

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)



ҚАЙЫРЫМДЫЛЫҚ ҚОРЫ

HALYK
CHARITY FOUNDATION

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халық»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

**SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

3 (347)

JULY – SEPTEMBER 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

БАС РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н-5**

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы, ақпараттық жүйелер мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D), ҚР БҒМ Ғылым комитеті «Ақпараттық және есептеуші технологиялар институты» РМК жауапты хатшысы (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сатпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), **Н=23**

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

QUEVEDO Nemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), **Н=28**

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), **Н=5**

РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан), **Н=26**

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), **Н=42**

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), **Н=26**

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы.*

Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Галимжаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, доктор философии (PhD) по специальности Информационные системы, ответственный секретарь РГП «Института информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), **Н=7**

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, Университет Сагпаева (Алматы, Казахстан), **Н=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), **Н=23**

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=10**

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), **Н=28**

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=7**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), **Н=5**

РАМАЗАНОВ Тлексабул Сабитович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=26**

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=5**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), **Н=42**

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), **Н=10**

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=12**

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), **Н=26**

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика и информационные коммуникационные технологии.* В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

EDITOR IN CHIEF:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

MAMYRBAYEV Orken Zhumazhanovich, Ph.D. in the specialty "Information systems, executive secretary of the RSE "Institute of Information and Computational Technologies", Committee of Science MES RK (Almaty, Kazakhstan) **H=5**

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich, doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

WOICIK Waldemar, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland), **H=23**

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), **H=28**

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), **H=5**

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=26**

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=12**

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), **H=26**

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. 16906-ЖК**, issued 14.02.2018
Thematic scope: *series physics and information technology.*

Currently: *included in the list of journals recommended by the CCSES MES RK in the direction of «information and communication technologies».*

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

Editorial address: *28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 3. Number 347 (2023). 76–87

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.205>

UDC 004-93

© **L. Zholshiyeva**^{1*}, **T. Zhukabayeva**¹, **Sh. Turaev**², **M. Berdieva**³, 2023

¹Astana International University, Eurasian National University named after
L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan;

²College of Information Technology, United Arab Emirates University,
Al Ain United Arab Emirates;

³South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan;
E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

KAZAKH SIGN LANGUAGE RECOGNITION BASED ON CNN

Zholshiyeva Lazzat Zulpuharkyzy — PhD student. Astana International University. Astana, Kazakhstan

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471;

Zhukabayeva Tamara Kokenovna — PhD, assoc. Professor. Astana International University, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov. Astana, Kazakhstan

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

Turaev Sherzod — PhD, assoc. Professor. College of Information Technology, United Arab Emirates University Al Ain, United Arab Emirates

E-mail: sherzod@uaeu.ac.ae. ORCID: 0000-0001-6661-8469;

Berdieva Meruert Aimambetovna — PhD. South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: meruert_berdieva@mail.ru. ORCID: 0009-0008-5259-7618.

Abstract. Technology offers to deaf and dumb people more opportunity for interaction with other people because the most effective way for people to interact is speech and hand gestures. Therefore, the interaction between man and technology is important, and it has been developing rapidly in recent times. This requires a method or application that allows a person to communicate with technology, that is, recognize sign language and hand gestures. There are many methods for Sign Language Recognition. Deep learning techniques using artificial neural networks are often recommended among them. In this study, the Convolutional Neural Network (CNN) was studied. The study presents a machine learning system independent of humans for translating Kazakh gestures into text and recognizing them. Dataset consisting of 42 Kazakh Dactyls that divided into 80% training and 20 % test data, and then trained using the CNN classifier. VGG16 and ResNet50 architectures have been used to improve gesture recognition performance. According to the study,

the recognition rates were 98.867 % (test) and 91.323 % (estimate) with VGG16; 78.612 % (test) and 62.69 % (estimate) with ResNet50, respectively.

Keywords: Kazakh Sign Language, Sign Language Recognition (SLR), Hand Gesture Recognition (HGR), Convolutional Neural Network (CNN)

© Л.З. Жолшиева^{1*}, Т.К. Жукабаева¹, Ш. Тураев², М.А. Бердиева³, 2023

¹Астана халықаралық университеті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

²Ақпараттық технологиялар колледжі, Біріккен Араб Әмірліктері университеті, Әл-Айн, Біріккен Араб Әмірліктері;

³Оңтүстік Қазақстан медициналық академиясы, Шымкент, Қазақстан.
E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

CNN НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ ЫМ ТІЛІН ТАНУ

Жолшиева Лаззат Зулпухарқызы — PhD студент. Астана халықаралық университеті. Астана, Қазақстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471;

Жукабаева Тамара Кокеновна — PhD, қауымдастырылған профессор. Астана халықаралық университеті. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Астана, Қазақстан

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

Тураев Шерзод — PhD, қауымдастырылған профессор. Ақпараттық технологиялар колледжі, Біріккен Араб Әмірліктері университеті, Әл-Айн, Біріккен Араб Әмірліктері

E-mail: sherzod@uaeu.ac.ae. ORCID: 0000-0001-6661-8469;

Бердиева Меруерт Аймамбетовна — PhD. Оңтүстік Қазақстан медициналық академиясы, Шымкент, Қазақстан

E-mail: meruert_berdieva@mail.ru. ORCID: 0009-0008-5259-7618;

