

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

**SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

3 (351)

JULY – SEPTEMBER 2024

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 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 Галимкаир 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/>

UDC 004.93'1

**Zh. S. Mutalova^{1*}, A.G. Shaushenova¹, G.O. Issakova¹, A.A. Nurpeisova¹,
M.B. Ongarbayeva², G.A. Abdygalikova¹ 2024.**

¹NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University»,
Astana, Kazakhstan;

²International Taraz Innovative Institute named after Sh. Murtaza,
Taraz, Kazakhstan.

*E-mail: zhazira77@mail.ru

THE METHOD FOR RECOGNIZING A PERSON FROM A FACE IMAGE BASED ON MOVING A POINT ALONG GUIDES

Mutalova Zhazira – Master of Technical Sciences, Doctoral student, Department of Information Systems, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan, E-mail: zhazira77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9912-5978>;

Shaushenova Anargul – Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Information Systems, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan, E-mail: shaushenova_78@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3164-3688>;

Issakova Gulnur – Ph.D., Lecturer, Department of Information Systems, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan; E-mail: is_gul_oral@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

Nurpeisova Ardak – Ph.D., Lecturer, Department of Information Systems, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan, E-mail: naa11317@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Ongarbayeva Maral – Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Information and Communication Technologies, International Taraz Innovative Institute named after Sh. Murtaza, Taraz, Kazakhstan, E-mail: omb101101@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0698-666X>;

Abdygalikova Gulnar – Ph.D., Lecturer, Department of Information Systems, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan, E-mail: g.abdygalikova@kazatu.kz; <https://orcid.org/0009-0007-1834-2614>.

Abstract. The article investigates the features of methods of human recognition by face image and presents a comparative analysis of these methods. The purpose of the article is to analyze the existing methods of human recognition by face image, to study the existing approaches to the formation of digital models and features of the algorithmization of recognition processes, to assess trends and prospects for the development of a new method of face recognition. The identified features of the recognition methods allowed us to build an information model that displays the basic methods, the features of each method and the issues that still remain unresolved. The main line of research focuses on describing the

human face with points that can act as anchors for comparison and subsequent development of a numerical model. The main features of human face detailing for subsequent identity analysis are identified. A method describing the change of motion of fixed points (anchors) by vectors passing along some analyzed area on the face is proposed. As an example, a three-guide approach is presented, where the observation is performed on three points sliding along the vectors. In the final section on the results of the study, the authors highlight the basic aspects of the developed method and present the results of a computer experiment analyzing the motion of the point along the vectors. Further, the changes in the position of the point during mimic reactions are considered and a digital model of the area with the possibility of taking into account illumination is built. The result processing operation is performed in less than 0.001s, which allows us to speak about a positive result with minimization of time loss during calculations.

Key words: vector enumeration, face area model, basic algorithm, recognition information model.

**Ж.С. Муталова^{1*}, А.Г. Шаушенова¹, Г.О. Исакова¹, А. Нүрпейісова¹,
М.Б. Оңғарбаева², Г.А. Әбдіғалықова¹**

¹«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті»
КеАҚ, Астана, Қазақстан;

²Ш. Мұртаза Атындағы Халықаралық Тараз Инновациялық Институты,
Тараз, Қазақстан.

*E-mail: zhazira77@mail.ru

НҮКТЕНІ БАҒЫТТАУШЫЛАР БОЙЫМЕН ЖЫЛЖЫТУ НЕГІЗІНДЕ АДАМДЫ БЕТ БЕЙНЕСІ АРҚЫЛЫ ТАҢУ ӘДІСІ

Муталова Жазира Сатқанқызы – «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, техникалық ғылымдар магистрі, Астана, Қазақстан, E-mail: zhazira77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9912-5978>;

Шаушенова Анаргүл Гимранқызы – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ ақпараттық жүйелер кафедрасының меңгерушісі, Астана, Қазақстан, E-mail: shaushenova_78@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3164-3688>;

Исакова Гүлнұр Оралбайқызы – PhD, ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан, E-mail: is_gul_oral@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

Нүрпейісова Ардақ Алданышқызы – PhD, ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан E-mail: naa11317@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Оңғарбаева Марал Бүркітбайқызы – п.ғ.к., доцент, Ш.Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институтының ақпараттық-коммуникациялық технологиялар кафедрасының меңгерушісі, Тараз, Қазақстан, E-mail: omb101101@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0698-666X>;

Әбдіғалықова Гүлнар Ахмадиевна – педагогика ғылымдарының кандидаты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан, E-mail: g.abdygalikova@kazatu.kz; <https://orcid.org/0009-0007-1834-2614>.

Аннотация. Мақалада адамды бет бейнесінен тану әдістерінің ерекшеліктері қарастырылған және осы әдістердің салыстырмалы талдауы берілген. Мақаланың мақсаты-бетті бейнелеу арқылы адамды танудың қолданыстағы әдістерін талдау, цифрлық модельдерді қалыптастырудың қолданыстағы тәсілдерін және тану процестерін алгоритмдеудің ерекшеліктерін зерттеу, бетті танудың жаңа әдісін жасау үшін даму тенденциялары мен перспективаларын бағалау. Тану әдістерінің анықталған ерекшеліктері негізгі әдістерді, әрбір әдістің ерекшеліктерін және әлі де шешімін таппаған мәселелерді көрсететін ақпараттық модельді құруға мүмкіндік берді. Зерттеудің негізгі бағыты адамның бет әлпетін нүктелермен сипаттауға бағытталған, бұл сандық модельді салыстыру және одан әрі дамытуда якорь рөлін атқара алады. Сәйкестікті әрі қарай талдау үшін адам бетінің егжей-тегжейлі негізгі ерекшеліктері анықталды. Беттегі кейбір талданатын аймақ арқылы өтетін векторлар бойынша бекітілген нүктелердің (якорьлердің) қозғалысының өзгеруін сипаттайтын әдіс ұсынылған. Мысал ретінде векторлар бойынша жылжитын үш нүкте арқылы бақылау жүргізілетін үш бағыттағышты қолданатын тәсіл келтірілген. Зерттеу нәтижелері бойынша қорытынды бөлімде авторлар әзірленген әдістің негізгі аспектілерін, сондай-ақ нүктенің векторлар бойынша қозғалысын талдау арқылы компьютерлік эксперименттің нәтижелерін ұсынады. Әрі қарай мимикалық реакциялары кезінде нүктенің орнындағы өзгерістер қарастырылады және жарықтандыруды есепке алу мүмкіндігімен аймақтың цифрлық моделі құрастырылады. Нәтижені өңдеу операциясын орындау 0,001 с-тан аз уақыт ішінде жүзеге асырылады, бұл есептеулер кезінде жұмсалатын уақытты азайтуда оң нәтиже алуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: векторлық санау, бет аймағы моделі, негізгі алгоритм, танудың ақпараттық моделі, якорь, тұлғаны сәйкестендіру.

**Ж.С. Муталова^{1*}, А.Г. Шаушенова¹, Г.О. Исакова¹, А.А. Нурпейсова¹,
М.Б. Онгарбаева², Г.А. Абдыгаликова¹**

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Астана, Казахстан;

²Международный Таразский инновационный институт имени Ш. Муртазы, Тараз, Казахстан.

*E-mail: zhazira77@mail.ru

МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА НА ОСНОВЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОЧКИ ПО НАПРАВЛЯЮЩИМ

Муталова Жазира Саткановна - магистр технических наук, докторант кафедры информационных систем, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Астана, Казахстан, zhazira77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9912-5978>;

Шаушенова Анаргул Гимрановна – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой информационных систем, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, E-mail: shaushenova_78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3164-3688>;

Исакова Гульнур Оралбаевна - PhD, старший преподаватель кафедры информационных систем, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, E-mail: is_gul_oral@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

Нурпейсова Ардак Алданышовна - PhD, старший преподаватель кафедры информационных систем, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, E-mail: naa11317@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Онгарбаева Марал Буркитбаевна - кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой информационно-коммуникационных технологий, Международный Таразский инновационный институт имени Ш. Муртазы, Тараз, Казахстан; E-mail: omb101101@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0698-666X>;

Абдыгаликова Гульнар Ахмадиевна - кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры информационных систем, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан; E-mail: g.abdygalikova@kazatu.kz; <https://orcid.org/0009-0007-1834-2614>.

