

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының
Ғылым Академиясының
Әл-Фараби атындағы
Қазақ ұлттық университетінің

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

1 (345)

JANUARY – MARCH 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институты бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы (ғалым хатшы), Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

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

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

СМОЛАРЖ Анджей, Люблин политехникалық университетінің электроника факультетінің доценті (Люблин, Польша), **Н=17**

ӘМІРҒАЛИЕВ Еділхан Несіпханұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Жасанды интеллект және робототехника зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

КИЛАН Әлімхан, техника ғылымдарының докторы, профессор (ғылым докторы (Жапония), ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=6**

ХАЙРОВА Нина, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=4**

ОТМАН Мохаммед, PhD, Информатика, коммуникациялық технологиялар және желілер кафедрасының профессоры, Путра университеті (Селангор, Малайзия), **Н=23**

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебұланқызы, техника ғылымдарының докторы, доцент, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, Информатика және басқару мәселелері институты директорының орынбасары, Ақпараттық қауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Қазақстан), **Н=3**

КАПАЛОВА Нұрсұлту Алдажарқызы, техника ғылымдарының кандидаты, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының киберқауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

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

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь Ұлттық Ғылым академиясының академигі (Минск, Беларусь), **Н=2**

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. 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-математикалық сериясы*.

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 218 бөл., тел.: 272-64-39*

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023
Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан), **Н=7**

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, (ученый секретарь), доктор философии (PhD) по специальности «Информационные системы», заместитель директора по науке РГП «Институт информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

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

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

СМОЛАРЖ Анджей, доцент факультета электроники Люблинского политехнического университета (Люблин, Польша), **Н=17**

АМИРГАЛИЕВ Едилхан Несипханович, доктор технических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК, заведующий лабораторией «Искусственного интеллекта и робототехники» (Алматы, Казахстан), **Н=12**

КЕЙЛАН Алимхан, доктор технических наук, профессор (Doctor of science (Japan)), главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=6**

ХАЙРОВА Нина, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=4**

ОТМАН Мохамед, доктор философии, профессор компьютерных наук, Департамент коммуникационных технологий и сетей, Университет Путра Малайзия (Селангор, Малайзия), **Н=23**

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебулановна, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=3**

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, доктор технических наук, профессор, заместитель директора Института проблем информатики и управления, заведующий лабораторией информационной безопасности (Казахстан), **Н=3**

КАПАЛОВА Нурсулу Алдажаровна, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кибербезопасности РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=3**

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

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь), **Н=2**

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

«Известия НАН РК. Серия 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-математическая.*

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. 218, тел.: 272-64-39*

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Chief Editor:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, acting General Director of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of the CS MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan), **H = 7**

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich, (Academic Secretary, PhD in Information Systems, Deputy Director for Science of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H = 5**

BAIGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabaevich, 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 Technical Sciences (Phys.-Math.), Professor of the Lublin University of Technology (Lublin, Poland), **H=23**

SMOLARJ Andrej, Associate Professor Faculty of Electronics, Lublin polytechnic university (Lublin, Poland), **H= 17**

AMIRGALIEV Edilkhan Nesipkhanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Head of the Laboratory of Artificial Intelligence and Robotics (Almaty, Kazakhstan), **H= 12**

KEILAN Alimkhan, Doctor of Technical Sciences, Professor (Doctor of science (Japan)), chief researcher of Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 6**

KHAIROVA Nina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 4**

OTMAN Mohamed, PhD, Professor of Computer Science Department of Communication Technology and Networks, Putra University Malaysia (Selangor, Malaysia), **H= 23**

NYSANBAYEVA Saule Yerkebulanovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 3**

BIYASHEV Rustam Gakashevich, doctor of technical sciences, professor, Deputy Director of the Institute for Informatics and Management Problems, Head of the Information Security Laboratory (Kazakhstan), **H= 3**

KAPALOVA Nursulu Aldazarovna, Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory cybersecurity, Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

KOVALYOV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), **H=5**

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus), **H=2**

TIGHINEANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

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

Series of 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-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *series physical-mathematical series.*

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. 218, Almaty, 050010, tel. 272-64-39*

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X

Volume 1, Number 345 (2023), 82-93
<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.170>

UDK 004-93

© L. Zholshiyeva^{1*}, T. Zhukabayeva¹, Sh. Turaev², M. Berdieva³,
R. Sengirbayeva⁴, 2023

¹Astana International University, Astana, Kazakhstan;

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

³South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan;

⁴Special boarding school №1 for children with hearing impairment,
Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

REAL-TIME KAZAKH SIGN LANGUAGE RECOGNITION USING MEDIAPIPE AND SVM

Zholshiyeva Lazzat — Doctoral student. Higher school of information technology and engineering. Astana International University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2526-8471>;

Zhukabayeva Tamara — PhD. Associate Professor. Higher school of information technology and engineering. Astana International University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6345-5211>;

Sherzod Turaev — Department of Computer Science & Software Engineering College of Information Technology. United Arab Emirates University Al Ain. United Arab Emirates.

E-mail: sherzod@uaeu.ac.ae, <https://orcid.org/0000-0001-6661-8469>;

Berdieva Meruert — PhD. Department of medical biophysics and IT South Kazakhstan Medical Academy. Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: meruert_berdieva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-5259-7618>;

Sengirbaeva Raykhan — teacher. Special boarding school №1 for children with hearing impairment. Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: raia_v.i.p@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-2245-5726>.