Аннотация. Адамдар арасындағы өзара әрекеттесудің ең тиімді жолы сөйлесу және қол қимылдары болғандықтан, сөйлеуге, естуге мүмкіндігі жоқ адамдар үшін технологияның үлесі көп. Демек, бұл жағдайда адам мен технологияның арасындағы байланыс маңызды және ол соңғы уақытта қарқынды дамуда. Осы мақсатта адам мен технологияның қарым-қатынасын жүзеге асыруға мүмкіндік беретін, яғни ым тілі мен қол қимылдарын тани алатын әдіс немесе қолданбаның қажеттілігі орынды. Қол қимылдарын тануды орындайтын әдістер көп. Солардың ішінен жасанды нейрондық желілерді қолдана отырып, терең оқыту әдістері жиі ұсынылады. Бұл жұмыста конволюциялық нейрондық желі (CNN) зерттеуге алынды. Зерттеуде адамнан тәуелсіз, машиналық оқытуға негізделген қазақ ым тілін мәтінге аудару және оларды тану жүйесі қарастырылған. Дайын дербес 42 қазақ дактилінен құралған деректер алдымен 80 % оқыту мен 20 % тестілеу деректеріне бөлініп, содан соң CNN классификаторы арқылы оқытылды. Ымдарды тану өнімділігін жақсарту үшін VGG16, ResNet50 архитектуралары қолданылды. Зерттеу нәтижесі бойынша тану көрсеткіштері сәйкесінше VGG16 бойынша 98,867 % (сынақ) және 91,323 % (бағалау), ResNet50 бойынша 78,612% (сынақ) және 62,69 % (бағалау) дәлдіктері алынды.

Түйін сөздер: қазақ ым тілі, ым тілін тану, қол қимылын тану, конволюциялық нейрондық желі

© **Л.З. Жолшиева^{1*}, Т.К. Жукабаева¹, Ш. Тураев², М.А. Бердиева³, 2023**

¹Международный университет Астана, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Колледж информационных технологии, Университет Объединенных Арабских Эмиратов, Эль-Айн, Объединенные Арабские Эмираты;

³Южно-Казахстанская медицинская академия, Шымкент, Казахстан.
E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

РАСПОЗНАВАНИЕ КАЗАХСКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА НА ОСНОВЕ CNN

Жолшиева Лаззат Зулпухаркызы — PhD студент. Международный университет Астана. Астана, Казахстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471;

Жукабаева Тамара Кокеновна — PhD, ассоциированный профессор. Международный университет Астана. Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. Астана, Казахстан

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

Тураев Шерзод — PhD, ассоциированный профессор. Колледж информационных технологий. Университет Объединенных Арабских Эмиратов, Аль-Айн, Объединенные Арабские Эмираты

E-mail: sherzod@uaeu.ac.ae. ORCID: 0000-0001-6661-8469;

Бердиева Меруерт Аймамбетовна — PhD. Южно-Казахстанская медицинская академия, Шымкент, Казахстан

E-mail: meruert_berdieva@mail.ru. ORCID: 0009-0008-5259-7618.

Аннотация. Поскольку наиболее эффективным способом человеческого взаимодействия друг с другом является речь и жесты рук, технологии могут многое предложить людям, которые не могут говорить или слышать. Поэтому в данном случае важна связь человека и техники, которая в последнее время быстро развивается. Для этой цели необходим метод или приложение, которое обеспечивает общение человека с технологией. Есть много методов, выполняющих распознавания жестов рук. Среди них часто рекомендуются методы глубокого обучения с использованием искусственных нейронных сетей. В этой работе изучалась сверточная нейронная сеть (CNN). В исследовании представлена независимая от человека система машинного обучения перевода казахских жестов в текст и их распознавание. Данные, состоящие из 42 независимых казахских дактилей, сначала были разделены на 80% обучающих и 20% тестовых данных, а затем обучены с использованием классификатора CNN. Архитектуры VGG16 и ResNet50 использовались для улучшения производительности распознавания жестов. По результатам исследования показатели распознавания оказались точными на 98,867 % (тест) и 91,323 % (оценка) с VGG16; 78,612 % (тест) и 62,69 % (оценка) с ResNet50 соответственно.

Ключевые слова: казахский жестовый язык, распознавание жестового языка, распознавание жестов рук, сверточная нейронная сеть

Кіріспе

Терең оқыту мен компьютерлік көру саласындағы бүгінгі жетістіктер қозғалыс пен қол, дене және бет қимылдарын танудың дамып келе жатқандығын көрсетеді. Ым тілдерінің үш түрі бар: әр дактильді саусақпен көрсету; қол және дене қозғалысы арқылы жасалған сөздер және тіркестер сөздігі; мимика мен ерін қимылдары. Бұл жұмыста аталған бірінші ым тілі қарастырылады. Қол қимылдарын танудың барлық әдістерін көру қабілетіне негізделген және қолғапты сенсорлар шығаратын өлшемдерге негізделген деп жіктеуге болады. Көру әдісіне негізделген әдіс адам мен компьютердің өзара әрекеттесуін қамтиды. Сенсорға негізделген тануда арнайы сенсорлық құрылғы қажет болса, ал көру әдісіне тек камера қажет. Сондықтан, бұл жүйе камера мен ноутбук интерфейсінен тұрады.

Ым тілдерін тану алгоритмдерге, белгілерді тану әдістері мен оларды мәтін немесе сөйлеу түрінде көрсетіп, түсіндіруге бағытталған және де ол көру қабілетіне негізделгендіктен, ым тілдерін танудың барлық процесін компьютерлік көру арқылы автоматтандыру актуалды болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – конволюциялық нейрондық желі арқылы қазақ ым тілін жазбаша қазақ тіліне аудару.

Материалдар мен әдістер

Көру әдісіне негізделген ым тілін тану жүйесін дәстүрлі және конволюциялық нейрондық желі деп екі санатқа бөлуге болады.