Аннотация: В статье исследованы особенности методов распознавания человека по изображению лица и представлен сравнительный анализ этих методов. Целью статьи является анализ существующих методов распознавания человека по изображению лица, изучению существующих подходов к формированию цифровых моделей и особенностей алгоритмизации процессов распознавания, оценка тенденций и перспектив развития для разработки нового метода распознавания лиц. Выявленные особенности методов распознавания позволили построить информационную модель, которая отображает базовые методы, особенности каждого метода и вопросы, которые все еще остаются нерешенными. Основное направление исследований сосредоточено на описании человеческого лица точками,

которые могут выступать якорями для сравнения и последующей разработки цифровой модели. Определены основные особенности детализации человеческого лица для последующего анализа идентичности. Предложен метод, описывающий изменение движения зафиксированных точек (якорей) по векторам, проходящим по некоторому анализируемому участку на лице. В качестве примера представлен подход с использованием трех направляющих, где наблюдение проводится по трем точкам, скользящим по векторам. В итоговом разделе по результатам исследования авторы освещают базовые аспекты разработанного метода, а также приводят результаты компьютерного эксперимента с анализом движения точки по векторам. Далее рассматриваются изменения позиции точки при мимических реакциях и строится цифровая модель участка с возможностью учета освещенности. Выполнение операции обработки результата проводится менее, чем за 0,001с, что позволяет говорить о положительном результате с минимизацией потерь времени при расчетах.

Ключевые слова: перебор векторов, модель участка лица, базовый алгоритм, информационная модель распознавания, якорь, идентификация лиц.

Введение. Актуальность исследования обусловлена тем, что все большее распространение получают системы идентификации человека по биометрическим показателям с созданием цифровой модели соответствия. Растущая угроза терроризма, совершенствование систем защиты социальной и критической инфраструктуры, выдвигают требования минимизации точек сравнения лиц на изображении при одновременном повышении оперативности обработки информации.

Биометрические системы основаны на анализе индивидуальных характеристик. Лицо каждого человека индивидуально, а сравнение лиц на изображениях не требует какого-либо дорогого оборудования. Однако недостатком является то, что сравнение лиц не дает абсолютно точного ответа, что заставляет подтверждать идентификацию дополнительными методами.

Основной проблемой распознавания человека по изображению лица является построение адекватной цифровой модели соответствия по минимально возможному количеству точек. Такая задача не имеет точного аналитического решения, но может быть решена с помощью математических моделей и адаптивных алгоритмов. Все указанное подтверждает актуальность исследования данной темы.

Краткий обзор литературы по анализу и методам распознавания человека по изображению лица. Человеческое лицо динамично, поэтому сложно создать цифровую модель соответствия, отражающую ряд эмоций или микровыражений. Обычно анализ выражений лица проводится с использованием изображений высокого разрешения, что является идеальным случаем. Часто изображение лица сложно определить через использование

недорогих камер наблюдения или нечетких снимков (Sharma, et al., 2022). Как отмечают (Al Qudah et al. 2023), проводились исследования по определению точек на лице человека, которые позволяют определить соответствие изображения в аффективных состояниях. Но лишь немногие исследования останавливались на точках, сосредоточенных в области волос на лице, присутствия очков. В итоге авторы сосредоточились на шести точках – лоб, кончик носа, щеки, рот, подбородок, т.е. участках, свободных от волос и очков.

Другие авторы (Viswanath Reddy, et al., 2021) сосредоточились на изучении черт лица, как уникального отображения эмоций. Однако выделение черт лица, способствующих быстрому и точному распознаванию образов в момент эмоций, требуют фиксирования множества точек, расположенных по всему лицу. Причем эти точки будут различными при счастье, удивлении, отвращении, печали, гневе и страхе. Предложенные указанными авторами методы сегментации лица на сектора по видам эмоций оцениваются далее по традиционным алгоритмам идентификации лиц и требуют значительных затрат времени.

В работе исследователей (Wang, et al. 2022) предлагается подход к автоматизированному сравнению изображения лица по векторам. Для этого используются четыре базовых алгоритма: по вектору идентификации в комплексе с вероятностным линейным дискриминантным анализом, по вектору временной сети, многоуровневому восприятию и вектору машинного обучения. Высокая точность данного подхода минимизируется чрезвычайной сложностью вычислений.

Целью статьи является анализ существующих методов распознавания человека по изображению лица, изучению существующих подходов к формированию цифровых моделей и особенностей алгоритмизации процессов распознавания, оценка тенденций и перспектив развития для разработки нового метода распознавания лиц.

Целью статьи является разработка основ нового метода распознавания лиц по изображению на основе анализа современных методов и подходов к формированию цифровых моделей и особенностей алгоритмизации процессов идентификации лица человека по изображению.

Гипотезы исследования:

H1 – существующие методы распознавания человека по изображению лица становятся более сложными, однако задача минимизации затрат времени остается нерешенной;

H2 – количество точек сравнения для анализа изображения лица возрастает;

H3 – математический аппарат процедуры распознавания остается практически без изменений;

H4 – идентификацию лиц по изображению можно провести посегментно, изучая движение одной или нескольких точек по векторам в зависимости от мимических изменений.

Методы и материалы. Достижение целей статьи возможно за счет использования таких методов исследования, как: анализ и синтез существующих методов распознавания, сравнения существующих подходов к распознаванию человека по изображению лица, расчетно-аналитического и графического методов для представления разработанного подхода к распознаванию лица, компьютерного моделирования с предоставлением цифровой модели.

Работа была выполнена в НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина». Авторы статьи опирались на существующие зарубежные разработки, а также изучение технического решения бизнесменов Казахстана «Verigram» по распознаванию изображений лица на документах, которая опередили подобные исследования китайских ученых (Nguyen, et al., 2019). Однако, следует отметить, что кроме сайта <https://verigram.ai/> (Рис. 1), в научных публикациях данная разработка не представлена.

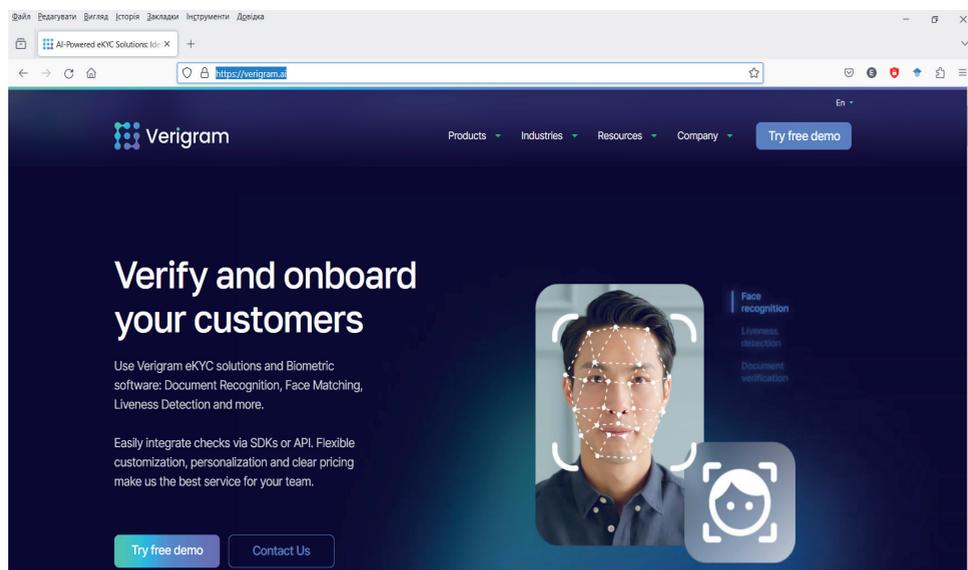


Рисунок 1. Общая концепция верификации пользователей по изображению на сайте Verigram.