Abstract. In this study, the real-time Kazakh dactyl alphabet recognition is proposed using machine-learning algorithm. Kazakh, Russian-Kazakh, American sign languages are analyzed. Besides, the program for recognition of 42 Kazakh dactylic gestures is implemented. The Support Vector Machine (SVM) algorithm is selected for gesture recognition. Also, the quality of algorithms was evaluated. The dataset of more than 4200 images with 42 classes are formed. The Framework

Media Pipe is used to get landmarks and for dataset acquisition. The work in this paper is the extension towards examining the difficulties in classification of gestures in Kazakh Sign Language (KazSL). The user should be able to capture images Kazakh hand gestures with the webcam, and the recognizer program should predict and show the name captured gesture. The goal of the model is to detect 42 gestures with real-time processing speed, minimize interference, and get high percentage of recognition accuracy. Results show that the algorithm is up to 99% accuracy. The importance of that model lies in its economy and ease of use. This system used real-time images from video frames captured by a webcam. Further, the processed images were transferred to the classifiers using the SVM algorithm. The classifier turned the image into a model. Finally, the expected result was obtained.

Keywords: hand gesture, sign language recognition, machine learning, SVM

© Л.З. Жолшиева^{1*}, Т.К. Жукабаева¹, Ш. Тураев², М.А. Бердиева³, Р.К. Сенгирбаева⁴, 2023

¹Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан;

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

³Оңтүстік Қазақстан Медициналық мемлекеттік академиясы, Шымкент, Қазақстан;

⁴Есту қабілеті бұзылған балаларға арналған №1 арнайы мектеп-интернаты, Шымкент, Қазақстан.

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

НАҚТЫ УАҚЫТ РЕЖИМІНДЕ MEDIAPIPE ЖӘНЕ SVM АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚ ҰМ ТІЛІН ТАҢУ

Аннотация. Зерттеуде машиналық оқыту алгоритмі арқылы қазақ дактильді әліппесін нақты уақыт режимінде тану ұсынылады. Америка, үнді және араб ұмдау тілдері талданды. Сонымен қатар, 42 қазақтың дактильдік қимылдарын тану бағдарламасы жүзеге асырылды. Қимылдарды тану үшін қолдау векторлық машинасы (SVM) алгоритмін таңдалды. Алгоритмнің сапасы да бағаланды. 42 кластан тұратын 4200-ден аса суреттерден жасалған деректер жинағы құрылды. Қол белгілерін алу және деректерді жинау үшін Framework Media Pipe пайдаланылды. Мақаладағы жұмыс қазақ ұмдау тіліндегі ұм-ишараны жіктеу қиындықтарын зерттеудің жалғасы болып табылады. Қолданушы веб-камера арқылы қазақ қол қимылдарының суретін түсіре алуы керек, ал оларды тану бағдарламасы түсірілген қимылдың атын болжап, көрсетуі керек. Модельдің мақсаты - нақты уақыт режимінде өңдеу жылдамдығымен 42 қимылды анықтау, кедергілерді азайту және тану дәлдігінің жоғары пайызын алу. Нәтижелер алгоритмнің дәлдігі 99%-ға жететінін көрсетті. Мұндай жүйенің маңыздылығы — оның бағасының

тиімділігі мен қолданудағы қарапайымдылығы. Аталған жүйеде нақты уақыт режимінде веб-камера арқылы түсірілген видеокадрлардан алынған суреттер пайдаланылды. Арықарай, өңделген суреттер SVM алгоритм қолданатын классификаторларға берілді. Классификатор суретті модельге айналдырды. Соңында болжамды нәтиже алынды.

Түйін сөздер: қол-қимыл, ымдау тілін тану, машиналық оқыту, SVM

© Л.З. Жолшиева^{1*}, Т.К. Жукабаева¹, Ш. Тураев², М.А. Бердиева³,
Р.К. Сенгирбаева⁴, 2023

¹Международный университет Астана, Астана, Казахстан;

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

³Южно-Казахстанская медицинская государственная академия,
Шымкент, Казахстан;

⁴Специальная школа-интернат №1 для детей с нарушениями слуха,
Шымкент, Казахстан.

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

РАСПОЗНАВАНИЕ КАЗАХСКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MEDIAPIPE и SVM

Аннотация. В исследовании предлагается распознавание казахского дактильного алфавита в реальном времени с использованием алгоритма машинного обучения. Проанализированы казахский, казахско-русский и американский жестовые языки. Кроме того, реализована программа распознавания 42 казахских дактильных жестов. Выбран алгоритм машины опорных векторов (SVM) для распознавания жестов. Также оценивалось качество алгоритмов. Сформирован набор данных из более 4200 изображений с 42 классами. Использован Framework Media Pipe для получения ориентиров руки и для сбора данных. Работа в статье является продолжением изучения трудностей классификации жестов в казахском языке жестов (KazSL). Пользователь должен иметь возможность захватывать изображения казахских жестов рук с помощью веб-камеры, а программа распознавания должна предсказывать и отображать название захваченного жеста. Цель системы — обнаружение 42 казахских жестов со скоростью обработки в реальном времени, минимизировать помехи и получить высокий процент точности распознавания. Результаты показывают, что точность алгоритма достигает 99%. Важность такой модели заключается в ее экономичности и простоте использования. В этой системе использовались изображения в реальном времени из видеокадров, захваченных веб-камерой. Далее обработанные изображения передавались в классификаторы по алгоритму SVM. Классификатор превратил изображение в модель. Наконец, ожидаемый результат был получен.

