

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ
ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

2024 (19) 3

шілде - қыркүйек

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

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

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

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

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

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

Микеле Пагано — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

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

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

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

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

№ KZ82YU00020475 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 100 дана

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

E-mail: ijct@iitu.edu.kz

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

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2024

© Авторлар ұжымы, 2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Исахов Асылбек Абдиашимович — доктор PhD по математике в области теории вычислимости, ассоциированный профессор по направлению "Компьютерные науки и информатика", Председатель Правления — Ректор АО «Международный университет информационных технологий» (Казахстан)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Колесникова Катерина Викторовна — доктор технических наук, профессор, проректор по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Ипалакова Мадина Тулегеновна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, директор департамента по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Разак Абдул — PhD, профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Лучио Томмазо де Паолис — директор отдела исследований и разработок лаборатории AVR департамента инноваций и технологического инжиниринга Университета Саленто (Италия)

Лиз Бэкон — профессор, заместитель вице-канцлера Университета Абертей (Великобритания)

Микеле Пагано — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбайулы — доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

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

Дузбаев Нуржан Токкужаевич — PhD, ассоциированный профессор, проректор по цифровизации и инновациям Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Сейлова Нургуль Абадуллаевна — кандидат технических наук, декан факультета компьютерных технологий и кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — кандидат экономических наук, декан факультета цифровых трансформаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

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

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

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

Айтмагамбетов Алтай Zufарович — кандидат технических наук, декан факультета радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, ассоциированный профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Янг Им Чу — PhD, профессор университета Гачон (Южная Корея)

Тадеуш Валлас — PhD, проректор университета имен Адама Мицкевича (Польша)

Мамырбаев Оркен Жумажанович — PhD, заместитель директора по науке РГП Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки МНВО РК (Казахстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — доктор технических наук, профессор, директор Украинской ассоциации управления проектами «УКРНЕТ», заведующий кафедрой управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры (Украина)

Белошицкая Светлана Васильевна — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры вычислений и науки о данных Astana IT University (Казахстан)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — АО «Международный университет информационных технологий» (Казахстан).

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ82VPYU00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Тематическая направленность: информационные технологии, информационная безопасность и коммуникационные технологии, цифровые технологии в развитии социально-экономических систем.

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 100 экземпляров.

Адрес редакции: 050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09.

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Сайт журнала: <https://journal.iitu.edu.kz>

© АО Международный университет информационных технологий, 2024

© Коллектив авторов, 2024

EDITOR-IN-CHIEF:

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

DEPUTY CHIEF DIRECTOR:

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

SCIENTIFIC SECRETARY:

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EXECUTIVE EDITOR

Mrzabayeva Raushan Zhalievna — International Information Technology University (Kazakhstan)

«International Journal of Information and Communication Technologies»

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Owner: International Information Technology University JSC (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Information Committee No. KZ82VPY00020475, issued on 20.02.2020.

Thematic focus: information technology, digital technologies in the development of socio-economic systems, information security and communication technologies

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 100 copies.

Editorial address: 050040. Manas st. 34/1, Almaty, +7 (727) 244-51-09. E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Journal website: <https://journal.iitu.edu.kz>

© International Information Technology University JSC, 2024

© Group of authors, 2024

МАЗМҰНЫ

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Г.Т. Алин

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАМДЫ ЖАСАУ ЖОБАСЫН БАСҚАРУ: ЖОБАДА
МЕТРИКА ЖӘНЕ САПА БАСҚАРУ.....8

Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман

ОҚИҒАЛАРДЫ АУДИОСИГНАЛДАР НЕГІЗІНДЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ
НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ.....23

А.Б. Ембердіева, I.C. Young, С.Е. Маманова, С.Б. Муханов

ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚҰРУ ҮШІН КЕРІ ТАРАЛУ ӘДІСІНІҢ
МАТЕМАТИКАЛЫҚ ТӘСІЛІ.....32

Р. Лисневский, М. Гладка, С. Билощицкая

ІОТ ШЕШІМДЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЖЕЛІДЕГІ ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНЫН
ТАЛДАУ.....49