Данное исследование базируется на анализе публикаций, связанных с методами распознавания человеческого образа по изображению (фото, видео, рисунок). В исследовании также использованы материалы официального сайта проекта «Verigram». В совокупности на основе этих материалов был проведен сравнительный анализ с выделением особенностей каждого из современных базовых методов распознавания лиц по изображению. По итогам сравнительного анализа с использованием метода, основанного

на движении по векторам. Программная реализация модели выполнена в приложении, созданном на языке программирования C++.

Существующие системы распознавания лиц по изображению используют математические основы каскадов Хаара (Kar, 2020) и гистограммы направленных градиентов (Nadikattu, et al., 2020). Базисом таких методов являются функции, которые созданы вручную на основе анализа множества изображений. С помощью этих методов невозможно адекватно синтезировать изображение, которое было получено при неблагоприятных факторах (засвечено, затемнено, муар) (Lakshmanan, et al., 2023). В последние годы развитие глубокого компьютерного обучения позволило повысить точность распознавания лиц. Однако проблема идентификации лиц, которые на снимках или видео представлены с маленьким разрешением, изменениями в масштабе, в зависимости от позиции человека на фото, размытых или закрытых лиц на фотографии, остается нерешенной (Mamieva et al., 2023).

Самые последние публикации китайских ученых (Ju, et al., 2023) предлагают проводить распознавание лица с использованием оценочной функции Гаусса для создания генератора тепловых карт, которые позволяют более точно исследовать изображение. Изучение лица проводится по слоям с учетом ряда критериев или, иначе, якорей. Однако такие якоря дают избыточную информацию, кроме того, значения якорей при положительных, отрицательных и равнодушных эмоциях. Поэтому вторым этапом распознавания при данном методе остается экспертная оценка результата. Тем не менее работы с изучением наборов данных, таких как WIDER FACE и FDDB, продолжают использоваться для создания функций описания человеческого лица (Mamieva, et al., 2023). С большими наборами данных для глубокого обучения работают системы распознавания образов на основе искусственного интеллекта (Nguyen et al., 2019). Следует отметить, что объемы алгоритмов машинного обучения постоянно растут, их возможности через фреймворки и библиотеки расширяются.

По пути создания модели человеческого зрения пошли ученые (Palmer, et al. 2022) из департамента психологии национального университета Сингапура. Их подход с помощью 3D-рендеринга изолировать затемнение лица, а затем смоделировать освещение таким образом, чтобы увидеть человеческое лицо под разными углами, позволяет не только отличать лица от других объектов, но и провести распознавание. Само же распознавание проводится по точкам над бровями, по асимметрии, контрастному изменению освещения при мимике или эмоциям. Следует отметить, что метод моделирования человеческого зрения не новый (Lewis & Ellis, 2003; Vijaya & Shafi, 2021), однако его развитие дает варианты решений для последующего применения в машинном обучении.

В распознавании человеческого лица используются также подходы по анализу цветового спектра на основе гибридного подхода, который сочетает в себе нормализованный RGB и пространственный цвет YCbCr. (Hosni &

Mengash, 2020), применения для идентификации лица сквозной обучаемой сверточной сети для обнаружения и распознавания лиц с матрицей геометрического преобразования для выравнивания лица с последующим распознаванием (Zhang & Chi, 2020), с акцентом на локализацию ориентиров лица (Pan, et al., 2022).

Следует отметить, что и якоря или точки, на которых базируется сравнительный процесс распознавания лица, и карта признаков, служащая для той же цели, в своей основе использует искусственный интеллект, который по генерируемым алгоритмам векторами выстраивает цифровую модель лица (Chen, et al., 2021). Некоторые алгоритмы используют в своей основе свертку нескольких уровней, которая в итоге позволяет получить точные данные (Gao, & Yang, 2021), но имеет сложность в математических расчетах и высокие временные затраты.

Кроме того, некоторые основные алгоритмы, такие как алгоритм многозадачных каскадных сверточных нейронных сетей (MTCNN), не могут обнаружить и исправить проблемы изображения нескольких лиц. Особенно эта проблема проявляется, если изображение представлено в низком разрешении, а лица расположены под разными углами. Предложенный (Guo, et al. 2022) алгоритм Multi-face-MTCNN позволяет построить модель лица даже при перекрытии лиц, но при этом производительность улучшается только на 1,7%.

Алгоритмы, основанные на выборке «вы только один раз посмотрите» (YOLO) обнаруживает сходные черты и частично указывает эмоции (Ayo, et al., 2022), но незначительная выборка тестирования не дает оснований для однозначного ответа в отношении его эффективности.

В последнее время подобные алгоритмы реализуются как веб-приложения (Agora, et al., 2022). Это обусловлено тем, что пользователь может выбирать алгоритм обработки изображения согласно поставленным задачам, а также возможностью доступа к различным базам для сравнения полученных результатов. Однако практически все перечисленные алгоритмы оперируют направлениями, по которым осуществляется движение по векторам, позволяющее описать лицо человека с возможными мимическими изменениями и на основе созданной цифровой модели провести идентификацию по отдельным точкам.

Результаты. Сравнительная характеристика методов распознавания человека по изображению лица. На основе проведенного анализа научных публикаций представим сравнительную характеристику методов распознавания человека по изображению лица (Табл. 1).

Табл. 1 – Сравнительная характеристика методов распознавания человека по изображению лица

| Метод распознавания | Основные характеристики | Отрицательные стороны метода | Базовый алгоритм реализации | Пред-ставители научной среды |
|---|--|---|---|---|
| Построение цифровой модели соответствия изображения реальному человеку с отражением эмоций и микровыражений. | Определяются точки на лице человека для сопоставления выражения лица при различных аффективных состояниях. Изучаются шесть точек – лоб, кончик носа, щеки, рот, подбородок. | Высокие затраты времени на обработку результатов. | Движение по векторам | Al Qudah M., Mohamed A., Lutfi S. |
| Изучение черт лица по установленным точкам с выделение секторов идентификации. | Сегментация лица на секторы по видам эмоций с последующей оценкой изображения по традиционным алгоритмам идентификации лиц. | Высокие затраты времени на обработку результатов. | Движение по векторам | Viswanath Reddy D. A., Aswini Reddy A., Bindyashree C. A. |
| Сравнение лиц по точкам, через которые строятся вектора движения возможного отображения эмоционального состояния. | Используется четыре базовых алгоритма: по вектору идентификации с вероятностным линейным дискриминантным анализом, по вектору временной сети, многоуровневому восприятию и вектору машинного обучения. | Сложность расчётов. | Движение по векторам, алгоритмы глубокого машинного обучения. | Wang Q., Wang M., Yang Y., Zhang X. |
| Метод с использованием каскадов Хаара и гистограмм направленных градиентов. | Функции для расчетов создаются вручную на основе анализа множества изображений. | Предварительная обработка множества изображений для создания функций. | Алгоритмы глубокого машинного обучения. | Nadikattu et al., Kar K., Lakshmanan et al., Mamieva et al. |
| Распознавание лица с использованием оценочной функции Гаусса для создания генератора тепловых карт. | Изучение лица проводится по слоям с учетом ряда критериев или, иначе, якорей. Вторым этапом распознавания при данном методе остается экспертная оценка результата. | Избыточная информация, которую необходимо исключать из расчетов. | Алгоритмы искусственного интеллекта. | Ju L., Kittler J., Rana M. A., Yang W., Feng Z. |

| | | | | |
|---|--|--|--------------------------------------|---|
| Метод сравнения на основе наборов данных. | Использование наборов данных WIDER FACE и FDDB. | Обработка массивов больших данных, присутствие неструктурированных данных. | Алгоритмы искусственного интеллекта. | Mamieva et al., Nguyen G. et al. |
| Метод отображения человеческого взгляда при распознавании лица человека. | Использование 3D-рендеринга с последующим моделированием освещения под разными углами человеческого лица. | Высокие затраты времени на обработку результатов. | Алгоритмы искусственного интеллекта | Palmer C. J., Goddard E., Clifford C. W. G., Lewis & Ellis, Vijaya & Shafi. |
| Метод анализа цветового спектра на основе гибридного подхода с цветами RGB и YCbCr. | Использование обучаемой сверточной сети для обнаружения и распознавания лиц с матрицей геометрического преобразования. | Высокие затраты времени на обработку результатов. | Алгоритмы искусственного интеллекта. | Hosni & Mengash, Zhang & Chi, Pan et al., Chen et al., Gao & Yang, Guo Q., Wang Z., Fan D., Wu H., Ayo et al. |