Ключевые слова: жест руками, распознавание жестов, машинное обучение, SVM

Introduction

With the rise of human-computer interaction, the high technologies are developed, and that technologies more help to deaf people in communication.

Sign language is not universal throughout the world, because it naturally emerges, develops and changes in different local communities. It consists of different sign systems that combine commonly used signs in society and the language of deaf people.

Sign language is the primary tool of interpersonal communication and natural method of communication for deaf people. They use gestures as a non-verbal communication tool to express their thoughts and emotions. There are specialized schools for deaf people, higher educational institutions, and educational materials, online courses, and websites in our country. However, there are almost no effective tools for machine translation of sign language, except KRSL-Online School (Mukushev et al., 2022: 5).

The research published on intelligent systems in sign language recognition over the past two decades are analyzed and reviews of techniques for vision-based sign language recognition are presented. The literature review (Adeyanjua et al., 2021: 36) presented that perfect intelligent systems for sign language recognition are still an open problem. Certainly, the researches on the Kazakh sign language recognition system are not fully explored and that problem is actual nowadays. Due to the high accuracy of using of machine learning algorithms for 31 Kazakh gestures (Kenshimov et al., 2021: 15), this paper considers the machine learning method for 42 Kazakh gestures, as there was no such works.

The aim of this paper is the recognition of 42 Kazakh dactyl alphabet (figure 1) (Ergaliyeva et al., 2005: 401) with the highest accuracy using machine-learning methods. The contribution of this paper is enhance Kazakh gestures recognition using the algorithm of machine learning. As a method, the proposed SVM is applied in 42 gestures with new created dataset.



Fig. 1. 42 Kazakh dactyl alphabet

Methods and materials

Various features extraction and classification techniques used in SLR to achieve good results are discussed in review (Adeyanjua et al., 2021: 36). Another review (Cheok et al., 2019: 23) provides thorough the current methods used in recent hand gesture and sign language recognition research existing state-of-the-art SLR models over the past decade that facilitates a comprehensive overview of SLR and discusses the needs, challenges, and problems associated with SLR and suggests future directions.

LSTM RNN architecture for a wide range of modeling in sign language recognition has reviewed in (Bayegizova et al., 2022: 7). Adding a new layer to model, sign language is recognized with an accuracy of up to 98%. SMV to recognition Arabic sign language (ArSL) model achieved a recognition accuracy of 99% (Tharwat et al., 2015: 12). A similar research also used Kinect with the SVM classifier to develop Indian Sign Language Recognition (SLR) system that the recognition accuracy of 97.5. Also, SVM was implemented on a mobile application to recognize 16 ASL alphabets and achieved a recognition accuracy of 97.13% (Jin et al., 2016: 6). There are some papers (Joshi et al., 2020: 10, Barbhuiya et al., 2021: 19, Sharma et al., 2021: 12), that employed SVM as a classifier with better performance. The system (Alzohairi et al, 2018:7) includes object detection and classification stages. Support Vector Machine (SVM) that combines feature extraction and classification stages is proposed to constructively translate the detected hand gestures and Inception v3 and SVM, a vision-based ASL Translator is implemented.

There are few studies on Kazakh hand gesture recognition algorithms and methods. For instance, the work (Zholshiyeva et al., 2021: 8) proposes a CNN-based approach using advanced techniques and algorithms for hand gesture detection and recognition of Kazakh sign language. The results of the work (Kenshimov et al., 2021: 15) with updated 31 Kazakh gestures showed that the SVM, Random Forest and Extreme Gradient Boosting algorithms are superior in real-time performance, and the accuracy of the classification algorithms was, 98.68 % for Support Vector Machine, 98.86% for Random Forest and 98.54% for Extreme Gradient Boosting. The presented research work.

The research projects in Kazakh sign language translation systems not enough to complete whole presentation of KazSL. Duo to achieving of the goals of the paper is possible to use of machine learning methods.

Support Vector Machine (SVM)

Predictor algorithms used for sign language recognition are k-nearest neighbor (KNN), artificial neural network (ANN), support vector machine (SVM), hidden Markov model (HMM), convolutional neural network (CNN), fuzzy logic, and ensemble learning.

SVM is some of the simplest and arguably the most elegant method for classification. It takes the input and classifies them into different classes. SVM training algorithm builds a model to classify them into categories.

Each object is presented as a point in an n-dimensional space and the coordinates of this point are called the features. SVM perform the classification test by drawing a hyperplane that is a line in 2D or a plane 3D. SVM tries to find one that best separates the two categories in the sense that it maximizes the distance to points in either category. This distance is called the margin and that points that fall exactly on the margin are called the support vectors. To find this hyperplane the SVM requires a training dataset.

Classification is performed in SVM by differentiating two or more classes of data. This is done by determining the optimal hyperplane that separates all categories. When it is impossible to find a unique way to separate two classes in the input space, the classification can be performed using the kernel trick (figure 2).