А. Мырзакерімова, А. Хикметов

МЕДИЦИНАДАҒЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР: ДИАГНОСТИКА
ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНУДАҒЫ ЗАМАНАУ ТӘСІЛДЕР.....60

А.Б. Нургалыков, А.М. Әкім

ANDROID ЖҮЙЕСІНДЕ КОРУТИНДЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ
КӨПТАПСЫРМАЛЫЛЫҚТЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ: ӨНІМДІЛІКТІ
САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....71

Ю. Соқыран, Т. Бабенко, И. Пархоменко, Л. Мирутенко

OSINT ЗЕРТТЕУЛЕРІН ЖҮРГІЗУДІҢ КОМПЬЮТЕРЛІК КӨРУ ӘДІСТЕРІ..80

Д. Утебаева, Л. Илипбаева

БАҒДАРЛАМАМЕН АНЫҚТАЛАТЫН РАДИО-ЖҮЙЕНІҢ (SDR) ЖӘНЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ АКУСТИКАЛЫҚ СЕНСОРДЫҢ
ОРЫНДАУ ҚАБІЛЕТТЕРІН ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ
АППАРАТТАРЫН ТАНУҒА САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ.....90

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН

Н.Т. Дузбаев, А. Макеев, Е.Е. Оспанов

КӘСІПОРЫНДАРДАҒЫ ӨНДІРІСТІК АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ
БАСҚАРУ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ
ӘДІСТЕРІН ӨЗІРЛЕУ.....99

А. Макеев

ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫ ҚОРҒАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН
ЖҮЙЕСІ.....115



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г.Т. Алин

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:
УПРАВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЯМИ, КОНТРОЛЬ ВЕРСИЙ И РЕЛИЗОВ
ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА.....8

Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман

ОБНАРУЖЕНИЕ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ АУДИОСИГНАЛОВ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....23

А.Б. Ембердиева, I.C. Young, С.Е. Маманова, С.Б. Муханов

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД МЕТОДА ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....32

Р. Лисневский, М. Гладка, С. Билощицкая

АНАЛИЗ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
IOT-РЕШЕНИЙ.....49

А. Мырзакеримова, А. Хикметов

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К
АВТОМАТИЗАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....60

А.Б. Нургалыков, А.М. Аким

ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОЗАДАЧНОСТИ В ANDROID С ПОМОЩЬЮ КОРУТИН:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....71

Ю. Сокиран, Т. Бабенко, И. Пархоменко, Л. Мирутенко

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
OSINT-ИССЛЕДОВАНИЙ.....80

Д. Утебаева, Л. Илипбаева

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММНО-
КОНФИГУРИРУЕМОЙ РАДИОСИСТЕМЫ (SDR) И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
АКУСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БПЛА.....90

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Н.Т. Дузбаев, А. Макеев, Е.Е. Оспанов

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
СЕТЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ.....99

А. Макеев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....115



INFORMATION TECHNOLOGY

G.T. Alin

SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT MANAGEMENT: METRICS AND QUALITY MANAGEMENT IN PROJECTS.....8

Zh. Dosbayev, L. Ilipbayeva, A. Suliman

AUDIOSIGNAL BASED EVENT DETECTION USING DEEP LEARNING TECHNIQUES.....23

A.B. Yemberdiyeva, I.C. Young, S.Ye. Mamanova, S.B. Mukhanov

MATHEMATICAL APPROACH OF THE BACKPROPAGATION METHOD FOR CONSTRUCTING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS.....32

R. Lisnevskyi, M. Gladka, S. Biloshchytska

ANALYSIS OF ENERGY COSUMPTION IN THE NETWORK USING IOT SOLUTIONS.....49

A. Myrzakerimova, A.K. Khikmetov

MATHEMATICAL MODELS IN MEDICINE: MODERN APPROACHES TO DIAGNOSTIC PROCESS AUTOMATION60

A.B. Nurgalykov, A.M. Akim

OPTIMIZATION OF MULTITASKING IN ANDROID USING COROUTINES: A COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS.....71