На основе представленной сравнительной таблицы можно представить информационную модель методологии распознавания человека по изображению лица. Информационная модель, в данном случае, отражает практическое решение вопроса по использованию различных методов распознавания в зависимости от эффективности применения, а также позволяет выделить основные нерешенные проблемы каждого из методов (Рис. 2).

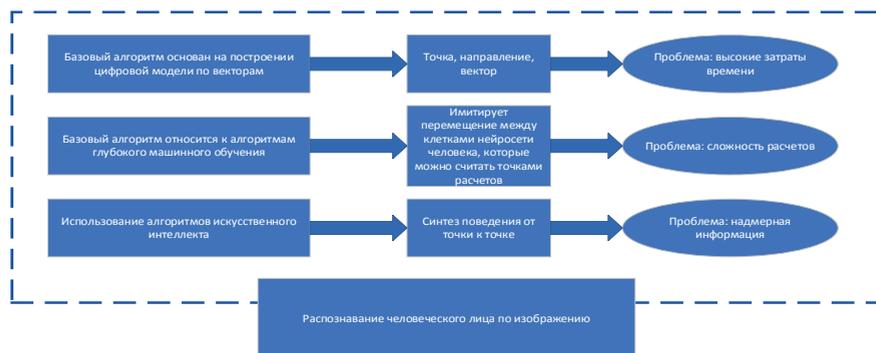


Рис. 2. Информационная модель методологии распознавания человека по изображению лица с выделением основной нерешенной проблемы каждого из методов

Как вытекает из информационной модели (Рис. 2), основой идентификации лиц остается анализ определенных точек на человеческом лице, которые позволяют дать утвердительный ответ об идентичности. Детализация подобного подхода возможна с помощью математического аппарата, описывающего изменение движения зафиксированных точек (якорей) по векторам, проходящим по некоторому анализируемому участку на лице. Принимается, что точки движутся по вектору в заданном направлении в зависимости от эмоционального состояния человека. Например, это может быть движение мимических или жевательных мышц. В качестве примера такого подхода предлагается рассмотреть подход с использованием трех направляющих, где наблюдение проводится по трем точкам, скользящим по векторам.

Разработка метода трех направляющих и трех точек, которые при мимических изменениях перемещаются по векторам, для распознавания лица по изображению. Рассмотрим NP-полную задачу перебора векторов, находя те векторы, которые будут задействованы в отображении эмоционального состояния. Это выступит приоритетом. В состоянии без эмоций некоторая точка находится в позиции c_j . При изменении мимики лица эта точка переходит в позицию c_n . Присваиваем изучаемым точкам некоторый статус $a_i - a_j$, например – удельный вес по участию в отражении эмоции.

Изложенное можно представить следующим образом:

$$\frac{c_j}{a_j} \Big| \frac{c_1}{a_1} > \frac{c_2}{a_2} > \dots > \frac{c_n}{a_n} \quad (1)$$

Основная точка для наблюдения – с большим удельным весом.

Определим лексикографический порядок таких векторов, это упорядочение векторов по первой компоненте, если они равны, то по второй и т.д. Большой вектор тот – у которого старшая компонента больше. Лексикографический максимальный вектор для задачи определяется так:

$$\bar{x}^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) \quad (2)$$

$$x_1^0 = \left[\frac{b}{a_1} \right] \quad (3)$$

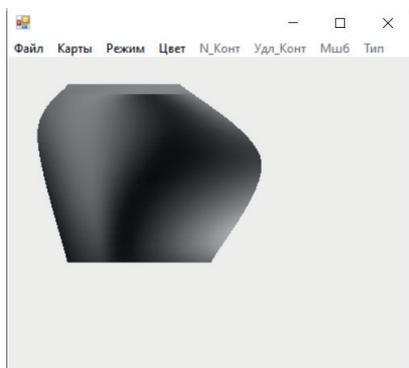
$$x_2^0 = \left[\frac{b - a_1 \times x_1^0}{a_2} \right] \quad (4)$$

$$x_k^0 = \left[\frac{b - \sum_{j=1}^{k-1} a_j \times x_j^0}{a_k} \right] \quad (5)$$

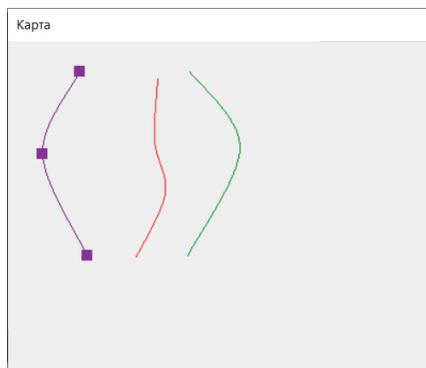
Переменные в модели представлены следующим образом: вектор движения описан x , где каждому x соответствует точка b на векторе с наибольшей старшей компонентой. В итоге лексикографический максимальный вектор x_k^0 через призму этих компонентов – перемещение точки x в положение

x_k в одну из возможных позиций по направляющей. Следующий после максимального в лексикографическом ряду будет вектор, который получается так: последнюю ненулевую точку уменьшают на единицу, а следующую увеличивают на максимально возможную величину.

Несмотря на то, что лексикографически максимальный вектор дает близкий к оптимальному значению вес общего отображения, целевая функция для векторов, лежащих ниже, чем θ , может быть больше, чем целевая функция для θ . В этом проявляется специфика целочисленности. То есть, если убрать одну из направляющих, задающих форму площади исследования, две других направляющих могут иметь по точкам более высокий удельный вес для отображения качественных характеристик. Если пройти все лексикографически упорядоченные векторы, то можно найти лучшее значение, позволяющее дать ответ об идентичности изображения лиц. На Рис. 3 представлена программная реализация решения этой задачи.



а) Отображение некоторой мимической поверхности на лице с учетом освещения



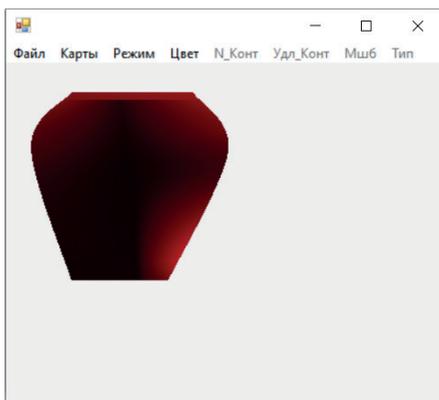
б) Три направляющих, описывающие эту поверхность в исходном состоянии



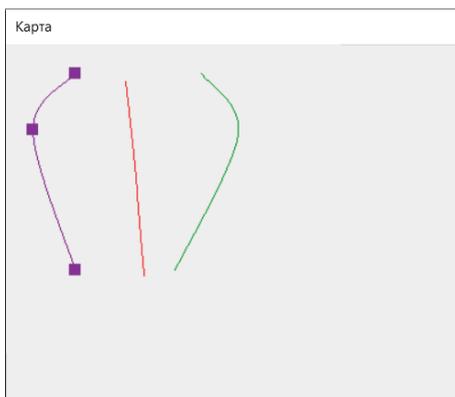
в) Фрагмент изображения из сайта Verigram

Рисунок 3. Программная реализация построения модели участка лица: начальное состояние.