Қимылдарды тану үшін қолданылатын әртүрлі әдістер мен алгоритмдер бар. Компьютерлік көру жүйесінде ымдау тілі кескін және бейне түрінде қолданылады (Dongxu Li et al., 2020). Бірқатар шектеулерге байланысты көру арқылы басқарылатын нақты уақыт режимінде қол қимылдарын танудың тиімді жүйесін құру қиын міндет болғандықтан, камералар, кескіндерді сегменттеу және қадағалау, белгілерді бөлектеу және бақылау арқылы кескіндерді алу кезінде кездесетін шектеулер анықталған (Farid et al., 2022). Табиғи тілді өңдеу арқылы ымдау тілін танитын бірнеше зерттеулер де бар (Miah et al., 2023; Subburaj et al., 2022). Көруге негізделген (Sharma et al., 2023) әдістер автоматтандырылған ым-ишара жүйелерін дамытудың ең кең тараған бағыттары болып табылады. Кодтау үшін терең оқытуға негізделген әр түрлі әдістерді зерттеген жұмыстар да бар (Ananthanarayana et al., 2021). Соңғы онжылдықта конволюциялық желі арқылы статистикалық немесе динамикалық қозғалыстарды жазу үшін ымдау тілін тану саны артты. Кейбіреулерін атап айтақ, (Krizhevsky et al., 2022) 1,2 миллион жоғары ажыратымдылықтағы кескінді 1000 түрлі сыныпқа жіктеу үшін үлкен терең конволюциялық нейрондық желіні жаттықтырған. Ал BenSignNet деп аталатын CNN негізіндегі модель арқылы үлгі дәлдігі BdSL Alphabet, KU-BdSL және Ishara-Lipi деректер жиындары үшін сәйкесінше 94,00 %, 99,60 %

және 99,60 % мақсатқа жету үшін үш қадам орындаған: сегменттеу, кеңейту және конволюциялық нейрондық желі (CNN) негізінде жіктеу (Miah et al., 2022; Barbhuiya et al., 2021) қол қимылдарын тану үшін пайдаланылатын конволюциялық нейронды желінің (CNN) артықшылықтары мен кемшіліктері атап өтіп, AlexNet және VGG16 үлгілерін зерттеп, жоғары 99,82 % тану дәлдігін алды. (Eid et al., 2023) зерттеуінде деректерді ұлғайту және теріні сегменттеу арқылы модельдің дәлдігін айтарлықтай арттыруға қол жеткізілді. Келесі мақалада (Kenshimov et al., 2021) конволюциялық нейрондық желілерді зерттеу және талдау LeNet, AlexNet, ResNet және EffectiveNet - EfficientNetB7 әдістерін салыстыру, тестілеу, нәтижелері сипатталған. Бұл алгоритмдердің архитектурасы мен жұмыс істеу принципі олардың ым тілін танудағы қолдану тиімділігін көрсетеді. Аталған зерттеу қазақ ым тілін тануға жасалған. Қазақ ым тілдерін 42 дактилін тану үшін SVM, LTSM, GRU әдістері қолданылған және олар арқылы танудың жоғары дәлдігіне қол жеткізген жұмыстар да бар (Zholshiyeva et al., 2023).

Нәтиже мен дискуссия

Конволюциялық нейрондық желі

Конволюциялық нейронды желі көрнекі объектілерді өңдеу және жіктеу салаларында қолдануға болатын терең нейрондық желі (CNN) және ол компьютерлік көруде, атап айтқанда, объектілерді тануда, суреттерді класка бөлуде, суреттерді сегменттеуде кеңінен қолданылады. Конволюциялық нейронды желі архитектурасының басты компоненттері келесі қабаттардан тұрады:

1. Convolutional Layer: Бұл қабат кескіннің әртүрлі мүмкіндіктерін шығару үшін кіріс деректеріне сүзгілерді (ядроларды) қолдану арқылы конволюция операциясын орындайды. Әрбір сүзгі жиектер, бұрыштар және текстуралар сияқты нақты сипаттамаларды береді.

2. Pooling Layer: Біріктіру деңгейі деректер өлшемін азайту және есептеулерді жеңілдету үшін пайдаланылады. Ол әдетте кескіннің берілген аймағында максималды немесе орташа біріктіру әрекетін орындайды.

3. Hidden Layers: Шығарылған мүмкіндіктер негізінде жіктеуді немесе регрессияны орындайтын бір немесе бірнеше Fully Connected Layers қабаты біріктіру қабаттарынан кейін болуы мүмкін.

4. Activation Functions: ReLU (Rectified Linear Unit) секілді активтендіру функциясы желіге бейсызықтылықты қосу үшін жабық қабаттардың шығысында қолданылады.

5. Output Layer: Шығару деңгейі мәселеге байланысты қандай кластарды немесе мәндерді болжау керектігін анықтайды. Мысалы, кескінді жіктеу тапсырмасында бұл softmax белсендірілген қабат болуы мүмкін.

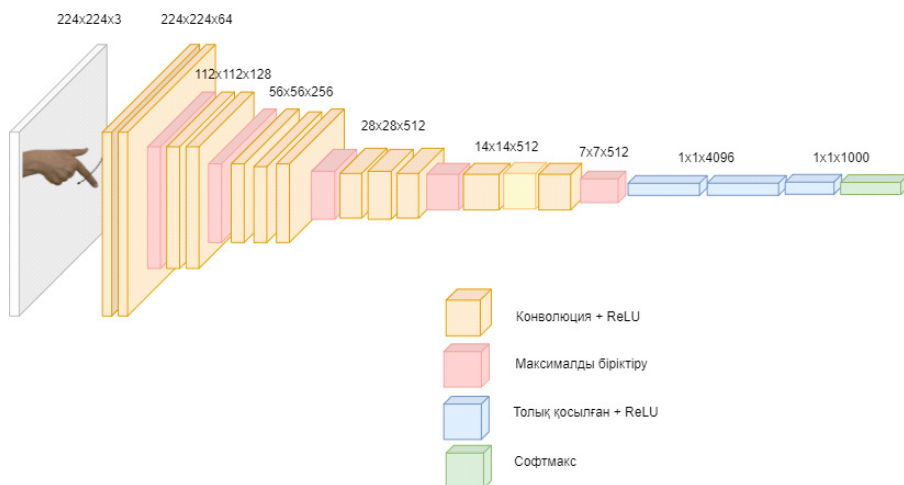
CNN архитектурасында қабаттардың әртүрлі комбинациялары пайдаланылады. Үлгіні жалпылауды жақсарту үшін мұнда Batch Normalization немесе Dropout сияқты қосымша элементтер болады. CNN архитектураларына LeNet, AlexNet, VGGNet, GoogLeNet, ResNet және басқалары кіреді, олардың

әрқайсысында компьютерлік көрудің әртүрлі тапсырмаларында өзіндік бірегей мүмкіндіктері мен қолданбалары бар.