Y. Sokyran, T. Babenko, I. Parkhomenko, L. Myrutenko

COMPUTER VISION METHODS FOR CONDUCTING OSINT INVESTIGATIONS.....80

D. Utebayeva, L. Ilipbayeva

A COMPARATIVE STUDY OF SOFTWARE-DEFINED RADIO (SDR) AND SMART ACOUSTIC SENSOR PERFORMANCE FOR UAV DETECTION.....90

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

N.T. Duzbayev, A. Makeyev, Y.Y. Ospanov

DEVELOPMENT OF METHODS FOR ENSURING THE SECURITY OF INDUSTRIAL AUTOMATION AND CONTROL NETWORKS AT ENTERPRISES.....99

A. Makeyev

AUTOMATED SECURITY SYSTEM FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES.....115



INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 5. Is. 3. Number 19 (2024). Pp. 23–31

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz><https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.002>

AUDIOSIGNAL BASED EVENT DETECTION USING DEEP LEARNING TECHNIQUES

Zh. Dosbayev^{1,2*}, L. Ilipbayeva², A. Suliman³

¹U.A. Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan; ²Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

³INTI International University, Putra Nilai, Malaysia.
E-mail: zh.dosbayev@satbayev.university

Zhandos Dosbayev — PhD, researcher, ¹U.A. Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan

E-mail: zh.dosbayev@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0003-1673-4036>;

Lyazzat Ilipbayeva — Satbayev University, associate professor, Almaty, Kazakhstan

E-mail: lilipbayeva@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4380-7344>;

Azizah Suliman — Associate professor, INTI University, Putra Nilai, Malaysia.

E-mail: azizah@uniten.edu.my, <https://orcid.org/0000-0001-8486-3230>.

© Zh. Dosbayev, L. Ilipbayeva, A. Suliman, 2024

Abstract. Deep learning has garnered significant interest from researchers for performing pattern recognition tasks. In particular, the detection of events based on audio signals and the recognition of natural sounds in the environment stand out. The DCASE challenge – Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events – has further highlighted the efficiency of deep learning in accomplishing these tasks. This paper reviews the works of other researchers that applied various deep learning techniques to detect emergency events based on audio signals. It focuses on the complexity and specific challenges of recognizing polyphonic sound-based events. The use and structures of neural networks are presented, with an emphasis on the application of CNN and RNN for event detection based on audio signals. Evaluation metrics and an overview of datasets are also provided.

Keywords: Audio classification, deep learning, audio signals, neural networks, CNN, RNN

For citation: Zh. Dosbayev, L. Ilipbayeva, A. Suliman. AUDIOSIGNAL BASED EVENT DETECTION USING DEEP LEARNING TECHNIQUES//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2024. Vol. 5. No. 19. Pp. 23–31 (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.002>.

Funding. The research was funded by the Scientific Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant IRN AP14971555 Design and Implementation of Real-Time Safety Ensuring System in the Indoor Environment by Applying Machine Learning Techniques).



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

ОҚИҒАЛАРДЫ АУДИОСИГНАЛДАР НЕГІЗІНДЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ

Ж. Досбаев^{1,2*}, Л. Илипбаева², А. Сулиман³

¹Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты, Алматы, Қазақстан;

²Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Алматы, Қазақстан;

³Халықаралық INTI университеті, Путра Нилаи, Малайзия.
E-mail: zh.dosbayev@satbayev.university

Жандос Досбаев — PhD, Зерттеуші, Satbayev университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: zh.dosbayev@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0003-1673-4036>;

Ляззат Илипбаева — Техника ғылымдарының кандидаты, Сәтбаев Университеті, доцент, Алматы, Қазақстан

E-mail: l.ilipbayeva@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4380-7344>;

Азиза Сулиман — Қауымдастырылған профессор, Халықаралық INTI университеті, Путра Нилаи, Малайзия

E-mail: azizah@uniten.edu.my, <https://orcid.org/0000-0001-8486-3230>.

© Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман, 2024

Аннотация. Терең оқыту (deep learning) үлгілерді тану тапсырамаларын орындауда зерттеушілердің үлкен қызығушылық ие болып отыр. Соның ішінде, оқиғаларды аудиосигналдар негізінде анықтау және қоршаған ортадағы табиғи дыбыстарды тануды ерекше атап өтуге болады. DCASE challenge – Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events шарасы терең оқытудың бұл тапсырмаларды орындауда тиімділігін айқындай түсті. Бұл жұмыста аудиосигналдар негізінде төтенше оқиғаларды анықтау, ол үшін түрлі терең оқыту әдістерін қолданған өзге зерттеушілердің жұмыстарына шолу жасалды. Әсіресе, полифониялық дыбыс негізіндегі оқиғаларды тану тапсырмасының күрделілігі мен тапсырманы шешу ерекшеліктері қарастырылады. Нейрондық желілерді қолдану мен құрылымдары келтіріліп, аудиосигналдар негізінде оқиғаларды анықтау үшін CNN және RNN қолдану назарға алынады. Бағалау метрикалар мен мәліметтер дерекқорларға шолу жасалды.

Түйін сөздер: Аудиоклассификация, терең оқыту, аудиосигналдар, нейрондық желілер, CNN, RNN

Дәйексөз үшін: Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман. ОҚИҒАЛАРДЫ АУДИОСИГНАЛДАР НЕГІЗІНДЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ// ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2024. Т. 5. No. 19. 23–31 бет. (ағылшын тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.002>.

ОБНАРУЖЕНИЕ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ АУДИОСИГНАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Ж. Досбаев^{1,2*}, Л. Илипбаева², А. Сулиман³

¹Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан;

²КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан;
Международный INTI университет, Путра Нилаи, Малайзия.

E-mail: zh.dosbayev@satbayev.university

Жандос Досбаев — PhD, исследователь, Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан

E-mail: zh.dosbayev@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0003-1673-4036>;

Ляззат Илипбаева — кандидат технических наук, Университет имени Сатпаева, Алматы, Казахстан

E-mail: l.ilipbayeva@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4380-7344>;

Азиза Сулиман — ассоциированный профессор, Международный INTI университет, Путра Нилаи, Малайзия

E-mail: azizah@uniten.edu.my, <https://orcid.org/0000-0001-8486-3230>.

© Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман, 2024

Аннотация. Глубокое обучение вызывает большой интерес у исследователей при выполнении задач распознавания образов. В частности, стоит отметить выявление событий на основе аудиосигналов и распознавание природных звуков окружающей среды. Мероприятие DCASE challenge — Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events — продемонстрировало эффективность глубокого обучения в выполнении этих задач. В данной работе проводится обзор исследований других авторов, которые применяли различные методы глубокого обучения для определения чрезвычайных событий на основе аудиосигналов. Особое внимание уделяется сложности задачи распознавания событий на основе полифонических звуков и особенностям решения этой задачи. Рассматривается применение и структура нейронных сетей, а также использование CNN и RNN для обнаружения событий на основе аудиосигналов. Приведен обзор метрик оценки и баз данных.

Ключевые слова: аудиоклассификация, глубокое обучение, аудиосигналы, нейронные сети, CNN, RNN

Для цитирования: Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман. ОБНАРУЖЕНИЕ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ АУДИОСИГНАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ//МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2024. Т. 5. No. 19. Стр. 23–31. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.002>.

Introduction

Deep learning is being advanced based on performing complex tasks such as recognizing images, sounds, and speech text in various languages (Mohmmad et al., 2024: 1–43; Jiang Y. et al., 2024: 1–16; Li, 2022: 994–999; Zhang et al., – 2021: 107760). Deep learning refers to artificial neural networks with multiple levels of abstraction and several learning layers in data representation. It enhances efficiency in learning complex structures in large datasets by using backpropagation, determining how to adjust internal parameters to obtain



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

the expected signal in the output.

The task of audio signal based event detection (ASED) involves classification and recognition based on audio sounds in the natural environment, such as a baby crying, a person walking, or a dog barking. In other words, the main goal of sound-based event detection is to measure the start and end times of each event and provide a textual description alongside the audio recording. ASED consists of two main tasks: monophonic and polyphonic sound event detection. Monophonic sound event detection focuses on identifying the most prominent sound event at any given time, while polyphonic sound event detection identifies overlapping sound events occurring simultaneously with the primary sound event (Mesaros et al., 2016). Compared to monophonic ASED, polyphonic ASED is a more complex task due to the necessity of detecting all events happening at once and the presence of overlapping sounds. Figure 1 illustrates the polyphonic ASED task.