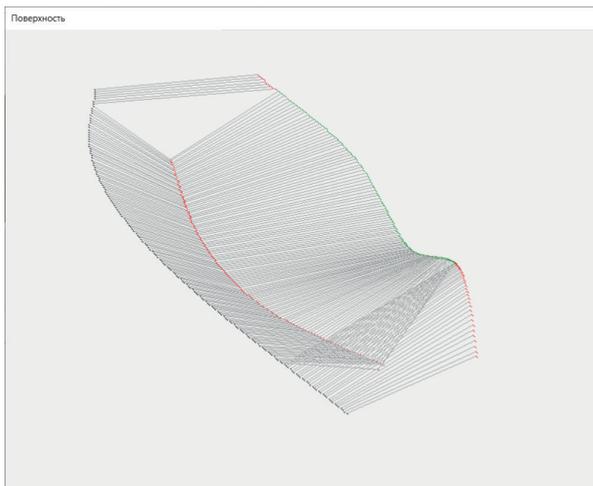
На входе (Рис. 3) рассматривается точка на лице человека, которая может иметь подвижность в зависимости от эмоционального состояния. Также существуют две точки, относительно которых осуществляется привязка этой подвижной точки, т.е. ограничения, выше или ниже которых подвижная точка перемещаться не может. Направляющие позволяют проследить движение этой точки по векторам и построить цифровую модель перемещения этой точки с изменением мимики исследуемого фрагмента лица. Рис. 3 (а) и 2 (б) демонстрируют моделирование одного из участков человеческого лица, наиболее подверженного мимической активности. Рис. 3 (в) иллюстрирует на примере изображения, взятого из сайта Verigram, какая часть человеческого лица рассматривается в исследовании. Модель позволяет рассмотреть представленный участок на изображении 3 (в) объемно. Следует отметить, что все методы дискретной оптимизации при решении задачи описания эмоции по векторам направлены на сокращение перебора вариантов решения. Для этого необходимо удостовериться, что все эти отсеиваемые варианты ни в каком случае не дадут значение целевой функции лучше, чем уже полученное. Для этого используется понятие оценки множества вариантов, т.е. нахождение величины, имеющей размерность целевой функции. При этом вариант этого подмножества не должен иметь значения целевой функции лучше, чем данная оценка. Результат такого перебора вариантов представлен на Рис. 4.



а) Отображение изменений мимики без изменения угла освещения



б) Построение модели изменения по направляющим с учетом точки с наибольшим удельным весом



в) Поверхность отображения мимических изменений в процессе перебора векторов (перевернуто для возможности рассмотреть векторы)

Рисунок 4. Результат построения модели участка лица: изменение мимической реакции.

Минимизация затрат времени, как решение одной из проблем метода построения цифровой модели по векторам (см. Рис. 4), решается с помощью булевого программирования. Для этого используется большое число методов прямого поиска, реализуемых с помощью простых алгоритмов перебора. Все они похожи на метод ветвей и границ, так как в них происходит анализ подмножеств в целях отсеивания. В данном случае используется частичный вид булевой формы. Рассмотрим формульное представление такого подхода:

$$L = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = \overline{1, m} \quad (7)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad (8)$$

В рассмотренном случае существует 2^n вариантов решения, часть из которых допустима. При большом n придётся проверять все m ограничений, каждое ограничение – это матрица. Процедура перебора векторов может быть проведена по аддитивному алгоритму. Так как внутри метода всегда будет сравнение с некоторым наибольшим значением (например, большой удельный вес), то необходимо, чтобы первое рекордное значение было

достаточно большим. Поэтому переменные на входе преобразовывают в соответствии с возрастанием (для задачи на максимум) коэффициентов целевой функции:

$$c_1 \leq c_2 \leq c_3 \leq \dots \leq c_n \quad (9)$$

В этом случае, необходимо совершать перебор с нулевого вектора, начиная справа (Рис.4 (в)). Затем выбирают первый вектор списка и проверяют ограничения, если какое-то из ограничений не выполняется, то совершается переход к следующему вектору и т. д. Если для какого-то вектора удовлетворяются все ограничения, то подсчитывается величина целевой функции и она объявляется рекордом. После этого процедура проводится по всем направляющим.

Обсуждение. Представленный в статье сравнительный анализ методов распознавания человеческого лица по изображению позволил создать информационную модель методологии распознавания человека по изображению лица (Рис. 1), а в табл. 1 детализировать позитивные и негативные особенности существующих методов идентификации человеческого лица.

Проведенный сравнительный анализ методов распознавания позволил обосновать углубление метода исследования человеческого лица, с движением по векторам. Была исследована демо версия технического решения бизнесменов Казахстана «Verigram» по распознаванию изображений лица на документах, на основе которой предложены математические основы для развития и углубления технологии.

Выявленные особенности позволили углубить исследования (Al Qudah, et al., 2023) по описанию точками отдельного сектора на лице, что дает возможность не привязываться к определенным секторам, а изучать тот фрагмент изображения, который на снимке представлен наиболее четко. Полученные результаты согласуются с исследованиями (Viswanath Reddy, et al. 2021), поскольку подтверждают эффективность работы по секторам, детализируя особенности эмоционального изменения лица по векторам с возможностью построения модели всего участка исследования. Учет освещенности, представленный на Рис. 3 (а) и Рис. 4 (а) согласуется с работами группы исследователей (Palmer et al. 2022), поскольку также позволяет смоделировать поверхность исследования таким образом, как это можно представить с помощью человеческого зрения. Это во многом подтверждает результаты работ других исследователей (Lewis & Ellis, 2003; Vijaya & Shafi, 2021) с тем преимуществом, что представленный механизм перебора достаточно легко реализовать с помощью искусственного интеллекта, подобно представленному в работе (Chen, et al. 2021).

В представленной модели при переходе (Рис. 3 (б)) по направляющим (Рис. 4 (б)) имеется упрощение – исследуется изменение одной точки по

одной из направляющих, но по всем заданным векторам. Такой подход к решению задачи использован для изучения временных затрат для проведения операций. Проведенные расчеты модели, представленные на Рис. 3 и Рис. 4 позволили выполнить все операции менее, чем за 0,001с. Человеческому мозгу необходимо приблизительно 200 мс, чтобы распознать эмоцию в мимике. Поэтому перспективным направлениям дальнейшего исследования темы будет моделирование изменения положения при эмоциях других точек на лице с ограничением в 200 мс.

Заключение. Совершенствование математического базиса методов распознавания человека по изображению лица является непростой задачей, не теряющей актуальности. Связано это с тем, что информационные технологии подвержены постоянным изменениям, которые требуют адаптации алгоритмов для решения прикладных задач с учетом минимизации затрат времени или уменьшения сложности расчетов.

В работе представлен сравнительный анализ, на основе которого разработана информационная модель методологии распознавания человека по изображению лица. На этой основе представлен метод трех направляющих и трех точек, одна из которых при мимических изменениях перемещается по векторам. Этот метод входит в группу методов, реализуемых по алгоритмам движения по векторам, однако полученные преимущества (обработка результатов по одной точке – 1 мс) позволяют говорить о возможности последующей реализации данного метода с помощью искусственного интеллекта. Для выбора примера отображения сектора на лице была использована демо версия технического решения бизнесменов Казахстана «Verigram». Приложение для моделирования создано с помощью языка программирования C++. Поставленные в работе гипотезы получили предварительное подтверждение. Дальнейшие исследования нацелены на тестировании модели с перспективой расширения числа направляющих.

