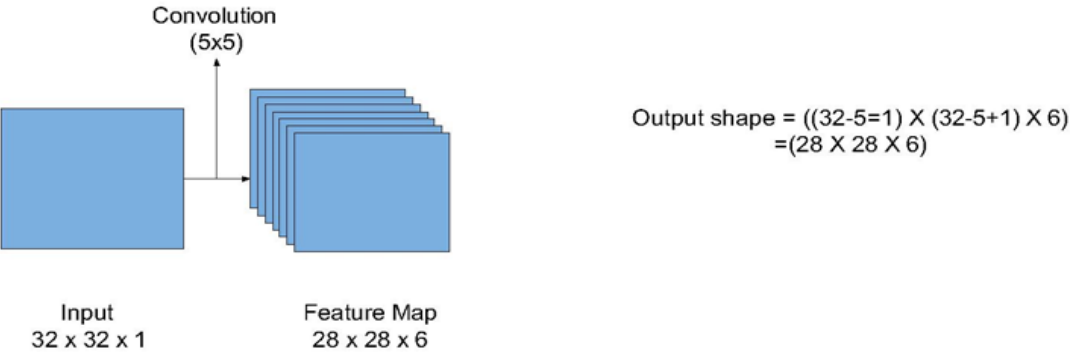


Figure 6 – Neural network with filter size 5x5

Then we apply the first convolution operation with a filter size of 5x5 in the amount of 6 such filters:

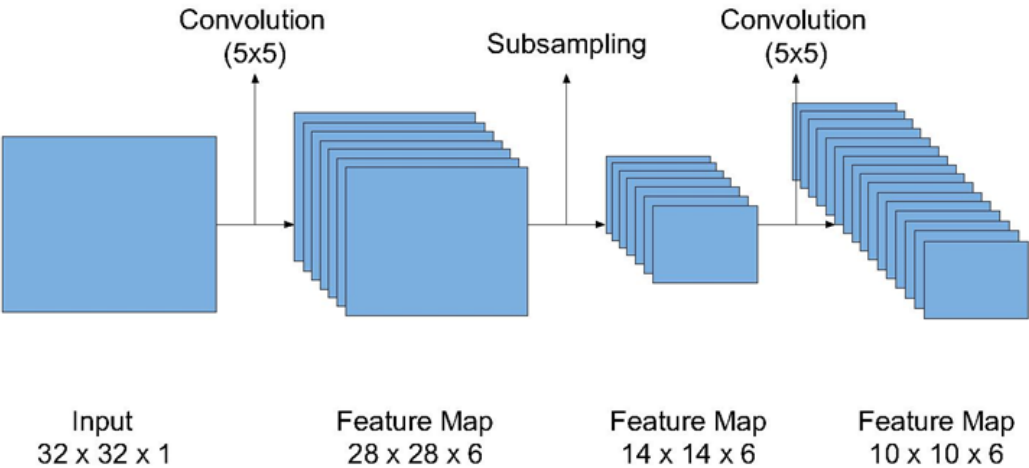


Figure 7 – Convolution layer with sixteen 5x5 filters

Then, a convolutional layer with sixteen filters of size 5x5 is used. To train the LeNet neural network, more than 15,000 images were collected for each letter in the 42-class classification task. Each class was pre-labeled, and the processed images converted to grayscale were downloaded from the folder (revised_gray_dataset). Different gradient descent methods were used to train the neural network, including Adam and stochastic gradient descent (SGD). Sigmoid, ReLU, hyperbolic tangent was used as activation functions, and softmax was used for the output layer. The training was divided into training and validation sets, and the performance of the model was evaluated using the metrics shown in the image. The data was taken from the Python console.

	f1	recall	precision	accuracy	time
predict_lenet_kaz_relu_sgd	0.813	0.808	0.821	0.808	217
predict_lenet_kaz_relu_adam	0.819	0.815	0.826	0.815	230
predict_lenet_kaz_softmax_sgd	0.008	0.035	0.019	0.035	276
predict_lenet_kaz_softmax_adam	0.007	0.034	0.016	0.034	261
predict_lenet_kaz_tanh_sgd	0.803	0.798	0.810	0.798	212
predict_lenet_kaz_tanh_adam	0.811	0.808	0.818	0.808	225

Figure 8 – LeNet models with results of applied metrics

It is worth noting that the softmax activation function showed the worst results. The input data settings did not allow the LeNet architecture to fully demonstrate its potential at the output. Otherwise, the model showed quite satisfactory results, especially considering the training time, which is indicated in the last column in seconds.