Currently, various methods are used to solve the ASED task. For instance, several ASED systems employ non-negative matrix factorization and Gaussian mixture models with hidden Markov models for polyphonic sound detection (He et al., 2021: 4160–4170; Wang, 2019; Heitola et al., 2013: 1–13). In recent years, many deep learning methods have been proposed for performing ASED tasks, establishing themselves as advanced techniques. In the work by Annamaria M. and other authors, a deep neural network architecture is utilized, achieving high accuracy (Mesaros et al., 2015: 151–155). However, while this architecture consists of several intermediate hidden layers, it is not particularly effective for processing input temporal sequences like video and audio due to its reliance on short time windows and instantaneous information.

To address this task more effectively, powerful neural networks such as convolutional neural networks (CNN) and recurrent neural networks (RNN) have been employed (Mesaros et al., 2015: 151–155; Jeong et al., 2017; Smailov, 2023; Al Dabel, 2024: 173–183; Al Dabel, 2024: 173–183; Momynkulov et al., 2024: 284–289; Lan et al., 2022). These have demonstrated very high efficiency in solving the ASED task in subsequent research works. Moreover, models trained using a combination of CNNs and RNNs have achieved outstanding results.

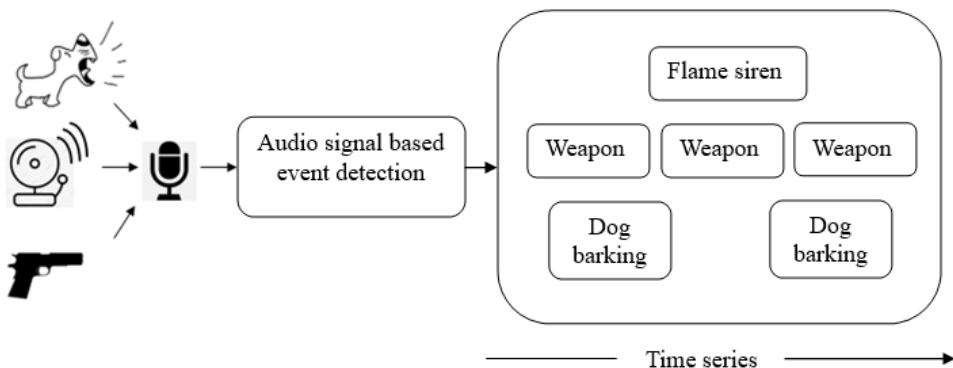


Fig. 1. Task of identifying polyphonic sound events

In this work, we will review the studies of other authors on the application of deep learning to solve the task of sound event detection (SED).

Deep learning

In this section, we describe deep learning, neural networks, convolutional neural networks (CNN), and recurrent neural networks (RNN).

Neural Networks

The fundamental structure of neural networks is organized in layers, forming artificial neural networks. The layers consist of neurons with internal connections that constitute the activation function. In turn, the connections between neurons have corresponding weights. Each neuron receives inputs that are multiplied by the connection weights and then calculated through a mathematical function. The mathematical function used determines the activation of the neuron.

In simple neural networks, neurons within a single layer do not connect to each other, but neurons in two adjacent layers are fully interconnected. Such layers are called fully connected layers. In many applications, at least three types of standard layers are required: the input layer, hidden layers, and the output layer. The input layer consists of D neurons, which is equal to the dimensionality of the input data. The hidden layer, positioned between the input layer and the output layer, performs intermediate computations for the network. A neural network is only called a deep neural network when it consists of multiple stacked hidden layers. As the number of hidden layers increases, the depth of the network also increases. To train neural networks, a backpropagation algorithm is used to optimize the effectiveness of neurons by adjusting the weights.

Although neural networks are found in many systems, they also exhibit drawbacks when applied to spatial and temporal structured data, such as text, images, video, audio, and sound text. Firstly, the structure of neural networks consists of fully connected layers with multiple parameters, and the number of parameters rapidly increases during training. This slows down the learning speed for spatial and temporal structured data. Secondly, each pair of neurons between two adjacent layers of a neural network has its own parameters, which hinders the ability to exploit the correlations in multi-dimensional spatial and temporal contexts. In contrast, CNNs and RNNs allow for the distribution of parameters among neurons, which helps overcome this limitation.