«Данная научная статья подготовлена в рамках проекта № AP23486538 «Исследование и разработка системы распознавания изображений в видеопотоках на основе искусственного интеллекта» по программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований».

Литература

Аль Кудух М., Мохамед А. и Лютфи С. (2023). Анализ проблемы окклюзии лица на тепловизионных изображениях для распознавания эмоционального состояния человека. *Sensors* (Базель, Швейцария), 23 (7), 3513. DOI: 10.3390/s23073513

Арора М., Найтани С. и Арекал А. С. (2022). Веб-приложение для распознавания лиц на изображениях и видео в режиме реального времени. *Журнал физики: Серия конференций*, 2161, 012071. DOI: 10.1088/1742-6596/2161/1/012071

Айю Ф. Э., Мустафа А. М., Браима Дж. А. и Айна Д. А. (2022). Геометрический анализ и алгоритм uolo для автоматической системы распознавания лиц в условиях безопасности. *Журнал физики: Серия конференций*, 2199, 012010. DOI: 10.1088/1742-6596/2199/1/012010

Чен С., Чжан Ю., Инь Б. и Ван Б. (2021). TRFH: на пути к распознаванию лиц в реальном времени и оценке положения головы. Анализ шаблонов и их применение, 24 (4), 1745-1755. DOI: 10.1007/s10044-021-01026-3

Гао Дж. и Ян Т. (2021). Алгоритм распознавания лиц, основанный на усовершенствованном *tinuolov3* и механизме внимания. Компьютерные коммуникации, 181, 329-337. DOI: 10.1016/j.comcom.2021.10.023

Го К., Ван З., Фан Д. и Ву Х. (2022). Распознавание и выравнивание нескольких лиц с использованием нескольких ядер. Журнал Applied Soft Computing, 122, 108808. DOI: 10.1016/j.asoc.2022.108808

Хосни Махмуд Х.А. и Менгаш Х. А. (2020). Новая технология автоматизированного скрытого распознавания лиц на видео с камер наблюдения. Персональные и повсеместные вычисления, 25 (1), 129-140. Идентификационный номер: 10.1007/s00779-020-01419-x

Джу Л., Киттлер Дж., Рана М. А., Янг У. и Фенг З. (2023). Следите за лицами: надежное распознавание лиц с помощью пространственного анализа с помощью тепловой карты и анализа слоев с учетом масштаба. Распознавание образов, 140, 109553. DOI: 10.1016/j.patcog.2023.109553

Кар К. (2020). Осваиваем компьютерное зрение с помощью tensorflow 2. x создаем продвинутое приложение для компьютерного зрения, используя методы машинного и глубокого обучения. Бирмингем, Великобритания: Издательство Packt Publishing Limited. ISBN: 978-1-83882-706-9.

Лакшманан Б., Вайшнави А., Анантаприя Р. и Ананталакшми А. К. (2023). Новая платформа *deer faceNet* для распознавания лиц в реальном времени, основанная на модели глубокого обучения. Садхана, 48(4), 265. DOI: 10.1007/s12046-023-02329-3

Льюис М. Б. и Эллис Х. Д. (2003). Как мы узнаем лицо: обзор психологических данных. Международный журнал систем и технологий визуализации, 13 (1), 3-7. DOI: 10.1002/ima.10040

Мамиева Д., Абдусаломов А. Б., Мухиддинов М. и Вангбо Т. К. (2023). Усовершенствованный метод распознавания лиц с помощью распознавания маленьких лиц на четких изображениях на основе подхода глубокого обучения. Датчики, 23(1), 502. DOI: 10.3390/s23010502

Надикатту А., Кундхан П., Шахид С.К., Панда С. и Чандрани К. (2020). Претворение несанкционированного доступа к двери с помощью распознавания лиц, построенного с использованием каскадного классификатора Хаара и гистограммы ориентированных градиентов. DOI: 10.2139/ssrn.3606883

Нгуен Г., Длуголински С., Бобак М., Тран В., Лопес Гарсия А., Эредиа И., Малик П. и Глухой Л. (2019). Платформы машинного и глубокого обучения и библиотеки для крупномасштабного интеллектуального анализа данных: обзор. Artificial Intelligence Review, 52(1), 77-124. DOI: 10.1007/s10462-018-09679-z

Палмер К. Дж., Годдард Э. и Клиффорд К. У. Г. (2022). Распознавание лиц по узорам затенения и теням: роль верхнего освещения в создании знакомого внешнего вида человеческого лица. Познание, 225, 105172. DOI: 10.1016/

Пан З., Ван Ю. и Чжан С. (2022). Совместное распознавание лиц и локализация ориентиров на лице с использованием графического соответствия и псевдомаркировки. Обработка сигналов: передача изображений, 102, 116587. DOI: 10.1016/j.изображение.2021.116587

Шарма П., Коулман С., Йогараджа П., Таггарт Л. и Самарасингхе П. (2022). Сравнительный анализ восстановленных изображений с высоким разрешением для распознавания микровыражений. Достижения в области вычислительного интеллекта, 2(3), 24. DOI: 10.1007/s43674-022-00035-x

Виджая Кумар Д. Т. Т. и Мохаммад Шафи Р. (2021). Метод анализа и быстрого выбора признаков для материалов с распознаванием лиц в реальном времени с использованием модифицированной сверточной нейронной сети, оптимизированной по регионам. Материалы на сегодняшний день: Труды, 81(2), 563-569. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.04.011

Вишванат Редди Д. А., Асвини Редди А. и Биндьяшри С. А. (2021). Эмоции на лице в

статичных изображениях с использованием методов глубокого обучения с истерической интерпретацией. Физический журнал: Серия конференций, 2089, 012014. DOI: 10.1088/1742-6596/2089/1/012014

Ван К., Ван М., Ян Ю. и Чжан Х. (2022). Мультимодальное распознавание эмоций с использованием ЭЭГ и речевых сигналов. Компьютеры в биологии и медицине, 149, 105907. DOI: 10.1016/j.combiomed.2022.105907

Чжан Х. и Чи Л. (2020). Комплексное пространственное преобразование для обнаружения и распознавания лиц. Виртуальная реальность и интеллектуальное оборудование, 2 (2), 119-131. DOI: 10.1016/j.vrih.2020.04.002

References

Al Qudah M., Mohamed A. & Lutfi S. (2023). Analysis of facial occlusion challenge in thermal images for human affective state recognition. *Sensors (Basel Switzerland)*, 23(7), 3513. DOI: 10.3390/s23073513

Arora M., Naithani S. & Areeckal A. S. (2022). A web-based application for face detection in real-time images and videos. *Journal of Physics: Conference Series*, 2161, 012071. DOI: 10.1088/1742-6596/2161/1/012071

Ayo F. E., Mustapha A. M., Braimah J. A. & Aina D. A. (2022). Geometric analysis and yolo algorithm for automatic face detection system in a security setting. *Journal of Physics: Conference Series*, 2199, 012010. DOI: 10.1088/1742-6596/2199/1/012010

Chen S., Zhang Y., Yin B. & Wang B. (2021). TRFH: towards real-time face detection and head pose estimation. *Pattern Analysis and Applications*, 24(4), 1745–1755. DOI: 10.1007/s10044-021-01026-3

Gao J. & Yang T. (2021). Face detection algorithm based on improved tinyyolov3 and attention mechanism. *Computer Communications*, 181, 329–337. DOI: 10.1016/j.comcom.2021.10.023

Guo Q., Wang Z., Fan D. & Wu H. (2022). Multi-face detection and alignment using multiple kernels. *Applied Soft Computing Journal*, 122, 108808. DOI: 10.1016/j.asoc.2022.108808

Hosni Mahmoud H. A. & Mengash H. A. (2020). A novel technique for automated concealed face detection in surveillance videos. *Personal and Ubiquitous Computing*, 25(1), 129–140. DOI: 10.1007/s00779-020-01419-x

Ju L., Kittler J., Rana M. A., Yang W. & Feng Z. (2023). Keep an eye on faces: robust face detection with heatmap-assisted spatial attention and scale-aware layer attention. *Pattern Recognition*, 140, 109553. DOI: 10.1016/j.patcog.2023.109553

Kar K. (2020). *Mastering computer vision with tensorflow 2. x build advanced computer vision applications using machine learning and deep learning techniques*. Birmingham, UK: Packt Publishing Limited. ISBN: 978-1-83882-706-9.