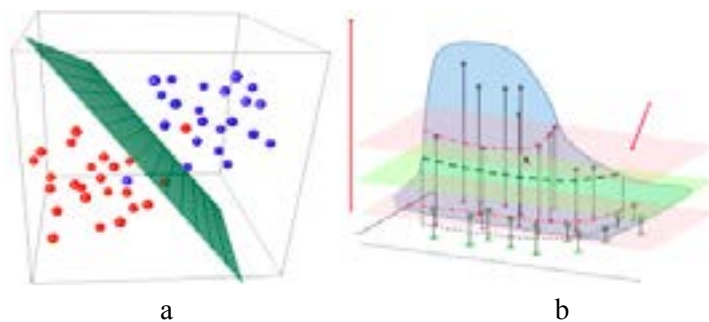


Fig. 2. Hyperplanes that separates all categories

SVM finds the best hyperplane by solving an optimization problem that attempts to increase the distance of the hyperplane from the classes while simultaneously trying to ensure the correct classification of many training examples. It is controlled by parameter C . When the value of C is small, a hyperplane with a large margin is selected at the expense of classifications that are more erroneous. Conversely, when C is large, the hyperplane of the smaller field is chosen, which attempts to correctly classify many more examples.

- Realization of SVM:
- Preparation of dataset.
- Feeding data to the fit function.

Calling predict to assign the correct category to a new object.

The biggest advantages of SVM is that it is easy to understand, implement use and interpret. Furthermore, the SVM classifier can be show high accuracy, works well with a large space and very little memory is used as a result.

Results

Proposed algorithm

The proposed algorithm uses dataset that is collected from live-stream images that taken with camera in real time for testing and solving fundamental problems. The details of the proposed algorithm are shown in Figure 3.

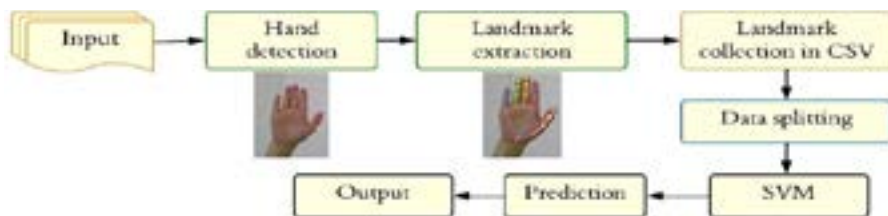


Fig. 3. Proposed algorithm

Dataset creation

MediaPipe Hands is a high-fidelity hand and finger tracking solution and it is used for creation of dataset. MediaPipe Hands (Lugaresi et al., 2019: 9) uses an ML pipeline consisting of several models that work together: a palm detection model that operates on the full image and returns a focused frame hand-bounding box. A hand orientation model that works with the cropped area of the image detected by the palm detector and returns high-quality 21 3D key points of the hand. Extracted key points are generated from the coordinates x, y, z (Zholshiyeva et al., 2022: 4).

At first is created the folders to save 42 classes of 42 Kazakh dactyl alphabet. After reading the 100 images for each class from the webcam, they are saved in the corresponding folders of each class (figure 4). After having the image, the Media Pipe is used to run through the dataset images to get the landmark of hand. Then read through each image in folder, then folder name of the label of that layer and function process each image to produce 21 landmark. At the end store data points and a dataset.csv file.



Fig. 4. Created dataset

Class detection

After data creating is proceed the recognition process. The dataset splits into train/test parts with ratio 80/20. SVM classifier is applied to recognize of KazSL as shown in figure 5.



Fig. 5. Detection of 42 classes

Quantitative analysis of the algorithm

To estimate the quality of proposed algorithm and for analyze the results for each data, precision, recall, f1-score, and accuracy are used.

To do measure the accuracy of model is to count of number of right answers and to express it as a portion of all the answers that are given. Accuracy given by the number of true positives and true negatives over the entire prediction set. Precision describes how accurate proposed model is of predicted positives, how many of them are actually positive.

Precision is a measure of how is guessed the label that is interested in positive case and is it calculated by dividing the number of correct positive by the entire positives.

Recall is like to precision, but it is different in that it takes the negative case. Recall is the metric model we will choose when there is a high cost associated with false negatives.

F1-score is defined to be harmonic mean between precision and recall. In addition, it asks how well the quality of predictions and how completely is predicted the labels from the dataset.

Table 1 shows the values of precision, recall and f1-score for each class, where all average are 99%.

Table 1 – Metrics for evaluating the quality

	precision	recall	f1-score
A	1.00	1.00	1.00
AE	1.00	1.00	1.00
B	1.00	1.00	1.00
C	1.00	1.00	1.00
CC	1.00	1.00	1.00
CH	1.00	1.00	1.00
D	1.00	1.00	1.00
E	1.00	1.00	1.00
EE	1.00	1.00	1.00
F	1.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00
GG	0.71	1.00	0.83
I	1.00	1.00	1.00
II	1.00	0.92	0.96
III	1.00	1.00	1.00
IO	1.00	1.00	1.00
J	1.00	1.00	1.00
JI	1.00	1.00	1.00
JU	1.00	1.00	1.00
K	1.00	0.99	0.99
KK	1.00	0.91	0.95
L	1.00	1.00	1.00
M	1.00	1.00	1.00
N	1.00	1.00	1.00
NN	1.00	1.00	1.00
O	1.00	1.00	1.00
OO	1.00	1.00	1.00
P	1.00	1.00	1.00
R	1.00	1.00	1.00
SH	1.00	1.00	1.00
SHS	1.00	1.00	1.00
T	1.00	1.00	1.00
U	1.00	0.98	0.99
UI	1.00	1.00	1.00
UU	1.00	1.00	1.00
V	1.00	1.00	1.00
X	1.00	1.00	1.00
Y	1.00	1.00	1.00
YA	1.00	1.00	1.00
YU	1.00	1.00	1.00
Z	1.00	0.82	0.90