Кескіндерді классификациялауда қолдануға болатын трансферттік оқыту моделінің бірнеше түрлері бар, бұл зерттеуде осылардың арасынан модельді оқыту үшін VGG16 және ResNet50 таңдап алынды. Қазақ ым тілін тану үшін осы архитектуралар орындалды.

VGG16 архитектурасы

Бұл желілік архитектура (сурет 1) қарапайым және оны кодтауда қолдану оңай болып есептеледі, өйткені өте кішкентай (3×3) конволюциялық сүзгілері бар архитектураны пайдалана отырып, тереңдігі жоғары желілерді мұқият бағалауға болады (Simonyan et al., 2015).



1- сурет. VGG16 архитектурасы

Деректер жүктеу

Зерттеуде қазақ ым тілінің 42 дактилінен тұратын дербес (Zholshiyeva et al., 2023) деректер жинағы пайдаланылды. Бұл деректер жинағында қазақ ым тілінің 42 класының 4200 кескіні жинақталған. Бұл деректер жинағы оқыту 80 % және тестілеу 20% деп екі жинаққа бөлінді (кесте 1).

Кесте 1 – 42 қазақ дактилінің деректер жинағының бөлінуі

Sets	Number
Training images	2821
Testing images	706
Evaluation images	922
Total	4449

Оқыту мен тестілеуді бөлгенде жапсырмалардағы стратификация аргументі қолданылды. Бұл аргумент деректердің барлық белгілер бойынша біркелкі бөлінуін қамтамасыз етеді.

Алдын ала өңдеу

Бұл түрлендіру белгілердің бір өлшемді массивін екі өлшемді массивке айналдырады. Қалыпқа келтіру кескіндегі жарық пен көлеңкелерден туындаған бұрмалауларды жоюға көмектеседі.

Модель нәтижелері

VGG16 архитектурасы ең жақсы машиналық көру моделі болып есептеледі, оның ерекшелігі - үлкен гиперпараметрлердің орнына 1 қадамнан тұратын 3x3 конволюциялық сүзгі қабаттарының болуы және әрқашан 2 қадамнан тұратын сүзгісінің бірдей толтырғышты және максималды қабатын пайдалануы. Өйткені, оның 2 FC (толық қосылған қабаттар), одан кейін шығыс үшін softmax бар. VGG16-дағы 16 саны оның салмағы бар 16 қабаты бар екенін білдіреді. Бұл желі айтарлықтай үлкен және шамамен 138 миллион (шамамен) параметрлері бар.

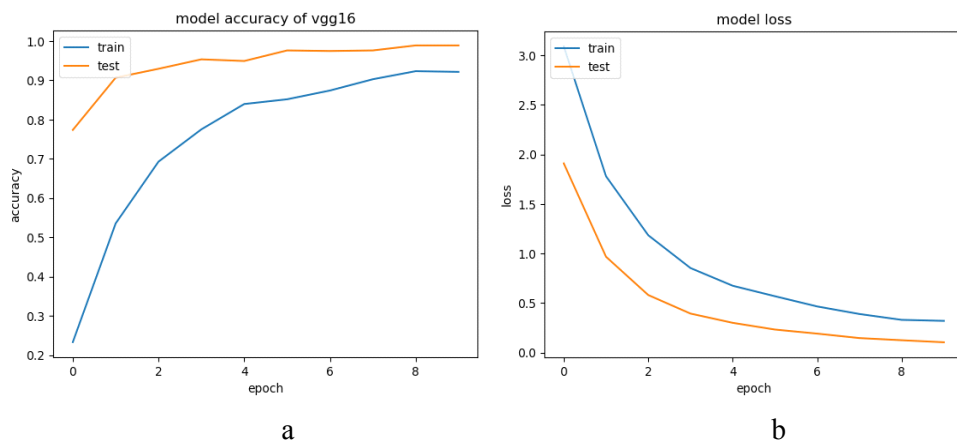
ResNet көмегімен көптеген мәселелерді шешуге болады, мысалы: ResNet-ті оңтайландыру салыстырмалы түрде оңай: «қарапайым» желілер тереңдік артқан сайын оқытудың үлкен қатесін көрсетеді. ResNet тереңдікті ұлғайту арқылы дәлдікті арттыруды салыстырмалы түрде жеңілдетеді, мұндай нәтижеге басқа желілерде қол жеткізу қиынырақ. Әрбір 3 қабатты блок 34 қабатты желіде осы 3 қабатты бөгетпен ауыстырылады, нәтижесінде 50 қабатты ResNet пайда болады. Олар өлшемдерді үлкейту үшін 2 нұсқаны пайдаланады. Бұл модельде 3,8 миллиард FLOP бар.