Lakshmanan B., Vaishnavi A., Ananthapriya R. & Aanthalakshmi A. K. (2023). A novel deep facenet framework for real-time face detection based on deep learning model. *Sādhanā*, 48(4), 265. DOI: 10.1007/s12046-023-02329-3

Lewis M. B. & Ellis H. D. (2003). How we detect a face: A survey of psychological evidence. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 13(1), 3–7. DOI: 10.1002/ima.10040

Mamieva D., Abdusalomov A. B., Mukhiddinov M. & Whangbo T. K. (2023). Improved face detection method via learning small faces on hard images based on a deep learning approach. *Sensors*, 23(1), 502. DOI: 10.3390/s23010502

Nadikattu A., Kundhan P., Shahid Sk J., Panda S. & Chandran K. (2020). Prevention of unauthorized door access using face recognition built with Haar Cascade Classifier and Histogram of Oriented Gradients. DOI: 10.2139/ssrn.3606883

Nguyen G., Dlugolinsky S., Bobák M., Tran V., López García A., Heredia I., Malík P. & Hluchý L. (2019). Machine Learning and Deep Learning frameworks and libraries for large-scale data mining: a survey. *Artificial Intelligence Review*, 52(1), 77–124. DOI: 10.1007/s10462-018-09679-z

Palmer C. J., Goddard E. & Clifford C. W. G. (2022). Face detection from patterns of shading and shadows: the role of overhead illumination in generating the familiar appearance of the human face. *Cognition*, 225, 105172. DOI: 10.1016/j.cognition.2022.105172

Pan Z., Wang Y. & Zhang S. (2022). Joint face detection and facial landmark localization using graph match and pseudo label. *Signal Processing: Image Communication*, 102, 116587. DOI: 10.1016/j.image.2021.116587

Sharma P., Coleman S., Yogarajah P., Taggart L. & Samarasinghe P. (2022). Comparative analysis of super-resolution reconstructed images for micro-expression recognition. *Advances in Computational Intelligence*, 2(3), 24. DOI: 10.1007/s43674-022-00035-x

Vijaya Kumar D. T. T. & Mahammad Shafi R. (2021). Analysis and fast feature selection technique for real-time face detection materials using modified region optimized convolutional neural network. *Materials Today: Proceedings*, 81(2), 563-569. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.04.011

Viswanath Reddy D. A., Aswini Reddy A. & Bindyashree C. A. (2021). Facial emotions over static facial images using deep learning techniques with hysterical interpretation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2089, 012014. DOI: 10.1088/1742-6596/2089/1/012014

Wang Q., Wang M., Yang Y. & Zhang X. (2022). Multi-modal emotion recognition using EEG and speech signals. *Computers in Biology and Medicine*, 149, 105907. DOI: 10.1016/j.combiomed.2022.105907

Zhang H. & Chi L. (2020). End-to-end spatial transform face detection and recognition. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 2(2), 119–131. DOI: 10.1016/j.vrih.2020.04.002

CONTENTS

INFORMATICS

| | |
|--|-----|
| Zh.K. Abdugulova, M. Tlegen, A.T. Kishubaeva, N.M. Kisikova, A.K. Shukirova AUTOMATION OF MINING EQUIPMENT USING DIGITAL CONTROL MACHINES..... | 5 |
| A.A. Abibullayeva, A.S. Baimakhanova USING MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING TECHNIQUES IN KEYWORD EXTRACTION..... | 25 |
| M. Ashimgaliyev, K. Dyussekeyev, T. Turymbetov, A. Zhumadillayeva ADVANCING SKIN CANCER DETECTION USING MULTIMODAL DATA FUSION AND AI TECHNIQUES..... | 37 |
| D.S. Amirkhanova, O.Zh. Mamyrbayev EL-GAMAL'S CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM: MATHEMATICAL FOUNDATIONS, APPLICATIONS AND ANALYSIS..... | 52 |
| A.Sh. Barakova, O.A. Ussatova, Sh.E. Zhussipbekova, Sh.M. Urazgalieva, K.S. Shadinova USE OF BLOCKCHAIN FOR DATA PROTECTION AND TECHNOLOGY DRAWBACKS..... | 67 |
| M. Kantureyev¹, G. Bekmanova, A. Omarbekova, B. Yergesh, V. Franzoni ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AND SOLVING SOCIAL PROBLEMS..... | 78 |
| A.B. Kassekeyeva, A.B. Togissova*, A.M. Bakiyeva, Z.B. Lamasheva, Y.N. Baibakty ANALYSIS OF COMPARATIVE OPINIONS USING INFORMATION TECHNOLOGY..... | 88 |
| M. Mussaif, A. Kintonova, A. Nazyrova, G. Muratova, I.F. Povkhan IMPROVED PUPIL LOCALIZATION METHOD BASED ON HOUGH TRANSFORM USING ELLIPTICAL AND CIRCULAR COMPENSATION..... | 103 |
| Zh. S. Mutalova, A.G. Shaushenova, G.O. Issakova, A.A. Nurpeisova, M.B. Ongarbayeva, G.A. Abdygalikova THE METHOD FOR RECOGNIZING A PERSON FROM A FACE IMAGE BASED ON MOVING A POINT ALONG GUIDES..... | 118 |

| | |
|---|-----|
| G. Nurzhaubayeva, K. Chezhimbayeva, H. Norshakila THE DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF A WEARABLE TEXTILE YAGI-UDA ANTENNA DESIGN FOR SECURITY AND RESCUE PURPOSES..... | 138 |
| A.A. Oxenenko, A.S.Yerimbetova, A. Kuanayev, R.I. Mukhamediev, Ya.I. Kuchin TECHNICAL TOOLS FOR REMOTE MONITORING USING UNMANNED AERIAL PLATFORMS..... | 152 |
| B.S. Omarov, A.B. Toktarova, B.S. Kaldarova, A.Z. Tursynbayev, R.B. Abdrakhmanov DETECTING OFFENSIVE LANGUAGE IN LOW-RESOURCE LANGUAGES WITH BILSTM..... | 174 |
| G.Taganova, D.A. Tussupov, A. Nazyrova, A.A. Abdildaeva, T.Zh. Yermek SHORT-TERM FORECAST OF POWER GENERATION OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS BY COMPARING LSTM AND MLP MODELS..... | 190 |
| Zh. Tashenova, E. Nurlybaeva, Zh.Abdugulova, Sh. Amanzholova CREATION OF SOFTWARE BASED ON SPECTRAL ANALYSIS FOR STEGOANALYSIS OF DIGITAL AUDIO FILES..... | 203 |
| Zh.U. Shermantayeva, O.Zh. Mamyrbayev DEVELOPMENT AND CREATION OF HYBRID EWT-LSTM-RELM- IEWT MODELING IN HIGH-VOLTAGE ELECTRIC NETWORKS..... | 223 |