H	1.00	1.00	1.00
accuracy			0.99
macro avg	0.99	0.99	0.99
weighted avg	0.99	0.99	0.99

A confusion matrix is used to describe the performance of a classification model (fig. 6). It is analyzed to better understand the types of errors allowed by the classifier. Based on the confusion matrix, is noted that SVM made some mistakes for dynamic signs, such as “K”, “K”, “F” and “3”.

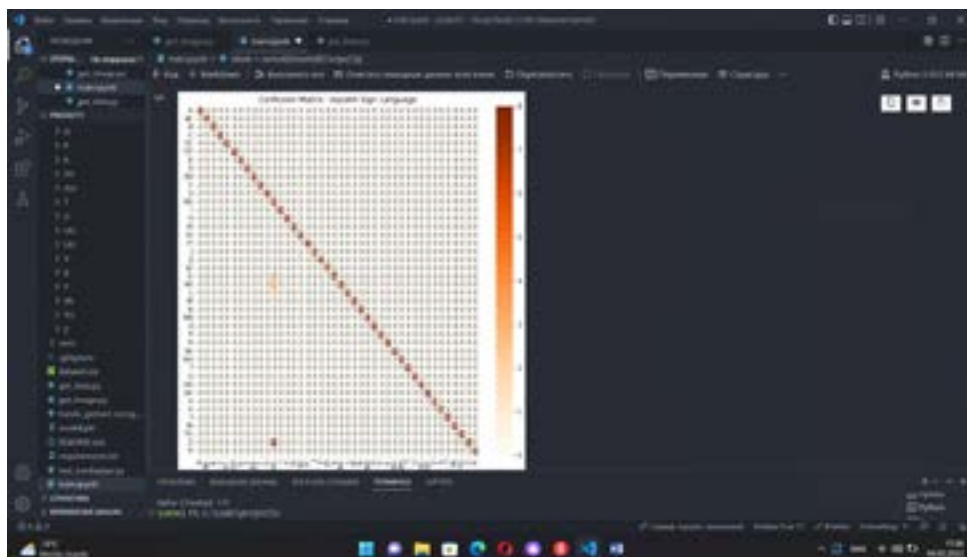


Fig. 6. Confusion matrix of Kazakh Sign language

Discussion

A real-time recognition model of the Kazakh dactyl sign language, consisting of a 42 dactyl alphabet presented in the paper are focused on real-time processing speed and get high percentage of recognition accuracy using machine learning methods. Results show that the algorithm SVM is was 99% accuracy. The SVM algorithm was also used in other researches (Bayegizova et al., 2022: 7; Tharwat et al., 2015: 22; Jin et al., 2016: 6; Joshi et al., 2020: 10; Barbhuiya et al., 2021: 19; Sharma et al., 2021: 12) to recognition several sign languages. The authors (Kenshimov et al., 2021:15) was compare three machine learning algorithms and was performed the average accuracy of the SVM algorithm with 98.68% correct recognition for 31 Kazakh dactyl alphabet. Our real-time recognition was performed by 42 Kazakh dactyl alphabet and get higher percentage of recognition accuracy with SVM. Moreover, real-time execution speed of SVM was a high indicator.

The percentage of dynamic gestures recognition was lower than static gestures.

According to the dictionary for hearing-impaired citizens in Kazakhstan (Ergaliyeva et al., 2005: 401) and KRSL-Online School dataset (Mukushev et al., 2022: 5), that is actual next deep research and automatization of dynamic gestures of Kazakh sign language.

Conclusion

In this research, the Kazakh sign language recognition model based on SVM is presented. The dataset of more than 4200 images with 42 classes are formed and Framework Media Pipe is used to get landmarks for dataset acquisition.

The result shows that the accuracy of the proposed model improves to 99%. Although, the dataset is not large enough, but results were accurate. However, the dynamic gestures recognition is lower than static gestures.

In the future, the research can be extended by introducing static, dynamic Kazakh gestures detection in real time using neural networks to increase the efficiency of calculations.

REFERENCES

Adeyanjua I.A., Bello O.O., Adegboyea M.A., 2021 — *Adeyanjua I.A., Bello O.O., Adegboyea M.A.* Machine learning methods for sign language recognition: A critical review and analysis. Intelligent systems with applications. 12. 200056, <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200056> (in Eng.).

Alzohairi R., Alghonaim R., Alshehri W., Aloqeely S., Alzaidan M. and Bchir O., 2021 — *Alzohairi R., Alghonaim R., Alshehri W., Aloqeely S., Alzaidan M. and Bchir O.* Image based arabic sign language recognition system. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 9(3) (in Eng.).