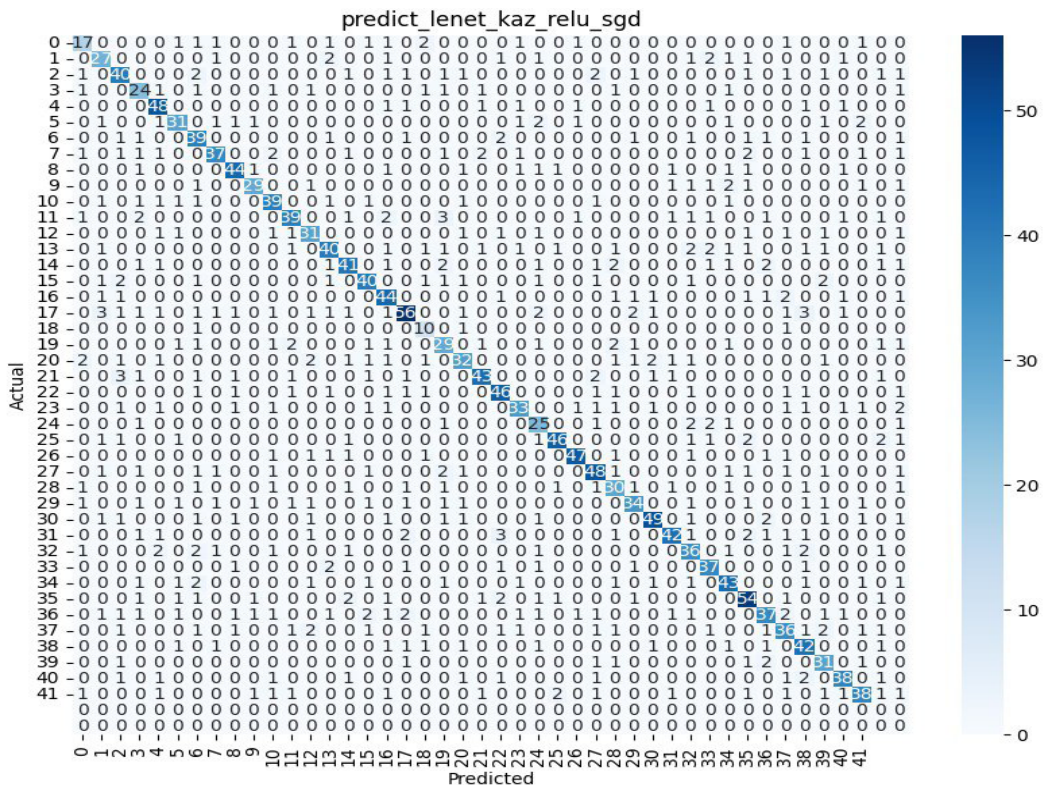


Figure 9 – Error matrix of the LeNet model

We then analyzed the training process of this model and found that its accuracy on the training and validation sets is close to one, which indicates a good result. The abscissa

axis shows the number of epochs passed. On the loss graph (model loss), the loss level has decreased to a minimum, indicating a decrease in the number of model errors, which is also an excellent result.

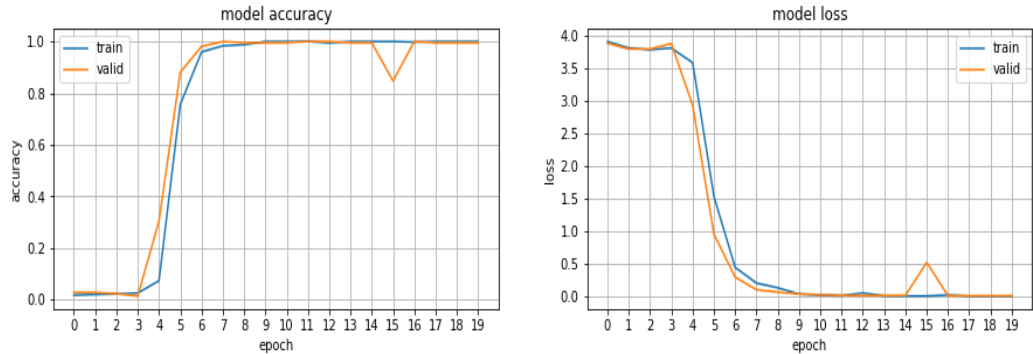


Figure 10 – Accuracy and loss for the LeNet model

The training results of the LeNet model are shown in Figure 9 as a confusion matrix calculated on the test dataset consisting of forty-two classes. This figure shows that the LeNet model made classification errors for classes such as “B”, “C”, and others.