МАЗМҰНЫ

ИНФОРМАТИКА

| | |
|---|-----|
| Ж.К. Абдугулова, М. Тлеген, А.Т. Кишубаева, Н.М. Кисикова, А.К. Шукирова САНДЫҚ БАСҚАРУ СТАНОКТАРЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ТАУ-КЕН-ШАХТА ЖАБДЫҚТАРЫН АВТОМАТТАНДЫРУ..... | 5 |
| А.А. Абибуллаева, А.С. Баймаханова КІЛТТІК СӨЗДЕРДІ ШЫҒАРУДА МАШИНАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ..... | 25 |
| М. Ашимғалиев, К. Дюсекеев, Т. Турымбетов, А. Жумадиллаева МУЛЬТИМОДАЛЬДЫ ДЕРЕКТЕРДІ БІРІКТІРУ ЖӘНЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ТЕРІ ҚАТЕРЛІ ІСІГІН АНЫҚТАУДЫ ЖЕТІЛДІРУ..... | 37 |
| Д.С. Әмірханова, Ө.Ж. Мамырбаев ЭЛЬ-ГАМАЛЬДЫҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ АЛГОРИТМІ: МАТЕМАТИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ, ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ..... | 52 |
| А.Ш. Баракова, О.А.Усатова, Ш.Е.Жусипбекова, Ш.М. Уразғалиева, К.С. Шадинова ДЕРЕКТЕРДІ ҚОРҒАУДА БЛОКЧЕЙНДІ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯНЫҢ КЕМШІЛІКТЕРІ..... | 67 |
| М.А. Кантуреева, Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, Б.Ж. Ергеш, V. Franzoni ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУ..... | 78 |
| А.Б. Касекеева, А.Б. Тогисова, А.М. Бакиева, Ж.Б. Ламашева, Е.Н. Байбақты АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ САЛЫСТЫРМАЛЫ ПІКІРЛЕРДІ ТАЛДАУ..... | 88 |
| М. Мұсайф, А.Ж. Кинтонова, А.Е. Назырова, Г. Муратова, И.Ф. Повхан ЭЛЛИПТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ДӨҢГЕЛЕК КОМПЕНСАЦИЯНЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ХАФ ТҮРЛЕНДІРУІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН КӨЗДІҢ ҚАРАШЫҒЫҢ ЛОКАЛИЗАЦИЯЛАУДЫҢ ЖЕТІЛДІРІЛГЕН ӘДІСІ..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| Ж.С. Муталова, А.Г. Шаушенова, Г.О. Исакова, А. Нұрпейісова, М.Б. Оңғарбаева, Г.А. Әбдіғалықова НҮКТЕНІ БАҒЫТТАУШЫЛАР БОЙЫМЕН ЖЫЛЖЫТУ НЕГІЗІНДЕ АДАМДЫ БЕТ БЕЙНЕСІ АРҚЫЛЫ ТАНУ ӘДІСІ..... | 118 |
| Г. Нуржаубаева, К. Чежимбаева, Х. Норшакила ҚҰТҚАРУ ҚЫЗМЕТІ МАҚСАТЫНДА КИІМГЕ ОРНАЛАСТЫРЫЛАТЫН ТЕКСТИЛЬДІ ЯГИ-УДА АНТЕННАСЫНЫҢ ДИЗАЙНЫН ҚҰРУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ..... | 138 |
| А.А. Оксененко, А.С. Еримбетова, А. Куанаев, Р.И. Мухамедиев, Я.И. Кучин ҰШҚЫШСЫЗ ӘУЕ ПЛАТФОРМАЛАРЫН ПАЙДАЛАНАТЫН ҚАШЫҚТАН МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ ҮШІН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР..... | 152 |
| Б.С. Омаров, А.Б. Тоқтарова, Б.С. Қалдарова, А.З. Турсынбаев, Р.Б. Абдрахманов БЕЙӘДЕП СӨЗДЕРДІ АЗ РЕСУРСТЫ ТІЛДЕРДЕН АНЫҚТАУДА BILSTM- ДІ ҚОЛДАНУ..... | 174 |
| Г.Ж. Таганова, Д.А. Тусупов, А. Назырова, А.А. Абдильдаева, Т.Ж. Ермек LSTM ЖӘНЕ MLP МОДЕЛЬДЕРІН САЛЫСТЫРУ АРҚЫЛЫ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ӨНДІРУДІҢ ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ БОЛЖАМЫ..... | 190 |
| Ж.М. Ташенова, Э. Нурлыбаева, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова САНДЫҚ АУДИОФАЙЛДАРДЫ СТЕГО ТАЛДАУ ҮШІН СПЕКТРАЛДЫ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАМДЫ ҚҰРУ..... | 203 |
| Ж.У. Шермантаева, О.Ж. Мамырбаев ЖОҒАРЫ КЕРНЕУЛІ ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ГИБРИДТІ EWT-LSTM- RELM-IEWT МОДЕЛЬДЕУДІ ДАМЫТУ ЖӘНЕ ҚҰРУ..... | 223 |

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА

- Ж.К. Абдугулова, А.Т. Кишубаева, Н.М. Кисикова, А.К. Шукирова**
АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С
ПОМОЩЬЮ СТАНКОВ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ.....5
- А.А. Абибуллаева, А.С. Баймаханова**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО И ГЛУБОКОГО
ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ.....25
- М. Ашимгалиев, К. Дюсекеев, Т. Турымбетов, А. Жумадиллаева**
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ РАКА КОЖИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ
ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....37
- Д. С. Эмірханова, О. Ж. Мамырбаев**
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ЭЛЬ-ГАМАЛЯ:
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ПРИМЕНЕНИЕ И АНАЛИЗ.....52
- А.Ш. Баракова, О.А. Усатова, Ш.Е. Жусипбекова, Ш.М. Уразгалиева,
К.С. Шадинова**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ И
НЕДОСТАТКИ ТЕХНОЛОГИИ.....67
- М.А. Кантуреева, Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, Б.Ж. Ергеш,
V. Franzon**
ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И
РЕШЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ.....78
- А.Б. Касекеева, А.Б. Тогисова, А.М. Бакиева, Ж.Б. Ламашева,
Е.Н. Байбакты**
АНАЛИЗ СРАВНИТЕЛЬНЫХ МНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....88
- М. Мусайф, А.Ж. Кинтонова, А.Е. Назырова, Г. Муратова, И.Ф. Повхан**
УЛУЧШЕННЫЙ МЕТОД ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗРАЧКА НА ОСНОВЕ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ И КРУГОВОЙ КОМПЕНСАЦИИ.....103

| | |
|---|-----|
| Ж.С. Муталова, А.Г. Шаушенова, Г.О. Исакова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Г.А. Абдыгаликова МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА НА ОСНОВЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОЧКИ ПО НАПРАВЛЯЮЩИМ..... | 118 |
| Г. Нуржаубаева, К. Чежимбаева, Х. Норшакила РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ДИЗАЙНА ВСТРАИВАЕМОЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ЯГИ-УДА АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СФЕРЕ СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ..... | 138 |
| А.А. Оксененко, А.С. Еримбетова, А. Куанаев, Р.И. Мухамедиев, Я.И. Кучин ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ..... | 152 |
| Б.С. Омаров, А.Б. Токтарова, Б.С. Калдарова, А.З. Турсынбаев, Р.Б. Абдрахманов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ViLSTM ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСКОРБИТЕЛЬНОГО ЯЗЫКА В ЯЗЫКАХ С НИЗКИМ УРОВНЕМ РЕСУРСОВ..... | 174 |
| Г.Ж. Таганова, Д.А. Тусупов, А. Назырова, А.А. Абдильдаева, Т.Ж. Ермек КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ ПУТЕМ СРАВНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ LSTM И MLP..... | 190 |
| Ж.М. Ташенова, Э. Нурлыбаева, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА БАЗЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СТЕГОАНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ АУДИОФАЙЛОВ..... | 203 |
| Ж.У. Шермантаева, О.Ж. Мамырбаев РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ГИБРИДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ EWT-LSTM-RELM-IEWT В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ..... | 223 |

**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)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 30.09.2024.

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

15,5 п.л. Тираж 300. Заказ 3.