CNN

CNNs are a type of neural network architecture designed to address the shortcomings of neural networks when working with spatially structured data (LeCun, 1989). A CNN consists of three basic components: convolutional layers, pooling layers, and fully connected layers.

The convolutional layer performs convolution operations to obtain a set of linear activations. Each linear activation is then transformed into a nonlinear activation using functions like ReLU or tanh. In convolutional networks, local connections are used to take advantage of spatial-local correlations between neurons in adjacent layers. The size of these connections is controlled by hyperparameters known as the receptive field. The receptive field is a tensor with dimensions $[w \times h \times \text{depth}]$ (w - width; h - height; depth - depth) that uses the same parameters applied to previous layers. The shared parameters in convolutional layers reduce the overall number of parameters in the network and improve computational efficiency.

Pooling layers are used after each convolutional layer to reduce the computational complexity of estimating the proposed size of the convolutional output. The pooling function divides its input data into sets of rectangles, with each piece providing the collective statistical value of neighboring input data. Using pooling is very effective for extracting the most informative data in a segment. There are several types of pooling functions: max pooling, L2



norm pooling, average pooling, and weighted average pooling. Among these, max pooling is the most commonly used in pooling layers.

Following the CNN, several convolutional and pooling layers are succeeded by fully connected layers. These layers in a CNN resemble the layers in standard neural networks, where neurons in adjacent layers are fully interconnected, while neurons within the same layer do not connect to each other.

RNN

Recurrent neural networks (RNNs) are neural networks used for processing sequential and temporal data. While the strength of CNNs lies in their ability to efficiently work with large spatially structured data with width and height, RNNs excel at handling very long sequences. In recurrent neural networks, interconnected hidden layers act like memory, gathering information from input sequences over time. Many recurrent networks can work with sequences of variable lengths.

Given an input vector sequence $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, a standard recurrent neural network computes a sequence of hidden activations $h=(h_1, h_2, \dots, h_n)$ and a task vector $\hat{y}=(\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_n)$:

$$h_s = f(W_{xh}h_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h) \quad (1)$$

$$\hat{y}_t = g(W_{hy}h_t + b_{\hat{y}}) \quad (2)$$

where: $s=1,2,\dots, n$ represents time steps;;

, , - are weight matrices for the connections between layers (input and hidden layer; hidden to hidden layer; hidden and output layer);

, - are bias terms;

f and g are activation functions.

n deep recurrent neural networks consisting of multiple hidden layers, the first hidden layer takes the input vectors as its input, while each subsequent hidden layer takes the output of the previous layer as its input.

The recurrent connections between hidden blocks in standard recurrent neural networks allow the network to retain information from previous time steps. Therefore, recurrent neural networks are very suitable for accepting input sequences. However, the complexity of training recurrent neural networks to capture long-term dependencies arises from the tendency of gradients to vanish or explode across many layers. Exploding gradients can be easily managed by clipping the gradients element-wise before updating parameters in a mini-batch. In contrast, vanishing gradients are difficult to handle due to the long-term dependencies problem.

Methods such as LSTM (Long Short-Term Memory) and GRU (Gated Recurrent Unit) have been developed to address the vanishing gradient problem. LSTM and GRU architectures extend standard recurrent neural networks by replacing simple interconnected neurons with memory blocks that accumulate information. These memory blocks are better at capturing long-term dependencies in data consisting of time sequences.

Materials and methods

This section discusses the metrics used to evaluate the effectiveness of ASED systems. Additionally, we will compare the effectiveness of deep learning models used to solve ASED tasks and draw conclusions based on the methods. A brief description of the dataset

provided by the DCASE challenge will also be given.