Barbhuiya A.A., Karsh R.K. & Jain R., 2021 — *Barbhuiya A.A., Karsh R.K. & Jain R.* CNN based feature extraction and classification for sign language. Multimedia Tools and Applications, 80(2). 3051– 3069. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09829-y>. (in Eng.).

Bayegizova A., Murzabekova G., Ismailova A., Aitimova U., Mukhanova A., Beldeubayeva Z., Ainagulova A., Naizagarayeva A., 2022 — *Bayegizova A., Murzabekova G., Ismailova A., Aitimova U., Mukhanova A., Beldeubayeva Z., Ainagulova A., Naizagarayeva A.* Effectiveness of the use of algorithms and methods of artificial technologies for sign language recognition for people with disabilities. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4 (2 (118)). 25–31. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.26250> (in Eng.).

Cheok M.J., Omar Z. & Jaward M.H., 2019 — *Cheok M.J., Omar Z. & Jaward M.H.* A review of hand gesture and sign language recognition techniques. International Journal of Machine Learning and Cybernetics. 10(1). 131–153. <https://doi.org/10.1007/s13042-017-0705-5> (in Eng.).

Ergaliyeva A., Kanagatova A., 2005 — *Ergaliyeva A., Kanagatova A.* The world of gestures. Dictionary for hearing-impaired citizens in Kazakhstan. Almaty, “Umit”, 2005. –401 pages. ISBN 9965-9619-0-5 [Kol kozgalys alemi. Kazakhstandagy kabileti shekteuli adamdarga arnalgan sozdik] (in Kaz.).

Jin C.M., Omar Z. & Jaward M.H., 2016 — *Jin C.M., Omar Z. & Jaward M.H.* A mobile application of American Sign Language translation via image processing algorithms. In Proceedings of the 2016 IEEE region 10 symposium. TENSYP, 2016. Pp. 104–109. <https://doi.org/10.1109/TENCONSpring.2016.7519386> (in Eng.).

Joshi G., Singh S. & Vig R., 2020 — *Joshi G., Singh S. & Vig R.* Taguchi-TOPSIS based HOG parameter selection for complex background sign language recognition. Journal of Visual Communication and Image Representation, 71. Article 102834. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2020.102834> (in Eng.).

Kenshimov C., Buribayev Z., Amirgaliyev Y., Ataniyazova A., Aitimov A., 2021 — *Kenshimov*

C., Buribayev Z., Amirgaliyev Y., Ataniyazova A., Aitimov A. Sign language dactyl recognition based on machine learning algorithms. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (2 (112)). 58–72. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239253> (in Eng.).

Lugaresi C., Tang J., Nash H., McClanahan C., Uboweja E., Hays M., Zhang F., Chang C.-L., Yong M.G., Lee J., Chang W.-T., Hua W., Georg M., Grundmann M., 2019 — *Lugaresi C., Tang J., Nash H., McClanahan C., Uboweja E., Hays M., Zhang F., Chang C.-L., Yong M.G., Lee J., Chang W.-T., Hua W., Georg M., Grundmann M.* Mediapipe: a framework for building perception pipelines, arXiv preprint arXiv:1906.08172 (in Eng.).

Mukushev M., Kydyrbekova A., Kimmelman V., Sandygulova A., 2022 — *Mukushev M., Kydyrbekova A., Kimmelman V., Sandygulova A.* Towards Large Vocabulary Kazakh-Russian Sign Language Dataset: KRSL-OnlineSchool, Proceedings of the 10th Workshop on the Representation and Processing of Sign Languages (sign-lang@LREC 2022). Pp. 154–158 (in Eng.).

Sharma A., Badal T., Gupta A., Gupta A. & Anand A., 2021 — *Sharma A., Badal T., Gupta A., Gupta A. & Anand A.* An intelligent sign communication machine for people impaired with hearing and speaking abilities. *Communications in Computer and Information Science*, 1367. 75–86. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0401-0_6 (in Eng.).

Tharwat A., Gaber T., Hassanien A.E., Shahin M.K. & Refaat B., 2015 — *Tharwat A., Gaber T., Hassanien A.E., Shahin M.K. & Refaat B.* Siftbased arabic sign language recognition system. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 334. 359–370. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13572-430> (in Eng.).

Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Jambulova D., 2021 — *Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Jambulova D.* Hand Gesture Recognition Methods and Applications: A Literature Survey,” ICEMIS’21: The 7th International Conference on Engineering & MIS 2021, October 2021, Article No.: 11. Pp 1–8. <https://doi.org/10.1145/3492547.3492578>. (in Eng.).

Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R., 2022 — *Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R.* A Real-Time Approach to Recognition of Kazakh Sign Language. 2022 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan. 28–30 April. (in Eng.).