Дәл нәтиже беретін терең оқыту әдістемесі анықталды, жұмыстың псевдокоды:

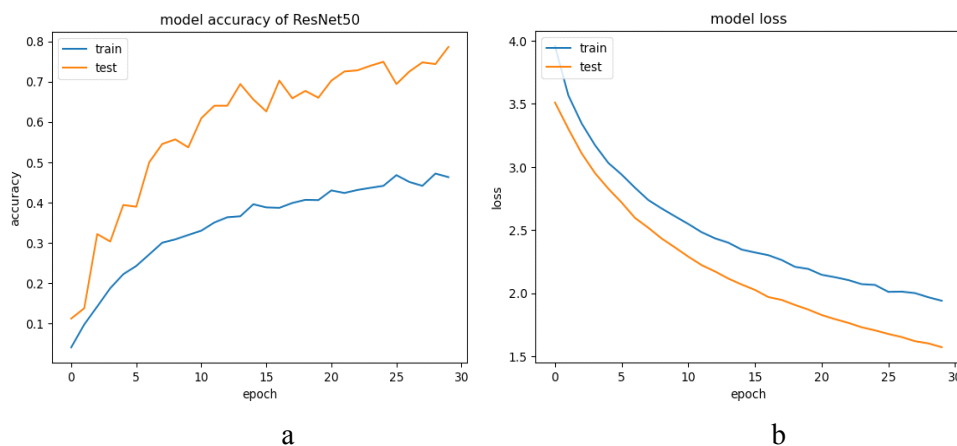
```
Begin
  For all images:
    Image resize
    Image filter
    Image segmentation
    Labeling and data splitting
  End for
  Build CNN models: VGG16, ResNet50
  Train two models
  Test and evaluate two models
End
```

Модельдердің дәлдігі

2,3 суреттерде модельдердің дәлдігі мен шығыны көрсетілген.



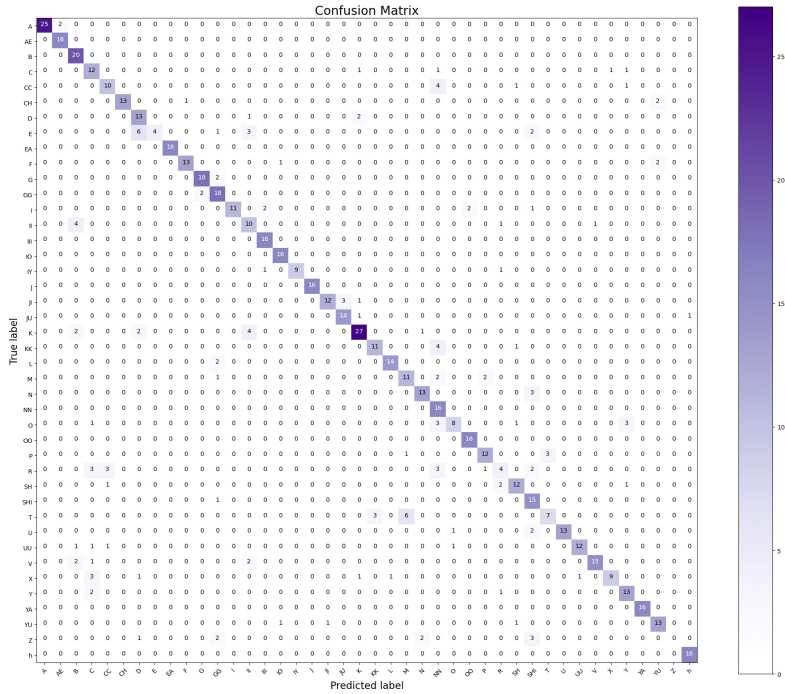
2-сурет. VGG16 моделінің дәлдігі (a) мен шығыны (b)



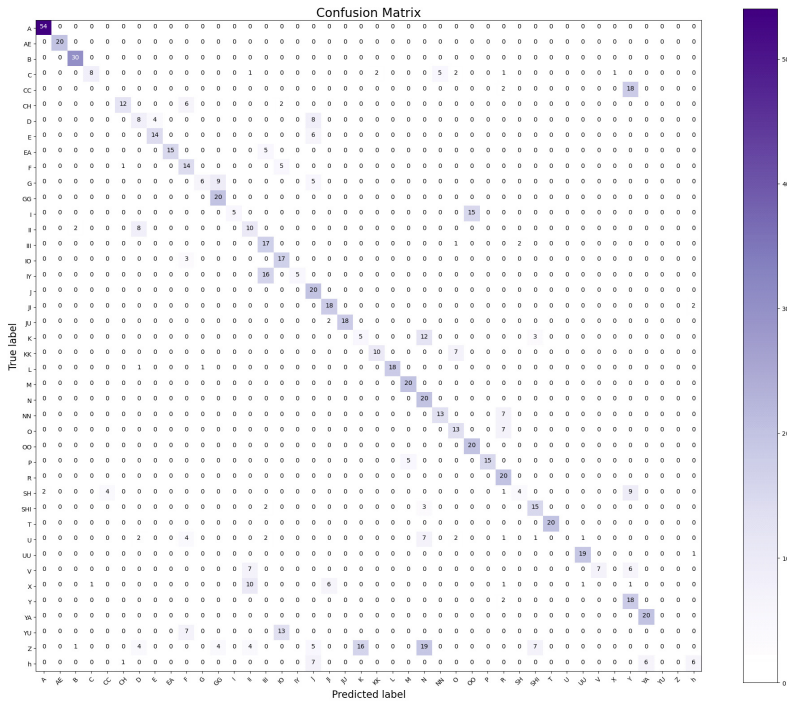
3-сурет. Resnet50 моделінің дәлдігі (a) мен шығыны (b)

VGG16 және Resnet50 шатасуы матрицалары

VGG16 және Resnet50 шатасуы матрицалары жоғары дәлдік беретін деректерді сынауға арналған матрица. Диагональды элементтер үлкен мәндерге ие болады және кейбір мәндер диагональдан тыс элементтерге таралады (4 - 7 сурет).