AlexNet is a convolutional neural network that has had a significant impact on the development of machine learning, especially in the field of computer vision. Although AlexNet’s architecture is based on Yann LeCune’s LeNet model, it extends it by adding more filters at each layer and introducing additional convolutional layers. AlexNet includes convolution, max pooling, dropout, data augmentation, as well as ReLU activation functions and stochastic gradient descent. This powerful model demonstrates high accuracy on complex data. However, removing any of the convolutional layers can significantly degrade its performance. The AlexNet architecture is essential for object detection tasks and is widely used in the field of computer vision and artificial intelligence.

Different gradient descent methods such as Adam and SGD (stochastic gradient descent) were used to train the neural network. The activation functions used were sigmoid, ReLU, hyperbolic tangent, and softmax for the output layer. The training process was divided into training and validation sets. The efficiency and accuracy of the model were assessed using the metrics shown in Figure 11. The data was obtained from the Python console.

	f1	recall	precision	accuracy	time
predict_alexnet_kaz_relu_sgd	0.075	0.116	0.137	0.116	5512
predict_alexnet_kaz_relu_adam	0.111	0.190	0.129	0.190	5380
predict_alexnet_kaz_softmax_sgd	0.003	0.038	0.001	0.038	5808
predict_alexnet_kaz_softmax_adam	0.003	0.038	0.001	0.038	5724
predict_alexnet_kaz_tanh_sgd	0.025	0.078	0.020	0.078	5667
predict_alexnet_kaz_tanh_adam	0.092	0.157	0.117	0.157	6327

Figure 11 – AlexNet model with results of applied metrics

We then analyzed the training process of this model and found that the model accuracy graph for the training set showed its approach to one, which is an excellent result. The validation set began to show satisfactory results only at the 15th epoch, with the abscissa axis showing the number of epochs passed. On the model loss graph, the validation set showed unstable and high losses, indicating a not particularly good result, while the model showed minimal losses on the training set, which is a positive indicator.

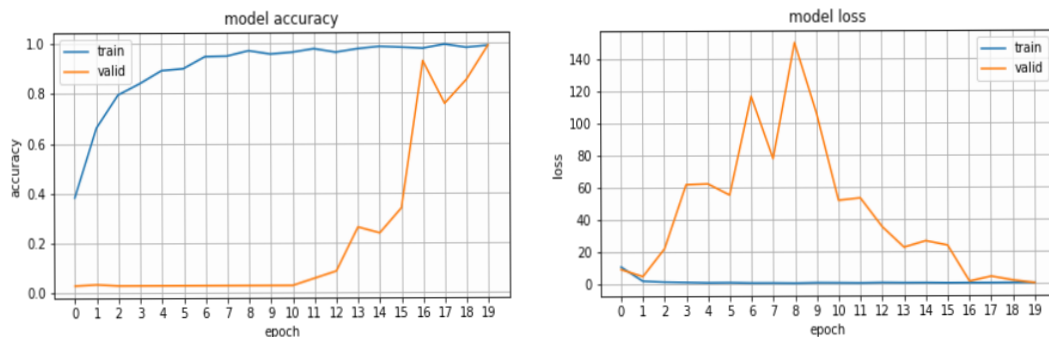


Figure 12 – Accuracy and loss for the AlexNet model

The training results of the AlexNet deep learning model are graphically displayed in Figure 13 as a confusion matrix.