МАЗМҰНЫ

Ж.К. Абдугулова, Г.А. Ускенбаева, М.Н. Тлеген, А.К. Шукирова ҚҰБЫР ЖАБДЫҒЫНДА МАЙДЫ ҚЫЗДЫРУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ.....	5
Ж.С. Авкурова, С. Гнатюк, Л.М. Кыдыралина, Н.К. Курмангалиева АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ҚҰҚЫҚ БҰЗУШЫНЫ ЕРТЕ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ СӘЙКЕСТЕНДІРУДІҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ӘДІСІ.....	22
А. Бекарыстанкызы, Ө. Ж. Мамырбаев АГГЛЮТИНАТИВТІ ТІЛДЕРГЕ АРНАЛҒАН СӨЙЛЕУДІ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ТАҢУ ЖҮЙЕСІ.....	37
А.С. Еримбетова, Э.Н. Дайырбаева, Л. Черикбаева БИКУБТЫҚ ИНТЕРПОЛЯЦИЯҒА НЕГІЗІНДЕ СУРЕТТЕРГЕ ЖАСЫРЫН АҚПАРАТТЫ ЕНГІЗУ.....	50
М.Б. Есенова, Г.Б. Абдикеримова, А. Толстой, Ж.Б. Ламашева, А.А. Некесова БИДАЙДАҒЫ АРАМШӨПТЕР ОШАҒЫН АНЫҚТАУ ҮШІН ТЕКСТУРАЛЫҚ БЕЛГІЛЕР ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	64
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Р.К. Сенгирбаева НАҚТЫ УАҚЫТ РЕЖИМІНДЕ МЕДИАРИPE ЖӘНЕ SVM АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚ ҰМ ТІЛІН ТАҢУ.....	82
Ж.С. Иксебаева, К. Жетписов, А.Б. Медешова, И.М. Бапиев, Ж.Ж. Багисов ҒАЛЫМДАРДЫҢ ҒЫЛЫМИ ЖОБАЛАР БОЙЫНША ГРАНТТЫҚ ҚАРЖЫЛАНДЫРУҒА ҚАТЫСУҒА ӨТІНІМДЕРІН ДАЙЫНДАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІ.....	94
А.А. Иманберді, Р.Н. Молдашева ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИА ТАРАТУ ҮЛГІЛЕРІНЕ ШОЛУ.....	107
Г. Қалман, М.Ғ. Есмағанбет, М.М. Жаманкарин, А.И. Габдулина, Д.В. Плескачев КЛАСТЕРЛЕУ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП КОРЕФЕРЕНЦИЯН ШЕШУ.....	121

Қ.Т. Қырғызбай, Е.Х. Какимжанов ГАЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ГЕОДЕРЕКТЕР БАЗАСЫН ҚҰРУ ВІТСОІН ЖЕЛІСІНДЕГІ КҮДІКТІ ТРАНЗАКЦИЯЛАРДЫ АНЫҚТАУ.....	136
Ш.Ж. Мусиралиева, М.Ж. Шайзат, А.К. Бекетова, Е. Абайұлы, А.Б. Манасова ВІТСОІН ЖЕЛІСІНДЕГІ КҮДІКТІ ТРАНЗАКЦИЯЛАРДЫ АНЫҚТАУ.....	154
А.Ұ. Мұхиядин, Ұ.Т. Махажанова, М.У. Мукашева, А.А. Муханова АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙДА ҚАШЫҚТАН ОҚЫТУДА ЭКСПЕРИМЕНТТЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ.....	170
А.Б. Тоқтарова, Б.С. Омаров, Г.Н. Казбекова, С.А. Мамиков, Ф.Е. Темірбекова ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІДЕГІ ҚАЗАҚ ТІЛДІ БЕЙӘДЕП СӨЗДЕР ҚОРЫН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДА ЖИНАҚТАУ.....	191
А.Ә. Шекербек, Г.Б. Абдикеримова, Ж.Б. Ламашева, М.Г. Байбулова, А.К. Токкулиева ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМІМЕН РЕНТГЕНДІК КЕСКІННІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ.....	204
Э.Э. Эльдарова JPEG2000 ҚЫСУЫНАН KEЙІН ЦИФРЛІК БЕЙНЕЛЕРДІҢ ВИЗУАЛДЫ САПАСЫН ЖАҚСАРТУ.....	228

СОДЕРЖАНИЕ

Ж.К. Абдугулова, Г.А. Ускенбаева, М.Н. Глеген, А.К. Шукирова АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДОГРЕВА НЕФТИ НА ТРУБОПРОВОДНОМ ОБОРУДОВАНИИ.....	5
Ж.С. Авкурова, С.А. Гнатюк, Л.М. Кыдыралина, Н.К. Курмангалиева ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ НАРУШИТЕЛЯ В ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....	22
А. Бекарыстанқызы, О. Ж. Мамырбаев ИНТЕГРАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СЛИТНОЙ РЕЧИ ДЛЯ АГГЛЮТИНАТИВНЫХ ЯЗЫКОВ.....	37
А.С. Еримбетова, Э.Н. Дайырбаева, Л. Черикбаева ВНЕДРЕНИЕ СКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИЗОБРАЖЕНИИ НА ОСНОВЕ БИКУБИЧЕСКОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ.....	50
М.Б. Есенова, Г.Б. Абдикеримова, А. Толстой, Ж.Б. Ламашева, А.А. Некесова ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ТЕКСТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОЧАГОВ СОРНЫХ ТРАВ ПШЕНИЦЫ.....	64
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Р.К. Сенгирбаева РАСПОЗНАВАНИЕ КАЗАХСКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MEDIAPIPE и SVM.....	82
Ж.С. Иксебаева, К. Жетписов, А.Б. Медешова, И.М. Бапиев, Ж.Ж. Багисов ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ЗАЯВОК ДЛЯ УЧАСТИЯ В ГРАНТОВОМ ФИНАНСИРОВАНИИ УЧЕНЫХ ПО НАУЧНЫМ ПРОЕКТАМ.....	94
А.А. Иманберді, Р.Н. Молдашева ОБЗОР МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ.....	107