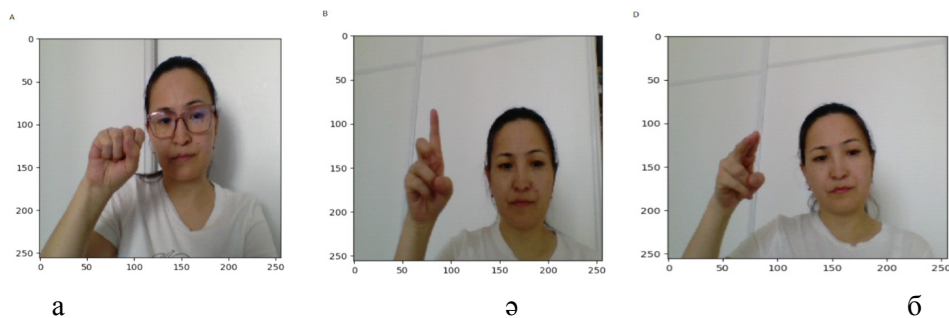


6-сурет. ResNet50 моделінің сынақ нәтижесінің шатасу матрицасы



7-сурет. ResNet50 моделінің болжау нәтижесінің шатасу матрицасы

Алынған нәтижелер қазақ ым тілін тану үшін ResNet50 архитектурасына қарағанда VGG16 архитектурасы дәлірек екенін көрсетеді. Аталған архитектуралар арқылы танылған кейбір қазақ қол-қимылдары 8-суретте көрсетілген.



8-сурет. А (а), Б (ә), Д (б) қазақ дактильдері

Қорытынды

Зерттеу жұмысы қазақ ым тілін жазбаша қазақ тіліне аударудың жоғары дәлдігіне жету үшін терең оқыту әдістері пайдаланылу арқылы қойылған мақсатқа жетті. Конволюциялық нейрондық желінің (CNN) VGG16 және ResNet50 архитектуралары оқытуға қолданылды. Алынған нәтижелер VGG16 архитектурасы ResNet50 архитектурасына қарағанда жоғары көрсеткішке ие екенін көрсетті. Алдағы уақытта бұл әдіспен шектелмей, бұдан жоғары дәлдікті алу, қолданыстағы модельді жетілдіру, сондай-ақ, мүмкіндігінше көп деректерді жинауды жалғастырып, басқа алдын ала дайындалған адамдармен тәжірибе жасау және нәтижелерді салыстыру, әртүрлі әдістермен жұмыс істеу, жиналған деректер қорын түрлі әдістер арқылы салыстыру жоспарлануда.

ӘДЕБИЕТТЕР

Al Farid F., Hashim N., Abdullah J., Bhuiyan M.R., Shahida Mohd Isa W.N., Uddin J., Haque M.A., Husen M.N. A Structured and Methodological Review on Vision-Based Hand Gesture Recognition System. *J. Imaging* 2022, 8, 153. <https://doi.org/10.3390/jimaging8060153> (in Eng.)

Barbhuiya A.A., Karsh R.K., Dutta S. AlexNet-CNN Based Feature Extraction and Classification of Multiclass ASL Hand Gestures. *Tools Appl.* 2021, 80, 3051–3069. (in Eng.)

D. Li, C. R. Opazo, X. Yu, and H. Li, "Word-level deep sign language recognition from video: A new large-scale dataset and methods comparison," *Proc. - 2020 IEEE Winter Conf. Appl. Comput. Vision, WACV 2020*. Pp. 1448–1458, 2020. Doi: 10.1109/WACV45572.2020.9093512. (in Eng.)

Eid A., Schwenker F. Visual Static Hand Gesture Recognition Using Convolutional Neural Network. *Algorithms* 2023, 16, 361. <https://doi.org/10.3390/a16080361> (in Eng.)

G.G. Abdullayeva, N.O. Alishzade (2022). Transfer learning for Azerbaijani Sign Language Recognition / *Informatics and Control Problems* 42. Issue 2. Pp. 65–72. (in Eng.)

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*, 5 (2 (113)), 44–54. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.241535> (in Eng.)

Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Commun. ACM* 2017, 60, 84–90. (in Eng.)

Miah A.S.M., Hasan M.A.M., Shin J., Okuyama Y., Tomioka Y. Multistage Spatial Attention-Based Neural Network for Hand Gesture Recognition. *Computers* 2023, 12, 13. <https://doi.org/10.3390/computers12010013> (in Eng.)

Miah A.S.M., Shin J., Hasan M.A.M., Rahim M.A. BenSignNet: Bengali Sign Language Alphabet Recognition Using Concatenated Segmentation and Convolutional Neural Network. *Appl. Sci.* 2022, 12, 3933. (in Eng.)

S. Subburaj, S. Murugavalli, Survey on sign language recognition in context of vision-based and deep learning, *Measurement: Sensors* 23 (2022) 100385. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100385> (in Eng.)

Sharma S., Singh S. Vision-based sign language recognition system: A Comprehensive Review. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Seattle, WA, USA, 14–19. June 2020. Pp. 10023–10033. (in Eng.)

Simonyan K. and Zisserman A. (2015). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. *The 3rd International Conference on Learning Representations (ICLR2015)*. <https://arxiv.org/abs/1409.1556> (in Eng.)

Tejaswini Ananthanarayana, Priyanshu Srivastava, Akash Chintla, Akhil Santha, Brian Landy, Joseph Panaro, 32 Andre Webster, Nikunj Kotecha, Shagan Sah, Thomastine Sarchet, Raymond Ptucha, and Ifeoma Nwogu. 33 2021. Deep Learning Methods for Sign Language Translation. *ACM Trans. Access. Comput.* 14, 4, Article 22 34 (September 2021). 30 p. 35 <https://doi.org/10.1145/3477498> (in Eng.)

Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R. (2023). Real-time Kazakh Sign Language Recognition Using Media Pipe and SVM. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Physico-mathematical Series. ISSN 1991–346X. Volume 1. Number 345. Pp. 82–93.* <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.170> (in Eng.).

Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R. (2023). Real-time Kazakh Sign Language Recognition Using Media Pipe and SVM. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Physico-mathematical Series. ISSN 1991-346X. Volume 1. Number 345. Pp. 82–93.* <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.170> (in Eng.).

МАЗМҰНЫ

Г. Әбдіқалық, Ә. Мұқанова, А. Назырова CRF ЖӘНЕ RANDOM FOREST МОДЕЛДЕРІНІҢ КӨМЕГІМЕН ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕ АТАЛҒАН ОБЪЕКТІЛЕРДІ ТАҢУ: САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ.....	7
Г.Б. Абдикеримова, М.Б. Есенова, Т.Т. Оспанова, У.Ж. Айтимова, М. Айтимов ҒАРЫШТЫҚ КЕСКІНДЕРДІ ӨНДЕУДЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕКСТУРАЛЫҚ ЛАВС МАСКАЛАР ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	18
Б.У. Асанова, Б.Б. Оразбаев, Ж.Ж. Молдашева, Г.Ж. Шүйтенов, Э.М. Дюсембина ТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ ҚОЛ ЖЕТІМДІ АҚПАРАТТАР НЕГІЗІНДЕ БАЯУ КОКСТЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСҚАН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АГРЕГАТТАРЫ МОДЕЛЬДЕРІН ҚҰРУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	28
Г.Б. Бахадирова, Н. Тасболатұлы, А.С. Муканова, Ш. Тураев MATLAB SIMULINK-ТЕ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЖҮЙЕ ҮШІН КЕРІ БАЙЛАНЫСТЫ СЫЗЫҚТЫҚ БАСҚАРУДЫ ЖОБАЛАУ.....	44
Е.С. Голенко, А.А. Исмаилова ПРЕДСКАЗАНИЕ ФУНКЦИЙ БЕЛКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНАЦИИ VILSTM И АЛГОРИТМА САМОВНИМАНИЯ.....	62
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева CNN НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ ҒЫМ ТІЛІН ТАҢУ.....	76
К.К. Кадиркулов, А.А. Исмаилова, Ә.Б. Бейсегұл ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ МОДЕЛІН ТАҢДАУ.....	88
А. Муканова, А. Муханова, Т. Оспанова, А. Бакиева, В. Махатова ҚҰЗЫРЕТТІК ТӘСІЛДЕР НЕГІЗІНДЕГІ БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫН ӨЗІРЛЕУДІҢ МАҢЫЗДЫ АСПЕКТІЛЕРІ.....	99
Ш.Ж. Мусиралиева, М.А. Болатбек, М. Сағынай, Ж.Ы. Елтай, К.Б. Багитова ЭКСТРЕМИСТІК МӘЛІМЕТТЕР ТҮСІНІГІ ЖӘНЕ ЭКСТРЕМИЗМГЕ ҚАРСЫ КҮРЕС ЖОБАЛАРЫНА ЖҮЙЕЛІК ШОЛУ.....	112
Д. Оралбекова, О. Мамырбаев, А. Жунусова, Б. Жұмажанов КҮРДЕЛІ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ БАР ТІЛГЕ АРНАЛҒАН ЗАМАНАУИ ТІЛДІК МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	131
Б.Т. Рзаев, Ж.Т. Бельдеубаева, И.М. Увалиева СТЕКИНГ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АҚПАРАТТЫҚ ЖЕЛІДЕГІ ЗИЯНДЫ ДЕРЕКТЕРДІ АНЫҚТАУ.....	147
Н.С. Баймулдина, Г.Н. Скабаева, А.Д. Жақсыбаева БИОТЕХНОЛОГИЯ САЛАСЫНДАҒЫ ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУІ.....	161
А.Ә. Таурбекова, Ө.Ж. Мамырбаев, Б. Т. Қарымсақова, Б. Ж. Жұмажанов МАГМАНЫҢ ШЫҒУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	176
Г.С. Шаймерденова, Р.А. Саркулақова, М.М. Тұрғанбекова, Б.Ө. Тастанбекова, М.Т. Байжанова, МОБИЛЬДІ ЖӘНЕ ОНЛАЙН-БАНКИНГТЕГІ ЖЕТІСТІКТЕР: ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ИННОВАЦИЯЛАРДЫ КЕШЕНДІ ТАЛДАУ.....	193
Я. Кучин, Н. Юничева, Р.И. Мухамедиев, Е. Мухамедиева МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН ҚАБАТТЫҢ ТОТЫҒУ АЙМАҚТАРЫН ОҚШАУЛАУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ.....	210