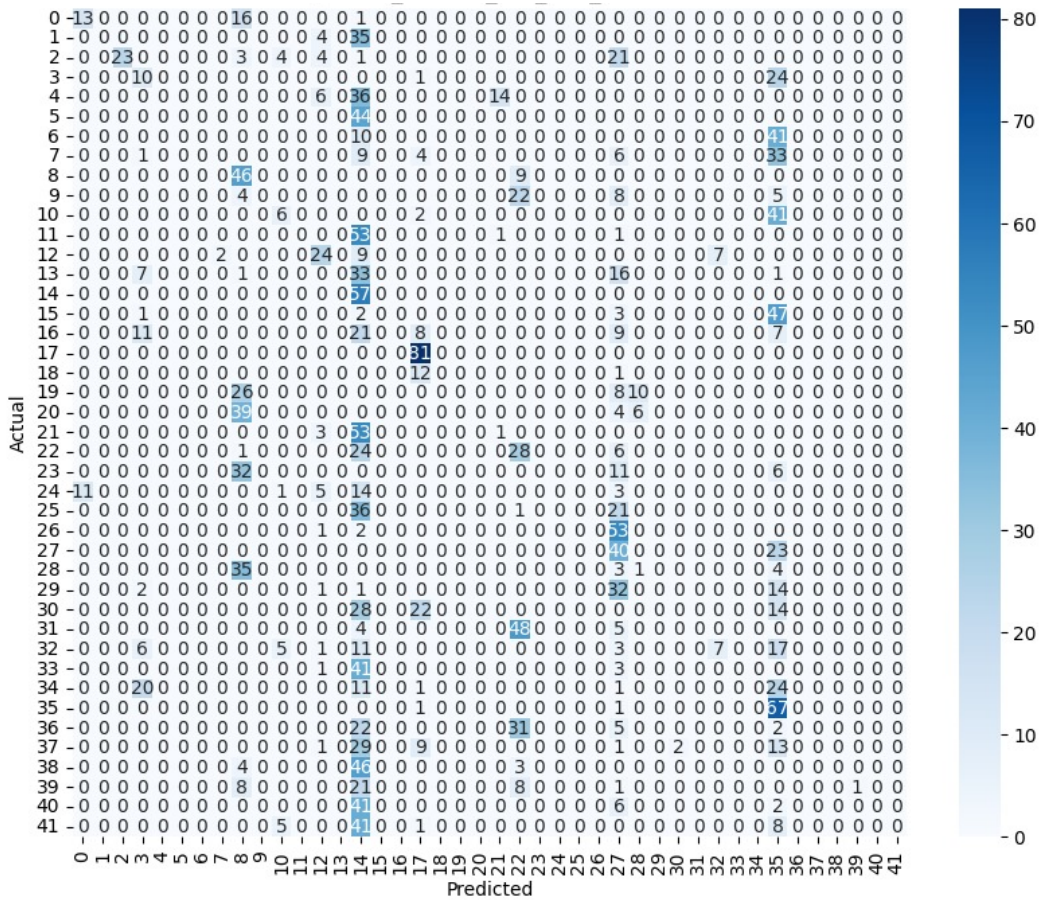


Figure 13 – Accuracy and loss for the AlexNet model

The statistics of this error matrix show that the model made very frequent false negative predictions when predicting the gestures of the Kazakh sign alphabet, divided into forty-two classes.

Conclusion

In the comparative analysis of LeNet, AlexNet and SVM models, batch normalization, rmsprop optimizer and categorical cross entropy as the loss function were used. The training was conducted for 20 epochs to achieve optimal convergence of the CNN model for hand gesture recognition. The obtained results show similar performance of all models. This can be explained by the diversity of images in the training data and the effectiveness of CNN for this task. Over 20 epochs of training, LeNet showed the best results despite the similarity in training speed, accuracy and loss compared to other models. LeNet, having fewer parameters, showed better performance.

The results showed that convolutional neural networks are effective in recognizing objects in images, in this case gestures. They are widely used in computer vision, especially for their ability to detect object boundaries, textures, edges, and corners using local patterns.

The architecture of a convolutional neural network, consisting of several layers, extracts increasingly more abstract image details as you move deeper into the network. One of the key characteristics of a convolutional neural network is its invariance to transformations,

which allows them to recognize objects in images regardless of scale, rotation, and translation.

Comparative analysis of Lenet, SVM, AlexNet models with different activation functions (ReLU, Softmax, Tanh, Sigmoid) and different gradient descent optimizers (ADAM, SGD) for the task of recognizing gestures in the Kazakh language. The accuracy and F1-measure, which consider errors of the 1st and 2nd kind, were used as metrics.