Г. Қалман, М.Ғ. Есмағанбет, М.М. Жаманқарин, А.Г. Габдулина, Д.В. Плескачев РЕШЕНИЕ КОРЕФЕРЕНЦИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КЛАСТЕРИЗАЦИИ.....	121
Қ.Т. Қырғызбай, Е.Х. Какимжанов СОЗДАНИЕ БАЗЫ ГЕОДАНЫХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ О МЕТОДЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДОЗРИТЕЛЬНЫХ ТРАНЗАКЦИЙ В БИТКОИН СЕТИ.....	136
Ш.Ж. Мусиралиева, М.Ж. Шайзат, А.К. Бекетова, Е. Абайұл, А.Б. Манасова О МЕТОДЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДОЗРИТЕЛЬНЫХ ТРАНЗАКЦИЙ В БИТКОИН СЕТИ.....	154
А.Ұ. Мұхиядин, У.Т. Махажанова, М.У. Мукашева, А.А. Муханова ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ЭКСТРЕННОМ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ.....	170
А.Б. Токтарова, Б.С. Омаров, Г.Н. Казбекова, С.А. Мамиков, Ф.Е. Темирбекова СБОР БАЗЫ ДАННЫХ О ЯЗЫКЕ НЕНАВИСТИ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	191
А.А. Шекербек, Г.Б. Абдикеримова, Ж.Б. Ламашева, М.Г. Байбулова, А.К. Токкулиева КЛАССИФИКАЦИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	204
Э.Э. Эльдарова УЛУЧШЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСЛЕ СЖАТИЕ JPEG2000.....	228

CONTENTS

J.K. Abdugulova, G.A. Uskenbayeva, M.N. Tlegen, A.K. Shukirova AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF HEATING OIL PIPELINE EQUIPMENT.....	5
Z. Avkurova, S. Gnatyuk, L. Kydyralina, N. Kurmangaliev THE INTELLECTUALIZED METHOD OF EARLY DETECTION AND IDENTIFICATION OF THE VIOLATOR IN INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS.....	22
A. Bekarystankyzy, O. Zh. Mamyrbayev INTEGRATED AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION SYSTEM FOR AGGLUTINATIVE LANGUAGES.....	37
A. Yerimbetova, E. Daiyrbayeva, L. Cherikbayeva EMBEDDING HIDDEN INFORMATION IN IMAGES BASED ON BICUBIC INTERPOLATION.....	50
M. Yessenova, G. Abdikerimova, A. Tolstoy, Zh. Lamasheva, A. Nekessova APPLICABILITY OF TEXTURE IMAGE ANALYSIS METHODS FOR DETECTION OF WHEAT WEED POCKS.....	64
L. Zholshiyeva, T. Zhukabayeva, Sh. Turaev, M. Berdieva, R. Sengirbayeva REAL-TIME KAZAKH SIGN LANGUAGE RECOGNITION USING MEDIAPIPE AND SVM.....	82
Zh.S. Ixebayeva, K. Jetpisov, A.B. Medeshova, I.M. Bapiyev , Zh.Zh. Bagisov AN INFORMATION SYSTEM FOR THE PREPARATION OF APPLICATIONS FOR PARTICIPATION IN GRANT FUNDING OF SCIENTISTS IN SCIENTIFIC PROJECTS.....	94
A. Imanberdi, R. Moldasheva REVIEW OF MODELS OF DISSEMINATION OF INFORMATION IN SOCIAL NETWORKS.....	107
G. Kalman, M.G. Esmaganbet, M.M. Zhamankarin, A.I. Gabdulina, D.V. Pleskachev COREFERENCE SOLUTION USING THE CLUSTERING METHOD.....	121

K. Kyrgyzbay, E. Kakimzhanov CREATION OF A GEODATABASE OF ALMATY REGION BASED ON GIS TECHNOLOGIES.....	136
Sh. Mussiraliyeva, M. Shaizat, A. Beketova, Y. Abayuly, A. Manassova IDENTIFICATION OF SUSPICIOUS TRANSACTIONS IN THE BITCOIN NETWORK.....	154
A. Mukhiyadin, U. Makhazhanova, M. Mukasheva, A. Mukhanova INFORMATION TECHNOLOGIES AS A MEANS OF EXPERIMENTAL DATA ANALYSIS IN EMERGENCY DISTANCE LEARNING.....	170
A.B. Toktarova, B.S. Omarov, G.N. Kazbekova, S.A. Mamikov, F.E. Temirbekova COLLECTING HATE SPEECH DATABASE ON SOCIAL NETWORK IN KAZAKH LANGUAGE BY USING MACHINE LEARNING.....	191
A. Shekerbek, G. Abdikerimova, Zh. Lamasheva, M. Baibulova, A. Tokkulyeva CLASSIFICATION OF X-RAY IMAGES USING THE DEEP LEARNING ALGORITHM.....	204
E.E. Eldarova IMPROVING THE VISUAL QUALITY OF DIGITAL IMAGES AFTER JPEG2000 COMPRESSION.....	228

**Publication Ethics and Publication Malpractice
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)

Заместитель директора отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жалиқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 30.03.2023.

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

15,5 п.л. Тираж 300. Заказ 1.