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Абдикалык, А. Муканова, А. Назырова РАСПОЗНАВАНИЕ ИМЕНОВАННЫХ ИМЕНОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ В КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ CRF И RANDOM FOREST: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	7
Г.Б. Абдикеримова, М.Б. Есенова, Т.Т. Оспанова, У.Ж. Айтимова, М. Айтимов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНФОРМАТИВНОЙ ТЕКСТУРНОЙ МАСОК ЛАВСА ПРИ ОБРАБОТКЕ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	18
Б.У. Асанова, Б.Б. Оразбаев, Ж.Ж. Молдашева, Г.Ж. Шуйтенов, Э.М. Дюсембина МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОЙ ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА.....	28
Г.Б. Бахадирова, Н. Тасболатұлы, А.С. Муканова, Ш.Тураев ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ В MATLAB SIMULINK.....	44
Е.С. Голенко, А.А. Исмаилова ПРЕДСКАЗАНИЕ ФУНКЦИЙ БЕЛКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНАЦИИ VILSTM И АЛГОРИТМА САМОВНИМАНИЯ.....	62
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева РАСПОЗНАВАНИЕ КАЗАХСКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА НА ОСНОВЕ CNN.....	76
К.К. Кадиркулов, А.А. Исмаилова, Ә.Б. Бейсегұл ВЫБОР МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	88
А. Мукашова, А. Муханова, Т. Оспанова, А. Бакиева, В. Махагова ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, ОСНОВАННЫХ НА КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ПОДХОДЕ.....	99
Ш.Ж. Мусиралиева, М.А. Болатбек, М. Сағынай, Ж.Ы. Елтай, К.Б. Багитова ПОНЯТИЕ ЭКСТРЕМИСТСКИХ ДАННЫХ И СИСТЕМНЫЙ ОБЗОР ПРОЕКТОВ ПО БОРЬБЕ С ЭКСТРЕМИЗМОМ.....	112
Д. Оралбекова, О. Мамырбаев, А. Жунусова, Б. Жумажанов ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЯЗЫКОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЯЗЫКА СО СЛОЖНОЙ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ.....	131
Б.Т. Рзаев, Ж.Т. Бельдеубаева, И.М. Увалиева ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВРЕДОНОСНЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СТЕКИНГА.....	147
Н.С. Баймулдина, Г.Н. Скабаева, А.Д. Жақсыбаева ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ.....	161
А.А. Таурбекова, О.Ж. Мамырбаев, Б.Т. Карымсакова, Б.Ж. Жумажанов ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИСТЕЧЕНИЯ МАГМЫ.....	176
Г.С. Шаймерденова, Р.А. Саркулакова, М.М. Турганбекова, Б.О. Тастанбекова, М.Т. Байжанова ДОСТИЖЕНИЯ В МОБИЛЬНОМ И ОНЛАЙН-БАНКИНГЕ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИЙ.....	193
Я. Кучин, Н. Юничева, Р.И. Мухамедиев, Е. Мухамедиева ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ПЛАСТОВОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	210

CONTENTS

G. Abdikalyk, A. Mukanova, A. Nazyrova NAMED ENTITY RECOGNITION FOR KAZAKH LANGUAGE USING CRF AND RANDOM FOREST MODELS: A COMPARATIVE STUDY.....	7
G.B. Abdikerimova, M.B. Yessenova, T.T. Ospanova, U.Zh Aitimova, M. Murat USE OF INFORMATION TEXTURE LAWS MASK METHODS IN SPACE IMAGE PROCESSING.....	18
B. Assanova, B. Orazbayev, Zh. Moldasheva, G. Shuitenov, E. Dyussemina METHODOLOGY FOR DEVELOPING MODELS OF INTERRELATED TECHNOLOGICAL UNITS OF A DELAYED COKING UNIT ON THE BASIS OF AVAILABLE INFORMATION OF A DIFFERENT NATURE.....	28
G.B. Bahadirova, H. Tasbolatuly, A.S. Mukanova, Sh. Turaev DESIGNING LINEAR FEEDBACK CONTROL FOR A NONLINEAR SYSTEM IN MATLAB SIMULINK.....	44
Y.S. Golenko, A.A. Ismailova PROTEIN FUNCTION PREDICTION USING THE COMBINATION OF BILSTM AND SELF-ATTENTION ALGORITHM.....	62
L. Zholshiyeva, T. Zhukabayeva, Sh. Turaev, M. Berdieva KAZAKH SIGN LANGUAGE RECOGNITION BASED ON CNN.....	76
K. Kadirkulov, A. Ismailova, A. Beissegul SELECTION OF A MACHINE LEARNING MODEL FOR INTERPRETING LABORATORY RESULTS.....	88
A. Mukashova, A. Mukanova, T. Ospanova, A. Bakiyeva, V. Makhatova IMPORTANT ASPECTS OF DEVELOPING EDUCATIONAL PROGRAMS BASED ON THE COMPETENCY-BASED APPROACH.....	99
Sh. Mussiraliyeva, M. Bolatbek, M. Sagynay, Zh. Yeltay, K. Bagitova THE CONCEPT OF EXTREMIST DATA AND A SYSTEMATIC REVIEW OF ANTI-EXTREMISM PROJECTS.....	112
D. Oralbekova, O. Mamyrbayev, A. Zhunussova, B. Zhumazhanov STUDY OF MODERN METHODS OF LANGUAGE MODELING FOR A LANGUAGE WITH A COMPLEX MORPHOLOGICAL STRUCTURE.....	131
B. Rzayev, Zh. Beldeubayeva, I. Uvaliyeva IDENTIFICATION OF MALICIOUS DATA IN THE INFORMATION NETWORK BY USING THE STACKING METHOD.....	147
N.S. Baimuldina, G.N. Skabayeva, A. Zhaksybayeva PROJECT MANAGEMENT SOFTWARE IN THE FIELD OF BIOTECHNOLOGY.....	161
A.A. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbaev, B.T. Karymsakova, B.Zh. Zhumazhanov INVESTIGATIONS OF MAGMA OUTPUT PROCESS.....	176
G.S. Shaimerdenova, R.A. Sarkulakova, M.M. Turganbekova, B.O. Tastanbekova, M.T. Baizhanova ADVANCEMENTS IN MOBILE AND ONLINE BANKING: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND INNOVATIONS.....	193
Y. Kuchin, N. Yunicheva, R.I. Mukhamediev, E. Mukhamedieva ESTIMATION OF THE POSSIBILITY TO SELECT RESERVOIR OXIDATION ZONES BY MACHINE LEARNING METHODS.....	210

**Publication Ethics and Publication Malpractice in
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Подписано в печать 28.09.2023.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

18,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.