REFERENCES

- Bazarevsky V., Fan Zh. (2019). “On-Device, Real-Time Hand Tracking with Mediapipe”. — *Google AI Blog*. — 2019. Available at: <https://ai.googleblog.com/2019/08/on-device-real-time-hand-tracking-with.html>.
- Bilius L.B., Pentiuc Ş.G., Vatavu R.D. (2023). “TIGER: A Tucker-Based Instrument for Gesture Recognition with Inertial Sensors,” *Pattern Recognition Letters*. — 2023. — Vol. 165. — Pp. 84–90.
- Bilgin M., Mutludogan K. (2019). “American Sign Language Character Recognition with Capsule Networks,” *Proceedings of the 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*. — Ankara, Turkey. — 2019. <https://doi.org/10.1109/ismsit.2019.8932829>.
- Kenshimov C., Mukhanov S., Merembayev T., Yedilkhan D. (2021). “Comparison of Convolutional Neural Networks for Kazakh Sign Language Recognition,” *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. — 2021. — Vol. 5. — No. 2–113. — Pp. 44–54.
- Kudubaeva S.A., Ryumin D.A., Kalzhanov M.U. (2016). “Support Vector Machine for Sign Speech Recognition Using the KINECT Sensor,” *Bulletin of KazNU. Series “Mathematics, Mechanics, Computer Science”*. — 2016. — Vol. 91. — No. 3. <https://bm.kaznu.kz/index.php/kaznu/article/view/541>.
- Mukhanov S.B., Uskenbayeva R.K. (2020). “Pattern Recognition Using Efficient Algorithms and Methods from Computer Vision Libraries,” *Advances in Intelligent Systems and Computing*. — 2020. — No. 1. — Pp. 31–37.
- Mukhanov Samat, Uskenbayeva Raissa, Im Cho Young, Dauren Kabyl, Les Nurzhan, Amangeldi Maqsat (2023). “Gesture Recognition with Machine Learning and Convolutional Neural Networks for Kazakh Sign Language”. — *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 Hand Gesture Recognition,” *Bulletin of NIA RK. — Information and Communication Technologies*. — 2023. — No. 2(88). — Pp. 15–27.
- Lee A.R., Cho Y., Jin S., Kim N. (2020). “Enhancing Surgical Hand Gesture Recognition Using a Capsule Network for Contactless Interfaces in the Operating Room”. — *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. — 2020. — Vol. 190. — P. 105385. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105385>.
- Tong G., Li Y., Zhang H., Xiong N. (2023). “A Fine-Grained Channel State Information-Based Deep Learning System for Dynamic Gesture Recognition”. — *Information Sciences*. — 2023. — Vol. 636. — P. 118912.
- Uskenbayeva R.K., Mukhanov S.B. (2020). “Contour Analysis of External Images”. — *Proceedings of the 6th International Conference on Engineering & MIS*. — 2020. — Pp. 1–6. <https://doi.org/10.1145/3410352.3410811>.
- Vidyanova A. (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-razrabotkoy-kazakhstantsev-dlya-glukhikh.html>.
- Yan B., Wang P., Du L., Chen X., Fang Z., Wu Y. (2023). “mmGesture: Semi-Supervised Gesture Recognition System Using mmWave Radar”. — *Sensors*. — 2023. — Vol. 213. — Part B. — P. 119042.
- Yeo H.S., Lee B.G., Lim H. (2013). “Hand Tracking and Gesture Recognition System for Human-Computer Interaction Using Low-Cost Hardware”. — *Multimedia Tools and Applications*. — 2013. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-013-1501-1>.
- Wang Y., Wang H., He X. (2020). “Sign Language Recognition Based on Deep Convolutional Neural Networks”. — *IEEE Access*. — 2020. — Vol. 8. — Pp. 64990–64999. <https://doi.org/10.3390/electronics12040786>.
- Xu L., Zhang K., Yang G., Chu J. (2022). “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.
- Zhou Y., Shui S., Cai Y., Chen C., Chen Y., Abdi-Ghaleh R. (2023). “An Improved All-Optical Diffractive Deep Neural Network with Fewer Parameters for Gesture Recognition”. — *Journal of Visual Communication and Image Representation*. — 2023. — Vol. 90. — P. 103688.



**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).