Metrics

In ASED tasks, evaluations such as segment-based error rate and segment-based F1-score are used. The segment-based error rate is measured based on the number of errors in insertions (I), deletions (D), and substitutions (S) during the specified periods. A substitution is determined when an event in the given segment is detected but an incorrect label is provided. Once the number of substitutions in the segment is counted, the insertions are considered false positives in the system output, while deletions are treated as false negatives. Furthermore, the number of active true events in the segment is determined. The overall error rate is calculated as follows:

$$\text{ERROR} = \frac{\sum_{k=1}^K S(k) + \sum_{k=1}^K D(k) + \sum_{k=1}^K I(k)}{\sum_{k=1}^K N(k)} \quad (3)$$

The second evaluation metric, the segment-based F1-score, is calculated based on three statistics: false positives, false negatives, and true positives. A false positive occurs when an event in the given segment is detected, but it does not exist in the corresponding segment of the labeled data; a false negative occurs when an event in the given segment is not detected, but it exists in the corresponding segment of the labeled data; and a true positive occurs when an event in the given segment is detected and it exists in the corresponding segment of the labeled data. These statistics are collected through the test data. Based on the collected statistics, precision (P-precision) and recall (R-recall) are calculated using the following equations::

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}; \quad (4)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}; \quad (5)$$

$$\text{F1} = \frac{2PR}{P + R} \quad (6)$$

Discussion and results

Dataset

In recent years, the TAU Urban Acoustic Scenes 2020 Mobile, Development dataset (Heittola et al., 2020) and the TAU Urban Acoustic Scenes 2020 3Class, Development dataset (Heittola et al., 2020), introduced by Tampere University at the DCASE challenge 2020 event, have been widely used for ASED tasks. Additionally, the list of datasets is updated and enhanced with new datasets every year.

The TAU Urban Acoustic Scenes 2020 Mobile, Development dataset contains data collected in twelve cities across Europe, within ten different acoustic environments, using four different devices. Based on the original recordings, synthetic data for eleven mobile devices was created. The recordings were captured using four main devices: Soundman OKM II Classic/studio A3, an electret binaural microphone, and a Zoom F8 audio recorder with 24-bit capacity and a 48 kHz sampling rate. Additionally, commonly available devices such as the Samsung Galaxy S7, iPhone SE, and GoPro Hero5 Session were used. The total duration of



the dataset is 64 hours, comprising 23,040 segments, with 13,965 segments used for training and 2,970 segments for testing.

Deep Neural Networks:

In (Mesaros et al., 2015: 151–155), the authors explore a multi-label feedback deep neural network for polyphonic ASED (Direction of Arrival) tasks. The study considers three different features: log mel-band energies, mel-band energies, and MFCC. The deep neural network consists of two hidden layers and eight hundred classifier blocks. The model is evaluated using natural environmental sounds, achieving an accuracy of 63.8 %, demonstrating a 20 % higher efficiency compared to (Wang, 2019).

CNN

1. In (Heitola et al., 2013: 1–13), the researchers apply convolutional neural networks (CNN) for the ASED task. Long-term and short-term audio signals are used as input features in the study. They employ a one-dimensional layer with sixty-four filters. The model shows excellent results in terms of error rate and F1-score.

RNN

Several studies have been conducted to solve the ASED task using recurrent neural networks (RNN) (Smailov, 2023; Al Dabel, 2024: 173–183; Al Dabel, 2024: 173–183; Momynkulov et al., 2024: 284–289; Lan et al., 2022).). Almost all of them employ bidirectional LSTM and GRU architectures. These architectures are powerful methods for reducing overfitting and capturing long-term dependencies. Compared to deep neural networks and convolutional neural network architectures, recurrent neural networks show a clear advantage when working with sequential input data.

CRNN

For the ASED task, audio signals are sequential data over time. Recurrent neural networks (RNNs) are based on processing time series data. They can relate information from previous time windows and, by moving backward through time, offer unlimited information. However, audio input features are known to be represented in both time and frequency. While RNNs perform well along the time dimension, CNNs can apply linear convolutional filters across both time and frequency. To leverage the advantages of both architectures, a combination of convolutional and recurrent neural networks (CRNN) is used (Heittola et al., 2020). As a result, CRNN demonstrates higher efficiency compared to all previously mentioned methods.

Conclusion

This work reviewed deep learning methods used to perform the ASED task. In recent years, deep learning methods have been widely adopted for this task due to their ability to achieve high accuracy. The features of standard neural networks, as well as CNN and RNN architectures, commonly used for solving considered task. The main steps of deep learning and the structural characteristics of neural networks were described by analyzing the works of other researchers. The advantages, disadvantages and challenges of the methods were discussed in the context of the ASED task. Evaluation metrics for the results obtained using these methods were presented, along with their equations. A brief description of the datasets presented at the DCASE challenge event in 2020, aimed at solving the ASED task, was provided. Additionally, the results achieved by researchers for each method were presented. The CRNN architecture, which combines recurrent and convolutional neural networks, was identified as the most effective method for solving the ASED task.

REFERENCES

- M. Al Dabel M. Diffusion-Based (2024). Convolutional Recurrent Neural Network for Improving Sound Event Detection //International Congress on Information and Communication Technology. — Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. — Pp. 173–183.
- Heittola Toni, Mesaros Annamaria & Virtanen Tuomas (2020). TAU Urban Acoustic Scenes 2020 Mobile, Evaluation dataset [Data set]. — Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3685828>
- Heittola Toni, Mesaros Annamaria & Virtanen Tuomas (2020). TAU Urban Acoustic Scenes 2020. — 3Class. Development dataset [Data set]. — Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3670185>
- He Y., Trigoni N., Markham A. (2021). SoundDet: Polyphonic moving sound event detection and localization from raw waveform //International Conference on Machine Learning. — PMLR, 2021. — Pp. 4160–4170.
- T. Heittola, A. Mesaros, A.J. Eronen, T. Virtanen (2013). Context — dependent sound event detection. EUR-ASIP J. Audio, Speech, Music Process. — Vol. 1. — Pp. 1–13.2013
- Jan C., Zhang L., Zhang Y. et al. (2022). Attention mechanism combined with residual recurrent neural network for sound event detection and localization. J AUDIO SPEECH MUSIC PROC. **2022**. — 29. <https://doi.org/10.1186/s13636-022-00263-6>
- Li Y. (2022). Research and application of deep learning in image recognition //2022 IEEE 2nd international conference on power, electronics and computer applications (ICPECA). — IEEE, 2022. — Pp. 994–999.
- Mohammad S., Sanampudi S.K. (2024). Exploring current research trends in sound event detection: a systematic literature review //Multimedia Tools and Applications. — 2024. — Pp. 1–43.
- Mesaros A., Heittola T., Virtanen T. (2016). Metrics for Polyphonic Sound Event Detection. Applied Sciences. 2016. — 6(6). —162. <https://doi.org/10.3390/app6060162>
- A. Mesaros, T. Heittola, O. Dikmen and T. Virtanen (2015). “Sound event detection in real life recordings using coupled matrix factorization of spectral representations and class activity annotations,” 2015 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). — South Brisbane, QLD, Australia, 2015. — Pp. 151–155. DOI: 10.1109/ICASSP.2015.7177950.
- Momyunkulov Z., Omarov N., Altayeva A. (2024). CNN-RNN Hybrid Model for Dangerous Sound Detection in Urban Area //2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). — IEEE, 2024. — Pp. 284–289.
- Jiang Y. et al. (2024). Sound event detection in traffic scenes based on graph convolutional network to obtain multi-modal information //Complex & Intelligent Systems. — 2024. — Pp. 1–16.
- Jeong I., Lee S., Han Y. & Lee K. (2017). Audio Event Detection Using Multiple-Input Convolutional Neural. —Network. Workshop on Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events.
- Smailov N. et al. (2023). A novel deep CNN-RNN approach for real-time impulsive sound detection to detect dangerous events //International Journal of Advanced Computer Science and Applications. — 2023. — V. 14. — №. 4.
- Zhang X., Wang L., Su Y. (2021). Visual place recognition: A survey from deep learning perspective //Pattern Recognition. — 2021. — T. 113. — P. 107760.
- Wang D., Wang X., Lv S. (2019). An Overview of End-to-End Automatic Speech Recognition. Symmetry. 2019. —11(8). —1018. <https://doi.org/10.3390/sym11081018>



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Правила оформления статьи для публикации в журнале на сайте:

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

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных
технологий» (Казахстан, Алматы)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Мрзабаева Раушан Жалиқызы

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Асанова Жадыра

Подписано в печать 14.09.2024.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф. 9,0 п.л. Тираж 100
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).